

DOC NO. FS-ATSR-004AR4



航线运输驾驶员执照理论考试大纲 (飞机) 知识点

第 4 次修订

中国民用航空局飞行标准司

2023 年 4 月

目 录

1.与航线运输驾驶员执照持有人有关的规章条例	1
1.1.国际民用航空公约及附件概要	1
1.1.1.国际航空法的体系结构和相互关系	1
1.1.1.1.体系结构	1
1.1.1.2.各种法规之间的相互关系	2
1.1.2.芝加哥公约主体序列	2
1.1.2.1.国际航空法的三大序列	2
1.1.2.2.《国际民用航空公约》	3
1.1.3.国际民航组织（ICAO）及技术规范	4
1.1.3.1.ICAO 简介	4
1.1.3.2.附件	4
1.1.3.3.航行服务程序	5
1.2.中华人民共和国民用航空法	6
1.2.1.民航法的颁布及立法依据	6
1.2.2.民航法对我国领空主权原则的声明	6
1.2.3.航空器适航管理	7
1.2.3.1.适航管理的定义及分类	7
1.2.3.2.有关适航证件	7
1.2.3.3.飞行必备文件	8
1.2.4.航空人员的管理	9
1.2.4.1.机组的组织管理	9
1.2.4.2.机长的权利和义务	9
1.2.5.公共航空运输企业和通用航空的定义	10
1.3.中华人民共和国飞行基本规则	11
1.3.1.航路、航线飞行或者转场飞行的航空器的起飞	11
1.3.2.飞行高度层的配备	11
1.3.3.飞行的安全高度	13
1.3.4.紧急情况改变飞行高度层	13
1.3.5.法律责任与罚则	14
1.4.民用航空器驾驶员合格审定规则（CCAR-61 部）	15
1.4.1.相关定义	15
1.4.1.1.与飞行人员有关的各种时间的定义	15
1.4.1.2.其他定义	15
1.4.2.执照、合格证和等级的要求	17
1.4.3.飞行模拟机和飞行训练器的鉴定和批准	19
1.4.4.临时执照	19
1.4.5.执照的有效期、更新和重新办理	20
1.4.5.1.执照的有效期	20
1.4.5.2.执照的更新和重新办理	20
1.4.6.关于驾驶员持有体检合格证的要求	21
1.4.7.航空器等级限制和附加训练要求	22
1.4.7.1.航空器等级限制要求	22
1.4.7.2.驾驶高空运行的增压飞机所要求的附加训练要求	23

1.4.8.语言能力要求和无线电通信资格	24
1.4.9.航线运输驾驶员执照的相关细化规定	25
1.4.9.1.航线运输驾驶员执照申请人资格要求	25
1.4.9.2.飞机飞行模拟器和飞行训练器用于训练及实践考试的要求	26
1.4.9.3.飞机驾驶员飞行经历要求	27
1.4.9.4.航线运输驾驶员的权利和限制	28
1.4.10.法律责任	29
1.4.10.1.涉及酒精或药物的违禁行为和拒绝接受检查的处罚	29
1.4.10.2.理论考试违规行为及提供虚假材料的处罚	30
1.4.10.3.对其他违章行为的处罚	31
1.5.民用航空人员体检合格证管理规则（CCAR-67 部）	32
1.5.1.体检合格证的要求	32
1.5.2.体检合格证	32
1.5.2.1.体检合格证类别及适用人员	32
1.5.2.2.有效期及有效期的延长	33
1.5.3.许可的撤销及体检合格证的注销	34
1.5.4.违反 CCAR-67 部相应的处罚	35
1.6.一般运行和飞行规则（CCAR-91 部）	36
1.6.1.飞行规则	36
1.6.1.1.飞行前准备	36
1.6.1.2.在值勤岗位上的飞行机组成员	36
1.6.1.3.航空器速度	37
1.6.1.4.高度表拨正程序	38
1.6.2.运行中的航空器机长的职责和权限	39
1.6.3.空中导航程序	40
1.6.3.1.雷达引导下的仪表进近程序	40
1.6.3.2.仪表飞行规则的无线电通信	40
1.6.3.3.航空器燃油加注的一般规定	41
1.6.4.空中交通管制	41
1.6.4.1.空中交通管制许可和指令的遵守	41
1.6.4.2.在一般国内运输机场空域内的运行	42
1.6.4.3.在一般国际运输机场空域内的运行	43
1.6.4.4.在特殊繁忙运输机场空域的运行	44
1.6.4.5.在高空空域内的运行	45
1.6.5.航空器的适航性	45
1.7.民用航空机场运行最低标准制定与实施准则	47
1.7.1.非目视导航设施的降级和故障对着陆最低标准的影响	47
1.7.2.灯光发生临时故障对着陆最低标准的影响	48
1.8.大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则（CCAR-121 部）	49
1.8.1.涡轮发动机飞机用于生命保障的补充供氧要求	49
1.8.1.1.涡轮发动机飞机用于生命保障的飞机补充供氧要求	49
1.8.1.2.涡轮发动机飞机用于生命保障的机组成员补充供氧要求	49
1.8.1.3.涡轮发动机飞机用于生命保障的旅客补充供氧要求	50
1.8.2.具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的补充供氧要求	51

1.8.2.1.具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的机组成员供氧要求.....	51
1.8.2.2.具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的飞行机组人员氧气面罩的使用要求.....	51
1.8.3.机组成员和其他航空人员的要求.....	52
1.8.3.1.飞行机组的组成.....	52
1.8.3.2.在经停站旅客不下飞机时对机组成员的要求.....	53
1.8.4.训练大纲.....	54
1.8.4.1.机长训练的进入条件.....	54
1.8.4.2.副驾驶的进入条件.....	54
1.8.4.3.机组成员的应急生存训练.....	55
1.8.4.4.机组成员的安保训练.....	56
1.8.4.5.驾驶员的执照要求.....	57
1.8.4.6.机组成员必需的训练.....	57
1.8.4.7.新机型和新职位上的运行经历要求.....	58
1.8.5.机组成员的合格要求.....	59
1.8.5.1.驾驶员的使用限制.....	59
1.8.5.2.驾驶员的近期经历要求.....	59
1.8.5.3.航线检查.....	60
1.8.5.4.熟练检查.....	61
1.8.5.5.机长的特殊区域、航路和机场合格要求.....	62
1.8.5.6.飞行机组成员的英语要求.....	62
1.8.6.飞行机组飞行时间和飞行值勤期限限制以及休息要求.....	63
1.8.6.1.相关用语定义.....	63
1.8.6.2.飞行机组的飞行时间和飞行值勤期限限制.....	64
1.8.6.3.飞行机组的累积飞行时间和飞行值勤期限限制.....	67
1.8.6.4.机组成员休息时间的附加要求.....	68
1.8.7.飞行运作.....	68
1.8.7.1.国内、国际定期载客运行的运行控制责任.....	68
1.8.7.2.补充运行的运行控制责任.....	69
1.8.7.3.飞行机组成员的值勤要求.....	70
1.8.7.4.在操作位置上的飞行机组成员.....	71
1.8.7.5.操纵装置的控制.....	71
1.8.7.6.进入驾驶舱人员的限制.....	72
1.8.7.7.飞行装具.....	72
1.8.7.8.国内、国际定期载客运行对批准航路和限制的遵守.....	73
1.8.7.9.最低油量的宣布.....	73
1.8.7.10.国内、国际定期载客运行的紧急情况.....	74
1.8.7.11.危险天气和地面设施与导航设施不正常的报告.....	74
1.8.7.12.机械故障的报告.....	75
1.8.7.13.发动机不工作时的着陆和报告.....	75
1.8.7.14.仪表进近程序和仪表飞行规则着陆最低标准.....	76
1.8.7.15.便携式电子设备的禁用和限制.....	78
1.8.7.16.饮用含酒精饮料后的值勤限制.....	79
1.8.7.17.使用自动驾驶仪的最低高度.....	79

1.8.7.18.驾驶舱门的关闭与锁定	80
1.8.7.19.国内、国际定期载客运行的签派权	81
1.8.7.20.补充运行的飞行放行权	81
1.8.7.21.气象条件的熟悉	82
1.8.8.签派和飞行放行	82
1.8.8.1.不同飞行规则下的签派或者放行	82
1.8.8.2.在不安全状况中继续飞行	83
1.8.8.3.仪表或者设备失效	83
1.8.8.4.在结冰条件下运行	84
1.8.8.5.初始签派或者放行、重新或者更改签派或者放行	85
1.8.8.6.国内、国际定期载客运行从备降机场和未列入运行规范的机场起飞	86
1.8.8.7.飞行高度规则	86
1.9 小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则（CCAR-135 部）	88
1.9.1 适用范围	88
1.9.2 需要立即决断和处置的紧急情况	89
1.9.3 机械不正常情况的报告	89
1.9.3.1 机械不正常情况的报告	89
1.9.3.2 报告潜在的危险气象和飞行条件、通信或者导航设施的不正常情况	90
1.9.4 紧急情况下有限制的继续或者中止飞行	90
1.9.5 适航检查	91
1.9.6 为运行人员提供的航空信息资料	91
1.9.7 驾驶舱中必需配备的资料	92
1.9.8 驾驶员使用氧气的要求	93
1.9.10 持照航空人员的要求及机组成员的组成	94
1.9.11 关键阶段飞行机组成员的值班要求	95
1.9.12 仪表飞行规则（IFR）运行中要求配备的副驾驶	96
1.9.13 机长或者副驾驶的指派要求	96
1.9.14 乘客占用驾驶员座位	97
1.9.15 操纵装置的控制	97
1.9.16 飞行前对乘客的简介	98
1.9.18 灭火瓶的配备	99
1.9.19 氧气设备要求	100
1.9.19.1 非增压航空器中氧气设备要求	100
1.9.19.2 增压航空器中氧气设备要求	100
1.9.20 安全带和肩带的配备及使用要求	101
1.9.21 机载雷暴探测设备的要求	102
1.9.23 航空器云上或者仪表飞行规则条件下运行的性能要求	102
1.9.24 目视飞行规则飞行的最低高度和能见度要求	103
1.9.25 目视飞行规则飞行的燃油供应要求	104
1.9.26 目视飞行规则云上载客飞行的运行限制	104
1.9.27 天气报告和预报	105
1.9.28 仪表飞行规则起飞限制及目的地机场最低天气标准	106
1.9.30 仪表飞行规则燃油及备降机场要求	107
1.9.31 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准	110

1.9.31.1 仪表飞行规则进近和着陆最低标准	110
1.9.31.2 新机长的机场运行最低标准	111
1.9.31.3 仪表飞行规则起飞最低标准	111
1.9.32 结冰条件下的运行限制	112
1.9.32.1 结冰条件下禁止起飞规定	112
1.9.32.2 结冰条件下飞行规定	113
1.9.33 机长的资格要求	114
1.9.33.1 型号合格审定为两名驾驶员的飞机的机长资格要求	114
1.9.33.2 按目视飞行规则运行小型航空器的机长资格要求	114
1.9.33.3 按仪表飞行规则运行的小型航空器的机长资格要求	115
1.9.33.4 机长无需持有仪表等级的条件	115
1.9.34 运行经历	116
1.9.35 副驾驶资格要求	117
1.9.36 机长近期经历	118
1.9.37 酒精和药物的使用限制及测试要求	118
1.9.37.1 酒精和药物的使用限制	118
1.9.37.2 酒精及药物的测试要求	119
1.9.38 驾驶员的值勤期和休息期	120
1.9.38.1 相关用语定义	120
1.9.38.2 飞行机组成员的值勤期限制、飞行时间限制和休息要求	120
1.9.38.3 机组成员的周、月、年飞行时间限制	121
1.9.38.4 机组成员值勤期和飞行时间安排的附加限制	122
1.9.38.5 机组成员休息时间的附加要求	123
1.9.40 熟练检查要求	123
1.9.41 机长航线检查	124
1.9.42 考试和检查的附加规定	125
1.9.43 机组成员训练要求	125
1.9.44 机组成员应急生存训练	126
1.9.45 定期复训	127
1.10.航空安全事件调查与信息管理的	128
1.10.1.民用航空器事件调查	128
1.10.1.1.相关定义与一般规定	128
1.10.1.2.事件调查的组织	129
1.10.1.3.事发现场的保护	130
1.10.2.民航安全信息管理	131
1.10.2.1.民航安全信息的定义及一般规定	131
1.10.2.2.事件信息的报告与收集	132
1.10.2.3.民航安全自愿报告系统	133
1.10.2.4.向局方举报民用航空安全信息的处理	133
2.飞机一般知识	135
2.1.飞机结构与系统	135
2.1.1.飞机机体结构	135
2.1.1.1.机翼结构	135
2.1.1.2.机身结构	135

2.1.1.3.尾翼结构.....	136
2.1.1.4.飞机结构失效.....	136
2.1.2.飞机液压系统.....	137
2.1.2.1.液压油.....	137
2.1.2.2.液压系统典型部件及功能.....	137
2.1.2.3.液压系统工作原理.....	138
2.1.2.4.液压系统的控制与指示.....	139
2.1.3.飞机起落架系统.....	140
2.1.3.1.起落架结构.....	140
2.1.3.2.机轮.....	140
2.1.3.3.起落架收放操作与指示.....	142
2.1.3.4.起落架形态警告.....	142
2.1.3.5.起落架地面防收安全措施.....	143
2.1.3.6.刹车装置与系统.....	143
2.1.3.7.刹车方式.....	144
2.1.3.8.前起落架.....	144
2.1.4.飞机飞行操纵系统.....	145
2.1.4.1.飞行操纵系统的组成.....	145
2.1.4.2.液压助力式主操纵系统.....	146
2.1.4.3.电传操纵系统.....	147
2.1.4.4.配平操纵.....	147
2.1.4.5.增升装置操纵.....	148
2.1.4.6.扰流板操纵.....	148
2.1.5.飞机燃油系统.....	150
2.1.5.1.飞机燃油系统的类型及特点.....	150
2.1.5.2.飞机燃油系统典型部件及功能.....	151
2.1.5.3.飞机燃油系统的供油方式.....	151
2.1.5.4.油箱加油.....	152
2.1.5.5.空中放油.....	152
2.1.5.6.飞机燃油系统的控制与指示.....	153
2.1.6.飞机气源系统.....	154
2.1.6.1.引气来源及控制.....	154
2.1.6.2.飞机气源系统的控制与指示.....	154
2.1.7.飞机座舱空调系统.....	155
2.1.7.1.座舱调温的基本原理.....	155
2.1.7.2.引气制冷方式、部件及功能.....	156
2.1.7.3.座舱温度控制方式.....	157
2.1.7.4.座舱空调系统的操作与指示.....	157
2.1.8.飞机座舱增压系统.....	158
2.1.8.1.座舱增压控制参数.....	158
2.1.8.2.座舱增压控制基本原理.....	159
2.1.8.3.座舱增压规律.....	159
2.1.8.4.座舱增压安全措施.....	160
2.1.8.5.座舱增压系统的操作与指示.....	160

2.1.9.飞机除/防冰系统.....	161
2.1.9.1.飞机易结冰部位及危害.....	161
2.1.9.2.飞机除/防冰方式及原理.....	162
2.1.9.3.飞机结冰探测.....	162
2.1.9.4.飞机除/防冰系统的工作与指示.....	163
2.1.9.5.飞机地面除/防冰.....	164
2.1.10.飞机风挡排雨系统.....	164
2.1.11.飞机氧气系统.....	165
2.1.11.1.氧气源及供氧方式.....	165
2.1.11.2.飞机氧气系统的使用注意事项.....	166
2.1.12.飞机防火系统.....	167
2.1.12.1.失火种类及灭火剂.....	167
2.1.12.2.火警探测系统.....	167
2.1.12.3.飞机灭火系统.....	168
2.1.13.飞机应急设备.....	168
2.1.13.1.飞机应急出口/滑梯/救生筏.....	168
2.1.13.2.其它应急设备.....	169
2.1.14.电气系统.....	170
2.1.14.1.蓄电池.....	170
2.1.14.2.交流电源的类型.....	170
2.1.14.3.交流发电机.....	172
2.1.14.4.交流发电机的电压调节.....	172
2.1.14.5.交流发电机的并联运行.....	173
2.1.14.6.交流电源的控制.....	173
2.1.14.7.交流发电机的故障与保护.....	174
2.1.14.8.变压整流器.....	175
2.1.14.9.变流机.....	175
2.1.14.10.典型运输机的电源分配.....	176
2.1.14.11.用电设备.....	177
2.2.动力装置—涡轮发动机.....	179
2.2.1.工作原理.....	179
2.2.1.1.布莱顿循环.....	179
2.2.1.2.燃气涡轮发动机基本组成.....	179
2.2.1.3.涡轮喷气发动机气流参数变化.....	180
2.2.1.4.燃气涡轮发动机的类型.....	181
2.2.1.5.燃气涡轮发动机应用.....	182
2.2.2.发动机部件-进气道.....	182
2.2.2.1.功用、分类和工作.....	182
2.2.2.2.亚音速进气道工作.....	184
2.2.2.3.超音速进气道.....	185
2.2.2.4.防冰.....	186
2.2.2.5.使用注意.....	187
2.2.3.发动机部件-压气机.....	188
2.2.3.1.功能、类型及应用.....	188

2.2.3.2.离心压气机的结构和工作	189
2.2.3.3.轴流压气机的结构和工作	190
2.2.3.4.风扇及涵道比	191
2.2.3.5.积污、损伤的影响	191
2.2.3.6.压气机失速和喘振	192
2.2.3.7.压气机特性	194
2.2.4.发动机部件-燃烧室	194
2.2.4.1.功能、类型和工作原理	194
2.2.4.2.空气/燃油比	196
2.2.4.3.扩压器	196
2.2.4.4.燃油喷嘴	197
2.2.4.5.热负荷	198
2.2.4.6.熄火判断、原因及控制	199
2.2.4.7.排气污染	200
2.2.5.发动机部件-涡轮	201
2.2.5.1.功能、构造和工作原理	201
2.2.5.2.涡轮功率和能量损失	201
2.2.5.3.涡轮的损伤、原因及防止措施	202
2.2.5.4.排气温度及超温预防	203
2.2.6.发动机部件-排气系统	203
2.2.6.1.尾喷管功能、构造和工作	203
2.2.6.2.尾喷管-噪音	204
2.2.6.3.反推装置的原理及使用	205
2.2.7.附件传动装置和减速器	206
2.2.8.点火系统	207
2.2.9.燃油系统	209
2.2.9.1.功用、结构、组件	209
2.2.9.2.燃油调节器	210
2.2.9.3.控制与指示	211
2.2.9.4.燃油	212
2.2.10.滑油系统	213
2.2.10.1.功用组成及工作	213
2.2.10.2.操作和监控	213
2.2.11.涡轮螺旋桨发动机	215
2.2.11.1.结构特点及类型	215
2.2.11.2.轴功率、当量功率	216
2.2.11.3.功率分配	217
2.2.11.4.平台功率	217
2.2.11.5.发动机扭矩	218
2.2.11.6.涡桨发动机操纵杆	218
2.2.12.辅助动力装置	219
2.2.12.1.功能及位置	219
2.2.12.2.组成部件及其作用	219
2.2.12.3.工作系统	220

2.2.12.4.操纵和监控	221
2.2.12.5.冲压涡轮	222
2.2.13.喷气发动机性能	223
2.2.13.1.推力公式、推力分布	223
2.2.13.2.推力参数	224
2.2.13.3.推力同空速、空气密度、气压、温度和转速之间的关系	224
2.2.13.4.平台推力	225
2.2.13.5.减推力原理	225
2.2.13.6.推力等级	226
2.2.13.7.发动机加速性	226
2.2.14.操作注意事项	227
2.2.14.1.发动机工作常见状态	227
2.2.14.2.发动机仪表和监控系统	228
2.2.14.3.发动机操纵杆	229
2.2.14.4.发动机的操纵和使用	229
2.2.14.5.引气	230
2.2.15.发动机起动	230
2.2.15.1.起动机	230
2.2.15.2.地面起动过程	232
2.2.15.3.空中起动	233
2.2.15.4.发动机起动故障	234
2.3.发动机仪表	236
2.3.1.EPR 表	236
2.3.2.扭矩表	237
2.3.3.转速表	237
2.3.4.排气温度表	238
2.3.5.燃油消耗指示	239
2.3.6.滑油压力和温度指示	240
2.3.7.振动指示	240
2.3.8.EICAS	241
2.3.9.ECAM	242
2.4.飞行仪表系统	244
2.4.1.大气数据仪表	244
2.4.1.1.马赫数表	244
2.4.1.2.总温指示	245
2.4.2.大气数据计算机	245
2.4.2.1.输入和输出数据	245
2.4.2.2.基本工作	246
2.4.3.电子飞行仪表系统	247
2.4.3.1.功能及组成	247
2.4.3.2.显示组件	248
2.4.4.飞行管理计算机系统	249
2.4.4.1.功能和组成	249
2.4.4.2.数据库	250

2.4.5.惯性导航系统	250
2.4.5.1.激光陀螺	250
2.4.5.2.基本功能和优缺点	251
2.4.5.3.组成和分类	252
2.4.5.4.基本原理	252
2.4.5.5.工作模式	253
2.4.5.6.初始对准	254
2.5.自动飞行控制系统	256
2.5.1.自动驾驶仪	256
2.5.1.1.基本功能和分类	256
2.5.1.2.控制通道和通道组成	256
2.5.1.3.基本工作原理（内环稳定）	257
2.5.1.4.外环控制（指令模式）	258
2.5.1.5.接通和断开	259
2.5.2.飞行指引仪	260
2.5.2.1.功能和指引形式	260
2.5.2.2.基本工作原理	261
2.5.2.3.基本工作模式	262
2.5.3.自动驾驶飞行指引系统	262
2.5.3.1.横滚模式	262
2.5.3.2.俯仰模式	263
2.5.3.3.模式信号牌	263
2.5.4.自动油门	264
2.5.4.1.功能和基本原理	264
2.5.4.2.基本工作模式	265
2.5.4.3.断开和警告	265
2.5.4.4.模式信号牌	266
2.5.5.自动着陆	266
2.5.5.1.基本术语	266
2.5.5.2.工作和状态信号	267
2.5.6.自动飞行中的飞行包线保护	268
2.5.7.偏航阻尼器和自动俯仰配平	269
2.5.7.1.偏航阻尼器	269
2.5.7.2.自动驾驶俯仰配平系统	270
2.5.7.3.马赫配平系统	270
2.6.警告和记录设备	272
2.6.1.地形提示和警告系统	272
2.6.1.1.功能和安装要求	272
2.6.1.2.基本报警模式	272
2.6.1.3.地形显示	274
2.6.1.4.前视地形警戒功能	275
2.6.1.5.离地间隔保护包线及报警	276
2.6.1.6.前视警戒的驾驶舱报警	277
2.6.1.7.前视警告的驾驶舱报警	277

2.6.1.8.使用及完好性测试	278
2.6.2.机载防撞系统	279
2.6.2.1.功能和分类	279
2.6.2.2.系统保护区	279
2.6.2.3.基本原理和提供的保护等级	280
2.6.2.4.驾驶舱显示	281
2.6.2.5.RA 目视措施信息	282
2.6.2.6.主要的语音信息	283
2.6.2.7.工作模式和咨询抑制	284
2.6.3.超速警告系统	285
2.6.4.失速警告系统	285
2.6.5.起飞形态警告系统	287
2.6.6.飞行数据记录器	287
2.6.7.驾驶舱话音记录器	288
2.6.8.主警告系统	289
2.6.9.风切变预警系统	290
2.6.9.1.功能和使用特点	290
2.6.9.2.工作原理	291
2.6.9.3.报警范围	292
2.6.9.4.警戒报警	292
2.6.9.5.警告报警	293
2.6.10.高度警告系统	294
2.7.机载雷达设备	296
2.7.1.机载气象雷达	296
2.7.1.1.基本功能	296
2.7.1.2.工作原理	296
2.7.1.3.气象目标的反射特性	297
2.7.1.4.主要工作模式	298
2.7.1.5.天线俯仰调节的基本原则	299
2.7.1.6.增益调节的基本原则	300
2.7.1.7.地面使用注意事项	301
2.7.2.无线电高度表	301
3.飞行性能、计划和装载	303
3.1.起飞性能	303
3.1.1.起飞速度	303
3.1.1.1.空中和地面最小操纵速度（ V_{MCA} 和 V_{MCG} ）及最小离地速度 V_{MU}	303
3.1.1.2.最大轮胎速度 V_{tire} 和最大刹车能量速度 V_{MBE}	304
3.1.1.3.起飞速度 V_1 、 V_R 、 V_2 和 V_{LOF}	304
3.1.2.起飞相关距离	305
3.1.2.1.净空道和安全道	305
3.1.2.2.所需起飞滑跑距离（TOR）和所需起飞距离（TOD）	306
3.1.2.3.可用起飞滑跑距离（TORA）和可用起飞距离（TODA）	308
3.1.2.4.所需加速停止距离（ASD）和可用加速停止距离（ASDA）	308
3.1.3.起飞航迹和起飞飞行航迹	309

3.1.3.1.起飞航迹和起飞飞行航迹的定义	309
3.1.3.2.起飞飞行航迹的阶段划分及梯度要求	310
3.1.3.3.总起飞飞行航迹与净起飞飞行航迹	311
3.1.3.4.起飞超障保护区的要求和超障余度要求	312
3.1.4.场长限制和爬升限制	313
3.1.4.1.平衡距离和平衡跑道的定义及关系	313
3.1.4.2.中断起飞最大速度和继续起飞最小速度	313
3.1.4.3.起飞 V_1 速度的确定	314
3.1.4.4.跑道长度和爬升梯度限制的起飞重量	315
3.1.4.5.襟翼对跑道长度限重和爬升梯度限重的影响	318
3.1.5.限制最大起飞重量的因素	319
3.1.6.起飞性能的优化	319
3.1.6.1.优化速度提高起飞性能	319
3.1.6.2.假设温度（灵活温度）减推力起飞	320
3.1.6.3.减额定功率减推力起飞	322
3.1.7.起飞分析表的使用	322
3.1.7.1.最大起飞重量和起飞速度的确定	322
3.1.7.2.根据实际起飞重量确定假设温度和起飞速度 $V_1/V_R/V_2$	325
3.1.7.3.起飞分析表重要参数的识读	325
3.1.7.4.起飞重量和速度的修正	325
3.2.上升性能	327
3.2.1.上升性能的概念	327
3.2.1.1.上升角和上升率	327
3.2.1.2.最大上升角速度和最大上升率速度	328
3.2.1.3.理论升限和实用升限	328
3.2.2.上升性能图表的使用	329
3.3.巡航性能	332
3.3.1.巡航性能的概念	332
3.3.1.1.最大航程巡航和长航程巡航	332
3.3.1.2.最佳巡航高度的确定	333
3.3.1.3.巡航中发动机失效后的要求	333
3.3.1.4.成本指数与经济巡航马赫数	334
3.3.2.巡航性能图表的使用	336
3.3.2.1.正常巡航性能图表的使用	336
3.3.2.2.飘降性能图表的使用	337
3.3.2.3.商载航程图的使用	346
3.3.2.4.航路风对航程的影响及图表使用	346
3.4.下降性能	348
3.4.1.下降性能的概念	348
3.4.1.1.下降角和下降率	348
3.4.1.2.应急下降	349
3.4.2.下降性能图表的使用	351
3.5.着陆性能	353
3.5.1.着陆速度和着陆距离的概念	353

3.5.1.1.着陆最小操纵速度	353
3.5.1.2.着陆进场参考速度及最后进近速度	353
3.5.1.3.审定着陆距离和实际着陆距离	354
3.5.1.4.所需着陆距离和可用着陆距离	355
3.5.2.着陆的限制和要求	355
3.5.2.1.着陆场地跑道长度和飞机结构强度对最大着陆重量的限制和结构限制	355
3.5.2.2.进近复飞和着陆复飞梯度对最大着陆重量的限制	357
3.5.3.湿和污染跑道运行	357
3.5.3.1.湿、污染跑道的定义	357
3.5.3.2.湿跑道和污染跑道上着陆性能特点	358
3.6.飞行计划	360
3.6.1.燃油计划	360
3.6.1.1.燃油政策	360
3.6.1.2.燃油计算	361
3.6.2.备降场选择	362
3.6.2.1.备降机场的基本要求	362
3.6.2.2.备降机场最低天气标准	363
3.6.2.3.仪表飞行规则国内定期载客运行的目的地备降机场	364
3.6.2.4.国际定期载客运行的目的地备降机场	365
3.6.2.5.仪表飞行规则补充运行的目的地备降机场	365
3.6.3.详细的飞行计划	366
3.6.3.1.详细飞行计划的制定过程	366
3.6.3.2.计算机飞行计划	366
3.6.4.特殊飞行计划	367
3.6.4.1.ETOPS 飞行计划	367
3.6.4.2.二次放行飞行计划	369
3.6.5.飞行计划的使用	369
3.6.5.1.飞行计划的申报	369
3.6.5.2.飞行计划的保存	370
3.6.6.ICAO 飞行计划	370
3.6.6.1.ICAO 飞行计划的格式	370
3.6.6.2.ICAO 飞行计划的解读	372
3.6.6.3.FPL 报	372
3.7.载重平衡	373
3.7.1.载重平衡基础	373
3.7.1.1.常见重量术语及相互关系	373
3.7.1.2.重心的表示方法	374
3.7.1.3.指数 INDEX 和指数方程	374
3.7.1.4.承重限制	375
3.7.1.5.配平	375
3.7.2.实践应用	376
3.7.2.1.装载舱单	376
3.7.2.2.备用前重心	377
3.7.2.3.最大起飞重量和最大业载的计算	378

3.7.2.4.电子舱单的识读	379
3.7.2.5.平衡图的使用	379
4.人的行为能力	381
4.1.基础航空生理学和保持	381
4.1.1.飞行环境对人体的影响	381
4.1.1.1.呼吸和循环系统	381
4.1.1.2.血压、血液与血氧饱和度	381
4.1.1.3.高空低气压	382
4.1.1.4.缺氧症	383
4.1.1.5.过载	384
4.1.1.6.高空环境	385
4.1.2.飞行生理学基础	386
4.1.2.1.中枢和周围神经系统	386
4.1.2.2.视觉系统	386
4.1.2.3.一般视觉问题	387
4.1.2.4.听觉系统	388
4.1.2.5.前庭器官	389
4.1.3.健康与卫生	390
4.1.3.1.常见疾病	390
4.1.3.2.影响飞行员的健康问题	390
4.1.3.3.药物使用	391
4.2.基础航空心理学	393
4.2.1.人类的信息加工	393
4.2.1.1.注意和警觉	393
4.2.1.2.知觉	393
4.2.1.3.错觉	394
4.2.1.4.记忆	395
4.2.1.5.学习与学习理论	395
4.2.1.6.飞行技能	396
4.2.2.压力与疲劳	396
4.2.2.1.压力	396
4.2.2.2.应激	397
4.2.2.3.疲劳	398
4.2.2.4.人体节律、睡眠和时差效应	398
4.2.2.5.压力与疲劳管理	399
4.2.3.人格	400
4.2.3.1.人格、态度与行为	400
4.2.3.2.需要与动机	401
4.2.3.3.自我概念和自律	401
4.3.机组资源管理	403
4.3.1.情景意识	403
4.3.2.沟通	403
4.3.3.工作负荷管理	404
4.3.4.领导与协作	405

4.3.4.1.机组	405
4.3.4.2.机组协作	405
4.3.4.3.驾驶舱职权梯度	406
4.3.5.决策	406
4.3.5.1.航空决策	406
4.3.5.2.典型的决策陷阱	407
4.3.6.文化、SOP 与 CRM	408
4.3.7.驾驶舱自动化	408
4.3.7.1.自动化的优点和不足	408
4.3.7.2.自动化的管理	409
4.4.威胁和差错管理	410
4.4.1.人的差错和可靠性	410
4.4.1.1.人的行为的可靠性	410
4.4.1.2.人的差错的理论和模型	410
4.4.1.3.人的差错的产生	411
4.4.2.威胁和差错管理	411
4.4.2.1.威胁的识别与管理	411
4.4.2.2.差错管理	412
4.4.2.3.非预期航空器状态管理	412
5.气象	414
5.1.云和降水	414
5.1.1.云的分类和特征	414
5.1.1.1.云的分类	414
5.1.1.2.浓积云和积雨云的特征	415
5.1.2.云的形成与天气	415
5.1.2.1.云的形成	415
5.1.2.2.不同类型云的相关天气	416
5.1.3.降水	416
5.1.3.1.降水的形成	416
5.1.3.2.降水的分类	417
5.1.3.3.降水对飞行的影响	417
5.2.大气运动	418
5.2.1.大气的水平运动	418
5.2.1.1.风的表示和测量	418
5.2.1.2.风的形成	418
5.2.1.3.风的变化	419
5.2.1.4.风对飞行的影响	420
5.2.2.大气的垂直运动	421
5.2.2.1.对流	421
5.2.2.2.系统性垂直运动	421
5.2.2.3.大气波动	422
5.2.2.4.大气乱流	422
5.2.3.低空风切变	423
5.2.3.1.低空风切变分类及影响	423

5.2.3.2.容易产生低空风切变的天气.....	424
5.2.3.3.低空风切变的判断.....	424
5.3.飞机积冰.....	426
5.3.1.飞机积冰的类型.....	426
5.3.2.飞机积冰的大气环境.....	426
5.3.3.影响飞机积冰的因素.....	427
5.3.4.飞机积冰的影响.....	427
5.4.对流性天气.....	429
5.4.1.雷暴的结构和天气.....	429
5.4.1.1.雷暴的形成.....	429
5.4.1.2.一般雷暴单体的生命史.....	429
5.4.1.3.强雷暴.....	430
5.4.2.雷暴的种类及活动特征.....	431
5.4.2.1.热雷暴.....	431
5.4.2.2.地形雷暴.....	431
5.4.2.3.天气系统雷暴.....	432
5.4.2.4.雷暴的活动特征.....	433
5.4.3.雷暴对飞行的影响.....	433
5.4.3.1.下击暴流.....	433
5.4.3.2.雷击.....	434
5.4.3.3.飞行中对雷暴的判断.....	434
5.4.4.特殊地形下的对流性天气.....	435
5.4.4.1.山地背风波.....	435
5.4.4.2.地方性的风.....	436
5.4.5.热带气旋.....	436
5.4.5.1.热带气旋分类及形成.....	436
5.4.5.2.热带气旋移动及天气.....	437
5.5.气团和锋面.....	439
5.5.1.气团.....	439
5.5.1.1.气团的形成及分类.....	439
5.5.1.2.气团的变性及天气.....	439
5.5.1.3.影响我国的气团.....	440
5.5.2.锋面.....	441
5.5.2.1.锋面定义.....	441
5.5.2.2.冷锋.....	441
5.5.2.3.暖锋.....	442
5.5.2.4.准静止锋.....	442
5.6.常规天气分析.....	443
5.6.1.天气图.....	443
5.6.1.1.地面天气图.....	443
5.6.1.2.高空等压面图.....	444
5.6.2.重要天气系统.....	445
5.6.2.1.气旋.....	445
5.6.2.2.反气旋.....	446

5.6.2.3.槽线和切变线.....	446
5.6.3.天气预报的基本方法.....	447
5.6.3.1.天气预报.....	447
5.6.3.2.气象要素预报.....	448
5.7.高空气象环境.....	449
5.7.1.高空的一般气象条件.....	449
5.7.1.1.对流层顶.....	449
5.7.1.2.高空影响飞行的因素.....	449
5.7.2.高空急流.....	450
5.7.2.1.高空急流的形成及特征.....	450
5.7.2.2.高空急流的种类.....	450
5.7.3.晴空乱流.....	451
5.8.大气环流.....	452
5.8.1.大气环流的形成.....	452
5.8.2.三圈环流.....	452
5.8.3.季风.....	453
5.9.气象观测.....	454
5.9.1.基本的观测方法.....	454
5.9.1.1.航空气象地面观测.....	454
5.9.1.2.降水、云和能见度的观测.....	454
5.9.2.气象雷达.....	455
5.9.2.1.气象雷达的探测.....	455
5.9.2.2.地基气象雷达回波.....	456
5.9.3.气象卫星.....	456
5.9.3.1.气象卫星概述.....	456
5.9.3.2.卫星云图上云的识别.....	457
5.9.3.3.卫星云图上天气系统.....	458
5.9.4.飞行气象文件.....	460
5.9.4.1.航站天气预报和例行天气报告（TAF 和 METAR）.....	460
5.9.4.2.重要天气预告图.....	460
5.9.4.3.高空风温预告图.....	461
5.9.4.4.重要气象情报（SIGMET）.....	462
5.9.4.5.低空重要气象情报（AIRMET）.....	463
6.领航.....	465
6.1.杰普逊航图.....	465
6.1.1.杰普逊航路手册.....	465
6.1.2.机场图.....	465
6.1.2.1.标题栏.....	465
6.1.2.2.平面图.....	466
6.1.2.3.跑道附加信息.....	467
6.1.2.4.起飞（备降）最低标准.....	468
6.1.3.仪表离场图.....	469
6.1.3.1.标题栏.....	469
6.1.3.2.平面图.....	469

6.1.4.航路图.....	472
6.1.4.1.航路图面板和背板.....	472
6.1.4.2.航路图图面信息.....	474
6.1.5.仪表进场图.....	480
6.1.5.1.标题栏.....	480
6.1.5.2.平面图.....	481
6.1.6.仪表进近图.....	481
6.1.6.1.标题栏.....	481
6.1.6.2.平面图.....	484
6.1.6.3.剖面图.....	485
6.1.6.4.着陆最低标准.....	487
6.2.时区及日界线.....	489
6.2.1.区时、北京时、世界时和协调世界时.....	489
6.2.1.1.区时.....	489
6.2.1.2.北京时.....	490
6.2.1.3.世界时.....	490
6.2.1.4.协调世界时.....	490
6.2.2.日界线及日期变更.....	491
6.2.2.1.日界线.....	491
6.2.2.2.日期变更.....	491
6.3.全球导航卫星系统 GNSS.....	493
6.3.1.全球导航卫星系统组成.....	493
6.3.2.全球定位系统 GPS.....	493
6.3.2.1.GPS 组成.....	493
6.3.2.2.GPS 工作原理.....	494
6.3.2.3.GPS 信号及性能参数.....	494
6.3.2.4.GPS 定位误差.....	495
6.3.2.5.差分 GPS.....	495
6.3.3.GLONASS 系统.....	496
6.3.3.1.GLONASS 系统组成.....	496
6.3.3.2.GLONASS 信号.....	496
6.3.4.北斗导航卫星系统 BDS.....	497
6.3.4.1.北斗导航卫星系统组成.....	497
6.3.4.2.北斗卫星导航系统原理.....	498
6.3.5.Galileo 系统.....	498
6.3.5.1.Galileo 系统组成.....	498
6.3.5.2.Galileo 系统信号.....	499
6.3.6.GNSS 增强系统.....	499
6.4.基于性能导航 PBN.....	501
6.4.1.PBN 运行要素.....	501
6.4.1.1.PBN 导航设施.....	501
6.4.1.2.PBN 导航规范.....	501
6.4.1.3.PBN 导航应用.....	502
6.4.2.PBN 运行.....	503

6.4.2.1.RNAV 运行	503
6.4.2.2.RNP 运行	503
7.操作程序	504
7.1.航空文件	504
7.1.1.航空资料汇编	504
7.1.1.1.航空资料汇编的结构	504
7.1.1.2.航空资料汇编的内容	505
7.1.1.3.航空资料汇编的一般规范说明	506
7.1.2.航行通告	506
7.1.2.1.航行通告简介	506
7.1.2.2.航行通告格式和内容	507
7.1.2.3.雪情通告	508
7.1.2.4.火山通告	510
7.2.空域	513
7.2.1.空域分类	513
7.2.1.1.ICAO 的空域分类	513
7.2.1.2.中国的管制空域类型	514
7.2.1.3.空中交通管制服务的获取	514
7.2.2.防空识别区	515
7.3.飞行运行	516
7.3.1.全天候运行	516
7.3.1.1.全天候运行对机组的要求	516
7.3.1.2.仪表进近应建立的目视参考	518
7.3.1.3.非精密进近和 I 类精密进近的最低标准	519
7.3.1.4.连续下降最后进近	521
7.3.1.5.II类精密进近最低标准	522
7.3.1.6.III类精密进近最低标准	523
7.3.2.RVSM 运行	524
7.3.2.1.RVSM 运行的基本要求	524
7.3.2.2.RVSM 运行不正常情况处置	525
7.3.3.低温冰雪运行	525
7.3.3.1.低温条件下运行的注意事项	525
7.3.3.2.飞机地面防/除冰	527
7.3.4.延伸跨水运行	528
7.3.5.平行跑道进近	529
7.3.5.1.平行跑道的运行模式	529
7.3.5.2.实施独立平行仪表进近的特殊要求	530
7.3.6.尾流	532
7.3.6.1.尾流的定义及影响因素	532
7.3.6.2.尾流的危害	533
7.3.6.3.尾流的避让	534
7.3.6.4.尾流间隔	538
7.3.7.地面运行	539
7.3.7.1.机场区域指示标和信号设施	539

7.3.7.2.机场区域内标志	540
7.3.7.3.机场区域内标记牌	546
7.3.7.4.机场区域内灯光	548
7.3.7.5.跑道相关知识	552
7.3.7.6.滑行道相关知识	554
7.3.7.7.停机坪相关知识	555
7.3.7.8.标准紧急手势信号	564
7.3.7.9.跑道入侵	565
7.4.通信和监视	568
7.4.1.数据链通信	568
7.4.1.1.数据链通信的应用与特点	568
7.4.1.2.飞机通信寻址与报告系统（ACARS）	568
7.4.2.ADS 监视分类及原理	569
7.5.货运	570
7.5.1.IMP 代码	570
7.5.2.活体动物运输	571
7.5.2.1.活体动物及动物名称表	571
7.5.2.2.标记与标签	571
7.5.2.3.活体动物的存储与隔离	572
7.5.3.鲜活易腐货物运输	573
7.5.3.1.鲜活易腐货物定义	573
7.5.3.2.标记与标签	573
7.5.4.贵重物品运输	574
7.5.5.紧急航材运输	574
7.6.危险品运输	576
7.6.1.限制	576
7.6.1.1.禁止航空运输的危险品	576
7.6.1.2.旅客与机组人员携带的危险品	577
7.6.2.危险品包装的标记与标签	577
7.6.2.1.危险品包装的标记	577
7.6.2.2.危险品包装的标签	578
7.6.3.装载和储运程序	579
7.6.3.1.危险品的装载	579
7.6.3.2.危险品的隔离	579
7.6.4.特种行李机长通知单	580
7.6.4.1.机长通知单	580
7.6.5.违规携带危险品的处置	581
8.飞行原理	582
8.1.基础空气动力学	582
8.1.1.升力和阻力	582
8.1.1.1.升力	582
8.1.1.2.阻力	582
8.1.1.3.地面效应	583
8.1.2.增升装置	584

8.1.3.失速.....	585
8.1.3.1.失速的定义和原因.....	585
8.1.3.2.FAR 失速和 1g 失速的概念.....	585
8.1.3.3.失速速度及其影响因素.....	586
8.1.4.飞机的稳定性.....	586
8.1.4.1.稳定性的概念及条件.....	586
8.1.4.2.俯仰稳定性（纵向稳定性）.....	587
8.1.4.3.方向稳定性.....	588
8.1.4.4.横侧稳定性.....	589
8.1.4.5.方向稳定性与横侧稳定性的关系.....	589
8.1.4.6.影响稳定性的因素.....	590
8.1.5.飞机的操纵性.....	590
8.1.5.1.飞机操纵性的定义及影响因素.....	590
8.1.5.2.大型运输机的配平原理.....	591
8.2.高速空气动力学.....	593
8.2.1.高速气流特性.....	593
8.2.1.1.音速.....	593
8.2.1.2.马赫数.....	593
8.2.1.3.高速流动中流速与流管截面积的变化关系.....	594
8.2.1.4.激波.....	594
8.2.1.5.马赫锥和膨胀波.....	595
8.2.2.翼型的亚、跨音速气动特性.....	595
8.2.2.1.亚音速气动特性.....	595
8.2.2.2.临界马赫数和阻力发散马赫数.....	596
8.2.2.3.局部激波.....	597
8.2.2.4.跨音速气动特性.....	597
8.2.2.5.高速气动特性的影响因素.....	598
8.2.2.6.超临界翼型.....	599
8.2.3.后掠翼的高速气动力特性.....	600
8.2.3.1.后掠翼的特点.....	600
8.2.3.2.后掠翼的失速特性.....	600
8.2.4.高速抖动裕度.....	601
8.2.4.1.马赫抖振和激波失速.....	601
8.2.4.2.抖振和空气动力升限.....	601
9.无线电通信.....	603
9.1.无线电通信的特殊要求.....	603
9.2.特殊情况的报告.....	604
9.3.双向无线电通信失效.....	605
9.4.无线电通信规则.....	607
附件一：知识点关键修订说明.....	610
1. 关键修订与非关键修订.....	610
2. 关键修订列表.....	610
附件二：参考词汇表.....	617

1.与航线运输驾驶员执照持有人有关的规章条例

1.1.国际民用航空公约及附件概要

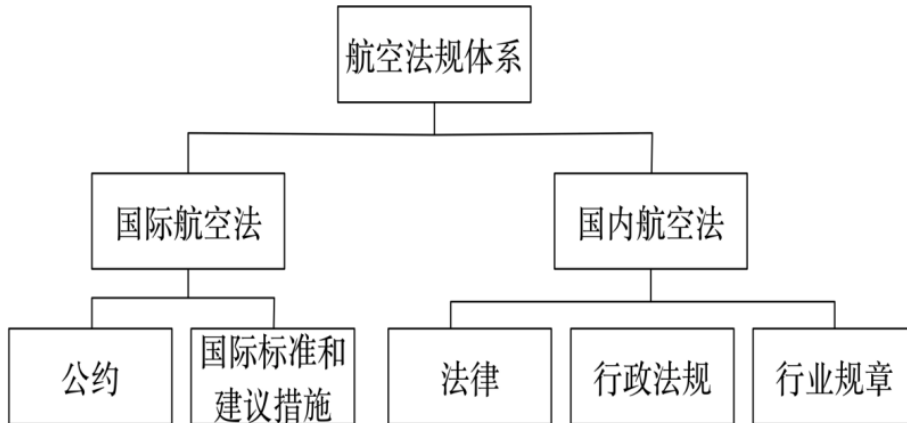
1.1.1.国际航空法的体系结构和相互关系

1.1.1.1.体系结构

【知识掌握程度】

掌握航空法规体系。

【知识点】



航空法规体系可分为国际和国内两大体系。

国际法规体系分为公约和附件（国际标准和建议措施）两个层次构成；国内法规体系由法律、行政法规和行业规章三个层次构成。

【思考题】

国际航空法分为几个层面？

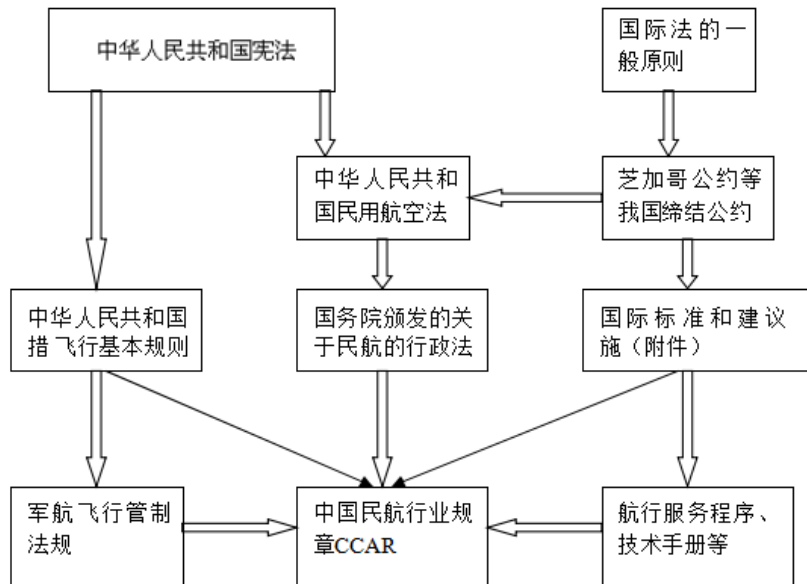
.....

1.1.1.2.各种法规之间的相互关系

【知识掌握程度】

理解各个法规之间的相互关系。

【知识点】



【思考题】

在我国订立一部新的 CCAR，需要参考哪些其他的法律规章？

~~~~~

### 1.1.2.芝加哥公约主体序列

#### 1.1.2.1.国际航空法的三大序列

#### 【知识掌握程度】

掌握国际航空法的三大体系。

#### 【知识点】

一、国际航空法的三大体系是指：

##### 1、“芝加哥公约”体系

主要由“芝加哥公约”（《国际民用航空公约》）及其附件以及与公约相关的《国际航班过境协定》、《国际航空运输协定》组成。

##### 2、“华沙公约”体系

以1929年“华沙公约”及（9个）修订补充文件组成。它规定了国际航空运输中有关机票、行李票、航空货运单、赔偿限额等民事方面的规则。

### 3、航空刑法体系

主要包括 1963 年“东京公约”（反干扰）、1970 年“海牙公约”（反劫机）、1971 年“蒙特利尔公约”（反破坏）和 1988 年“蒙特利尔议定书”共四个文件。

上述文件定义了有关制止空中犯罪、劫持飞机、破坏航空器及危害民用航空安全的规定，其中：

（1）1963 年“东京公约”赋予了机长的四大权力，分别是治安权、使某人下机权、移交案犯权和免除责任权；定义了航空器“飞行中”的概念为“航空器自起飞使用动力时起，至降落终结时止”。

（2）1971 年“蒙特利尔公约”定义了航空器“使用中”的概念为“地面人员或机组为某次飞行而进行飞行前准备时起，到任何降落后 24 小时止”；“使用中”包含了“飞行中”定义的时间段。

二、我国有选择性地加入了以上三大系列的主干公约。

#### 【思考题】

国际航空法包括哪三大体系？

.....

#### 1.1.2.2. 《国际民用航空公约》

#### 【知识掌握程度】

掌握《国际民用航空公约》的基本原则。

#### 【知识点】

一、1944 年 12 月 7 日签订于芝加哥，并于 1947 年 4 月 4 日生效的《国际民用航空公约》（通称“芝加哥公约”），内容几乎涉及民用航空领域的各个方面，是国际航空法的基础和宪章性文件。

二、目前已有 190 多个国家批准或加入了该公约，它制定的法律原则和规则已具有普遍国际法效力。

三、芝加哥公约根据主权原则在规定一系列国家权利的同时，也规定了一系列相应的国家义务，以实现对各国家权利的制约，并在此基础上力求统一国际规则，方便国际航行。如，遵守国际统一标准、无差别对待原则、便利空中航行的措施、简化手续和便利措施等。

#### 【思考题】

《国际民用航空公约》的缔结时间和历史地位是什么？

~~~~~

1.1.3.国际民航组织（ICAO）及技术规范

1.1.3.1.ICAO 简介

【知识掌握程度】

掌握 ICAO 的性质与宗旨；

了解 IATA 的性质和地位。

【知识点】

一、根据 1919 年巴黎公约，成立了国际空中航行委员会(ICAN)，它是今天国际民航组织(ICAO)的前身；国际民用航空组织于 1947 年 4 月 4 日芝加哥公约生效时才宣告正式成立。

二、ICAO 旨在发展国际航行的原则和技术，并促进国际航空运输的规划和发展；现有缔约国 190 多个，现有理事国 36 个；总部所在地位于加拿大蒙特利（Montreal）。

三、ICAO 是国际民航组织，是一个政府间的组织，联合国的子机构之一，具有官方的地位；IATA 是国际民航运输协会，是以公司身份加入的行业组织，具有半官方的地位。

【思考题】

ICAO 和 IATA 哪个是民间组织？

.....

1.1.3.2.附件

【知识掌握程度】

掌握各 ICAO 附件的名称；

理解国际标准和建议措施的区别与联系。

【知识点】

一、ICAO 附件是当今指导各国民航发展的最主要的 ICAO 技术规范，（即“国际标准与建议措施”），通常由定义、标准、建议措施、规定、表格与数字、附录等部分组成。迄今为止，ICAO 一共在 19 个领域给出了相关国际标准和建议措施，即 19 个 ICAO 附件，包括：

附件一 人员执照的颁发

附件二 空中规则

附件三 国际空中航行的气象服务

附件四 航图

附件五 空中和地面运行中所使用的计量单位

附件六 航空器的运行

附件七 航空器国籍与登记标志

附件八 航空器的适航性

附件九 简化手续

- 附件十 航空电信（卷 1 与卷 2）
- 附件十一 空中交通服务
- 附件十二 搜寻与救援
- 附件十三 航空器失事调查
- 附件十四 机场
- 附件十五 航行情报服务
- 附件十六 环境保护（卷 1 和卷 2）
- 附件十七 安全保卫——国际民用航空防止非法干扰行为的安全保卫
- 附件十八 危险货物的安全空运
- 附件十九 安全管理

二、国际标准被认为是对国际飞行安全或正常所必需的，缔约国根据公约要符合它们，带有一定强制性。在不能符合时，必须根据公约第 38 条的规定通知理事会，也即通报差异。建议措施被认为是对国际飞行安全、正常或效率是有好处的，缔约国按照公约将力求符合但不强制遵照执行。

【思考题】

附件中的国际标准和建议措施是否具备一样的法律效力？

.....

1.1.3.3.航行服务程序

【知识掌握程度】

- 理解航行服务程序和附件的区别与联系；
- 了解常用航行服务程序的编号与名称。

【知识点】

一、除附件外，国际民航组织还发布诸如“航行服务程序、手册、指南”等更详细更具操作的技术文件。这些文件虽然不具备法律效力，不必强制执行，但它们的技术权威性使得各国民航当局纷纷效仿。例如：

- DOC 4444—空中规则和空中交通服务—补充附件 2 和附件 11
- DOC 8168—航空器运行—补充附件 6
- DOC 8126—航行情报服务手册—补充附件 15

二、当航行服务程序中的部分内容成熟到被大多数缔约国承认，ICAO 专家认为其一致应用是对国际飞行安全或正常所必需的，按一定的法律程序，其部分或全部内容将被上升至法律等级而列入 ICAO 附件。

【思考题】

航行服务程序 DOC 4444 是否与 ICAO 公约和附件具备同等法律效力？

~~~~~





一、型号合格证，对应于设计环节，包括航空器、发动机、螺旋桨、机上设备等，从国外首次进口的航空器的型号认可证书也属于此类；

二、生产许可证，对应于制造环节，也包括航空器、发动机、螺旋桨、机上设备等；

三、适航证，对应于使用环节，指航空器整机，是民航应用的最关键的证书。比较特殊的是，也包括了对于租赁外国航空器的承认或另发适航证，以及出口到国外的出口适航证书；

四、维修许可证，对应于维修环节，包括航空器、发动机、螺旋桨、机上设备等；

五、国籍登记证，表明法律地位和身份。

**【思考题】**

有关适航证件包括哪些？

.....

**1.2.3.3.飞行必备文件**

**【知识掌握程度】**

掌握民用航空器的飞行必备文件；

掌握因飞行必备文件被禁止起飞的条件。

**【知识点】**

一、从事飞行的民用航空器，应当携带下列文件：

- 1、民用航空器国籍登记证书；
- 2、民用航空器适航证书；
- 3、机组人员相应的执照；
- 4、民用航空器航行记录簿；
- 5、装有无线电设备的民用航空器，其无线电台执照；
- 6、载有旅客的民用航空器，其所载旅客姓名及其出发地点和目的地点的清单；
- 7、载有货物的民用航空器，其所载货物的舱单和明细的申报单；
- 8、根据飞行任务应当携带的其他文件。

二、民用航空器未按规定携带前款所列文件的，国务院民用航空主管部门或者其授权的地区民用航空管理机构可以禁止该民用航空器起飞。

**【思考题】**

飞行必备文件包括哪些？

**【法规出处】**

民航法：第九十条

~~~~~


1.2.4.航空人员的管理

1.2.4.1.机组的组织管理

【知识掌握程度】

掌握机组、机组的组成和管理。

【知识点】

一、机组可以简记为：机组=机长+其他所有空勤人员，机组由机长领导。

二、机组的组成和人员数额，应当符合国务院民用航空主管部门的规定（适航证、飞行手册、有关文件规定）。随机工作人员和实习人员，应在飞行任务书中注明。

三、机长应当由具有独立驾驶该型号民用航空器的技术和经验的驾驶员担任。如果机组中有两名以上驾驶员，必须指定一名为机长。

四、在执行飞行期间，机长负责领导机组的一切活动，对航空器和航空器所载人员及财产的安全、航班正常、服务质量和完成任务负责。机组全体成员必须服从机长命令，听从机长指挥。

五、飞行中，机长因故不能履行职务的，由仅次于机长职务的驾驶员代理机长；在下一个经停地起飞前，民用航空器所有人或者承租人应当指派新机长接任。

【思考题】

机组全体成员在执行飞行期间由谁来领导负责？

【法规出处】

民航法：第四十三条，第四十四条，第五十一条

.....

1.2.4.2.机长的权利和义务

【知识掌握程度】

掌握机长的权利与义务。

【知识点】

一、飞行前，机长应当对民用航空器实施必要的检查，未经检查，不得起飞；机长发现民用航空器、机场、气象条件等不符合规定或低于最低标准，不能保证飞行安全的，或者缺乏信心，有权拒绝起飞。

二、遇到复杂气象或特殊情况时，为保证航空器和旅客安全，机长有权对航空器处置作出最后决定。

三、机长发现机组人员不适宜执行飞行任务的，为保证飞行安全，有权提出调整。

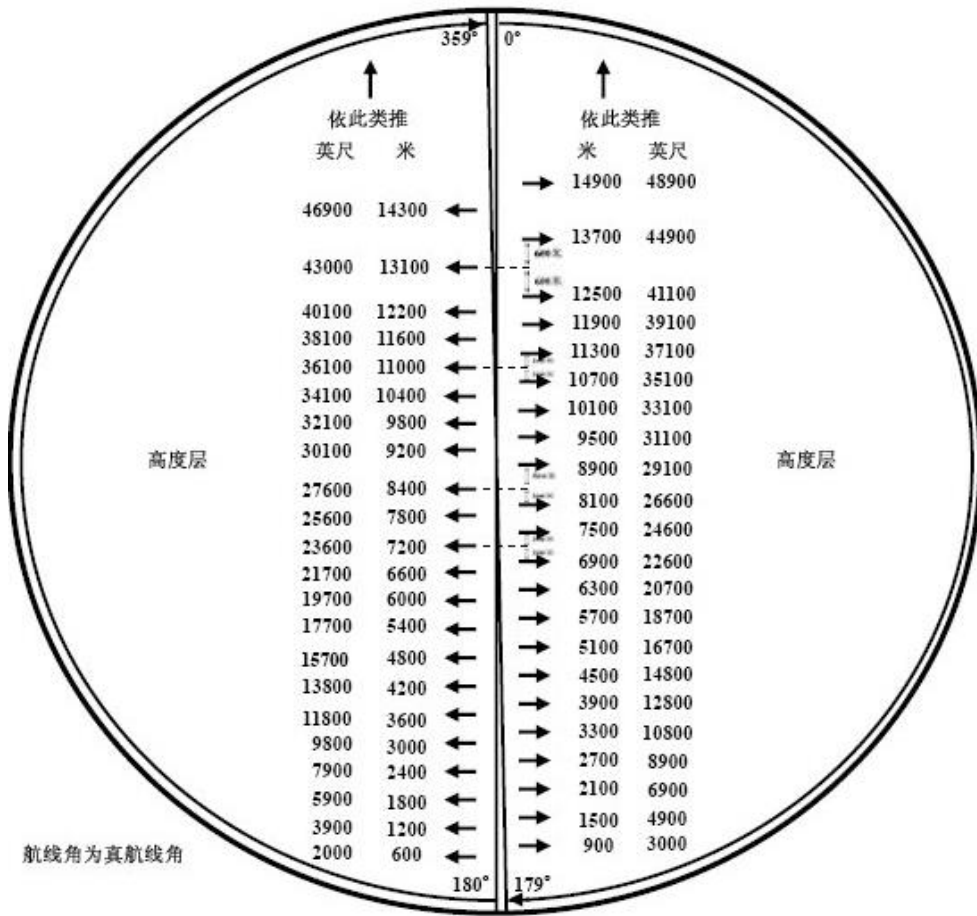
四、机长具有空中治安权：飞行中，对于任何破坏民用航空器、扰乱民用航空器内秩序、危害民用航空器所载人员或者财产安全以及其他危及飞行安全的行为，在保证安全的前提下，机长有权采

二、飞行高度层按照以下标准划分：

1、真航线角在 0 度至 179 度范围内，高度由 900 米至 8100 米，每隔 600 米为一个高度层；高度由 8900 米至 12500 米，每隔 600 米为一个高度层；高度在 12500 米以上，每隔 1200 米为一个高度层。

2、真航线角在 180 度至 359 度范围内，高度由 600 米至 8400 米，每隔 600 米为一个高度层；高度由 9200 米至 12200 米，每隔 600 米为一个高度层；高度在 13100 米以上，每隔 1200 米为一个高度层。

3、飞行高度层应当根据标准大气压条件下假定海平面计算。



【思考题】

一架飞机转场从 A 点飞到 B 点，航线角 135 度，按照高度层配备原则，它能够使用 6300 飞行高度吗？

【法规出处】

飞行基本规则：第八十条

CCAR-91 部：第 91.355 条 目视飞行规则的巡航高度和飞行高度层

第 91.369 条 仪表飞行规则的巡航高度和飞行高度层

~~~~~





## 1.4.民用航空器驾驶员合格审定规则（CCAR-61 部）

### 1.4.1.相关定义

#### 1.4.1.1.与飞行人员有关的各种时间的定义

##### 【知识掌握程度】

掌握训练时间、飞行时间、仪表飞行时间、飞行经历时间、单飞时间和转场时间的定义。

##### 【知识点】

一、训练时间，是指受训人在飞行中、地面上、飞行模拟机或飞行训练器上从授权教员处接受训练的时间。

二、飞行时间，是指航空器为准备起飞而借助自身动力开始移动时起，到飞行结束停止移动时止的总时间。

三、仪表飞行时间，是指驾驶员仅参照仪表而不借助外部参照点驾驶航空器的时间。

四、飞行经历时间，是指为符合航空人员执照、等级、定期检查或近期飞行经历要求中的训练和飞行时间要求，在航空器、飞行模拟机或飞行训练器上所获得的在座飞行时间，这些时间应当是作为飞行机组必需成员的时间，或在航空器、飞行模拟机或飞行训练器上从授权教员处接受训练或作为授权教员在驾驶员座位上提供教学的时间。

五、转场时间，是指在满足下列条件的飞行中所取得的飞行时间：

- 1、在航空器中实施；
- 2、含有一个非出发地点的着陆点；
- 3、使用了地标领航、推测领航、电子导航设备、无线电设备或其他导航系统航行至着陆地点。

六、单飞时间，是指学生驾驶员作为航空器唯一成员的飞行时间。

##### 【思考题】

什么是飞行人员的飞行时间？

##### 【法规出处】

民航法：第二节 飞行管理

CCAR-61 部：第 61.7 条 定义

.....

#### 1.4.1.2.其他定义

##### 【知识掌握程度】

了解机长、副驾驶、授权教员和考试员的定义；

理解理论考试、实践考试、飞行机组成员、等级和商业航空运输运行的定义；

理解威胁、威胁管理、人的行为、差错和差错管理的定义。

**【知识点】**

一、机长，飞行时间内负责航空器的运行和安全的驾驶员。

二、副驾驶，是指在飞行时间内除机长以外的、在驾驶岗位执勤的持有执照的驾驶员，但不包括在航空器上接受飞行训练的驾驶员。

三、授权教员，是指持有按 CCAR-61 部颁发的具有教员等级的驾驶员执照，并依据其教员等级上规定的权利和限制执行地面教学或者飞行教学的人员。

四、考试员，是指由局方授权实施 CCAR-61 部要求的航空人员执照或者等级的定期检查、熟练检查、教员更新检查、实践考试或者理论考试的人员。考试员应当是局方的监察员或者是按照中国民用航空规章《民用航空飞行标准委任代表和委任单位代表规定》委任的驾驶考试员或者经局方批准的检查人员。

五、理论考试，是指航空理论方面的考试，该考试是颁发航空人员执照或者等级所要求的，可以通过笔试或者计算机考试来实施。

六、实践考试，是指为取得航空人员执照或者等级进行的操作方面的考试，该考试通过申请人在飞行中、飞行模拟机中或者飞行训练器中回答问题并演示操作动作的方式进行。

七、飞行机组成员，是指在飞行值勤期内对航空器运行负有必不可少的职责并持有执照的机组成员。

八、商业航空运输运行，是指航空器为取酬或收费而从事旅客、货物或邮件运输的运行。

九、等级，是指填在执照上或与执照有关并成为执照一部分的授权，说明关于此种执照的特殊条件、权利或限制。

十、威胁，是指超出飞行机组影响能力之外发生的事件或差错，它增加了运行复杂性并且应当加以管理以保障安全余度。

十一、威胁管理，是指查出威胁并且采取对策予以回应，从而减轻或消除威胁的后果，降低出现差错的概率或航空器非理想状态的过程。

十二、人的行为，是指影响航空运行的安全和效率的人的能力与局限性。

十三、差错，是指飞行机组的一项行动或不行动，导致偏离组织或飞行机组的意图或期待。

十四、差错管理，是指查出差错并且采取对策予以回应，从而减轻或消除差错的后果，降低再次出现差错的概率或航空器非理想状态的过程。

十五、商业航空运输运行，是指航空器为取酬或收费而从事旅客、货物或邮件运输的运行。

十六、航空器，是指由空气的反作用而不是由空气对地面发生的反作用在大气中取得支承的任何机器。

十七、飞机，是指动力驱动的重于空气的一种航空器，其飞行升力主要由给定飞行条件下保持不变的翼面上的空气动力反作用取得。在 CCAR-61 部中，除经局方认定外，飞机类别不包括初级飞机。















(1) 持有适合该航空器的类别、级别和型别等级（如果该航空器要求级别或者型别等级）；

(2) 在授权教员的监视下，接受适用于该航空器的以取得驾驶员执照或者等级为目的的训练；

(3) 已经接受了本规则要求的适用于该航空器的类别、级别和型别等级（如果该航空器要求级别或型别等级）的训练，并且授权教员已在该驾驶员飞行经历记录本上签字，批准其单飞。

3、持有飞机类别单发陆地或多发陆地级别等级的驾驶员可以行使附带陆地等级的初级飞机执照所赋予的权利；持有飞机类别单发水上或多发水上级别等级的驾驶员可以行使附带水上等级的初级飞机执照所赋予的权利；持有飞艇类别等级的驾驶员可以行使附带小型飞艇等级的运动驾驶员执照所赋予的权利。

**【思考题】**

具有 B-737 型别等级的航线运输驾驶员执照持有人能否在 A320 飞机上进行调机飞行？

**【法规出处】**

CCAR-61 部：第 61.27 条 航空器等级限制和附加训练要求

.....

**1.4.7.2.驾驶高空运行的增压飞机所要求的附加训练要求**

**【知识掌握程度】**

了解高空增压飞机的附加训练要求。

**【知识点】**

一、驾驶高空运行的增压飞机所要求的附加训练

1、在实用升限或最大使用高度（以低者为准）高于平均海平面（MSL）7,600 米（25,000 英尺）的增压飞机上担任机组成员的驾驶员，应当完成 CCAR-61 部中规定的地面和飞行训练，并且由授权教员在其飞行经历记录本或训练记录上签字，证明其已经完成了附加训练。这些训练包括：

(1) 地面训练：包括高空空气动力学和气象学；呼吸作用；缺氧的后果、症状、原因及其他高空疾病；没有补充氧气时能保持清醒的时间；长时间使用补充氧气的后果；气体膨胀和形成气泡的原因、后果；消除气体膨胀、气泡形成和其他高空疾病的预防措施；释压的物理现象和结果；以及高空飞行其他生理学方面的知识；

(2) 飞行训练：在增压飞机上或者在能代表增压飞机的经批准的飞行模拟机或飞行训练器上进行这种训练，应当包括在 7,600 米（25,000 英尺）以上正常巡航飞行时的操作；模拟紧急释压时合适的应急程序（无需实际使飞机释压）；以及紧急下降程序；





## 1.4.9.航线运输驾驶员执照的相关细化规定

### 1.4.9.1.航线运输驾驶员执照申请人资格要求

#### 【知识掌握程度】

理解航线运输驾驶员执照申请人资格要求。

#### 【知识点】

符合下列条件的申请人，局方可以为其颁发航线运输驾驶员执照：

- (1) 年满 21 周岁；
- (2) 无犯罪记录；
- (3) 能正确读、听、说、写汉语，无影响双向无线电对话的口音和口吃。申请人因某种原因不能满足部分要求的，局方应当在其执照上签注必要的运行限制；
- (4) 具有高中或者高中以上文化程度；
- (5) 持有局方颁发的有效 I 级体检合格证；
- (6) 持有按 CCAR-61 部颁发的商用驾驶员执照和仪表等级或持有按 CCAR-61 部颁发的多人制机组驾驶员执照；
- (7) 在申请实践考试之前，满足 CCAR-61 部 I 章中适用于所申请航空器等级的飞行经历要求；
- (8) 通过了 CCAR-61 部第 61.185 条所要求航空知识的理论考试；
- (9) 通过了 CCAR-61 部第 61.187 条所要求飞行技能的实践考试；
- (10) 出现 CCAR-61 部第 61.197 条（e）款（1）情形的，不得申请按照 CCAR-61 部颁发的航线运输驾驶员执照；
- (11) 出现 CCAR-61 部第 61.197 条（e）款（2）情形的，安全飞行已满十年；
- (12) 出现 CCAR-61 部第 61.197 条（e）款（3）情形的，安全飞行已满两年；
- (13) 符合 CCAR-61 部适用于所申请航空器类别和级别等级的相应条款的要求。

#### 【思考题】

商用驾驶员执照的持有人是否具有申请航线运输驾驶员执照的资格？

#### 【法规出处】

CCAR-61 部：第 61.183 条 资格要求

.....

### 1.4.9.2.飞机飞行模拟器和飞行训练器用于训练及实践考试的要求

#### 【知识掌握程度】

了解飞机飞行模拟器和飞行训练器用于训练及实践考试的要求。

#### 【知识点】

一、飞机飞行模拟机和飞行训练器可以用于完成飞机类别、级别和型别等级的航线运输驾驶员执照的训练和实践考试，但是所用飞行模拟机和飞行训练器应当能够代表相应型别或级别的飞机，并且是在经局方批准的训练课程中使用的。

二、满足下列条件之一的申请人，可以使用 C 级或者 D 级飞行模拟机代替飞机完成除飞行前检查外的所有训练和考试：

- (1) 持有涡轮喷气飞机一个型别等级的申请人，申请增加同一级别的另一个型别等级；
- (2) 持有涡轮螺旋桨飞机一个型别等级的申请人，申请增加同一级别的另一个型别等级；
- (3) 具有至少 2,000 小时飞行经历时间，其中 500 小时是在与所申请型别等级相同级别的涡轮动力飞机上获得的；
- (4) 具有至少 500 小时飞行经历时间而且是在与所申请等级飞机同一型别的飞机上获得的；
- (5) 具有至少 1,000 小时飞行经历时间而且是在至少两个不同型别的飞机上获得的。

三、不满足 CCAR-61 部第 61.187 条 (f) (1) 要求的申请人申请增加等级时，可以使用飞行模拟机或飞行训练器进行训练和考试。但是，下列动作和程序必须在飞机上完成：

- (1) 飞行前检查；
- (2) 正常起飞；
- (3) 正常仪表着陆系统 (ILS) 进近；
- (4) 中断进近；
- (5) 正常着陆。

#### 【思考题】

能否用模拟机代替飞机实施实践考试？

#### 【法规出处】

CCAR-61 部：第 61.187 条 飞行技能要求

.....

### 1.4.9.3.飞机驾驶员飞行经历要求

#### 【知识掌握程度】

掌握申请颁发航线照的具体飞行经历要求。

#### 【知识点】

一、飞机类别和级别等级的航线运输驾驶员执照的申请人应当具有至少 1,500 小时的作为飞机驾驶员飞行经历时间，其中至少包括：

- 1、500 小时转场飞行时间；
- 2、100 小时夜间飞行时间；
- 3、75 小时实际或者模拟的仪表时间，其中至少 50 小时是在实际飞行中的仪表飞行时间；
- 4、250 小时担任机长或监视下履行机长职责的飞行时间，其中担任机长的飞行时间至少 70 小时；或 500 小时监视下履行机长职责的飞行时间。该飞行时间至少包括：

- (1) 100 小时转场飞行时间；
- (2) 25 小时夜间飞行时间。

5、上述飞行经历要求可以包括不超过 100 小时在飞机飞行模拟机或飞行训练器上的训练时间，其中飞行训练器上的训练时间最多为 25 小时，这些飞行模拟机和飞行训练器应当是在经批准的训练课程中使用的。

二、航线运输驾驶员执照申请人可以将其在飞机、直升机或者倾转旋翼机飞行手册要求配备副驾驶的航空器上担任副驾驶的飞行经历时间计入 CCAR-61 部第 61.189 条（a）所要求的 1,500 小时飞行经历时间中，局方可以在其满足 CCAR-61 部第 61.189 条（a）所有条件后为其颁发航线运输驾驶员执照。在型号合格审定为只有一名驾驶员操纵，但有规章要求配备一名副驾驶操作的航空器上担任副驾驶时，仅可将其不超过 50%的副驾驶飞行时间记入 CCAR-61 部第 61.189 条（a）所要求的 1,500 小时飞行经历时间中。

三、满足 CCAR-61 部 G 章颁发航线运输驾驶员执照的其他所有要求，但不符合 CCAR-61 部第 61.189 条（a）（4）中担任机长至少 70 小时的申请人，局方可以为其颁发航线运输驾驶员执照，但应当在其航线运输驾驶员执照上签注“持照人不满足 ICAO 机长航空经历要求”。其机长飞行经历时间达到 70 小时后，局方将取消该签注。

#### 【思考题】

申请人具有 2850 小时飞行经历是否可以申请航线运输驾驶员执照？

#### 【法规出处】

- CCAR-61 部：第 61.129 条 飞机类别驾驶员的飞行经历要求  
第 61.159 条 飞机类别驾驶员的飞行经历要求  
第 61.189 条 飞机驾驶员的飞行经历要求

.....



## 1.4.10.法律责任

### 1.4.10.1.涉及酒精或药物的违禁行为和拒绝接受检查的处罚

#### 【知识掌握程度】

- 了解对酒精和药物的禁止要求；
- 了解对酒精和药物违禁行为的处罚。

#### 【知识点】

##### 一、涉及酒精或者药物的违禁行为

1、驾驶员执照持有人在饮用任何含酒精饮料之后的 8 小时之内或处在酒精作用之下，血液中酒精含量等于或者大于 0.04%，或受到任何药物影响损及工作能力时，不得担任机组成员。

（CCAR-61 部第 61.15 条）

2、驾驶员执照持有人应当按照局方的要求接受酒精或者药物检验或提供检验结果。（CCAR-61 部第 61.17 条）

##### 二、涉及酒精或药物的违禁行为的处罚

1、对于违反 CCAR-61 部第 61.15 条规定的执照持有人，应当责令当事人立即停止担任飞行机组成员，并给予警告，或暂扣执照一至六个月的处罚；情节严重的，应当给予吊销执照的处罚；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

2、对于违反 CCAR-61 部第 61.17 条规定拒绝、阻碍接受酒精、药物检验或提供检验结果的本规则执照持有人，责令该员立即停止当日飞行运行活动，并移送公安机关进行处理。

#### 【思考题】

对于涉及酒精或药物的违禁行为的航线运输执照持有人，局方最长可暂扣其执照几个月？

#### 【法规出处】

CCAR-61 部：第 61.15 条 涉及酒精或者药物的违禁行为

第 61.17 条 接受酒精、药物检验或者提供检验结果

第 61.241 条 涉及酒精或药物的违禁行为的处罚

第 61.243 条 拒绝接受酒精、药物检验或提供检验结果的处罚

.....

### 1.4.10.2.理论考试违规行为及提供虚假材料的处罚

#### 【知识掌握程度】

了解对理论考试违规行为的处罚；  
了解对提供虚假材料的处罚。

#### 【知识点】

##### 一、理论考试中的作弊或其他禁止的行为的处罚

1、对于违反 CCAR-61 部第 61.37 条规定的执照或等级申请人，局方对申请人予以警告，申请人自该行为被发现之日起一年内不得申请按照 CCAR-61 部颁发的执照或等级以及考试。

2.对于违反 CCAR-61 部第 61.37 条规定的执照或等级持有人，局方对当事人予以警告，同时撤销相应的执照等级，责令当事人立即停止飞行运行并交回其已取得的相应执照。驾驶员执照等级被撤销之日起三年内，当事人不得申请按照 CCAR-61 部颁发的执照或等级以及考试。

##### 二、提供虚假材料的处罚

1、对于违反 CCAR-61 部第 61.63 条（a）或（b）款的执照或等级申请人，由民航地区管理局给予警告的处罚，申请人一年内不得再次申请该执照或等级；对于执照或等级持有人，由民航地区管理局给予警告的处罚，撤销其相应执照或等级，当事人三年内不得再次申请执照或等级。

2、对于违反 CCAR-61 部第 61.63 条（c）或（d）款的执照持有人，由民航地区管理局处以警告或者 500 元以上 1000 元以下罚款。

#### 【思考题】

对于在航线运输驾驶员理论考试中作弊的执照申请人，自该行为被发现之日起多长时间内，不得申请按照 CCAR-61 部颁发的执照或等级以及考试？

#### 【法规出处】

CCAR-61 部：第 61.37 条 理论考试和语言能力考试中禁止的行为

第 61.63 条 禁止提供虚假材料

第 61.245 条 理论考试中的作弊或其他禁止的行为的处罚

第 61.247 条 提供虚假材料的处罚

.....









### 1.5.3.许可的撤销及体检合格证的注销

#### 【知识掌握程度】

- 了解体检合格证被撤销的情形；
- 了解注销体检合格证的情形。

#### 【知识点】

一、民航管理部门在检查中发现有下列情形之一的，颁证机关可以撤销已作出的颁发体检合格证或者认可证书的行政许可决定：

- 1、工作人员滥用职权、玩忽职守颁发的体检合格证；
- 2、超越法定职权颁发的体检合格证；
- 3、违反法定程序颁发的体检合格证；
- 4、为不具备申请资格或者不符合 CCAR-67 部相应医学标准的申请人颁发的体检合格证；
- 5、体检合格证申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得的体检合格证或者认可证书；
- 6、依法可以撤销的其他情形。

二、体检合格证申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得的体检合格证或者认可证书的，申请人在三年内不得再次提出申请。

三、有下列情形之一的，颁证机关应当收回体检合格证，办理注销手续，并以书面形式告知体检合格证持有人（已经死亡的除外）和所在单位注销理由及依据：

- 1、体检合格证有效期届满未延续的；
- 2、体检合格证持有人死亡或者丧失行为能力的；
- 3、体检合格证被依法撤销的；
- 4、法律、法规规定的应当注销行政许可的其他情形。

#### 【思考题】

体检合格证申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得的体检合格证或者认可证书的，申请人在多长时间内不得再次提出申请？

#### 【法规出处】

CCAR-67 部：第 67.49 条 许可的撤销

第 67.51 条 体检合格证的注销

~~~~~


1.6.一般运行和飞行规则（CCAR-91 部）

1.6.1.飞行规则

1.6.1.1.飞行前准备

【知识掌握程度】

了解飞行前准备资料的要求。

【知识点】

一、在开始飞行之前，机长应当确认航空器的配载和乘载符合安全飞行要求，熟悉本次飞行的所有有关资料。

二、这些资料应当包括：

1、对于仪表飞行规则飞行或机场区域以外的飞行，起飞机场和目的地机场天气报告和预报，燃油要求，不能按预定计划完成飞行时的可用备降机场，以及可用的航行通告资料和空中交通管制部门的有关空中交通延误的通知。

2、对于所有飞行，所用机场的跑道长度以及下列有关起飞与着陆距离的资料：

（1）要求携带按照 CCAR-21 部批准或者认可的飞机或者直升机飞行手册的航空器，飞行手册中包括的起飞和着陆距离资料；

（2）对于 CCAR-91 部第 91.305 条（b）款（1）项规定以外的民用航空器，其他适用于该航空器的根据所用机场的标高、跑道坡度、航空器全重、风和温度条件可得出有关航空器性能的可靠资料。

【思考题】

在开始飞行之前，机长应当熟悉本次飞行的哪些有关资料？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.305 条 飞行前准备

.....

1.6.1.2.在值勤岗位上的飞行机组成员

【知识掌握程度】

掌握坚守岗位的要求；

掌握安全带的要求。

【知识点】

一、坚守岗位的要求

在值勤岗位上的飞行机组成员，从起飞至着陆的整个飞行过程中，每个飞行机组成员应当遵守下列要求：

1、坚守各自飞行岗位，除非为了履行与该航空器运行有关的职责或出于生理需要必须离开岗位；

2、在岗位上时应当系紧安全带。

二、安全带的要求

在值勤岗位上的飞行机组成员，从起飞至着陆的整个飞行过程中，在岗位上时应当系紧安全带。对于在中华人民共和国国籍登记的民用航空器，在起飞着陆期间，每个飞行机组成员在其岗位上必须系紧肩带。不适用于下列情况：

- 1、机组成员座椅没有安装肩带；
- 2、该机组成员在系紧肩带时无法完成其职责。

【思考题】

对于在中华人民共和国国籍登记的民用航空器，在起飞着陆期间，每个飞行机组成员在其岗位上是否必须系紧肩带？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.309 条 在值勤岗位上的飞行机组成员

.....

1.6.1.3.航空器速度

【知识掌握程度】

掌握航空器速度要求。

【知识点】

一、除经局方批准并得到空中交通管制的同意外，航空器驾驶员不得在修正海平面气压高度 3000 千米（10000 英尺）以下以大于 470 千米/小时（250 海里/小时）的指示空速运行航空器。

二、除经空中交通管制批准外，在距机场中心 7500 千米（4 海里）范围内，离地高度 750 米（2500 英尺）以下不得以大于 370 千米/小时（200 海里/小时）的指示空速运行航空器。

三、如果航空器的最小安全空速大于 CCAR-91 部第 91.323 条规定的最大速度，该航空器可以按最小安全空速运行。

【思考题】

航空器驾驶员在修正海平面气压高度 2400 米运行航空器，指示空速不得大于多少？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.323 条 航空器速度

.....

1.6.1.4.高度表拨正程序

【知识掌握程度】

掌握在规定过渡高度和过渡高度层的机场的高度表的拨正程序；

掌握在规定过渡高和过渡高度层的机场的高度表的拨正程序；

掌握在没有规定过渡高或过渡高度和过渡高度层的机场的高度表的拨正程序；

掌握高原机场的高度表的拨正程序；

掌握假定零点高度的概念。

【知识点】

一、规定过渡高度和过渡高度层的机场

航空器起飞前，应当将机场修正海平面气压（QNH）的数值对正航空器上气压高度表的固定指标；

航空器起飞后，上升到过渡高度时，应当将航空器上气压高度表的气压刻度 1013.2 百帕对正固定指标。

航空器着陆前，下降到过渡高度层时，应当将机场修正海平面气压（QNH）的数值对正航空器上气压高度表的固定指标。

二、规定过渡高和过渡高度层的机场

航空器起飞前，应当将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标；

航空器起飞后，上升到过渡高时，应当将航空器上气压高度表的气压刻度 1013.2 百帕对正固定指标；

航空器降落前，下降到过渡高度层时，应当将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标。

三、在没有规定过渡高度或过渡高和过渡高度层的机场

航空器起飞前，应当将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标；

航空器起飞后，上升到 600 米高时，应当将航空器上气压高度表的气压刻度 1013.2 百帕对正固定指标；

航空器降落前，进入机场区域边界或者根据机场空中交通管制员的指示，将机场场面气压的数值对正航空器上气压高度表的固定指标。

四、高原机场

航空器起飞前，当航空器上气压高度表的气压刻度不能调整到机场场面气压的数值时，应当将气压高度表的气压刻度 1013.2 百帕对正固定指标（此时高度表所指的高度为假定零点高度）。

航空器降落前，如果航空器上气压高度表的气压刻度不能调整到机场场面气压的数值时，应当按照着陆机场空中交通管制通知的假定零点高度（航空器接地时高度表所指示的高度）进

行着陆。

【思考题】

对于规定过渡高度和过渡高度层的机场，航空器起飞后上升到过渡高度时，如何设置气压高度表？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.327 条 高度表拨正程序

~~~~~

## 1.6.2.运行中的航空器机长的职责和权限

**【知识掌握程度】**

掌握运行中机长的职责和权限。

**【知识点】**

一、民用航空器的机长对民用航空器的运行直接负责，并具有最终决定权。

飞机上的机长在舱门关闭后必须对机上所有机组成员、旅客和货物的安全负责。机长还必须在从飞机为起飞目的准备移动时起到飞行结束最终停止移动和作为主要推进部件的发动机停车时止的时间内，对飞机的运行和安全负责，并具有最终决定权。

二、在飞行中遇有紧急情况时，

1、机长必须保证在飞行中遇有紧急情况时，指示所有机上人员采取适合当时情况的应急措施。

2、在飞行中遇到需要立即处置的紧急情况时，机长可以在保证航空器和人员安全所需要的范围内偏离 CCAR-91 部的任何规定。

三、依据 CCAR-91 部第 91.103 条（d）款做出偏离行为的机长，在局方要求时，应当向局方递交书面报告。

四、如果在危及航空器或人员安全的紧急情况下必须采取违反当地规章或程序的措施，机长必须立即通知有关地方当局。如果违章事件发生地所在国提出要求，机长必须向该国有关当局提交关于违章情况的报告；同时，机长也必须向航空器登记国提交这一报告的副本。此类报告必须尽早提交，通常应在 10 天以内。

五、机长必须负责以可用的最迅速的方法将导致人员严重受伤或死亡、航空器或财产的重大损坏的任何航空器事故通知最近的有关当局。

**【思考题】**

本次航班的旅客登机时意外受伤，机长是否应当负责？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.103 条 民用航空器机长的职责和权限

~~~~~

1.6.3.空中导航程序

1.6.3.1.雷达引导下的仪表进近程序

【知识掌握程度】

了解在未公布的航路上飞行或正在被雷达引导的仪表进近程序。

【知识点】

一、当航空器在未公布的航路上飞行或正在被雷达引导，接到空中交通管制进近许可的驾驶员除要遵守 CCAR-91 部第 91.367 条规定外，必须保持空中交通管制最后指定的高度，直至航空器到达公布的航路或进入仪表进近程序。此后，除非空中交通管制另有通知，航空器驾驶员应当按照航路内或程序中公布的高度下降。航空器一旦达到最后进近阶段或定位点，驾驶员可根据局方对该设施批准的程序完成其仪表进近，或继续接受监视或在精密进近雷达引导下进近直到着陆。

二、当航空器被雷达引导到最后进近航道或最后进近定位点，或从等待点定时进近，或程序规定“禁止程序转弯（NOPT）”时，驾驶员不得进行程序转弯，如果在这些情况下需要进行程序转弯，必须得到空中交通管制许可。

【思考题】

程序规定“禁止程序转弯（NOPT）”，能否进行程序转弯？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.365 条 按仪表飞行规则的起飞和着陆

.....

1.6.3.2.仪表飞行规则的无线电通信

【知识掌握程度】

了解仪表飞行规则的无线电通信要求。

【知识点】

按仪表飞行规则飞行的航空器驾驶员必须在指定的频率上保持守听，并且及时向空中交通管制部门报告以下事项：

- 1、通过指定报告点或空中交通管制规定的报告点的时间和高度，但是，航空器处于雷达管制下时，仅需在通过空中交通管制部门特别要求的那些报告点时报告；
- 2、遇到没有得到预报的气象条件；
- 3、与飞行安全有关的任何其他信息。

【思考题】

雷达管制时是否需要位置报告？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.375 条 仪表飞行规则的无线电通信

.....

1.6.3.3.航空器燃油加注的一般规定

【知识掌握程度】

掌握燃油加注的规定。

【知识点】

一、飞机不应在乘客登机、离机或在机上时加油，除非机长或其他有资格的人员在场并随时能以可行的最实用和快捷的方法引导乘客撤离飞机；

二、不得在乘客登机、离机和在机上时或旋翼正在旋转时为直升机加油，除非机长或有资格的人员在场，随时可以启动和组织人员以最实用和快捷的方法撤离直升机；

三、如果在乘客登机、离机或在机上时加油，则应使用飞机（直升机）的内话系统或其他适当的方法，保持监督加油的地面机组人员与机长或 CCAR-91 部第 91.391 条（a）款所要求的其他合格人员之间的双向通信。

【思考题】

飞机能否在乘客登机、离机或在机上时加油？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.391 条 航空器燃油加注的一般规定

~~~~~

**1.6.4.空中交通管制**

**1.6.4.1.空中交通管制许可和指令的遵守**

**【知识掌握程度】**

掌握应遵守空中交通管制的许可和指令。

**【知识点】**

一、当航空器驾驶员已得到空中交通管制许可时，除在紧急情况下或为了对机载防撞系统的警告做出反应外，不得偏离该许可。如果驾驶员没有听清空中交通管制许可，应当立即要求空中交通管制员予以澄清；

二、除紧急情况外，任何人不得在实施空中交通管制的区域内违反空中交通管制的指令驾驶航空器；

三、每个机长在紧急情况下或为了对机载防撞系统的警告做出反应而偏离空中管制许可或指令时，必须尽快将偏离情况和采取的行动通知空中交通管制部门；

四、被空中交通管制部门给予紧急情况优先权的机长，在局方要求时，必须在 48 小时内提交一份该次紧急情况运行的详细报告；

五、除空中交通管制另有许可外，航空器驾驶员不得按照管制员向另一架航空器驾驶员发出的许可和指令驾驶航空器。

**【思考题】**

航空器驾驶员在未得到空中交通管制许可时，能否按照机载防撞系统的警告改变飞行高度或航向？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.329 条 空中交通管制许可和指令的遵守  
.....

**1.6.4.2.在一般国内运输机场空域内的运行**

**【知识掌握程度】**

掌握在一般国内运输机场空域运行的规定。

**【知识点】**

一、除经空中交通管制同意外，在一般国内运输机场空域内运行的航空器驾驶员必须遵守 CCAR-91 部第 91.333 条及第 91.335 条的规定。

二、运行人可以根据空中交通管制批准，在一次或一组飞行中偏离 CCAR-91 部第 91.335 条规定。

三、航空器必须满足下列双向无线电通信的要求：

1、航空器在进入该机场空域前，必须与提供空中交通服务的空中交通管制建立双向无线电通信，并在该机场空域飞行过程中一直保持通信联系；

2、航空器离场过程中，必须与管制塔台建立并保持双向无线电通信联系，并按照空中交通管制的指令在该机场空域内运行。

四、在该空域内飞行，驾驶员必须与空中交通管制保持不间断的双向无线电通信联系。

1、在仪表飞行规则下，航空器的无线电失效，驾驶员必须遵守 CCAR-91 部第 91.377 条的规定；

2、在目视飞行规则下，航空器的无线电失效，如符合下列条件，驾驶员可操纵航空器着陆：

- (1) 天气条件符合或高于目视飞行规则的最低天气标准；
- (2) 能够保持目视塔台的标志指示；
- (3) 得到塔台的着陆许可。

五、在一般国内运输机场空域内时：

1、除离云距离限制并经塔台同意外，运输类或涡轮发动机的飞机在进入机场起落航线时，

不得低于机场标高以上 450 米（1500 英尺），直至为安全着陆需要下降到更低高度；

2、使用仪表着陆系统进近着陆的运输类或涡轮发动机飞机在外指点标（或飞行程序中规定的下滑道截获点）和中指点标之间，不得低于下滑道飞行；

3、使用目视进近坡度指示仪进近着陆的飞机，应当保持在下滑道或以上的高度，直至为安全着陆需要下降到更低高度。

CCAR-91 部第 91.335 条（e）款（2）项和（3）项不禁止为保持在下滑道上而进行的瞬时低于或高于下滑道的正常修正飞行。

六、离场航空器应当遵守局方批准的离场程序飞行。运输类或涡轮发动机飞机起飞后应当尽快爬升到离地 450 米（1500 英尺）高度以上。

七、在一般国内运输机场空域中运行的航空器必须按 CCAR-91 部第 91.207 条规定，安装并正确使用空中交通管制应答机和高度报告设备，且工作正常。

八、运输类或涡轮发动机飞机驾驶员必须遵守局方批准的机场跑道噪音限制程序，使用空中交通管制指定噪音限制跑道。但是，根据 CCAR-91 部第 91.103 条（a）款中机长在安全运行上具有最终决定权的规定，为保证飞机安全运行，空中交通管制可以根据机长的申请同意其使用其他跑道。

九、航空器驾驶员在开始滑行、进入滑行道和跑道、穿越滑行道和跑道以及起飞和着陆都必须得到空中交通管制相应的许可。

**【思考题】**

在一般国内运输机场空域内时，有何要求？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.335 条 在一般国内运输机场空域内的运行

第 91.103 条 民用航空器机长的职责和权限

第 91.207 条 通信、导航和监视设备

第 91.333 条 在通用机场空域内的运行

第 91.377 条 双向无线电通信失效

.....

**1.6.4.3.在一般国际运输机场空域内的运行**

**【知识掌握程度】**

掌握在一般国际运输机场空域内的运行要求。

**【知识点】**

一、除经空中交通管制同意外，在一般国际运输机场空域内运行的航空器，必须遵守 CCAR-91 部第 91.335 条和第 91.337 条的规定。

二、航空器在一般国际运输机场空域内起飞后爬升或着陆前下降时，必须按照空中交通管制的

指令进行。航空器离场加入航路、航线和脱离航路、航线飞向机场，应当按照该机场使用细则或者进离场飞行程序规定的航线和高度上升或者下降。

三、相邻机场的穿云上升航线或下降航线互有交叉，飞行发生冲突时，航空器驾驶员应当遵照空中交通管制指令飞行。

四、航空器在此类机场空域飞行时，应当按照规定的航线（航向）、高度、次序进入或脱离空域，并且保持在规定的空域和高度范围内飞行。

**【思考题】**

航空器在一般国际运输机场空域内起飞后爬升或着陆前下降时，是否可以不按照空中交通管制的指令进行？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.337 条 在一般国际运输机场空域内的运行

第 91.335 条 在一般国内运输机场空域内的运行

.....

**1.6.4.4.在特殊繁忙运输机场空域的运行**

**【知识掌握程度】**

掌握在特殊繁忙运输机场空域运行的规定。

**【知识点】**

一、除经空中交通管制同意外，在特殊繁忙运输机场空域内运行的航空器，应当遵守 CCAR-91 部第 91.335 条和以下规定。

二、在特殊繁忙运输机场空域进行训练飞行的航空器，必须遵守空中交通管制规定的方法和程序。

三、在特殊繁忙运输机场起飞、着陆和飞越的航空器机长必须至少持有私用驾驶员执照。

四、在特殊繁忙运输机场空域运行的航空器，应当至少安装一套能够对空中交通管制的询问进行编码回答和自动发送气压高度信息的空中交通管制（ATC）应答机，还应当能够对其他航空器进行对点编码回答和自动发送气压高度信息。

**【思考题】**

未装雷达应答机的飞机能否在繁忙运输机场运行？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.339 条 在特殊繁忙运输机场空域的运行

第 91.207 条 通信、导航和监视设备

第 91.335 条 在一般国内运输机场空域内的运行

.....



对应类别航空器维修人员执照的人员实施维修。实施维修的人员应当按照航空器制造厂家的建议通过必要的机型维修培训。

2、非复杂航空器可以由持有按照 CCAR-66 部颁发对应类别航空器维修人员执照的人员实施维修。实施维修的人员应当按照航空器制造厂家的建议通过必要的机型维修培训。

3、复杂航空器应当由持有按照 CCAR-66 部颁发航空器维修人员执照并具有有效对应机型签署的人员实施维修，或者由具有对应机型维修能力的按照《民用航空器维修单位合格审定规定》（以下称为 CCAR-145 部）获得批准的维修单位实施维修。

**【思考题】**

在中华人民共和国境内运行民用航空器时，谁应当对航空器的适航性状态负责？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.603 条 总则

~~~~~

1.7.民用航空机场运行最低标准制定与实施准则

1.7.1.非目视导航设施的降级和故障对着陆最低标准的影响

【知识掌握程度】

理解非目视导航设施的降级和故障对着陆最低标准的影响。

【知识点】

导航设施或气象观测设备故障或降级对着陆最低标准的影响

设备故障或降级	对着陆最低标准的影响					
	Ⅲ类 B	Ⅲ类 A	Ⅱ类	I类	APV	NPA
ILS 备用发射机	不允许			无影响		
外指点标	无影响 (如果由公布的等效位置代替)				不适用	
中指点标					无影响, 除非该点用作复飞点	
接地区 RVR	不允许			可临时由中间点 RVR 代替, 或使用 VIS 标准		
中间点 RVR	不允许			无影响		
停止端 RVR	不允许			无影响		

【思考题】

如果仪表着陆系统 (ILS) 地面下滑台不工作, 飞行员将如何操纵飞机?

如果仪表着陆系统 (ILS) 地面航向台 (LOC) 不工作, 飞行员将如何操纵飞机?

【法规出处】

AC-97-FS-01: 12.机场设备故障或降级对运行标准的影响

~~~~~

## 1.7.2.灯光发生临时故障对着陆最低标准的影响

### 【知识掌握程度】

理解机场灯光发生故障对着陆最低标准的影响。

### 【知识点】

灯光系统故障或降级对着陆最低标准的影响

| 灯光系统故障或降级          | 对着陆最低标准的影响                 |      |                      |                                                  |     |     |
|--------------------|----------------------------|------|----------------------|--------------------------------------------------|-----|-----|
|                    | Ⅲ类 B                       | Ⅲ类 A | Ⅱ类                   | I类                                               | APV | NPA |
| 进近灯                | 不允许 DH 大于 15 米 (50 英尺) 的运行 |      | 不允许                  | 执行无灯光的最低标准                                       |     |     |
| 最靠近跑道的 210 米之外的进近灯 | 无影响                        |      | 不允许                  | 执行无灯光的最低标准                                       |     |     |
| 最靠近跑道的 420 米之外的进近灯 | 无影响                        |      |                      | 执行中等灯光设施的最低标准                                    |     |     |
| 进近灯备用电源            | 不允许                        |      | 无影响                  |                                                  |     |     |
| 全部跑道灯光系统           | 不允许                        |      | 执行昼间无灯光的最低标准；不允许夜间运行 |                                                  |     |     |
| 跑道边灯               | 仅昼间运行，不允许夜间运行              |      |                      |                                                  |     |     |
| 跑道中线灯              | 不允许                        |      |                      | 使用 HUD、自动驾驶仪或飞行指引仪，无影响；其他情况下，RVR/VIS 不得小于 800 米。 |     | 无影响 |
| 接地带灯               |                            |      |                      |                                                  |     |     |
| 跑道灯光备用电源           | 不允许                        |      | 无影响                  |                                                  |     |     |
| 滑行灯系统              | 不允许                        |      | 无影响，除非因滑行速度降低而导致延误   |                                                  |     |     |

### 【思考题】

如果整个跑道灯系统不工作，将按何标准运行航空器？

### 【法规出处】

AC-97-FS-01：12.机场设备故障或降级对运行标准的影响

~~~~~


1.8.大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则（CCAR-121 部）

1.8.1.涡轮发动机飞机用于生命保障的补充供氧要求

1.8.1.1.涡轮发动机飞机用于生命保障的飞机补充供氧要求

【知识掌握程度】

了解飞机上配备生命保障氧气的要求。

【知识点】

在运行涡轮发动机驱动的飞机时，每个合格证持有人应当根据 CCAR-121 部第 121.329 条的规定，在飞机上配备生命保障氧气和分配设备以供使用：

1、所提供的氧气量应当至少是为遵守 CCAR-121 部第 121.329 条（b）款和（c）款所必需的量；

2、某一特定运行符合 CCAR-121 部所需要的生命保障和急救用氧气量，应根据座舱气压高度和飞行持续时间，按照为每次飞行和每一航路所制定的运行程序确定；

3、对具有增压座舱的飞机，氧气量应根据座舱气压高度和下列假设来确定：座舱增压故障发生在供氧需求临界的飞行高度或者飞行中某点，飞机按照飞机飞行手册中规定的应急程序，在不超过其使用限制的情况下，下降到不再需要补充氧气的飞行高度；

4、发生了这种故障之后，座舱气压高度被认为与飞行高度相同，除非能证明，座舱增压设备任何可能的故障均不会导致座舱气压高度等于飞行高度。在这种情况下，应将达到的最大座舱气压高度作为审定或者确定供氧量的依据，或者它们二者的共同依据。

【思考题】

CCAR-121 部运行时，如何确定用于生命保障的补充供氧量？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.329 条 涡轮发动机飞机用于生命保障的补充供氧要求

.....

1.8.1.2.涡轮发动机飞机用于生命保障的机组成员补充供氧要求

【知识掌握程度】

掌握涡轮发动机飞机为机组成员提供氧气源的要求。

【知识点】

每个 CCAR-121 部合格证持有人应当按照下列要求为机组成员提供氧气源：

1、在座舱气压高度 3000 米（10000 英尺）以上至 3600 米（12000 英尺）（含），应当对在驾驶舱内值勤的每一飞行机组成员提供氧气，他们也应当用氧，并且如果在这些高度上超过 30 分钟，则对于 30 分钟后的那段飞行应当对其他机组成员提供氧气；

1.8.2.具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的补充供氧要求

1.8.2.1.具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的机组成员供氧要求

【知识掌握程度】

掌握具有增压座舱的涡轮发动机飞机机组成员供氧要求。

【知识点】

一、当在飞行高度 3000 米（10000 英尺）以上运行时，合格证持有人应当向在驾驶舱内值勤的每一飞行机组成员提供足以符合 CCAR-121 部第 121.329 条要求的，但供氧时间不少于 2 小时的氧气。

二、所要求的 2 小时供氧量，是飞机从其最大审定运行高度以恒定下降率用 10 分钟下降至 3000 米（10000 英尺），并随后在 3000 米（10000 英尺）高度上保持 110 分钟所必需的供氧量。

三、在确定驾驶舱内值勤的飞行机组成员所需要的供氧量时，可以包括座舱增压失效时 CCAR-121 部第 121.337 条所要求的供氧量。

【思考题】

CCAR-121 部运行时，使用具有增压座舱的涡轮发动机飞机对机组成员供氧要求有何要求？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.333 条 具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的补充氧气要求

.....

1.8.2.2.具有增压座舱的涡轮发动机飞机应急下降和急救用的飞行机组人员氧气面罩的使用要求

【知识掌握程度】

掌握飞行机组人员对氧气面罩的使用要求。

【知识点】

一、当在飞行高度 7600 米（25000 英尺）以上运行时，在驾驶舱内值勤的每一飞行机组成员均应当配备有一个氧气面罩，其设计应保证能将其迅速取下戴在脸上，适当固定并密封，在需要时能立即供氧，并且不妨碍该飞行机组成员与其他机组成员之间用飞机内话系统立即通话。当在飞行高度 7600 米（25000 英尺）以上未使用氧气面罩时，它应当保持在备用状态，且位于飞行机组人员在其值勤位置上可以立即取用的范围内；

二、当在飞行高度 7600 米（25000 英尺）以上运行时，操纵飞机的一名驾驶员应当按照下述规定，始终使用一个固定在脸上、密封并供氧的氧气面罩：

1、如果在驾驶舱值勤的每一个飞行机组成员均有一个速戴型氧气面罩，CCAR-121 部合格

一名驾驶员为机长。

四、在飞行机组必需成员中要求有飞行机械员的每次飞行中，应当有飞行机组成员在飞行机械员生病或者由于其他原因而丧失工作能力时能代替其工作，合格于应急完成相应的职能，以保证安全完成飞行。在这种情况下，飞行人员完成所代替的职能时，无需持有相应的执照。

【思考题】

CCAR-121 部运行应如何确定机组人数？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.383 条 飞行机组的组成

.....

1.8.3.2.在经停站旅客不下飞机时对机组成员的要求

【知识掌握程度】

了解在经停站旅客不下飞机时对机组成员的要求。

【知识点】

在中途过站停留时，如果乘坐该机的旅客仍停留在飞机上，CCAR-121 部合格证持有人应当遵守下列规定：

1、如果保留在飞机上的客舱乘务员数量少于 CCAR-121 部第 121.391 条（a）款要求的数量，则合格证持有人应当采取下列措施：

- （1）保证飞机发动机关车并且至少保持打开一个地板高度出口，供旅客下飞机；
- （2）保留在飞机上的客舱乘务员数量应当至少是 CCAR-121 部第 121.391 条（a）款要求数量的一半，有小数时，舍去小数，但至少为 1 人；
- （3）可以用其他人员代替要求的客舱乘务员，代替客舱乘务员的人员应当是符合 CCAR-121 部第 121.419 条应急撤离训练要求的合格人员且应当能够为旅客所识别。

2、如果在过站时该飞机上只保留 1 名客舱乘务员或者其他合格人员，则该客舱乘务员或者其他合格人员所在的位置应当符合经局方批准的该合格证持有人运行程序的规定。如果在飞机上保留 1 名以上客舱乘务员或者其他合格人员，这些客舱乘务员或者其他合格人员应当均匀分布在飞机客舱内，以便在紧急情况下最有效地帮助旅客撤离。

【思考题】

在经停站旅客不下飞机时，是否可由机务和代理人员负责旅客的安全？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.393 条 在经停站旅客不下飞机时对机组成员的要求

~~~~~

## 1.8.4.训练大纲

### 1.8.4.1.机长训练的进入条件

#### 【知识掌握程度】

掌握机长训练的进入条件。

#### 【知识点】

进入机长训练的驾驶员，应当满足 CCAR-61 部中对申请航线运输驾驶员执照所规定的资格要求和经历要求。此外，在进入组类 II 飞机的升级训练或担任机长之前，需满足下列附加条件：

1、对于最大起飞全重 136,000 千克（含）以下的飞机，应当担任机长飞行一年以上，相应机长飞行经历时间不少于 300 小时，且总驾驶员飞行经历时间不少于 2200 小时；如不具有上述机长经历，则其总驾驶员飞行经历时间不得少于 2700 小时，其中在组类 II 飞机上不少于 1000 小时，且作为操作驾驶员不少于 400 个包括起飞和着陆的航段，其中在本机型上作为操作驾驶员不少于 200 个包括起飞着陆的航段；

2、对于最大起飞全重 136,000 千克（不含）以上的飞机，应当担任组类 II 飞机机长飞行一年以上，相应机长飞行经历时间不少于 500 小时，且总驾驶员飞行经历时间不少于 4000 小时；如不具有上述组类 II 飞机机长经历，则其总驾驶员飞行经历时间不得少于 5500 小时，其中在组类 II 飞机上不少于 2500 小时，且作为操作驾驶员不少于 450 个包括起飞和着陆的航段，其中在本机型上作为操作驾驶员不少于 250 个包括起飞着陆的航段。

二、上述机长飞行经历时间是指在商业运输中担任机长飞行的经历时间。

#### 【思考题】

飞行学校 MA60 教员进入 CCAR-121 部航空公司担任机长需要满足哪些条件？

#### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.417 条 驾驶员初始、转机型和升级训练的进入条件

.....

### 1.8.4.2.副驾驶的进入条件

#### 【知识掌握程度】

掌握副驾驶的进入条件。

#### 【知识点】

一、进入副驾驶训练的驾驶员应当至少具备有关规定的资格条件，持有商用驾驶员执照的驾驶员，还应通过航线运输驾驶员执照地面理论考试，并符合下列要求：

1、拟在组类 I 飞机上担任副驾驶的驾驶员，总驾驶员时间不得少于 500 小时，或者毕业于按照 CCAR-141 部批准的课程，该课程至少有 230 小时飞行训练时间。

2、拟在最大起飞全重 136,000 千克（含）以下的组类 II 飞机上担任副驾驶的驾驶员：

（1）总驾驶员时间不得少于 800 小时，或者毕业于按照 CCAR-141 部批准的课程，该课程至少有 250 小时飞行训练时间；

（2）按局方批准的高性能训练课程进行训练，该课程应当包括理论训练、飞行训练器训练和至少 20 小时在局方认可的高性能多发飞机上的飞行训练（其中可以包括不超过 10 小时的飞行模拟机飞行训练时间）或者等效训练；

（3）在涡轮驱动、具备增压舱的多发飞机上担任机长飞行 70 小时或担任副驾驶飞行 300 小时的驾驶员在进入本款规定的副驾驶训练前可以不进行高性能多发飞机训练。

3、拟在最大起飞全重 136,000 千克（不含）以上的组类 II 飞机上担任副驾驶的驾驶员：

（1）总驾驶员时间不得少于 800 小时，或者毕业于按照 CCAR-141 部批准的课程，该课程至少有 280 小时飞行训练时间；

（2）按局方批准的高性能训练课程进行训练，该课程应当包括理论训练、飞行训练器训练和至少 50 小时在局方认可的高性能多发飞机上的飞行训练（其中可以包括不超过 25 小时的飞行模拟机飞行训练时间）或者等效训练；

（3）在涡轮驱动、具备增压舱的多发飞机上担任机长飞行 100 小时或担任副驾驶飞行 500 小时的驾驶员在进入本款规定的副驾驶训练前可以不进行高性能多发飞机训练。

**【思考题】**

哪些人可以进入 B-737 副驾驶的训练？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.417 条 驾驶员初始、转机型和升级训练的进入条件

.....

**1.8.4.3.机组成员的应急生存训练**

**【知识掌握程度】**

了解机组应急训练的要求。

**【知识点】**

一、机组必需成员应当针对所飞飞机的型别、布局及所实施的每种运行，完成 CCAR-121 部第 121.419 条规定的应急生存训练。

二、每一机组成员应当在规定的训练期限内，使用配置在其所服务的每一型别飞机上的应急设备，完成下列应急演练：

1、一次性应急演练。在初次转入该机型的训练中，每个机组成员应当完成下列一次性应急演练：包括至少一次佩戴防护式呼吸装置的演练；至少一次经批准的灭火演练；每人使用至少一种机载或者经批准的用于训练的应急撤离滑梯进行撤出飞机的应急撤离演练。

2、定期应急演练训练应当在该机型初次训练时完成，以后每 24 个日历月定期复训一次。

**【思考题】**

根据 CCAR-121 部，每多少个日历月需进行一次定期应急演练？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.419 条 机组成员的应急生存训练

.....

**1.8.4.4.机组成员的安保训练**

**【知识掌握程度】**

了解机组成员安保训练的要求。

**【知识点】**

一、CCAR-121 部合格证持有人应当制定供机组成员使用的机组成员训练大纲，并经局方批准后按照该大纲实施训练。

二、机组成员的安保训练大纲应当根据国家以及民航保卫部门不同时期的具体要求、国内外形势变化以及运行区域和特点等情况及时进行更新和修订。

三、机组成员的安保训练大纲至少包括以下内容：

- 1、事件严重性的确定；
- 2、机组成员之间的信息传递和协调；
- 3、恰当的自我防卫；
- 4、经批准供机组成员使用的非致命性保护器具的使用方法；
- 5、了解恐怖分子的行为，以使机组成员有能力应对劫机者的行为和乘客的反应；
- 6、针对不同威胁情况的真实场景演练；
- 7、用于保护飞机的驾驶舱程序；
- 8、飞机的搜查程序和最低风险爆炸区的指南。

**【思考题】**

根据 CCAR-121 部，机组成员的安保训练包括哪些内容？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.422 条 机组成员的安保训练

.....



### 1.8.4.5.驾驶员的执照要求

#### 【知识掌握程度】

了解 CCAR-121 部运行对驾驶员执照的要求。

#### 【知识点】

一、只有持有航线运输驾驶员执照和该飞机相应型别等级的驾驶员，方可以在按照 CCAR-121 部运行的飞机上担任机长，或者在需要三名(含)以上驾驶员的运行中由符合 CCAR-121 部第 121.451 条 (a) 款规定条件的驾驶员作为巡航机长。

二、只有至少持有商用驾驶员执照和飞机类别、多发等级、仪表等级或者持有多人制机组成员执照的驾驶员，方可以在按照 CCAR-121 部运行的飞机上担任副驾驶。

三、CCAR-121 部第 121.451 条 (a) 款规定

在配备三名(含)以上驾驶员的运行中，如需配备一名在巡航阶段替代机长工作的巡航机长，该驾驶员除无需满足 CCAR-121 部第 121.457 条规定的运行经历外，应当完全合格于在该次运行中担任机长。

#### 【思考题】

持有单发商照的驾驶员能否在 CCAR-121 部运行中担任副驾驶？

#### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.451 条 概则

第 121.453 条 驾驶员的执照要求

.....

### 1.8.4.6.机组成员必需的训练

#### 【知识掌握程度】

了解担任机组必需成员前应完成的训练项目。

#### 【知识点】

一、只有按照经批准的训练大纲，圆满完成了相应型别飞机和相应机组成员位置的下列训练，方可以担任该型别飞机的机组必需成员：

1、新雇员训练。对于新雇员，应当圆满完成新雇员训练提纲中的地面基础教育内容，并根据不同新雇员的原有经历和拟担任的职位，完成本款第 2 到 7 项中相应的训练内容；

2、初始训练。对于未在相同组类其他飞机的相同职位上经审定合格并服务过的机组成员，应当圆满完成初始训练；

3、转机型训练。对于已在相同组类其他型别飞机的相同职务上经审定合格并服务过的机组成员，在转入该机型的同一职位之前，应当圆满完成转机型训练；

4、升级训练。对于在某一型别飞机上合格并担任副驾驶的机组成员，应当圆满完成升级训练，方可以担任该机型飞机的机长；

5、差异训练。对于已在某一特定型别的飞机上经审定合格并服务过的机组成员，当使用的同型别飞机与原飞机存在差异时，应当圆满完成差异训练。

6、定期复训。对于每个飞行机组成员，在前 12 个日历月之内，应当圆满完成 CCAR-121 部规定的服务于每一机型的复训的地面和飞行训练；

7、重新获得资格训练。对于因为不符合近期经历要求、未按照规定期限完成定期复训、未按照规定期限完成飞行检查或者飞行检查不合格等原因而失去资格的机组成员，应当进行相应的重新获得资格训练。

二、对于履行危险物品处理或者载运职责的人员（含地面人员）应当按照 CCAR-276 部规定进行训练并保持训练记录。

**【思考题】**

飞行员的定期复训周期是多少个月？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.455 条 必需的训练

.....

**1.8.4.7.新机型和新职位上的运行经历要求**

**【知识掌握程度】**

了解飞行员在新机型和新职位上的运行经历要求。

**【知识点】**

一、在飞机上担任机组必需成员的人员，应当在该型别飞机和在该机组成员位置上，圆满完成 CCAR-121 部第 121.457 条要求的巩固知识与技术所需的飞行经验、飞行次数和航线飞行经历时间，取得规定的运行经历。

二、对于新机型、新职位的驾驶员，为巩固其知识与技术，CCAR-121 部合格证持有人应当采取下列措施，保证其飞行连续性：

1、在完成新机型或者新职位上的训练之后的 120 天之内，应当安排航线飞行至少 100 小时；

2、如果驾驶员在完成必需的 100 小时航线飞行经历时间前，到该合格证持有人运行的另一型别飞机上担任驾驶员，则该驾驶员在重新回到新机型上担任驾驶员时，应当首先在飞行模拟机或者飞机上完成经批准的复习训练；

3、对于在 120 天之内没有完成必需的 100 小时航线飞行经历时间的驾驶员，应当在飞行模拟机或者飞机上完成熟练检查并重新建立 120 天之内 100 小时的航线飞行经历。

**【思考题】**



内未能完成要求的三次起飞和着陆的人员，应当按照下述规定重新建立近期经历。

二、除了满足 CCAR-121 部所有适用的训练和检查要求之外，未满足上述要求的驾驶员应当按照下列要求重新建立近期经历：

1、在飞行检查员监视下，在所飞的该型别飞机上，或者在经批准的飞行模拟机上，至少完成三次起飞和着陆；

2、前述三次起飞和着陆应当包括至少一次模拟最临界发动机失效时的起飞、至少一次使用仪表着陆系统进近到该合格证持有人经批准的仪表着陆系统最低天气标准的着陆以及至少一次全停着陆。

三、当使用飞行模拟机完成上面两条的任何要求时，飞行机组必需成员的位置应当由具有恰当资格的人员占据，并且飞行模拟机应当严格模拟正常飞行环境，不得使用飞行模拟机重新设定位置的特性。

四、飞行检查员应当对被监视的人员作出鉴定，判断其是否熟练和是否合格于在 CCAR-121 部规定的运行中执行飞行任务，并且可以决定增加他认为作出这种鉴定所需要增加的动作。

**【思考题】**

驾驶员是否可以用私人飞机建立近期经历？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.461 条 驾驶员的近期经历要求

.....

**1.8.5.3.航线检查**

**【知识掌握程度】**

了解航线检查的要求。

**【知识点】**

一、机长应当在前 12 个日历月内，在其所飞的一个型别飞机上通过航线检查，在检查中圆满完成机长职责。

二、航线检查应当由在该航路和该型别飞机两方面都合格的飞行检查员实施，并且至少有一次检查飞行是在 CCAR-121 部合格证持有人的典型航路上进行的。

**【思考题】**

副驾驶需要多久实施一次航线检查？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.463 条 航线检查

.....

#### 1.8.5.4.熟练检查

##### 【知识掌握程度】

了解熟练检查的要求。

##### 【知识点】

一、担任飞行机组必需成员的驾驶员应当在前 6 个日历月之内在所服务的机型（别）上完成熟练检查，否则不得担任飞行机组必需成员。

二、熟练检查可以在定期复训中进行。熟练检查每隔一次可以用 CCAR-121 部第 121.409 条(b)款中规定飞行模拟机训练课程代替。按照 CCAR-61 部完成的型别等级飞行考试可以代替熟练检查。

三、熟练检查应当满足下列要求：

- 1、至少包括 CCAR-121 部附件 E 所规定的程序和动作，除非该附件中另有特殊规定；
- 2、由局方监察员、局方委任代表或者合格证持有人的飞行检查员进行。

四、对于 CCAR-121 部附件 E 中规定可以放弃的动作与程序，实施熟练检查的人员可以根据自己的判断放弃检查，但应当满足下列要求：

- 1、局方没有发布应当完成该动作或者程序的特别指令；
- 2、被检查的驾驶员，在合格证持有人的该型别飞机和飞行机组成员职位上，具有一年以上的安全运行经历。

五、如果被检查的驾驶员在任一要求的动作上失败，实施熟练检查的人员可以在熟练检查过程中，给该驾驶员增加训练。除了重复完成曾失败的动作之外，可以要求被检查的驾驶员，重复他认为对判断驾驶员熟练程度所必需的任何其他动作。如果被检查的驾驶员未通过熟练检查，合格证持有人不得在 CCAR-121 部运行中使用该人员，该人员也不得在 CCAR-121 部运行中任职，直至其令人满意地完成熟练检查为止。

##### 【思考题】

熟练检查是否可以在飞机上实施？

##### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.465 条 熟练检查

.....

### 1.8.5.5.机长的特殊区域、航路和机场合格要求

#### 【知识掌握程度】

掌握机长的特殊区域、航路和机场合格要求。

#### 【知识点】

一、局方可以根据周围地形、障碍物、复杂的进近程序或者离场程序等因素，将某些机场确定为特殊机场，要求机长具有特殊的机场资格，并可以对某些区域或者航路提出特殊类型的导航资格要求。

二、CCAR-121 部合格证持有人应当保证，在飞往或者飞离特殊机场的运行中担任机长的驾驶员，应当在前 12 个日历月之内曾作为飞行机组成员飞过该机场（包括起飞和着陆），或者曾使用经局方认可的该机场图形演示设备或者飞行模拟机进行训练并获得资格。但是，如果机场的云底高度，至少高于最低航路高度（MEA）、最低超障高度（MOCA）或者该机场仪表进近程序规定的起始进近高度最低者之上 300 米（1000 英尺），而且该机场的能见度至少为 4800 米（3 英里），则进入该机场（包括起飞或者着陆）时，可以不对机长作特殊机场资格要求。

三、在需要特殊类型导航资格的航路或者区域上两个航站之间担任机长的驾驶员，应当在前 12 个日历月之内，以局方认可的方式，用下列方法之一证明其合格于使用该导航系统：

- 1、使用该特殊类型导航系统，担任机长在某一航路或者区域上飞行；
- 2、使用该特殊类型导航系统，在航空检查人员的监视下，担任机长在某一航路或者区域上飞行；
- 3、完成 CCAR-121 部附件 I《多普勒雷达和惯性导航系统》规定的训练。

#### 【思考题】

在特殊机场运行中担任机长的飞行员应该具备何种资质？

#### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.469 条 机长的特殊区域、航路和机场合格要求  
.....

### 1.8.5.6.飞行机组成员的英语要求

#### 【知识掌握程度】

了解飞行机组成员的英语要求。

#### 【知识点】

CCAR-121 部合格证持有人应当对飞行机组成员进行专业英语训练，使其能够在飞行中使用英语进行陆空通话，阅读各种英文飞行手册、资料，使用英文填写各种飞行文件和使用英语进行交流。

- 1、自 2008 年 3 月 5 日起，除经局方批准外，未通过局方组织或认可的英语语言能力 4 级或 4 级以上等级评定而其执照上低于英语语言能力 4 级等级签注的，不得在使用英语通话的航



能作为休息时间。当置位计入飞行值勤期时，在确定 CCAR-121 部 P 章表 B 中最长飞行值勤时间时，置位不视作航段；

4、适宜的住宿场所，是指可以控制温度、降低噪音、条件良好的场所，该场所能够控制光线亮度，使机组成员可以在床位或椅子上以平躺或接近平躺姿势睡觉或休息。适宜的住宿住所只适用于地面设施，不适用于机上休息设施；

5、值勤，是指机组成员按照合格证持有人的要求执行的所有任务，包括但不限于飞行值勤、置位、备份（包括主备份和其它备份）和培训等；

6、飞行值勤期，是指机组成员接受合格证持有人安排的飞行任务后（包括飞行、调机或转场等），从为完成该次任务而到指定地点报到时刻的开始，到飞机在最后一次飞行后发动机关车且机组成员没有再次移动飞机的意向为止的时间段。一个飞行值勤期还可能包括机组成员在某一航段前或航段之间代表合格证持有人执行的其它任务，但没有必要休息期的情况（如置位、主备份、飞机或模拟机培训发生在某一航段前或航段之间，但没有安排必要的休息期）。在一个值勤期内，如机组成员能在适宜的住宿场所得到休息，则该休息时间可以不计入该飞行值勤期的值勤时间；

7、日历日，是指按照世界协调时间或当地时间划分的时间段，从当日 00:00 至 23:59 的 24 小时；

8、主备份，是指机组成员根据合格证持有人的要求，在机场或合格证持有人指定的特定地点随时等待可能的任务；

9、休息期，是指从机组成员到达适宜的住宿场所起，到为执行下一次任务离开适宜的住宿场所为止的连续时间段。在该段时间内，合格证持有人不得为机组成员安排任何工作和给予任何打扰。值勤和为完成指派的飞行任务使用交通工具往来于适宜的住宿场所和值勤地点的时间不得计入休息期；

三、CCAR-121 部 P 章中时间均为北京时间，部分地区存在较长时差的另行规定。

**【思考题】**

机组成员从飞行任务结束到返回基地期间的时间可否算入休息期？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.481 条 概则

.....

**1.8.6.2.飞行机组的飞行时间和飞行值勤期限限制**

**【知识掌握程度】**

掌握飞行机组的飞行时间限制；

掌握飞行机组的飞行值勤期限限制。



**【知识点】**

一、在一个值勤期内，CCAR-121 部合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出以下规定限制的飞行时间：

1、非扩编飞行机组执行任务时，表 A 规定的飞行时间限制；

**表 A 非扩编飞行机组运行最大飞行时间限制**

| 报到时间          | 最大飞行时间（小时） |
|---------------|------------|
| 00: 00~04: 59 | 8          |
| 05: 00~19: 59 | 9          |
| 20: 00~23: 59 | 8          |

2、配备 3 名驾驶员的扩编飞行机组执行任务时，总飞行时间 13 小时；

3、配备 4 名驾驶员的扩编飞行机组执行任务时，总飞行时间 17 小时。

二、如果在飞机起飞后发生超出 CCAR-121 部合格证持有人控制的意外情况，为将飞机安全降落在下一个目的地机场或备降机场，飞行机组成员的飞行时间可以超出 CCAR-121 部第 121.483 条（a）款所规定的最大飞行时间限制以及第 121.487（b）款规定的累积飞行时间限制。

三、CCAR-121 部合格证持有人必须在 10 天内将任何超过本条所允许的最大飞行时间限制的情况报告局方，报告应包括以下内容：

1、对于延长飞行时间限制及本次延长情况必要的说明；

2、CCAR-121 部合格证持有人为将此类延长控制在最小范围内而采取的修正措施，如适用。

四、CCAR-121 部合格证持有人应在延长飞行时间限制事发当天起 30 天内实施 CCAR-121 部第 121.483 条（c）（2）款所规定的修正措施。

五、对于非扩编机组的运行，合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出下表 B 规定限制的飞行值勤期；航段限制数不包括因备降所产生的航段。

**表 B 非扩编飞行机组运行最大飞行值勤期限制**

| 报到时间          | 根据航段数量确定的飞行机组成员最大飞行值勤期（小时） |       |       |          |
|---------------|----------------------------|-------|-------|----------|
|               | 1 至 4 个航段                  | 5 个航段 | 6 个航段 | 7 个航段或以上 |
| 00: 00~04: 59 | 12                         | 11    | 10    | 9        |
| 05: 00~11: 59 | 14                         | 13    | 12    | 11       |
| 12: 00~23: 59 | 13                         | 12    | 11    | 10       |

六、扩编飞行机组的运行

1、对于扩编机组的运行，合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出下表 C 规定限制的飞行值勤期；

表 C 扩编飞行机组运行最大飞行值勤期限制

| 报到时间          | 根据休息设施和飞行员数量确定的<br>最大飞行值勤期（小时） |            |            |            |            |            |
|---------------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|               | 1 级休息设施                        |            | 2 级休息设施    |            | 3 级休息设施    |            |
|               | 3 名<br>飞行员                     | 4 名<br>飞行员 | 3 名<br>飞行员 | 4 名<br>飞行员 | 3 名<br>飞行员 | 4 名<br>飞行员 |
| 00: 00~23: 59 | 18                             | 20         | 17         | 19         | 16         | 18         |

2、在所有飞行时间内，至少有一名机长或符合 CCAR-121 部 P 章第 121.451 条（a）款要求的巡航机长在驾驶舱内操纵飞机；

3、在着陆阶段执行操纵飞机任务的飞行机组成员，应在飞行值勤期的后半段获得至少连续 2 小时的休息时间。对于航段时间不足 2 小时的应保证执行操纵飞机任务的飞行机组成员在着陆前得到足够的休息。

七、起飞前发生意外运行情况下飞行值勤期的延长：

1、机长和合格证持有人可以将 CCAR-121 部 P 章表 B 或表 C 中允许的最大飞行值勤期延长 2 小时；

2、CCAR-121 部 P 章第 121.485 条第（c）（1）款规定的将飞行值勤期延长 30 分钟以上的情况只可在获得 CCAR-121 部第 121.495 条（b）款规定的休息期之前发生一次；

3、如果 CCAR-121 部 P 章第 121.485 条第（c）（1）规定的飞行值勤期的延长导致飞行机组成员超出 CCAR-121 部第 121.487 条（c）款所规定的累积值勤期限制，那么该飞行值勤期不得延长；

4、CCAR-121 部合格证持有人必须在 10 日内将任何超过 CCAR-121 部 P 章表 B 或表 C 所允许的最大飞行值勤期限制 30 分钟以上的情况报告局方，报告应包括以下信息：

（1）对于延长飞行值勤期限制及本次延长必要情况的说明；

（2）合格证持有人为将此类延长控制在最小范围内而采取的修正措施，如适用。

5、合格证持有人必须在延长飞行值勤期限制事发当天起 30 天内实施本条第（c）（4）所规定的修正措施。

八、起飞后发生意外运行情况下飞行值勤期的延长：

（1）机长和合格证持有人可以将 CCAR-121 部 P 章表 B 或表 C 中允许的最大飞行值勤期延长至可以将飞机安全地降落在下一个目的地机场或备降机场；

（2）CCAR-121 部 P 章第 121.485 条第（d）（1）款规定的将飞行值勤期延长 30 分钟以上的情况只可在获得 CCAR-121 部第 121.495 条（b）款规定的休息期之前发生一次；

（3）CCAR-121 部 P 章第 121.485 条（d）（1）规定的值勤期的延长可以超出本规则第 121.487 条（c）款中所规定的累积飞行值勤期限制；

（4）合格证持有人必须在 10 日内将超过 CCAR-121 部 P 章表 B 或表 C 飞行值勤期限制的情况报告局方，报告应包括对于延长飞行值勤期限制及本次延长必要情况的说明。

**【思考题】**

飞行机组配备 2 名驾驶员时，驾驶员的值勤期最长为多久？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.483 条 飞行机组的飞行时间限制

第 121.485 条 飞行机组的飞行值勤期限制

.....

**1.8.6.3.飞行机组的累积飞行时间和飞行值勤期限制**

**【知识掌握程度】**

掌握飞行机组的累积飞行时间限制；

掌握飞行机组的累积值勤时间限制。

**【知识点】**

一、本条所规定的限制包括飞行机组成员在一段时期内代表合格证持有人所执行的所有飞行时间，含按照 CCAR-121 部实施的运行和 CCAR-121 部之外的运行，如训练、调机和作业飞行等。

二、CCAR-121 部合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出以下规定限制的飞行时间：

- (1) 任一日历月，100 小时的飞行时间；
- (2) 任一日历年，900 小时的飞行时间。

三、CCAR-121 部合格证持有人不得为飞行机组成员安排、飞行机组成员也不得接受超出以下规定限制的飞行值勤期：

- (1) 任何连续 7 个日历日，60 小时的飞行值勤期；
- (2) 任一日历月，210 小时的飞行值勤期。

**【思考题】**

某飞行员第一周飞 35 小时，第二周是否可以飞 40 小时？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.487 条 飞行机组的累积飞行时间、值勤时间限制

.....

#### 1.8.6.4.机组成员休息时间的附加要求

##### 【知识掌握程度】

了解机组成员休息时间的附加要求。

##### 【知识点】

一、CCAR-121 部合格证持有人不得在机组成员规定的休息期内为其安排任何工作，该机组成员也不得接受合格证持有人的任何工作。

二、任一机组成员在实施按 CCAR-121 部运行的飞行任务或者主备份前的 144 小时内，CCAR-121 部合格证持有人应当为其安排一个至少连续 48 小时的休息期。对于飞行值勤期的终止地点所在时区与机组成员的基地所在时区之间时差少于 6 个小时的，除仅实施全货物运输飞行的合格证持有人外，如机组成员飞行值勤期和主备份已达到 4 个连续日历日，不得安排机组成员在第 5 个日历日执行任何飞行任务，但是前续航班导致的备降情况除外。本条款所述基地是指 CCAR-121 部合格证持有人确定的机组成员驻地并接受排班的地方。

三、如果飞行值勤期的终止地点所在时区与机组成员的基地所在时区之间有 6 个或者 6 个小时以上的时差，则当机组成员回到基地以后，CCAR-121 部合格证持有人必须为其安排一个至少连续 48 个小时的休息期。这一休息期应当在机组成员进入下一值勤期之前安排。

四、除非机组成员在前一个飞行值勤期结束后至下一个飞行值勤期开始前，获得了至少连续 10 个小时的休息期，任何 CCAR-121 部合格证持有人不得安排，且任何机组成员也不得接受任何飞行值勤任务。

五、当 CCAR-121 部合格证持有人为机组成员安排了其他值勤任务时，该任务时间可以计入飞行值勤期。当不计入飞行值勤期时，在飞行值勤期开始前应当为其安排至少 10 个小时的休息期。

##### 【思考题】

从洛杉矶返回广州后，需要休息多长时间才可执行下一个航班？

##### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.495 条 机组成员休息时间的附加要求

≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈≈

#### 1.8.7.飞行运作

##### 1.8.7.1.国内、国际定期载客运行的运行控制责任

##### 【知识掌握程度】

理解国内、国际定期载客运行的运行控制责任。

##### 【知识点】

一、CCAR-121 部合格证持有人应当对运行控制负责。

二、机长和飞行签派员应当对飞行的计划、延迟和签派或者放行是否遵守涉及民航管理的规章和 CCAR-121 部合格证持有人的运行规范共同负责。

三、飞行签派员应当对下列工作负责：

- 1、监控每次飞行的进展情况；
- 2、分析与发布该次飞行安全所必需的信息；
- 3、如果根据其本人或者机长的判断，认为该次飞行不能按照计划或者放行的情况安全地运行或者继续运行时，取消或者重新签派该次飞行。
- 4、当飞机追踪无法确定其位置且尝试建立联系未获成功时，通知相关的空中交通服务单位。

四、在飞行期间，机长负责控制飞机和指挥机组，并负责旅客、机组成员、货物和飞机的安全。

五、在飞行期间，机长对于飞机的运行拥有完全的控制权和管理权。这种权力没有限制，可以超越机组其他成员及他们的职责，无论机长是否持有执行其他机组成员职责所需的有效证件。

六、任何驾驶员在驾驶飞机时不得粗心大意和盲目蛮干，以免危及生命或者财产的安全。

**【思考题】**

在飞行期间，机长是否可以履行乘务长的职责？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.531 条 国内、国际定期载客运行的运行控制责任

.....

**1.8.7.2.补充运行的运行控制责任**

**【知识掌握程度】**

了解补充运行的运行控制责任。

**【知识点】**

一、CCAR-121 部合格证持有人应当对运行控制负责，并在手册中列出授权实施运行控制的人员。

二、机长和运行副总经理应当对飞行的放行、延续、改航和终止是否遵守涉及民航管理的规章和 CCAR-121 部合格证持有人的运行规范共同负责。运行副总经理可以委托他人行使飞行放行、延续、改航和终止的职能，但不能委托运行控制的责任。

三、当运行副总经理或者机长认为该次飞行不能按照计划安全地运行时，运行副总经理对取消、改航或者延迟飞行负责。运行副总经理应当负责至少在下列方面对飞行运行进行监控：

- 1、始发地机场的离开和目的地机场的到达，包括中途停留机场及备降机场；
- 2、发生在起始、目的地和中途停留机场的维修及机械延误；
- 3、已知的严重影响飞行安全的情况。
- 4、当飞机追踪无法确定其位置且尝试建立联系未获成功时，通知相关的空中交通服务单位。

四、在飞行期间，机长负责控制飞机和指挥机组，并负责旅客、机组成员、货物和飞机的安全。在飞行期间，对于飞机的运行拥有完全的控制权和管理权。这种权力没有限制，可以超越机组其他成员及他们的职责，无论机长是否持有执行其他机组成员职责的有效证件。

五、机长对飞行前的计划和飞行中的运行是否遵守涉及民航管理的规章和合格证持有人的运行规范负责。

六、任何驾驶员在驾驶飞机时不得粗心大意和盲目蛮干，以免危及生命或者财产的安全。

**【思考题】**

在包机飞行中，谁应该对运行中是否遵守规章和运行规范负责？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.532 条 补充运行的运行控制责任

.....

**1.8.7.3.飞行机组成员的值勤要求**

**【知识掌握程度】**

掌握飞行机组成员的值勤要求。

**【知识点】**

一、在飞行的关键阶段，CCAR-121 部合格证持有人不得要求飞行机组成员完成飞机安全运行所必需的工作之外的任何其他工作，飞行机组任何成员也不得承担这些工作。预定厨房供应品，确认旅客的衔接航班，对旅客进行合格证持有人的广告宣传，介绍风景名胜的广播，填写与运行无关的公司报告表、记录表等工作都不是飞机安全运行所必需的工作。

二、在飞行的关键阶段，飞行机组成员不得从事可能分散飞行机组其他成员工作精力，或者可能干扰其他成员正确完成这些工作的活动，机长也不得允许其从事此种活动。这些活动包括进餐、在驾驶舱无关紧要的交谈、在驾驶舱和客舱乘务员之间无关紧要的通话、阅读与正常飞行无关的刊物等。

三、在飞行期间，CCAR-121 部合格证持有人制定的服务程序不得影响客舱乘务员履行安全职责。

四、在飞行的关键阶段，CCAR-121 部合格证持有人不得要求客舱机组完成安全所必需的工作之外的任何其他工作，客舱机组任何成员也不得接受这些工作。

五、在本条中，飞行关键阶段是指滑行、起飞、着陆和除巡航飞行以外在 3000 米（10000 英尺）以下的飞行阶段。

**【思考题】**

什么是飞行关键阶段？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.539 条 机组成员的值勤要求

.....

#### 1.8.7.4.在操作位置上的飞行机组成员

**【知识掌握程度】**

了解在操作位置上的飞行机组成员的要求。

**【知识点】**

一、除 CCAR-121 部第 121.541 条（b）款规定外，在驾驶舱值勤的每个飞行机组必需成员，在飞行过程中应当坐在指定的值勤位置并系好安全带；在起飞和着陆过程中应当坐在指定的值勤位置并系好安全带和肩带，但对于驾驶员之外的飞行机组成员，在履行其正常职责需要时可以松开肩带。

二、在下列情形下，飞行机组必需成员可以离开指定的值勤位置：

- 1、为了完成与飞机运行有关的任务需要该机组成员离开时；
- 2、机组成员的离开与生理需要有关时；
- 3、机组成员到了轮换休息时间，并按照下述规定有人接替工作时：
  - （1）对于指定的机长，在航路巡航飞行期间，可以由符合 CCAR-121 部第 121.451 条（a）款规定条件的巡航机长接替；
  - （2）对于指定的副驾驶，可以由有资格在航路飞行期间担任副驾驶的驾驶员接替。但是，接替的驾驶员不必满足 CCAR-121 部第 121.461 条（b）款中关于近期经历的要求。

**【思考题】**

机长在飞行期间何时可以离开操作位置？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.541 条 在操作位置上的飞行机组成员

.....

#### 1.8.7.5.操纵装置的控制

**【知识掌握程度】**

理解飞行期间控制操纵装置的人员要求。

**【知识点】**

机长不得允许不符合下列规定之一的人员在飞行期间控制操纵装置，任何不符合下列规定之一的人员也不得在飞行期间控制操纵装置：

- 1、运行该飞机的 CCAR-121 部合格证持有人的合格驾驶员；
- 2、得到机长允许、有资格在该飞机上飞行的正在执行飞行运行检查任务的局方监察员或者局方委任代表；
- 3、得到机长允许、有资格在该飞机上飞行并且获得了局方和运行该飞机的 CCAR-121 部合格证持有人批准的另一 CCAR-121 部合格证持有人的驾驶员。

**【思考题】**

在 CCAR-121 部运行中，哪些人员可以在飞行期间控制操纵装置？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.543 条 操纵装置的控制

.....

**1.8.7.6.进入驾驶舱人员的限制**

**【知识掌握程度】**

理解对进入驾驶舱人员的限制。

**【知识点】**

下列人员可以进入飞机驾驶舱，但并不限制机长为了安全而要求其离开驾驶舱的应急决定权：

- 1、机组成员；
- 2、正在执行任务的局方监察员或者局方委任代表；
- 3、得到机长允许并且其进入驾驶舱对于安全运行是必需或者有益的人员；
- 4、经机长同意，并经 CCAR-121 部合格证持有人特别批准的其他人员。

**【思考题】**

在航班运行过程中，航空公司总经理能否进入驾驶舱？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.545 条 进入驾驶舱的人员的限制

.....

**1.8.7.7.飞行装具**

**【知识掌握程度】**

掌握飞行装具的要求。

**【知识点】**

一、机长应当保证在每次飞行中，飞机上带有合适的航空图表资料，其中应当包含有关导航设施和仪表进近程序的足够信息。

二、在每次飞行中，每个机组成员应当有一个处于良好工作状态的手电筒，供其随时使用。

**【思考题】**

为什么每个机组成员应当有一个处于良好工作状态的手电筒？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.549 条 飞行装具

.....



### 1.8.7.8.国内、国际定期载客运行对批准航路和限制的遵守

#### 【知识掌握程度】

理解国内、国际定期载客运行对批准航路和限制的遵守。

#### 【知识点】

驾驶员在国内、国际定期载客运行中操作飞机时应当遵守下列规定：

- 1、不得在其运行规范规定以外的航路或者航段上飞行。
- 2、应当遵守其运行规范规定的限制。

#### 【思考题】

如果嘉峪关机场不在运行规范中，机长是否可以前往该机场备降？

#### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.553 条 国内、国际定期载客运行对批准航路和限制的遵守

### 1.8.7.9.最低油量的宣布

#### 【知识掌握程度】

掌握飞行中燃油管理；  
掌握最低油量的含义。

#### 【知识点】

一、CCAR-121 部合格证持有人必须在运行手册中制定飞行中燃油检查和管理政策和程序，并经局方批准。

二、机长必须随时确保机上剩余可用燃油量，不低于飞往可以安全着陆的机场的所需油量与计划最后储备油量之和。

三、如果飞行中燃油检查的结果表明，在目的地机场着陆时的机载剩余可用燃油量可能低于备降油量与计划最后储备燃油量之和时，机长必须评估目的地机场、备降机场与航路的空中交通情况和天气趋势、导航设备开放状况等运行条件，以确保安全着陆时的机载剩余可用燃油量不低于最后储备燃油量。

四、在决定在某一特定机场着陆时，如经计算表明对飞往该机场现行许可的任何改变会导致着陆时的机载剩余可用燃油量低于计划最后储备燃油量时，机长必须通过宣布“最低油量”或“MINIMUM FUEL”向空中交通管制部门通知最低油量状态，并通知飞行签派员。

五、宣布“最低油量”是通知空中交通管制部门对现行许可的任何改变会导致使用低于签派的最后储备燃油着陆。这并非指紧急状况，仅表示如果再出现不适当耽搁很可能发生紧急状况。

六、当预计在距离最近的能安全着陆的合适机场着陆时的机载剩余可用燃油量低于计划最后储备燃油量时，机长必须通过广播“MAYDAY MAYDAY MAYDAY FUEL”宣布燃油紧急状况。

**【思考题】**

当出现最低燃油量状况时，机长应当通知谁？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.555 条 飞行中燃油管理

.....

**1.8.7.10.国内、国际定期载客运行的紧急情况**

**【知识掌握程度】**

了解国内、国际定期载客运行紧急情况的要求。

**【知识点】**

一、在需要立即决断和处置的紧急情况下，机长可以采取他认为在此种情况下为保证飞行安全应当采取的任何行动。在此种情况下，机长可以在保证安全所需要的范围内偏离规定的运行程序与方法、天气最低标准和其他规定。

二、飞行签派员在飞行期间发现需要其立即决断和处置的紧急情况时，应当将紧急情况通知机长，确实弄清机长的决断，并且应当将该决断作出记录。如果在上述情况下，该飞行签派员不能与飞行人员取得联系，则应当宣布进入应急状态，并采取他认为在此种情况下为保证飞行安全应当采取的任何行动。

三、当机长或者飞行签派员行使应急权力时，应当将飞行的进展情况及时准确地报告给相应的空中交通管制部门和签派中心。宣布应急状态的人员应当通过该合格证持有人的运行副总经理，向局方书面报告任何偏离。飞行签派员应当在应急状态发生后 10 天内提交书面报告，机长应当在返回驻地后 10 天内提交书面报告。

**【思考题】**

在需要立即决断和处置的紧急情况下，机长可以怎么做？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.556 条 国内、国际定期载客运行的紧急情况

.....

**1.8.7.11.危险天气和地面设施与导航设施不正常的报告**

**【知识掌握程度】**

了解危险天气和地面设施与导航设施不正常的报告。

**【知识点】**

一、在飞行中遇到气象条件、地面设施或者导航设施不正常时，如果机长认为这些情况对其他飞行的安全十分重要，应当尽快通知有关的地面站或者空中交通管制员、飞行签派员。

二、接到上述通知的人员，应当把情况报告给直接负责运行该设施的机构。

**【思考题】**

在飞行中遇到气象条件、地面设施或者导航设施不正常时，机长向谁报告？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.557 条 危险天气和地面设施与导航设施不正常的报告

.....

**1.8.7.12.机械故障的报告**

**【知识掌握程度】**

了解机械故障的报告方法。

**【知识点】**

机长应当确保在飞行期间发生的所有机械不正常情况，都能在该飞行时间结束时如实填入飞机飞行记录本。

每次飞行前，机长应当清楚地了解上次飞行结束时在记录本上所填的所有故障的处置情况。

**【思考题】**

飞行期间的故障由谁填写在飞机飞行记录本上？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.559 条 机械故障的报告

.....

**1.8.7.13.发动机不工作时的着陆和报告**

**【知识掌握程度】**

掌握发动机不工作时的着陆和报告。

**【知识点】**

一、对于所有飞机，在飞机发动机失效，或者为防止可能的损坏而停止发动机运转时，机长均应当按照飞行时间在距离最近的能安全着陆的合适机场着陆。

二、如果装有三台或者三台以上发动机的飞机只有一台发动机失效或者停止运转，机长在考虑到下列因素后，认为飞往另一机场与在最近的合适机场着陆同样安全时，则可以飞往所选定的另一机场：

- 1、故障的性质和继续飞行可能出现的机械上的困难；
- 2、发动机停止运转时的高度、重量和可用的燃油量；
- 3、航路上和可以着陆机场的气象条件；
- 4、空中交通的拥挤情况；

- 5、地形种类；
- 6、机长对所使用的机场的熟悉程度。

三、机长应当把飞行中发动机停车的情况尽快报告给有关的空中交通管制员和飞行签派员，并随时报告飞行进展的全部情况。

四、如果机长未在按照飞行时间距离最近的合适机场着陆，而选定另一机场着陆，那么在完成该次飞行后，机长应当向运行经理呈交书面报告一式两份，陈述其具有同等安全程度的理由。运行经理应当于驾驶员返回基地后 10 天内把签有其意见的报告副本提交给局方。

**【思考题】**

当一台发动机失效时可否继续飞往目的地机场？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.561 条 发动机不工作时的着陆和报告

.....

**1.8.7.14.仪表进近程序和仪表飞行规则着陆最低标准**

**【知识掌握程度】**

掌握仪表进近程序和仪表飞行规则着陆最低标准。

**【知识点】**

一、机长应当依据 CCAR-121 部合格证持有人运行规范中规定的仪表进近程序和仪表飞行规则着陆最低标准实施仪表进近。

二、除下述第四条规定外，飞机不得飞越最后进近定位点继续进近，或者在不使用最后进近定位点的机场，进入仪表进近程序的最后进近航段，除非由局方批准的系统为该机场发布了最新的天气报告，报告该机场的能见度等于或者高于仪表进近程序规定的能见度最低标准。

三、如果驾驶员根据上述第二条已经开始实施仪表进近程序的最后进近，并在此后收到了较新的天气报告，报告的天气条件低于最低天气标准，该驾驶员仍可以继续进近至决断高或者最低下降高。当到达决断高或者最低下降高，在进近复飞点之前的任何时间内，在进近复飞点之前的任何时间内除非符合下列条件或满足增强飞行视景系统（EFVS）的相关运行要求，不得继续进近到低于决断高或者最低下降高并着陆：

- 1、该飞机持续处在正常位置，从该位置能使用正常机动动作以正常下降率下降到计划着陆的跑道上着陆，并且以此下降率可以使飞机在计划着陆的跑道的接地区内接地；
- 2、飞行能见度不低于所用的标准仪表进近程序规定的能见度；
- 3、除 II 类和 III 类进近（在这些进近中，必需的目视参考由局方在批准时具体规定）外，驾驶员至少能清楚地看到和辨认计划着陆跑道的下列目视参考之一：

（1）进近灯光系统，如果驾驶员使用进近灯光作为参考，应当能同时清楚地看到和辨

认红色终端横排灯或者红色侧排灯，否则不得下降到接地区标高之上 30 米（100 英尺）以下；

- (2) 跑道入口；
- (3) 跑道入口标志；
- (4) 跑道入口灯；
- (5) 跑道端识别灯；
- (6) 目视进近下滑道指示灯；
- (7) 接地区或者接地区标志；
- (8) 接地区灯；
- (9) 跑道或者跑道标志；
- (10) 跑道灯。

4、当使用具有目视下降点的非精密直接进近程序时，飞机已到达该目视下降点，且在该点使用正常程序或者下降率能降落到跑道上。

四、当能见度低于所用仪表进近程序规定的最低能见度时，如果该机场同时开放了仪表着陆系统和精密进近雷达，且驾驶员同时使用了这两套设备，则可以在该机场开始实施该仪表进近程序（II 类和 III 类程序除外）的最后进近。但是只有符合下列条件时，方可以操作飞机进近到低于经批准的最低下降高，或者继续进近到低于决断高：

1、该飞机持续处在正常位置，从该位置能使用正常机动动作以正常下降率下降到计划着陆跑道上着陆，并且以此下降率可以使飞机在计划着陆跑道的接地区内接地；

2、飞行能见度不低于所用的标准仪表进近程序规定的能见度；

3、除 II 类和 III 类进近（在这些进近中，必需的目视参考由局方在批准时具体规定）外，驾驶员至少能清楚地看到和辨认计划着陆跑道的下列目视参考之一：

(1) 进近灯光系统，但是如果驾驶员使用进近灯光作为参考，除非能同时看到和辨认红色跑道端横排灯或者红色侧排灯，否则不得下降到接地区标高之上 30 米（100 英尺）以下；

- (2) 跑道入口；
- (3) 跑道入口标志；
- (4) 跑道入口灯；
- (5) 跑道端识别灯；
- (6) 目视进近下滑道指示器；
- (7) 接地区或者接地区标志；
- (8) 接地区灯；
- (9) 跑道或者跑道标志；
- (10) 跑道灯。

五、就本条而言，最后进近航段从仪表进近程序规定的最后进近定位点或者设施处开始。当一

个包含程序转弯的程序没有规定最后进近定位点时，最后进近航段在完成程序转弯的那一点开始，并且在该点上，飞机在该程序规定距之内在最后进近航迹上向机场飞行。

**【思考题】**

如果公司运行规范中规定的着陆最低标准和机场的着陆最低标准不同时，机长应该执行哪个标准？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.563 条 仪表进近程序和仪表飞行规则着陆最低标准

第 121.667 条 仪表飞行规则的起飞和着陆最低标准

.....

**1.8.7.15.便携式电子设备的禁用和限制**

**【知识掌握程度】**

了解便携式电子设备的禁用和限制。

**【知识点】**

一、除下列规定的设备外，任何人不可以使用，CCAR-121 部合格证持有人或机长也不得允许在按照 CCAR-121 部运行的飞机上使用任何便携式电子设备：

- 1、便携式录音机；
- 2、助听器；
- 3、心脏起搏器；
- 4、电动剃须刀；
- 5、合格证持有人认为使用时不会影响飞机导航和通信系统的便携式电子设备。

二、合格证持有人认为使用时不会影响飞机导航和通信系统的便携式电子设备由合格证持有人对特定便携式电子设备使用情况验证后决定。

三、在飞行期间，当机长发现存在电子干扰并怀疑该干扰来自机上乘员使用的便携式电子设备时，机长和机长授权人员应当要求其关闭这些便携式电子设备；情节严重的应当在飞机降落后移交地面公安机关依法处置，并在事后向局方报告。

**【思考题】**

在飞行期间，机组发现乘客使用便携式电子设备时应该如何处置？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.573 条 便携式电子设备的禁用和限制

.....

### 1.8.7.16.饮用含酒精饮料后的值勤限制

#### 【知识掌握程度】

理解机组成员饮用含酒精饮料后的值勤限制。

#### 【知识点】

一、下列规定适用于机组成员、飞行签派员等担任安全敏感工作的人员。

二、上述担任安全敏感工作人员如果其呼出气体中所含酒精浓度达到或者超过 0.04 克/210 升以上，或者在酒精作用状态下，不得上岗或者继续留在岗位上担任安全敏感工作。任何 CCAR-121 部合格证持有人，在明知该员呼出气体中所含酒精浓度达到或者超过 0.04 克/210 升，或者在酒精作用状态下，不得允许其担任或者继续担任安全敏感工作。

三、上述有关人员在担任安全敏感工作过程中，不得饮用含酒精饮料。任何 CCAR-121 部合格证持有人，在明知有关人员在担任安全敏感工作过程中饮用含酒精饮料时，不得允许该人员担任或者继续担任安全敏感工作。

四、上述有关人员在饮用含酒精饮料后 8 小时之内，不得上岗值勤。任何 CCAR-121 部合格证持有人在明知该人员在 8 小时之内饮用过含酒精饮料时，不得允许该人员担任或者继续担任上述工作。

#### 【思考题】

机组成员在上岗值勤前多久不得饮酒？

#### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.579 条 饮用含酒精饮料后的值勤限制

.....

### 1.8.7.17.使用自动驾驶仪的最低高度

#### 【知识掌握程度】

掌握使用自动驾驶仪的最低高度。

#### 【知识点】

一、对于航路上飞行，除下面第二条和第三条规定外，在离地高度低于飞机飞行手册中注明的巡航状态下自动驾驶仪故障时最大高度损失的 2 倍，或者低于 150 米（500 英尺）（取两者之中较高者）时，任何人不得在航路上，包括上升和下降阶段，使用自动驾驶仪。

二、对于进近，当使用仪表进近设施时，在离地高度低于飞机飞行手册中注明的进近状态自动驾驶仪故障时最大高度损失的 2 倍，或者低于批准的该进近设施最低下降高或者决断高之下 15 米（50 英尺）（取上述两者之中较高者）时，任何人不得使用自动驾驶仪。但在下述情况下应当遵守以下规定：

1、当报告的气象条件低于涉及民航管理的规章规定的基本目视飞行规则气象条件时，在离地高度低于飞机飞行手册中注明的进近状态带进近耦合器的自动驾驶仪故障时最大高度损失之上 15 米（50 英尺）时，任何人不得使用带进近耦合器的自动驾驶仪作仪表着陆系统（ILS）进近；

2、当报告的气象条件等于或者高于涉及民航管理的规章规定的基本目视飞行规则最低条件时，在离地高度低于飞机飞行手册中注明的进近状态时带进近耦合器的自动驾驶仪故障时最大高度损失，或者低于 15 米（50 英尺）（取两者中较高者）时，任何人不得使用带进近耦合器的自动驾驶仪作仪表着陆系统（ILS）进近。

三、尽管有上述第一条和第二条的规定，但在符合下列条件的情况下，局方仍可以颁发运行规范，允许使用经批准的带自动驾驶能力的飞行操纵引导系统，直至接地：

1、飞机飞行手册中注明，在带进近耦合器的自动驾驶仪故障时，该系统不会出现任何高度损失（零高度之上）；

2、局方认为，使用该系统直至接地，并不会对本条所要求的安全标准产生其他影响。

四、尽管有上述第一条的规定，但在符合下列条件的情况下，局方仍可以颁发运行规范，允许合格证持有人在起飞和初始爬升阶段低于本条款规定的高度使用经批准的带自动驾驶能力的自动驾驶仪系统：

1、飞机飞行手册中规定了经审定的最低接通高度限值；

2、在到达飞机飞行手册中规定的最低接通高度限值或者局方规定的高度（两者取高者）之前，不接通该系统；

3、局方确认使用该系统不会影响本条要求的安全标准。

**【思考题】**

机组使用自动驾驶仪的限制是什么？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.587 条 使用自动驾驶仪的最低高度

.....

**1.8.7.18.驾驶舱门的关闭与锁定**

**【知识掌握程度】**

了解驾驶舱门的关闭与锁定要求。

**【知识点】**

载运旅客飞机的机长应当保证：如果驾驶舱和客舱有门分隔的话，在飞行期间关闭并锁定该门。但下列情况除外：

1、起飞和着陆期间，如果驾驶舱门是通往必需的旅客应急出口或者地板高度出口的通道。



2、在执行任务的机组成员需要进入客舱或者驾驶舱时，或者按照 CCAR-121 部第 121.545 条规定准许进入驾驶舱的人有必要进入驾驶舱时。

**【思考题】**

调机飞行时，驾驶舱门必须关闭并锁定吗？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.605 条 驾驶舱门的关闭与锁定

.....

**1.8.7.19.国内、国际定期载客运行的签派权**

**【知识掌握程度】**

理解国内、国际定期载客运行的签派权要求。

**【知识点】**

除下述两种情况外，每次飞行应当在起飞前得到飞行签派员的明确批准方可以实施：

- 1、对于国内定期载客运行的飞机，在原签派放行单列出的中途机场地面停留不超过 1 小时。
- 2、对于国际定期载客运行的飞机，在原签派放行单列出的中途机场地面停留不超过 6 小时。

**【思考题】**

对于国际定期载客运行的飞机，在原签派放行单列出的中途机场地面停留超过多长时间，需要再次放行？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.621 条 国内、国际定期载客运行的签派权

.....

**1.8.7.20.补充运行的飞行放行权**

**【知识掌握程度】**

理解补充运行的飞行放行权规定。

**【知识点】**

一、实施补充运行应当使用飞行跟踪系统，每次飞行应当得到 CCAR-121 部合格证持有人授权实施运行控制人员的批准，方可实施。

二、在开始飞行前，机长或者由 CCAR-121 部合格证持有人授权实施运行控制的人员应当按照该次飞行所遵守的条件制定一个满足飞行的放行单。只有当由机长和授权实施运行控制人员均认为可以安全飞行时，机长方可签署飞行放行单。

三、当实施补充运行的飞机在地面停留超过 6 小时时，应当重新签署新的飞行放行单，否则不得继续飞行。

**【思考题】**

包机飞行时，中途过站停留多长时间需要重新放行？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.622 条 补充运行的飞行放行权

.....

**1.8.7.21.气象条件的熟悉**

**【知识掌握程度】**

理解熟悉气象条件的要求。

**【知识点】**

一、对于国内、国际定期载客运行，飞行签派员在签派飞机前，应当完全熟悉所飞航路、机场的气象实况报告和预报，否则不得签派或者放行该次飞行。

二、对于补充运行，机长应当完全熟悉所飞航路、机场的气象实况报告和预报，否则不得开始该次飞行。

**【思考题】**

国内定期载客运行时，机长必须熟悉所飞航路、机场的气象实况报告和预报吗？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.623 条 气象条件的熟悉

~~~~~

1.8.8.签派和飞行放行

1.8.8.1.不同飞行规则下的签派或者放行

【知识掌握程度】

理解目视飞行规则的签派或者放行；

理解仪表飞行规则的签派或者放行。

【知识点】

一、目视飞行规则的签派或者放行

按照目视飞行规则签派或者放行飞机前，应当确认可获得的天气实况报告、预报或者两者的组合，表明从签派或者放行飞机飞行时刻起至飞机抵达签派单中所列各机场的时间内，整个航路的云底高度和能见度处于或者高于适用的目视飞行规则最低标准，否则，不得签派或者放行飞机按照目视飞行规则飞行。

二、仪表飞行规则的签派或者放行

除 CCAR-121 部第 121.635 条规定外，按照仪表飞行规则签派或者放行飞机飞行前，应当确认相应的天气实况报告、预报或者两者的组合，表明在签派或者放行单中所列的每个机场的天气条件，在飞机预计到达时处于或者高于经批准的最低标准，否则，不得签派或者放行飞机按照仪表飞行规则飞行。

【思考题】

目的地机场气象预报不够标准时是否可以放行？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.631 条 目视飞行规则的签派或者放行

第 121.633 条 仪表飞行规则的签派或者放行

.....

1.8.8.2.在不安全状况中继续飞行

【知识掌握程度】

理解在不安全状况中继续飞行的规定。

【知识点】

一、当机长或者飞行签派员（仅国际和国内定期载客运行时）认为该次飞行不能安全完成时，除非该机长认为已经没有更安全的程序可以执行，机长不得允许该次飞行继续飞往所签派或者放行的机场。在这种情况下，继续飞往该机场就处于 CCAR-121 部第 121.556 条和第 121.558 条规定的紧急状态。

二、如果用于该种运行的任何仪表或者某一设备在航路上失效，机长应当遵循在 CCAR-121 部合格证持有人手册中规定的适用于该情况的经批准程序。

【思考题】

如果飞行中出现紧急情况，是否可以继续飞往目的地机场？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.645 条 在不安全状况中继续飞行

.....

1.8.8.3.仪表或者设备失效

【知识掌握程度】

理解仪表或设备失效时的签派放行。

【知识点】

一、在飞机所装的仪表或者设备失效时，只有符合下列条件，方可起飞：

- 1、该飞机具有经批准的最低设备清单；

2、局方颁发给该合格证持有人的运行规范批准其按照最低设备清单运行，飞行机组应当在飞行之前直接查阅经批准的最低设备清单上的所有信息。

3、经批准的最低设备清单应当根据局方规定的限制编写，且对某些仪表和设备处于不工作状态时该飞机的运行作出规定。

4、应当向驾驶员提供注明不工作仪表与设备的记录和最低设备清单及相关信息；

5、该飞机按照最低设备清单和运行规范中规定的所有适用条件与限制实施运行。

二、下列仪表和设备不得包含在最低设备清单中：

1、该飞机型号合格审定所依据的适航规章中明确规定或者所要求的，并且在所有运行条件下对安全运行都是必需的仪表和设备；

2、适航指令要求应当处于工作状态的那些仪表和设备，但适航指令提供了其他方法的除外；

3、CCAR-121 部要求该种运行应当具有的仪表和设备。

【思考题】

飞机着陆灯故障时能否实施航班运行？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.647 条 仪表或者设备失效

.....

1.8.8.4.在结冰条件下运行

【知识掌握程度】

理解在结冰条件下运行的规定。

【知识点】

一、当机长或者飞行签派员（仅在国内定期和国际定期运行时）认为，在航路或者机场上，预料到的或者已遇到的结冰状况会严重影响飞行安全时，任何人不得签派或者放行飞机继续在这些航路上飞行或者在这些机场着陆。

二、当有霜、雪或者冰附着在飞机机翼、操纵面、螺旋桨、发动机进气口或者其他重要表面上，或者不能符合 CCAR-121 部第 121.649 条（c）款时，任何人不得使飞机起飞。

三、在某种条件之下，当有理由认为，霜、冰、雪会附着在飞机上时，任何人不得签派或者放行飞机或者使其起飞，但该合格证持有人在其运行规范中具有经批准的地面除冰防冰大纲并且其签派或者放行、起飞都符合该大纲要求的除外。

四、CCAR-121 部合格证持有人如果没有 CCAR-121 部第 121.649 条（c）款要求的大纲，也可以按照本条继续运行，但是，在其运行规范中应当规定任何时候只要有理由认为霜、冰和雪可能会附着在飞机上，飞机就不得起飞。但经过检查确认没有霜、冰和雪附着在机翼、操纵面和其他关键表面上时除外。该检查应当在开始起飞之前 5 分钟之内进行，并且应当在飞机外部完成。

【思考题】

外部出现结冰条件时飞行员应该注意什么？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.649 条 在结冰条件下运行

.....

1.8.8.5.初始签派或者放行、重新或者更改签派或者放行

【知识掌握程度】

理解初始签派或者放行的规定；

理解重新或者更改签派或者放行的规定。

【知识点】

一、CCAR-121 部合格证持有人可以指定任一经批准用于该型飞机的正常使用机场、临时使用机场或者加油机场，作为初始签派或者放行的目的地机场。

二、在签派或者放行单中指定的备降机场的天气预报，应当表明在飞机预计到达该备降机场时，备降机场的天气条件将等于或者高于运行规范中对该机场规定的备降最低天气标准，否则，飞行签派员和机长不得允许该次飞行继续向所签派或者放行的机场飞行。但是，签派或者放行单可以在航路上予以更改，增加任何处在 CCAR-121 部第 121.657 条至第 121.663 条规定的飞机燃油范围内的备降机场。

三、飞机在航路上飞行时，任何人不得擅自更改初始签派或者放行单上指定的初始目的地机场或者备降机场。如果确有必要改变为另外的机场时，则该机场应当是经批准用于该型飞机的，并且在重新签派或者更改签派或者放行单时，应当符合 CCAR-121 部第 121.173 条和第 121.621 条至第 121.675 条的相应要求。

四、在航路上更改签派或者放行单时，通常需由飞行签派员和机长共同决定，并且应当记录更改的内容。当涉及更改空中交通服务飞行计划时，应当预先和有关的空中交通管制部门取得协调。

【思考题】

在飞行过程中是否可以更改备降机场？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.651 条 初始签派或者放行、重新或者更改签派或者放行

.....

1.8.8.6.国内、国际定期载客运行从备降机场和未列入运行规范的机场起飞

【知识掌握程度】

理解从备降机场起飞的条件；
理解从未列入运行规范的机场起飞的条件。

【知识点】

一、从备降机场起飞时，该机场的天气条件应当至少等于 CCAR-121 部合格证持有人运行规范中对于备降机场规定的最低天气标准。

二、在未列入运行规范的机场起飞时，应当符合下列条件：

- 1、该机场和有关设施适合于该飞机运行；
- 2、驾驶员能遵守飞机运行适用的限制；
- 3、飞机已根据适用于从经批准的机场实施运行的签派规则予以签派；

4、该机场的天气条件等于或者高于该机场所在国政府批准的或者规定的起飞最低天气标准，或者如该机场没有批准的或者规定的标准时，云高/能见度等于或者高于 240 米/3200 米（800 英尺/2 英里），或者 270 米/2400 米（900 英尺/1.5 英里），或者 300 米/1600 米（1000 英尺/1 英里）。

【思考题】

从未被列入运行规范的机场起飞时，起飞最低天气标准如何确定？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.655 条 国内、国际定期载客运行从备降机场和未列入运行规范的机场起飞
.....

1.8.8.7.飞行高度规则

【知识掌握程度】

理解飞行高度规则。

【知识点】

一、除了起飞、着陆需要或者在考虑到地形特征、气象服务设施的质量和数量、可用的导航设施和其他飞行条件后，局方认为为安全实施飞行需要其他高度而对任一航路或者航路的一部分规定了其他最低标准的情况以外，任何人不得在下面第二条和第三条规定的最低高度以下运行飞机。在中华人民共和国之外飞行时，本条规定的最低高度标准应当起控制作用，除非在 CCAR-121 部合格证持有人运行规范中或者由飞机飞越的国家规定了较高的最低标准。

二、按照 CCAR-121 部实施运行的任何飞机在昼间按照目视飞行规则运行时不得在距地表、山峰、丘陵或者其他障碍物 300 米（1000 英尺）的高度以下飞行。

三、按照 CCAR-121 部实施运行的任何飞机按照仪表飞行规则运行时，在距预定航道中心线两侧各 25 公里（13.5 海里）水平距离范围内，在平原地区不得在距最高障碍物 400 米（1300 英尺）的高度以下，在丘陵和山区不得在距最高障碍物 600 米（2000 英尺）的高度以下飞行。

【思考题】

按照 CCAR-121 部运行的飞机在实施 VFR 飞行时，平原地区航路上距最高障碍物不得小于多少？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.673 条 飞行高度规则

~~~~~







四、CCAR-135 部合格证持有人应当建立一个在航空器上保存上述要求的、供相关人员使用的航空器飞行记录本的程序，并且在 CCAR-135 部第 135.121 条要求的手册中包含这一程序。

**【思考题】**

按照 CCAR-135 部运行，对于在飞行时间内发现的机械不正常情况，机长应当如何记录？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.163 条 机械不正常情况信息的控制

第 135.235 条 飞行记录本

.....

### 1.9.3.2 报告潜在的危险气象和飞行条件、通信或者导航设施的不正常情况

**【知识掌握程度】**

掌握需要报告的各类不正常情况。

**【知识点】**

一、驾驶员在飞行中一旦遇到潜在的危险气象条件，或者发现某一地面通信或者导航设施不正常，如果认为严重影响飞行安全时，应当尽快通知空中交通服务部门。

二、在遇到与气象条件无关的危险飞行条件时，驾驶员应当尽快向有关航站或者相关方进行报告，包括涉及飞行安全的相关细节。

三、如果机场跑道刹车效应与公布的情况不符，驾驶员应当向空中交通服务部门及时报告。

**【思考题】**

进近过程中遭遇低空风切变，驾驶员是否应告知空中交通服务部门？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.165 条 报告潜在的危险气象条件和通信或者导航设施的不正常情况

第 135.361 条 报告潜在的危险气象和飞行条件、通信或者导航设施的不正常情况

~~~~~

1.9.4 紧急情况下有限制的继续或者中止飞行

【知识掌握程度】

了解紧急情况下有限制的继续飞行或中止飞行的要求。

【知识点】

一、在按照 CCAR-135 部实施飞行期间，如果合格证持有人或者机长了解到会影响运行安全的实际情况（包括机场和跑道情况），则应当根据情况对继续飞行加以限制或者中止飞行，直至相关的情况得到改善。

1、必需的航空信息资料，包括导航设备、机场灯光和目视助航设备、空域、空中交通服务程序、应急程序、影响飞行安全的因素、航空图表等方面的信息，或者包含相同信息的商业出版资料。这些资料应当放置在驾驶员从其驾驶座位上易于取用的地方。

2、航空器操作手册、航空器飞行手册或者等效资料。

【思考题】

CCAR-135 部合格证持有人是否应为驾驶员提供杰普逊航图？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.127 条 为运行人员提供的航空信息资料

第 135.337 条 为运行人员提供的航空信息资料



1.9.7 驾驶舱中必需配备的资料

【知识掌握程度】

- 了解驾驶舱中必需配备的资料；
- 理解提供驾驶舱检查单的要求；
- 理解提供应急检查单的要求。

【知识点】

合格证持有人应当为驾驶员提供下列资料，这些资料应当保持最新有效的状态，以恰当、适用的形式编制，并且放置在驾驶员从其驾驶座位上易于取用的地方：

1、驾驶舱检查单，检查单应当根据人的因素原则设计，并满足下列程序和检查项目要求：

- (1)开车前。
- (2)起飞前。
- (3)起飞后。
- (4)着陆前。
- (5)着陆后。
- (6)关车。

2、对于多发航空器或者带可以收放起落架的航空器，按照适用情况包含以下要求的程序的驾驶舱应急检查单：

- (1)对燃油、液压、电气和机械系统的应急操作。
- (2)仪表和操纵系统的应急操作。
- (3)发动机失效程序。
- (4)其他保证安全所需的应急程序。

3、驾驶员操作位置上一套相关的航空图表，目视飞行规则（VFR）飞行应当包含航空地图。

4、对于仪表飞行规则（IFR）运行，驾驶员操作位置上一套适用的航路、终端区以及进近图。

5、对于多发航空器，一台发动机失效时的爬升性能数据，并且当航空器被批准用于仪表飞行规则（IFR）飞行或者云上飞行时，该数据应当足以让驾驶员判断是否满足 CCAR-135 部第 135.215 条(a)款(2)项的规定。

【思考题】

按照 CCAR-135 部运行，合格证持有人应当为驾驶员在驾驶舱提供哪些资料？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.129 条 驾驶舱中必需配备的资料

第 135.331 条 检查单

第 135.215 条 航空器云上或者仪表飞行规则条件下运行的性能要求

~~~~~

## 1.9.8 驾驶员使用氧气的要求

**【知识掌握程度】**

- 掌握非增压航空器驾驶员使用氧气的要求；
- 理解小型增压航空器驾驶员使用氧气的要求；
- 理解运输类飞机驾驶员使用氧气的要求。

**【知识点】**

一、非增压航空器的驾驶员在进行下列飞行时应当持续使用氧气：

- 1、高度超过平均海平面高度 3000 米（10000 英尺）但不超过 3600 米（12000 英尺），在这些高度上飞行超过 30 分钟后的飞行时间段。
- 2、高度超过平均海平面高度 3600 米（12000 英尺）。

二、对于增压航空器：

1、增压航空器在座舱气压高度大于平均海平面高度 3000 米（10000 英尺）时，每个驾驶员应当遵守上述非增压航空器驾驶员使用氧气的要求。

2、对于小型增压航空器，在平均海平面高度 7600 米至 10600 米（25000 英尺至 35000 英尺）的高度上运行时，每个驾驶员应当配备一个快速佩戴型的氧气面罩，否则应当满足下列要求：

（1）至少一名处于操作位置的驾驶员应当佩戴氧气面罩，该面罩应当可靠地固定和密封，并且始终处于供氧状态或者可以在座舱气压高度超过平均海平面高度 3600 米（12000 英尺）时自动供氧。

（2）飞行期间，在驾驶舱值勤的每位其他驾驶员应当拥有一个与氧气源相连接的氧气

面罩，该面罩放置在驾驶员能迅速戴至面部供其可靠、密封使用的位置。

3、对于运输类飞机，在平均海平面高度 7600 米至 10600 米（25000 英尺至 35000 英尺）的高度上运行时，每个驾驶员应当配备一个快速佩戴型的氧气面罩。

4、对于运输类飞机，在 CCAR-135 部第 135.255 条(d)款和(e)款要求的供氧情况下，所有飞行机组成员在飞行中执行与飞机安全运行密切相关的职责时，应当连续使用呼吸用氧。

**【思考题】**

按照 CCAR-135 部运行，非增压航空器对驾驶员使用氧气的要求是什么？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.173 条 驾驶员使用氧气的要求

第 135.365 条 驾驶员使用氧气的要求

第 135.255 条 应急和救生设备

~~~~~

1.9.10 持照航空人员的要求及机组成员的组成

【知识掌握程度】

了解对持照航空人员的要求；

理解小型航空器机组成员的组成要求；

理解运输类飞机机组成员的组成要求。

【知识点】

一、持照航空人员的要求

CCAR-135 部合格证持有人在完成应当由持有执照的航空人员实施的工作时，所使用的航空人员应当满足下列条件：

(1)持有适合的现行有效的航空人员执照。

(2)满足涉及民航管理的规章中适用的资格要求，并能够胜任所从事的工作。

二、机组成员的组成

1、对于小型航空器，在 CCAR-135 部合格证持有人运行的航空器上所配备的飞行机组成员，应当符合航空器操作限制或者航空器飞行手册中的机组配备规定，以及 CCAR-135 部 C 章对所实施运行类型的机组配备规定。

2、对于运输类飞机：

(1) 飞行机组成员的组成和人数不得少于运行手册的规定。除飞机飞行手册或者其他与适航证有关的文件中规定的最少人数外，飞行机组还应当考虑到所用飞机的型别、运行的类型，以及飞行机组换班间隔的飞行持续时间等因素需要增加的成员。

(2) CCAR-135 部合格证持有人运行旅客座位数 19 座以上的飞机，还应当配备一名客舱乘务员。

【思考题】

按照 CCAR-135 部运行，适航审定为单个驾驶员的航空器，应如何配备机组成员？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.9 条 遵守的法律、规章和程序

第 135.63 条 飞行机组成员的组成

第 135.263 条 机组成员的组成

~~~~~

### 1.9.11 关键阶段飞行机组成员的值勤要求

**【知识掌握程度】**

掌握在飞行关键阶段对飞行机组成员的值勤要求。

**【知识点】**

一、在飞行的关键阶段，CCAR-135 部合格证持有人不得要求飞行机组成员完成航空器安全运行所必需的工作之外的任何其他工作，飞行机组任何成员也不得承担这些工作。该类工作包括但不限于：预定厨房供应品，确认乘客的衔接航班，对乘客进行合格证持有人的广告宣传、介绍风景名胜和其他与安全无关的广播，填写与运行无关的公司报告表、记录表。

二、在飞行的关键阶段，飞行机组成员不得从事可能分散飞行机组其他成员工作精力，或者可能干扰其他成员正确完成这些工作的活动，机长也不得允许其从事此种活动。该类活动包括但不限于：进餐、在驾驶舱无关紧要的交谈、阅读与正常飞行无关的刊物。

三、上述飞行关键阶段是指滑行、起飞、着陆和除巡航飞行以外在 3000 米（10000 英尺）以下的飞行阶段。

**【思考题】**

CCAR-135 部运行时，飞行关键阶段有哪些值勤要求？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.149 条 关键阶段飞行机组成员的值勤要求

第 135.341 条 关键阶段飞行机组成员的值勤要求

~~~~~


1.9.19 氧气设备要求

1.9.19.1 非增压航空器中氧气设备要求

【知识掌握程度】

了解非增压航空器中氧气设备的配备要求。

【知识点】

非增压航空器在飞行高度 3000 米（10000 英尺）以上运行时，应当按照 CCAR-135 部合格证持有人要求配备氧气设备和氧气：

1、小型非增压航空器应对驾驶舱内执勤的每一飞行机组成员按照 CCAR-135 部第 135.173 条配备足够的氧气量；非增压运输飞机对驾驶舱内执勤的每一飞行机组成员提供的氧气量不得少于 2 小时。

2、在 3000 米（10000 英尺）至 4000 米（13000 英尺）之间超过 30 分钟时，在该运行时间内向至少 10% 的乘客供氧。

3、高于 4000 米（13000 英尺）的全部运行时间向所有乘客供氧。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，非增压航空器配备氧气的要求是什么？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.55 条 应急和救生设备

第 135.255 条 应急和救生设备

第 135.173 条 驾驶员使用氧气的要求

.....

1.9.19.2 增压航空器中氧气设备要求

【知识掌握程度】

了解增压航空器中氧气设备的配备要求。

【知识点】

增压航空器应当按照 CCAR-135 部合格证持有人要求配备氧气设备和氧气：

1、对驾驶舱内执勤的每一飞行机组成员提供的氧气量不得少于 2 小时。

2、在高度高于 7600 米（25000 英尺）的高度飞行或者在高度低于 7600 米（25000 英尺）的飞行高度飞行但不能在 4 分钟内安全下降到 4000 米（13000 英尺）或者以下的飞行高度时，为客舱中的乘员提供不少于 10 分钟的氧气。

3、在 10500 米（35000 英尺）以上的高度飞行，应当为每名机组成员提供一个密封的快戴型氧气面罩，每位驾驶员都有在 5 秒钟内即能用单手从待用位置戴上面部供氧和正确固定，能

1、对于多发航空器，当其临界发动机失效时，航空器可以按照目视飞行规则 (VFR) 下降或者继续飞行。

2、对于单发航空器，当其发动机失效时，航空器可以按照目视飞行规则 (VFR) 下降。

三、除上述几种情况外，任何人不得：

1、实施单发航空器的云上载客运行。

2、在云上或者仪表飞行规则 (IFR) 条件下实施多发航空器的载客运行，除非航空器在拟飞航路的最低航路高度 (MEA) 或者 1520 米 (5000 英尺) 平均海平面高度 (取两者的较大值) 飞行时，其重量允许航空器在临界发动机不工作的情况下以至少 15 米/分钟 (50 英尺/分钟) 的速率爬升。

【思考题】

按 CCAR-135 部运行的小型航空器，在什么情况下可以实施云上载客运行？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.215 条 航空器云上或者仪表飞行规则条件下运行的性能要求

≈≈

1.9.24 目视飞行规则飞行的最低高度和能见度要求

【知识掌握程度】

理解 VFR 飞行的最低高度要求；

理解 VFR 飞行的能见度要求。

【知识点】

一、VFR 飞行的最低高度要求

除航空器起飞和着陆外，按照目视飞行规则 (VFR) 运行的航空器应当满足下列最低高度要求：

1、昼间飞行时，离地面、水面的高度不得低于 150 米 (500 英尺)，并且离障碍物的水平距离不得小于 150 米 (500 英尺)。

2、夜间飞行时，飞行高度应当高于离预定飞行航路水平距离 8 公里 (5 英里) 范围内的最高障碍物至少 300 米 (1000 英尺)。在山区，飞行高度应当高于离预定飞行航路水平距离 8 公里 (5 英里) 范围内的最高障碍物至少 600 米 (2000 英尺)。

二、VFR 飞行的能见度要求

在运输机场空域以外的空域按照目视飞行规则 (VFR) 运行飞机时，如果云底高小于 300 米 (1000 英尺)，则飞行能见度不得小于 3200 米 (2 英里)。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，实施 VFR 运行的航空器在居民区上空盘旋飞行的最低高度有何要求？

1.9.28 仪表飞行规则起飞限制及目的地机场最低天气标准

【知识掌握程度】

- 了解小型航空器仪表飞行规则起飞限制；
- 了解小型航空器仪表飞行规则目的地机场最低天气标准；
- 了解运输飞机仪表飞行规则运行的气象条件。

【知识点】

一、小型航空器仪表飞行规则起飞限制

当天气条件不低于起飞最低标准，但低于经批准的仪表飞行规则（IFR）着陆最低标准时，仅当在距起飞机场 1 小时飞行时间（在静止空气中以正常巡航速度飞行）的距离内有一备降机场，方可按照仪表飞行规则（IFR）起飞小型航空器。

二、小型航空器仪表飞行规则目的地机场最低天气标准

仅当最新的天气报告、预报或者两者的组合表明，在小型航空器到达预定着陆机场的预计时刻，天气条件达到或者高于经批准的仪表飞行规则（IFR）着陆最低标准，方可按照仪表飞行规则（IFR）起飞航空器或者进入仪表飞行规则（IFR）飞行或者云上运行。

三、运输飞机仪表飞行规则运行的气象条件

运输飞机按照仪表飞行规则（IFR）的飞行，应当符合下列要求：

- 1、在起飞机场起飞，该机场当时的气象条件应当等于或者高于合格证持有人规定的机场运行最低标准。
- 2、起飞或者飞过重新放行点，预计着陆机场或者为遵守 CCAR-135 部第 135.347 条而选定的每个备降机场的天气实况报告和预报共同表明，在预计使用时间内，气象条件应当等于或者高于合格证持有人规定的最低标准。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，如果起飞前目的地机场天气预报不能满足仪表着陆最低天气标准，机长能否正常起飞？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.183 条 仪表飞行规则起飞限制

第 135.187 条 仪表飞行规则目的地机场最低天气标准

第 135.349 条 气象条件

第 135.347 条 备降机场

~~~~~

## 1.9.30 仪表飞行规则燃油及备降机场要求

### 【知识掌握程度】

了解小型航空器运行的仪表飞行规则燃油及备降机场要求；

了解运输类飞机商业载客或者载货飞行的备降机场要求；

了解运输类飞机商业载客或者载货飞行的燃油要求。

### 【知识点】

#### 一、小型航空器运行的仪表飞行规则燃油及备降机场要求

1、除满足规章规定可以不选择备降机场的情况外，仅当在考虑到天气报告、预报或者两者的组合后，航空器上携带了能完成下列飞行的燃油，方可在仪表飞行规则（IFR）条件下运行航空器：

（1）完成到达第一个预定着陆机场的飞行。

（2）从该机场飞至备降机场。

（3）此后以正常巡航速度飞行 45 分钟。对于直升机，以正常巡航速度飞行 30 分钟。

2、如果第一个预定着陆机场具有局方公布的标准仪表进近程序，并且相应的天气报告、预报或者两者的组合表明，在预计到达时刻前后至少 1 小时的时间段内达到下列天气条件，则可以不选择备降机场：

（1）云高在盘旋进近的最低下降高度/高（MDA/MDH）之上至少增加 450 米（1500 英尺）。或者，如果该机场没有局方公布的仪表盘旋进近程序，云高为公布的最低标准之上至少 450 米（1500 英尺）或者机场标高之上至少 600 米（2000 英尺）（取两者中较高者）。

（2）在目的地机场实施仪表进近程序时，该机场预报的能见度至少为 4.8 公里（3 英里），或者至少比最低的适用能见度最低标准大 3.2 公里（2 英里）（取两者中较大者）。

#### 二、运输类飞机商业载客或者载货飞行的备降机场

##### 1、起飞备降机场

（1）如果起飞机场的气象条件低于合格证持有人规定的机场着陆最低标准，或者因其他原因不可能返回起飞机场时，应当在运行飞行计划中选择一个起飞备降机场。

（2）起飞备降机场距起飞机场的时间应当满足下列要求：

(i)对于双发飞机，按飞机飞行手册确定并使用实际起飞重量计算的一台发动机不工作的巡航速度，在国际标准大气和静风条件飞行 1 小时的时间。

(ii)对于三发或者多于三发的飞机，按飞机飞行手册确定并使用实际起飞重量计算的所有发动机都工作的巡航速度，在国际标准大气和静风条件下飞行 2 小时的时间。

(iii)对于实施延长改航时间运行（EDTO）的飞机，在没有符合(i)或者(ii)的距离标准的备降机场的情况下，起飞备降机场应当为考虑到实际起飞重量的位于合格证持有人经批准的最大改航时间的距离以内的第一个可用备降机场。

(3) 对所选定的起飞备降机场, 已获得的资料应当表明: 在预计的使用时间内, 机场的天气状况将等于或者高于合格证持有人规定的机场运行最低标准。

## 2、航路备降机场

对于双发涡轮飞机的延长改航时间运行(EDTO), 应当在运行飞行计划中, 按照 CCAR-135 部第 135.375 条和第 135.377 条的要求选择和指定航路备降机场。

## 3、目的地备降机场

(1) 按仪表飞行规则(IFR)进行的飞行, 在运行飞行计划中至少应当选择和指定一个目的地备降机场。

(2) 当目的地机场存在以下条件之一时, 应当选择两个目的地备降机场, 并在运行飞行计划中予以说明:

(i)在预计使用时间内, 气象条件将低于合格证持有人为运行规定的机场运行最低标准。

(ii)未提供气象资料。

## 三、运输类飞机商业载客或者载货飞行的燃油要求

1、飞机应当携带可以安全完成计划飞行和改航所需的足够的可用燃油。

2、飞行前对所需可用燃油的计算应当包含:

(1) 滑行燃油: 考虑到起飞机场的当地条件和辅助动力装置(APU)的燃油消耗, 起飞前预计消耗的燃油量。

(2) 航程燃油: 考虑到计划飞行的运行条件, 允许飞机从起飞机场或者从重新放行点飞到目的地机场着陆所需的燃油量。

(3) 不可预期燃油: 为补偿不可预见因素所需的燃油量。根据航程燃油方案使用的燃油消耗率计算, 占计划航程燃油或者飞行中重新放行点 5% 的所需燃油, 但在任何情况下不得低于以等待速度在目的地机场上空 450 米 (1500 英尺) 高度上在标准条件下飞行 5 分钟所需的燃油量。

(4) 目的地备降机场燃油, 包含:

(i)当需要有目的地备降机场时, 飞机所需的燃油应当能够:

(A)在目的地机场复飞;

(B)爬升到预定的巡航高度;

(C)沿预定航路飞行;

(D)下降到起始进近定位点;

(E)在目的地备降机场进近并着陆。

(ii)当需要两个目的地备降机场时, 上述计算的所需燃油量, 能够使飞机飞行到需要更多备用燃油的目的地备降机场。

(iii)当不需要有目的地备降机场时,所需油量能够使飞机在目的地机场上空 450 米 (1500 英尺) 高度上在标准大气条件下飞行 15 分钟。

(iv)当预定着陆机场是一个孤立机场时:

(A)对于活塞式发动机飞机,飞行 45 分钟的所需油量与巡航高度层上消耗的计划飞行时间的 15%所需油量之和(包括最后储备燃油)或者飞行 2 小时的所需油量,取其中较小者。

(B)对于涡轮发动机飞机,能够以正常巡航燃油消耗在目的地机场上空飞行 2 小时的所需油量(包括最后储备燃油)。

(5)最后储备燃油:使用到达目的地备降机场,或者不需要目的地备降机场时,到达目的地机场的预计重量计算得出的燃油量:

(i)对于活塞式发动机飞机,按照局方规定的速度和高度条件飞行 45 分钟所需的油量。

(ii)对于涡轮发动机飞机,以等待速度在机场上空 450 米 (1500 英尺) 高度上在标准大气条件下飞行 30 分钟所需的油量。

(6)额外燃油:所需燃油的补充,即如果根据上述计算出的所需航程燃油、不可预期燃油、目的地备降机场燃油和最后储备燃油得到的最低燃油不足以:

(i)假定在航路最困难临界点发动机发生失效或者丧失增压需要更多燃油的情况下,允许飞机在必要时下降并飞行到某一备降机场。

(A)以等待速度在该机场上空 450 米 (1500 英尺) 高度上在标准条件下飞行 15 分钟。

(B)进近并着陆。

(ii)允许进行延长改航时间运行 (EDTO) 的飞机遵守局方批准的临界燃油方案。

(iii)满足上述未包含的其他规定。

(7)酌情燃油:机长自行决定携带的额外燃油。

3、仅当机上可用的燃油按照要求符合上述计算出的所需可用燃油的所有要求,方可开始飞行(如适用)。仅当机上可使用的燃油按照要求符合上述计算出的所需航程燃油、不可预期燃油、目的地备降机场燃油、最后储备燃油和额外燃油的要求(如适用),方可从重新放行点继续飞行。

#### 【思考题】

按照 CCAR-135 部运行实施 IFR 飞行时,如果空中发现燃油不能满足原飞行计划的要求,同时天气预报目的地机场的天气条件为 CAVOK,机长应如何处置?

#### 【法规出处】

CCAR-135 部:第 135.189 条 仪表飞行规则燃油及备降机场要求



- 1、按照仪表飞行规则（IFR）起飞时，能见度不得低于 1600 米(1 英里)。
- 2、进行仪表进近时，能见度不得低于 800 米（1/2 英里）。

**【思考题】**

按照 CCAR-135 部运行实施 IFR 飞行时，进近过程中收到的天气实况低于仪表着陆最低标准时，机长应该采取什么措施？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.191 条 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准

第 135.357 条 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准

.....

### 1.9.31.2 新机长的机场运行最低标准

**【知识掌握程度】**

了解对涡轮发动机飞机新机长的机场运行最低标准的要求。

**【知识点】**

对于在该型别飞机上担任机长时间未达到 100 小时的涡轮发动机飞机机长，应当在局方公布的机场运行最低标准或者合格证持有人的运行规范中规定的决断高度/高（DA/DH）或者最低下降高度/高（MDA/MDH）之上增加 30 米（100 英尺），能见度在着陆最低标准上增加 800 米（1/2 英里）或者等效的跑道视程(RVR)，但不超过合格证持有人将该机场作为备降机场时使用的着陆最低标准。

**【思考题】**

CCAR-135 部运行时，对涡轮发动机飞机新机长的机场运行最低标准有何要求？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.191 条 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准

第 135.357 条 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准

.....

### 1.9.31.3 仪表飞行规则起飞最低标准

**【知识掌握程度】**

了解按照仪表飞行规则（IFR）起飞航空器的最低标准要求。

**【知识点】**

一、当某机场所具有的符合局方规定的民用航空气象服务机构所报告的天气条件低于局方公布的机场运行最低标准或者合格证持有人运行规范中规定的起飞最低标准时，航空器驾驶员不得按照仪表飞行规则（IFR）起飞航空器。

二、除另有限制的机场外，在具有局方公布的直接仪表进近程序的机场，当某机场所具有的符合局方规定的民用航空气象服务机构所报告的天气条件不低于直接进近着陆最低标准时，如果满足下列条件，航空器驾驶员可以按照仪表飞行规则（IFR）起飞航空器：

- 1、起飞时刻所用跑道的风向和风速可以允许在该跑道上实施直接仪表进近。
- 2、有关的地面设施和机载设备工作正常。
- 3、合格证持有人已经被批准实施此种运行。

三、除满足上述条件时可根据机场的直接进近着陆最低标准起飞航空器的情况外，当局方没有为该起飞机场规定起飞最低标准，该机场所具有的符合局方规定的民用航空气象服务机构所报告的天气条件低于 CCAR-91 部或者合格证持有人运行规范中规定的起飞最低标准时，航空器驾驶员不得按照仪表飞行规则（IFR）起飞航空器。

**【思考题】**

CCAR-135 部运行时，在未规定最低天气标准的机场按照 IFR 起飞航空器有何要求？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.191 条 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准

第 135.357 条 仪表飞行规则起飞、进近和着陆最低标准

~~~~~

1.9.32 结冰条件下的运行限制

1.9.32.1 结冰条件下禁止起飞规定

【知识掌握程度】

掌握小型航空器运行在结冰条件下禁止起飞的条件；

掌握运输类飞机商业载客或者载货飞行在结冰条件下起飞的要求。

【知识点】

一、小型航空器运行

1、除下列情况外，当有霜、冰或者雪附着在航空器的旋翼叶片、螺旋桨、风挡、机翼、安定面或者操纵面、动力装置上或者附着在空速、高度、爬升率或者飞行姿态仪表系统上时，任何人员不得驾驶航空器起飞：

（1）当有霜附着在机翼、安定面或者操纵面上，已经确定霜被除掉，使表面光滑后可以起飞。

（2）如符合局方规定，当有霜附着在机翼下部油箱区域时，可以起飞。

2、任何情况下，当有理由认为霜、冰或者雪会附着在飞机上时，仅当驾驶员已经完成了 CCAR-135 部第 135.91 条要求的所有适用训练，并且符合下列条件之一，合格证持有人方可指令、驾驶员方可驾驶飞机起飞：

(1) 在开始起飞前 5 分钟之内完成了一次起飞前污染物检查，该检查针对特定飞机型号，由合格证持有人建立并得到局方批准。起飞前污染物检查是用于确认机翼和操纵表面没有霜、冰或者雪的检查。

(2) 合格证持有人具有经批准的备用程序，并使用该程序确定没有霜、冰或者雪。

(3) 合格证持有人具有满足 CCAR-121 部第 121.649 条要求的经批准的除冰和防冰大纲，该次起飞遵守了该大纲的要求。

二、运输类飞机商业载客或者载货飞行

1、在已知或者预期结冰条件下运行，应当配备满足飞机型号合格审定要求的防冰装置。

2、在已知或者可能存在地面结冰条件下运行时，除完成污染物检查并采取了必要的除冰和防冰措施外，飞机不得起飞。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，当有霜附着在操纵面的下方时是否可以起飞？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.143 条 结冰条件下的运行限制

第 135.91 条 驾驶员的训练要求

第 135.349 条 气象条件

.....

1.9.32.2 结冰条件下飞行规定

【知识掌握程度】

理解在结冰条件下飞行的要求。

【知识点】

一、除配备有满足运输类飞机型号合格审定要求的防冰装置的飞机外，驾驶员应当遵守下列规定：

1、不得按照仪表飞行规则（IFR）飞入已知的或者预报的轻度或者中度结冰区。

2、仅当航空器具有起作用的除冰或者防冰设备，可以保护每个旋翼叶片、螺旋桨、风挡、机翼、安定面或者操纵面，以及每个空速、高度、爬升率或者飞行姿态仪表系统，方可按照目视飞行规则（VFR）飞入已知的轻度或者中度结冰区。

二、除配备有满足运输类飞机型号合格审定要求的防冰装置的飞机外，任何驾驶员不得将航空器飞入已知的或者预报的严重结冰区。

三、如果机长依据当前的天气报告和通报信息发现，上次预报之后的天气条件发生了变化，原来预报的将阻止该次飞行的结冰条件将不会在飞行中遇到，则上述基于预报条件的限制不再适用。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，是否可以飞入结冰区？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.143 条 结冰条件下的运行限制

~~~~~

### 1.9.33 机长的资格要求

#### 1.9.33.1 型号合格审定为两名驾驶员的飞机的机长资格要求

**【知识掌握程度】**

了解型号合格审定为两名驾驶员的飞机的机长资格要求。

**【知识点】**

使用型号合格审定为两名驾驶员的飞机按照 CCAR-135 部实施运输类飞机商业载客或者载货运行时，担任机长的驾驶员，应当持有相应类别、级别和型别（如适用）等级的航线运输驾驶员执照。

**【思考题】**

按照 CCAR-135 部实施运输类飞机商业载客或者载货运行时，商照持有人能否担任机长？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.273 条 机长资格要求

.....

#### 1.9.33.2 按目视飞行规则运行小型航空器的机长资格要求

**【知识掌握程度】**

了解按 VFR 运行小型航空器的机长资格要求。

**【知识点】**

按照目视飞行规则（VFR）运行时，担任机长的驾驶员应当满足下列要求：

- 1、至少持有相应类别、级别和型别（如适用）等级的商用驾驶员执照。
- 2、对于飞机，至少具有 500 小时驾驶员飞行经历时间，包括至少 100 小时的转场飞行时间，其中至少 25 小时在夜间完成。
- 3、对于飞机，持有相应仪表等级或者航线运输驾驶员执照。

**【思考题】**

CCAR-135 部和 VFR 运行时，商照持有人能否担任机长？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.73 条 机长的资格要求

.....

### 1.9.33.3 按仪表飞行规则运行的小型航空器的机长资格要求

#### 【知识掌握程度】

了解按 IFR 运行小型航空器的机长资格要求。

#### 【知识点】

按照仪表飞行规则（IFR）运行时，担任机长的驾驶员应当满足下列要求：

- 1、至少持有相应类别、级别和型别（如适用）等级的商用驾驶员执照。
- 2、至少具有 1000 小时飞行经历时间，包括 500 小时的转场飞行时间、100 小时的夜间飞行时间以及 75 小时的实际或者模拟仪表飞行时间（其中至少 50 小时为实际仪表飞行时间）。
- 3、持有相应仪表等级或者航线运输驾驶员执照。

#### 【思考题】

CCAR-135 部和 IFR 运行时，商照持有人能否担任机长？

#### 【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.73 条 机长的资格要求

.....

### 1.9.33.4 机长无需持有仪表等级的条件

#### 【知识掌握程度】

了解小型航空器实施 VFR 运行，机长无需持有仪表等级的条件。

#### 【知识点】

满足下列条件时，在驾驶小型航空器实施 VFR 运行，担任飞机机长的驾驶员可以无需持有仪表等级：

- 1、航空器为活塞式发动机驱动的单发飞机。
- 2、经局方批准，在无线电导航不可靠而主要使用地标导航的区域内飞行。
- 3、按照昼间目视飞行规则（VFR），符合 CCAR-91 部第 91.351 条的基本目视飞行规则（VFR）最低天气标准，在飞行中能持续保持地面目视参考，且能见度不小于 5 公里。
- 4、距合格证持有人飞行基地距离不超过 400 公里的飞行。
- 5、飞行区域在合格证持有人的运行规范中得到批准。

#### 【思考题】

CCAR-135 部运行时，机长无需持有仪表等级的条件是什么？

#### 【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.73 条 机长的资格要求

~~~~~

1.9.34 运行经历

【知识掌握程度】

理解小型航空器驾驶员的运行经历要求；

理解运输类飞机商业载客或者载货飞行驾驶员的运行经历要求。

【知识点】

一、小型航空器运行

1、仅当驾驶员在指派为机长前已经在该型号的航空器上和该机组成员职位上取得了下列运行经历，合格证持有人方可使用该驾驶员在按照 CCAR-135 部运行的小型载客航空器上担任机长，该驾驶员方可接受合格证持有人的安排担任机长：

- (1) 单发航空器为 10 小时。
- (2) 活塞式发动机驱动的多发航空器为 15 小时。
- (3) 涡轮发动机驱动的多发航空器为 20 小时。

2、在获取上述运行经历时应当符合下列要求：

(1) 该经历应当在圆满完成针对该航空器和机组职位的相应地面和飞行训练后获取。在合格证持有人的训练大纲中应当包括关于获取运行经历的规定。

(2) 该经历应当在按照 CCAR-135 部实施的载客运行的飞行中获取。如果该航空器先前没有在合格证持有人按照 CCAR-135 部实施的运行中使用过，可以使用在参加验证飞行或者调机飞行的航空器上获取的运行经历来满足这一要求。

(3) 驾驶员在获取运行经历时，应当在有资格的飞行教员或者飞行检查员的监视下履行机长职责。

(4) 在非载客运行中完成的一次起飞和着陆，或者载客运行中飞行时间不足 1 小时的飞行中完成的一次起飞和着陆，可以算作一个飞行小时数，用于满足规章要求的上述运行经历小时数，但以该方法计算的飞行小时数不得超过规章要求最低小时数的 50%。

二、运输类飞机商业载客或者载货飞行

1、仅当驾驶员在指派为机长前已经在该型号的飞机上和该机组成员职位上取得了下列运行经历，合格证持有人方可使用该驾驶员在按照 CCAR-135 部运行的载客飞机上担任机长，该驾驶员方可接受合格证持有人的安排担任机长：

- (1) 涡轮发动机驱动的多发飞机（除涡喷飞机外）为 20 小时。
- (2) 涡喷发动机驱动的飞机为 25 小时。

2、在获取上述运行经历时应当符合下列要求：

(1) 该经历应当在圆满完成针对该飞机和机组职位的相应地面和飞行训练后获取。在合格证持有人的训练大纲中应当包括关于获取运行经历的规定。

(2)该经历应当在按照 CCAR-135 部实施的载客运行的飞行中获取。如果该飞机先前没有在合格证持有人按照 CCAR-135 部实施的运行中使用过，可以使用在参加验证飞行或者调机飞行的飞机上获取的运行经历来满足这一要求。

(3)驾驶员在获取运行经历时，应当在有资格的飞行教员或者飞行检查员的监视下履行机长职责。

(4)在非载客运行中完成的一次起飞和着陆，或者载客运行中飞行时间不足 1 小时的飞行中完成的一次起飞和着陆，可以算作一个飞行小时数，用于满足规章要求的运行经历小时数，但以该方法计算的飞行小时数不得超过规章要求最低小时数的 50%。

【思考题】

驾驶员学校的单发教员能否在 CCAR-135 部运行的载客航空器上直接担任机长？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.77 条 运行经历

第 135.277 条 运行经历

~~~~~

### 1.9.35 副驾驶资格要求

**【知识掌握程度】**

了解副驾驶资格要求。

**【知识点】**

一、在型号合格审定为两名驾驶员的运行中，或者按照本规则第 135.67 条或第 135.267 条要求配备副驾驶的运行中，担任副驾驶的驾驶员应当至少持有相应类别、级别和型别（如适用）等级的商用驾驶员执照或者多人制机组驾驶员执照。

二、按照仪表飞行规则（IFR）运行时，担任副驾驶的驾驶员应当持有相应的仪表等级，并满足 CCAR-61 部中的近期仪表经历要求。

三、对于 CCAR-135 部未作要求而合格证持有人出于自身运行需要配备的副驾驶，应当至少持有相应类别和级别等级的商用驾驶员执照，并且在 CCAR-135 部要求机长持有仪表等级时，该驾驶员也应当持有相应的仪表等级并满足 CCAR-61 部中的近期仪表经历要求。

**【思考题】**

CCAR-135 部运行时，没有仪表等级的驾驶员能否担任副驾驶？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.75 条 副驾驶资格要求

第 135.67 条 仪表飞行规则运行中要求配备的副驾驶

第 135.275 条 副驾驶资格要求

第 135.267 条 仪表飞行规则运行中要求配备的副驾驶

~~~~~

1.9.36 机长近期经历

【知识掌握程度】

了解载客运行机长的近期经历要求。

【知识点】

在按照 CCAR-135 部实施的载客运行中担任机长的驾驶员，应当在参加每次运行前 90 天内满足下列近期经历要求：

- 1、在所服务的相应类别、级别和型别（如适用）等级的航空器上，作为飞行控制装置的唯一操纵者完成 3 次起飞和 3 次着陆。
- 2、对于夜间运行，上述要求的 3 次起飞和 3 次着陆应当在夜间完成。满足夜间运行要求的驾驶员即认为其满足昼间运行的近期经历要求。
- 3、对于后三点飞机的运行，上述要求的 3 次起飞和 3 次着陆应当在后三点飞机上完成，并且每次着陆均为全停着陆。满足后三点飞机运行要求的驾驶员即认为其满足相应类别和级别等级且不需要型别等级的其他飞机的近期经历要求。

【思考题】

按照 CCAR-135 部实施载客运行时，机长近期经历有哪些要求？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.79 条 近期经历

第 135.279 条 近期经历

~~~~~

### 1.9.37 酒精和药物的使用限制及测试要求

#### 1.9.37.1 酒精和药物的使用限制

**【知识掌握程度】**

掌握对机组成员的酒精和药物使用限制要求；  
掌握对乘客的酒精和药物使用限制要求。

**【知识点】**

- 一、处于下列身体状况的人员，不得担任按照 CCAR-135 部运行的机组成员：
  - 1、饮用含酒精饮料之后 8 小时以内。
  - 2、处于酒精作用之下。

3、其呼出气体或者血液中酒精含量等于或者大于 0.04 克。酒精含量是指每 210 升呼出气体中含有的酒精克数或者每 100 毫升血液中含有的酒精克数。

4、使用了大麻、可卡因、鸦片、天使粉或者安非他明等禁用药物或者影响人体官能的药品。

二、除紧急情况外，驾驶员不得载运呈现醉态或者由其举止、身体状态可以判明处于药物控制之下的人员(受到看护的病人除外)。

**【思考题】**

CCAR-135 部运行时，饮酒 8 小时以后可否担任机组成员？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.71 条 酒精和药物的使用限制

第 135.271 条 酒精和药物的使用限制

.....

**1.9.37.2 酒精及药物的测试要求**

**【知识掌握程度】**

了解局方对机组成员进行酒精测试的要求和处理结果；

了解局方对机组成员进行药物测试的要求和处理结果。

**【知识点】**

一、机组成员应当在局方要求时，接受局方人员或者局方委托的人员检查其血液中酒精含量的测试。当局方认为某人有可能违反 CCAR-135 部对机组人员的酒精使用限制规定时，此人应当根据局方的要求，将其担任或者试图担任机组成员之后 4 小时内所做的血液酒精含量测试结果提供给局方。

二、如果局方认为某人有可能违反 CCAR-135 部对机组人员的药物使用限制规定，此人应当根据局方的要求，将其担任或者试图担任机组成员之后 4 小时内所做的每次体内药物测试的结果提供给局方。

三、局方根据所取得的酒精或药物测试结果，可以用来判定该人员是否具备担任机组成员执行该次飞行任务的资格，或者是否有违反中国民用航空法规的行为。

**【思考题】**

CCAR-135 部运行时，如果局方认为某飞行员血液中酒精含量超标，能够终止其飞行任务吗？

**【法规出处】**

CCAR-135 部：第 135.71 条 酒精和药物的使用限制

第 135.271 条 酒精和药物的使用限制

~~~~~

1.9.38 驾驶员的值勤期和休息期

1.9.38.1 相关用语定义

【知识掌握程度】

掌握与机组成员值勤期和休息期相关的术语定义。

【知识点】

在 CCAR-135 部运行中以下用语和定义专指：

1、值勤期：是指机组成员在接受合格证持有人安排的飞行任务后，从为了完成该次任务而到指定地点报到时刻开始（不包括从居住地或者驻地到报到地点所用的地面时间），到解除任务时刻为止的连续时间段。在一个值勤期内，当发生运行延误时，如机组成员能在有睡眠条件的场所得到休息，则该休息时间可以不计入该值勤期的值勤时间内。

2、休息期：是指从机组成员到达休息地点起，到为执行下一次任务离开休息地点为止的连续时间段，在该段时间内，合格证持有人不得为该员安排任何工作和给予任何干扰。为了完成指派的飞行任务往来于休息地点和值勤地点的时间不得计入休息期。

3、运行延误：是指由于出现恶劣的气象条件、航空器设备故障、空中交通不畅等客观情况而导致的延误。

4、机组成员的飞行时间：是指机组成员在航空器飞行期间的值勤时间，包括在座飞行时间（飞行经历时间）和不在座飞行时间。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，机组成员从飞行任务结束到返回运行基地期间的时间可否算入休息期？

【法规出处】

CCAR-135 部：附件 A 定义

.....

1.9.38.2 飞行机组成员的值勤期限限制、飞行时间限制和休息要求

【知识掌握程度】

掌握飞行机组成员的值勤期限限制、飞行时间限制和休息要求。

【知识点】

一、合格证持有人在实施 CCAR-135 部运行中，不得指派机组成员在超出 CCAR-135 部规定的机组成员适用的值勤期限限制、飞行时间限制和不符合休息要求的情况下执行飞行任务，任何机组成员也不得接受超出这些限制和要求的飞行任务指派。

二、当飞行机组配备 1 名驾驶员时，驾驶员的值勤期限限制、飞行时间限制和休息要求应当符合以下规定：

1、值勤期最多 14 小时，该值勤期内的飞行时间不得超过 8 小时，值勤期后应当安排至少 10 个连续小时的休息期，这个休息期应当安排在该值勤期结束时刻与下一值勤期开始时刻之间。

2、发生运行延误时，如驾驶员的实际值勤时间未超过 14 小时的限制，则该值勤期后的休息期可以缩短至 9 小时。

3、)发生运行延误时，值勤期最多可以延长至 16 小时，但该值勤期后 10 小时的休息期不得缩短。

三、当飞行机组配备 2 名驾驶员时，驾驶员的值勤期限制、飞行时间限制和休息要求应当符合以下规定：

1、值勤期最多 14 小时，该值勤期内的飞行时间不得超过 10 小时，值勤期后应当安排至少 10 个连续小时的休息期，这个休息期应当安排在该值勤期结束时刻与下一值勤期开始时刻之间。

2、发生运行延误时，如驾驶员的实际值勤时间未超过 14 小时的限制，则该值勤期后的休息期可以缩短至 9 小时。

3、发生运行延误时，值勤期最多可以延长至 16 小时，但该值勤期后 10 小时的休息期不得缩短。

四、飞行机组成员的值勤期、飞行时间和休息期要求的简化数据如下表所示：

机组定员	最高飞行时间 (小时)	最高值勤期 (小时)		最低连续休息时间 (小时)	
	正常	正常	运行延误		正常
1名驾驶员	8	14	14	9	10
			16	10	
2名驾驶员	10	14	14	9	10
			16	10	

【思考题】

CCAR-135 部运行时，飞行机组配备 1 名驾驶员时的值勤要求是什么？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.193 条 驾驶员值勤期限制、飞行时间限制和休息要求

.....

1.9.38.3 机组成员的周、月、年飞行时间限制

【知识掌握程度】

掌握机组成员周、月、年的飞行时间限制要求。

【知识点】

合格证持有人在为飞行机组成员安排飞行时，应当保证飞行机组成员的总飞行时间遵守以下规定，总飞行时间包括按照本规则实施运行的飞行时间和训练、调机飞行等的其他飞行时间：

- 1、任何 7 个连续日历日内不得超过 40 小时。
- 2、任一日历月内不得超过 100 小时，且在任何连续 3 个日历月内的总飞行时间不得超过 270 小时。
- 3、任一历年内不得超过 1000 小时。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，机组成员在两周内最多可以飞行多少时间？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.195 条 机组成员的周、月、年飞行时间限制

第 135.383 条 机组成员的周、月、年飞行时间限制

.....

1.9.38.4 机组成员值勤期和飞行时间安排的附加限制

【知识掌握程度】

理解机组成员值勤期和飞行时间安排的附加限制要求。

【知识点】

一、如果机组成员以取酬为目的参加其他运行，则在参加 CCAR-135 部运行时，值勤时间、飞行时间的总和应当满足 CCAR-135 部规定的值勤期和飞行时间限制。

二、合格证持有人安排机组成员的值勤期时，如果按照正常情况能够在限制时间内终止值勤期，但由于运行延误，所安排的飞行没有按照预计时间到达目的地，超出了值勤期的限制时间，则不认为该机组成员在排班时超出了值勤期限制。但是，应当遵守 CCAR-135 部第 135.193 条的规定，值勤期的延长最多不超过 2 个小时。

三、合格证持有人安排机组成员的飞行时间时，如果正常情况下能够在限制飞行时间内结束飞行，但由于运行延误，所安排的飞行没有按照预计时间到达目的地，超出了飞行时间限制，则不认为该机组成员在排班时超出了飞行时间限制。

四、机组成员在起飞前由于延误造成的待命时间，计入值勤期时间之内。

【思考题】

某飞行教员本月已完成教学飞行 60 小时，则其在本月参加 CCAR-135 部运行的时间限制是多少？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.197 条 机组成员值勤期和飞行时间安排的附加限制

第 135.193 条 驾驶员值勤期限制、飞行时间限制和休息要求

.....

1.9.38.5 机组成员休息时间的附加要求

【知识掌握程度】

理解机组成员休息时间的附加要求。

【知识点】

一、合格证持有人不得在机组成员规定的休息期内为其安排任何工作，该机组成员也不得接受合格证持有人的任何工作安排。

二、CCAR-135 部规章要求的休息期可以包含在其他休息期之内。

三、当合格证持有人为机组成员安排了其他工作任务时，该任务时间可以计入、也可以不计入值勤期。当不计入值勤期时，在值勤期开始前应当为其安排至少 8 个小时的休息期。

四合格证持有人将机组成员运送到执行飞行任务的机场，或者将其从解除任务的机场运送回驻地，这些路途上所耗费的时间不应当被认为是休息期的组成部分。

五、只有在发生运行延误时，才允许按照 CCAR-135 部第 135.193 条中的规定缩短休息期，不允许作事先安排。

【思考题】

CCAR-135 部运行时，机组成员休息期期间能否安排模拟机训练？

【法规出处】

CCAR-135 部：第 135.199 条 机组成员休息时间的附加要求

第 135.193 条 驾驶员值勤期限限制、飞行时间限制和休息要求

~~~~~

### 1.9.40 熟练检查要求

#### 【知识掌握程度】

掌握熟练检查的要求。

#### 【知识点】

一、仅当驾驶员在参加该次服务之前 6 个日历月内，通过了由局方人员或者符合局方要求的飞行检查员实施的，在其所飞每个类别、级别和型别（如适用）航空器上，按照 CCAR-61 部第 61.59 条所要求的熟练检查，合格证持有人方可使用该驾驶员、该人员方可为其担任驾驶员。

1、对于 CCAR-135 部不要求驾驶员持有仪表等级的目视飞行规则（VFR）运行，只需在前 12 个日历月内通过其所飞每个类别、级别和型别（如适用）航空器的熟练检查。

2、对于运输飞机载客或载货运行，该熟练检查应当包括演示驾驶员遵守仪表飞行规则（IFR）的能力。









## 1.10.航空安全事件调查与信息管理

### 1.10.1.民用航空器事件调查

#### 1.10.1.1.相关定义与一般规定

##### 【知识掌握程度】

理解民用航空器事件、事故、征候的含义；

理解事故等级的划分；

了解事件调查的一般规定；

了解违反事件调查规定的处罚。

##### 【知识点】

一、民用航空器事件，包括民用航空器事故、民用航空器征候以及民用航空器一般事件。

二、民用航空器事故，是指指对于有人驾驶航空器而言，从任何人登上航空器准备飞行直至所有这类人员下了航空器为止的时间内，或者对于获得民航局设计或者运行批准的无人驾驶航空器而言，从航空器为飞行目的准备移动直至飞行结束停止移动且主要推进系统停车的时间内，或者其他人在机场活动区内发生的与民用航空器有关的下列事件：

(1) 人员死亡或者重伤。但是，由于自然、自身或者他人原因造成的人员伤亡，以及由于偷乘航空器藏匿在供旅客和机组使用区域外造成的人员伤亡除外；

(2) 航空器损毁无法修复或者严重损坏；

(3) 航空器失踪或者处于无法接近的地方。

三、民用航空器征候，是指在民用航空器运行阶段或者在机场活动区内发生的与航空器有关的，未构成事故但影响或者可能影响安全的事件。

四、民用航空器一般事件，是指在民用航空器运行阶段或者在机场活动区内发生的与航空器有关的航空器损伤、人员受伤或者其他影响安全的情况，但其严重程度未构成征候的事件。

五、事故等级分为特别重大事故、重大事故、较大事故和一般事故，具体划分按照有关规定执行。

六、征候分类及等级的具体划分按照民航局有关规定执行。

七、按照 CCAR-395 部开展的事件调查的唯一目的是预防类似事件再次发生，不是为了分摊过失或者责任。此调查应当与以追究责任为目的的其他调查分开进行。

八、事发相关单位和个人应当对事件调查给予协助配合，无正当理由，不得拒绝。任何单位和个人不得提供或者指使他人提供虚假材料、虚假证言证词。

九、民航局或者地区管理局新闻发言人或者指定的人员负责事件调查信息的发布工作，其他单位和个人不得以任何形式发布或者透露事件调查信息。

十、事故发生单位及其有关人员有下列行为之一的，依照有关法律、行政法规的规定予以处罚：



- (1) 谎报或者瞒报事故的；
- (2) 伪造或者故意破坏事故现场的；
- (3) 销毁有关证据、资料的；
- (4) 拒绝接受调查或者拒绝提供有关情况和资料的；
- (5) 在事故调查中作伪证或者指使他人作伪证的。

十一、民航生产经营单位和个人在事件调查中提供虚假材料、虚假证言证词的，依法记入民航行业严重失信行为记录，并按照有关规定进行公示。

**【思考题】**

民用航空器事件、事故以及征候的区别是什么？

**【法规出处】**

CCAR-395 部：第三条，第四条，第五条，第九条，第十条，第五十条，第五十二条  
.....

**1.10.1.2.事件调查的组织**

**【知识掌握程度】**

- 了解民航局和地区管理局组织调查的事件范围；
- 了解事件调查的其他组织方式。

**【知识点】**

一、对于由民航局和地区管理局组织调查的事件，调查范围如下：

- 1、民航局组织的调查包括：
  - (1) 国务院授权组织调查的特别重大事故；
  - (2) 运输航空重大事故、较大事故；
  - (3) 民航局认为有必要组织调查的其他事件。
- 2、地区管理局组织本辖区内发生的事件调查，包括：
  - (1) 运输航空一般事故；
  - (2) 通用航空事故；
  - (3) 征候；
  - (4) 民航局授权地区管理局组织调查的事故；
  - (5) 地区管理局认为有必要组织调查的一般事件。

二、未造成人员伤亡的一般事故、征候，地区管理局可以委托事发民航生产经营单位组织调查。

三、事故和严重征候的最终调查报告应当在事发 12 个月内依法及时向社会公布，依法不予公开的除外。未能在事发 12 个月内公布最终调查报告的事故或者严重征候，组织事件调查的部门应当在事件周年日向社会公布调查进展情况。

**【思考题】**

某航校学员在推飞机时发生剐蹭事件，应由谁来组织调查？

**【法规出处】**

CCAR-395 部：第十二条，第四十八条

.....

**1.10.1.3.事发现场的保护**

**【知识掌握程度】**

理解事发现场保护的注意事项。

**【知识点】**

事发现场的保护按照下列规定进行：

1、民用机场及其邻近区域内发生的事件，现场保护工作按照《民用运输机场突发事件应急救援管理规则》执行；其他区域发生的事件按照《中华人民共和国搜寻援救民用航空器规定》执行；

2、参与救援的单位和人员应当保护事发现场，维护秩序，禁止无关人员进入，防止哄抢、盗窃和破坏。救援工作结束后，救援人员无特殊情况不得再进入现场，防止事发现场被破坏；

3、任何单位或者个人不得随意移动事发航空器或者航空器残骸及其散落物品。航空器坠落在铁路、公路或者跑道上或者为抢救伤员、防火灭火等需要移动航空器残骸或者现场物件的，应当作出标记，绘制现场简图，进行书面记录、拍照和录像，妥善保护现场痕迹和物证；

4、先期到达现场的调查先遣人员对现场各种易失证据，包括物体、液体、冰、资料、痕迹等，及时拍照、采样、收集，并做书面记录；

5、幸存的机组人员应当保持驾驶舱操纵手柄、电门、仪表等设备处于原始状态，并在救援人员到达之前尽其可能保护事故现场。

6、救援人员到达后，由现场的组织单位负责保护现场和驾驶舱的原始状态。除因抢救工作需要，任何人不得进入驾驶舱，严禁扳动操纵手柄、电门，改变仪表读数和无线电频率等破坏驾驶舱原始状态的行为。在现场保护工作中，现场组织负责人应当派专人监护驾驶舱，直至向调查组移交；

7、现场救援负责人怀疑现场有放射性物质、易燃易爆物品、腐蚀性液体、有害气体、有害生物制品、有毒物质等危险品或者接到有关怀疑情况报告的，应当设置专门警戒，注意安全防护，并及时安排专业人员给予确认和处理；

8、参与救援的单位和人员应当避免对事发现场周边环境造成损害。

**【思考题】**

救援人员到达后如何保护事发现场？

**【法规出处】**

CCAR-395 部：第二十八条

~~~~~

1.10.2.民航安全信息管理

1.10.2.1.民航安全信息的定义及一般规定

【知识掌握程度】

了解民用航空安全信息的定义；
理解民用航空安全信息的管理原则；
理解民用航空安全信息的一般要求。

【知识点】

一、民用航空安全信息是指事件信息、安全监察信息和综合安全信息。

1、事件信息，是指在民用航空器运行阶段或者机场活动区内发生航空器损伤、人员伤亡或者其他影响飞行安全的情况。主要包括：民用航空器事故、民用航空器征候以及民用航空器一般事件信息；

2、安全监察信息，是指地区管理局和监管局各职能部门组织实施的监督检查和其他行政执法工作信息；

3、综合安全信息，是指企事业单位安全管理和运行信息，包括企事业单位安全管理机构及其人员信息、飞行品质监控信息、安全隐患信息和飞行记录器信息等。

二、民用航空安全信息工作实行统一管理、分级负责的原则。

1、民航局民用航空安全信息主管部门负责统一监督管理全国民用航空安全信息工作，负责组织建立用于民用航空安全信息收集、分析和发布的中国民用航空安全信息系统。

2、地区管理局、监管局的民用航空安全信息主管部门负责监督管理本辖区民用航空安全信息工作。

3、企事业单位负责管理本单位民用航空安全信息工作，制定包括自愿报告在内的民用航空安全信息管理程序，建立具备收集、分析和发布功能的民用航空安全信息机制。企事业单位的民用航空安全信息管理程序应当报所属地监管局备案。

三、民航局支持中国民用航空安全自愿报告系统建设，鼓励个人积极报告航空系统的安全缺陷和隐患。

四、事发相关单位和人员应当按照规定如实报告事件信息，不得隐瞒不报、谎报或者迟报。

五、未按规定报告事件信息的个人，由局方处 1000 元以下的罚款。

【思考题】

对于个人发现的航空安全隐患信息，局方采用何种态度处理？

【法规出处】

CCAR-396 部：第三条，第四条，第五条，第六条，第十条，第四十条

.....

1.10.2.2.事件信息的报告与收集

【知识掌握程度】

了解在我国境内发生的事件报告要求。

【知识点】

一、事件信息收集分为紧急事件报告和非紧急事件报告，实行分类管理。紧急事件报告样例和非紧急事件报告样例包含在事件样例中，事件样例由民航局另行制定。

二、在我国境内发生的事件按照以下规定报告：

1、紧急事件发生后，事发相关单位应当立即通过电话向事发地监管局报告事件信息；监管局在收到报告事件信息后，应当立即报告所属地区管理局；地区管理局在收到事件信息后，应当立即报告民航局民用航空安全信息主管部门；

2、紧急事件发生后，事发相关单位应当在事件发生后 12 小时内（事件发生在我国境内）或者 24 小时内（事件发生在我国境外），按规范如实填报民用航空安全信息报告表，主报事发地监管局，抄报事发地地区管理局、所属地监管局及地区管理局；

3、当空管单位为紧急事件事发相关单位时，事发地/所属地监管局和地区管理局为空管单位所在地的监管局和地区管理局；

4、非紧急事件发生后，事发相关单位（外国航空公司除外）应当在事发后 48 小时内，按规范如实填报民用航空安全信息报告表，主报事发地监管局，抄报事发地地区管理局、所属地监管局及地区管理局。

三、民用航空安全信息报告表应当使用中国民用航空安全信息系统上报。当该系统不可用时，可以使用传真等方式上报；当系统恢复后 3 日内，应当使用该系统补报。

四、各企事业单位和个人应当妥善保护与事故、事故征候、一般事件以及举报事件有关的所有文本、影音、数据以及其他资料。

五、未妥善保护与事故、事故征候、一般事件以及举报事件有关的所有文本、影音、数据以及其他资料的个人，由局方处 1000 元以下的罚款。

【思考题】

商业飞行中发生紧急事件时，飞行员应该向谁报告？

【法规出处】

CCAR-396 部：第十三条，第十四条，第十五条，第十七条，第二十条，第四十条

.....

1.10.2.3.民航安全自愿报告系统

【知识掌握程度】

理解我国民航安全自愿报告系统的运行机制。

【知识点】

- 一、中国民用航空安全自愿报告系统运行的基本原则是自愿性、保密性和非处罚性。
- 二、任何人可以通过信件、传真、电子邮件、网上填报和电话的方式向中国民用航空安全自愿报告系统提交报告。
- 三、中国民用航空安全自愿报告系统收集的报告内容如下：
 - 1、涉及航空器不良的运行环境、设备设施缺陷的报告；
 - 2、涉及到执行标准、飞行程序困难的事件报告；
 - 3、除事故、事故征候和一般事件以外其他影响航空安全的事件报告。
- 四、中国民用航空安全自愿报告系统收到的报告，按以下步骤处理：
 - 1、接收到报告后，确定是否符合中国民用航空安全自愿报告系统收集的报告内容，通知报告人受理情况；
 - 2、核查报告内容，视情联系报告人补充信息；
 - 3、去除报告中涉及的识别信息，编写分析报告，提出安全建议；
 - 4、视情向相关单位提供信息，发布告警信息、信息简报和信息通告。

【思考题】

局方可以根据民航安全自愿报告系统中提供的信息对当事人进行处罚吗？

【法规出处】

CCAR-396 部：第二十五条，第二十六条，第二十七条，第二十八条

.....

1.10.2.4.向局方举报民用航空安全信息的处理

【知识掌握程度】

理解向局方举报民用航空安全信息的方法与程序；
理解未按规定保护举报人合法权益的处罚。

【知识点】

- 一、举报人的合法权益受法律保护。除法律、法规另有规定外，任何单位和个人不得将举报情况透露给其他单位和个人。
- 二、向局方举报民用航空安全信息按照以下规定进行处理：
 - 1、民航地区管理局或监管局负责调查、处理涉及本辖区的举报的民用航空安全信息；
 - 2、在收到举报的民用航空安全信息 5 日内，应当向举报人反馈受理情况；

2.飞机一般知识

2.1.飞机结构与系统

2.1.1.飞机机体结构

2.1.1.1.机翼结构

【知识掌握程度】

了解机翼的几种结构型式；
掌握机翼主要组成构件。

【知识点】

机翼分为下列几种结构型式：梁式机翼、单块式机翼、多腹板式机翼、夹层结构机翼、整体结构机翼。

梁式机翼主要构件包括翼梁、桁条、翼肋和蒙皮；结构特点是翼梁强、蒙皮薄、桁条少而弱；翼梁腹板承受绝大部分剪力，翼梁缘条承受绝大部分弯曲轴向力，蒙皮构成的闭合框承受绝大部分扭矩；梁式机翼生存力弱，机翼机身连接简单，开口方便。

单块式机翼主要构件有桁条、蒙皮、翼肋和纵墙；以较多较强的桁条和较厚的蒙皮所组成的多块壁板为主承受弯曲轴向力；单块式机翼生存力强，适合做成结构油箱，但不适合大开口，机翼机身连接接头多，检查维护不方便。

现代运输机通常采用复合式结构机翼，综合利用各种机翼结构的优点。

为适应从翼尖到翼根逐渐增大的外载荷，现代运输机机翼结构从翼尖到翼根逐渐变宽增厚，在机翼上安装部件、设备等对机翼有卸载作用。

【思考题】

机翼主要分为哪几种结构型式？

.....

2.1.1.2.机身结构

【知识掌握程度】

了解机身的几个结构型式并了解各自优缺点；
掌握机身的主要组成构件；
了解各个构件的受力特点。

【知识点】

现代飞机机身结构类型包括：桁梁式机身、桁条式机身、蒙皮式机身。

桁梁式机身由强桁梁、弱桁条、薄蒙皮和隔框组成；机身弯矩全部或大部分由桁梁承受；适用于机身需大开口的飞机。

桁条式机身由较厚的蒙皮、较密较强的桁条构成的壁板以及隔框组成；由壁板承受机身弯矩；材料利用效率高，结构重量轻。

桁条式机身和桁梁式机身一般统称为半硬壳式机身，现代飞机普遍采用。

蒙皮式机身由厚蒙皮和隔框组成；弯矩、剪力、扭矩全部由蒙皮承受；一般用于直径较小的机身或气动载荷较大、要求蒙皮局部抗变形能力强的机身段。

【思考题】

桁梁式机身和桁条式机身结构有何区别？

.....

2.1.1.3.尾翼结构

【知识掌握程度】

掌握尾翼的主要组成并掌握其各自的主要功能；

掌握尾翼组成的主要构件。

【知识点】

飞机通常采用常规的垂直尾翼和水平尾翼，垂直尾翼由垂直安定面和方向舵组成，水平尾翼由水平安定面和升降舵组成。

现代运输机普遍采用可调水平安定面，以满足飞机俯仰配平需要。

大多数飞机尾翼为单梁或多梁式结构，基本组成构件为：梁、肋、桁条及蒙皮。

【思考题】

飞机尾翼的基本组成构件有哪些？

.....

2.1.1.4.飞机结构失效

【知识掌握程度】

了解飞机结构失效的定义；

掌握刚度、强度的基本定义；

理解安全系数以及剩余强度系数的定义；

理解疲劳损坏的定义以及其特点。

【知识点】

飞机结构失效是指飞机结构在外载荷作用下变形超过规定或失去承载能力。

飞机结构抵抗破坏的能力称为结构强度；飞机结构抵抗变形的能力称为结构刚度；强度和刚度是表征飞机结构承载能力的主要标志。

飞机结构承载余量的主要指标是安全系数和剩余强度系数。安全系数是结构设计载荷与使用时允许的最大载荷的比值；剩余强度系数是结构破坏载荷与设计载荷的比值。

疲劳破坏是飞机结构失效的主要形式之一。疲劳破坏是结构件在交变载荷作用下发生的断裂和破损；交变载荷是大小、方向随时间周期性或不规则变化的载荷。疲劳破坏过程可分为三个阶段：产生初始裂纹，裂纹扩展，达到临界裂纹状态而断裂。疲劳裂纹开始一般不易发现，因此疲劳破坏具有突然性。

【思考题】

飞机结构疲劳破坏有何特点？

【法规出处】

CCAR-25 部：第 25.301 条 载荷

~~~~~

## 2.1.2.飞机液压系统

### 2.1.2.1.液压油

**【知识掌握程度】**

了解液压油的基本类型及各自特点。

**【知识点】**

航空液压油的基本类型包括：植物基液压油、矿物基液压油、磷酸酯基液压油。

一、植物基液压油

由蓖麻油和酒精制成，易燃，通常呈蓝色，应用于早期飞机液压系统。

二、矿物基液压油

是加入了抗氧化、耐高温添加剂的石油提炼物，可燃，通常呈红色，应用于小型飞机液压系统和起落架油气式减震支柱中。

三、磷酸酯基液压油

是人工合成液压油，具有良好的防火、低温和高压性能，通常呈紫色，对皮肤和眼睛有腐蚀作用，广泛应用于现代运输机液压系统。

**【思考题】**

现代运输机液压系统常采用的液压油有何工作特点？

.....

### 2.1.2.2.液压系统典型部件及功能

**【知识掌握程度】**

掌握液压系统典型部件及各自功能。

**【知识点】**

一、液压油箱

现代运输机常采用气源引气增压油箱防止气塞。

功能：储油、补油、散热、增压、放沉淀。

## 二、液压油泵

现代运输机采用恒压变量控制的柱塞泵，通常由发动机或电动机驱动。

功能：从油箱吸油加压送入供压管路。

## 三、液压油滤

飞机液压系统中常采用深度型油滤并具有旁通功能。

功能：滤除液压油中的机械杂质和污染物，保证液压油清洁。

## 四、蓄压器

蓄压器设置在液压系统的供压管路上，利用气体压缩吸收、储存能量，利用气体膨胀输出液压油。

功能：附加输出、缓和冲击、吸收热胀、应急能源、补液保压。

## 五、液压动作筒和液压马达

液压动作筒产生直线往复运动输出，液压马达产生周转运动输出。

功能：将压力能转换为机械能输出传动部件。

## 六、单向活门

功能：保证油液单向流动。

## 七、换向活门

功能：控制油液流动方向和通断。

## 八、卸荷活门

功能：在不需传动部件时给泵提供一个空转回路，使油泵卸荷。

## 九、释压活门

功能：限制液压系统最高工作压力，保证系统安全。

### 【思考题】

飞机液压系统蓄压器的功能是什么？

.....

### 2.1.2.3.液压系统工作原理

#### 【知识掌握程度】

掌握液压系统的工作原理；

理解液压系统的工作特点。

#### 【知识点】

飞机液压系统的工作原理：利用液压源提供动力，通过控制将液压能转换为机械能对外做功。

现代运输机常采用多源液压系统，每个液压源有单独的液压元件，可独立供压。用于驱动飞行

操纵舵面、起落架收放、主轮刹车、前轮转弯、襟翼收放、发动机反推等。

每个液压源均配备 1~5 个液压泵。主液压泵一般为发动机驱动泵（EDP）和电动泵（EMDP/ACMP）。备用液压泵一般为电动泵，或空气驱动泵（ADP）、冲压空气涡轮泵（RAT）。有的飞机还使用了动力转换组件（PTU）。

PTU 是一个液压马达和泵的组合体，即液压马达驱动泵，工作时利用一个液压源系统驱动 PTU 的液压马达转动，带动泵转子转动，从另一个液压源系统油箱抽油，建立压力。

压力组件位于液压泵出口压力管路，过滤及分配泵出口液压油到各用压系统。回油组件位于回油管路，过滤及引导返回油箱的油液。

**【思考题】**

现代运输机多源液压系统的供压对象有哪些？

.....

**2.1.2.4.液压系统的控制与指示**

**【知识掌握程度】**

掌握液压系统的控制与指示。

**【知识点】**

一、泵控制电门

发动机驱动泵电门控制泵的卸荷状态，电门“开”位时泵进行供压或自动卸荷，电门“关”位时油泵即为人工卸荷状态。

二、油箱油量指示

液压油箱中的电容式油量传感器为驾驶舱油量指示器提供信息源。

三、油箱低油量警告

当油箱油量过低时发出油箱低油量警告。

四、系统压力指示

飞机液压系统压力传感器位于油泵压力组件单向活门下游，感受多个油泵共同为系统提供的压力。

五、油泵低压警告

油泵低压警告传感器位于油泵压力组件单向活门上游，感受每个油泵出口压力过低的状况。

六、超温警告

通常由安装在电动泵壳体上的和油泵壳体回油管路上的温度传感器感受油温过高的状况。

低油量、低油压、超温警告通常采用灯光/音响/屏显等方式进行报警。

**【思考题】**

飞机液压系统的工作状态监控包括哪些指示？

~~~~~

2.1.3.飞机起落架系统

2.1.3.1.起落架结构

【知识掌握程度】

了解起落架的结构型式分类及各自特点；
了解现代运输机起落架各组成部件的主要功能。

【知识点】

飞机起落架有三种基本结构型式：构架式、摇臂式、支柱套筒式。

一、构架式

构架式起落架结构简单，重量轻，但外廓尺寸大，难于收放，通常为固定式起落架。

二、摇臂式

摇臂式起落架减震性好，密封装置磨损均匀，对垂直方向和水平方向的冲击都有较好的缓冲作用，但起落架结构复杂，重量大。

三、支柱套筒式

支柱套筒式起落架结构简单，重量轻，工作可靠，对垂直方向冲击有较好的缓冲效果，对水平方向的冲击缓冲效果较差。减震支柱受弯矩较大，密封装置容易出现不均匀磨损。

现代大型运输机广泛采用小车式起落架：支柱套筒式结构+四/六轮小车。

1、减震支柱的作用是承受、传递地面载荷，减小着陆撞击与颠簸。

2、扭力臂的作用是承受、传递扭矩，防止减震支柱内、外筒相对转动。侧撑杆用于减小支柱侧向载荷，有的作为起落架收放机构的组成部分。阻力撑杆用于减小支柱纵向载荷，保证支柱纵向工作稳定。

3、稳定减震器用于减弱轮架在不平跑道上的俯仰振动。

4、轮架翻转机构在起落架收上时翻转一个角度以便顺利收轮入舱。

【思考题】

支柱套筒式起落架和摇臂式起落架各有什么优缺点？

.....

2.1.3.2.机轮

【知识掌握程度】

了解机轮的组成；
了解有内胎轮胎以及无内胎使用特点；
了解轮胎的组成并了解各自工作特点；
理解轮胎过热的危害以及掌握轮胎过热的处置措施。

【知识点】

机轮由轮毂和轮胎组成。

一、轮毂

轮毂的作用是支撑轮胎，常由铝、镁合金制成。

二、轮胎

1、分类

轮胎可分为有内胎轮胎和无内胎轮胎。

(1) 有内胎轮胎

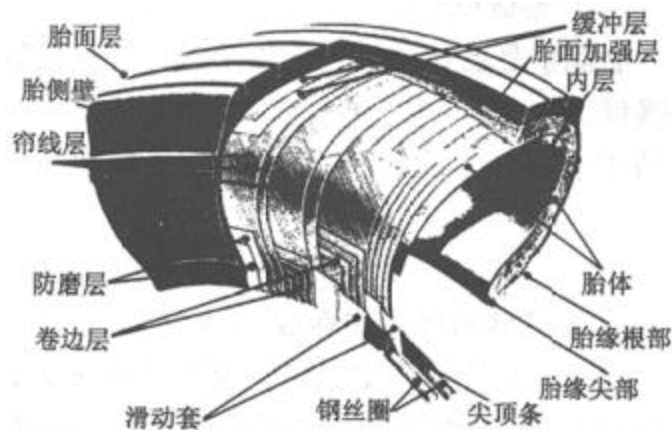
气密性较好，但当轮胎气压较低发生错动时，充气嘴可能被切断。通常在轮胎和轮毂上标注红线，便于检查轮胎是否错动。

(2) 无内胎轮胎

重量轻且冷却性好，充气嘴不会因轮胎错动而受损，但其密封较为困难，应注意检查其气密性。现代运输机通常采用此类型轮胎。

2、构造

轮胎主要由胎面层、缓冲层、帘线层、气密层和胎缘构成。胎面上沿圆周方向的胎纹具有防滑水的作用。胎面纵向花纹底部的横隔橡胶条用于观察胎面的磨损程度。帘线层是轮胎受力的主要部分，又称为胎体层，由多层涂胶的尼龙帘线构成，帘线层损坏可能引起爆胎。



由于轮胎的周期性变形、地面摩擦及刹车热传导，轮胎可能出现过热现象，导致轮胎气压增大，承载强度降低，容易加速老化，出现脱层、剥离、爆破等。现代飞机采用通风式刹车盘或安装刹车风扇，在轮毂上装易熔塞，控制刹车使用和飞机过站时间等措施来防止轮胎过热。

【思考题】

现代运输机为什么通常采用无内胎轮胎？

.....

2.1.3.3.起落架收放操作与指示

【知识掌握程度】

掌握起落架收放操作与指示。

【知识点】

正常情况下，起落架由液压系统提供动力进行收放，通过起落架收放手柄完成收放操作。

通常飞机起飞离地有正爬升率后，将起落架收放手柄扳到“收上”位，核实收上过程中的指示正常。在飞机进近或着陆阶段，在满足起落架操作速度要求的前提下，将起落架收放手柄扳到“放下”位，核实放下过程中的指示正常。

起落架收放正常指示系统采用信号灯指示起落架位置，通常绿灯亮表示相应起落架放下锁好，红灯亮表示起落架位置与起落架收放手柄位置不一致，即起落架处于收放过程中，起落架收上锁好后红绿灯均熄灭。

部分运输机还采用机械指示信号作为起落架收放位置的备用指示信号，通常位于起落架下位锁处，由驾驶员目视检查起落架是否放下锁好。

根据 CCAR-25 部第 25.729 条（C）款规定，飞机必须有应急措施可在下列情况下放下起落架：

- （1）正常收放系统中任何合理可能的失效；或
- （2）任何单个液压源、电源或等效能源的失效。

现代运输机通常采用人工打开机械式收上锁，靠起落架自身重力及气动力应急放下的措施。

【思考题】

现代民航运输机起落架正常收放动力是什么？

【法规出处】

CCAR-25 部：第 25.729 条 收放机构

.....

2.1.3.4.起落架形态警告

【知识掌握程度】

掌握起落架形态警告的判断依据。

【知识点】

为保证飞机安全着陆，可收放式起落架的飞机需设置起落架形态警告，一般包括音响警告和灯光警告，其作用是在飞机处于着陆状态而起落架位置不正确时提醒驾驶员放下起落架。

通常起落架形态警告根据飞机襟翼位置、油门杆位置和飞机的无线电高度判断飞机是否处于着陆状态。当飞机处于着陆状态而任一起落架未放下锁好时发出警告。

【思考题】

起落架形态警告的判断依据是什么？

.....

2.1.3.5.起落架地面防收安全措施

【知识掌握程度】

掌握起落架地面防止误收的安全措施。

【知识点】

为防止发生飞机在地面时误收起落架的事故，收放系统设有地面安全装置。

防止地面误收起落架的安全措施包括：

- 1、起落架收放手柄防误动设计，采用起落架手柄电磁锁，当飞机在地面时，起落架支柱上的空地电门断开手柄锁继电器，手柄锁锁柱立起，收放手柄不能上抬到“收上”位；
- 2、采用外部机械锁，起落架收放机构上的活动部位用锁销或者套筒固定，限制收放机构运动；
- 3、由空地电门断开收放系统的控制电路。

【思考题】

现代飞机防止地面误收起落架的安全措施有哪些？

.....

2.1.3.6.刹车装置与系统

【知识掌握程度】

- 了解刹车装置的类型；
- 了解刹车系统的类型；
- 掌握刹车系统的监控参数。

【知识点】

- 一、刹车装置的类型
 - 1、弯块式刹车装置
 - 2、胶囊式刹车装置
 - 3、圆盘式刹车装置：现代运输机广泛采用多圆盘式刹车装置。
- 二、刹车系统的类型
 - 1、独立刹车系统：由单独液压系统提供刹车动力。
 - 2、液压增压刹车系统：由飞机液压系统压力帮助产生高刹车压力。
 - 3、动力刹车系统：控制飞机液压系统压力去刹车，现代运输机广泛采用。
- 三、刹车状态监控
 - 包括刹车温度、刹车压力和轮胎压力监控。

【思考题】

现代运输机常用的刹车系统及刹车装置是什么？

.....

2.1.3.7.刹车方式

【知识掌握程度】

掌握刹车方式分类及各自的使用特点。

【知识点】

一、正常刹车

工作原理是当驾驶员踩下刹车时，系统压力经刹车调压器调节后流向刹车动作筒，使刹车装置产生刹车力矩，使飞机减速。

二、备用刹车

正常刹车失效时使用备用刹车动力源进行刹车。

三、防滞刹车

防滞刹车装置在刹车压力过大机轮卡滞或打滑率超过规定时调节或解除刹车压力，能提高刹车效率，简化刹车操纵，防止机轮拖胎。

防滞刹车系统可分为电磁阀式与电子式两种，现代运输机广泛采用电子式防滞刹车系统。

四、自动刹车

通过自动刹车调压器调节刹车压力，从而满足选定减速率要求。

五、停机刹车（停留刹车）

防止飞机在地面发生意外移动，刹车压力由刹车蓄压器提供。

六、收轮刹车

起落架收上时自动刹住机轮，减少振动。

【思考题】

防滞刹车的工作原理是什么？

.....

2.1.3.8.前起落架

【知识掌握程度】

了解前轮稳定距和中立机构的作用；

理解前轮摆振的原因和预防措施；

掌握前轮转弯的操作方式。

【知识点】

一、前轮稳定距

前轮稳定距是指前轮接地点到前轮偏转轴线的垂直距离。其作用是保证前轮偏转稳定性与灵活性。

二、前轮中立机构

其作用是在飞机起飞离地后使前轮自动回中以便顺利收轮入舱，而在着陆放下起落架时使前轮自动定中以保证正常接地。

现代飞机常采用凸轮式前轮中立机构。

三、前轮摆振

前轮摆振是指前轮在高速滑跑中受外界作用偏离后，在弹性恢复力与地面摩擦力交替作用下，绕前轮偏转轴线左右往复摆动，形成 S 型运动轨迹的高频自激振动。

前轮摆振发生在飞机高速滑跑运动过程中，如起飞滑跑末期和着陆滑跑初期。前轮摆振会加速轮胎磨损，导致构件疲劳，引起仪表振动，滑跑方向控制困难。

减摆器的工作原理是利用油液高速流过小孔摩擦生热消耗摆振能量，减弱或防止摆振。现代运输机前轮减摆通常采用液压系统减摆的方式。

四、前轮转弯系统及操作

前轮转弯系统通常有机械传动式和液压传动式两种，机械传动式前轮转弯主要用于小型低速飞机，而液压传动式前轮转弯系统常用于大中型运输机。

1、对于机械传动式前轮转弯系统，驾驶员只能通过方向舵脚踏控制前轮偏转。

2、对于液压传动式前轮转弯系统，驾驶员可通过方向舵脚踏和转弯手轮操纵。脚操纵时前轮偏角范围小，用于飞机高速滑跑时修正方向。手操纵时前轮偏角范围大，用于低速滑行时转弯。

【思考题】

现代飞机如何防止前轮摆振现象的发生？

~~~~~

## 2.1.4.飞机飞行操纵系统

### 2.1.4.1.飞行操纵系统的组成

#### 【知识掌握程度】

掌握飞行操纵系统的组成及各自功能。

#### 【知识点】

飞行操纵系统的组成包括：操纵面、操纵机构、传动机构和驱动机构。

#### 一、操纵面

操纵面包括主操纵面和辅助操纵面；主操纵面包括副翼、升降舵、方向舵。

辅助操纵面包括前缘襟翼、前缘缝翼、后缘襟翼、扰流板、可调水平安定面。

## 二、操纵机构

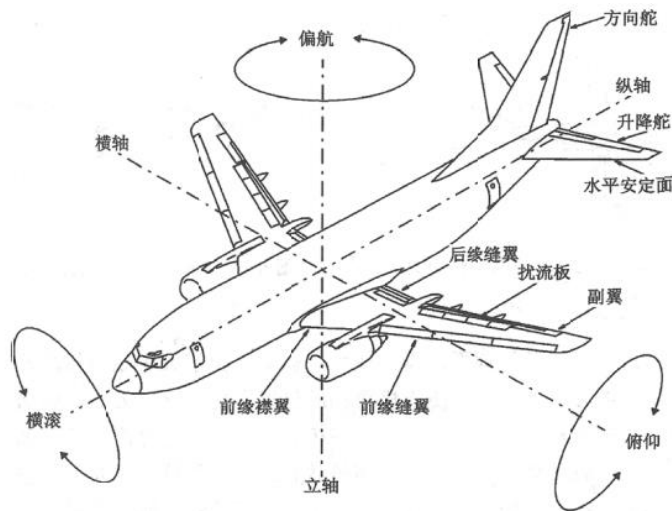
操纵机构包括驾驶盘/驾驶杆、脚踏、配平手轮或电门、襟翼操纵手柄或电门、扰流板操纵手柄。

## 三、传动机构

传动机构分为软式传动机构和硬式传动机构。用于恰当地连接操纵机构和操纵面，保证正确的操纵关系和良好的操纵特性。

## 四、驱动机构

分为人力驱动机构、液压助力驱动机构和电助力驱动机构，用于驱动舵面运动。



### 【思考题】

现代运输机飞行操纵系统的辅助操纵面有哪些？

.....

### 2.1.4.2.液压助力式主操纵系统

#### 【知识掌握程度】

- 了解助力式操纵系统的主要功用；
- 了解液压助力式操纵系统的工作过程。

#### 【知识点】

现代运输机采用助力式主操纵系统，即利用除驾驶员体力以外的能源（如气动助力、液压助力、电动助力或它们的组合），帮助或代替驾驶员的体力操纵舵面，其中液压助力最为常见。

液压助力式主操纵系统的工作特点：操纵信号由驾驶员发出，最终传递到舵面；驱动舵面所需的力主要或全部由液压助力器提供；驾驶员感受到的主操纵力由感力装置（或称为感力定中配平机构）提供。

驾驶盘柔性互联机构，可保证在一个驾驶盘卡阻时，另一驾驶盘仍能转动，以对飞机进行应急横侧操纵。

**【思考题】**

无助力操纵系统和液压助力式主操纵系统有何区别？

.....

**2.1.4.3.电传操纵系统**

**【知识掌握程度】**

了解电传操纵的工作过程及特点。

**【知识点】**

电传操纵系统是把驾驶员发出的操纵指令转换为电信号并与飞机运动传感器反馈的信号综合，经计算机处理，把控制指令通过电缆输送给操纵面作动器，从而实现操纵面驱动控制的系统。

单通道电传操纵系统的可靠性较低，为保证电传操纵系统的任务可靠性，现代运输机通常采用余度技术，引入多重系统，如四余度电传操纵系统。四余度电传操纵系统具有故障监控、信号表决、故障隔离、系统重组功能和双故障工作安全能力。

电传操纵系统的优点：减轻了操纵系统的重量；消除了机械操纵系统中的摩擦、间隙和非线性因素以及飞机结构变形对传动性能的影响；简化了主操纵系统和自动驾驶仪的组合；飞机操稳特性得到根本改善。

**【思考题】**

电传操纵系统与传统的液压助力操纵系统有何区别？

.....

**2.1.4.4.配平操纵**

**【知识掌握程度】**

掌握配平操纵的工作原理以及工作特点。

**【知识点】**

现代运输机普遍采用液压助力式主操纵系统，其配平操纵的基本原理是通过配平操纵机构控制感力定中配平机构（或称为调整片效应机构），使该机构重新定中，从而减小或消除操纵力，达到配平的目的。

配平操纵机构包括配平电门、配平轮或配平手柄等，配平操纵方向与主操纵方向一致。现代运输机俯仰配平包括人工机械配平、主电动配平和自动驾驶配平三种方式，其中人工机械配平方式的优先级别最高，自动驾驶配平的优先级别最低。

可调水平安定面按配平指令相应偏转，配平后升降舵回中，以减小阻力，保证操纵性。飞机起飞前应根据飞机的载重和平衡等情况进行水平安定面的预配平操作，即将可调水平安定面调节到“起飞（绿区）”位置，以保证飞机的起飞性能，否则推油门起飞会发出起飞形态警告。

**【思考题】**

无助力操纵系统的配平和液压助力式主操纵系统的配平有何区别？

.....

**2.1.4.5.增升装置操纵**

**【知识掌握程度】**

掌握增升装置操纵的工作特点。

**【知识点】**

现代运输机增升装置通常包括后缘襟翼和前缘缝翼，有时还有前缘襟翼（克努格襟翼），通常由襟翼手柄统一控制。

增升装置收放的正常动力为液压，备用动力为电动或液压。

驾驶员应根据襟翼指位表、灯、图形等指示来判断增升装置的工作位置。通常增升装置操纵系统具有襟翼过载保护和不对称保护功能。

增升装置（包括后缘襟翼、前缘装置）应在起飞前放规定位置，否则推油门起飞会发出起飞形态警告。

**【思考题】**

驾驶员判断襟翼实际工作位置的依据是什么？

.....

**2.1.4.6.扰流板操纵**

**【知识掌握程度】**

掌握飞机减速板/扰流板的功用及使用。

**【知识点】**

一、减速板/扰流板的功用

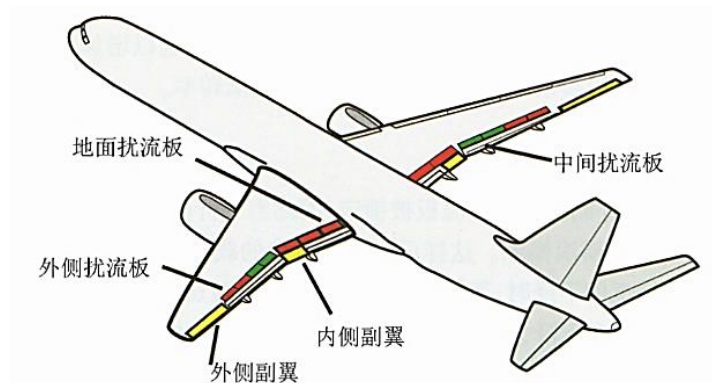
减速板设计用于破坏流过机翼表面的气流，增加阻力并减小升力。增加阻力可以使飞机减速，着陆时可帮助缩短着陆滑跑距离。减小飞机升力意味着起落架可以更快感受到飞机的全部重量，从而增加机轮的刹车效率。现代运输机的减速板/扰流板还可用于空中减速、增加下降率和协助横滚操纵或提供紧急情况下的横滚操纵。

安装扰流板的优点是：

1、作为横滚操纵装置。这样可以允许减小外侧副翼的尺寸，可以安装更长的后缘襟翼，从而减小着陆速度。

2、起到增加阻力减小升力的作用，可以在不减小发动机功率的情况下降低升力 / 速度并增加下降率。对涡轮发动机，这是一个很重要的功能，因为发动机在功率减小后需要时间来恢复。

3、可以允许更高的最大可操纵速度，因为相对于外侧副翼，安装在机翼中间和内侧的扰流板产生的气动载荷，对机翼的扭转变形影响更小。

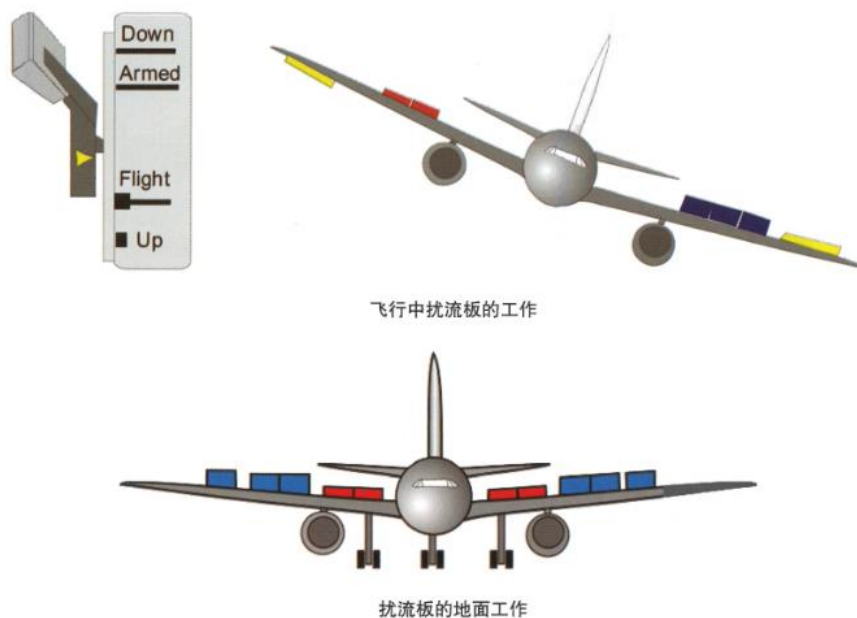


## 二、减速板/扰流板的使用

### 1、飞行中的工作

用于减小空速和/或增加飞机的下降率。这种情况下，飞行员可以把扰流板手柄从放下卡位移到飞行卡位，使扰流板升起，增加阻力减小升力。

辅助横滚操纵。许多飞机自动将驾驶盘的输入连接到外侧扰流板和副翼。在这种设计中，当飞行员操纵飞机压坡度时，使机翼下降（副翼上偏）一边的扰流板也成比例地升起以增加阻力和减小升力，而使机翼上升（副翼下偏）一边的扰流板保持收起。这样可以帮助抵消反向偏航效应和增加滚转率。



### 2、载荷降低功能

在某些飞机上，当飞机空速增加时，外侧副翼和扰流板被锁定，因此当飞行员输入横滚命令时它们不会工作。内侧副翼和中间扰流板执行横滚操纵。这样可以防止过大的载荷作用于外侧机翼结构。

### 3、高速和高高度飞行时的空中减速

飞机在高速和高高度飞行时，需要空中减速来防止超过机翼的临界马赫数，否则可能导致激波失速。

### 4、地面工作

在着陆时，飞行员可以选择扰流板手柄到“预位”位，当飞机接地并满足一系列条件（扰流板手柄在预位位置，且油门杆在飞行慢车位，且主轮滚转）后，所有扰流板自动升起至全偏位，并且扰流板手柄移动到升起卡位，这样可以使升力迅速减小。

不管什么原因，飞行员移动油门杆（只要不是选择反推）来增加功率，扰流板会自动收回并且手柄移动到放下位。

总之，对扰流板的工作，最标准的做法是：在低速时使用外侧扰流板进行横滚操纵；飞行中使用中间扰流板进行减速和卸升；着陆或中断起飞时，使用外侧、中间和内侧的所有扰流板减小升力。某些飞机在飞机速度增加到一定值后，外侧扰流板和副翼一起停止工作。

扰流板应在起飞前收好，否则推油门起飞会发出起飞形态警告。

#### 【思考题】

扰流板是如何辅助横滚操纵的？

~~~~~

2.1.5.飞机燃油系统

2.1.5.1.飞机燃油系统的类型及特点

【知识掌握程度】

了解飞机燃油系统的类型及各自特点。

【知识点】

飞机燃油系统的类型分为单发选择供油系统，双发独立与交输供油系统，多发总汇流管供油系统，其中单发选择供油系统用于单发飞机。

一、双发独立与交输供油系统

双发飞机采用正常独立供油方式、交输供油方式和抽吸供油方式。

二、多发总汇流管供油系统

三发及以上飞机采用各主油箱可独立向相应发动机供油，也可向总汇流管供油再分配给其它各发动机。

【思考题】

双发独立与交输供油系统有哪些供油方式？

.....

2.1.5.2.飞机燃油系统典型部件及功能

【知识掌握程度】

了解飞机燃油系统典型部件及功能。

【知识点】

一、燃油箱

1、按位置分类：机翼油箱，机身（中央）油箱，机翼或机身辅助油箱。按结构分类：结构油箱，固定油箱（包括硬壳式油箱和软油箱）。

2、油箱通气目的：消除油箱内外压差，保证供油和加油顺利；飞行中给油面提供正压，辅助供油；排出燃油蒸汽，防止形成爆燃条件。

二、燃油泵

1、增压泵：浸入式电动离心泵。

2、超控泵：出口处的单向活门打开压力低，控制油箱供油顺序。

3、引射泵：用于将无泵油箱的燃油抽入消耗油箱，也可用于增压泵进口处防水分集中进入供油管。

4、搜油泵：将辅助油箱剩余燃油抽入主油箱。

5、转输泵：将某油箱燃油转输至其他油箱或放油管路。

三、燃油滤

分为粗油滤和细油滤，作用是滤除燃油中的机械杂质和水分，保证油液清洁。燃油滤具有旁通功能，油滤旁通时驾驶舱中提供有油滤堵塞信号灯指示。

四、控制活门

1、油箱选择活门：用于选择供油油箱。

2、燃油关断活门：正常供油时打开，发动机停车或灭火时被关断。交输活门：正常供油时关断，交输供油时打开。

【思考题】

飞机燃油箱为什么需要通气？

.....

2.1.5.3.飞机燃油系统的供油方式

【知识掌握程度】

了解飞机燃油系统的供油方式。

【知识点】

一、独立供油方式

独立供油为正常供油方式，供油可靠性最高。在该方式下，交输活门关断，所有电动增压

泵打开，先把机身油箱燃油供给发动机，再把机翼油箱燃油供给相对应的发动机。

二、交输供油方式

在双发变单发或需要进行左右机翼油箱油量平衡时采用交输供油，供油可靠性稍差。在转换供油方式过程中要严格按照手册规定的操作顺序，防止供油中断导致发动机停车。

三、抽吸供油方式

某机翼油箱所有增压泵都失效时，相应发动机处于抽吸供油方式，由发动机驱动燃油泵通过旁通活门从机翼油箱抽吸燃油。

抽吸供油方式供油可靠性较差，驾驶员应注意观察发动机工作状态。

【思考题】

飞机燃油系统油箱正常供油的顺序是怎样的？

.....

2.1.5.4.油箱加油

【知识掌握程度】

了解飞机燃油油箱加油方式；

掌握加油过程中的注意事项。

【知识点】

飞机燃油系统油箱加油方式包括重力加油和压力加油。重力加油通常是小型飞机唯一的加油方式，也可作为大中型运输机的备用加油方式。而压力加油是运输机加油的主要方式，其优点是加油速度快，受外界污染少。

油箱加油顺序是先加机翼主油箱，后加机身油箱，并保证左右机翼油量平衡。

加油时注意事项：严禁烟火，车辆远离；三接地防静电；雷达关，高频通信关，不能检查电器设备；防污染；加油一段时间后放沉淀或取样化验；燃油牌号、计量单位、油量正确；加油后盖好加油口盖。

【思考题】

飞机燃油系统油箱加油有哪些注意事项？

.....

2.1.5.5.空中放油

【知识掌握程度】

理解空中放油的作用；

了解空中放油的注意事项及程序。

【知识点】

很多中远程飞机设有空中放油系统，飞机空中放油的主要目的是减小重量，防止飞机超重着陆，

在紧急迫降时避免爆炸起火。

空中放油系统的型式包括重力放油系统和动力放油系统。

飞机空中放油的注意事项：遵从空中交通管制的指挥，到指定空域、规定高度放油；放油时注意避开居民区和工业区，以确保地面人员和财产安全；放油时飞机应处于净形状态，防止污染飞机、防止飞机着火；确保留有足够的剩余油量。

【思考题】

现代运输机空中放油有哪些注意事项？

.....

2.1.5.6.飞机燃油系统的控制与指示

【知识掌握程度】

了解飞机燃油系统的控制与指示。

【知识点】

一、增压泵电门

控制电动增压泵的接通与断开。

二、交输供油选择器

控制交输活门的打开与关闭。

三、燃油量表

通常采用电容式油量传感器，以磅或公斤为单位指示油量。

四、增压泵工作灯与低压警告灯

有些飞机增压泵工作正常时有相应绿灯指示。当泵出口压力低于正常值时低压警告灯亮。

五、燃油温度表

指示某一机翼油箱燃油温度。油液温度低于一定值时，应采取一定措施，例如增大飞机速度进行气动加热。

六、燃油滤堵塞信号灯

表示相应油滤滤芯堵塞并处于旁通状态，驾驶员应做好飞行记录。

七、活门位置指示灯

指示燃油关断活门、交输活门的实际工作位置。

【思考题】

燃油量表通常采用重量单位还是容积单位指示？

~~~~~

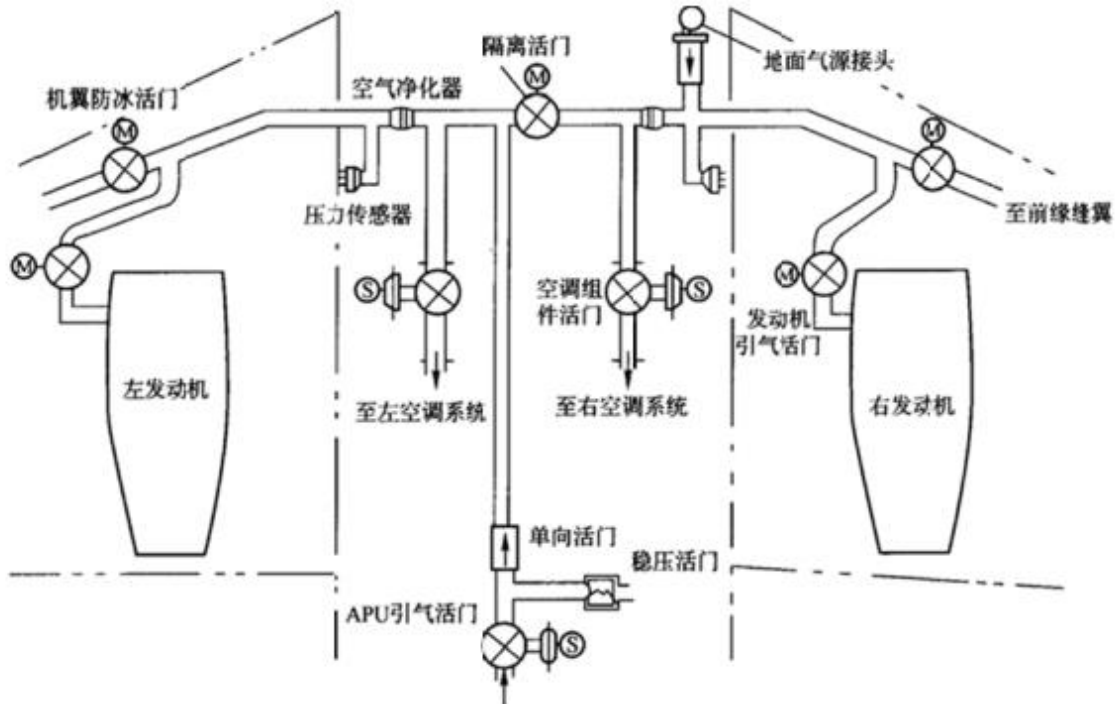
## 2.1.6.飞机气源系统

### 2.1.6.1.引气来源及控制

#### 【知识掌握程度】

了解飞机气源系统的功能；  
掌握现代运输机的引气来源及控制。

#### 【知识点】



现代运输机气源系统的引气来源包括发动机压气机，APU 压气机和地面气源。通常用于座舱空调增压供气、液压油箱增压、飞机机翼除/防冰、发动机防冰、水箱增压、发动机起动等。

气源系统中的引气控制包括压力控制、温度控制和通断控制。主要控制活门包括调压关断活门和预冷器控制活门。

#### 【思考题】

现代运输机气源系统的主要引气来源是什么？

.....

### 2.1.6.2.飞机气源系统的控制与指示

#### 【知识掌握程度】

了解飞机气源系统的控制与指示。

#### 【知识点】

一、引气电门

打开或关断相应发动机或 APU 引气活门。

## 二、隔离电门

控制隔离活门的工作。

## 三、跳开复位按钮

用于引气跳开等警戒灯的复位。

## 四、气源压力表

气源压力表指示引气管道压力。

## 五、机翼机身过热灯

指示引气管道漏气。

## 六、引气跳开灯

指示引气超温或超压导致引气活门自动关断。

### 【思考题】

飞机气源系统引气活门跳开的主要原因有哪些？

~~~~~

2.1.7.飞机座舱空调系统

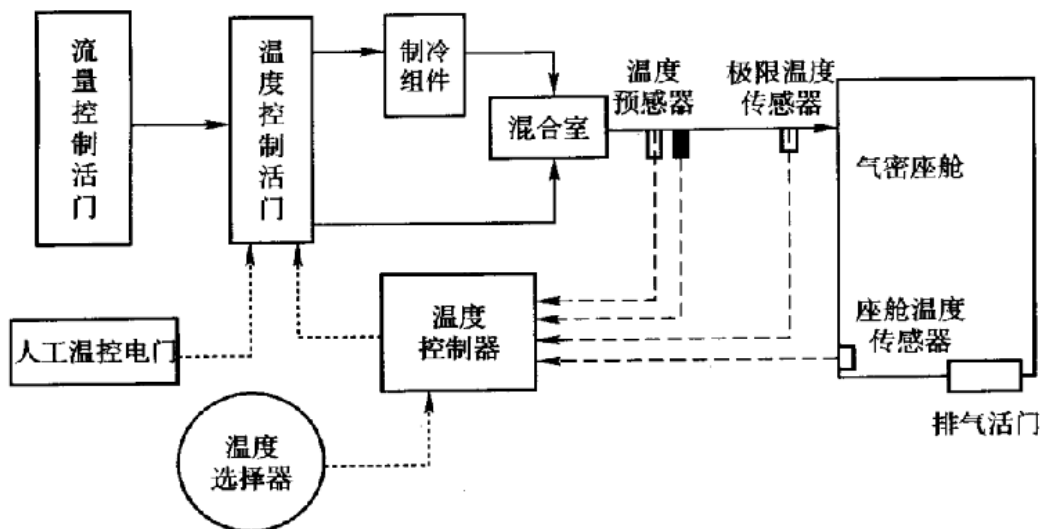
2.1.7.1.座舱调温的基本原理

【知识掌握程度】

掌握飞机座舱调温的基本原理。

【知识点】

飞机座舱调温的基本方法是保持向座舱的供气量基本恒定，控制供给座舱的空气温度（即空调供气温度）以满足座舱适宜温度要求。



座舱温度调节与控制的基本原理是通过控制空气混合活门（热门和冷门）的开度，从而控制冷、

热路空气的混合比例，得到所需供气温度，使座舱温度满足选择的要求。

【思考题】

现代运输机座舱调温的基本原理是什么？

.....

2.1.7.2.引气制冷方式、部件及功能

【知识掌握程度】

了解飞机空调引气制冷方式及各自原理；

了解空气循环制冷系统的主要组成部件及功能。

【知识点】

飞机空调引气制冷方式包括蒸发循环制冷和空气循环制冷两种方式。

一、蒸发循环制冷方式

基本工作原理是通过制冷剂相变来吸热制冷。

二、空气循环制冷方式

1、基本工作原理：是发动机引出的高温高压引气经热交换器初步冷却后，再经冷却涡轮进行膨胀降温，由此获得冷空气。

2、组成：空气循环制冷系统在现代运输机上得到广泛采用，其空调组件包括热交换器、压气机、冷却涡轮、风扇、水分离器等部件。

(1) 热交换器

利用与冲压冷空气换热冷却空调引气。

(2) 压气机

由冷却涡轮驱动，吸收涡轮功，提高涡轮进口压力以提高冷却涡轮降温效率。

(3) 冷却涡轮

由热空气膨胀作功驱动，消耗热引气的内能而降温。与压气机同轴，并称空气循环机(ACM)。

(4) 风扇

抽吸冷空气加速流过热交换器。三轮式空气循环机风扇也吸收涡轮功。

(5) 水分离器

分离冷却涡轮出口(或入口)冷空气中水分并喷入冲压空气入口，提高热交换器效率，减小供气湿度，防涡轮出口结冰。

【思考题】

空气循环制冷与蒸发循环制冷有何不同？

.....

2.1.7.3.座舱温度控制方式

【知识掌握程度】

了解座舱温度控制的两种方式及各自特点。

【知识点】

座舱温度控制方式包括自动方式和人工方式。

一、自动方式

正常情况下驾驶员应选择座舱温度自动控制方式。

在该方式下，由温度控制器根据驾驶员预选座舱温度和座舱实际温度值等信号自动控制空气混合活门（热门和冷门）的开度，调节热路及冷路空气流量，从而控制空调供气温度和座舱温度。

二、人工方式

自动方式失效时，驾驶员应选择座舱温度人工控制方式。

在该方式下，由驾驶员利用人工调温旋钮直接控制空气混合活门（热门和冷门）的开度，而不通过自动温度控制器。

【思考题】

座舱温度控制的自动方式和人工方式有何不同？

.....

2.1.7.4.座舱空调系统的操作与指示

【知识掌握程度】

了解座舱空调系统的操作与指示。

【知识点】

一、空调组件电门

控制空调组件活门的通断，即空调组件开关。

二、空调组件跳开灯

指示空调组件工作温度过高而导致空调组件活门自动关闭。

三、座舱温度选择器

在座舱温度自动控制方式下给自动温度控制器输入座舱预选温度信号。在座舱温度人工控制方式下直接控制空气混合活门（热门和冷门）开度。

四、空气温度表

指示座舱实际温度或空调供气温度。

五、空气混合活门位置指示

指示空气混合活门（热门和冷门）的实际工作位置。

六、管道过热灯

指示空调供气管道温度过高。



【思考题】

座舱温度选择器的作用是什么？

~~~~~

## 2.1.8.飞机座舱增压系统

### 2.1.8.1.座舱增压控制参数

#### 【知识掌握程度】

了解座舱增压系统控制参数的定义；  
掌握座舱增压系统控制参数的限制。

#### 【知识点】

##### 一、座舱高度

座舱高度是指座舱内空气绝对压力所对应的海拔高度。

根据 CCAR-25 部第 25.841 条 (a) 款规定，当运输机以最大使用高度飞行时，座舱增压系统应保证在正常情况下增压座舱高度不超过 2438 米 (8000 英尺)；当飞机需要在 7620 米 (25000 英尺) 以上飞行时，必须保证在增压系统失效时座舱高度不超过 4572 米 (15000 英尺)。

##### 二、座舱高度变化率

座舱高度变化率是指座舱高度的变化快慢程度。

现代大中型民航客机通常限制座舱高度爬升率不超过 500 英尺/分钟，座舱高度下降率不超过 350 英尺/分钟。

##### 三、座舱余压

座舱余压是指飞机气密座舱内外气压之差。

座舱余压也称为座舱增压载荷，飞机能承受的最大余压值取决于座舱的结构强度。现代大中型民航客机通常限制座舱余压不超过 7~9 PSI。

**【思考题】**

现代大中型民航客机通常限制座舱高度变化率为多少？

**【法规出处】**

CCAR-25 部：第 25.841 条 增压座舱

.....

**2.1.8.2.座舱增压控制基本原理**

**【知识掌握程度】**

理解座舱增压控制的基本原理。

**【知识点】**

飞机座舱增压控制的目的是保证在给定的飞行高度范围内，飞机座舱高度及其变化率满足乘员较舒适生存的需求，同时还要保证飞机结构安全。

飞机座舱增压控制的基本原理是保持向气密座舱的空调供气量不变，通过控制排气活门开度从而改变排气量的方法来调节座舱压力，满足飞机运行过程中对座舱高度、座舱高度变化率和余压的要求。

**【思考题】**

飞机增压座舱压力调节的基本原理是什么？

.....

**2.1.8.3.座舱增压规律**

**【知识掌握程度】**

了解座舱压力制度的定义和分类。

**【知识点】**

座舱增压规律即飞机气密座舱内空气绝对压力（或座舱高度）和余压随飞机飞行高度变化的规律，也称座舱压力制度。

根据各飞行阶段的座舱增压控制特点不同，旅客机采用的座舱压力制度有如下三种：

一、自由通风+高度保持+余压保持

飞机起降过程中发动机功率损失小；起降过程中乘员乘坐舒适性较差。

二、高度保持+余压保持

飞机起降过程中发动机功率损失大；起降过程中乘员乘坐舒适性较好。

三、预增压+比例控制+余压保持

起降过程中乘员乘坐舒适性好；飞机起降过程中发动机功率损失较大，对发动机功率要求较高；广泛应用于现代运输机。

**【思考题】**

现代运输机座舱增压控制规律有什么特点？

.....

**2.1.8.4.座舱增压安全措施**

**【知识掌握程度】**

掌握座舱增压系统的安全措施。

**【知识点】**

一、正压释压活门

正压释压活门在飞机座舱余压超过一定值时打开，释放过高压力，防止余压过大危害飞机结构安全。

二、负压释压活门

负压释压活门在座舱出现负余压时打开，防止因过大负余压导致飞机结构损坏。

三、座舱高度警告

由于增压座舱结构受损失密或引气失效等原因，飞机座舱高度超过 10000 英尺时，驾驶舱警告指示器发出音响或目视信号。

**【思考题】**

飞机座舱增压系统负压释压活门的功用是什么？

**【法规出处】**

CCAR-25 部：第 25.841 条 增压座舱

.....

**2.1.8.5.座舱增压系统的操作与指示**

**【知识掌握程度】**

掌握座舱增压系统的操作与指示。

**【知识点】**

一、座舱增压方式选择旋钮

用于选择座舱增压方式，例如自动方式、备用方式或人工方式，自动增压方式失效时可转为备用方式，备用方式失效时可转为人工方式。

二、增压方式故障灯或工作灯

指示某增压方式故障或正常工作。



三、座舱高度、座舱高度变化率、座舱余压指示分别指示三个增压控制参数的实际值。

**【思考题】**

飞机座舱增压系统工作指示包括哪些参数指示？

~~~~~

2.1.9.飞机除/防冰系统

2.1.9.1.飞机易结冰部位及危害

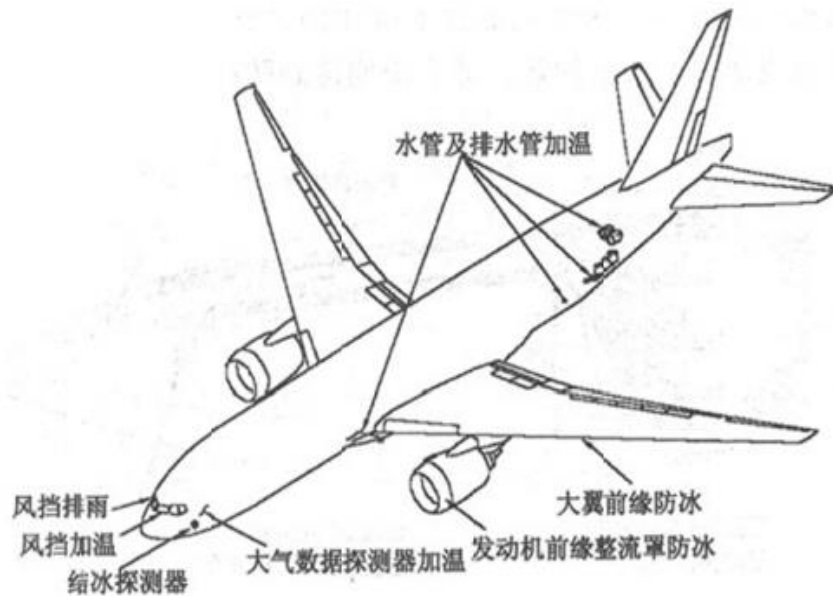
【知识掌握程度】

掌握飞机易结冰部位及结冰的危害。

【知识点】

飞机易结冰部位主要有有机翼和尾翼前缘、风挡、发动机进气口、空速管、迎角传感器、大气总温传感器等。

飞机结冰的危害包括：飞机气动性能变差；风挡玻璃能见度降低；发动机性能下降；有关仪表读数不准等。



【思考题】

飞机上哪些部位容易结冰？

【法规出处】

AC-91-FS-18: 5.2.1 结冰的形成, 5.2.2 翼型结冰的一般影响, 5.2.3 机翼积冰的影响, 5.2.4 结冰对横滚操纵的影响, 5.2.5 平尾结冰, 5.2.6 螺旋桨结冰, 5.2.7 天线结冰, 5.2.8 冷却入口结冰, 5.2.9 关键系统结冰的影响

.....

2.1.9.2.飞机除/防冰方式及原理

【知识掌握程度】

掌握飞机除/防冰方式及工作原理。

【知识点】

飞机的除/防冰方式主要有气动除冰、气热除/防冰、电热除/防冰、液体除/防冰。

一、气动除冰的原理是让铺设在防护表面的除冰带充气膨胀使已结冰层破碎，并利用外界气流吹除。

二、气热除/防冰的原理是利用热空气进入防护表面内的防冰腔加热防护部位而防止其结冰或除冰。

三、电热除/防冰的原理是让电阻加热元件通电发热而对防护部位加温防冰或除冰。

四、液体除/防冰的原理是将冰点较低的除/防冰液体喷洒在防护表面与水或过冷水混合而进一步降低冰点温度，防止结冰或让冰层松动而除冰。

【思考题】

飞机的主要除/防冰方式有哪些？

【法规出处】

AC-91-FS-18: 5.2.13 防冰系统, 5.2.14 除冰系统

.....

2.1.9.3.飞机结冰探测

【知识掌握程度】

了解飞机结冰探测装置的功用；

了解飞机结冰探测装置的分类及各自特点。

【知识点】

飞机结冰探测装置的功用是探测、显示飞机、发动机结冰情况，有时也用以自动接通飞机除/防冰装置。

飞机结冰探测装置按工作原理分为直观式和自动式结冰信号器两大类。

一、直观式结冰探测装置

即结冰探棒，可靠性高，便于观察。

二、自动式结冰信号器

包括振荡式、压差式、放射性同位素结冰探测器等，其中振荡式结冰探测器在现代大中型民航运输机上得到了广泛应用。

【思考题】

现代民航运输机主要采用什么类型的飞机结冰探测装置？

【法规出处】

AC-91-FS-18: 5.2.16 结冰探测

.....

2.1.9.4.飞机除/防冰系统的工作与指示

【知识掌握程度】

了解飞机除/防冰系统的工作与指示。

【知识点】

一、飞机机翼除/防冰系统

现代运输机机翼通常采用气热除/防冰方式，可靠性高，但消耗能量较多，会导致发动机耗油量增大。

机翼防冰活门可由机翼防冰电门人工控制打开，也可由机翼防冰计算机自动控制打开。由活门位置指示灯指示机翼防冰活门的开关状态。

可伸缩套管保证了前缘缝翼在不同位置都能进行除/防冰工作。

二、发动机防冰系统

现代运输机的发动机通常采用气热防冰方式。

发动机防冰活门可由发动机防冰电门人工控制打开，也可由发动机防冰计算机自动控制打开。由活门位置指示灯指示发动机防冰活门的开关状态。

三、风挡玻璃防冰系统

现代飞机座舱风挡玻璃（特别是前部风挡玻璃）通常采用电热防冰方式。

风挡电加温元件埋设在风挡玻璃夹层当中，分为电阻丝式和电热膜式。由风挡加温电门控制系统打开，由风挡加温控制组件控制风挡温度在适当范围内。

风挡玻璃加温也有除雾和提高抗冲击韧性的作用。

由“接通”灯的亮灭指示加温电路通电与否。由“过热”灯指示风挡工作温度过高的状态。

四、大气数据探头防冰系统

空速管、迎角传感器、大气总温传感器等大气数据探头采用电热防冰方式。

【思考题】

现代民航运输机发动机防冰系统通常采用何种防冰方式？

.....

2.1.9.5.飞机地面除/防冰

【知识掌握程度】

- 了解飞机地面除/防冰的条件；
- 掌握一步法和两步法除冰的工作程序；
- 掌握除冰/防冰液保持时间的影响因素。

【知识点】

当外界气温接近摄氏零度，特别是飞机在停机坪过夜或短停时间过长，或飞机在有雪水的跑道上滑行过时，应进行飞机起飞前结冰情况检查，如有冰、雪或霜存在时，应按要求彻底除去，并保持一定的防冰时间，以确保飞机安全起飞。

飞机地面除/防冰的主要材料是热水、各种类型的化学除冰液和防冰液。除冰液和防冰液通常为冻结温度远低于冰点的化学溶液，例如甲醇、乙醇、乙二醇、异丙基酒精或它们的混合溶液。

除冰/防冰液的保持时间表由航空公司综合考虑 AEA、ISO 等相关国际标准和民航维修行业标准以及除冰/防冰液生产厂家的推荐来制订，经局方批准后实施。除冰/防冰液的预计保持时间从除冰/防冰操作的开始时刻计算（单步骤程序，亦称“一步法”）或从第二步操作开始时刻计算（双步骤程序，亦称“两步法”）。除冰/防冰液的保持时间会因天气条件、使用方法和存放控制等条件的不同而改变。应根据所使用的除冰/防冰液型号，选用相应保持时间表，根据外界大气温度、液体浓度和气象条件的对应关系得出相应保持时间。

【思考题】

防冰保持时间从哪一时刻开始计算？

【法规出处】

AC-91-FS-18: 6.3.5 影响保持时间的可变因素，6.4.1 除冰和防冰程序

~~~~~

### 2.1.10.飞机风挡排雨系统

#### 【知识掌握程度】

了解飞机风挡排雨方式及各自工作原理。

#### 【知识点】

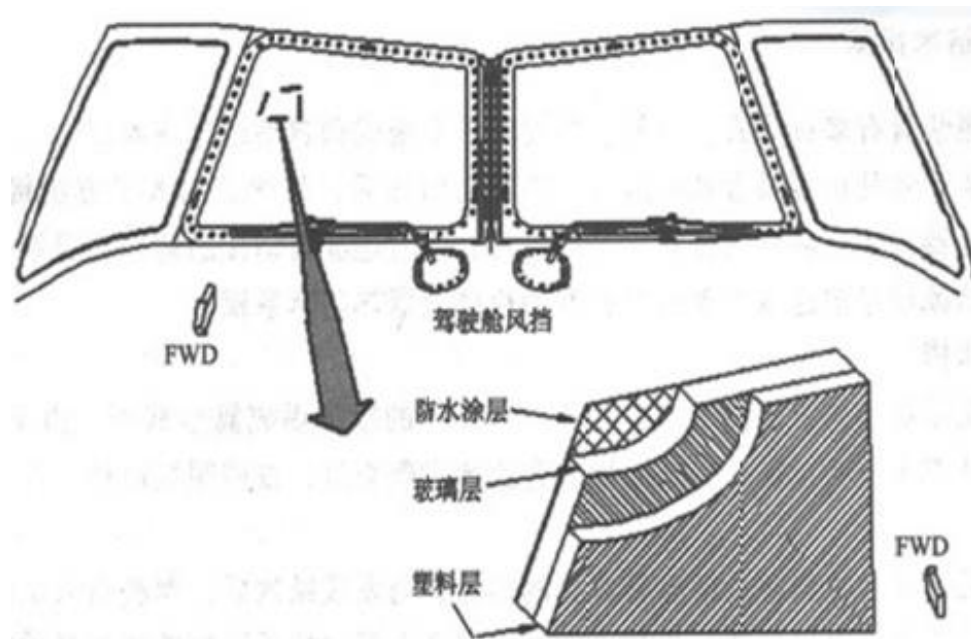
飞机风挡排雨方式主要有：风挡雨刷、排雨液、厌水涂层。

一、风挡雨刷排雨原理是由电机或液压马达驱动雨刷来回运动从而刷除风挡玻璃表面雨水。

二、排雨液排雨原理是将排雨液喷洒在玻璃表面与雨水混合形成透明薄膜，雨水在薄膜上不能形成水膜而成水珠，由气流吹除或雨刷刷除后，使风挡保持透明。

三、厌水涂层排雨原理是在风挡玻璃外表面形成一层不吸附雨水、对雨水有强排斥作用、使雨

水呈珠状从玻璃上快速滚落的涂层。



**【思考题】**

飞机座舱风挡玻璃防水涂层的排雨原理是什么？

~~~~~

2.1.11.飞机氧气系统

2.1.11.1.氧气源及供氧方式

【知识掌握程度】

了解飞机氧气系统的氧气源及各自供氧特点。

【知识点】

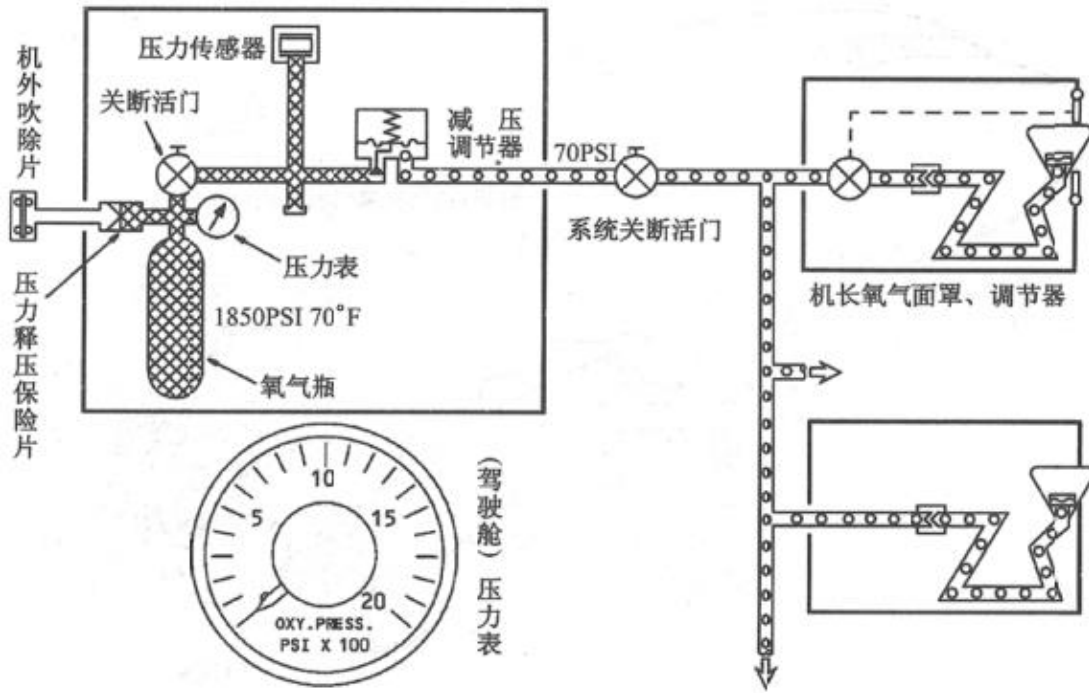
飞机氧气系统的氧气源主要有氧气瓶、化学氧气发生器以及便携式供氧设备。

一、氧气瓶灌充“航空人员呼吸用氧”，其规格为 99.5% 纯氧，每公升含水量不超过 0.005 毫克。氧气瓶按充氧压力分为高压氧气瓶和低压氧气瓶，高压氧气瓶瓶体为绿色，正常充氧压力为 1800~1850 PSI，低压氧气瓶瓶体为淡黄色，正常充氧压力为 400~425 PSI。

二、化学氧气发生器灌充氯酸钠和铁粉的混合物，在触发时发生化学反应而产生氧气。化学氧气发生器一旦被触发就不能中断，直到化学反应结束，供氧持续时间大约为 12 分钟。

三、便携式供氧设备（PBE）可作为防护性供氧或应急医疗用氧，供机组成员或旅客使用，通常由小型氧气瓶供氧。

现代运输机机组氧气系统常由高压氧气瓶供氧，使用快戴式氧气面罩，通过供氧调节器可选择正常稀释断续供氧或 100% 纯氧断续供氧以及应急连续正压供氧方式工作；旅客氧气系统常由化学氧气发生器供氧，采用连续稀释供氧方式工作。



【思考题】

机组氧气系统的供氧方式有什么特点？

.....

2.1.11.2.飞机氧气系统的使用注意事项

【知识掌握程度】

掌握飞机氧气系统的使用注意事项。

【知识点】

为保证安全，氧气瓶具有过热释放功能，机外有氧气瓶过热释放指示膜片，飞机飞行前驾驶员应检查膜片完整性。

应注意部分供氧方式不具有防烟功能，例如驾驶员的正常稀释供氧方式以及旅客连续供氧方式，只能用于座舱失密情况下的供氧。

旅客氧气系统的启动方式有人工方式、自动方式和机械方式。在自动方式下，通常当座舱高度达 14000 英尺时，旅客氧气面罩会自动掉下，下拉氧气面罩即可触发化学氧气发生器。

另外，为了保证飞行安全和避免用氧伤害，还应严格遵循氧气系统安全使用注意事项。地面维护时应注意采取适当的防火措施，保持氧气设备清洁，及时向氧气瓶充氧保持一定压力值，定期对氧气系统进行泄漏试验等。飞行中使用时应注意严禁明火，避免氧气与油脂接触，避免接触和搬动氧气发生器，避免检查电气和无线电设备等。

【思考题】

安全使用飞机氧气系统有哪些注意事项？

电烟雾探测器、离子型烟雾探测器等。

火警信号装置将监控组件的输出信号转换为目视和声响警告信息，包括主警告（红色火警灯及火警铃）和 ECAM 或 EICAS 上的文字警告信息。

【思考题】

飞机火警信号有哪些形式？

.....

2.1.12.3.飞机灭火系统

【知识掌握程度】

了解飞机灭火系统的分类及各自工作特点。

【知识点】

飞机灭火系统分为固定式灭火系统和手提式灭火器。

一、固定式灭火系统

是固定安装的专用灭火系统，由灭火瓶、喷射导管和灭火控制组件组成。主要用于发动机和 APU 灭火，某些飞机货舱和卫生间也采用固定灭火系统。机体上有红色指示膜片和黄色指示膜片分别表示灭火瓶是否发生了过热释放和正常释放。

飞机上的卫生间灭火一般自动进行，其它区域当出现火警，可通过驾驶舱内相应的灭火开关控制各区域的灭火，即驾驶员操纵灭火电门控制灭火瓶释放灭火剂，灭火管路将灭火剂导向灭火区喷出。

二、手提式灭火器

用于飞机舱内灭火，主要采用卤代烃灭火剂或水。

【思考题】

飞机上哪些部位使用固定式灭火系统？

【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.308 条 厕所防火

第 121.309 条 应急设备

~~~~~

### 2.1.13.飞机应急设备

#### 2.1.13.1.飞机应急出口/滑梯/救生筏

**【知识掌握程度】**

掌握飞机应急出口/滑梯/救生筏的功用。



**【知识点】**

一、应急出口

现代运输机上可作为应急出口使用的包括旅客登机门、勤务门，以及专用应急出口，如翼上应急出口、驾驶舱侧窗户等。

二、滑梯

供在陆地着陆的飞机乘员在紧急情况下快速撤离飞机使用。

滑梯处于预位状态下打开舱门将导致滑梯放出并自动充气鼓胀。

三、救生筏

用于迫降水上的机上乘员撤离飞机使用。

有些飞机有专用的水上救生筏，有些飞机把充气正常的滑梯作为救生筏使用，称为滑梯/救生筏。

**【思考题】**

现代运输机的应急出口在哪里？

**【法规出处】**

CCAR-121 部：第 121.310 条 附加应急设备

.....

2.1.13.2.其它应急设备

**【知识掌握程度】**

了解飞机应急设备的功用。

**【知识点】**

飞机其它应急设备主要包括：紧急出口灯、救生绳、急救药箱和氧气瓶、扩音喇叭、紧急定位发射机、应急斧等。

- 1、紧急出口灯分布于整个客舱内部和外部，为许可的应急出口路线提供照明。救生绳用于帮助机组成员从驾驶舱侧窗户滑到机外地面。
- 2、急救药箱和氧气瓶用于抢救急症病人或紧急情况下抢救乘客。
- 3、扩音喇叭方便机组成员在紧急情况下指挥旅客快速撤离危险区。
- 4、紧急定位发射机（ELT）帮助营救人员查找降落在机场外的飞机位置。
- 5、应急斧用于舱门变形打不开时破门而出。

**【思考题】**

飞机上救生绳的作用是什么？

**【法规出处】**

CCAR-91 部：第 91.205 条 应急和救生设备

CCAR-121 部：第 121.309 条 应急设备

~~~~~

2.1.14.电气系统

2.1.14.1.蓄电池

【知识掌握程度】

- 了解蓄电池的分类；
- 理解飞机蓄电池的功用；
- 理解镉镍蓄电池的结构、原理及工作特点。

【知识点】

一、蓄电池分类

蓄电池是化学能与电能相互转换的装置。按电解质的性质不同，飞机上使用的蓄电池分为酸性蓄电池、碱性蓄电池和有机溶液蓄电池。

- 1、常用的酸性蓄电池是铅蓄电池，其电解质是硫酸。
- 2、常用的碱性蓄电池是镉镍蓄电池，其电解质是氢氧化钾。
- 3、常用的有机溶液蓄电池是锂离子电池。

二、镉镍蓄电池

具有较高的可靠性，能在剧烈的冲击、加速度和压力条件下正常工作，寿命长，因此广泛应用于民航运输飞机上。

镉镍蓄电池的镉负极为镉粉，正极板上的活性物质为碱式氧化镍或氢氧化镍，电解液是氢氧化钾的水溶液。放电时，正极板的氢氧化镍转化为氢氧化亚镍，负极板的镉转化为氢氧化镉，而电解液中的氢氧化钾并无消耗；充电时的变化则正好相反。镉镍蓄电池在充放电过程中，电解液中的氢氧化钾并无增减，故电解液的密度和液面高度几乎不变。

三、蓄电池的功用

- 1、飞机蓄电池用作飞机上的备用电源或应急电源。
- 2、大型飞机的 APU 也配有专用蓄电池。

每次飞行前，应对飞机蓄电池进行电压检查，蓄电池的电压不应低于手册要求。

【思考题】

运输机上目前广泛采用何种蓄电池？

.....

2.1.14.2.交流电源的类型

【知识掌握程度】

- 理解飞机交流电源的类型；
- 理解恒速恒频交流电源的组成特点；
- 了解恒速装置的基本组成及各组成部分的功用；

了解变速恒频交流电源的组成及各组成部分的功用。

【知识点】

一、飞机交流电源的类型

飞机交流电源系统有恒频交流电源和变频交流电源两种。恒频交流电源又有恒速恒频（CSCF）和变速恒频（VSCF）两种。

在变频交流电源系统中，交流发电机是由发动机通过减速器直接传动的。

恒速恒频交流电源利用恒速传动装置使发电机恒速运行，从而产生 400Hz 的恒频交流电。

二、恒速传动装置

组合传动发电机（IDG）是恒速传动装置与交流发电机组合成一个整体的装置。目前常用的是机械液压差动式恒速装置与喷油冷却发电机的组合。

使用最广的是机械液压式恒速传动装置，其主要组成包括：传动系统、滑油系统、调速系统和保护系统四大部分。

1、传动系统

传动系统包括液压泵-液压马达和差动齿轮系两大部分，发电机所需功率大部分由差动齿轮机构直接传递，液压泵和液压马达只传递一小部分功率。

2、滑油系统

滑油系统除对齿轮系统起润滑、散热作用外，同时作为液压泵与液压马达组件传递功率的介质。

3、调速系统

调速系统调节液压马达输出齿轮的转速，达到恒速输出的目的。

4、保护系统

保护系统在恒速传动装置出现故障时，可以将发电机与恒速传动装置脱开，以保护整套机构不被损坏。

三、变速恒频电源的组成

变速恒频电源是一种新型飞机电源系统。变速恒频发电系统利用电子变换器，把飞机发动机直接驱动的变频发电机产生的变频交流，变换成 115/200V 400Hz 三相交流电。变速恒频电源分为交~交型和交~直~交型。

【思考题】

飞机上的恒频交流电源有哪两种类型？

.....

2.1.14.3.交流发电机

【知识掌握程度】

- 理解无刷交流发电机的结构形式；
- 理解三级无刷交流发电机的结构组成和特点；
- 理解两级无刷交流发电机的结构组成和特点；
- 了解应急发电机的类型。

【知识点】

现代运输机常采用旋转整流器式无刷交流发电机。旋转整流器式无刷交流发电机有两种结构形式：两级式和三级式。

1、两级式无刷交流发电机由交流励磁机和主发电机组成，属于自励式发电机。为了保证起励可靠，可以采用在励磁机定子铁芯中夹入永磁片，或在励磁机磁极间嵌入永磁磁极。

2、三级式无刷交流发电机由副励磁机、主励磁机、主发电机和旋转整流器组成发电机组。三级式无刷交流发电机的优点是励磁可靠，主发电机输出短路时具有强励磁能力。

两级式和三级式无刷交流发电机都采用了旋转磁极式结构和旋转整流器。

有些飞机上还安装有冲压空气涡轮或液压马达驱动的发电机作为应急交流电源。

【思考题】

无刷交流发电机有哪几种类型？简述其结构。

.....

2.1.14.4.交流发电机的电压调节

【知识掌握程度】

- 理解交流发电机电压调节原理；
- 理解晶体管调压器的调压原理。

【知识点】

在现代运输机上广泛采用晶体管式调压器。

晶体管串联在励磁电路中，通过改变晶体管的导通比（占空比）来改变励磁电流，以调节发电机电压。

【思考题】

在晶体管调压器中，功率晶体管是如何控制发电机励磁电流的？

.....

2.1.14.5.交流发电机的并联运行

【知识掌握程度】

了解交流电源并联运行的五个条件；
了解负载均衡的概念；
理解并联供电的优缺点。

【知识点】

一、交流电源并联运行的条件

只有当发电机输出电压的波形、相序、频率、电压和相位均在规定的范围内时，发电机才能投入并联。以上条件由自动并联装置进行检测，当满足要求时，将待并联的发电机自动投入电网。

二、负载均衡的概念

自动均衡装置要保证并联运行的各发电机之间负载相等，即要求各台发电机输出的有功功率和无功功率相等。

无功负载均衡：通过调节发电机的励磁电流来实现无功负载的均衡。有功负载均衡：通过调节发电机输出电压的频率来实现无功负载的均衡。

三、并联供电的优缺点

1、并联供电的优点：供电质量高、供电可靠性高。

2、并联供电的缺点：控制和保护设备比较复杂；如果并联时有功功率和无功功率不均衡或均衡不好，将使发电机的供电能力大大降低。

【思考题】

交流发电机并联运行需要满足哪些条件？

.....

2.1.14.6.交流电源的控制

【知识掌握程度】

掌握交流电源的控制对象和控制逻辑。

【知识点】

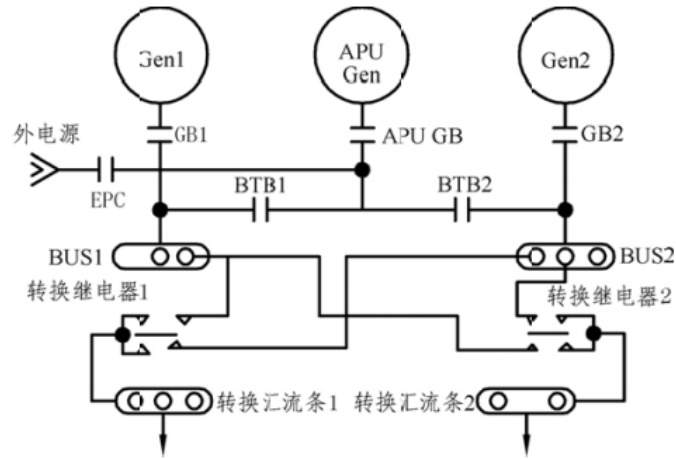
运输机上交流电源的主要控制对象通常有四个：

1、发电机励磁控制：控制发电机励磁电路的接通与断开，即决定发电机是否能够励磁发电；

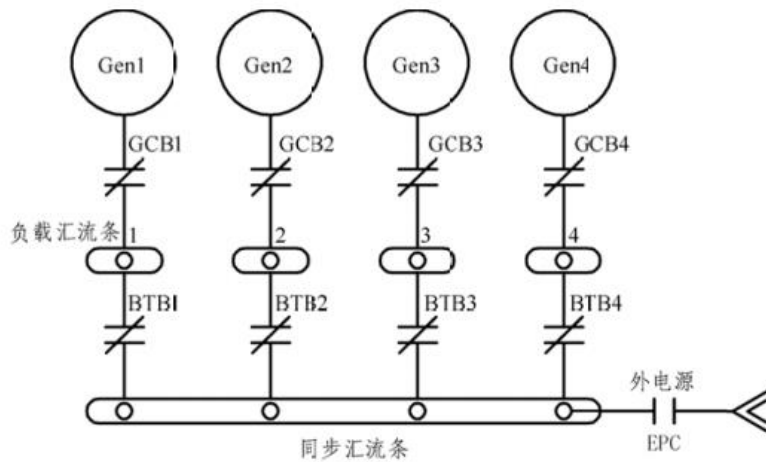
2、发电机输出控制：控制发电机能否投入电网并向各自的发电机汇流条供电，即决定发电机是否输出；

3、汇流条连接控制：决定发电机是否并联供电或发电机汇流条之间是否交互供电；

4、外电源控制：决定外电源是否向机上电网供电。



独立供电系统的控制



并联供电系统的控制

控制逻辑是根据供电方式的需要及一定的逻辑关系，控制发电和电网的开关元件，以完成发电机和电网主要汇流条的接通、断开或转换工作。

【思考题】

飞机交流电源的主要控制对象有哪些？

.....

2.1.14.7.交流发电机的故障与保护

【知识掌握程度】

理解交流发电机的主要故障类型；

了解固定延时和反延时两种保护方式及所保护的故障类型。

【知识点】

交流发电机的主要故障形式有：电压故障、频率故障、馈电线短路故障等。

1、发电机电压故障：分为过电压、欠电压、电压不稳定三种故障类型。过电压和电压不稳定故障的保护电路采用反延时方式，欠电压故障的保护电路采用固定延时方式。

2、发电机频率故障：分为过频、欠频、频率不稳定三种故障类型。频率故障的保护电路一般采用固定延时方式。

3、馈电线短路故障：主发电机定子绕组和馈电线的短路保护采用差动保护电路，保护电路的延时时间极短（几十毫秒）。

【思考题】

交流电源系统的过电压故障保护采用何种延时方式？

.....

2.1.14.8.变压整流器

【知识掌握程度】

掌握变压整流器的功用及应用场合；

了解普通变压整流器的构成及工作特点；

理解电子式变压整流器的组成及特点。

【知识点】

飞机变压整流器，用于将 115/200V 400Hz 或变频交流电转变为 28V 直流电，主要用于以交流电源为主电源的大、中型飞机上，也可用于装备变频交流电源的飞机上。

1、普通变压整流器：飞机变压整流器通常由输入滤波器、降压变压器、二极管整流电路和输出滤波器等构成，有的变压整流器中还有冷却风扇和过热保护电路等。变压整流器的输出电压不仅受输入电压大小的影响，而且随负载电流的增大而下降。

2、电子式变压整流器：将高压交流电先转变为高压直流电，再逆变为高频交流电，通过高频变压器降压后经整流滤波输出低压直流电。由于逆变器输出交流电频率高，变压器体积质量小。其输出电压不受负载和交流电源电压的影响。

【思考题】

普通变压整流器与电子式变压整流器的外特性有何不同？

.....

2.1.14.9.变流机

【知识掌握程度】

掌握变流机的功用；

了解旋转变流机的组成及工作特点；

理解静止变流器的组成及各组成部分的功用。

【知识点】

旋转变流机是将直流电变换为交流电的电动机-发电机组，分单相变流机和三相变流机两大类。变流机的工作效率普遍较低，质量功率比大，可靠性较差，已逐步被静止变流器所取代。

静止变流器将飞机上的直流电转变为 400Hz 的单相或三相交流电。静止变流器主要由两部分构成：直流变换器和直交逆变器。前者用于将低压直流电转变为高压直流电并实现电气隔离，后者将高压直流电转变为 400Hz 正弦交流电。

【思考题】

简述静止变流器的功用。

.....

2.1.14.10.典型运输机的电源分配

【知识掌握程度】

理解典型独立供电系统的电源分配形式及工作特点；

了解典型并联供电系统的电源分配形式。

【知识点】

一、典型独立供电系统的电源分配形式

1、组成：

典型的双发飞机供电系统由一个三相 115/200V 400Hz 恒频交流电源系统和一个 28V 的直流电源系统组成。

- (1) 交流电源系统由两台发动机驱动的发电机和一台 APU 驱动的发电机组成。
- (2) 交流电源的一部分通过变压整流器转换为直流电源。
- (3) 当交流电源不可用时，电瓶可以提供直流电源，并且可以通过静止变流器（变流机）把电瓶的部分电能转换为交流电供给重要的交流用电设备。
- (4) 正常情况下交流电源系统是独立（非并联）的，直流电源系统是并联的。
- (5) 部分飞机上还安装了应急发电机，在主交流电源失效时，可以向重要设备提供交流电，通过变压整流器可以向重要设备提供直流电。
- (6) 在地面，外部电源可以向飞机提供交流电从而给整个电网供电。

2、工作特点

(1) 独立配电系统中即使发生短路故障，也只对发生故障的电网产生影响，提高了工作的可靠性。但如果每个独立系统发电容量不够大，在起动大负载时会导致本系统电压显著波动；

(2) 在一组电源发生故障后，其用电设备转换到正常通道时需要一定的转换时间，会导致供电中断。

二、典型并联供电系统的电源分配形式

常用于两发以上的飞机。恒频交流电源由数台发电机提供，直流电源由数台变压整流器提供。正常情况下交流电源系统是并联的，直流电源系统也是并联的。当某台发电机不满足并联条件时，也可以独立供电。

【思考题】

在典型的双发飞机独立供电系统中，直流电源是否并联运行？

.....

2.1.14.11.用电设备

【知识掌握程度】

理解飞机用电设备的分类；

掌握飞行关键设备、任务关键设备、一般用电设备的定义及供电特点；

了解飞机上常用的电动机械驱动装置；

了解飞机上常用直流电动机的类型及工作特点；

了解飞机上常用交流电动机的类型及工作特点。

【知识点】

一、飞机用电设备的分类

飞机用电设备按其重要性可分为三类：飞行关键设备、任务关键设备和一般用电设备。

1、飞行关键设备是确保飞机安全返航或就近降落（包括维持可操纵飞行）所必需的最低限度的用电设备。它们一旦供电中断，将威胁飞机和机上人员的安全，为此，必须将其配置在重要负载汇流条上。正常供电期间由主电源供电，当主电源失效需要转入应急供电时，应能自动或人工地转为由应急电源供电。飞行关键设备通常由应急汇流条（有些飞机称为备用汇流条）供电。

2、任务关键设备是完成飞行任务所必需的设备，在飞机应急供电时，为确保重要负载得到供电，将视故障的严重程度，切除部分乃至全部任务关键设备。任务关键设备通常由重要汇流条（有些飞机称为转换汇流条）供电。

3、一般用电设备正常工作与否并不危及飞行安全，故当主电源发生局部故障而提供的功率有限时，为确保对重要负载和主要负载的供电，根据故障的严重程度，将首先切除部分以至全部一般用电设备。一般用电设备通常由正常汇流条（有些飞机称为发电机汇流条或主汇流条）供电。

飞机上的用电设备种类很多，常用的电动机械主要由电磁阀和电动机驱动。

二、直流电动机的类型及工作特点

飞机上常用的直流电动机按励磁形式可以分为：串励、并励和复励式等。串励式电动机适合于短时间工作、需要频繁起动的场合。并励式电动机适用于不经常起动，且需要转速恒定的场合。复励式电动机被用做发动机的起动电机。

三、交流电动机的类型及工作特点

交流电动机不需要整流器和电刷，在以交流电为主电源的飞机上得到了应用。最常用的交流电动机是异步电动机，有三相、两相和单相之分。三相异步电动机效率高，转矩大，用在传动

2.2.动力装置—涡轮发动机

2.2.1.工作原理

2.2.1.1.布莱顿循环

【知识掌握程度】

掌握定压加热循环（布莱顿循环）的组成及工作过程；
理解影响定压加热循环（布莱顿循环）热效率的因素。

【知识点】

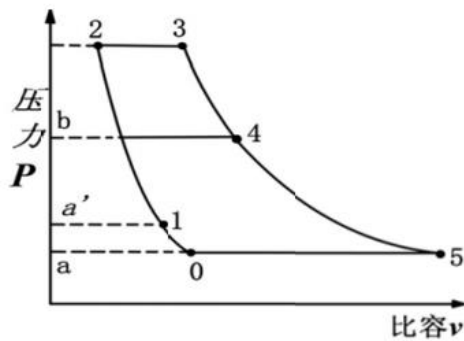
布莱顿循环也叫做定压加热循环，分为4个过程。

0~2 绝热压缩过程：完成此过程的部件是进气道（0~1）和压气机（1~2）。空气在进气道和压气机中，由于速度冲压和叶轮做功，使其压力提高。

2~3 定压加热过程：完成此过程的部件是燃烧室。理想情况下燃油在燃烧室内燃烧，视为等压条件下向工质气体加热，使其温度升高。

3~5 绝热膨胀过程：完成此过程的部件是涡轮（3~4）和喷管（4~5）。高温高压燃气在涡轮和喷管中膨胀，将燃气的可用热能转化为涡轮的机械功和气体的动能，从喷口喷出。

5~0 定压放热过程：此过程在发动机外部大气中完成。由此构成了一个封闭的循环，将燃料的化学能转化成气体的动能，产生推力。



布莱顿循环示意图

【思考题】

布莱顿循环分为那几个工作过程？

.....

2.2.1.2.燃气涡轮发动机基本组成

【知识掌握程度】

掌握典型燃气涡轮动力装置的五大组成部件；

掌握燃气发生器的构成和功能；

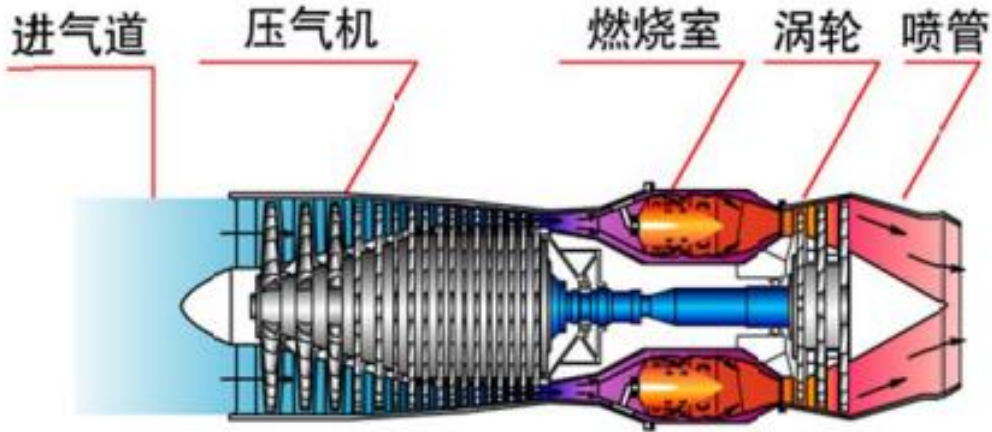
理解典型燃气涡轮发动机主要工作系统。

【知识点】

燃气涡轮发动机由五大部件组成：进气道、压气机、燃烧室、涡轮、尾喷管。

其中燃气发生器包括：压气机、燃烧室、涡轮。

燃气涡轮发动机主要工作系统包括：燃油系统、滑油系统、防冰系统、防火系统、起动系统、附件齿轮系统。



燃气涡轮发动机结构示意图

【思考题】

简述喷气发动机的典型组成部分及其功用。

.....

2.2.1.3.涡轮喷气发动机气流参数变化

【知识掌握程度】

理解发动机工作时气体压力、温度和轴向速度的变化情况；

理解发动机各特征截面表示符号及能量转换。

【知识点】

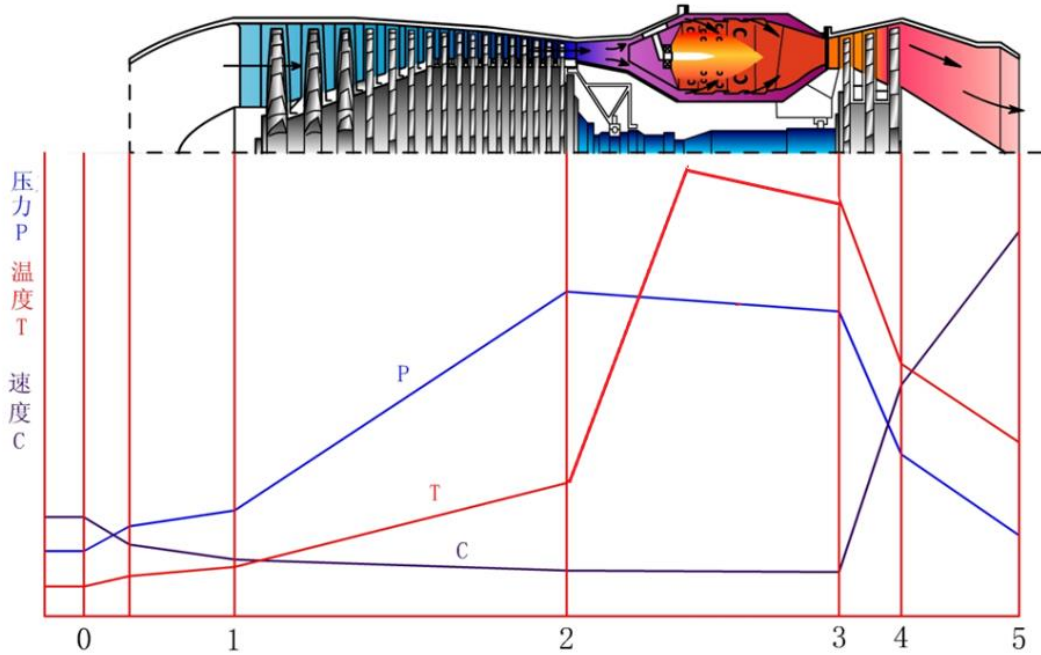
在进气道中，由于速度冲压、通道面积扩张和摩擦的作用，气体压力和温度略有上升，速度略有下降。

在压气机中气体由于受到叶轮压缩，使其压力和温度略有提高，速度略减小。

在燃烧室中，燃气温度升高，同时因为流动损失等原因，燃气压力略有降低，速度略增加。

在涡轮中，燃气膨胀做功，压力、温度降低，速度升高。

在喷管中燃气继续膨胀，将热能转化为动能，燃气速度增加，并在喷口达到最大。



涡轮喷气发动机中的气流参数变化示意图

【思考题】

请描述喷气发动机气流在压气机和涡轮中气流参数的变化规律。

.....

2.2.1.4.燃气涡轮发动机的类型

【知识掌握程度】

掌握典型喷气式发动机的类型；
理解涡轮风扇发动机中风扇的主要作用。

【知识点】

一、涡轮喷气发动机（简称涡喷）

由进气道、压气机、燃烧室、涡轮和喷管组成。发动机工作时，空气经压气机压缩后，压力提高，随即进入燃烧室与燃料混合并燃烧，燃烧后形成的燃气流入涡轮，涡轮便在高温、高压燃气推动下而旋转起来，从而带动压气机工作，燃气最后在喷管中膨胀加速，高速向外喷出而产生推力。

二、涡轮风扇发动机（简称涡扇）

涡轮风扇发动机的空气通路分为内、外两路，所以又叫做双路涡轮喷气发动机，或内外涵涡轮喷气发动机。涡扇发动机的内路与涡轮喷气发动机完全相同；外涵中有风扇，由涡轮驱动，它使外涵空气受压缩后加速向后喷出，而产生部分推力。

三、涡轮轴发动机（简称涡轴）

涡轴发动机与涡桨发动机几乎没有多大区别，涡轮分为压气机涡轮和自由涡轮，压气机涡

轮带动压气机，自由涡轮通过减速器带动外界负载（如：直升机旋翼和尾桨，发电机转子等），发动机工作时，由自由涡轮输出功率；此外，排气装置产生的喷气的反作用力几乎可以忽略不计。

四、涡轮螺旋桨发动机（简称涡桨）

涡桨发动机与涡喷发动机差异之处在于涡轮轴除带动压气机外，还需通过减速器带动螺旋桨，发动机工作时，主要由螺旋桨产生拉力；此外，还由喷气的反作用而产生很小的推力。

【思考题】

请分析涡轮风扇发动机风扇的主要作用。

.....

2.2.1.5.燃气涡轮发动机应用

【知识掌握程度】

了解典型喷气式发动机各自的应用范围。

【知识点】

涡轮喷气发动机迎风面积小，具有较好的速度性能，但亚音速经济性差，适宜作超音速飞机的动力装置。

涡轮风扇发动机在亚音速阶段具有较好的经济性，综合性能较好。高涵道涡扇发动机适宜作高亚音速大中型民航机、运输机的动力装置，低涵道涡扇适宜做超音速飞机的动力装置。

涡轮螺旋桨发动机起飞拉力大，中低速飞行时具有较好的经济性，适宜做中低速支线民航机、运输机和轰炸机的动力装置。

涡轮轴发动机已经基本演变成一个热机，具有质量小，功率大，经济性好的特点，航空上适合作直升机的动力装置。

【思考题】

请问大型民用运输机、中、低速运输机和支线民航飞机常用的动力装置是什么？

~~~~~

### 2.2.2.发动机部件-进气道

#### 2.2.2.1.功用、分类和工作

#### 【知识掌握程度】

理解发动机进气道的定义与分类；

掌握发动机进气道的功用。

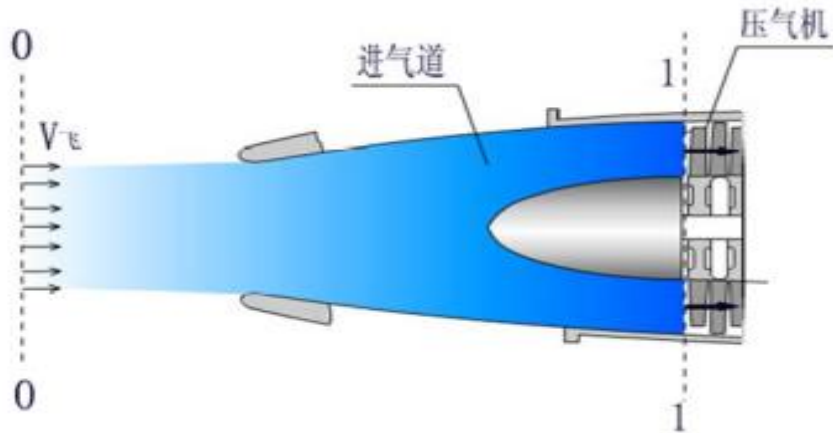
#### 【知识点】

一、定义

进气道是指发动机最前进口截面与压气机（对于涡扇发动机为风扇）进口截面之间的气流管道。

### 二、功用

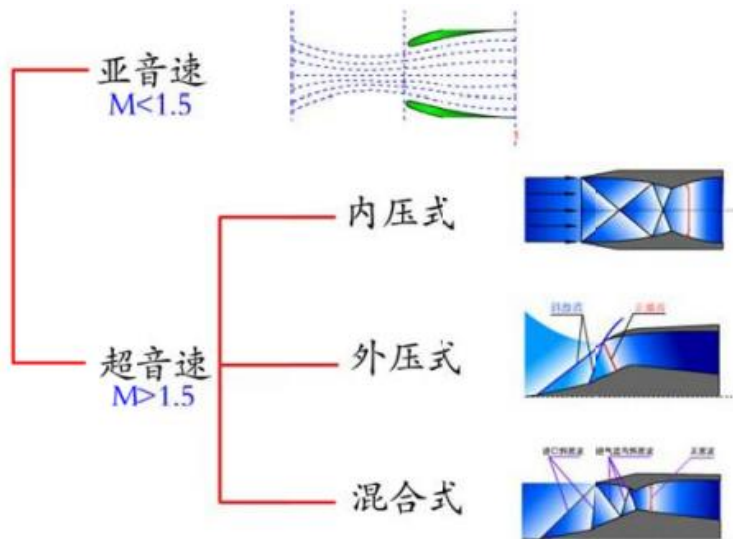
- 1、整流外部空气，并以最小的流动损失将足够量的气流引入压气机；
- 2、飞行速度大于压气机进口气流速度时，冲压空气增压。



进气道工作示意图

### 三、分类

进气道分为亚音速进气道和超音速进气道，进气道也分为固定式和可调式进气道。亚音速进气道适用于飞行马赫数  $Ma < 1.5$  的飞机；超音速进气道适用于飞行马赫数  $Ma > 1.5$  的飞机；民航飞机主要使用固定式亚音速进气道。



进气道的分类示意图

### 【思考题】

进气道的功用是什么？

.....

### 2.2.2.2.亚音速进气道工作

#### 【知识掌握程度】

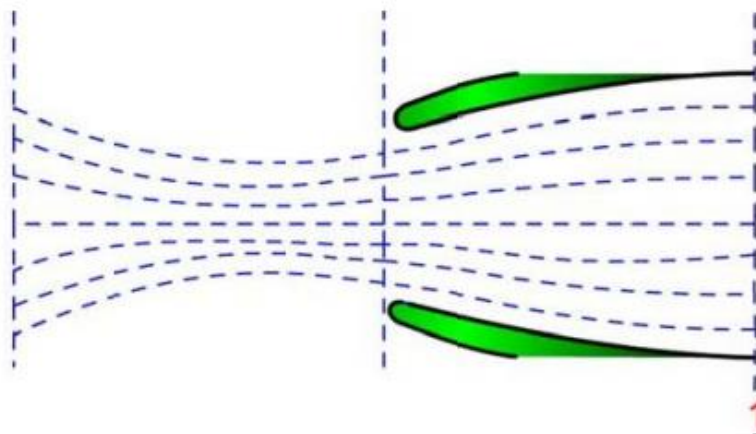
- 理解动力装置对进气通道的基本要求；
- 掌握进气道中的流动损失有哪些；
- 理解流动损失的成因。

#### 【知识点】

亚音速进气道多为皮脱短圆形进气道，在发动机内的形状主要呈扩散型，尾段才略为收敛，可以将冲压空气的速度转变成更高的静压。这种类型的进气道使前向速度的冲压作用充分被利用，随着飞行高度的变化产生最小的冲压损失。然而在接近音速时，这种进气道因为在进气道唇口形成激波，效率开始下降。对于亚音速进气道，空速通常控制在马赫数 0.4 到 1.0 之间。

进气道的基本要求：

- 1、气流在进气道中的流动损失要小，通常用总压恢复系数来表示；
- 2、外部阻力要小，亚音速条件下引起外部阻力增大的因素主要有气流摩擦损失和气流分离损失；
- 3、进口流场均匀；
- 4、工作可靠，能有效防冰防尘。



亚音速进气道工作示意图

#### 【知识扩展】

一、总压恢复系数：

- 1、定义：进气道出口气流总压比上进气道进口气流总压。

$$\sigma^* = P_1^*/P_0^*$$

2、影响：

- (1) 总压恢复系数越大，推力增加，经济性变好；



- (2) 飞行马赫数当进气道结冰，飞机侧滑会使总压恢复系数降低；
- (3) 亚音速进气道总压恢复系数约为 0.94~0.98。

二、冲压比及其影响因素

1、冲压比定义：

$$\pi_{冲}^* = P_1^*/P_0$$

描述了空气在进气道中的压缩程度，冲压比高，发动机推力大经济性好。

2、影响因素：

总压恢复系数高，大气温度高，飞行速度高和飞行高度高，进气道冲压比增大。

【思考题】

亚音速进气道的工作的时候气流参数变化规律是什么？

.....

2.2.2.3.超音速进气道

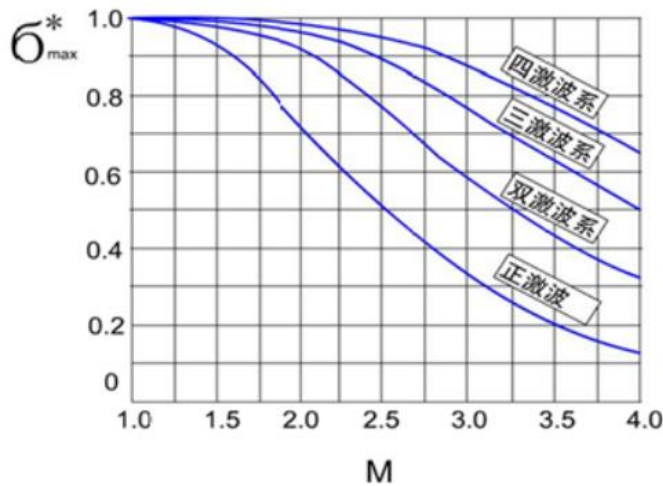
【知识掌握程度】

了解超音速进气道的工作原理及类型。

【知识点】

一、超音速进气道的工作原理

用多道激波代替一道正激波，将超音速气流以尽可能小的总压损失和激波阻力转变成亚音速气流，顺利引入发动机。



马赫数对激波系最高冲压系数的影响

二、超音速进气道的类型

按激波处于进气道的位置可分为，外压式，内压式和混合式超音速进气道。超音速进气道为匹配不同飞行马赫数下发动机工作需要，一般结构上做成可调。

【思考题】

超音速进气道是怎样减小激波损失的？

.....

2.2.2.4.防冰

【知识掌握程度】

理解结冰对发动机工作的影响；  
掌握使用发动机防冰的注意事项。

【知识点】

一、结冰部位

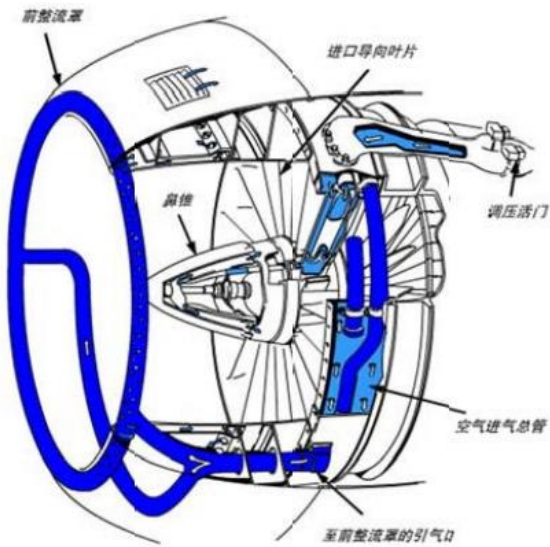
进气道前沿和内表面，进气整流锥和压气机进口导向叶片。

二、结冰危害

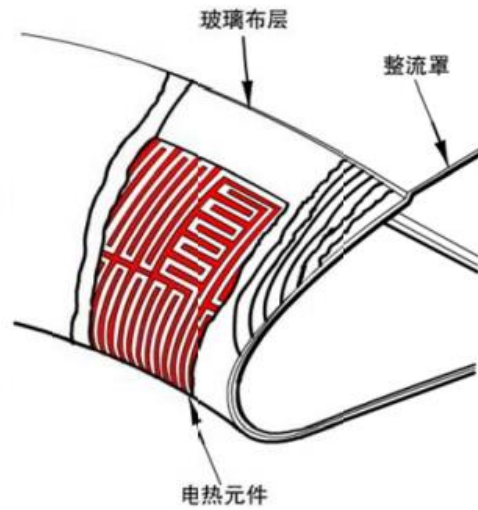
- 1、影响发动机进气量；
- 2、加剧气流分离，严重将诱发喘振；
- 3、损伤发动机零部件。

三、防冰方法

热空气、电加温及惯性防冰。



热空气防冰示意图



电加温防冰示意图

四、使用条件

- 1、空气中有可见湿气以及总温低于一定值时；
- 2、飞越严重结冰区时。

五、使用注意事项

- 1、必须在结冰前使用；
- 2、接通防冰系统后，应确认防冰系统工作状态正常；

- 3、防冰时，发动机应加强点火，防止熄火；
- 4、防冰时，推力减小，EGT 增加；
- 5、防冰时，应保证气源充足。

**【思考题】**

结冰对进气道的工作有什么影响？

.....

**2.2.2.5.使用注意**

**【知识掌握程度】**

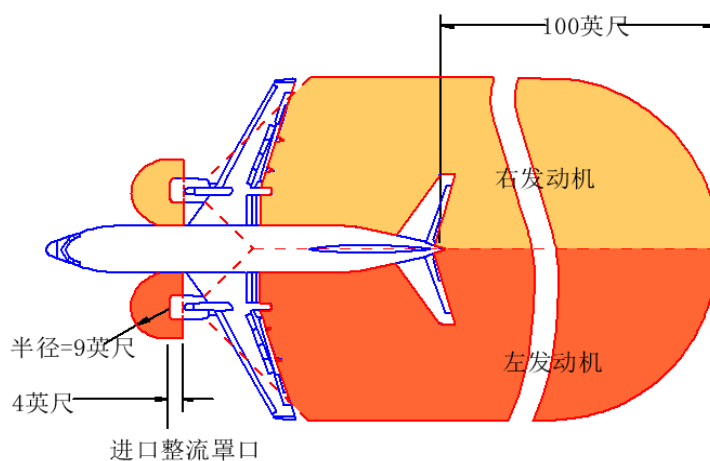
掌握发动机地面工作飞行中需要注意的问题。

**【知识点】**

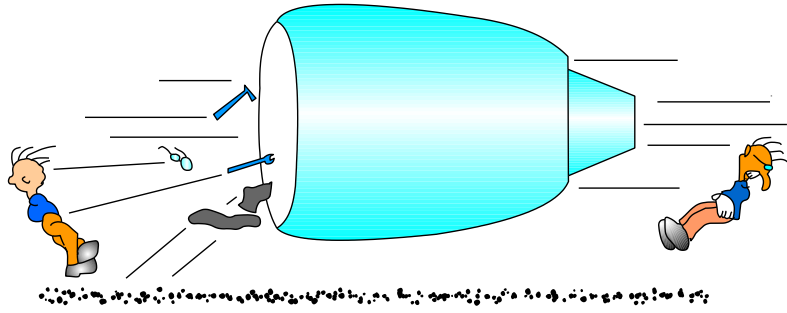
在发动机工作中，特别注意这些问题：

- 1、地面工作时，强侧风和大顺风将引起流入发动机的气流产生涡流，危及到发动机启动和正常工作，应该重新调整飞方向减小或消除侧风和顺风的影响。
- 2、当冰堆积在进气道口或进气道内部时，会引起进气道内气流紊乱，此时应打开防冰电门。
- 3、如果进气道损坏会引起气流紊乱，容易诱发发动机喘振。
- 4、在飞行中，飞机空速方向不合适或发动机加速不当，容易引发进气道产生强紊流而使压气机失速。

随着更大和更高推力燃气涡轮发动机的发展，围绕发动机的危险区域变得更大和更危险。在发动机前面、侧边甚至进气道后面的泥土、石块、沥青胶条、螺钉、螺栓、小工具、抹布、帽子、衣服等东西，甚至穿着衣服的人都可能被吸入发动机进气道。被吸进发动机的物体引起的损坏叫住外来物损伤。在启动发动机前，发动机周围所有区域必须清理干净外来物，车辆、设备器材和人员。



**地面危险区域（地面慢车状态）**



## 地面危险区域

某机型发动机地面工作危险区示意图

### 【思考题】

在起动发动机前，为什么发动机周围所有区域必须清理干净外来物、车辆、设备器材和人员？

~~~~~

2.2.3.发动机部件-压气机

2.2.3.1.功能、类型及应用

【知识掌握程度】

理解压气机的功用；

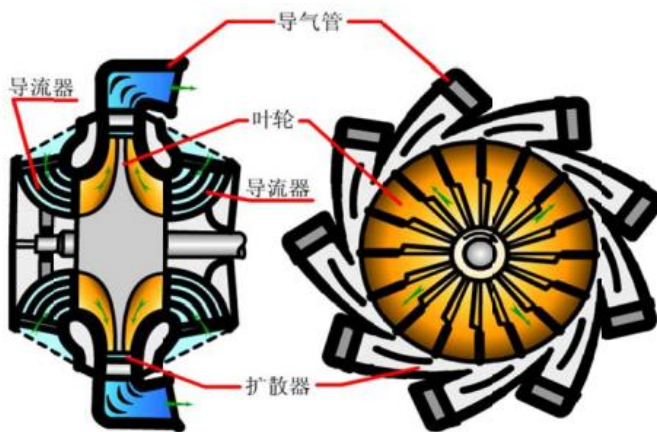
掌握压气机的类型与应用。

【知识点】

压气机功用是提高空气的压力，便于燃烧和膨胀，提高热能利用率，改善发动机的经济性。同时压气机的增压空气为飞机座舱空调及增压、飞机和发动机防冰、以及涡轮冷却提供可靠气源。

压气机分为离心式、轴流式和混合式三种。

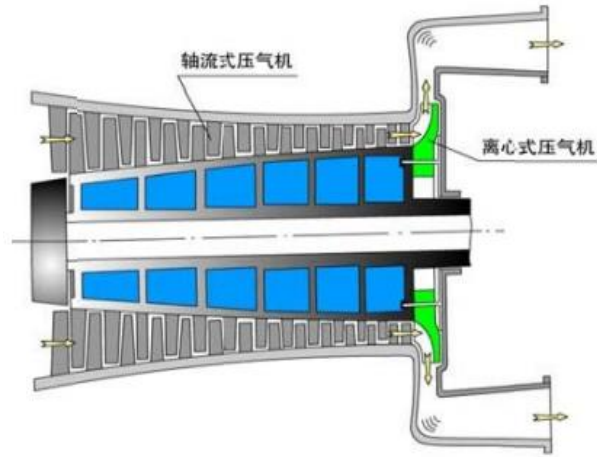
目前大型民航机的发动机普遍采用轴流式压气机，中、小功率的涡扇、涡桨、涡轴发动机多采用混合式压气机。



离心压气机



轴流式压气机基本组成部分



混合式压气机

【思考题】

压气机的功用是什么，有哪些类型的压气机？举例说明。

.....

2.2.3.2.离心压气机的结构和工作

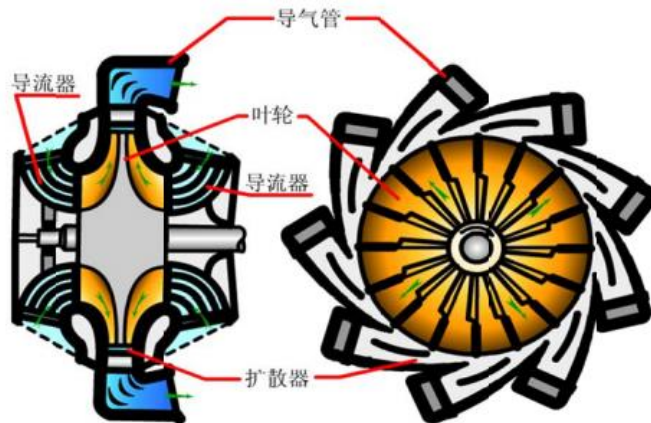
【知识掌握程度】

了解离心式压气机的增压原理。

【知识点】

离心压气机的优点是简单结实，缺点是效率低且流量受到限制。通常在中小功率的涡桨和涡轴以及小推力的涡扇发动机上结合轴流压气机使用，也在辅助动力装置（APU）中单独使用。

离心式压气机由进气系统、叶轮、扩压器和集气管四部分组成。叶轮由涡轮驱动高速旋转，空气连续被吸入叶轮中心，在离心力作用下径向流向叶外缘部，流速增加，压力提高。进入扩压器后，部分动能转换成压力能，气体压力进一步提高。因此，离心压气机靠离心增压和扩散增压提高气体压力，但根本原因仍是叶轮对气体作了功。



离心压气机

【思考题】

离心式压气机的应用和增压原理是什么？

.....

2.2.3.3.轴流压气机的结构和工作

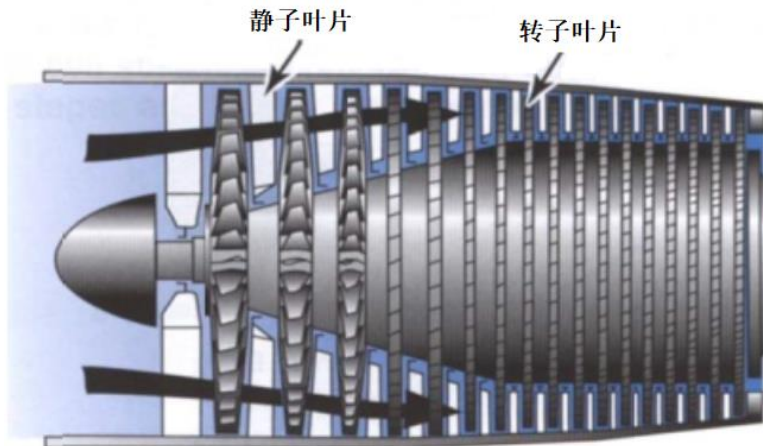
【知识掌握程度】

掌握轴流式压气机的增压原理。

【知识点】

轴流压气机可分为单转子和多转子两种，高涵道比涡扇发动机多用多转子形式，包括双转子和三转子。

轴流压气机由转子和静子组成。转子叶片和静子叶片相间排列，一排转子叶片加上一排静子叶片组成压气机的一级，一级压气机是提高气体压力的本单元。单级压气机提高气体压力的程度一般可到 1.1~1.6 倍，为进一步提高气体压力，轴流压气机都采用多级，如 CFM56-7 发动机共采用了 13 级压气机。多级轴流压气机的叶片呈现出从前向后高度和宽度（弦长）不断减小，数目不断增加的特点。



轴流压气机结构示意图

轴流式压气机提高气体压力的根本原因是转子叶片对气体作了功，气体获得的机械能通过扩散增压的方式转变成气体的压力。每级压气机相邻两个转子叶片或静子叶片之间的气流通道的扩散形的。在转子叶片中，加入的机械能一部分使气体压力提高，另一部分提高气体的速度，增速后的气体进入静子叶片后将增加的动能转换成气体的压力，速度降低。压气机提高气体压力的程度，可用压气机增压比表示。压气机增压比定义为压气机出口气流总压与压气机进口总压之比。提高压气机的增压比可明显改善发动机的经济性，降低耗油率。目前压气机增压比最高可达 40。

【思考题】

轴流式压气机的增压原理是什么？

.....

2.2.3.4.风扇及涵道比

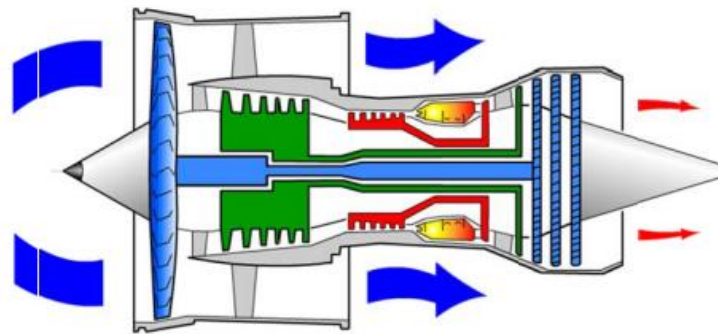
【知识掌握程度】

理解民航运输机发动机的涵道比的含义。

【知识点】

风扇一般被装在双转子或三转子发动机的压气机前面。风扇和联接在一起的压气机转速相同。

从风扇外涵进来的大部份空气，被称为冷气流，从外部流过核心机，并通过冷气流喷管被排出到外界大气，由此产生大部份的推力。一小部分空气，从风扇内涵进入，被称为热气流，流经压气机的其它部件，进一步被压缩，然后进入燃烧室和涡轮。



高涵道比涡扇发动机

外涵空气流量与内涵空气流量之比称为涵道比流过发动机总的空气流量应是内外涵空气流量之和。现代民航飞机通常使用涵道比大于4的高涵道涡扇发动机。

【思考题】

民航运输机发动机的涵道比定义是什么？

.....

2.2.3.5.积污、损伤的影响

【知识掌握程度】

理解压气机叶片积污对发动机性能的影响。

【知识点】

压气机长时间工作后会在叶片表面等位置出现污物堆积。

压气机积污或损伤会降低压气机效率，导致发动机性能衰退，经济性变差，排气温度升高并可能诱发发动机喘振等。

压气机通常通过水洗的方法去除积污，恢复发动机性能。

【思考题】

压气机叶片积污对发动机性能有什么影响？

.....

2.2.3.6.压气机失速和喘振

【知识掌握程度】

- 掌握压气机喘振主要现象；
- 理解压气机喘振的危害；
- 掌握引起压气机喘振的条件及各自特点；
- 掌握发动机结构上防喘措施和飞行使用中防喘措施。

【知识点】

压气机喘振是由于压气机进口空气流量的骤然减小而引起的气流沿发动机轴线方向的低频高振幅的振荡现象。

一、喘振现象

喘振的发生是由于压气机工作状态严重偏离了设计状态而引起的叶轮叶背严重分流诱发的。在压气机工作中，叶轮进口流量系数大于设计值过多，最终将引起压气机气流叶盆分离，气流通道堵塞，压气机进入涡轮状态；流量系数小于设计值过多时，将引起气流叶背分离，最终引起喘振。

喘振时有如下听觉和视觉上的指示：推力下降；转速不稳定；振动；发动机不能加速；排气温度急剧升高并波动；压气机发出巨响；严重时气流中断并发生熄火停车。

二、喘振原因

实际飞行中，主要诱发喘振的因素有：

- 1、发动机转速低于设计值过多或压气机总温过高；
- 2、压气机进口空气流量骤然减小时；
- 3、防喘机构故障或发动机被损伤。

三、喘振防止方法

- 1、结构上防喘措施：多转子、中间级放气和可调静子叶片。
- 2、飞行中防喘：应操纵谨慎，防止发生压气机失速或喘振。在不利的飞行条件下飞行员必须按正确程序进行操纵：操纵油门动作柔和；操纵飞机要柔和，避免飞行姿态变化过大；注意防止进气道结冰；起动时注意防喘、正确使用反推、避免外来物进入发动机。

【知识扩展】

一、压气机中间级放气

控制：自动进行，起动及小转速时打开，大转速时关闭。

放气打开时，发动机压气机稳定性增加、推力减小、燃油消耗率增大、排气温度（EGT）升高。

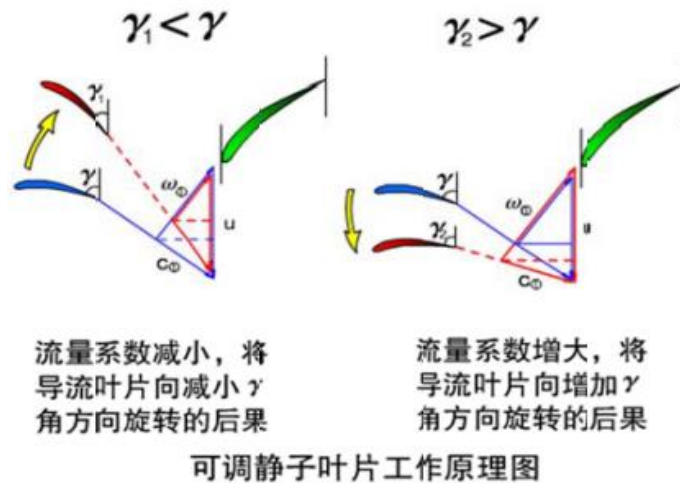


二、可调静子叶片 (VSV, VIGV)

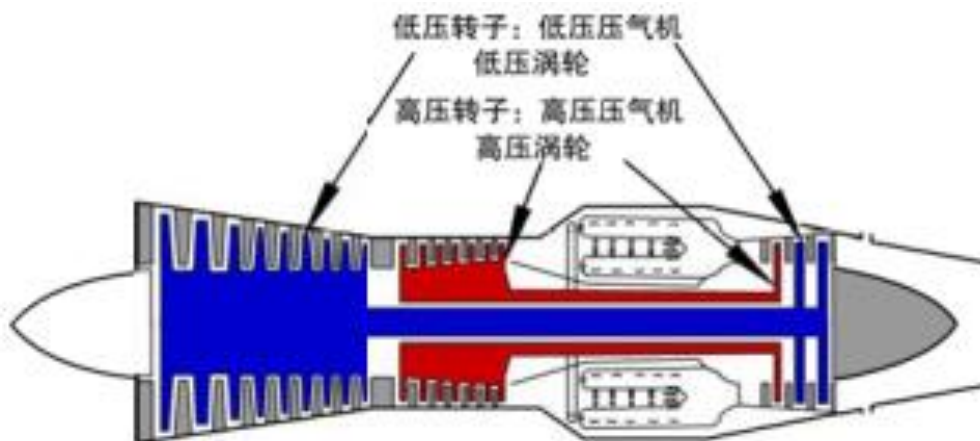
防喘机理：调整静子叶片的方向，改变转子叶片相对气流方向，使相对气流始终沿叶轮的切向方向进入，消除攻角，防止喘振。

控制：燃油调节器感受发动机工作状态的变化，通过双向电机自动调节静子叶片的角度。

优缺点：提高了压气机效率，扩大了稳定工作范围；但使压气机结构变复杂。



三、多转子



【思考题】

什么是压气机喘振？引起喘振的条件有哪些？在发动机结构上有哪些防喘措施？

.....

2.2.3.7.压气机特性

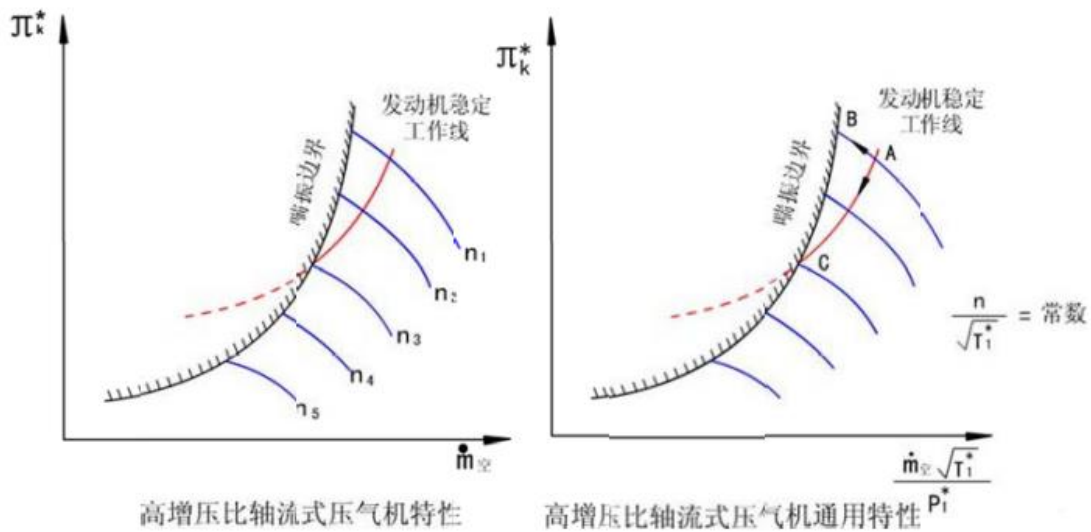
【知识掌握程度】

理解单转子高增压比发动机压气机流量特性曲线。

【知识点】

压气机流量特性曲线是压气机总增压比随发动机转速和空气流量的变化曲线。

大气条件和发动机转速一定，进入发动机的空气流量唯一，所以在等转速上必然对应一个稳定工作点（如下图 A 点），将各等转速线上发动机工作点起来，得到发动机稳定工作线。发动机压气机只能在喘振边界下方工作。



【思考题】

什么是压气机稳定工作区域？

~~~~~

### 2.2.4.发动机部件-燃烧室

#### 2.2.4.1.功能、类型和工作原理

#### 【知识掌握程度】

理解动力装置对燃烧室的基本要求；

理解燃烧室工作的特点；

了解火焰筒和旋流器的作用；

了解燃烧室的分类及应用。

#### 【知识点】

燃烧室的作用是组织燃料与空气稳定燃烧，产生高温高压燃气，便于气体膨胀做功。

在满足不熄火和不烧坏涡轮机体的基本前提下，要求燃烧室点火可靠，燃烧稳定、完全、总压

损失小、排气污染小，出口温度场分布均匀。

### 一、基本工作特点

燃烧是在高速气流中进行的；燃烧室出口温度受到涡轮叶片材料强度限制。

### 二、解决办法

1、采用先燃烧、再冷却的办法，既满足了正常混合气的燃烧，又保证了涡轮的安全。

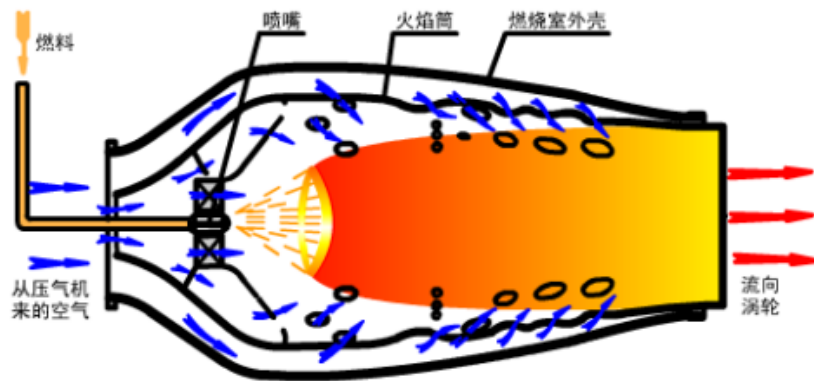
2、通过安装扩压器和旋流器，降低气流轴向速度，并在燃烧室中形成回流区，便于形成稳定的火焰前锋。

3、同时改进燃油喷嘴，提高燃油雾化质量，提高火焰速度。

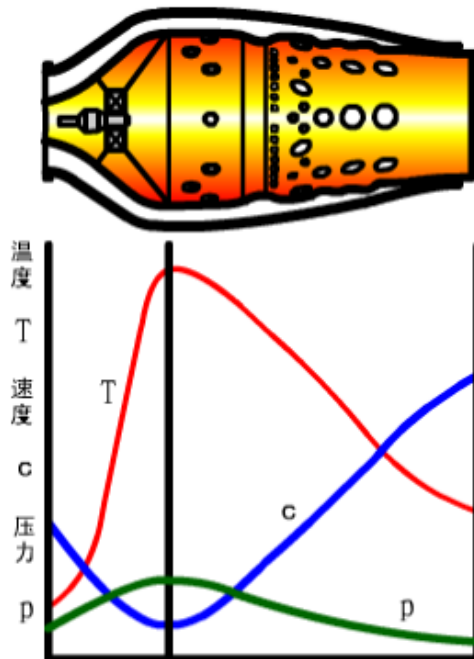
### 三、分类

燃烧室主要分单管、联管和环形三种。单管和联管燃烧室需要联焰管传递火焰、均衡压力。

目前大型民航机广泛采用环形燃烧室。



燃烧室原理图



燃烧室内气流参数的变化

**【思考题】**

动力装置对燃烧室的要求有哪些？燃烧室的工作特点是什么？

.....

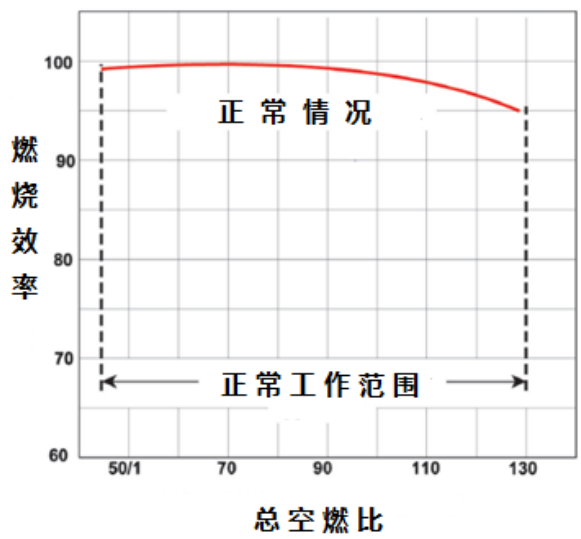
2.2.4.2.空气/燃油比

**【知识掌握程度】**

理解空气/燃油比的意义。

**【知识点】**

空气/燃油比（air-fuel ratio，简称“空燃比”）定义为混合气中空气质量与燃料质量之比。为了获得最大的热量释放，必须使用化学计量空燃比 15:1。燃烧室只有在空气/燃油比大约在 15:1 到 18:1 的这个范围内才能有效燃烧。但由于涡轮和涡轮叶片材料的耐热限制，在这个空气/燃油比下得到的燃气温度过高，需要降低燃气温度，通常采用燃烧后再引入冷却空气进行混合降低温度的方法实现。因此整个燃烧室的空气/燃油比达到 45:1 到 130:1 之间。



混合气空燃比超出稳定燃烧范围是燃烧室熄火的根本原因。

**【思考题】**

空气/燃油比的意义是什么？

.....

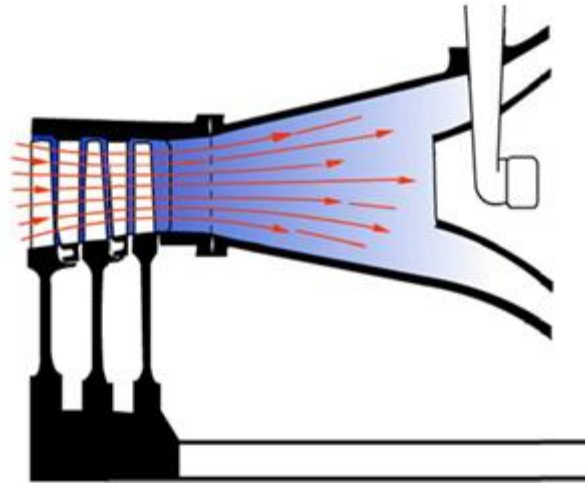
2.2.4.3.扩压器

**【知识掌握程度】**

理解扩压器的功用。

**【知识点】**

扩压器是扩张型结构，降低从压气机流出的气流速度，以利于组织燃烧。



燃烧室扩压器示意图

【思考题】

扩压器的功用是什么？

.....

2.2.4.4.燃油喷嘴

【知识掌握程度】

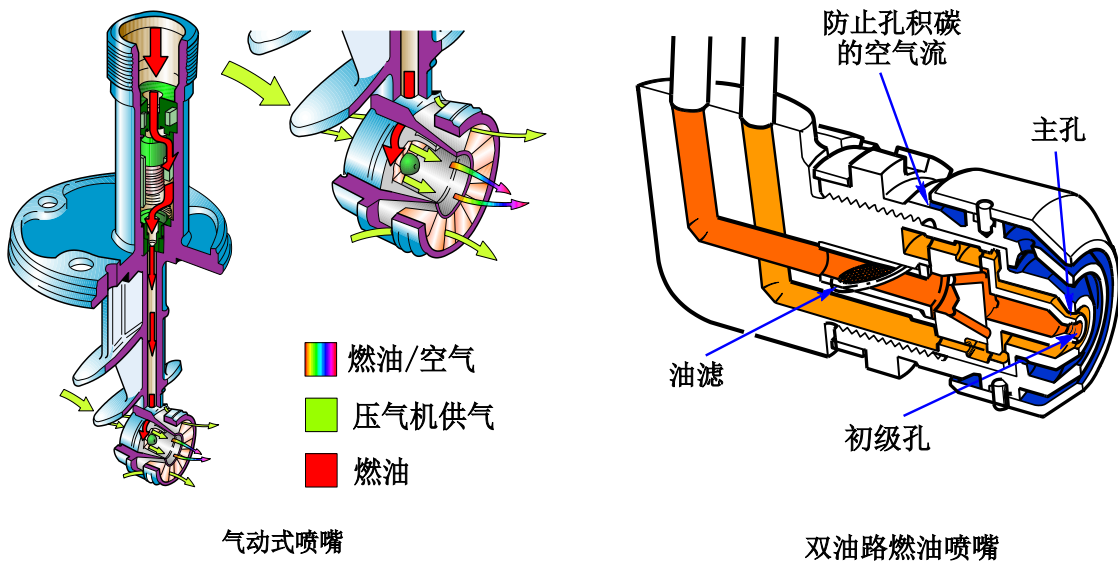
理解燃油喷嘴的功用；

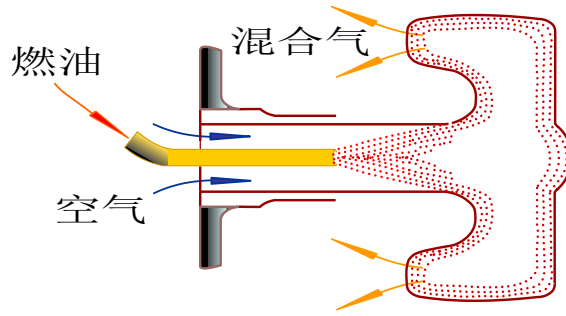
了解燃气涡轮发动机常用的喷嘴及各喷嘴的特点。

【知识点】

燃油喷嘴对燃油进行雾化，以提高燃烧室火焰传播速度。

目前常用的燃油类型有离心式燃油喷嘴、气动式燃油喷嘴和蒸发管式燃油喷嘴等。





T型蒸发管喷嘴示意图

【思考题】

简述各类燃油喷嘴的使用。

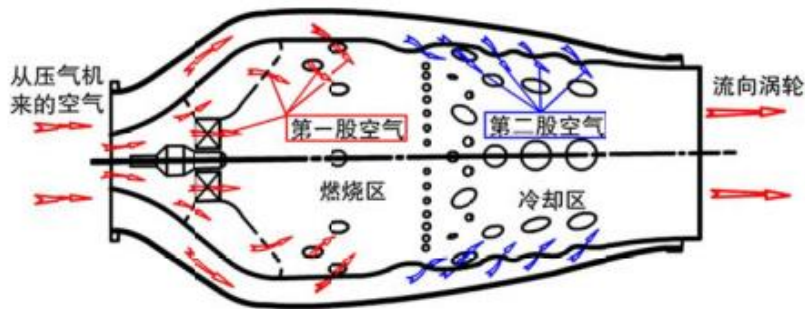
.....

2.2.4.5.热负荷

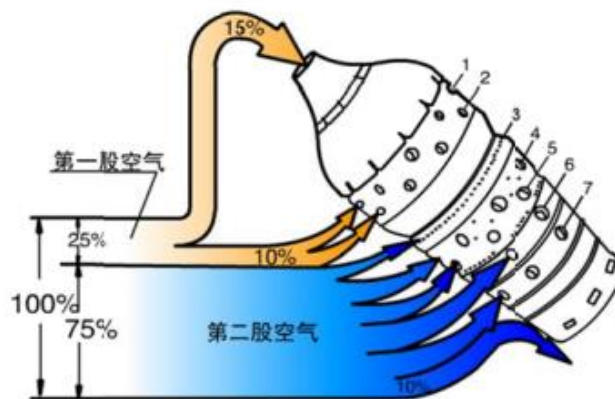
【知识掌握程度】

理解燃烧室分股进气的原因。

【知识点】



空气分股进入火焰筒的示意图



某燃烧室各股空气的百分比

理论上讲，以 15: 1 空燃比混合的空气和燃料可以正好完全燃烧完毕，释放最大的热量。然而，在这个空燃比下得到的燃气温度过高，超出涡轮和涡轮叶片材料的耐热限制，因此需要降低燃气温度。通常采用燃烧后再引入冷却空气进行混合的方法实现降温，即分股进气。

从压气机来的气流分两股进入燃烧室，第一股气流大约占 25%，从火焰筒头部进入火焰筒中和燃油混合进行燃烧，第二股气流大约 75%，进入了火焰筒和机匣之间的通道，用于冷却燃气和发动机部件。

**【思考题】**

燃烧室为什么要采用分股进气的方法组织燃烧？

.....

**2.2.4.6.熄火判断、原因及控制**

**【知识掌握程度】**

- 了解燃烧室熄火的现象；
- 理解燃烧室熄火的根本原因；
- 掌握飞行使用中防止燃烧室熄火的措施。

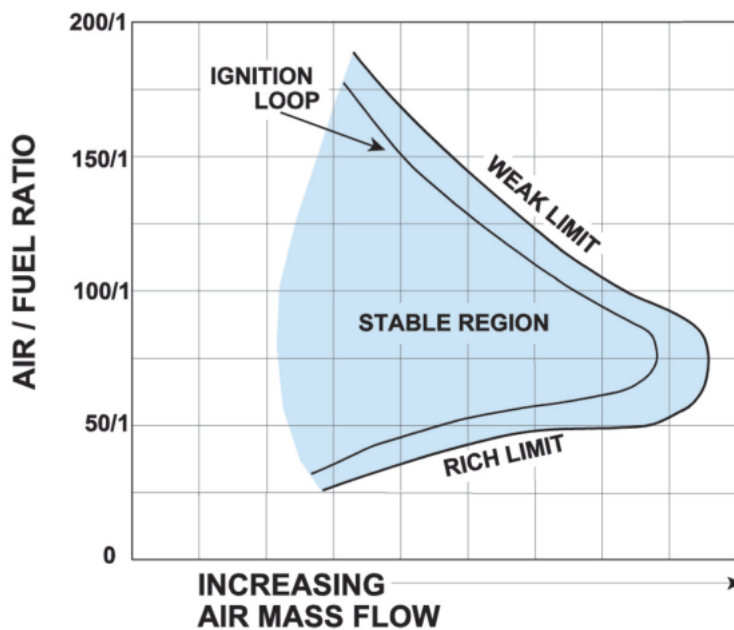
**【知识点】**

一、熄火现象

根据以下现象判断熄火：发动机声音不正常、转速和排气温度突然下降、油门操纵失灵、发动机失去推力。

二、熄火原因

燃烧区混合气空燃比超出了稳定燃烧范围。







## 2.2.5.发动机部件-涡轮

### 2.2.5.1.功能、构造和工作原理

#### 【知识掌握程度】

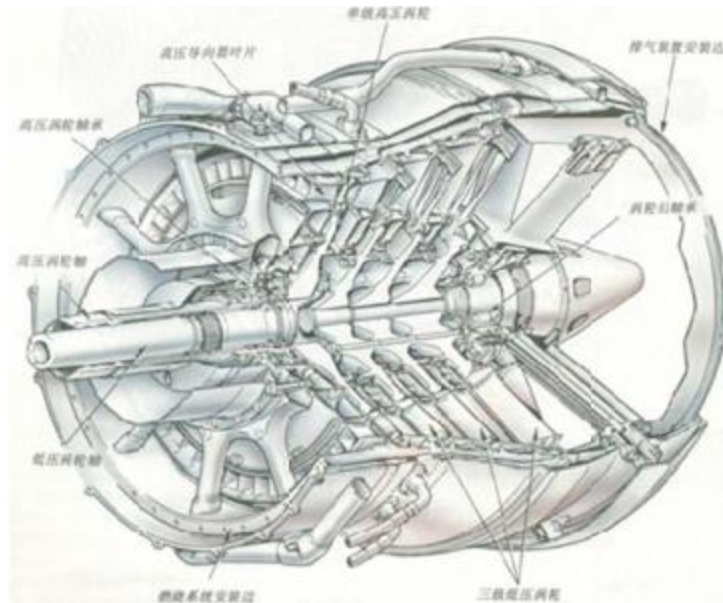
理解涡轮的功用和基本组成；  
理解燃气对涡轮做功的原理。

#### 【知识点】

涡轮的作用是使高温、高压燃气膨胀，将部分热能转换为涡轮的机械功，带动压气机和附件工作。

涡轮最基本的组成：导向器（喷嘴环）和工作轮。导向器安装在工作轮前面，固定不动。工作轮与压气机轴相连，工作时带动压气机叶轮旋转。导向器和工作轮沿周向安装有很多叶片。

来自燃烧室的高温、高压燃气，首先流过导向器，在其中膨胀加速，温度和压力降低，然后流过工作轮，燃气继续膨胀，温度和压力进一步降低，工作轮受到燃气的作用力而旋转，并通过涡轮轴带动压气机和附件转动。



某发动机的四级涡轮

#### 【思考题】

涡轮的功用是什么？

.....

### 2.2.5.2.涡轮功率和能量损失

#### 【知识掌握程度】

理解涡轮中的能量损失；  
理解影响涡轮功率的因素及这些因素如何影响涡轮功率。

**【知识点】**

一、涡轮中的能量损失

包括流动损失、漏气损失、机械损失和散热损失，其中漏气损失的影响变化最大。

针对漏气损失，目前比较常见的是采用主动间隙控制技术，提高涡轮效率。

二、涡轮功率及影响因素

1、涡轮功率

燃气膨胀并推动涡轮作功，从而将部分能量转化成机械能并传给涡轮。涡轮中转换出的能量用涡轮功率表示，涡轮功率越大，则发动机的推力就越大。

2、影响因素

影响涡轮功率的主要因素包括燃气的流量、涡轮进口燃气总温、涡轮效率和涡轮落压比。

(1) 燃气的流量反映了流过涡轮的多少；

(2) 涡轮进口燃气总温反映了供给发动机燃油的多少，供油多，涡轮进口燃气总温就高；

(3) 提高涡轮效率，可增加涡轮做功能力；

(4) 涡轮落压比是涡轮进出口燃气总压的比值，落压比反映了涡轮中燃气能量转化的程度，落压比越大，燃气能量转化越多，则涡轮功率越大。

因此，当燃气流量增加、涡轮进口燃气总温增加、涡轮效率增加或落压比越大时，涡轮的功率就会增加。

**【思考题】**

提高涡轮功率的措施有哪些？

.....

**2.2.5.3.涡轮的损伤、原因及防止措施**

**【知识掌握程度】**

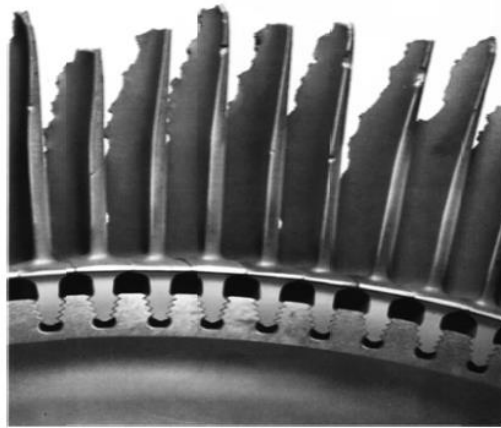
理解涡轮叶片断裂的根本原因；

理解发动机设计制造和飞行使用中防止叶片断裂的措施。

**【知识点】**

涡轮的损伤主要是涡轮叶片的断裂和烧蚀。涡轮叶片断裂的根本原因是作用在涡轮叶片上的内部应力超过了材料强度极限，使叶片产生裂纹，进而断裂。涡轮叶片的工作条件极其恶劣，要承受很高的热负荷、巨大的离心力和燃气交变应力。

防止措施是：在发动机设计、制造方面，可通过采用高强度耐热合金，改进叶片制造工艺和加强涡轮叶片冷却等措施，提高涡轮叶片的强度；飞行使用中防止发动机超温、超转。



涡轮叶片损伤图

**【思考题】**

涡轮叶片易损伤的原因有哪些？应采取什么措施预防？

.....

**2.2.5.4.排气温度及超温预防**

**【知识掌握程度】**

理解发动机工作时监控 EGT 参数的原因和作用。

**【知识点】**

排气温度（EGT）是指涡轮出口或涡轮级间的燃气温度（TOT 或 ITT）。为监控发动机热端部件安全，理论上应该测量涡轮进口燃气温度，但由于进口温度太高，不易测量，而且在发动机大部分工作状态下涡轮的进、出口温度基本成线性关系，因此用排气温度间接表示涡轮进口温度。排气温度反映了发动机的性能和机件的热负荷程度，也是发动机工作中主要的限制参数，在发动机工作时要随时留意监控。

发动机起动、加速过程和最大推力起飞，以及高温、高原机场起飞容易导致发动机 EGT 超温，应重点监控并避免。

**【思考题】**

发动机监控 EGT 参数的作用是什么？

~~~~~

2.2.6.发动机部件-排气系统

2.2.6.1.尾喷管功能、构造和工作

【知识掌握程度】

理解尾喷管的功用。

【知识点】

一、功能

尾喷管的功用是将涡轮排出的燃气以一定的速度和方向排入大气，同时还可将燃气的剩余可用热能变成动能以获得更大的推力。

二、类型

尾喷管类型有亚音速和超音速两种：

- 1、亚音速尾喷管采用“收敛形”喷口；
- 2、超音速尾喷管采用“收敛—扩散形”喷口。

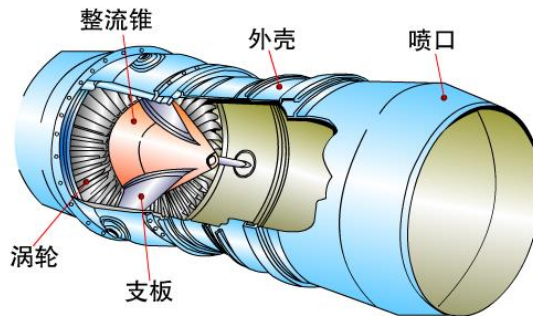
对大型民用运输机的发动机来说，一般采用亚音速尾喷管。

三、组成

排气装置包括喷管和反推装置，有的涡扇发动机还包括内涵气流混合器。喷管由中介管和喷口组成。

1、中介管：主要包括中心锥和支板。中介管的功能是降低燃气从涡轮流出后的涡流损失和偏斜损失以减小发动机的推力损失。

2、喷口：可进一步提高燃气的流速以增加发动机推力。



喷管的组成

【思考题】

尾喷管的功用是什么？

.....

2.2.6.2.尾喷管-噪音

【知识掌握程度】

了解发动机的噪音源与降低噪音的方法。

【知识点】

发动机的噪音源主要来自风扇、压气机、燃烧室、涡轮和喷气。其中高涵道涡扇发动机的噪音主要为风扇和涡轮噪音。

在发动机设计方面降低发动机噪音的主要方法有采用消音器材，采用高涵道涡扇发动机，改进发动机内部设计和采用多发动机。在飞行使用方面降低噪音的主要方法有合理选择起飞和进近着陆程序，采用减推力（功率）起飞方式。

发动机噪音的具体要求标准参见民航规章。

【思考题】

发动机的噪音源有哪些？降低噪音的方法有哪些？

.....

2.2.6.3.反推装置的原理及使用

【知识掌握程度】

- 理解反推装置的功用；
- 理解反推产生的原理；
- 理解反推的使用要求。

【知识点】

一、功能、类型和工作原理

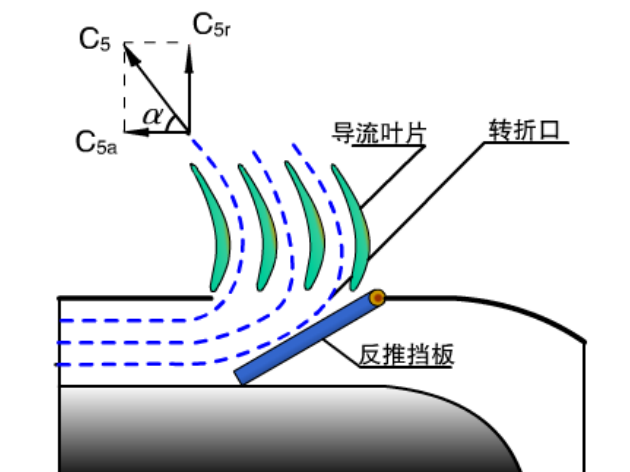
1、功能：目前，大型、重型民航机正常着陆或中止起飞时，通常通过发动机反推力装置来帮助飞机迅速减速，缩短滑跑距离。使用中，飞行员应正确、及时使用发动机反推力装置，确保其工作效率和发动机的安全。

2、类型：冷气流反推和热气流反推；

3、工作原理：反推机构使发动机排气流转折一定的角度，气流向前的喷射分量产生向后的推力，即反推力。

二、反推力大小

反推力总是小于同状态下的正推力。



反推装置工作原理示意图

三、使用和监控

- 1、反推装置由油门杆控制，条件是飞机接地和油门慢车。只能在地面使用，禁止空中使用；
- 2、使用和收回时机按手册推荐程序执行，主轮接地或中止起飞及打开；
- 3、最大反推使用遵守发动机使用规定（监视 EGT，发动机转速）；
- 4、单发或大侧风时，使用反推会对飞机滑跑方向产生影响。

【思考题】

反推装置的作用是什么？

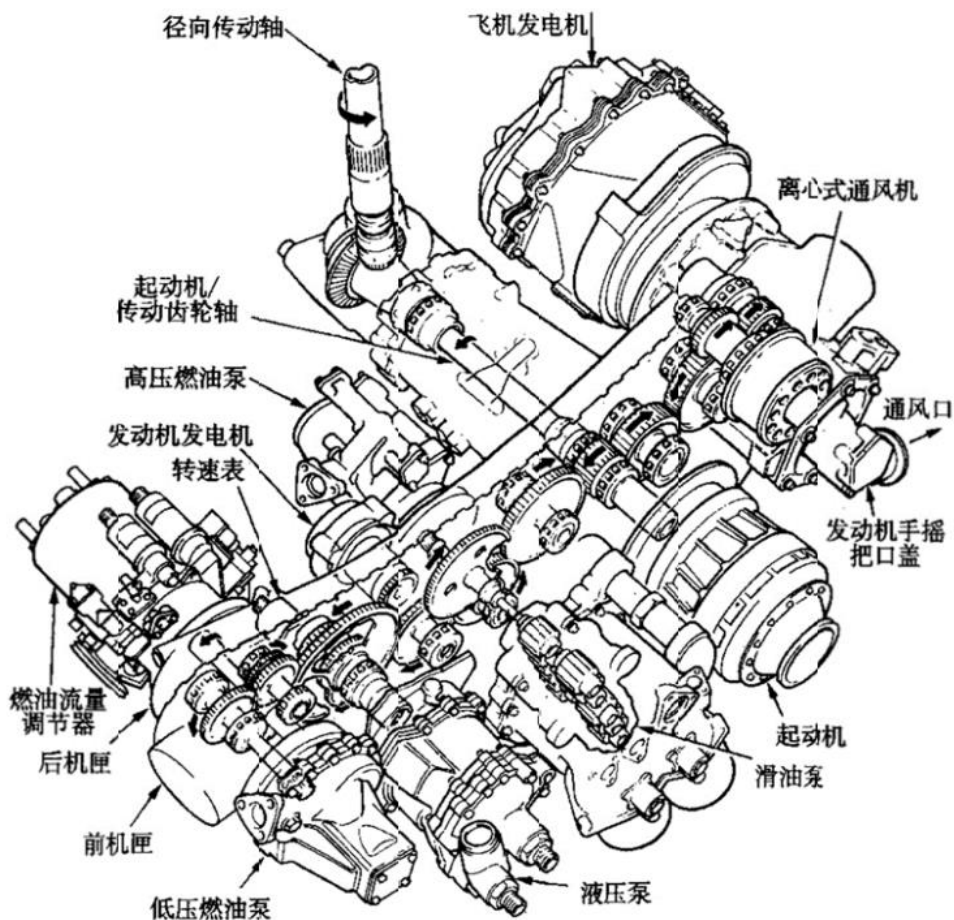
~~~~~

### 2.2.7.附件传动装置和减速器

#### 【知识掌握程度】

了解附件传动装置安装的部件。

#### 【知识点】



附件齿轮传动装置示意图

附件传动装置将发动机转子的部分功率传输到附件并驱动附件以一定的转速工作。附件传动装置均由压气机轴驱动，其功率用来驱动发动机附件（如油泵、燃油泵、发动机控制系统专用发电机

等)和飞机附件(如液压泵、发电机等),这些附件一般都装在附件传动齿轮箱上。发动机起动机也装在附件齿轮箱上,可通过附件传动装置驱动发动机转子起动。

航空动力装置的减速器用来连接并传动飞机的推进装置(螺旋桨或旋翼),使推进装置与燃气涡轮发动机的各旋转部件均在各自最有利的转速下工作以提高这些部件和推进装置的效率。

**【思考题】**

附件传动装置安装的部件有哪些?

~~~~~

2.2.8.点火系统

【知识掌握程度】

理解发动机点火装置的功用;

掌握点火类型;

了解发动机点火系统的组成部件。

【知识点】

一、点火装置的作用

1、产生电火花,点燃混合气;

2、同时也可以飞机起飞、进近着陆、发动机防/除冰以及复杂气象条件下提供连续点火,防止发动机熄火。

二、点火类型

1、手动选择:地面点火、连续点火、空中点火;

(1)地面点火:用于地面起动发动机,常以高值输出;

(2)连续点火:用于某些飞行阶段和特定条件下工作,以便一旦熄火能自动再点燃。常以低值连续输出,利于延长点火系统工作寿命。连续点火的飞行阶段和条件包括:起飞、复飞、进近着陆和恶劣气象(结冰、大雨、雪、气流不稳等)。

(3)空中点火:通常用于不良气象条件飞行或空中重启发动机,此时所有点火器同时提供高能点火。

2、自动工作:自动点火。

三、点火系统的组成

发动机有两套独立的高能点火系统,组件包括:电源、高能点火器(点火激励器)、高压导线、点火电嘴和冷却系统。

四、高能点火器的使用

1、高能点火器接受来自飞机供电系统的电源,由起动系统电路控制;

2、点火器输出能量可以根据需要改变其输出值的大小;

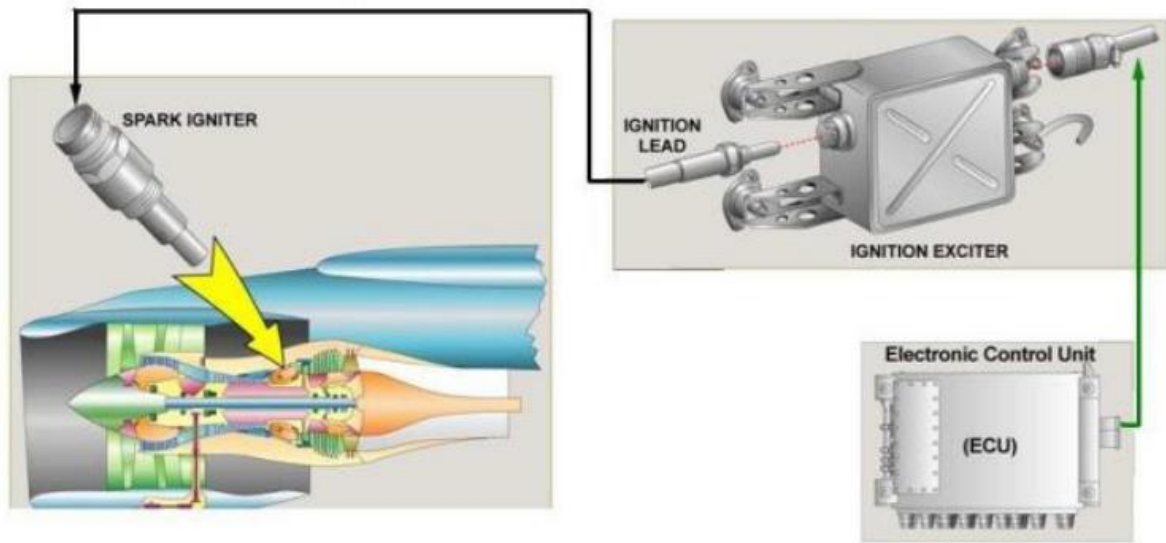
- 3、高值输出用于空中点火和起动点火；
- 4、低值输出用于连续点火；
- 5、飞行中高能点火器不能长时间工作，同时需要定期更换点火器。

【知识扩展】

以 A320 飞机 CFM56-5B 发动机为例，发动机通过发动机控制组件（ECU）控制两套独立的点火系统，每套点火系统包含：一个高能量点火激励器，一个电容式点火电嘴，一个同轴屏蔽点火导线，如图所示。在相继的起动中 FADEC 自动交替使用点火器，顺序如下：

- FADEC 通道 A，点火器 A。
- FADEC 通道 B，点火器 A。
- FADEC 通道 A，点火器 B。
- FADEC 通道 B，点火器 B。

点火激励器是一种电容放电型激励器，通过输入端接收 400Hz（380 到 420Hz）的 115V（108 到 122 伏特）交流电。点火激励器导线输出到点火电嘴的电压是 15 到 20KV。点火激励器装载风扇壳体外部表面的防震支架上。



点火系统原理图

【思考题】

发动机点火装置的功用是什么？

~~~~~



## 2.2.9.燃油系统

### 2.2.9.1.功用、结构、组件

#### 【知识掌握程度】

理解燃油系统的功用；  
了解燃油系统的组件。

#### 【知识点】

##### 一、燃油系统的功用

根据飞行员的指令和飞行条件，将清洁的、无蒸汽的计量燃油分配给各燃油喷嘴喷出，确保发动机安全、可靠地工作。

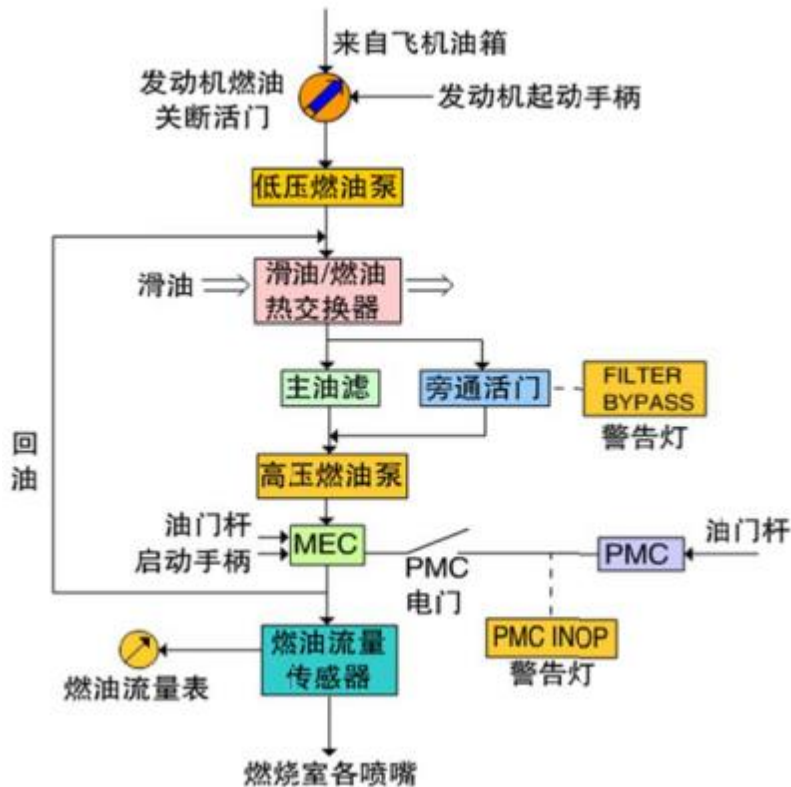
##### 二、发动机燃油系统的工作

发动机燃油系统通常是从发动机燃油关断活门一直到燃油喷嘴为止。

- 1、当发动机正常工作时，从油箱增压泵输送出的燃油进入到发动机燃油系统。
- 2、发动机停车时，燃油关断活门关闭，切断到燃烧室燃油喷嘴的燃油。

##### 三、燃油系统的组件

主要包括：发动机低压燃油泵、燃油-滑油热交换器、主油滤、高压燃油泵、燃油调节器、燃油喷嘴等。



某发动机燃油系统组成示意图

#### 【思考题】

简述发动机燃油调节的必要性。

2.2.9.2.燃油调节器

【知识掌握程度】

- 理解燃油调节器的功用；
- 了解燃油调节器的类型。

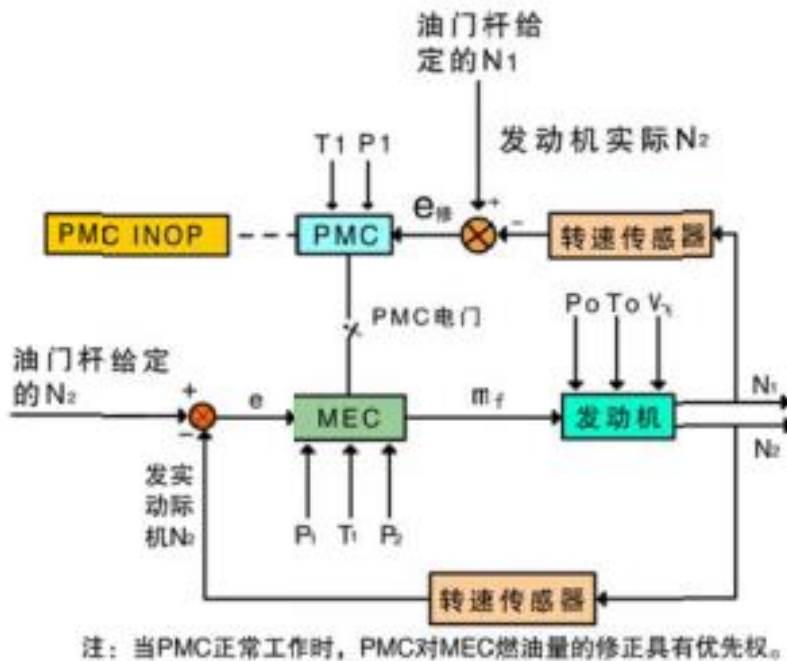
【知识点】

一、燃油调节器的功能

燃油调节器是燃油系统的核心，它可根据飞行员的操纵指令、发动机参数和外界飞行条件的变化自动调节燃油量，实现对发动机的稳态控制、慢车控制、过渡控制、安全监控及防喘控制等，确保发动机正常工作。

二、燃油调节器的类型

燃油调节器有机械液压式、模拟电路式、全权数字电子控制（FADEC）等类型。



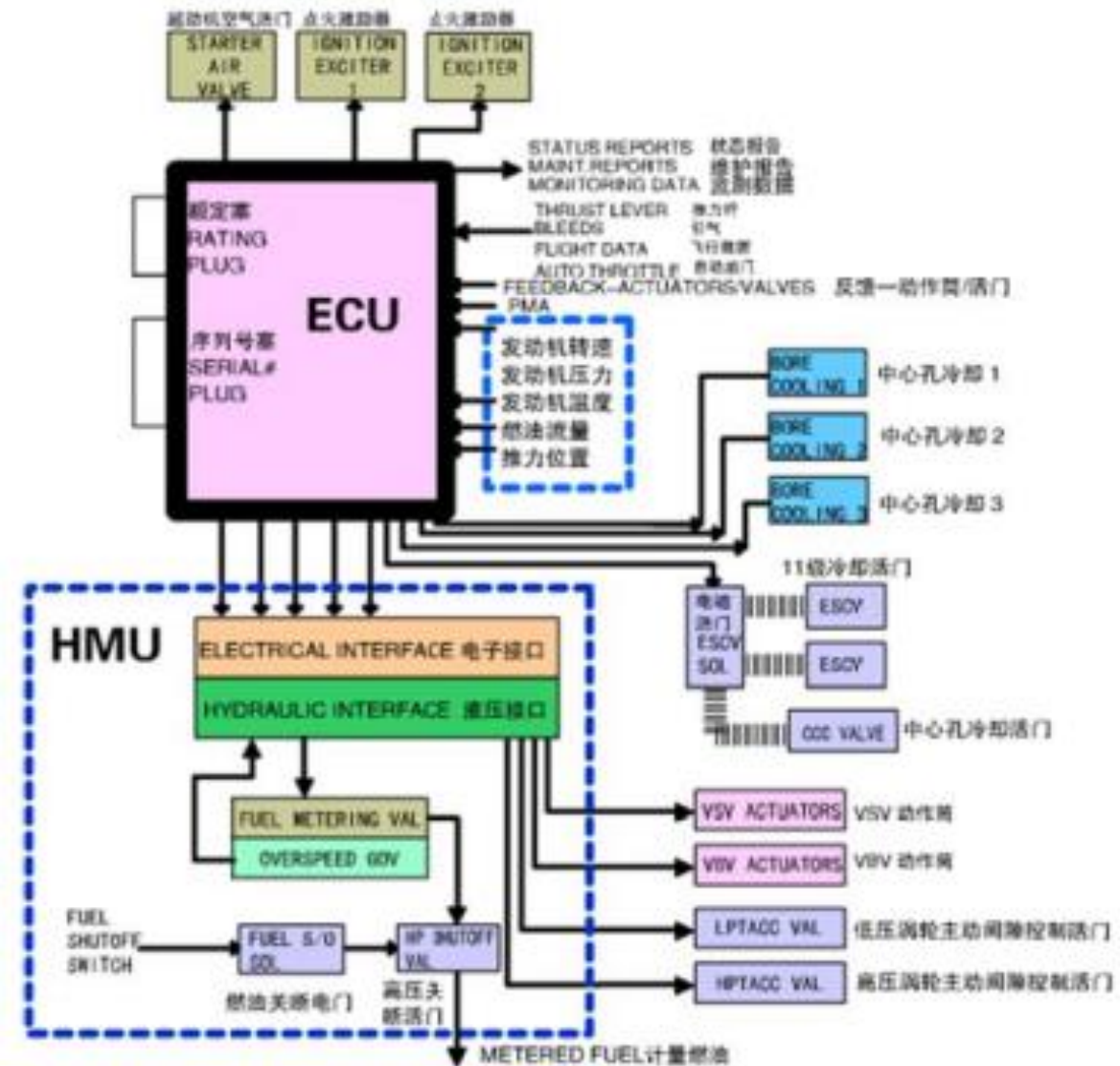
某发动机的机械电子式燃油调节器原理示意图

【知识扩展】

FADEC 特点：

- 1、控制精度高；
- 2、可实现发动机最优控制；
- 3、发动机控制的自动化程度增加，减轻了飞行员的工作负荷；
- 4、信息的传递更方便、快捷；

5、控制系统的可靠性主要取决于 FADEC 计算机的工作性能。



某发动机的 FADEC 燃油调节器原理示意图

【思考题】

发动机控制系统燃油调节器有哪些类型？

.....

2.2.9.3.控制与指示

【知识掌握程度】

- 理解发动机燃油控制系统的功能；
- 理解发动机燃油控制系统的指示及作用。

【知识点】

一、发动机燃油控制系统的功能

发动机燃油控制系统可以分别控制发动机的起动、前向推力和反向推力，并带有监视发动

机燃油系统的指示。这些指示以数字和标尺的形式显示。控制与指示位于驾驶舱相应的信号区和仪表板上。

## 二、发动机燃油控制系统的指示

燃油系统提供的指示取决于不同的发动机类型，主要有：

- 1、低压燃油滤堵塞警告：如果油滤堵塞，压差开关点亮警告灯。
- 2、燃油压力指示和警告：当进入高压燃油泵的燃油压力低于规定值或油滤两端的压降大于规定值，警告灯点亮。
- 3、燃油温度：指示油滤出口燃油温度。
- 4、燃油流量：测量供往发动机的燃油流量，单位为加仑/小时、磅/小时或公斤/小时。

### 【思考题】

燃油系统的指示和警告有哪些？起什么作用？

.....

## 2.2.9.4.燃油

### 【知识掌握程度】

- 理解燃气涡轮发动机对燃油的要求；
- 理解燃油添加防冰和防微生物添加剂的原因。

### 【知识点】

#### 一、燃气涡轮发动机对燃油的要求

燃气涡轮发动机燃油应当符合严格的技术条件，以获得最佳的发动机性能、经济性、安全性和发动机总寿命。

#### 二、燃气涡轮发动机的燃油类型：

喷气发动机主要使用代号为 Jet A、Jet A-1 和 Jet B 的喷气燃料。

- 1、Jet A 为纯航空煤油燃料。
- 2、Jet A-1 和 Jet B 是在 Jet A 的基础上添加汽油形成的喷气燃料，主要是降低了燃油的冰点，使燃油在低温下不易积冰。
- 3、Jet B 一般在极低温度飞行中使用同一型号的燃油比重随温度升高而减小。

不同型号的燃油比重不同，在更换燃油型号的时候需要对燃油系统中的燃油比重值进行调节。

#### 三、燃油添加剂

燃油中可能含有水分及其他杂质，通常使用燃油滤过滤其中的杂质。燃油中通常有防冰和防微生物添加剂。

- 1、防冰添加剂防止燃油中夹带的水结冰；
- 2、防微生物添加剂防止微生物累积，堵塞油滤和燃油管并腐蚀燃油系统部件。

【思考题】

燃油为什么需要添加防冰添加剂？

~~~~~

2.2.10.滑油系统

2.2.10.1.功用组成及工作

【知识掌握程度】

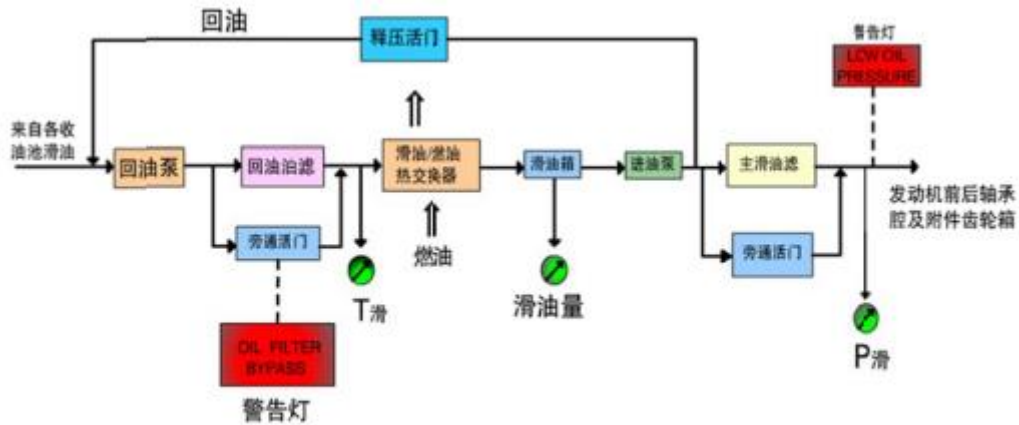
- 理解滑油系统功用；
- 理解滑油系统工作原理；
- 掌握滑油系统的常见组件。

【知识点】

- 一、滑油系统功用：润滑、散热、防腐、燃油加温、扭矩测量。
- 二、滑油系统组件及工作

发动机工作时，滑油箱内滑油经发动机滑油进油泵抽出并增压，首先经滑油主进油滤过滤（当油压过高通过释压活门回油），然后进入空气/滑油热交换器和燃油/滑油热交换器降低滑油温度，适宜压力和温度的滑油进入发动机前、后轴承腔和附件齿轮箱润滑相应部件，滑油回到各自收油池后经滑油回油泵抽回，在回油管路上经主回油滤过滤，最后回到滑油箱。

主要组件有：滑油箱；滑油泵；滑油滤；滑油/燃油热交换器等。



某发动机滑油系统组成示意图

【思考题】

滑油系统功用有哪些？

.....

2.2.10.2.操作和监控

【知识掌握程度】

理解飞行员应当监控的滑油系统参数；

理解滑油系统的主要故障。

【知识点】

一、滑油系统的监控参数及警告

1、滑油压力 (P_{oil})，其意义是描述进入滑油系统的滑油量。使用注意：正常飞行时处于绿区，处于红区时应参照相应机型的 QRH 进行处置；

2、滑油温度 (T_{oil})，发动机状态的变化可以通过滑油温度的变化迅速体现，也可以通过滑油温度推断发动机性能。使用注意：正常飞行时处于绿区，处于黄区应收油门，处于红区应停车。暖机目的：确保滑油润滑质量，提高涡轮效率防止超温。冷机目的：防止热滑油流走，温度均匀；

3、金属屑，一般用磁性堵塞探测发动机滑油中的金属屑，反映发动机内部磨损情况，当磁性堵塞上金属屑累积到一定程度，驾驶舱内有相应警告，提示发动机内部磨损严重；

4、滑油量：在部分飞机的座舱里有指示，用于监控发动机滑油箱中现有滑油量多少。



A320 飞机 ECAM 面板上的 ENG 页面

二、滑油系统的主要故障

- 1、滑油变色或混有金属屑；
- 2、滑油消耗量超过规定；
- 3、滑油系统外部漏油；
- 4、滑油箱油量减少；
- 5、滑油箱油量增加。

【思考题】

飞行员监控的滑油系统参数主要有哪些？

~~~~~

## 2.2.11.涡轮螺旋桨发动机

### 2.2.11.1.结构特点及类型

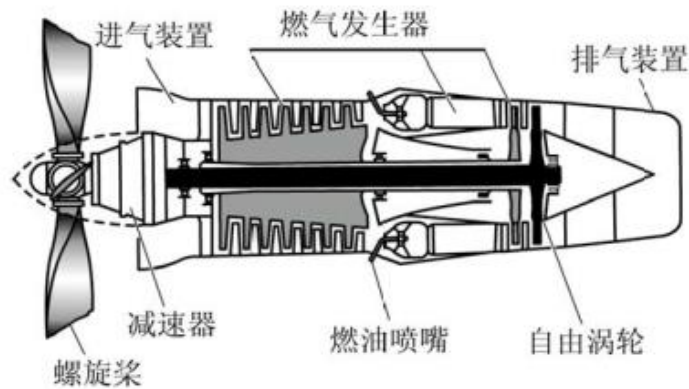
**【知识掌握程度】**

了解涡桨发动机的结构特点及类型。

**【知识点】**

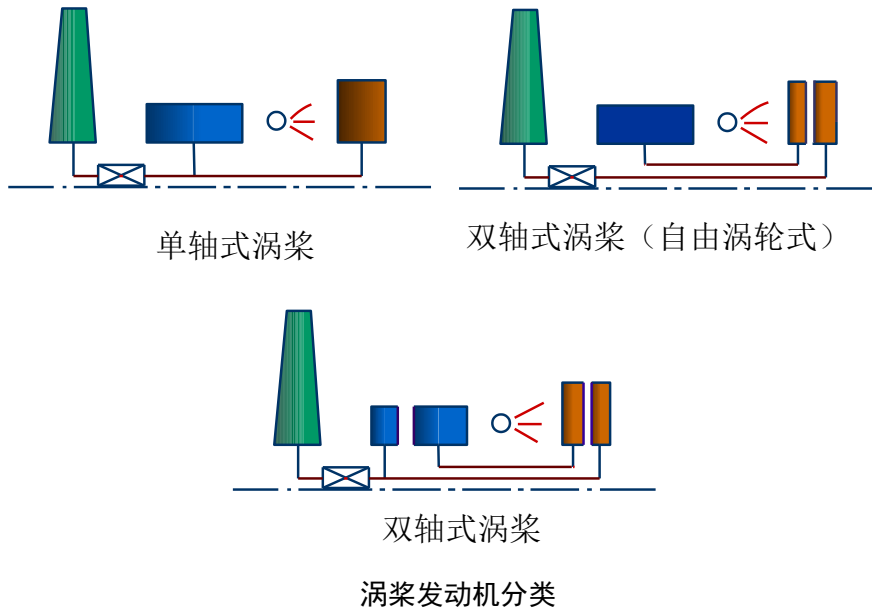
涡桨发动机广泛使用中、低速的运输机。

涡桨发动机的基本组成与涡喷发动机一样，只是涡轮还要过减速器带动螺旋桨。减速器的作用是将高转速低扭矩的涡轮功率变为低转速高扭矩功率并送到螺旋桨。减速器的减速比一般是5~15。由于涡轮除带动压气机外还需带动螺旋桨，因此涡轮级数相对较多。



涡桨发动机结构示意图

涡桨发动机可分为直接传动式和自由涡轮式两种类型。直接传动式涡桨发动机的压气机与螺旋桨在一根轴上。自由涡轮式涡桨发动机带动螺旋桨的涡轮与带动压气机涡轮是分开的。目前民航上的涡桨发动机多为双轴自由涡轮结构。



**【思考题】**

涡桨发动机在结构上与涡喷发动机的区别？

.....

**2.2.11.2.轴功率、当量功率**

**【知识掌握程度】**

理解涡桨发动机当量功率与轴功率的定义；  
理解影响发动机功率的因素与变化情况。

**【知识点】**

螺旋桨轴功率：是指发动机经减速器传递给螺旋桨的功率，用扭矩表来指示其大小。

当量功率：包括涡轮输给螺旋桨的轴功率与喷气推进力的折合功率之和。

随着发动机转速增加，发动机功率增加，转速越大功率增加越快；大气压力增加时，发动机功率增加；大气温度降低时，发动机功率增加；大气密度增加时，发动机功率增加；发动机功率随飞行马赫数增加，变化不大，但当空速增加到一定速度，螺旋桨将出现激波，拉力急剧下降，使涡桨发动机只适合中低速飞行。

**【思考题】**

涡桨发动机的当量功率和轴功率的区别是什么？

.....



### 2.2.11.3.功率分配

#### 【知识掌握程度】

理解涡桨发动机的主要推进力来源。

#### 【知识点】

涡桨发动机将绝大部分（90%左右）的燃气可用能量转变成涡轮机械功用以带动螺旋桨，以充分发挥螺旋桨中、低速飞行时推进效率高的优点；只有少量（10%左右）可用能量用来增加气体动能，从而大大降低了喷气速度，降低了动能损失，提高了发动机推进效率。

#### 【思考题】

涡桨发动机的主要推进力来源是什么？

.....

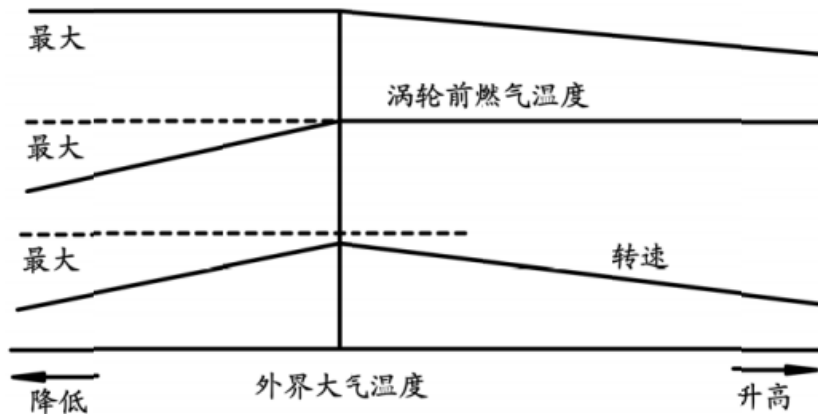
### 2.2.11.4.平台功率

#### 【知识掌握程度】

了解涡桨发动机平台功率的意义。

#### 【知识点】

现代涡桨发动机涡轮材料和制造工艺水平不断提高，通过提高涡轮前温度使发动机功率储备大大增加，实现将发动机额定功率保持到海平面大气温度 30℃，大气温度高于 30℃，发动机功率减小。一般将涡桨发动机随大气温度增加保持不变的功率称为“平台功率”。



外界大气温度变化对涡桨发动机功率的影响

#### 【思考题】

涡桨发动机的轴功率随外界温度变化的规律是什么？

.....

### 2.2.11.5.发动机扭矩

**【知识掌握程度】**

了解表征涡桨发动机轴功率的参数和单位。

**【知识点】**

对于涡轮螺旋桨发动机，扭矩表通过测量螺旋桨轴产生的扭矩用来指示发动机的功率。  
在飞机座舱的仪表上以 PSI 或“磅·英尺”为单位进行显示，也可以用百分比的方式表示。  
在使用中扭矩通常不允许超过限制值，否则容易导致螺旋桨减速器的损坏。

**【思考题】**

表示涡桨发动机轴功率的参数和单位是什么？

.....

### 2.2.11.6.涡桨发动机操纵杆

**【知识掌握程度】**

了解涡桨发动机的功率控制及操作模式。

**【知识点】**

一、涡桨发动机的功率控制

一部分涡轮螺旋桨发动机的油门杆和螺旋桨控制组件相互连接，用以确保一根发动机控制杆就可以控制燃油流量和发动机转速。

大多数涡轮螺旋桨发动机为恒速螺旋桨，其控制杆包括油门杆和变距杆。

二、涡桨发动机的操作模式

对于涡轮螺旋桨发动机来说，有两种操作模式：

1、Alpha Range：发动机的飞行操作模式，包括从起飞到着陆的所有飞行阶段（从小距到顺桨），由变距杆控制螺旋桨工作。

2、Beta Range：发动机的地面操作模式（从地面小距到反桨），一般由驾驶舱中的油门杆控制螺旋桨工作。

**【思考题】**

涡桨发动机有哪些操纵杆，其功用是什么？

~~~~~

2.2.12.辅助动力装置

2.2.12.1.功能及位置

【知识掌握程度】

理解辅助动力装置（APU）的功用及安装位置。

【知识点】

一、功能

辅助动力装置（APU）在地面主发动机关车后，向飞机提供电能，增压空气（空调和主发动机起动），有些情况下经由整体驱动泵提供液压力，使飞机减少对地面支持设备的依靠。在飞行中某些情况下，APU 用于提供应急能量，特别是在 ETOPS 营运中。

二、安装位置

辅助动力装置（APU）通常安装在飞机的非增压部分，一般在飞机的尾部。这个部分通过防火墙与飞机的其它部分隔开，APU 通过橡胶防震安装设备安全地固定在飞机上。通过铰链连接的整流罩板可以进入这个部分。

【思考题】

APU 的作用是什么？

.....

2.2.12.2.组成部件及其作用

【知识掌握程度】

理解 APU 的组成；

理解小型恒速燃气涡轮发动机结构组成及供气系统。

【知识点】

一、APU 的组成

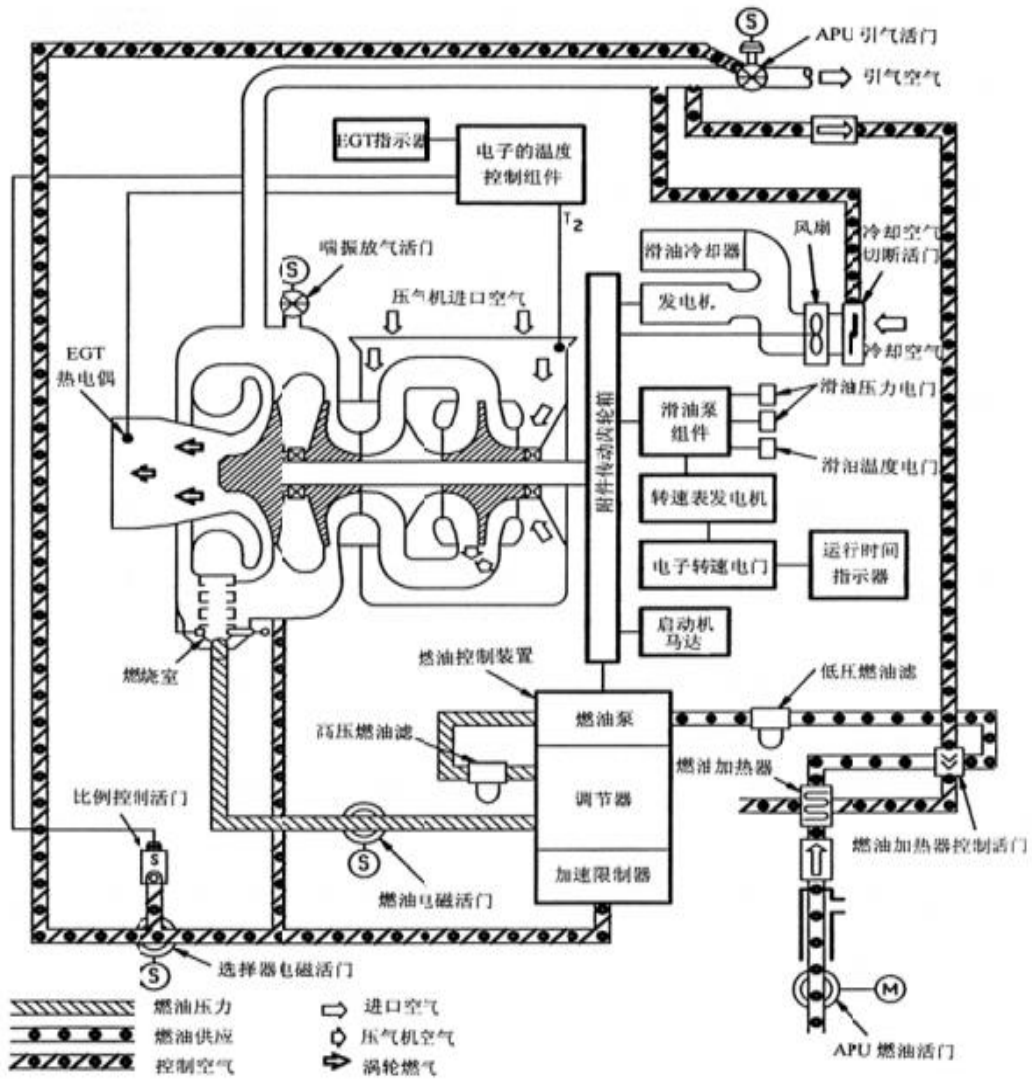
APU 是一个独立的设备，通常由齿轮箱和小型恒速燃气涡轮发动机组成。齿轮箱驱动一台发电机，这台发电机与主发动机驱动的发电机在类型和功率等级上相似。齿轮箱也驱动 APU 附件，如燃油泵、滑油泵、转速发电机。

二、小型恒速燃气涡轮发动机的结构组成

小型恒速燃气涡轮发动机的结构组成包括：压气机、燃烧室、涡轮、喷管及燃油、滑油、空气、控制、指示等工作系统。

三、APU 供气系统（进气与供气）

提供给 APU 压气机的空气是通过连接到通风部分的单或双进气管引入的。进气门通常由电作动器开关。APU 压气机将燃烧室不需要的空气释放到一个集气室，集气室通过管道连接到飞机的空调系统和主发动机空气动力系统。



某 APU 构成示意图

【思考题】

APU 由哪两大部件组成？

.....

2.2.12.3.工作系统

【知识掌握程度】

了解 APU 的滑油系统、燃油系统的工作；

了解 APU 的起动和点火过程；

掌握 APU 的冷却、防冰和灭火方法。

【知识点】

一、滑油系统

APU 使用一个独立的滑油系统，该系统由滑油箱，滑油泵，油滤，散热器和滑油喷射器组

成，润滑 APU 的所有齿轮和轴承。系统有指示灯监控其工作，也有与系统功能相对应的仪表，如滑油压力，滑油温度和滑油量。

二、燃油系统

APU 燃油通过一个电磁活门从主燃油系统中的一个油箱提供，并通过控制 APU 加速的燃油控制组件进行调节，按负荷情况提供合适的燃油维持 APU 转速。

三、起动和点火

在 APU 起动时，电起动机通过附件齿轮箱中的驱动轴转动发动机。APU 起动机所需电能由飞机电瓶或外部电源提供。APU 点火系统是一种高能点火装置，由主控制电门控制。

四、冷却、防冰、灭火

1、冷却：通常由 APU 附件齿轮驱动的风扇为 APU 部件提供冷却和通风。来自风扇的空气也对 AC 发电机和 APU 滑油进行冷却。

2、防冰：在某些 APU 中，通过从压气机引出热空气到 APU 进口表面进行空气进口防冰。

3、灭火：在 APU 中，通常使用一种连续线圈探测系统和单灭火瓶进行 APU 火警的探测和灭火。探测线圈除了进行告警外还可以自动关断 APU。灭火瓶可以进行人工或自动释放。

【思考题】

APU 的滑油系统有哪些主要组成部件？

.....

2.2.12.4.操纵和监控

【知识掌握程度】

理解 APU 的操作和工作过程监控；

掌握影响 APU 自动关车的因素。

【知识点】

一、APU 的操作

在座舱中和从外部易达机身部位，设置有 APU 起动、停车和正常工作必须的各种电门、警告灯和仪表。通常，APU 只能在座舱中进行起动，但可以在座舱和机外进行关车。

二、APU 的工作过程监控

在座舱中，用排气温度显示系统监控 APU 的工作，在大多数装机的 APU 中，有一套小时记录系统连续记录 APU 工作时间，根据安装情况，监控 APU 起动电流，发动机转速、发动机输出电压和频率、发动机轴承温度等参数的仪表和 APU 座舱测试设备可以选装。

三、APU 自动关车

正常情况下，APU 应在无负载情况下工作大约 2 分钟，然后将主控制电门置于 OFF 位或 STOP 位进行关车。根据 APU 的类型和安装要求，在下列任何一种情况下，APU 可以自动关车：

1、部件和系统发生某些故障；

- 2、APU 出现火警信号；
- 3、超过特定的空速和高度限制。

某些 APU 中，在应急情况下，也可以使用 APU 控制板上的 FIRE 电门或拔出座舱中的火警手柄来对 APU 关车。注意当使用已经预位的灭火器释放电路的 FIRE 电门时，不要无意释放灭火器，如果 APU 发生自动关车，将主电门置于 OFF 或 STOP 位。

【思考题】

APU 在哪些情况下会自动停车？

.....

2.2.12.5.冲压涡轮

【知识掌握程度】

- 理解冲压涡轮（RAT）的功用；
- 了解冲压涡轮（RAT）的结构组成及工作。

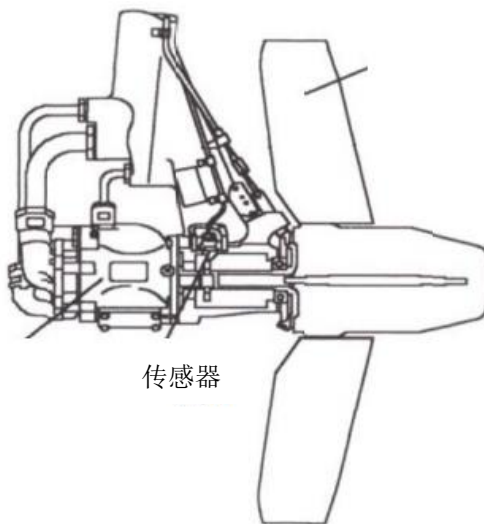
【知识点】

一、功能

冲压空气涡轮是在其余所有液压动力系统失效后向飞机提供应急能源，冲压空气涡轮也可以在飞行中的任何时间由人工控制其工作。地面传感器禁止冲压空气涡轮在地面工作。

二、位置

冲压空气涡轮通常被安装在机身的后下部。



冲压空气涡轮构成示意图

三、结构组成及工作

冲压空气涡轮包括一副气流驱动的可变距螺旋桨。由配重和弹簧控制螺旋桨保持一个恒定转速。当开始工作的时候，桨叶在最小距，使螺旋桨转速尽快增加到工作转速。当转速接近工作转速 4000RPM 时，桨叶桨距逐渐增大，防止超速。

冲压空气涡轮工作灯位于冲压空气涡轮人工操控电门附近，通常为琥珀色或红色，座舱中还有一个绿色的冲压空气涡轮压力灯用来显示系统的压力到要求。

【思考题】

冲压空气涡轮（RAT）的作用是什么？

~~~~~

### 2.2.13.喷气发动机性能

#### 2.2.13.1.推力公式、推力分布

【知识掌握程度】

理解发动机推力的含义；

理解发动机产生正推力与负推力部件。

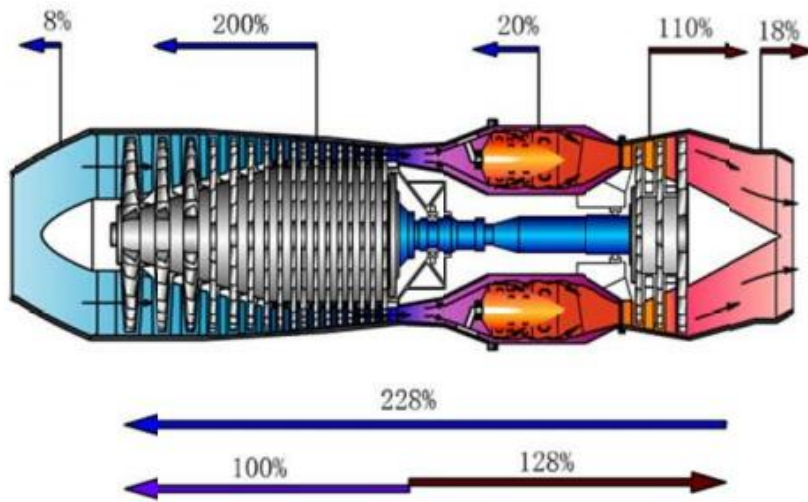
【知识点】

发动机推力是气体作用在发动机所有工作面上的压力的轴合力。

推力公式表示为：气体在发动机中膨胀不完全  $F=Ma(V_{jet}-V_a) + (P_{jet}-P_a)A_{jet}$ ；

气体在发动机中膨胀完全  $F=Ma(V_{jet}-V_a)$ 。

发动机中进气道、压气机、燃烧室产生正推力，涡轮、喷管产生负推力。对高涵道比涡扇发动机，产生最大正推力的部件是风扇。



推力的分布

【思考题】

发动机部件中哪些是正推力部件？哪些是负推力部件？

.....

### 2.2.13.2.推力参数

#### 【知识掌握程度】

理解表征涡扇发动机推力的参数。

#### 【知识点】

发动机的推力是涡喷和涡扇发动机主要的性能参数。表征涡喷和涡扇发动机推力的参数有：转速  $N1$  和发动机压力比  $EPR$ 。

一、发动机压力比  $EPR$  是指涡轮出口总压与压气机进口总压之比，一些高涵道涡扇发动机测量的是风扇出口气体总压与风扇进口气体总压之比。

二、高涵道涡扇发动机也常用风扇转速  $N1$  来表征发动机推力大小，通常以百分比的方式进行显示。

#### 【知识扩展】

发动机推力随着发动机转速的增加而增大，可以通过测量发动机转速的大小来反映发动机此时推力的大小。发动机转速容易测量，测量精度也较高；同时转速不仅能反映推力大小，也能较全面地反映发动机承受的机械负荷的大小。因此发动机转速可作为推力设置的最基本参数。

发动机压力比  $EPR$  是指涡轮出口总压与压气机进口总压之比。也有一些高涵道比涡扇发动机测量的是风扇出口气体总压与风扇进口气体总压之比。 $EPR$  越高，气体在发动机内获得的机械能增量越大，气体在喷管内膨胀能力越强，排气速度越高，发动机推力越大。与发动机转速相比，发动机压力比能更为准确地反映发动机推力的变化，但是  $EPR$  的测量精度和可靠性不如测量转速高，在飞行中易因结冰而失效。

#### 【思考题】

表征涡扇发动机推力的参数有哪些？

.....

### 2.2.13.3.推力同空速、空气密度、气压、温度和转速之间的关系

#### 【知识掌握程度】

理解推力同空速、空气密度、气压、温度和转速之间的关系。

#### 【知识点】

- 一、随着发动机转速增加，发动机推力增加。转速越大，推力增加越快；
- 二、大气压力增加时，发动机推力增加；
- 三、大气温度降低时，发动机推力增加；
- 四、大气密度增加时，发动机推力增加；在 11,000 米以下时，推力随飞行高度增加而降低；在 11,000 米以上时，随着飞行高度增加，发动机推力下降更快。
- 五、涡喷发动机和低涵道比（涵道比在 0.5 以下）的涡扇发动机在相当大的速度范围内（马赫



数：0.5~2.0)，发动机推力随飞行马赫数增加而增加，速度性能较好，适宜作超音速飞行；涵道比较高的涡扇发动机，发动机推力随着飞行马赫数的增加而不断下降，不适宜作超音速飞行。

**【思考题】**

请给出推力同空速、空气密度、气压、温度和转速之间的关系的结论。

.....

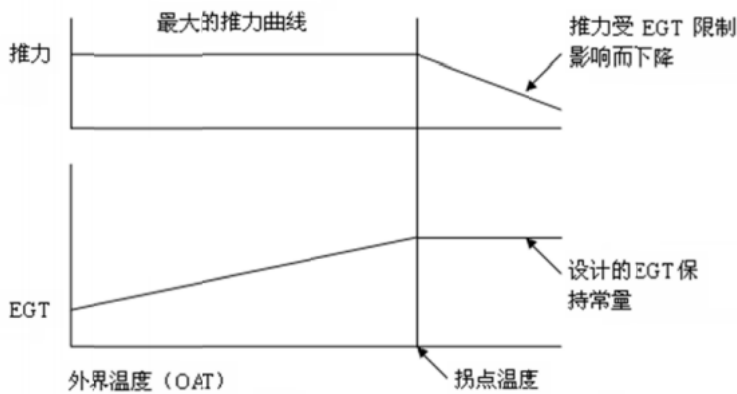
**2.2.13.4.平台推力**

**【知识掌握程度】**

理解大气温度升高对燃气涡轮发动机推力、转速和排气温度的影响。

**【知识点】**

现代燃气涡轮发动机涡轮材料和制造工艺水平不断提高，通过提高涡轮前温度使发动机推力储备大大增加，实现将发动机额定推力保持到海平面大气温度 30℃，大气温度高于 30℃，发动机推力减小。一般将这种随大气温度增加，在一定大气温度以内，保持推力不变的发动机称为平台式发动机。



**【思考题】**

现代燃气涡轮发动机随大气温度升高，推力、转速和排气温度将怎样变化？

.....

**2.2.13.5.减推力原理**

**【知识掌握程度】**

理解高涵道比涡扇发动机减推力起飞方式的好处。

**【知识点】**

减推力起飞技术：现代民用运输机的高涵道比涡扇发动机有较大的推力富余，在某些情况下可以不使用发动机的最大推力状态就能获得满意的起飞性能。起飞推力的减小可以通过假设温度方式实现，即根据当时的起飞重量，跑道状态和爬升性能要求等，选择一个较最大起飞推力小的推力，按飞行手册提供的数据或曲线选择一个较当时场温更高的假设温度输入飞行管理计算机或推力管理计算机，使发动机按输入的假设温度产生推力，此时的发动机推力小于发动机可以发出的最大推力。

减推力起飞既可以保证起飞性能，也可以节省燃油，降低噪音；长时间采用减推起飞技术，可大大延长发动机热端部件寿命，显著降低发动机使用成本。

**【思考题】**

减推力起飞方式的好处有哪些？

.....

### 2.2.13.6.推力等级

**【知识掌握程度】**

了解涡扇发动机推力等级确定方法；

了解涡扇发动机推力的设置方法。

**【知识点】**

现代民航运输机在不安装新的发动机的情况下，涡扇发动机的推力是可以改变的。

现代涡扇发动机可以通过安装在 FADEC 上的推力识别塞确定发动机推力等级。同样的发动机构成，不同的推力识别塞，发动机最大推力等级将会不一样。

现代涡扇发动机也可以通过在驾驶舱中推力管理页面进行发动机推力的设置，改变发动机工作时输出的推力。

**【思考题】**

发动机推力改变的方法有哪些？使用上有何区别？

.....

### 2.2.13.7.发动机加速性

**【知识掌握程度】**

理解发动机加速性的定义；

理解影响燃气涡轮发动机加速性的因素；

理解燃气涡轮发动机加速性对飞行的影响。

**【知识点】**

#### 一、发动机的加速性及对飞行的影响

1、发动机的加速性定义：是指快推油门时发动机推力上升的快慢程度。通常用慢车转速增加到最大转速的最短时间来衡量，时间越短，加速性越好。航空燃气涡轮发动机的加速时间约为 5~15 秒。

2、对飞行的影响：发动机的加速性明显影响飞机的复飞性能和起飞性能。

#### 二、影响发动机加速性的因素

影响燃气涡轮发动机加速性的因素主要是空气流量，供油量和发动机转子的转动惯量及慢车转速的大小。



**【思考题】**

现代民航运输机的发动机有哪些常见工作状态？有何特点？用于飞行的哪个阶段？

.....

**2.2.14.2.发动机仪表和监控系统**

**【知识掌握程度】**

了解发动机常用的监控仪表；  
掌握发动机监控参数的集中显示。

**【知识点】**

一、发动机转速表（RPM）

是用来指示发动机转速的仪表，一般指示实际转速为最大运行转速的百分数。压气机转速一般用字母 N 来表示，如 N1，N2，N3。对于多转子发动机，发动机起动时，高压转子转速表是基本的指示仪表。对于高涵道比的涡轮风扇发动，风扇转速提供了准确的发动机推力指示。

二、发动机压力比（EPR）表

通过和发动机转速指示系统共同工作，可以监控发动机的性能，指示发动机推力。发动机压力比指示器只用在一部分的发动机上面。

三、排温度表（EGT）

与燃气涡轮发动机的效率、耐久能力和热端部件安全直接相关。排气温度表（EGT，ITT 或 TOT）以摄氏温标来指示排气温度。

四、振动指示仪（VIB）

显示发动机的振动量，给发动机的总体机械性能提供参考信息。相对振幅指示了振动量，如果测量到一个超过极限的振动信号，座舱中的警告灯会亮。同时，振动指示仪表上会有一条红色警告线。安装在发动机上的传感器监控发动机振动。

五、集中显示

现代民航飞机上，通常用（EICAS）和（ECAM）显示发动机的基本参数信息（如 N1、EGT、某些发动机还有 EPR）和其它重要参数信息，如 N2、N3（在某些 RR 的发动机上）、燃油流量、滑油量、滑油压力、滑油温度以及发动机振动值，还提供警告和提示信息。发动机的基本参数信息在飞行过程中会一直显示，在起动时和需要时会显示发动机的次要参数。

**【思考题】**

发动机常用的监控仪表有哪些？分别监控发动机哪方面的工作？

.....

### 2.2.14.3.发动机操纵杆

#### 【知识掌握程度】

理解燃气涡轮发动机的控制；  
掌握发动机推力的控制方法。

#### 【知识点】

燃气涡轮发动机的控制通常由油门杆或称功率杆、推力杆来完成。操作控制杆，可以选择需要的推力级别，发动机的燃油控制系统就会自动将推力维持在此级别。在现代飞机上，推力杆、发动机全权控制系统 FADEC、自动油门系统以及推力管理计算机融合。

在装备了 FADEC 系统的飞机上，根据推力管理计算机数据，将推力杆角度和控制信号位置对齐，便可以设置好推力。位置确定后，油门位置不发生变化，控制系统就会维持现有的推力值。当外界飞行环境发生变化时，会自动加速或者减速以维持发动机 EPR 不变。只有推力杆位置发生变化时，发动机 EPR 才会发生变化。当自动推力模式工作时，只能手动移动推力杆位置，而推力自动变化时，某些飞机的推力杆位置不会发生变化。

#### 【思考题】

现代民航发动机座舱中有哪些操作杆？这些操作杆怎样对发动机进行控制？

.....

### 2.2.14.4.发动机的操纵和使用

#### 【知识掌握程度】

掌握发动机状态超限时飞机座舱仪表中的指示。

#### 【知识点】

发动机的操纵配合飞行需要，并注意发动机不要超过该状态的限制值，并注意使用安全。

发动机状态超限通常会在飞机座舱仪表中进行指示，并通过警告灯和警告声响进行提示，当出现超限和故障时，应根据飞行手册进行相应处理。在发动机监控参数采用 EICAS 和 ECAM 显示方式的飞机上，还会显示发动机超限的具体参数和故障，及相应的处置程序供飞行员参考。

#### 【思考题】

发动机超限的提示有哪些？

.....



空气启动机的结构包括：

- (1) 涡轮（单级）：将气源压力能转换成机械能。
- (2) 减速器：将涡轮输出的高转速、低扭矩转换成带动发动机转子所需量的低转速、高扭矩。
- (3) 离合器：控制起动机与发动机的脱开与接合，并防止扭矩过载损伤传动部件。
- (4) 传动轴：传递扭矩。

空气起动机可以使用已起动好的发动机引气、APU 引气和地面高压气源三种气源进行起动。

空气起动机一般在起动空气活门上有还手动操控装置可供操纵。

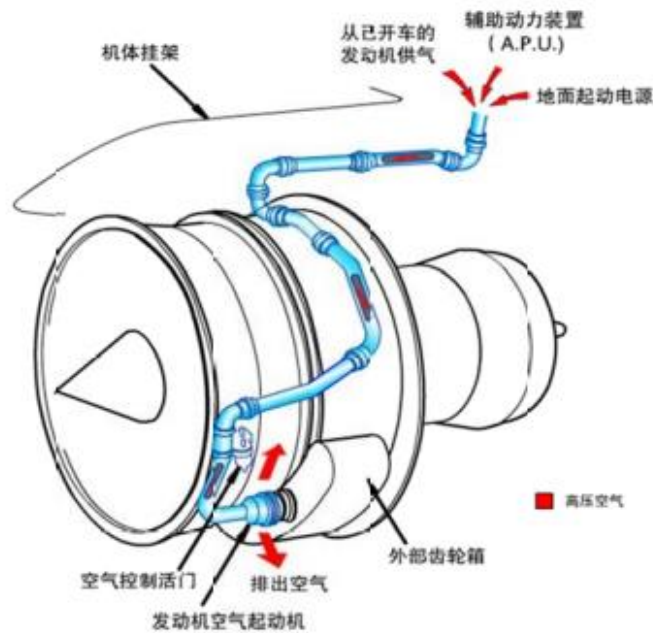
### 2、电动起动机：

其结构为直流电动马达，用于涡桨、小型喷气发动机和 APU 起动，输出功率较小。

### 3、燃气涡轮起动机

燃气涡轮起动机是小型的燃气涡轮发动机，直接输出扭矩，功率较大、起动迅速，用于某些涡喷或涡桨发动机。

不同类型的起动机都存在工作限制，包括工作时间、冷却时间、循环次数限制，因此需要对起动机的工作情况进行监控。



空气启动机的气源

### 【思考题】

空气启动机的气源有哪些？

.....

### 2.2.15.2.地面起动过程

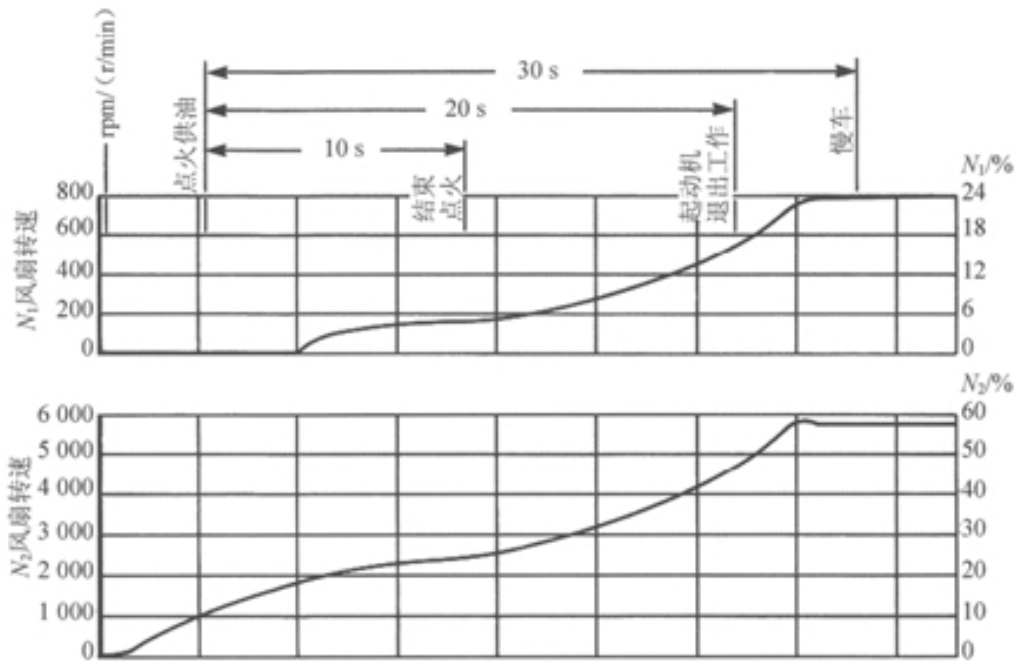
#### 【知识掌握程度】

理解发动机的地面起动过程。

#### 【知识点】

做好起动前的准备，起动系统工作正常，点火能量、混合气空燃比和初温、初压满足起动要求。  
双转子涡轮发动机典型的起动过程：

- 发动机主开关拨到“START”位，起动系统准备。
- 起动开关接通使起动活门打开，指示灯亮，空气进入起动机，起动机带转发动机。
- 点火开关到“ON”位，点火系统通电。
- N<sub>2</sub> 达到预先确定的值时，高压燃油开关放到“ON”位，此时发动机点燃。排气温度 EGT 明显上升。时间通常是 17-20s。大约达到 35%N<sub>2</sub> 时，发动机加速到自持转速。大约达到 45%N<sub>2</sub> 时起动机脱开，点火系统断电。发动机起动开关到“OFF”位。
- 发动机加速，发动机一旦达到自持转速，发动机将继续加速到慢车状态。在发动机加速到慢车的过程中，必须监视所有的发动机仪表，防止参数超限，从而获得满意的起动过程。
- 慢车转速大约为 60%N<sub>2</sub>,大约 25%N<sub>1</sub>。



典型双转子涡轮发动机起动过程

#### 【思考题】

发动机地面起动过程有什么特点？

.....



### 2.2.15.3.空中起动

#### 【知识掌握程度】

理解发动机空中起动定义和空中起动条件；  
理解发动机空中起动方法与空中起动发动机注意事项。

#### 【知识点】

##### 一、发动机空中起动定义

发动机空中起动是指飞行中，由于飞行员操纵不当或因恶劣气象条件等引起的燃烧熄火，造成发动机停车时，在空中进行的发动机起动。

##### 二、空中起动条件

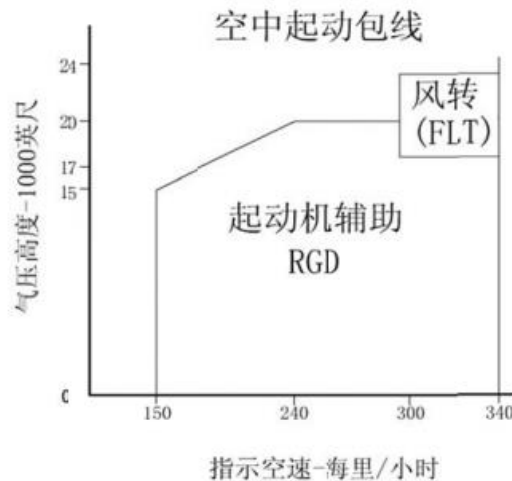
- 1、起动机为无故障发动机；
- 2、飞行高度和飞行速度需要在空中起动飞行包线内；
- 3、飞机为平飞状态；
- 4、机组完成空中起动发动机的准备工作（按《飞行手册》检查单要求）。

##### 三、发动机空中起动方法

- 1、在包线限制内，发动机风车转速足够，只需点火和供油。
- 2、若风车转速不够，则与地面起动一样操作。

##### 四、空中起动发动机注意事项

- 1、严禁起动有故障的发动机；
- 2、加强发动机点火；
- 3、注意监控发动机的状态。



发动机空中起动包线

#### 【思考题】

哪些停车的发动机可以空中起动？空中起动需要什么条件？

.....

#### 2.2.15.4.发动机起动故障

##### 【知识掌握程度】

掌握常见不正常起动的类型与原因；  
理解不正常起动的后果和预防措施。

##### 【知识点】

为避免起动过程中的故障造成发动机严重损伤，起动过程中密切注意：排气温度、转速、振动指示、滑油压力等发动机参数，以及起动机能否与发动机自动脱开、有无喘振等现象。

##### 一、常见不正常起动的类型

1、热起动：热起动出现在发动机点火以后，排气温度超过允许起动温度的最大值。

2、悬挂起动：悬挂起动出现在发动机点火成功后，转速没有增加到慢车转速，维持在某一较低的转速，而排气温度高于相应转速下的正常值，低于或等于起动限制值。

3、湿起动：湿起动是在规定的时间内发动机没有点燃，EGT 不增加，转速不增加，没有燃油喷射到燃烧室被点燃的声音，燃油流量低于正常值。

##### 二、常见不正常起动的起因

##### 1、导致热起动的原因

- 电源功率过低，不能快速将发动机加速到自持转速。
- 起动机的气源压力低。
- 发动机湿起动后未能将发动机排油和吹干。
- 遭遇大的顺风。
- 高压开关打开过早。

出现热起动应立即停车，中止起动。

##### 2、导致悬挂起动的原因

- 燃油控制系统故障。
- 起动机脱开过早。
- 转子轴承故障。

出现悬挂起动，应立即中止起动。

##### 3、导致湿起动的原因

- 高能点火器故障。
- 点火电嘴故障。
- 内部起动——蓄电池低电压。

发动机湿起动以后，在下次起动发动机前应吹干发动机，必须由起动机带转发动机，不供油且不点火，以排出燃烧室、涡轮、喷管中的富余燃油。

##### 三、不正常起动的后果和预防措施



## 2.3.发动机仪表

### 2.3.1.EPR 表

#### 【知识掌握程度】

- 理解 EPR 表（压力比表）的功用和操作；
- 了解 EPR 表（压力比表）的基本测量原理；
- 掌握 EPR 表的使用方法。

#### 【知识点】

##### 一、功用

喷气发动机的推力与压气机进口的全压和涡轮出口的全压以及飞行速度有关。当飞行马赫数不变时，发动机的推力只与压力有关。

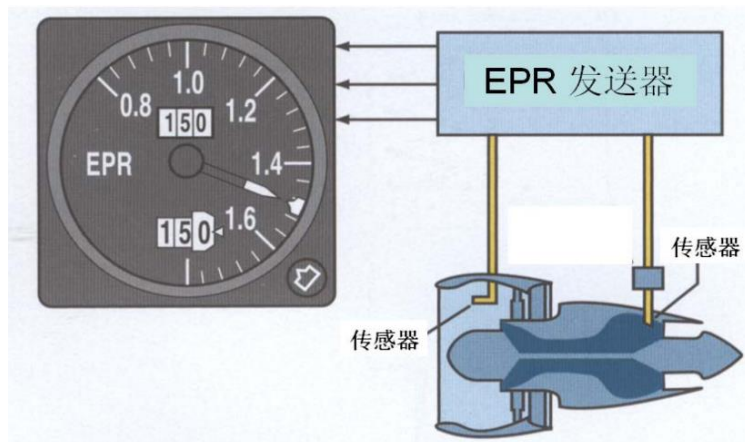
EPR 表（压力比表）通过测量发动机涡轮排气全压和压气机进气全压的比值，从而反映涡轮喷气发动机的推力。

##### 二、基本测量原理

采用两个压力传感器来感受相关的压力：一个传感器测量涡轮排气全压，另一个传感器测量压气机进气全压，计算机根据两个传感器送来的压力进行压力比的计算，然后送给 EPR 表进行指示。

##### 三、操作

起飞前，飞行员应根据当时场压，大气温度和飞机全重，从飞机性能曲线上查出起飞压力比值。然后，转动调定旋钮，使推力游标“△”和数码窗指示出起飞压力比值。起飞时，飞行员控制发动机油门，当指针对准推力游标时，便说明发动机达到了起飞推力。飞行中，指针指示发动机压力比值。



#### 【思考题】

EPR（压力比）指的是发动机哪两部分压力的比值？

~~~~~

2.3.2.扭矩表

【知识掌握程度】

掌握扭矩表的功用；
了解扭矩表的工作原理。

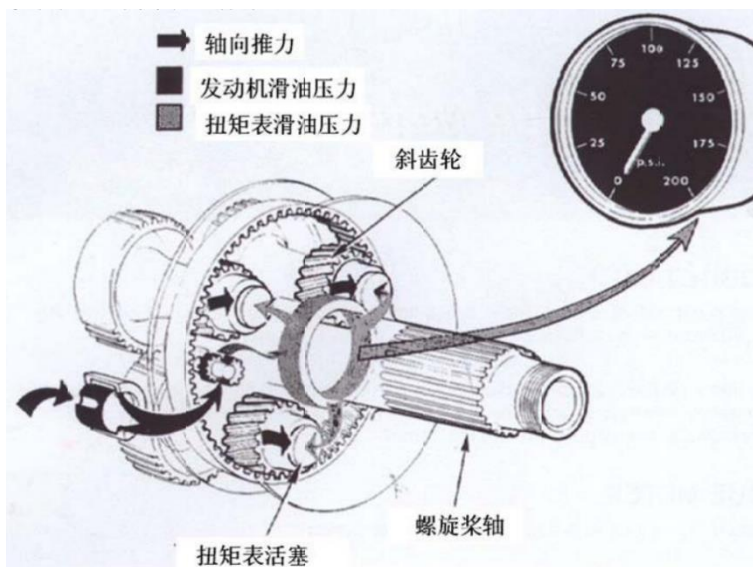
【知识点】

一、功用

可用于反映涡轮螺旋桨发动机所产生的功率。

二、基本测量原理

利用减速器中的斜齿轮螺旋齿测量副轴上的轴推力，这个轴推力和减速器中传递的功率成正比。产生的滑油压力叫做扭矩表压力，和发动机功率成正比，和轴推力平衡，通过座舱中的仪表以 PSI 为单位进行计量。



【思考题】

简述扭矩表的功用和基本原理。

~~~~~

### 2.3.3.转速表

#### 【知识掌握程度】

掌握转速表的功用；  
了解转速表的工作原理；  
理解活塞和喷气发动机不同的转速指示单位。

#### 【知识点】

##### 一、功用

测量发动机曲轴或涡轮轴的转速。

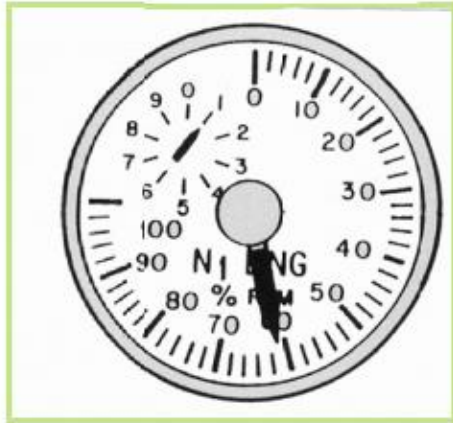
### 二、基本测量原理

磁感应式转速表：利用测速发电机把转速转变成三相交流电，其频率与转速成正比。磁电式转速表：利用磁电式传感器把转速转变为感应电动势，其频率与转速成正比。

### 三、转速指示单位

活塞发动机转速用转/分表示。

喷气发动机转速非常高，为方便认读，用百分比表示。100%即表示额定转速。



#### 【思考题】

喷气发动机转速采用什么单位表示？为什么？

~~~~~

2.3.4.排气温度表

【知识掌握程度】

掌握排气温度表的功用；

了解排气温度表的工作原理。

【知识点】

一、功用

测量发动机尾喷管的喷气温度。

二、排气温度的基本测量原理

利用热电偶的热电效应产生热电动势从而进行排气温度测量。

热电偶的热端感受被测温度，冷端温度保持不变。由于热电效应产生热电动势，其大小只与热端温度有关。测量热电动势的大小即可反映出被测温度的高低。

【思考题】

排气温度是根据什么原理进行测量的？

~~~~~

### 2.3.5.燃油消耗指示

#### 【知识掌握程度】

掌握燃油量表、燃油流量表的功用；  
了解燃油流量和油量的工作原理和误差。

#### 【知识点】

##### 一、功用

测量燃油流量，反映燃油的消耗情况和油箱中的剩油情况。

##### 二、流量表

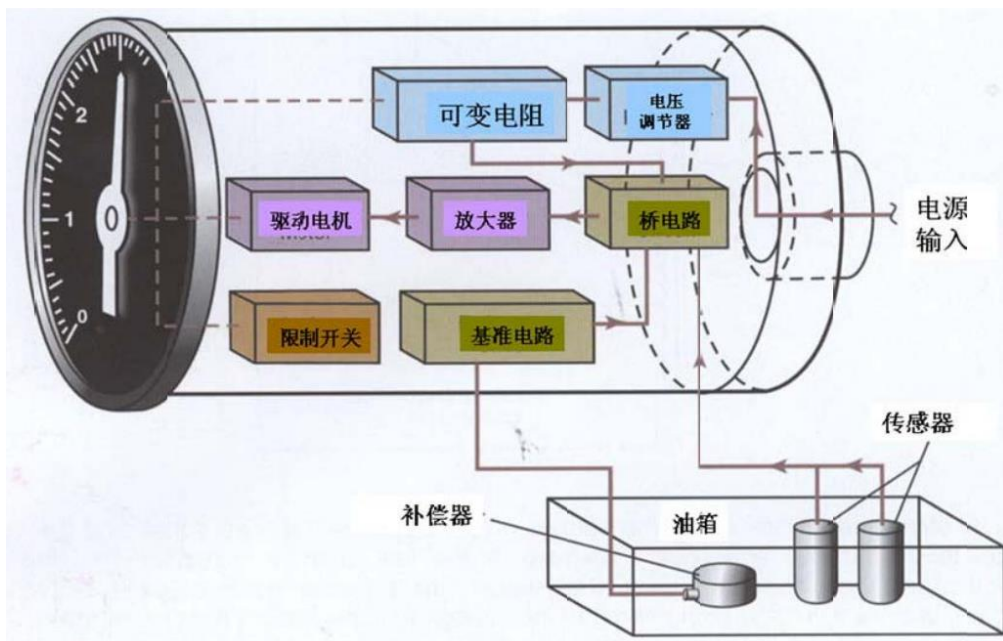
叶轮式流量表：利用叶轮把燃油流量转换成转速，通过测量转速从而指示体积流量（如公升/小时）。

角动量式流量表：根据流体动量或角动量与流量成正比，然后把角动量转换成力矩，从而测量质量流量（如磅/小时）。

##### 三、油量表

浮子式油量表：利用浮子把油箱液面高度转换成电阻，通过测量电阻从而进行油量指示。存在较大的姿态误差。

电容式油量表：利用电容传感器把油面高度转换成电容，通过测量电容从而指示油量。存在温度误差和换油误差。



#### 【思考题】

燃油流量和油量分别有哪些测量方法？

~~~~~

2.3.6.滑油压力和温度指示

【知识掌握程度】

掌握滑油温度和滑油压力指示；
了解滑油温度和滑油压力的测量原理。

【知识点】

一、滑油温度的测量

利用导体或半导体的电阻随温度而变化的特性，将被测温度转换为电阻值，从而进行滑油温度测量。

二、滑油压力的测量

利用压力传感器通过膜片或膜盒将被测压力转换为电量，从而进行滑油压力测量。

【思考题】

滑油温度是利用什么原理测量的？

~~~~~

### 2.3.7.振动指示

#### 【知识掌握程度】

理解振动指示的功用；  
了解振动载荷系数及其显示单位；  
了解振动测量方法。

#### 【知识点】

##### 一、功用

反映发动机的振动程度，监控发动机的振动量。

##### 二、振动载荷系数

振动加速度幅值与重力加速度的比值称为振动载荷系数。

##### 三、振动测量方法

速度式磁电测振：把振动速度转换成与之成正比的电动势，从而测量振动。

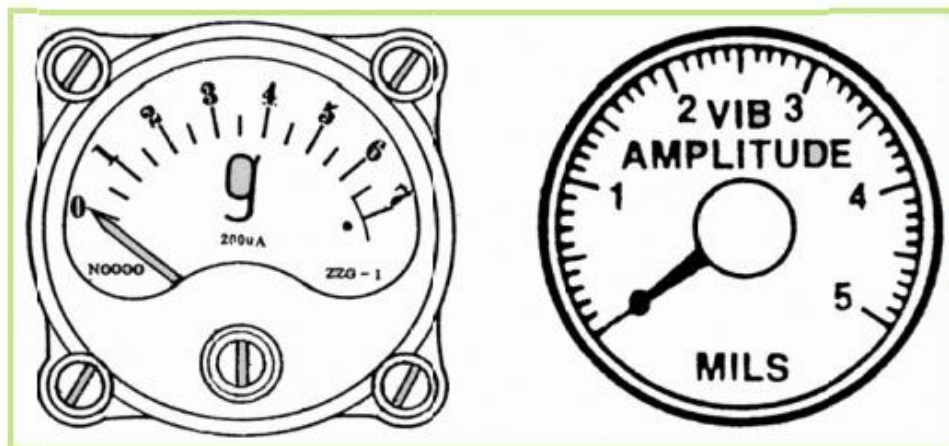
加速度式压电测振：把振动加速度转换成与之成正比的电压，从而测量振动。

##### 四、振动指示单位

g：指示振动载荷系数。民航飞机正常工作时，振动载荷系数一般为3~4。

mil（密耳）：指示振动幅值。通常正常值在2~3mil之间。（1密耳=10<sup>-3</sup>英寸）





**【思考题】**

振动的测量方法有哪些？采用的单位有哪些？

~~~~~

2.3.8.EICAS

【知识掌握程度】

理解 EICAS 系统的功用；

了解 EICAS 系统两个显示组件与三种显示模式；

掌握 EICAS 系统报警信息等级划分。

【知识点】

一、功用

EICAS 用于显示主要的发动机参数，在非正常状态为机组提供警告，也提供飞机系统的状态显示。在地面，还向地面维护人员提供大量的系统数据。

二、显示组件

EICAS 系统包含有两个显示组件：主显和次显。它们能够呈现所有的发动机和系统操作数据。

1、主显：通常只显示重要的发动机信息（如 EPR、N1 和 EGT 等）。

2、次显：用来显示不太重要的信息（如 N2、FF、油量、发动机振动、滑油压力、滑油温度等）以及发动机和系统非正常情况下的细节。如果某一显示器失效，信息自动切换到另一显示屏上进行紧凑显示。

EICAS 的信息由两台计算机提供，它们连续地接收从发动机和飞机的各个系统送来的数据。在任一时间，一台计算机工作，另一台计算机备用。如果 EICAS 计算机失效，备用计算机自动或人工接替失效计算机的工作。

三、显示模式

EICAS 系统有三种显示模式：工作模式、状态模式和维护模式。

1、工作模式：提供主要的发动机参数的显示，如果有非正常情况出现，提供报警信息显示和非正常情况的细节显示，该模式用于整个飞行期间。

2、状态模式：主要用于飞机准备期间，显示飞机系统状态和飞行的准备情况。

3、维护模式：用于维护人员进行故障诊断。在 EICAS 显示控制板上可以进行操作模式和状态模式的选择。

四、报警信息等级划分

EICAS 系统连续地监控来自发动机和飞机系统传感器的大量输入信息，如果检测到系统失效，产生适当的报警信息并显示在主显示器上。机组报警信息分为三级：A 级、B 级和 C 级。

A 级：警告信息，需要机组立即采取行动。该信息用红色显示。出现该信息时，主警告灯点亮，中央警告系统给出音响警告。

B 级：警戒信息，需要机组立即知晓，但不需立即采取行动。该信息用琥珀色显示。出现该信息时，警戒灯点亮，并伴随有音响信息。

C 级：咨询信息，需要机组知晓。该信息也用琥珀色显示。为了区分警戒信息，退后一个字符显示。

【思考题】

EICAS 系统的报警信息是如何分级的？

~~~~~

### 2.3.9.ECAM

#### 【知识掌握程度】

掌握 ECAM 系统的功用；

了解 ECAM 系统的组成；

理解 ECAM 系统的工作原理；

掌握 ECAM 系统的显示模式。

#### 【知识点】

ECAM 用来在正常/非正常情况下帮助机组对系统进行管理。

##### 一、ECAM 系统组成

ECAM 系统由 2 个显示组件（发动机/警告显示器 E/WD 和系统/状态显示器 S/SD）、系统数据采集集中器（SDAC）、飞行警告计算机（FWC）、显示管理计算机（DMC）、ECAM 控制面板（ECP）和注意力获取装置等构成。

1、SDAC 的作用是获取数据、处理数据并将数据送到 DMC 和 FWC 中。

2、DMC 输出发动机工作参数和系统页面数据。

3、FWC 输出报警信息和对应的程序信息。FWC 可以根据飞机传感器和系统直接来的信息产生红色警告信息，也可以通过 SDAC 来的系统信息产生琥珀色的警戒信息。



## 2.4.飞行仪表系统

### 2.4.1.大气数据仪表

#### 2.4.1.1.马赫数表

##### 【知识掌握程度】

理解马赫数表的工作原理；

掌握全静压系统堵塞对马赫数表指示的影响。

##### 【知识点】

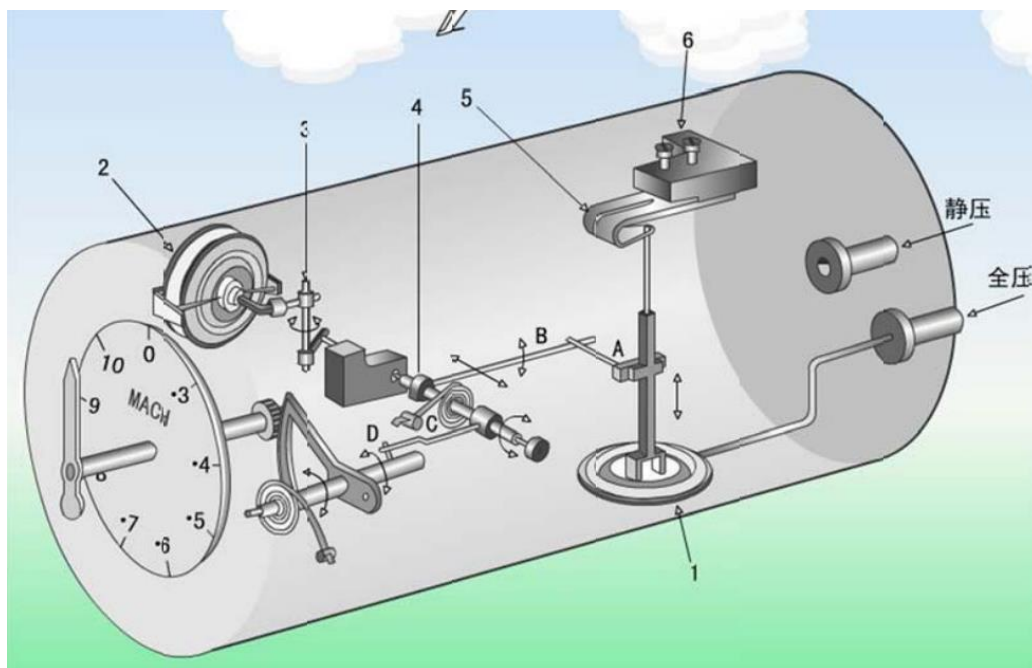
###### 一、基本原理

根据马赫数和动压、静压的关系，利用开口膜盒测动压、真空膜盒测静压，从而间接表示飞行马赫数。

###### 二、全静压系统堵塞对仪表指示的影响

全压管堵塞：飞行高度升高，仪表多指。

静压孔堵塞：飞行高度升高，仪表少指。



##### 【思考题】

全压管或/和静压孔由于结冰出现堵塞，马赫表会有什么样的指示？为什么？

.....

### 2.4.1.2.总温指示

#### 【知识掌握程度】

- 了解动力温升的定义；
- 理解总温的定义；
- 掌握总温传感器的功用；
- 了解恢复系数的定义。

#### 【知识点】

##### 一、动力温升

飞行中，飞机相对于空气运动，气流受阻，空气的绝热压缩使温度升高，升高的这部分温度称为动力温升。

##### 二、总温

气流流过物体受到阻滞，流速降低到零时的温度称为总温。总温等于空气静温与动力温升之和。

总温可供大气数据计算机解算大气静温、真空速等，也可直接用于指示，反映飞机某些部位上构件可能达到的温度。

##### 三、总温传感器

总温由总温传感器测量。该传感器通常安装在翼尖、垂尾顶部、机头侧面或其他气流不易受到扰动的地方。

总温传感器能感受和测量的动力温升的百分比称为恢复系数。例如：恢复系数为 0.8，表示该传感器能测量静温和 80% 的动力温升。

当恢复系数为 1 时，总温传感器测出的是总温，否则为冲压空气温度。目前飞机上的总温传感器的恢复系数基本上为 1。

#### 【思考题】

飞机上为什么要测量总温？

~~~~~

2.4.2.大气数据计算机

2.4.2.1.输入和输出数据

【知识掌握程度】

- 掌握大气数据计算机的输入信息；
- 掌握大气数据计算机的输出信息。

【知识点】

一、输入数据

大气数据计算机（ADC）需要全压、静压、总温和迎角等输入数据。

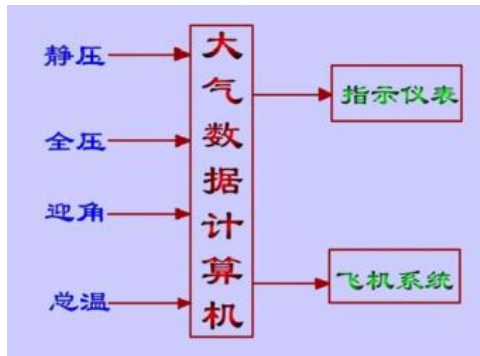
全压和静压用于大气数据计算机解算高度、速度、升降速度、马赫数和大气密度等参数。

总温用于大气数据计算机解算大气静温、真空速等。迎角用于静压源误差修正。

二、输出数据

大气数据计算机能够输出高度、指示空速、真空速、升降速度、马赫数、静温、大气密度和总温等飞行参数。

一般飞机上都安装有两套大气数据计算机。正常情况下，机组的显示信息来自本侧的大气数据计算机。当本侧的大气数据计算机故障时，也可以通过转换电门，使用另一侧的大气数据计算机。



【思考题】

大气数据计算机需要哪些输入信号？能够计算出哪些飞行数据？

.....

2.4.2.2.基本工作

【知识掌握程度】

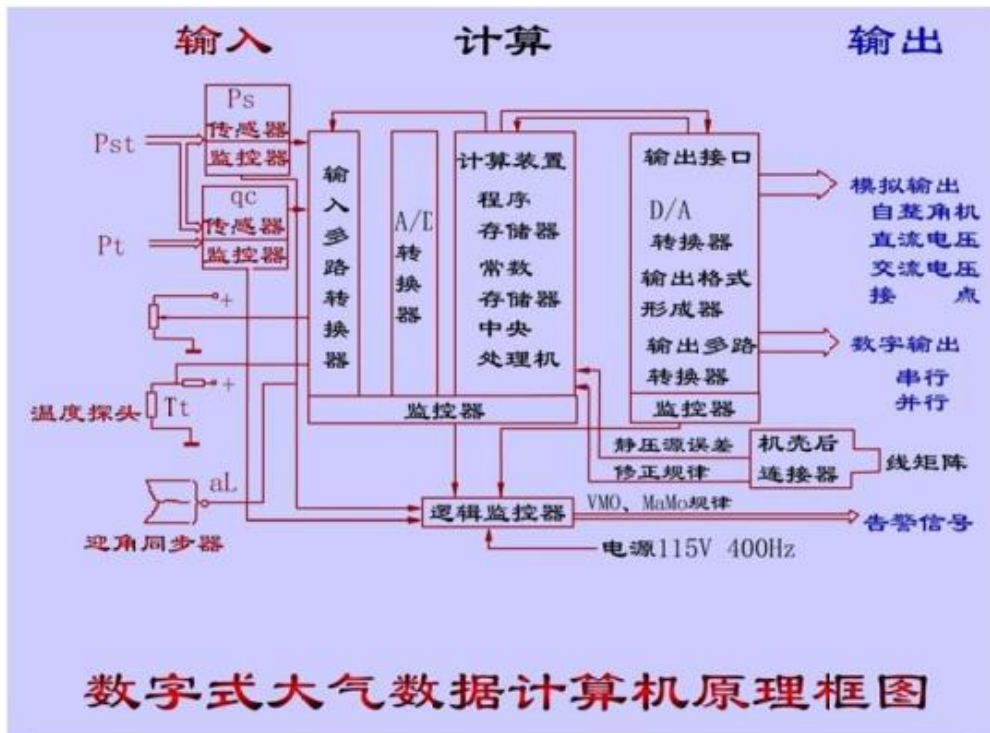
理解大气数据计算机的工作原理。

【知识点】

大气数据计算机根据计算原理不同，分为模拟式大气数据计算机和数字式大气数据计算机。目前广泛使用的是数字式大气数据计算机。

数字式大气数据计算机接收压力传感器、总温传感器和迎角传感器送入的全压、静压、总温和迎角信号，经过模数转换，转换成计算机能够处理的数字信号，然后自动计算飞机的高度、空速、升降速度、马赫数、静温等飞行数据，这些数据经过数模转换后，送到相关的仪表进行显示，同时送到相应的系统，保证这些系统的工作，例如：飞行数据记录仪（FDR）、飞行管理系统（FMS）、自动飞行控制系统（AFCS）、应答机（XPDR）、近地警告系统（GPWS）、动力管理计算机（PMC）和飞行指引系统（FDS）等。

大气数据计算机中配置有逻辑监控器，用来监控传感器、输入和输出接口、计算装置等工作是否正常，当发现计算机本身或输入输出接口有故障时向机组发出警告并将故障信息存储下来，供维修人员使用。



【思考题】

数字式大气数据计算机是如何工作的？

~~~~~

### 2.4.3.电子飞行仪表系统

#### 2.4.3.1.功能及组成

【知识掌握程度】

掌握电子飞行仪表系统功能；  
理解电子飞行仪表系统组成。

【知识点】

电子飞行仪表系统（EFIS）采用阴极射线管（CRT）或液晶显示器（LCD）提供姿态、速度、航向等飞行信息和导航信息的显示。该系统将所有信息综合在一起显示，位于机组视线范围最佳的位置，不用大范围扫视仪表板，就能容易地获取相关信息。信息用带有颜色的符号表示，容易理解。

EFIS 包含了两套完全相同的系统。每套系统都采用两个显示组件分别为正副驾驶提供飞行信息和导航信息的显示。每套系统都有一个独立的显示控制板和符号发生器（SG），显示组件上的显示信息由符号发生器提供。如果符号发生器（部分机型不含此组件）失效，备用符号发生器将向显示

组件提供显示信息。

符号发生器是电子仪表系统的核心。它将内部和外部导航源送来的输入数据进行模/数转换、比较、字符发生、图像生成，然后以标准格式送往显示器进行显示。另外，符号发生器还对整个系统的工作进行监控。

正副驾驶显示组件的显示内容通过显示控制板控制。

**【思考题】**

如果符号发生器失效，会有什么情况发生？

.....

**2.4.3.2.显示组件**

**【知识掌握程度】**

掌握 EFIS 系统显示组件所显示的信息。

**【知识点】**

EFIS 系统的显示组件一般有两个：

一个显示组件（称为 EADI 或 PFD）主要用于显示飞机的姿态、姿态指引、速度、高度、航向、飞行方式通告等信息。

另一个显示组件（称为 EHSI 或 ND）主要显示飞行航路、航迹、地速、距离等导航信息，其显示由显示控制板上的方式选择旋钮选择。可以采用全罗盘和弧形放大两种显示格式进行显示。





**【思考题】**

简述 EFIS 显示组件的功能。



## 2.4.4.飞行管理计算机系统

### 2.4.4.1.功能和组成

**【知识掌握程度】**

掌握飞行管理计算机系统的功能。

**【知识点】**

飞行管理计算机系统（FMCS）是现代飞机电子系统的核心，由飞行管理计算机（FMC）和显示控制组件（CDU）构成。机组通过 FMCS 输入航路和飞行计划垂直性能数据，以便降低工作强度。利用飞行计划和来自飞机传感器的输入，FMCS 实施导航、性能和制导三项功能。

#### 一、导航功能

FMC 使用导航数据库，可以在飞行前确定飞行航路。飞行中 FMC 可以根据 IRS 和无线电导航设备，以及 GPS 设备的信息，不断更新飞机的当前位置。FMC 将计算的位置与飞行计划航路的水平剖面进行比较，并在 EFIS 的相关显示组件上显示计算的位置和飞行计划。此外，导航功能还进行无线电导航设备的自动调谐。

#### 二、性能功能

在 FMC 的性能数据库中包含了飞机和发动机的相关数据。飞行机组将飞机总重、巡航高度和成本指数输入 FMC 中，FMC 使用这些数据计算经济速度、最佳飞行高度、下降顶点等，以便给出飞行轨迹剖面和目标推力值。所以，性能功能能够让飞机在最经济的高度和速度上飞行。

#### 三、制导功能

制导功能将飞行轨迹和操纵指令传送到飞行控制系统和自动油门（AT）。在水平导航方式（LNAV）和垂直导航方式（VNAV）下，飞行控制系统和 AT 使用制导信号控制飞机。

1、在 LNAV 方式，FMC 计算航路，并将航路和 FMC 位置进行比较。如果这两者不一致，FMC 将计算出一个横滚指令，并发送到飞行控制系统。

2、在 VNAV 方式，FMC 计算目标速度和目标垂直速度，并发送到飞行控制系统。FMC 还计算推力和目标速度，并发送到 AT。AT 和 AP 追踪这些目标值和指令，以便将飞机保持在计算的飞行轨迹上。

在爬升或下降过程中，FMCS 向飞行控制系统发送目标高度和目标速度，在平飞过程中，FMCS 向 A/T 发送速度指令。

现代飞机上一般都安装了两套 FMCS。两个 FMCS 交叉连接或配成双重系统，从一个 CDU 导入的数据自动供给两个 FMC。这样可以用一个 CDU 作数据导入而用另一 CDU 监控或交叉检查数据导入。

**【思考题】**

飞行管理计算机系统有哪些主要功能？

.....

**2.4.4.2.数据库**

**【知识掌握程度】**

掌握导航数据库的功用；  
掌握性能数据库的功用。

**【知识点】**

飞行管理计算机系统（FMCS）有两个数据库：导航数据库和性能数据库。

一、导航数据库

FMC 中有两个导航数据库：当前数据库和一套更新修订的数据库。当前数据库中需包含当日的日期。导航数据库的更新间隔为不少于 28 天。

导航数据库包含飞机在一个确定的航路网络上运营所必需的全部数据。包括：航路点、导航台、机场数据、航路数据、标准仪表离场航路（SIDs）、标准终端进场航路（STAR）等。

二、性能数据库

FMC 中有两个性能数据库：缺省性能数据库和机型/发动机性能数据库。

缺省性能数据库是飞行操作程序的一部分，是某一系列飞机的空气动力模型和某一特定发动机的燃油流量/推力模型。该数据用于预测飞机的最佳垂直剖面性能。

机型/发动机性能数据库与缺省性能数据库具有相同类型的信息和相同的功能。然而，机型/发动机性能数据库是更为具体的某系列飞机所要求的数据。

**【思考题】**

FMCS 的数据库有哪些？分别用来存储哪些数据？

~~~~~

2.4.5.惯性导航系统

2.4.5.1.激光陀螺

【知识掌握程度】

了解激光陀螺的结构；
理解激光陀螺的工作原理。

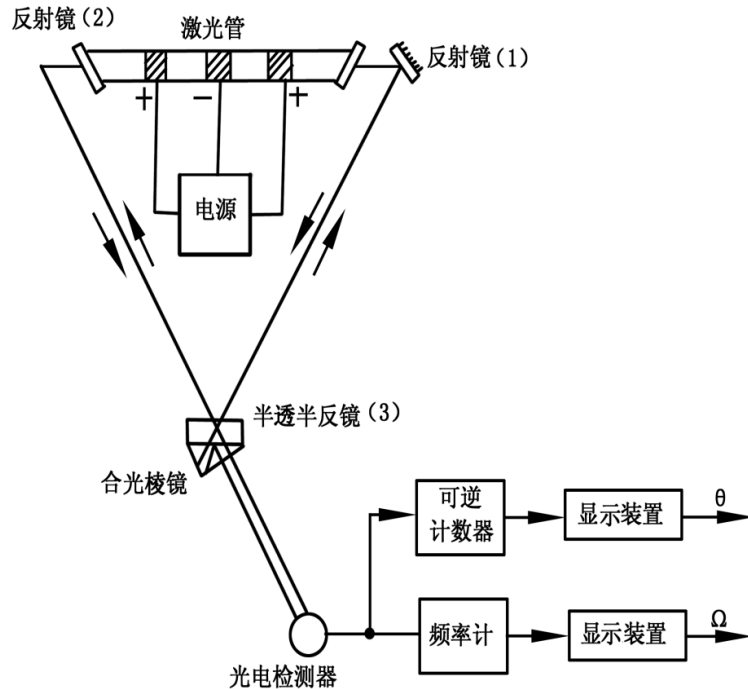
【知识点】

利用激光技术测量物体相对于惯性空间转角或角速度的光学装置称为激光陀螺。

激光陀螺由激光发生器和光电检测器组成。激光发生器由一个激光管、两个反射镜和一个半透

半反射镜构成。三个反射镜构成激光的通路。

激光管产生两束高能量的激光，它们以相等的初始速度在密封的腔内沿相反的方向传播。激光面内的任何转动都将改变两束激光的传播行程，其频率差和转动的角速率成正比。通过光电检测器测量两束激光的频率差即可得到转动角速度和角度。



【思考题】

激光陀螺是一种什么装置？

.....

2.4.5.2.基本功能和优缺点

【知识掌握程度】

- 掌握惯性导航系统的功能；
- 理解惯性导航系统的优缺点；
- 了解惯性导航系统的误差。

【知识点】

一、惯性导航系统的功能

惯性导航系统（INS）在飞行中连续地提供飞机的姿态、真航向、磁航向、垂直速度、飞机位置、加速度、角速度、风向、风速和地速等导航信息。信息的精度依赖于初始输入数据的精确性和系统对真北的校准精度。

二、惯性导航系统的优缺点

1、惯性导航系统的主要优点

- (1) 完全自主式的导航系统，不受气象条件的限制，隐蔽性好，完全依靠机载设备自

主完成导航任务；

(2) 系统校准后短时定位精度高。

2、惯性导航系统的主要缺点

定位误差随时间而不断增加，即存在积累误差。

三、惯性导航系统的误差

包括确定性误差和随机性误差两大类。

1、确定性误差源：主要有陀螺仪和加速度计的安装误差、标度误差、初始条件误差、系统的计算误差等。确定性误差源可以通过补偿方法加以消除。

2、随机误差源：主要有陀螺漂移的零位偏置和加速度计的零位偏置。随机误差源是影响系统精度的主要误差源，在随机误差源的作用下惯性导航系统误差随时间而增大。

【思考题】

惯性导航系统能提供哪些信息的输出？

.....

2.4.5.3.组成和分类

【知识掌握程度】

了解惯性导航系统的组成；

了解惯性导航系统的分类。

【知识点】

惯性导航系统主要由惯性导航组件、控制显示组件和方式选择组件组成。惯性导航组件包含有加速度计、陀螺及平台、计算机和电子线路、电源飞机等部件。系统一般还有备用电池组件，当主电源失效时可作为备用电源。

惯性导航系统根据是否有一个机械式的实体平台，分为平台式惯性导航系统和捷联式惯性导航系统两大类。平台式惯导系统有陀螺稳定平台，加速度计和陀螺都安装在平台上；捷联式惯导系统没有实际的陀螺稳定平台，加速度计和陀螺直接“捆绑”在机体上，“平台”的概念是用计算机建立的“数学平台”模型来替代。

【思考题】

平台式和捷联式惯性导航系统的主要区别是什么？

.....

2.4.5.4.基本原理

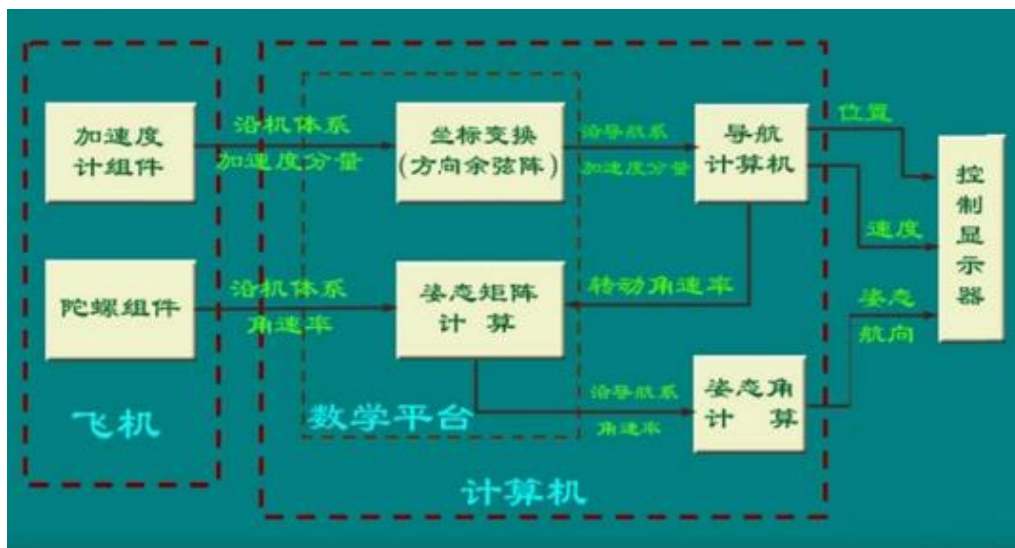
【知识掌握程度】

理解惯性导航系统的基本原理。

【知识点】

在平台式惯性导航系统中，三个加速度计（部分平台式只有二个加速度计）和陀螺都安装在平台上，陀螺对平台进行稳定，三个加速度计分别测量沿东西向、南北向和垂直方向的加速度，计算机根据测量的加速度和输入的初始数据，计算飞机的速度、位置等导航参数；同时根据飞机和平台的关系确定飞机的姿态角和航向角。

在捷联式惯性导航系统中，加速度计和陀螺沿着飞机的三个轴安装，与机体坐标系完全一致。加速度计测量沿机体坐标系各轴的加速度。激光陀螺测量飞机绕每个轴的旋转角速度。导航计算机进行坐标转换，将沿机体坐标系各轴测得的加速度转换成沿地理坐标系各轴的加速度，然后计算相应的导航参数。如图所示。



导航计算机中的“姿态矩阵”用于描述机体坐标系和导航坐标系的关系。如果导航坐标系代表的是地理坐标系，那么，沿机体坐标系测量的加速度分量经坐标变换后，便可得到沿地理坐标系的加速度分量。

导航计算机中的“数学平台”主要是把加速度计沿机体体系各轴的输出转换成沿导航坐标系相应的输出，同时，建立和修正姿态矩阵，并从陀螺输出值中计算出飞机的姿态角。

【思考题】

捷联式惯性导航系统是如何工作的？

.....

2.4.5.5.工作模式

【知识掌握程度】

掌握惯性导航系统的工作模式。

【知识点】

惯性导航系统的工作模式主要有 NAV、ATT 和 ALIGN 三种。

一、ALIGN 模式

该模式为对准模式。在该模式，系统自动进行初始对准。对准时飞机不能移动。

二、NAV 模式

该模式为导航模式，系统将提供飞机的位置、航向等导航信息。对准完毕，选择该模式或在该模式下完成自动对准。

三、ATT 模式

该模式为姿态基准模式。在该模式，导航能力失效，只提供俯仰、横滚和航向信息输出。如果导航模式失效，选择该模式，系统向 EFIS 和 AFCS 提供连续的姿态和航向数据输出。



【思考题】

NAV 模式与 ATT 模式的区别是什么？

.....

2.4.5.6.初始对准

【知识掌握程度】

- 了解惯性导航系统初始对准的目的；
- 了解惯性导航系统初始对准的过程；
- 掌握中纬度地区惯性导航系统初始对准时间；
- 掌握惯性导航系统对准注意事项。

【知识点】

一、初始对准的目的

平台式惯性导航系统：把平台调整到与基准坐标系重合。

捷联式惯性导航系统：建立导航坐标系，为加速度计和陀螺建立测量基准。

二、捷联式惯性导航系统初始对准过程

1、寻找真北：飞机在地面静止时，激光陀螺只感受地球的旋转角速度，根据它们的输出，可以得到飞机的真航向角和飞机的所在纬度。

2、寻找停机姿态：飞机在地面静止时，加速度计只感受重力加速度，根据它们的输出，可以得到飞机的停机姿态角。

3、验证纬度：计算机将人工输入的纬度和计算的纬度进行比较。另外，系统的内置存储器将记忆着陆后的飞机位置，如果人工输入的初始位置和存储的位置存在差异，将向机组指示误差。

4、对准：纬度验证完毕后，计算机建立一个“数学平台”。

三、中纬度地区对准时间

平台式惯性导航系统：对准时间大约 15~20 分钟。

捷联式惯性导航系统：正常的对准时间小于 10 分钟。如果航向没有改变，快速对准时间大约 30 秒。

四、对准注意事项

惯导系统要完成一次对准，最重要的一项工作就是向系统输入飞机初始位置，只有输入了飞机的初始位置，系统的对准才能够顺利完成。纬度输入错误将影响系统的对准，经度输入错误虽然不影响对准，但影响位置计算的精度。

对准必须在地面飞机移动前进行，对准期间，严禁移动飞机，但阵风、加油、上旅客及装载货物等对对准无多大影响。

【思考题】

惯性导航系统在对准时，飞机为什么不能移动？

~~~~~

## 2.5.自动飞行控制系统

### 2.5.1.自动驾驶仪

#### 2.5.1.1.基本功能和分类

##### 【知识掌握程度】

掌握自动驾驶仪的功能；  
了解自动驾驶仪的分类。

##### 【知识点】

###### 一、基本功能

自动驾驶仪（AP）的基本功能是在飞行中代替飞行员控制飞机舵面，使飞机稳定在某一状态或操纵飞机从一种状态进入另一种状态。

###### 二、分类

按照控制的轴数，自动驾驶仪可分成三种：单轴自动驾驶仪、双轴自动驾驶仪和三轴自动驾驶仪。

1、单轴自动驾驶仪：单轴自动驾驶仪通过操纵副翼提供绕横滚轴的控制。

2、双轴自动驾驶仪：双轴自动驾驶仪通过操纵副翼和升降舵分别提供绕横滚轴和俯仰轴的控制。自动驾驶仪的基本功能是提供绕这些轴的稳定性。它也向飞行指引仪直接提供信息以便人工或自动驾驶仪自动跟随预定的飞行轨迹。

3、三轴自动驾驶仪：三轴自动驾驶仪通过操纵升降舵、副翼和方向舵分别提供绕俯仰轴、横滚轴和偏航轴的控制。

##### 【思考题】

三轴自动驾驶仪可以控制飞机的哪些舵面？

.....

#### 2.5.1.2.控制通道和通道组成

##### 【知识掌握程度】

理解自动驾驶仪的控制通道；  
掌握自动驾驶仪的控制通道组成。

##### 【知识点】

###### 一、自动驾驶仪的控制通道

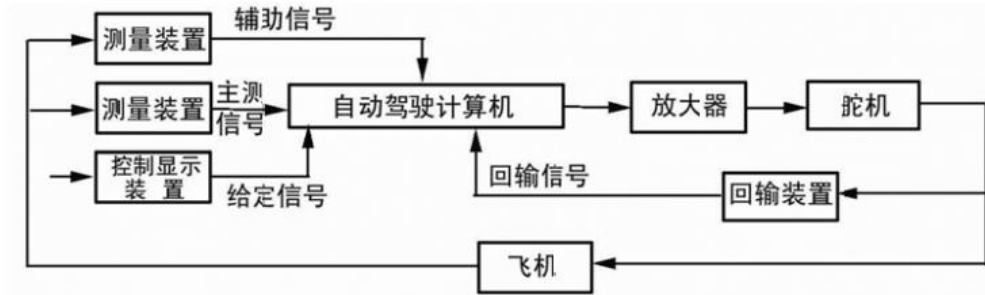
自动驾驶仪通过三套控制回路分别去控制飞机的副翼、升降舵和方向舵来实现对飞机的控制。每套自动控制回路称为自动驾驶仪的一个控制通道。控制飞机升降舵的回路，称为俯仰通道；控制飞机副翼的回路，称为横滚通道；控制飞机方向舵的回路，称为航向通道。三个通道既



独立，又相互联系，相互响应，共同完成对飞机的控制。有的飞机上，自动驾驶仪只控制副翼和升降舵，而方向舵由偏航阻尼器控制。因此，自动驾驶仪接通时，偏航阻尼器也自动接通。

## 二、控制通道组成

自动驾驶仪的每个通道由测量装置、自动驾驶计算机、放大器、舵机、回输装置和控制显示装置等组成。



1、测量装置：包括主测装置和辅助测量装置。

(1) 主测装置：用来感受飞机偏离初始位置的角位移信号；

(2) 辅助测量装置：用来感受飞机的角速度和角加速度信号。加入角速度信号的目的是减小振荡次数，提高自动驾驶仪的稳定性。

2、自动驾驶计算机：接收自动驾驶仪操纵飞机的各种输入信号，经过计算处理后，将操纵信号送给放大器。

3、放大器：接收自动驾驶计算机送来的微小操纵信号，放大后将信号送至舵机。

4、舵机：是自动驾驶仪操纵飞机舵面的执行机构。自动驾驶仪的舵机有电动舵机和液压式舵机两种。

5、回输装置反映舵面的偏转角和偏转角速度，并控制舵面的回收。

6、控制显示装置：用于接通/断开自动驾驶仪、选取自动驾驶仪的工作模式以及进行模式信号显示等。

### 【思考题】

AP 中为什么要加入角速度信号？

.....

### 2.5.1.3.基本工作原理（内环稳定）

#### 【知识掌握程度】

了解自动驾驶仪的内环稳定原理。

#### 【知识点】

自动驾驶仪三个通道的工作原理类似，只是测量信号不同，所控制的舵面不同。

俯仰通道的基本工作原理：

正常操作期间，自动驾驶系统保持飞机在接通 AP 之前飞机的俯仰姿态。如果由于空气动力

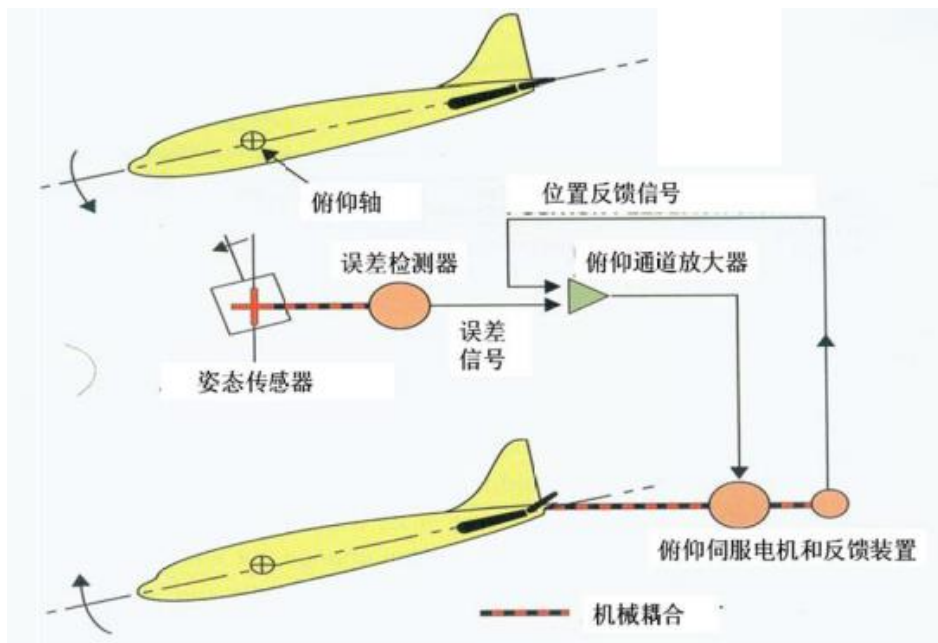
力扰动或失去配平使飞机俯仰姿态变化，飞机偏离原位置，例如：飞机下俯，姿态传感器将感受姿态的变化情况，并将偏差信号送给信号处理器。

经处理后，向舵机给出所需的修正控制输入，舵机操纵舵面向上偏转。舵机在操纵舵面偏转的同时，还向回输装置提供舵面的位置偏转情况。当回输信号等于偏差信号时，舵面停止偏转。

在舵面的作用下，飞机开始往回修正，偏差信号减小，此时回输信号大于偏差信号。此信号差经计算、放大后送给舵机，舵机带动舵面向反偏转，使舵面回收，舵面的回收使回输信号减少。

飞机在舵面的作用下继续往原始位置修正，造成偏差信号又减少，偏差信号与回输信号的差值又会使舵机带动舵面继续往回偏转，回输信号进一步减少，飞机在舵面的作用下又往回修正。

这样周而复始，当飞机回到原始位置时，偏差信号为零，初始状态对应的舵面位置，回输信号也为零。



**【思考题】**

自动驾驶仪中，回输信号的作用是什么？

.....

**2.5.1.4.外环控制（指令模式）**

**【知识掌握程度】**

了解自动驾驶仪的外环控制原理；

掌握自动驾驶仪的工作模式。

**【知识点】**

AP 的主要功能是通过内环控制来稳定飞机。如果向内环输入一些原始数据（如：航向、空速、高度、无线电方位线、水平导航、垂直导航），系统就可以执行其他任务，这称为自动驾驶仪的外环控制。外环的控制输入也称为 AP 的指令模式（CMD）。模式通过模式控制板进行选择，然后耦合到 AP 相关的通道。

自动驾驶仪的模式有两大类：横滚模式和俯仰模式。

- 1、横滚模式：包括航向模式、导航模式、水平导航模式等。
- 2、俯仰模式：包括高度模式、速度模式、垂直速度模式、垂直导航模式等。



**【思考题】**

AP 指令模式的作用是什么？

.....

**2.5.1.5.接通和断开**

**【知识掌握程度】**

掌握自动驾驶仪的接通和断开方法。

**【知识点】**

**一、AP 的接通**

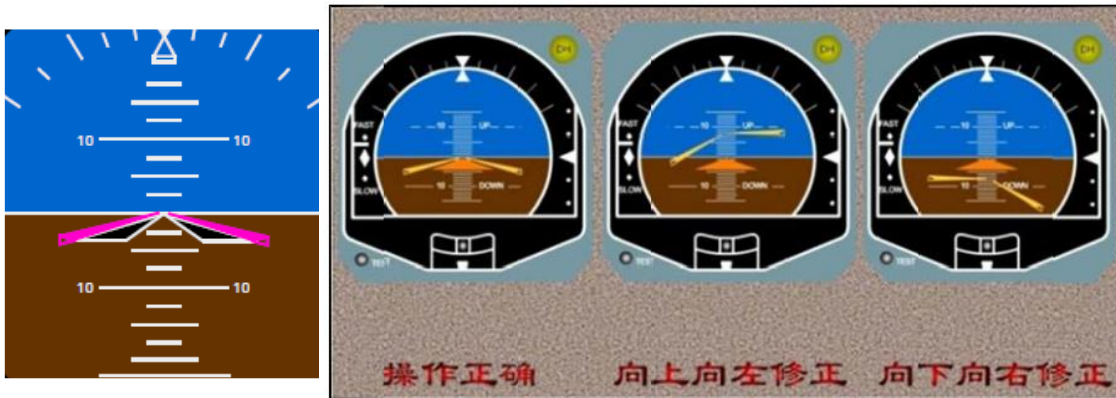
自动驾驶仪的使用范围是除起飞以外的所有飞行阶段。当到达自动驾驶仪的接通高度并满足其它接通条件后，按下自动驾驶仪的接通电门即可接通自动驾驶仪。自动驾驶仪接通后，根据需要选取自动驾驶仪的工作模式。飞行中根据需要，可以转换操纵模式。

**二、AP 的断开**

为了便于飞行员进行操纵和控制，飞机上安装有专门的自动驾驶仪脱开电门。此电门一般安装在驾驶盘上。按下该按钮，可以脱开接通的自动驾驶仪。这是脱开自动驾驶仪的最常用方法。另外，还有一些其它方法也可以脱开自动驾驶仪，如：断开自动驾驶仪接通电门进行脱开；



八字指引针（“V”形指引针）：利用八字指引针与飞机符号的上下关系来进行俯仰指引，利用八字指引针与飞机符号的左右关系来进行横滚指引。当八字指引针包围飞机符号时表示达到预定状态。若八字指引针在飞机符号之上，驾驶员应操纵飞机抬头，反之则应操纵飞机低头以达到预定的俯仰角。若八字指引针相对飞机符号右倾斜，应向右压坡度，反之应向左压坡度，以达到预定的坡度角。



**【思考题】**

FD 的指引形式有哪些？分别是如何进行指引的？

.....

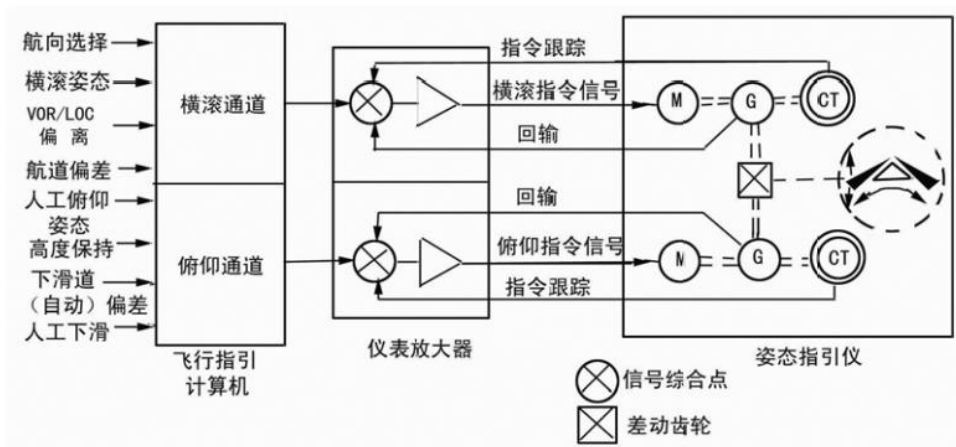
**2.5.2.2.基本工作原理**

**【知识掌握程度】**

理解飞行指引仪的基本工作原理。

**【知识点】**

飞行姿态指引仪主要由飞行指引计算机、方式选择板、方式通告牌、姿态指引指示器和输入装置等组成。



飞行指引系统的核心是飞行指引计算机。飞行指引计算机根据选择的模式以及其他的一些外部输入，将飞机的实际飞行轨迹与预选路线进行比较，算出应飞姿态角。然后，再与实际的姿态角进行比较，将其差值送给指引针伺服系统，使指引针偏离小飞机，指示出俯仰和坡度指引指令的大小

和方向。在飞行指引计算机中，用来计算坡度指引指令的部分称为横滚计算机；用来计算俯仰指引指令的计算机称为俯仰指引计算机。两个计算机的输入信号分别来自横向和纵向导航设备、人工控制指令和垂直陀螺系统。它们组成的两个通道，称为“横滚通道”和“俯仰通道”。

**【思考题】**

FD 是如何工作的？

.....

**2.5.2.3.基本工作模式**

**【知识掌握程度】**

掌握飞行指引仪的基本工作模式。

**【知识点】**

FD 的基本工作模式包括高度模式（ALT）、航向模式（HDG）、导航模式（NAV）、进近模式（APP）、复飞模式（GA）和起飞模式（TO）等。

- 1、高度模式（ALT）：该模式用于指引飞机保持在所选高度上。
- 2、航向模式（HDG）：该模式用于指引飞机到所选航向并保持在所选航向上。
- 3、导航模式（NAV）：该模式用于指引飞机截获 VOR 径向线。
- 4、进近模式（APP）：该模式用于指引飞机按所选的进近方式进近。
- 5、复飞模式（GA）：该模式用于复飞指引。
- 6、起飞模式（TO）：该模式用于起飞指引。

**【思考题】**

AP 和 FD 的工作模式基本类同，不同之处有哪些？

~~~~~

2.5.3.自动驾驶飞行指引系统

2.5.3.1.横滚模式

【知识掌握程度】

掌握自动驾驶飞行指引系统的横滚模式。

【知识点】

自动驾驶飞行指引系统（AFDS）是自动驾驶仪（AP）和飞行指引仪（FD）的有机组合。具有 AP 和 FD 的所有功能。核心部件为飞行控制计算机（FCC），该计算机含有飞行指引和自动驾驶的计算功能。模式控制板（MCP）可以进行 AP 和 FD 的接通、断开、模式选择等。

AFDS 的横滚模式主要有：HDG、VOR、LOC 和 LNAV 等。

- 1、HDG 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机转到预定航向并保持在航向上。

- 2、VOR 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机截获某一 VOR 径向线并保持在该径向线上。
- 3、LOC 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机截获和跟踪 LOC 航向道。
- 4、LNAV 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机沿着 FMS 指令的水平航路飞行。

【思考题】

HDG 模式的含义是什么？

.....

2.5.3.2.俯仰模式

【知识掌握程度】

掌握自动驾驶飞行指引系统的俯仰模式。

【知识点】

自动驾驶飞行指引系统（AFDS）的俯仰模式主要有：ALT、VS、G/S、VNAV 和 FLCH 等。

- 1、ALT 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机到所选高度并保持在该高度上。
- 2、VS 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机按给定的垂直速度爬升或下降到预定高度。
- 3、G/S 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机截获下滑道。
- 4、VNAV 模式：该模式用于指令 AFDS 操纵飞机沿飞行计划航路的垂直剖面飞行。
- 5、FLCH 模式：该模式称为高度层改变模式，用于指令 AFDS 操纵飞机按给定的速度爬升或下降到预定高度。

【思考题】

VS 模式的含义是什么？

.....

2.5.3.3.模式信号牌

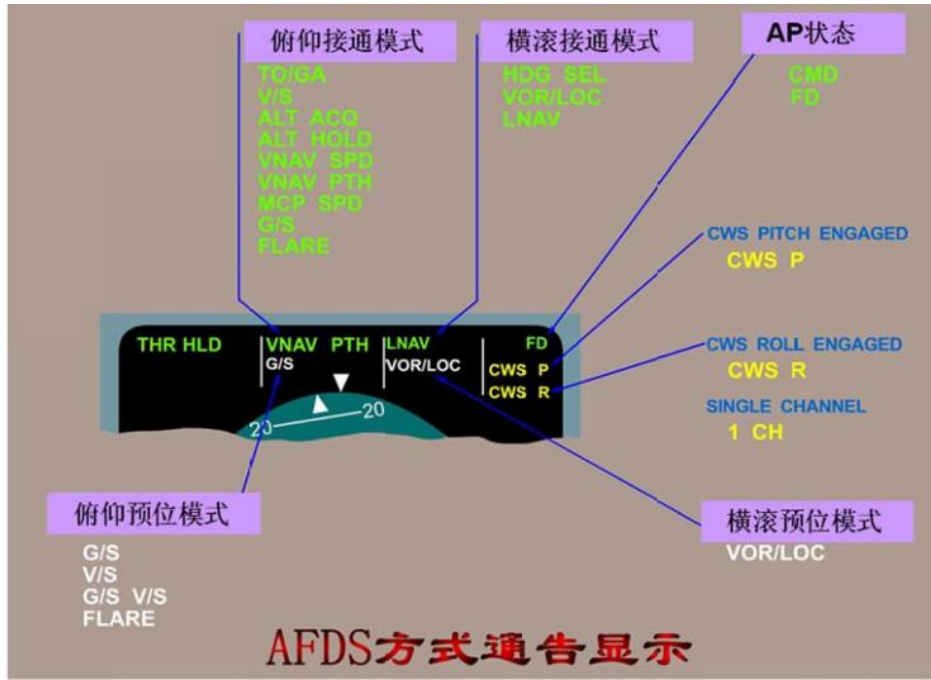
【知识掌握程度】

综合运用自动驾驶飞行指引系统模式信号牌。

【知识点】

自动驾驶飞行指引系统（AFDS）的工作模式显示在模式信号牌（FMA）上。在 EFIS 飞机上，信号牌一般位于 EFIS 的显示组件上。采用不同的颜色来区分工作状态和预位状态。

AFDS 的模式信号主要有：HDG SEL、LNAV、VOR、LOC、VS、ALT ACQ、ALT HOLD、VNAV PATH、VNAV SPD、MCP SPD、G/S、TO 和 FLARE 等。



【思考题】

当 AFDS 模式信号牌上出现 HDG 显示，说明了什么？

~~~~~

## 2.5.4.自动油门

### 2.5.4.1.功能和基本原理

【知识掌握程度】

掌握自动油门的功能；  
理解自动油门的工作原理。

【知识点】

自动油门系统（AT）是一个计算机控制的机电系统，它控制发动机推力在发动机的设计参数之内，并在所有飞行阶段，都能提供自动推力控制和速度控制。自动油门由推力管理计算机（TMC）或飞行管理计算机（FMC）控制。

推力管理计算机根据自动油门控制板和推力模式控制板来的模式输入信号，飞行管理计算机来的控制信号，大气数据计算机系统来的空速、马赫数、气压高度和大气总温信号，发动机传感器来的 N1 信号或 EPR 信号，以及其它一些控制信号。

经过计算，一方面输出信号到 EFIS 符号发生器，经处理再输至显示组件上进行自动油门模式显示和快慢指示；另一方面输出信号至伺服放大器，经放大后输至自动油门伺服装置，再经离合器去操纵油门杆和燃油流量调节器，控制发动机的 EPR 或 N1，调节推力大小。

油门位置动作后，发动机上的动力杆角度传感器产生回输信号至推力管理计算机，使推力管理计算机完成油门的自动管理。



**【思考题】**

自动油门的基本功能是什么？

.....

**2.5.4.2.基本工作模式**

**【知识掌握程度】**

掌握自动油门的基本工作模式。

**【知识点】**

自动油门的基本工作模式有两种：推力模式（N1 模式或 EPR 模式）和速度模式（SPD 模式）。

一、推力模式（N1 模式或 EPR 模式）：在该模式时，AT 自动保持发动机推力。

二、速度模式（SPD 模式）：在该模式，AT 自动保持飞机速度。此时，自动油门系统将驱动油门杆按需移动来保持所选的速度。起飞阶段完成后，在随后的所有飞行阶段 SPD 模式都可用。

**【思考题】**

自动油门的 SPD 模式和 N1 模式有什么区别？

.....

**2.5.4.3.断开和警告**

**【知识掌握程度】**

掌握自动油门的断开方法；

掌握自动油门的断开警告信息。

**【知识点】**

一、断开方法

- 1、AT 预位电门置于 OFF 位；
- 2、按压油门杆上的 AT 脱开电门，检测到 AT 系统失效自动断开，着陆之后自动断开。

二、断开警告

无论是人工断开还是自动断开，会出现相应的 AT 断开信号（自动油门断开警告随飞机不同而不同）。



**【思考题】**

AT 在哪些情况下会断开？

.....

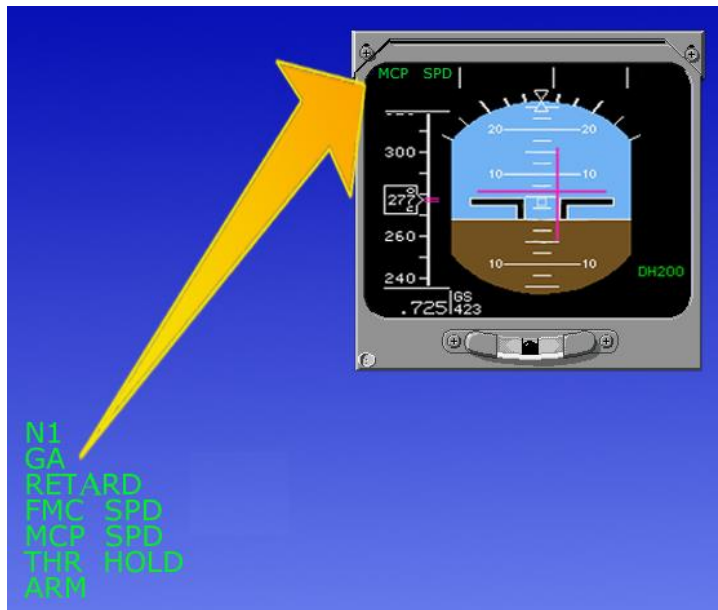
**2.5.4.4.模式信号牌**

**【知识掌握程度】**

掌握自动油门模式信号牌的功用和显示位置。

**【知识点】**

自动油门模式信号牌用于显示自动油门当前的工作模式。在现代飞机上，自动油门的工作模式通常显示在 EFIS 显示组件上。



**【思考题】**

AT 模式信号牌上出现“GA”，说明了什么？

~~~~~

2.5.5.自动着陆

2.5.5.1.基本术语

【知识掌握程度】

理解自动着陆基本术语的含义。

【知识点】

为了使飞机能进行全自动进近和着陆，飞机上必须安装两套以上的自动驾驶仪和一套自动油门系统。这样可以确保如果自动驾驶仪的某个主要组件失效，飞机也不会偏离进近路径。

一、警戒高（Alert Height）

警戒高是一个指定的无线电高度。在实际运行中，若飞机高度高于警戒高，着陆所需的冗余操作系统中的某套出现故障，则终止进近，执行复飞。若飞机高度低于警戒高，着陆所需的冗余操作系统中的某套出现故障，仍然继续执行进近。

二、故障后保持工作的 (Fail-Operational)

如果在进近、拉平、着陆飞行阶段，飞机高度低于警戒高，自动着陆系统出现故障但利用剩余部件依然可以完成着陆，则称该着陆系统具备故障后保持工作的能力。

三、故障后被动保护的 (Fail-Passive)

如果在进近、拉平、着陆飞行阶段，飞机高度低于警戒高，自动着陆系统出现故障，飞机没有完全失去配平或偏离飞行路径或原有姿态，但着陆不能自动完成，则称该着陆系统具备故障后被动保护的能力。

【思考题】

故障后保持工作的 (Fail-Operational) 和故障后被动保护的 (Fail-Passive) 有什么区别？

.....

2.5.5.2.工作和状态信号

【知识掌握程度】

掌握自动着陆系统工作逻辑。

【知识点】

典型自动着陆系统的工作逻辑如下（以 B757 机型为例）：

一、安装有三部自动驾驶仪的飞机上，根据自动驾驶仪接通的数量，系统执行 LAND2 或 LAND3 的自动着陆。

1、LAND2 表示两部自动驾驶仪接通，系统具有故障后被动保护的 (Fail-Passive) 能力。

2、LAND3 表示三部自动驾驶仪接通，系统具有故障后保持工作的 (Fail-Operational) 能力。

二、在巡航和朝着机场进近期间，通常只接通一部自动驾驶仪，操纵飞机沿着指定的航路飞行。当飞机靠近机场时，机组人工在 AFDS 控制板上选择 APP 模式，此时，航向道、下滑道以及剩余的两部自动驾驶仪均预位。当飞机通过 1500 英尺无线电高度时，截获航向道和下滑道，两部预位的自动驾驶仪自动接通。此时，通告器上出现 LAND3 显示。

三、在无线电高度 200~1500 英尺之间如果出现失效，系统自动降级为故障后被动保护的 (Fail-Passive)，通告器上出现 LAND2 显示。

四、无线电高度 330 英尺时，通过自动调整水平安定面使机头朝上配平。当飞机通过警戒高（通常为无线电高度 200 英尺），由于失效被抑制，系统回到 LAND2，这种情况一直持续到滑跑期间速度 40 节以下。

五、当离地高度 45 英尺时，拉平模式自动预位，飞机的下降率逐渐减少以达到接地时 2 英尺/秒的下降率。同时，自动油门也减少发动机的可用推力量以保持拉平路径。轮高 5 英尺时，拉平断

开，准备接地，随后是滑跑模式。着陆状态一直维持到人工断开。

【思考题】

状态信号 LAND2 和 LAND3 的区别是什么？

~~~~~

## 2.5.6.自动飞行中的飞行包线保护

**【知识掌握程度】**

理解自动飞行中的飞行包线保护。

**【知识点】**

飞行包线保护是保证飞机在所有飞行阶段都能在正常的飞行包线内飞行。保护类型包括：迎角保护、速度保护、俯仰姿态保护、坡度保护和载荷因素保护等。

### 一、迎角保护

该保护使飞行员在紧急情况下（例如空中防撞）能以最大迎角执行快速拉升机动而不会出现操纵过量的情况。

一旦飞机超过正常飞行包线，俯仰自动配平不工作，需要人工移动驾驶杆来保持飞行轨迹。

### 二、高速保护

该保护使飞行员可以通过前推驾驶杆快速进入大的下降操作而飞机速度不会达到规定限制。该保护需要 ADC 提供空速和马赫数信号。输出信号至升降舵。

### 三、俯仰姿态保护

俯仰姿态保护是对高迎角保护和高速保护的增强。该保护需要姿态陀螺提供俯仰姿态信号。输出信号至升降舵。

### 四、坡度保护

商用飞机通常坡度不能超过 30。但某些情况可能需要大的坡度。坡度保护可以让飞行员执行任何有效的横滚机动而不会使飞机进入不可控状态。

### 五、载荷因素保护

载荷因素保护通过加速度计感受飞机的 G 载荷来提供。G 载荷限制器保护飞机不会过载。载荷因素保护与高迎角保护相关联。

**【思考题】**

高迎角保护的目的是什么？

~~~~~

2.5.7.偏航阻尼器和自动俯仰配平

2.5.7.1.偏航阻尼器

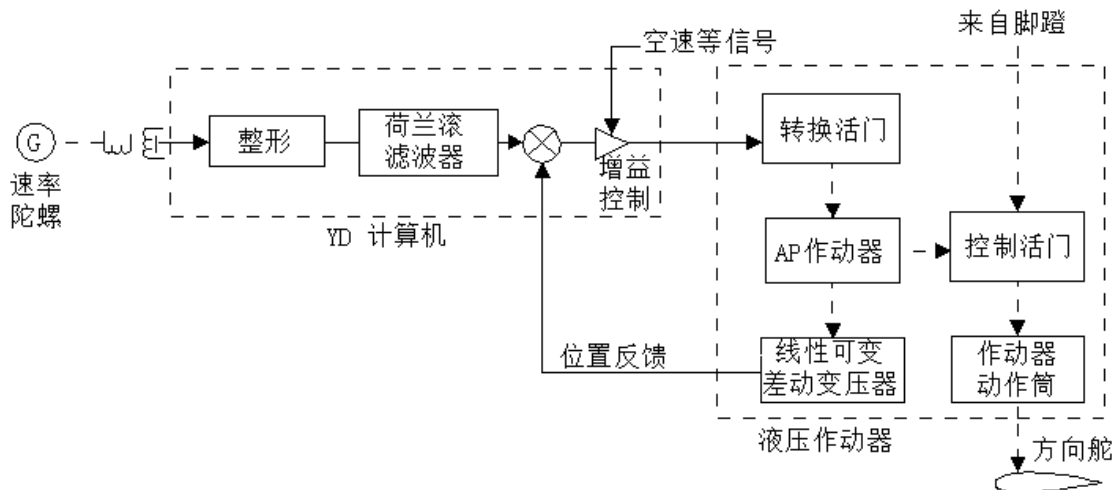
【知识掌握程度】

掌握偏航阻尼器的功用；
理解偏航阻尼器的工作原理。

【知识点】

设计偏航阻尼器的目的是抵消在偏航发生的初期阶段，在与荷兰滚相关的横滚运动发展之前的偏航趋势。其作用是保持飞机由于荷兰滚和气流颠簸引起飞机在其垂直轴线的稳定性。该系统工作于所有的飞行阶段并且通常在地面上起飞之前衔接。它根据空速和偏航角速度信号，经处理，适时提供指令使方向舵相对飘摆振荡反向偏转，从而增大偏航运动阻力，减小飘摆。

当飞机发生飘摆时，偏航速率陀螺将感受飞机在垂直轴（偏航轴）的摆动，输出角速度信号，并送给带通滤波器。滤波器滤除飞机正常转弯时的低频信号和飞机振动产生的高频信号，仅输出飞机的飘摆信号。该信号经放大后，送至转换活门控制液压油路的方向。偏航阻尼器作动器接受转换活门来的液压油动作，与方向舵脚蹬输入相综合，移动方向舵的主作动器，操纵方向舵偏转。同时，偏航阻尼器作动器的运动将带动位置传感器产生回输信号，供指示器指示偏航阻尼器驱动方向舵时，舵面偏转的方向，并抵消偏航角速度信号，使舵面在偏摆停止时，回原始位置。



对于某一给定的震荡速率而言，偏航阻尼信号与空速成反比，所以需要大气数据计算机提供速度信号。对不同的构形而言，也需要修正偏航阻尼信号。因此，来自襟翼位置指示器电路的信号也将送给偏航阻尼器的增益电路，当襟翼放出时，可以增加反应速度。

偏航阻尼器在整个飞行过程中一直保持接通。液压系统正常工作后，偏航阻尼器警告灯应熄灭。若液压系统故障，偏航阻尼器会自动断开。在使用 AFCS 的方向舵通道提供偏航阻尼的系统中，接通自动驾驶仪，偏航阻尼器会自动接通。

【思考题】

YD 为什么需要 ADC 提供空速信号?

.....

2.5.7.2.自动驾驶俯仰配平系统

【知识掌握程度】

掌握自动驾驶俯仰配平系统的功用；
理解自动驾驶俯仰配平系统的工作原理。

【知识点】

在自动飞行期间，由于速度变化、构形变化和重量变化，飞机重心也将发生改变。为了保证飞机在这些情况下的俯仰平衡，飞机上安装有自动驾驶俯仰配平系统。

自动驾驶俯仰配平系统通过调整水平安定面的偏转来保持飞机的俯仰平衡。无论什么时候，只要 AFCS 接通，自动驾驶俯仰配平系统就生效工作。

【思考题】

飞机上为什么要安装自动驾驶俯仰配平系统?

.....

2.5.7.3.马赫配平系统

【知识掌握程度】

掌握马赫配平系统的功用；
理解马赫配平系统的工作原理。

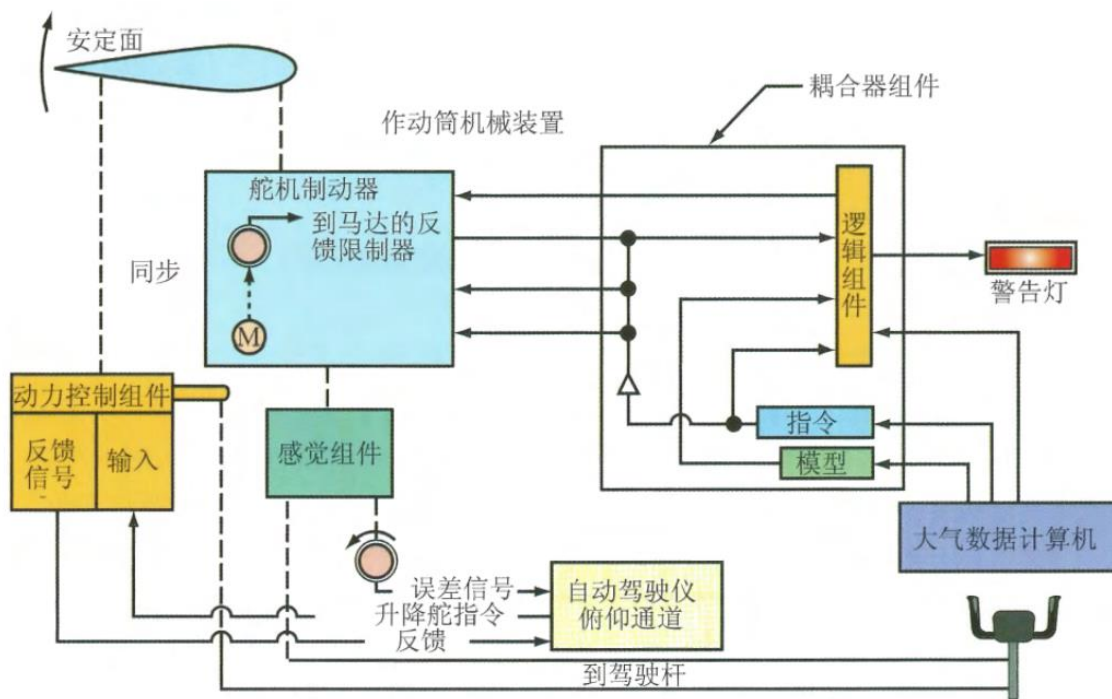
【知识点】

以高亚音速或接近音速飞行的飞机上，由于机翼根部的气流接近于音速，产生紊流区，使这部分的升力减小，会出现明显的压力中心后移的跨音速效应，造成机头自动下沉现象。为了使飞机在高速飞行下处于平衡状态，马赫配平系统以飞机的马赫数作为函数自动调整升降舵上偏，实现配平飞机。

马赫配平系统的核心是耦合器电路，它接收来自 ADC 的马赫数信号。如果这些信号超过了预定的限制值（取决于飞机类型），配平耦合器工作，输出信号到马达，操纵水平安定面上偏，阻碍飞机的机头下沉趋势。

飞机在地面和飞机起飞后襟翼未收起，或襟翼收起后，马赫数较小，马赫配平系统均不工作。

马赫配平系统有内部监控电路，如果系统失效，驾驶舱内有失效指示。



【思考题】

飞机上为什么要安装马赫配平系统？

~~~~~

## 2.6.警告和记录设备

### 2.6.1.地形提示和警告系统

#### 2.6.1.1.功能和安装要求

##### 【知识掌握程度】

掌握地形提示和警告系统的功能；  
掌握地形提示和警告系统的安装要求。

##### 【知识点】

###### 一、功能

航线飞机的致命事故与可控飞行撞地（CFIT）密切相关。地形提示和警告系统（TAWS）设计来防止此类事故。

在起飞、复飞、进近着陆阶段且无线电高度低于 2450 英尺时，TAWS 系统根据飞机的形态和地形条件，如果接近地面时出现不安全情况，在驾驶舱内以目视和音响形式向机组报警，提醒飞行员采取有效措施。

###### 二、地形提示和警告系统的设备要求

根据 CCAR-91 部第 91.207 条，运输类或者最大审定旅客座位数 9 座以上的涡轮喷气动力飞机，应当安装地形提示和警告系统（TWAS）。

##### 【思考题】

TAWS 系统的功能是什么？

##### 【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.207 条 通信、导航和监视设备

CCAR-121 部：第 121.354 条 地形提示和警告系统

.....

#### 2.6.1.2.基本报警模式

##### 【知识掌握程度】

掌握地形提示和警告系统的基本报警模式。

##### 【知识点】

###### 一、模式 1（过大的下降率）

在一定的无线电高度上，若飞机的下降速率超过了允许的极限值，则发出目视和语音信号提醒机组。该模式一般在无线电高度 2500 英尺以下开始生效工作。进入警戒区，将点亮警告灯，同时出现语音报警“SINK RATE”。进入警告区语音报警为“WHOO PULL UP”。脱离报警区，灯灭语音停止。



## 二、模式 2（过大的地形接近率）

当飞机朝着抬升的地形飞行时，若飞机接近地面的速率过大，则发出目视和语音信号提醒飞行员。进入警戒区，将点亮警告灯，同时出现语音报警“TERRAIN, TERRAIN”。进入警告区语音报警为“WHOOO WHOOP PULL UP”。

## 三、模式 3（起飞或复飞后掉高度太多）

在起飞或复飞期间，如果飞机高度出现明显下掉而影响到安全时，向飞行员提供报警信号。起飞后或低高度复飞期间出现明显的高度下掉，将点亮警告灯，同时出现语音报警“DON’ T SINK, DON’ T SINK”。一旦建立正的爬升率，语音报警停止。

## 四、模式 4（非着陆形态下的不安全越障高度）

当飞机不在着陆形态，由于下降或地形变化，使飞机的越障高度不安全时，向机组发出相应的报警信号。模式 4 警报有三种类型，4A、4B（巡航和进近期间都生效）和 4C（起飞期间生效）。

方式 4A：在巡航和进近阶段，起落架和襟翼不是着陆构型，语音报警为“TOO LOW TERRAIN”和“TOO LOW GEAR”。

方式 4B：在巡航和进近阶段，起落架是着陆构型而襟翼不在着陆构型，语音报警为“TOO LOW TERRAIN”和“TOO LOW FLAPS”。

方式 4C：飞行中的起飞阶段，起落架或襟翼二者之中有一种不是着陆构型，方式 4C 生效。方式 4C 报警是用来防止飞机在起飞爬升时飞向地形，但造成的地形接近率并不足以引发模式 2 报警的无意可控飞行触地。语音报警为“TOO LOW TERRAIN”。

## 五、模式 5（进近着陆时低于下滑道太多）

正航道进近时，提醒机组飞机在下滑道下方偏离太多。当下滑接收机调谐到 ILS 频率并收到下滑道信号、起落架放下、无线电高度低于 1000 英尺时，模式 5 的报警生效。无线电高度 1000~3000 英尺且下滑偏离指针超过刻度上 1.3 个点和无线电高度 300~1000 英尺且下滑偏离指针超过刻度上 2 个点，报警语音均为“GLIDE SLOPE”，只是音量不同。

## 六、模式 6（高度喊话及坡度太大的报警）

模式 6 用于到达某高度或决断高度喊话及坡度太大报警。达到决断高度的报警语音为“MINIMUMS, MINIMUMS”。飞机坡度过大时，报警语音为“BANK ANGLE”。

## 七、模式 7（低空风切变）

在起飞或最后进近低于 1500 英尺无线电高度，飞机进入风切变警告范围时，发出风切变警告。风切变警告报警将使红色的风切变警告灯点亮，一声警笛声后，紧接着出现语音信息“WIND SHEAR”。

### 【思考题】

飞行中，出现“SINK RATE”报警，说明了什么？

.....

### 2.6.1.3.地形显示

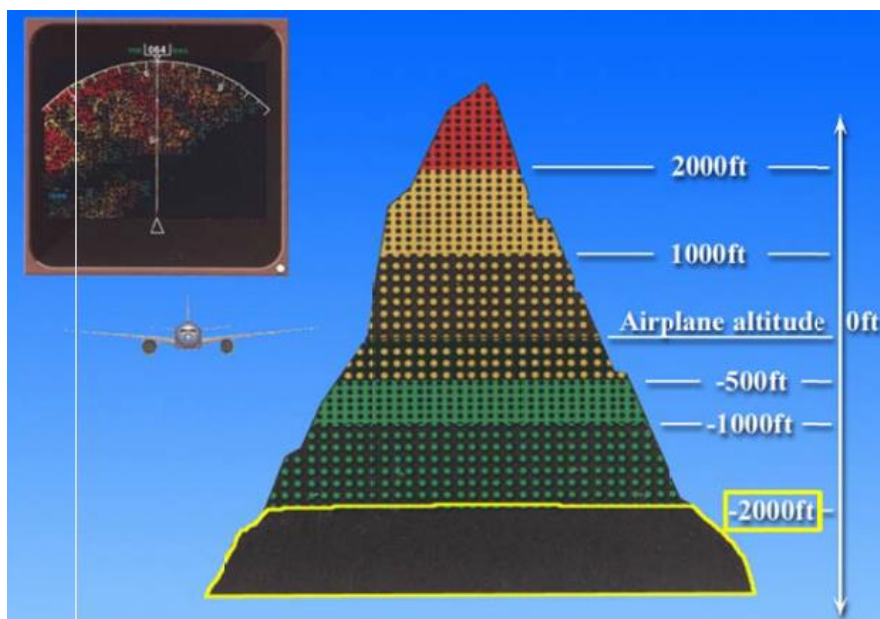
#### 【知识掌握程度】

掌握地形显示不同颜色和亮度的含义。

#### 【知识点】

地形可以由机组人工选择在 EFIS 显示组件上显示，当前视地形警戒或警告报警激活时，地形也可以自动显示。

飞机前方地形在显示器上以星罗棋布的绿、黄、红等光点图形来显示。不同的颜色表示地形与飞机当前高度之间的相对高度。



- 1、低亮度的绿色光点表示低于飞机当前高度 1000~2000 英尺的地形。
- 2、中亮度的绿色光点表示低于飞机当前高度 500~1000 英尺的地形。
- 3、中亮度的黄色光点表示低于飞机当前高度 500 英尺以内或高于飞机当前高度 1000 英尺以内的地形。
- 4、高亮度的黄色光点表示高于飞机现行高度 1000~2000 英尺的地形。
- 5、红色光点表示高于飞机当前高度 2000 英尺以上的地形。
- 6、地形数据库内没有包含的地形，在显示器上用品红色光点图形表示。
- 7、为了减少显示的混乱，任何低于飞机当前高度 2000 英尺以上的地形不显示，只用黑色背景显示。

由于地形颜色是相对于飞机的当前高度而定的，当飞机爬升或下降时，地形的颜色将变化。

当前视地形警戒或警告被激活时，地形用片状的黄色和红色图形来增强。TCF 报警或基本的 GPWS 报警发生时，地形显示不会有任何变化。

【思考题】

地形显示器上红、黄、绿的光点分别代表哪些地形？

.....

2.6.1.4.前视地形警戒功能

【知识掌握程度】

掌握地形提示和警告系统的前视地形警戒功能。

【知识点】

TAWS 计算机内包含有机场位置数据库、地形和障碍物数据库和包线调节数据库。

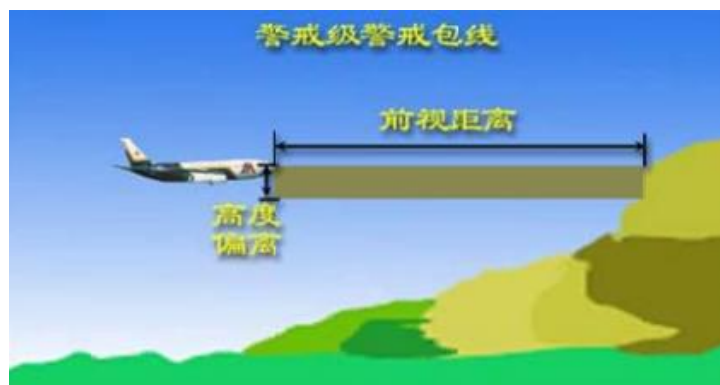
- 1、机场数据库包含了所有铺设的跑道长度为 3500 英尺（1067 米）或更长的机场。
- 2、地形和障碍物数据库包含有全世界范围内不同精确度的地形数据。
- 3、包线调节数据库包括机场进近和离场剖面的信息，以保障包线修正特性。

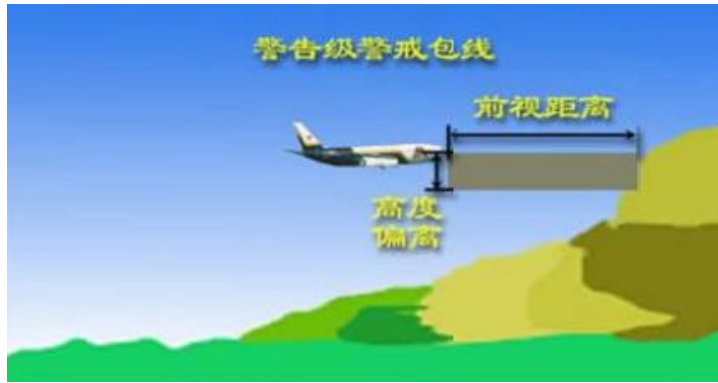
机场周围的地形，数据分辨率高，机场之间的地形，数据分辨率低。GPS 或 IRS 向计算机输送飞机的当前经纬度数据，ADC 向计算机输送飞机的气压高度。计算机将这些数据和从地形数据库中提取出来的航线前方地形资料进行对照，算出飞机和前方某些最高地形点的接近速度及高度，然后和既定告警判据相比较，一旦超过，则判定为地形威胁而触发报警。

根据潜在的地形威胁，系统向机组提供警戒级和警告级两种报警。报警包线根据飞机前方的前视距离和飞机下方的高度偏离以及飞机两侧的横向距离而确定。

前视距离主要取决于地速，地速增加，前视距离增大。一个附加组件可以向上 6° 搜寻，以便对非常高的地形进行保护。该附加组件实际的前视距离是正常的 2 倍。高度偏离为飞机下方 700 英尺。横侧距离为相对飞机地面航迹每一侧 1/8 海里（0.23 公里）。前视距离和高度偏差随着飞机靠近机场而减小。

警戒级报警大约在潜在地形冲突前 40~60 秒发布，警告级报警大约在该潜在地形冲突前 20~30 秒发布。





**【思考题】**

前视地形报警包线是如何构成的？

.....

**2.6.1.5.离地间隔保护包线及报警**

**【知识掌握程度】**

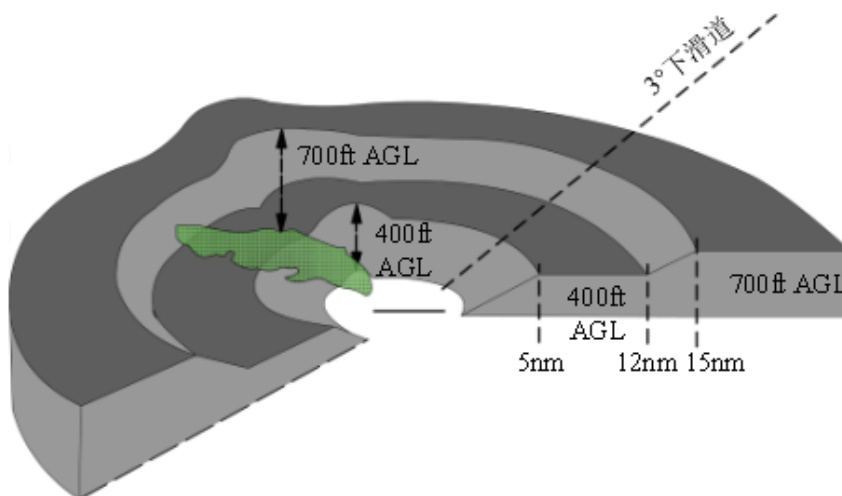
掌握地形提示和警告系统的离地间隔保护包线及报警信息。

**【知识点】**

离地间隔保护包线（TCF）是一个围绕机场的报警包线，用于非精密进近期间警告机组可能存在的过早下降。它依赖于飞机的无线电高度而工作。

TCF 包线大约在离跑道头 1.5 海里的地方开始，按每海里大约升高 100 英尺计，离跑道头 5 海里时，离地高度为 400 英尺，接着维持 400 英尺的离地高度一直到离跑道头 12 海里，然后再按每海里大约升高 100 英尺计，离跑道头 15 海里时，离地高度为 700 英尺。最后一直保持 700 英尺的离地高度。该功能在 3500 英尺或更长的跑道周围一直生效，与飞机的构形无关。

当 TCF 警戒被启动时，报警语音为“TOO LOW TERRAIN”（太低，地形），同时琥珀色的近地灯点亮。



**【思考题】**

在离跑道头 11 海里的地方，如果飞机离地高度为 350 英尺，驾驶舱内会有什么情况出现？

.....

### 2.6.1.6.前视警戒的驾驶舱报警

#### 【知识掌握程度】

掌握地形提示和警告系统的前视警戒的驾驶舱报警信息。

#### 【知识点】

系统在潜在的地形碰撞威胁前 40~60 秒触发警戒级报警，发出“CAUTION TERRAIN”（注意地形）的声音警戒，一定距离内的地形显示由黄色光点图形变为整体实心黄色图形，琥珀色的近地灯点亮，提醒驾驶员采取措施。若 7 秒内机组未作出响应，系统将再次发出警告。



#### 【思考题】

驾驶舱出现“CAUTION TERRAIN”报警时，说明了什么？

.....

### 2.6.1.7.前视警告的驾驶舱报警

#### 【知识掌握程度】

掌握地形提示和警告系统的前视警告的驾驶舱报警信息。

#### 【知识点】

在潜在的地形碰撞威胁前 20~30 秒触发警告级报警，发出“TERRAIN TERRAIN, PULLUP!”（地形，地形，拉起来）的声音警告，一定距离内的地形显示红色光点图形变为整体实心红色图形，主警告灯和红色的拉升灯点亮。若机组及时拉升飞机，则在威胁解除后，警告撤销。若机组改变航向回避，则语音警告中止，但显示器上仍有威胁地形向旁侧离去。



**【思考题】**

驾驶舱出现“TERRAIN TERRAIN, PULL UP!”报警时，说明了什么？

.....

**2.6.1.8.使用及完好性测试**

**【知识掌握程度】**

掌握地形提示和警告系统的使用；  
了解地形提示和警告系统的完好性测试。

**【知识点】**

- 1、在起飞或进近着陆过程中，若系统发出报警信号，飞行员应按语音内容正确操作飞机。
- 2、若在批准使用小于正常着陆襟翼位置或规定起落架收上的程序时，可以用起落架或襟翼超控电门抑制或终止报警信号。
- 3、当确认地形数据库不可用时，可将地形抑制开关设置到抑制位，前视地形报警和 TCF 报警不可用。
- 4、当用低于下滑道进近时，可用下滑道抑制电门抑制或终止模式 5 的报警。
- 5、按下测试按钮对系统的报警灯和报警语音进行测试。

**【思考题】**

起落架或襟翼超控电门在什么情况下使用？

~~~~~

2.6.2.机载防撞系统

2.6.2.1.功能和分类

【知识掌握程度】

掌握机载防撞系统的功能；
了解机载防撞系统的分类。

【知识点】

一、功能

机载防撞系统，美国航空体系称为空中交通预警和防撞系统（TCAS：Traffic Alert and Collision Avoidance System），欧洲航空体系称为机载防撞系统（ACAS：Airborne Collision Avoidance System），两者功能一致。机载防撞系统（TCAS/ACAS）是一个咨询系统，用于警告机组飞机与同一空域飞行的装备有应答机的其他飞机之间存在潜在冲突。

运输类或者最大审定旅客座位数 19 座以上的涡轮喷气动力飞机，应当安装机载防撞系统（ACAS II 或者 TCAS II 7.1 版本）。

二、分类

目前，正在使用的 TCAS 系统有两种：TCAS I 和 TCAS II。

TCAS I 仅提供接近警告，用以帮助飞行员目视搜寻闯入飞机，该类设备主要安装在小飞机上。

TCAS II 提供交通咨询（TA）和决策咨询（RA），但决策咨询仅仅是垂直机动。另外，TCAS II 系统可以和其他 TCAS II 系统或更高级别的 TCAS 系统交换数据以对 RA 进行协调。这样就防止了装备有 TCAS II 的两架飞机执行相同的避让机动。

【思考题】

TCAS II 能提供哪些咨询？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.207 条 通信、导航和监视设备

CCAR-121 部：第 121.356 条 机载防撞系统

.....

2.6.2.2.系统保护区

【知识掌握程度】

掌握机载防撞系统的保护区。

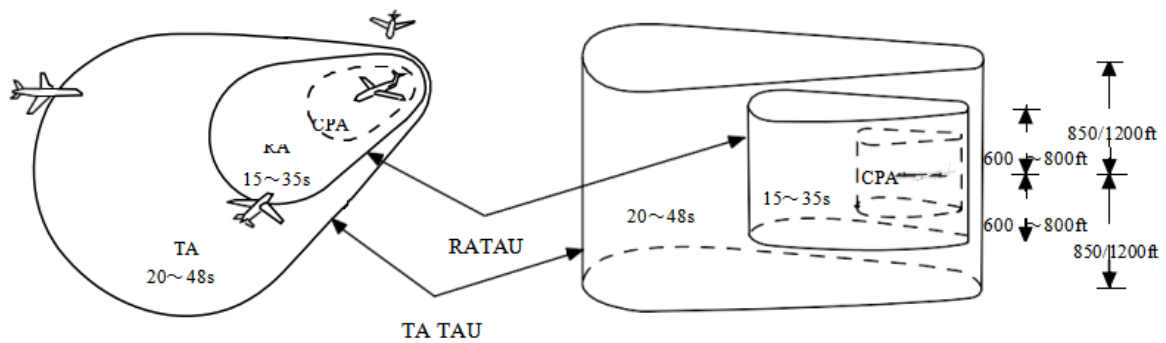
【知识点】

TCAS 计算机建立围绕自身飞机的保护区。保护区的尺寸根据 TCAS 飞机的速度和高度以及闯

入者的接近率（距离和高度）而变化。保护区用闯入者到自身飞机最接近点（CPA）的时间来表示。

交通咨询区定义为距离最接近点（CPA）还有 20~48 秒的一段空域。在 FL420 之下，TA 的垂直触发门限是 TCAS 飞机上下 850 英尺，在 FL420 之上是上下 1200 英尺。如果闯入者穿透该区域并且满足相对高度限制，TCAS 将发布交通咨询。

决策咨询区定义为距离最接近点（CPA）还有 15~35 秒的一段空域。垂直触发门限是 600~800 英尺，与自身飞机高度有关。如果闯入者穿透该区域并且满足相对高度限制，TCAS 将发布决策咨询。TA 通常在 RA 之前 5~20 秒发布。不发布 TA 就直接发布 RA 的情况虽然很少见，但也是有可能的。



【思考题】

TCAS II 的保护区有哪些？飞机进入这些区域，系统会给出什么咨询？

.....

2.6.2.3.基本原理和提供的保护等级

【知识掌握程度】

- 了解机载防撞系统的组成；
- 理解机载防撞系统的基本原理；
- 掌握机载防撞系统所提供的保护等级。

【知识点】

一、基本原理

TCAS 系统由 TCAS 计算机（发射、接收组件）、TCAS 天线、ATC 应答机/TCAS 控制板、座舱显示器和 S 模式应答机组成。

TCAS 计算机通过询问和接收来自应答机的应答信号去检测和跟踪闯入者。TCAS 计算机使用 S 模式应答机送来的高度信息计算闯入者的相对高度。按照接收的高度和时间，TCAS 计算机可以计算闯入者的高度变化率。使用 TCAS 定向天线收到的应答信号，TCAS 计算机可以确定闯入者的方位（闯入者的方位信息对 TCAS 执行所有功能并不是必须的，方位信息仅仅用于向机组显示）。利用以上这些信息，TCAS 跟踪和连续评估闯入者对自身飞机的潜在冲突。

二、提供的保护等级

TCAS 依靠其他飞机的应答机来显示它们的存在，提供的保护等级由对方飞机所带应答机的类型确定。若对方飞机带 A 模式应答机，TCAS 仅提供交通警戒信息（TA）；若对方飞机带 C 模式或 S 模式应答机，TCAS 既提供交通警戒信息（TA），还提供决策信息（RA）；若两架飞机都带有 TCAS II 设备时，则通过 S 模式应答机交换数据以对冲突进行协调解决；若对方飞机没有装应答机或应答机不工作，TCAS 将无法探测。

TCAS 只能检测装备有正在工作的应答机的飞机的存在。当闯入者具有有效的高度报告时，TCAS 才能发布 RA。带有有效应答机但没有高度报告的闯入者将被跟踪和处理，但 TCAS 只能发布 TA。

【思考题】

如果对方飞机没有提供高度信息，TCAS 能否发布 RA？

.....

2.6.2.4. 驾驶舱显示

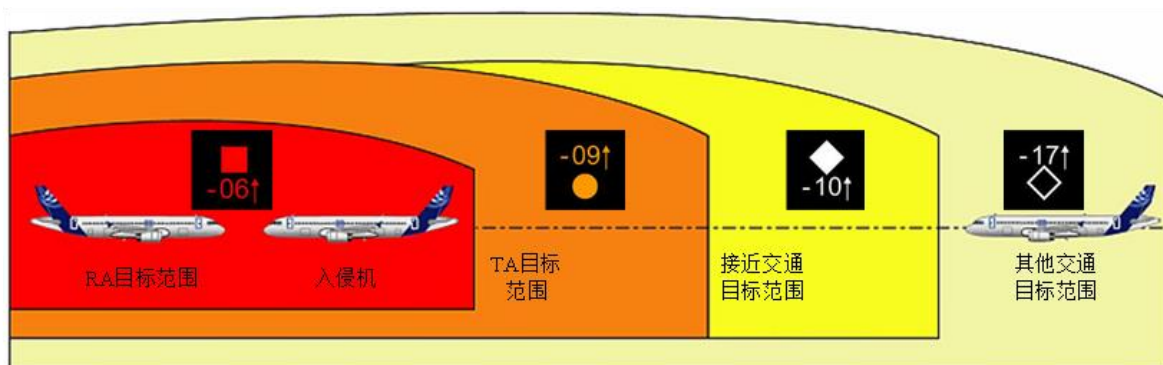
【知识掌握程度】

掌握机载防撞系统的驾驶舱显示信息。

【知识点】

TCAS 显示器上有 4 种符号来代表闯入者，分别代表不同级别的威胁飞机。

- 1、红色实心方块代表进入警告区的飞机，称为 RA 目标。
- 2、橙色实心圆代表进入警戒区的飞机，称为 TA 目标。
- 3、蓝色或白色实心菱形代表距离小于 6 海里或垂直间隔小于 1200 英尺，但并没有构成威胁的飞机，称为接近交通目标（PT 目标）。
- 4、蓝色或白色空心菱形代表垂直间隔大于 1200 英尺或距离大于 6 海里的飞机，称为其它交通目标（OT 目标）。



当对方飞机报告高度信息时，在符号的上面或下面将出现一数据标记。数据标记由两位数和一个“+”或“-”号组成，颜色与符号同色。两位数代表自身飞机与对方飞机间的垂直间距，以百英尺计。如果对方飞机在自身飞机上面，数据标记将位于符号的上面，且前面加一个“+”号；如果对方飞机在自身飞机下面，数据标记将位于符的下面，且前面加一个“-”号。

若对方飞机以大于或等于 500 英尺/分的垂直速度爬升或下降时，符号右侧将出现一个向上或向下的箭头。

如果 TCAS 跟踪一闯入者，它处于显示范围之外，但是已进入了警戒区或警告区。在 TCAS 显示器上出现字符“OFF SCALE”以示提醒或在显示器边对应的方位上出现半个相应的符号来表示。

如果 TCAS 不能跟踪对方飞机的方位，在显示器上对方飞机的信息仅由威胁的级别(TA 或 RA)、距离、垂直间距等构成。



【思考题】

TCAS 显示器上出现一个红色方块符号，符号下面出现“-03”，符号右侧出现一个向上的箭头，说明了什么？

.....

2.6.2.5.RA 目视措施信息

【知识掌握程度】

掌握机载防撞系统的 RA 目视措施信息。

【知识点】

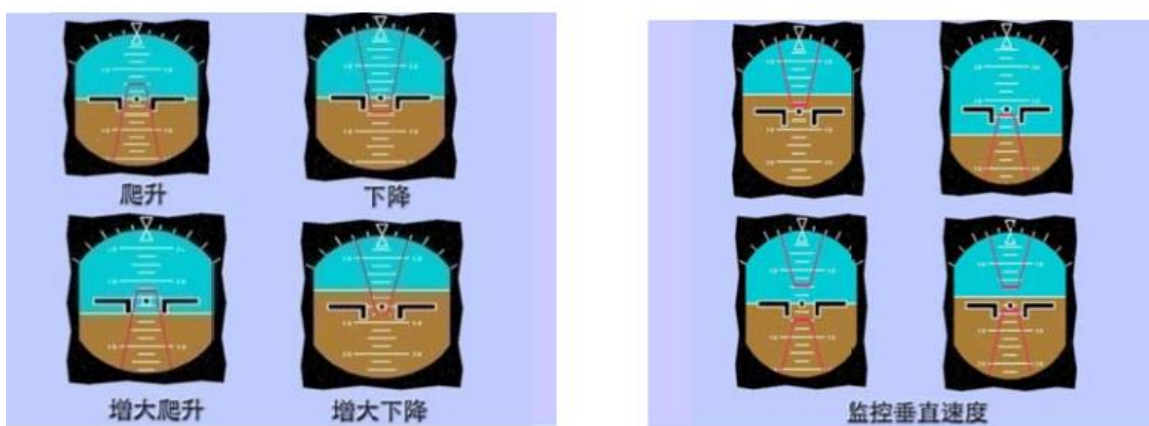
TCAS 发布的 RA 信息两种：改正 RA 和预防 RA。

- 1、改正 RA：指令飞行员按给定的垂直速度爬升或下降以避免冲突。
- 2、预防 RA：仅要求机组保持现有的垂直速度或者避免使用某垂直速度，也就是对垂直速度进行监控，限制垂直速度的改变，

在电子升降速度表上，当发布改正 RA 时，圆形刻度盘上红绿色弧来指示安全的和不安全的爬升率和下降率区域。不安全区用窄的红弧表示，建议的高度变化率区用宽的绿弧表示。当发布预防 RA 时，圆形刻度盘上只用红色弧来指示不安全的爬升率和下降率区域。



在 EFIS 显示组件上, RA 俯仰指令用红色梯形符号表示。当发布改正 RA 时, 飞机符号位于 RA 俯仰指令之内。当发布预防 RA 时, 飞机符号位于 RA 俯仰指令范围之外。



【思考题】

改正 RA 通告和预防 RA 通告有什么区别?

.....

2.6.2.6.主要的语音信息

【知识掌握程度】

掌握机载防撞系统的语音信息。

【知识点】

一、TA 的语音信息

TA 的语音信息为“TRAFFIC, TRAFFIC”。该信息指令机组监控 TCAS 的显示以帮助目视搜寻闯入飞机。

二、预防 RA 的语音信息

预防 RA 的语音指令为“MONITOR VERTICAL SPEED”。该咨询不需要机组采取任何措施, 只要确保飞机符号不要进入 RA 俯仰指令区即可。

三、改正 RA 的语音信息 (初始 RA)

改正 RA 语音指令“CLIMB, CLIMB, CLIMB”(或“DESCEND”)要求机组按照俯仰指

令指示的速率机动，通常为 1500 英尺/分。

改正 RA 语音指令“CLIMB, CROSSING CLIMB”（或“DESCEND”）表示在执行机动时，自身飞机的飞行轨迹将穿越闯入飞机的飞行轨迹。

改正 RA 语音指令“ADJUST VERTICAL SPEED, ADJUST”告诉机组将垂直速度减少到 EFIS 显示组件上的要求值。

四、改正 RA 的语音信息（增强 RA）

增强 RA 是从初始 RA 变化过来的。这些指令要求机组立即行动。

改正 RA 语音指令“CLIMB, CLIMB NOW”（或“DESCEND”）在下降（爬升）指令之后出现。

TCAS 计算机确定必须进行垂直速度的反转，才能得到足够的垂直间隔。

改正 RA 语音指令“INCREASE CLIMB”（或“DESCEND”）告诉机组增加垂直机动到 EFIS 显示组件上的要求值，通常为 2500 英尺/分。

五、冲突结束的语音信息

语音信息“CLEAR OF CONFLICT”告诉机组本次遭遇结束，闯入者的距离已经增加。此时，机组应该操纵飞机回到 ATC 的许可高度上。

【思考题】

驾驶舱中出现语音通告“CLIMB, CLIMB NOW—CLIMB, CLIMB NOW”，飞行员应如何行动？

.....

2.6.2.7.工作模式和咨询抑制

【知识掌握程度】

- 掌握机载防撞系统的工作模式；
- 掌握机载防撞系统的咨询抑制。

【知识点】

一、工作模式

TCAS 的工作模式有两种：TA 和 TA/RA。

TA/RA 模式为 TCAS 正常工作模式位，在该模式，TCAS 既提供 TA 又产生 RA；起飞之前选择“TA/RA”模式。

在 TA 模式，TCAS 仅提供 TA，不提供 RA。两机向靠得很近的平行跑道进近时或目视情况下向其它飞机有意识地靠近时，可使用 TA 模式。

如果飞机在管制区域，收到 TCAS 的 RA 指令，飞行员必须遵循 TCAS 指令，并且在适当的时候告诉管制 TCAS 发出的爬升或下降指令。

如果同时收到 TCAS 和管制的机动指令，飞行员必须遵循 TCAS 的指令，并告诉管制。

其他数据。现代飞机上的记录器可以记录 300 多个飞行参数。记录的数据主要用于事故调查，也可用于飞机系统监控。

任何运输类飞机或者运输类直升机应当至少安装一个符合局方规定的记录参数要求的飞行数据记录器，并且对飞机飞行的记录时间不少于 25 小时，对直升机飞行的记录时间不少于 10 小时。

对于任何使用数据链通信的航空器，其飞行记录器上应当记录与驾驶舱话音记录持续时间相同的所有发送和接收的数据链通信信息，并且应当与所记录的驾驶舱语音相互关联。

飞行数据记录器在飞机靠自身动力移动之前，自动开始记录数据，在飞机不能靠自身动力移动之后，自动停止记录数据。飞行中，飞行员无法关断记录器。着陆后也无法抹除记录的数据。

二、飞行数据记录器的特征

飞行记录器的壳体有如下特征：

- 1、外表为鲜橙色或亮黄色；
- 2、外部表面固定有反射材料，以确定记录器的位置；
- 3、外部安装有自动激发的水下定位装置。一旦进入水中，它就开始工作，并且能够连续工作 30 天。

【思考题】

飞行数据记录器上为什么要安装水下定位装置？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.209 条 记录设备

CCAR-121 部：第 121.343 条 飞行数据记录器

~~~~~

## 2.6.7.驾驶舱话音记录器

### 【知识掌握程度】

- 掌握驾驶舱话音记录器的功能；
- 了解驾驶舱话音记录器的特征。

### 【知识点】

#### 一、驾驶舱话音记录器的功能

驾驶舱话音记录器（CVR）采用四条音轨分别记录飞行员与管制员的通话，正、副驾驶员之间的对话，驾驶员、空服员对乘客的广播，以及驾驶舱内各种声音（引擎声、警报声）。驾驶舱话音记录器从使用检查单开始（为飞行而起动发动机之前），到飞行结束完成最后检查单止始终连续工作。





## 2.6.9.风切变预警系统

### 2.6.9.1.功能和使用特点

#### 【知识掌握程度】

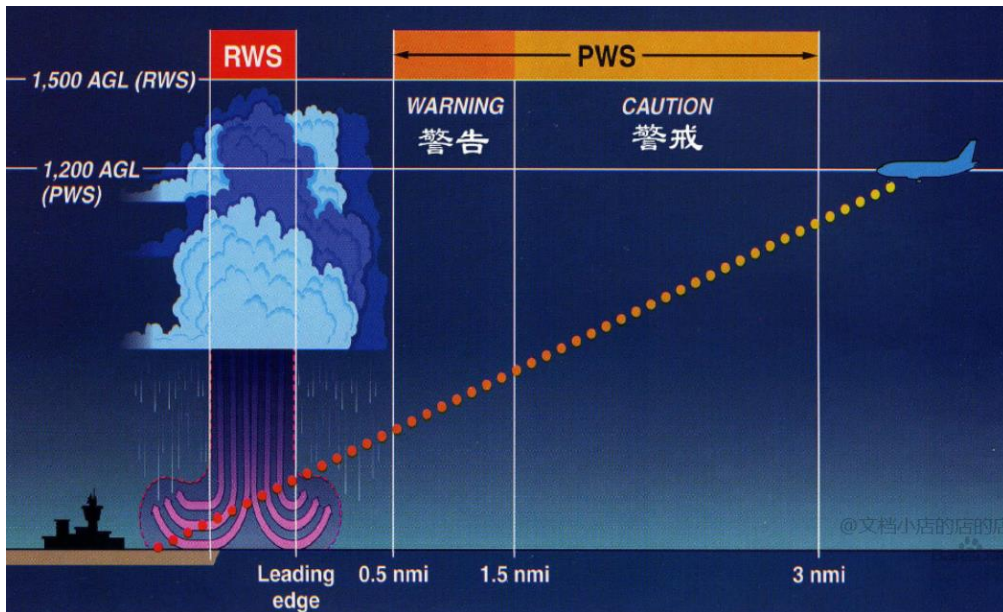
掌握风切变预警系统的功能；  
掌握风切变预警系统的使用特点。

#### 【知识点】

##### 一、功能

风切变预警系统（PWS）探测微下击暴流，在飞机进入风切变之前，发出风切变报警。

PWS 使用警戒和警告两种等级来向机组报警，向机组提供的报警级别取决于所探测到的风切变区相对于飞机的位置。当 PWS 报警被启动时，EFIS 显示组上将自动显示风切变的级别和位置，以便增强机组的处境意识。



##### 二、使用特点

进近过程中，离地高度 2300 英尺（700m）时，系统会自动接通，以备进近和着陆。为了在起飞期间提供风切变探测，雷达在起飞前也会自动接通（使用空-地和起飞油门逻辑）。机组也可以通过将控制板上 PWS 开关放至“AUTO”位，人工预位 PWS。

#### 【思考题】

风切变预警系统可以提供哪些级别的报警？

#### 【法规出处】

CCAR-121 部：第 121.358 条 低空风切变系统的设备要求

.....

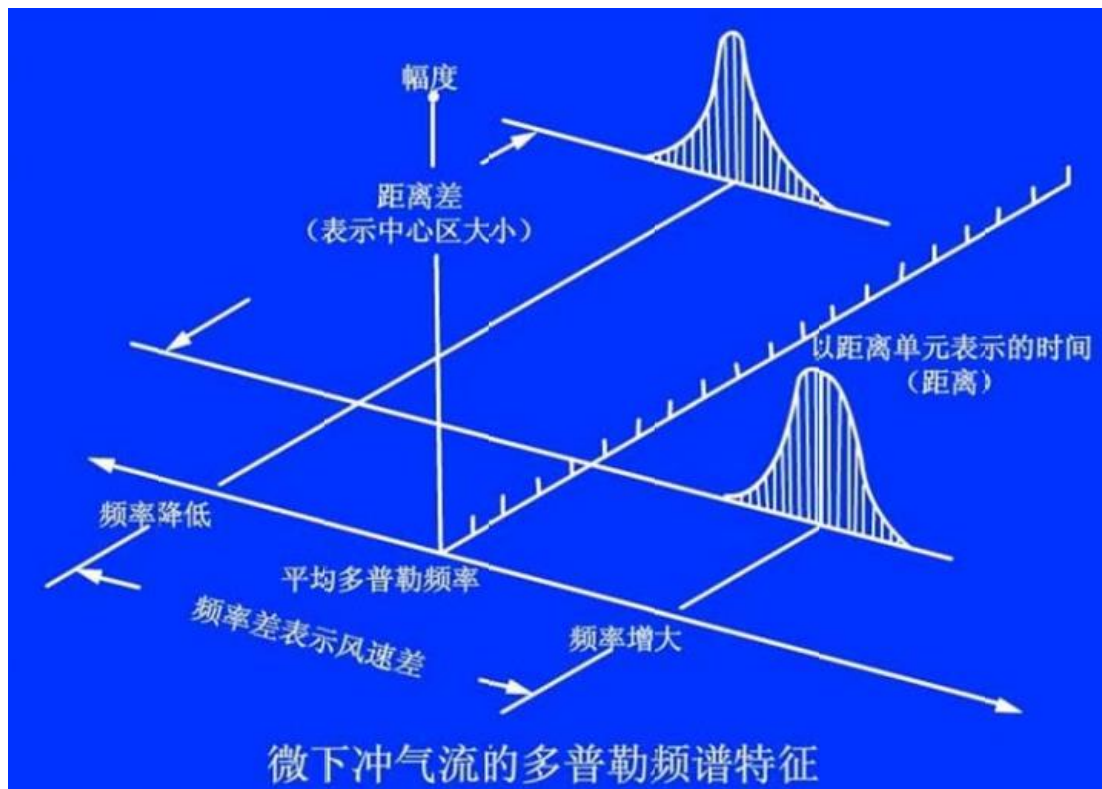
### 2.6.9.2.工作原理

#### 【知识掌握程度】

理解风切变预警系统的工作原理。

#### 【知识点】

PWS 利用多普勒气象雷达探测风的数据来识别风切变的存在。雷达天线向空中发射电波，根据回波探测风速、风向等大气数据。气象雷达收发机利用这些数据以及惯性数据等来确定风切变的存在。气象雷达处理器识别在相对小的区域内风速、风向的变化情况，当所检测到的风切变强度达到预设的强度时，系统将向机组报警。



#### 【思考题】

风切变预警系统是如何工作的？

.....

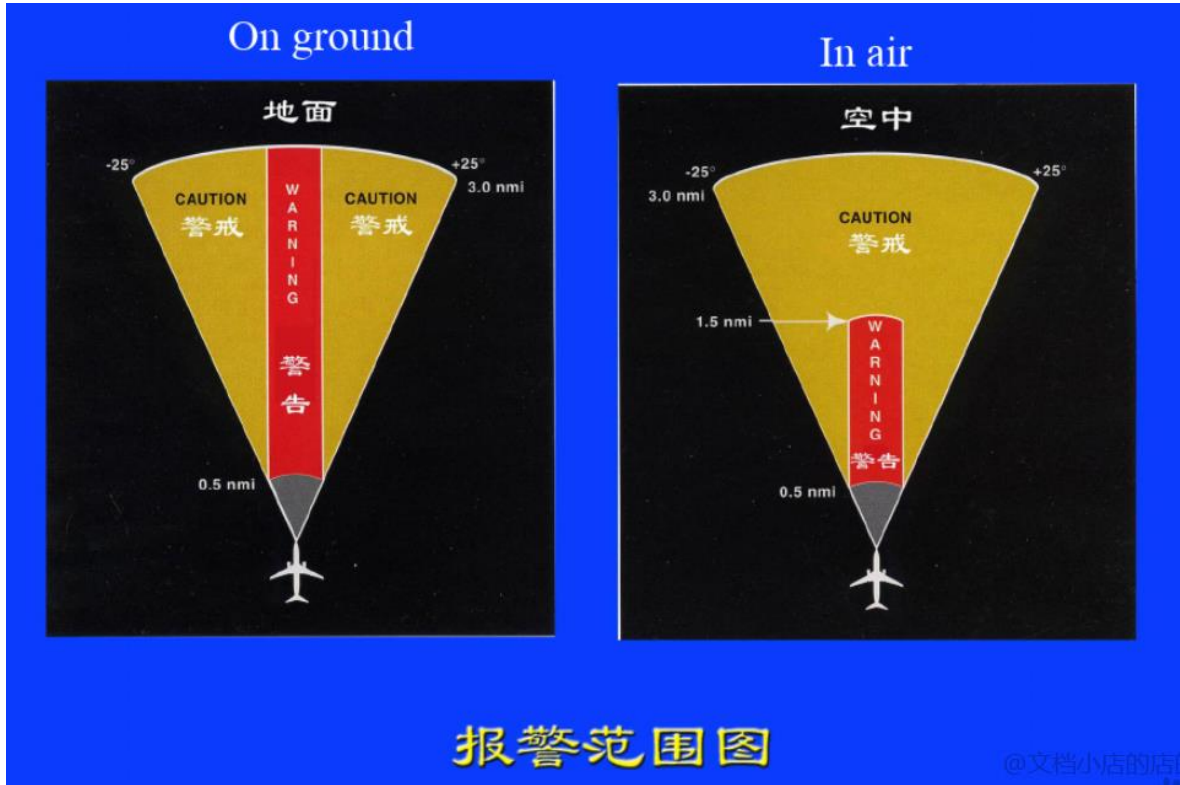
### 2.6.9.3.报警范围

**【知识掌握程度】**

掌握风切变预警系统的报警范围。

**【知识点】**

风切变预警系统在地面和空中的报警范围如图所示。



需要说明的是，PWS 的地面警告范围比空中的警告范围更大，这是因为飞机从地面起飞时，需要考虑起飞方向上更远距离的天气情况，才能决定是否适宜完成起飞离场；而在空中进近着陆时，只要需最远考虑到接地点距离范围内的天气威胁，就足够判断是否需要采取复飞程序。

**【思考题】**

在空中，风切变预警系统在什么情况下给出警告级报警？

.....

### 2.6.9.4.警戒报警

**【知识掌握程度】**

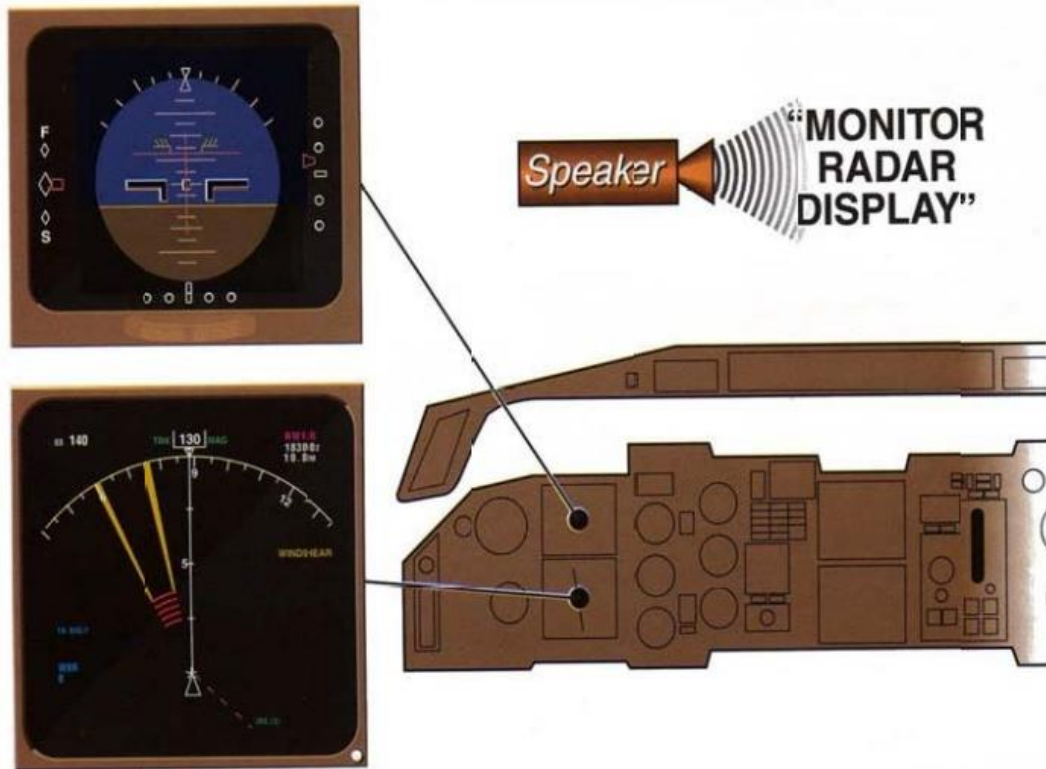
掌握风切变预警系统警戒报警的表现形式。

**【知识点】**

当 PWS 系统探测到风切变位于警戒区时，它将向机组提供语言报警“MONITOR RADAR DISPLAY”。在 EFIS 显示组件上显示琥珀色的“WINDSHEAR”信息，并用一红色图标显示风切变

的位置。

PWS 警戒并不意味着风切变强度比 PWS 警告的弱，它只意味着风切变的所处区域还没有对飞机的飞行路线形成立即的威胁，因此允许机组有更多的时间响应。PWS 警戒的飞行机组程序是采取适当的措施防止飞机进入风切变。如果飞机继续接近风切变，PWS 警告将取代 PWS 警戒。



**【思考题】**

出现“MONITOR RADAR DISPLAY”报警时，说明了什么？

.....

**2.6.9.5.警告报警**

**【知识掌握程度】**

掌握风切变预警系统警告报警的表现形式。

**【知识点】**

当 PWS 系统探测到风切变位于警告区时，将向机组提供语音警告。飞行阶段不同，PWS 提供的语音报警也不同。

起飞阶段探测到风切变，其语音为“WINDSHEAR AHEAD”（响 2 次）。

进近阶段探测到风切变，语音报警为“GO-AROUND WINDSHEAR AHEAD”（响 1 次）。

除了语音报警外 EFIS 显示组件上都将显示红色的“WINDSHEAR”信息，且主警告灯亮。EFIS 显示组件上还将显示探测到的风切变的位置。



二、偏离高度警戒

1、当飞机从上方或下方偏离 MCP 板上选择的高度 200ft 时，偏离高度警戒开始。偏离警戒信息包括：一个一秒钟的音响警告，PFD 上飞机高度周围出现高亮度的琥珀色矩形框。

2、若飞机飞行高度偏离 MCP 板上选择的高度 900 英尺以上，或飞机重新回到 200ft 范围内时，或重新选择 MCP 目标高度时，高度报警结束。

3、若 FCC 截获了下滑道或襟翼放出大于 20 度，不给出高度报警。

【思考题】

飞机上为什么要安装高度警告系统？

【法规出处】

CCAR-91 部：第 91.207 条 通信、导航和监视设备

CCAR-121 部：第 121.320 条 高度保持和警告系统

~~~~~

2.7.机载雷达设备

2.7.1.机载气象雷达

2.7.1.1.基本功能

【知识掌握程度】

掌握机载气象雷达的功用。

【知识点】

气象雷达工作在 X 波段，将检测到的气象和地形显示在驾驶舱的显示器上。

一、机载气象雷达的功用

1、基本功用是探测飞机前方的气象情况，向机组提供充填有水分的气象形成区的平面位置显示图像，以便机组选择安全的航线避让各种危险的气象区域。

2、另一功用是观察飞机前下方的地形地貌。适当下俯气象雷达的天线，可以提供大的地形轮廓特征的显示，例如：河流、海岸线、大的山峰和城市。该功能可以用来辅助导航。

二、注意事项

1、气象雷达是用来避开严重气象区，而不是用来穿越气象区的。能否飞入雷达回波区取决于回波强度、回波之间的间隔、飞机性能和飞行员的经验。

2、气象雷达对山峰、相遇飞机的探测能力和所显示的相应图像及位置的准确程度，均不能满足地形回避和防撞要求，因此，一般不把气象雷达的显示图像作为地形回避和空中防撞的依据。

【思考题】

机载气象雷达的基本功能有哪些？

.....

2.7.1.2.工作原理

【知识掌握程度】

了解机载气象雷达系统的组成；
理解机载气象雷达的工作原理。

【知识点】

一、机载气象雷达的组成

机载气象雷达系统由收发机，天线，控制盒，显示器组成。

雷达收发机产生和发射高能量的 X 波段射频脉冲信号，这些射频脉冲信号送给天线，通过天线辐射出去。

天线通常以机头为准来回 90° 扫掠铅笔波束的雷达信号，天线也可以上下 15° 倾斜。充填

有水分的云或地形将这些射频脉冲信号的一部分反射回天线，天线接收这些反射信号，经过收发组件处理后，在雷达显示器上显示成不同颜色的雷达回波图像。

机载气象雷达的天线具有很强的方向性。当天线指向某一方位时，它所形成的波束即照射这一方位的目标，使该方位所有位于雷达有效探测距离范围内的气象目标产生各自的反射回波。当天线以一定的转速连续进行方位扫掠时，即可使天线波束依次照射不同方位的目标，从而照射飞机前方整个扇形区域中的气象目标。

二、探测的气象目标

1、包含有较大雨滴的空中降雨区域，能够对机载气象雷达天线所辐射的 X 波段电磁波产生一定程度的反射，形成降雨区域的雷达回波，而被机载气象雷达所接收。

2、湿冰雹由于表面包裹着水层，其水层对入射的雷达波能产生有效反射，因此，湿冰雹易于被气象雷达所检测。

3、干冰雹由于表面没有包裹水层，对雷达波的反射能力很差，难于被雷达所检测。只有当直径达到雷达波长的十分之八左右时，才能被雷达正常检测。

三、工作原理

机载气象雷达是利用与紊流夹杂在一起的水粒反射雷达波时产生多普勒效应这一特性来检测紊流的。

机载气象雷达能检测并显示中度（速度变化在 6~12 米/秒之间）以上夹带有雨滴的湍流。

晴空紊流由于没有夹带足够的雨滴，对雷达波不会产生有效的反射，因此难于被气象雷达所检测。

【思考题】

气象雷达能检测哪些气象目标？为什么？

.....

2.7.1.3.气象目标的反射特性

【知识掌握程度】

掌握不同气象目标对气象雷达的反射特性；

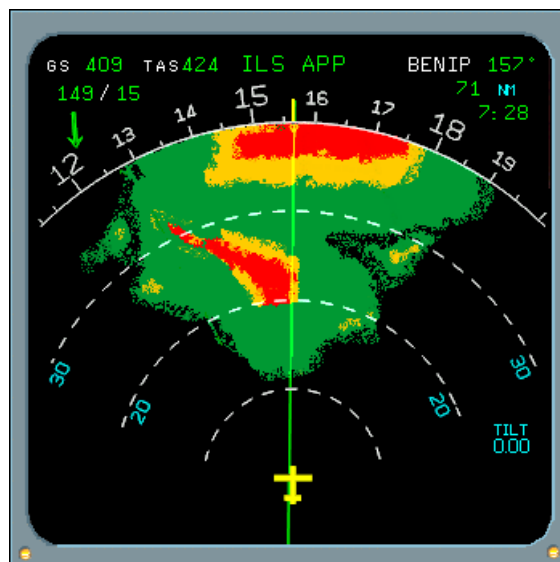
掌握气象雷达用不同的颜色表示不同的降雨率区域和湍流区域。

【知识点】

猛烈的暴雨区域、与之相伴随的夹带有雨滴的中度以上的湍流区域、表面包裹着水层的冰雹以及直径较大的干冰雹，均可产生较强的雷达回波，因而可以被机载气象雷达有效检测。但是，机载气象雷达并不能检测一切气象目标，例如直径较小的干冰雹、干的雪花以及洁净透明的湍流区域，由于对雷达电波的反射很微弱，因而均不能有效地被雷达检测。

气象目标	反射强度
湿冰雹 	最强
雨 	强
干冰雹 	弱
雪 	极弱
水蒸汽 	不反射
小的干冰雹 	不反射

气象雷达用象征性的颜色来表示降雨率的不同区域，大雨区域的图像为红色；中雨区域的图像为黄色；小雨区域用绿色图像来表示。紊流区采用紫色、品红色、红色或白色图像表示。



【思考题】

机载气象雷达能否检测火山灰？为什么？

.....

2.7.1.4.主要工作模式

【知识掌握程度】

掌握机载气象雷达的主要工作模式。

【知识点】

气象雷达的主要工作模式有：气象模式（WX）地图模式（MAP）、测试模式（TEST）、湍流探测模式（TURB）和气象与湍流模式（WX/T）等。

一、气象模式（WX）为机载气象雷达最基本的工作模式。雷达工作于气象模式时，显示器上所呈现的是空中气象目标及其他目标的平面位置分布图形。此时，天线波束在飞机前方及其左右两侧的扇形区域内往复扫描，以探测飞机航路前方扇形平面中的气象目标。

二、地图模式（MAP）是各型机载气象雷达所共有的另一个基本工作模式。地图模式时，呈现在荧光屏上的是飞机前下方地面的地表特征，诸如山峰、河流、湖泊、海岸线、大城市等的地形轮廓图象。为此，应将天线下俯一定角度使雷达天线波束照射飞机前下方的广大地区。

三、测试模式（TEST），用于对雷达进行快速性能检查。雷达工作于此模式时，显示器上即显示气象雷达的自检测试图。通过观察自检图，即可方便迅速地了解雷达的性能状况。

四、在湍流探测模式（TURB），显示屏上只显示湍流区的紫色或白色图像，其它雨区的红、黄、绿色图像不显示。

五、在气象与湍流模式（WX/T），屏幕上除了显示红、黄、绿图像外，还用醒目的紫色或白色图像显示出危险的湍流区域。



【思考题】

气象模式和地图模式有何区别？

.....

2.7.1.5.天线俯仰调节的基本原则

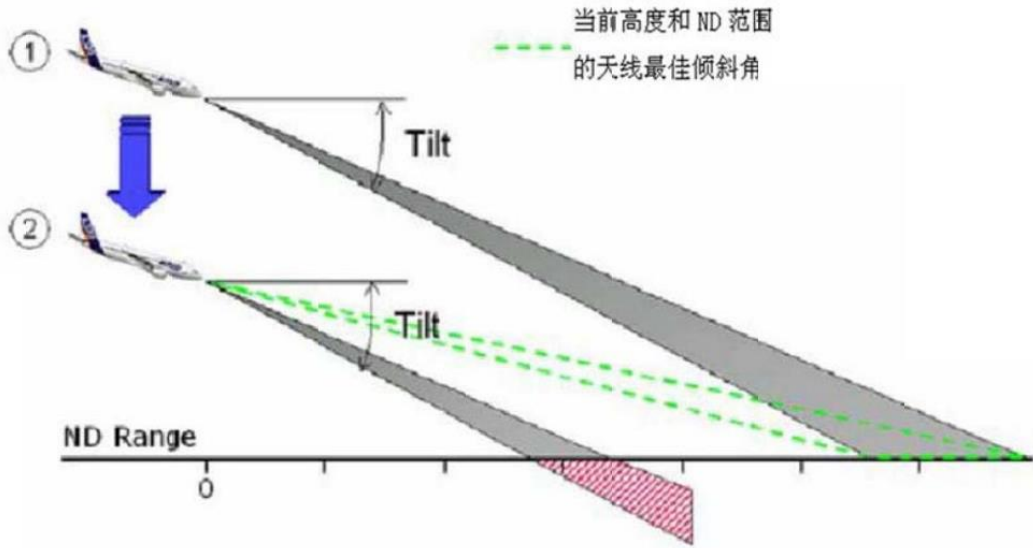
【知识掌握程度】

掌握机载气象雷达天线俯仰调节的基本原则。

【知识点】

天线俯仰调节旋钮的位置决定了天线波束在垂直面内的照射方向，对雷达所能探测的目标范围具有明显的影响。

天线俯仰旋钮需按工作模式、飞行高度、所选择的显示距离等因素进行调节。如图所示。



【思考题】

随着飞行高度的改变，天线俯仰角度应如何调节？

.....

2.7.1.6.增益调节的基本原则

【知识掌握程度】

掌握机载气象雷达增益调节的基本原则。

【知识点】

一、地图模式的增益调节

当雷达工作于地图模式时，人工调节增益旋钮，可得到较为清晰的地形图像。随着接收机增益的降低，一些反射率较弱的地表区域的图像就可能逐渐消失，从而显露出那些高反射率地区的图像，使地形的轮廓变得较为明显，易于识别。

二、气象模式的增益调节

当雷达工作于气象或气象与湍流模式时，其增益通常应置于自动增益位。

通过人工调低增益可以探测雷雨主体的最强部分。慢慢减小增益，显示器上的红色区域会变为黄色，然后变为绿色。显示器上最后变为黄色的部分就是雷雨主体的最强区域。分析完后，必须把增益置于自动位。

当飞机飞越或者邻近暴雨区时，在增益旋钮置于自动位的情况下，这些区域中的干性冰雹往往只能产生较弱的回波。此时，选用人工增益调节且将增益调至较高的电平，可以较明显地显示出在自动增益状态所无法显示的回波，以助于对干性冰雹的识别。

【思考题】

在气象模式时，如何进行增益调节？

.....

2.7.1.7.地面使用注意事项

【知识掌握程度】

掌握机载气象雷达地面使用注意事项。

【知识点】

一、飞机正在加油或飞机周围有其它飞机正在加油时，不得使气象雷达工作于发射工作模式，以免引燃汽油蒸气。在机坪上大量使用汽油清洗机件时，也应避免接通雷达电源。

二、在机库内或在机头朝着近距离内的建筑物、大型金属反射面的情况下不能使气象雷达工作于发射模式，除非雷达发射机没有工作或者将雷达能量引导至吸收罩将射频能量消耗掉，否则整个围场区域都可能充满辐射。

三、飞机前方有人时，不得接通雷达，以防有害辐射，伤害人体。

四、在地面检查气象雷达时，应尽量使雷达工作于自检模式。在需要使雷达工作于发射模式时，应将天线俯仰旋钮调至上仰位置，以尽量避免天线波束照射近处地面目标。

【思考题】

在机库内，为什么不能使气象雷达工作于发射模式？

~~~~~

### 2.7.2.无线电高度表

#### 【知识掌握程度】

掌握无线电高度表的功能；

理解无线电高度表的原理；

了解无线电高度表的结构；

了解无线电高度表的误差。

#### 【知识点】

一、无线电高度表的功能

机载无线电高度表大部分采用调频等幅式来测量飞机离地面的实际高度，其测量范围为0~2500英尺。在现代飞机上，高度信息一般在EFIS显示组件上显示。

二、无线电高度表的工作原理

无线电高度表是利用无线电波从飞机到地面，再从地面返回飞机，测量其所经历的时间从而进行高度测量的。

三、无线电高度表的组成

无线电高度表通常由收发机、指示器和收发天线组成。

发射机产生载波频率为 $4300 \pm 50\text{MHz}$ 的恒幅、调频连续波射频信号，由发射天线向下发射到地面，地面反射回来的回波由接收天线接收，并送往接收机。由于射频信号为调频波，其频



## 3.飞行性能、计划和装载

### 3.1.起飞性能

#### 3.1.1.起飞速度

##### 3.1.1.1.空中和地面最小操纵速度（ $V_{MCA}$ 和 $V_{MCG}$ ）及最小离地速度 $V_{MU}$

###### 【知识掌握程度】

理解  $V_{MCA}$ 、 $V_{MCG}$  及  $V_{MU}$  的定义及规章限制；

了解  $V_{MCA}$ 、 $V_{MCG}$  的影响因素。

###### 【知识点】

###### 一、空中和地面最小操纵速度（ $V_{MCA}$ 和 $V_{MCG}$ ）

###### 1、 $V_{MCA}$ 的定义

空中最小操纵速度，符号  $V_{MCA}$ （或  $V_{MC}$ ），是校正空速，在该速度，当关键发动机突然停车时，能在该发动机继续停车的情况下保持对飞机的操纵，并维持坡度不大于  $5^\circ$  的直线飞行。

###### 2、 $V_{MCG}$ 的定义

地面最小操纵速度，符号  $V_{MCG}$ ，是校正空速，在起飞加速滑跑中，关键发动机在速度上突然停车，其他发动机处于起飞工作状态，飞行员只用空气动力操纵面（驾驶盘和方向舵）就能恢复对飞机的操纵，方向舵蹬舵力不超过 150 磅，并且飞机的侧向偏移不超过 30 英尺的最小速度。

###### 二、影响 $V_{MCA}$ 和 $V_{MCG}$ 的因素

发动机推力，飞机重量，机场的标高和温度，襟翼角度，重心位置，地面效应。

###### 三、规章关于 $V_{MCA}$ 的限制要求

$$V_{MCA} \leq 1.2 V_S$$

###### 四、最小离地速度 $V_{MU}$ 的定义

1、飞机以允许的最大地面俯仰姿态离地时对应的速度。

2、 $V_{MU}$  是校正空速，当离地速度等于或高于  $V_{MU}$  时，飞机可以安全离开地面并继续起飞。

3、 $V_{MU_{AEO}}$ （全发） $\leq V_{MU_{OEI}}$ （单发）。

###### 【思考题】

简述地面最小操纵速度  $V_{MCG}$  的定义及其影响因素？

###### 【法规出处】

CCAR-25 部：第 25.107 条 起飞速度

.....

### 3.1.1.2.最大轮胎速度 $V_{\text{tire}}$ 和最大刹车能量速度 $V_{\text{MBE}}$

#### 【知识掌握程度】

了解  $V_{\text{tire}}$  和  $V_{\text{MBE}}$  定义。

#### 【知识点】

##### 一、最大轮胎速度 $V_{\text{tire}}$

1、为了避免起飞滑跑中，轮胎转动速度太快，轮胎离心力过大，轮胎会因张力过大而损坏，因此制造厂商规定了轮胎转动的最大地速。

2、襟翼位置、起飞重量、大气温度、机场压力高度和风等因素将影响最大轮胎速度限制的起飞重量。

##### 二、最大刹车能量速度 $V_{\text{MBE}}$

1、 $V_{\text{MBE}}$  是中断起飞中，刹车吸收的能量达到极限值时对应的开始减速的最大速度，用校正空速表示。

2、 $V_{\text{MBE}}$  的大小会受到起飞重量、风速、风向、气温和气压高度的影响。

3、 $V_1 \leq V_{\text{MBE}}$ 。

#### 【思考题】

哪些情况下应注意轮胎速度限制？

.....

### 3.1.1.3.起飞速度 $V_1$ 、 $V_R$ 、 $V_2$ 和 $V_{\text{LOF}}$

#### 【知识掌握程度】

理解  $V_1$ 、 $V_R$ 、 $V_2$  和  $V_{\text{LOF}}$  的定义；

掌握规章关于  $V_1$ 、 $V_R$ 、 $V_2$  和  $V_{\text{LOF}}$  的限制；

了解  $V_1$  的含义。

#### 【知识点】

##### 一、起飞速度 $V_1$ 、 $V_R$ 、 $V_2$ 和 $V_{\text{LOF}}$ 的定义

1、 $V_1$  速度，用校正空速表示。 $V_1$  不得小于  $V_{\text{MCG}}$  加上从关键发动机发生故障到飞行员发现故障并开始采取第一个制动措施期间的速度增量  $\Delta V$ 。

**[注]:** 在起飞滑跑中，飞行员在该速度上判定出关键发动机停车等故障并开始继续起飞或中断起飞都是安全的。

2、 $V_R$  是起飞滑跑中飞行员开始拉杆抬前轮以增大飞机俯仰角时的速度。

3、 $V_2$  是在发动机发生故障时在高出跑道表面 35ft 处必须达到的爬升速度。



4、 $V_{LOF}$ 是指飞机起飞滑跑中，加速到升力等于重力这一瞬间的速度。通常，用校正空速表示。

二、 $V_1$ 、 $V_R$ 、 $V_2$ 和 $V_{LOF}$ 的限制要求

1、 $V_1$ ：

- (1)  $V_{EF}$  (即  $V_1 - \Delta V$ )  $\geq V_{MCG}$ ;
- (2)  $V_1 \leq V_R$ ;
- (3)  $V_1 \leq V_{MBE}$ ;

2、 $V_R$ ：

- (1)  $V_R \geq 1.05V_{MCA}$ ;
- (2)  $V_R \geq V_1$ ;

3、 $V_2$ ：取  $\text{Max}\{V_{2min}, V_R \text{ 加上在起飞跑道表面上空达到 35 英尺之前获得的速度增量}\}$ ，其中， $V_{2min}$  要满足：

- (1)  $V_{2min} \geq 1.1V_{MCA}$ ;
- (2)  $V_{2min} \geq 1.2V_{SFAR}$  或  $V_{2min} \geq 1.13V_{S1g}$ ;

4、 $V_{LOF}$ ：

- (1)  $V_{LOF} \geq 1.1V_{MUAEO}$  (全发)；
- (2)  $V_{LOF} \geq 1.05V_{MUOEI}$  (单发)。

三、 $V_1$ 的含义

1、 $V_1$ 应被视为既是安全完成中断起飞的 $\text{最大速度}$ ，也是安全完成继续起飞的 $\text{最小速度}$ ，即起飞速度大于 $V_1$ 时，一发失效应选择继续起飞，而小于 $V_1$ 时应选择中断起飞。

2、中断起飞中 $V_1$ 是采取第一项制动措施的最迟时机，而不是做决策的速度，也不是识别速度。

**【思考题】**

简述 $V_1$ 的定义及特点？



### 3.1.2.起飞相关距离

#### 3.1.2.1.净空道和安全道

**【知识掌握程度】**

理解净空道和安全道的定义及作用。

**【知识点】**

一、净空道的定义及作用

净空道是指在跑道头的一段宽度不小于 500 英尺，沿跑道方向的向上延伸的坡度不大于 1.25%，无任何障碍物的一块区域，其中心线是跑道中心线的延长线，并受机场有关方面管制。净空道可以供全发起飞和继续起飞空中段使用。

## 二、安全道的定义及作用

安全道是指起飞跑道以外的，宽度不小于跑道的宽度，并以跑道中心线的延长线为中心线，其强度足以承受飞机重量而不致造成飞机结构破坏，被机场当局指定可用于中断起飞时飞机减速的一个区域。安全道仅用于中断起飞减速。

## 三、净空道和安全道限制

1、干道面一发失效起飞可用净空道不大于空中段距离的一半，全发起飞应不大于空中段距离一半长的 1.15 倍。

2、起飞距离不得超过跑道长度加上净空道长度，但净空道长度不得大于跑道长度的一半。

[注]：并不是净空道或安全道越长，场地限制的起飞重量就越大。

### 【思考题】

简述净空道的作用？

.....

### 3.1.2.2.所需起飞滑跑距离（TOR）和所需起飞距离（TOD）

#### 【知识掌握程度】

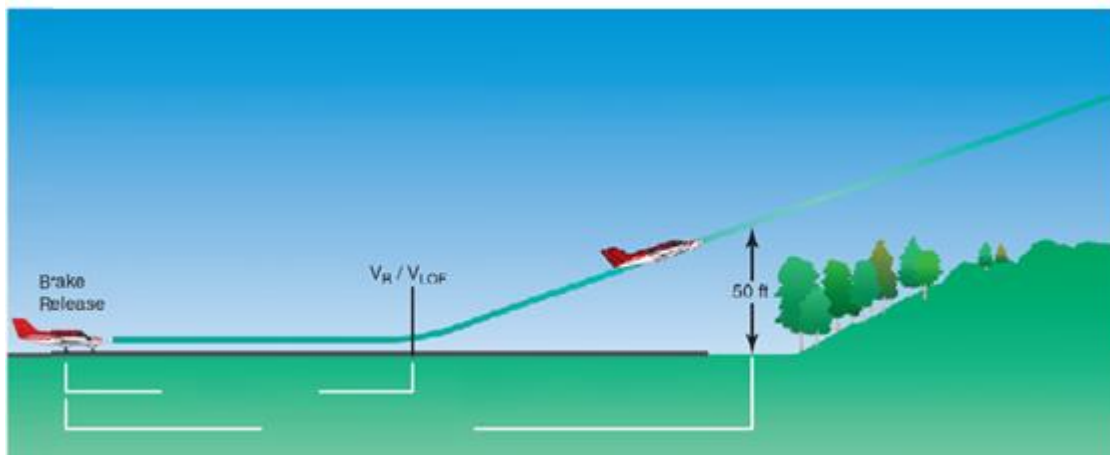
掌握干道面下起飞距离和起飞滑跑距离的定义及规章要求；

掌握影响起飞距离和起飞滑跑距离的因素；

理解湿道面下起飞距离和起飞滑跑距离的规章要求。

#### 【知识点】

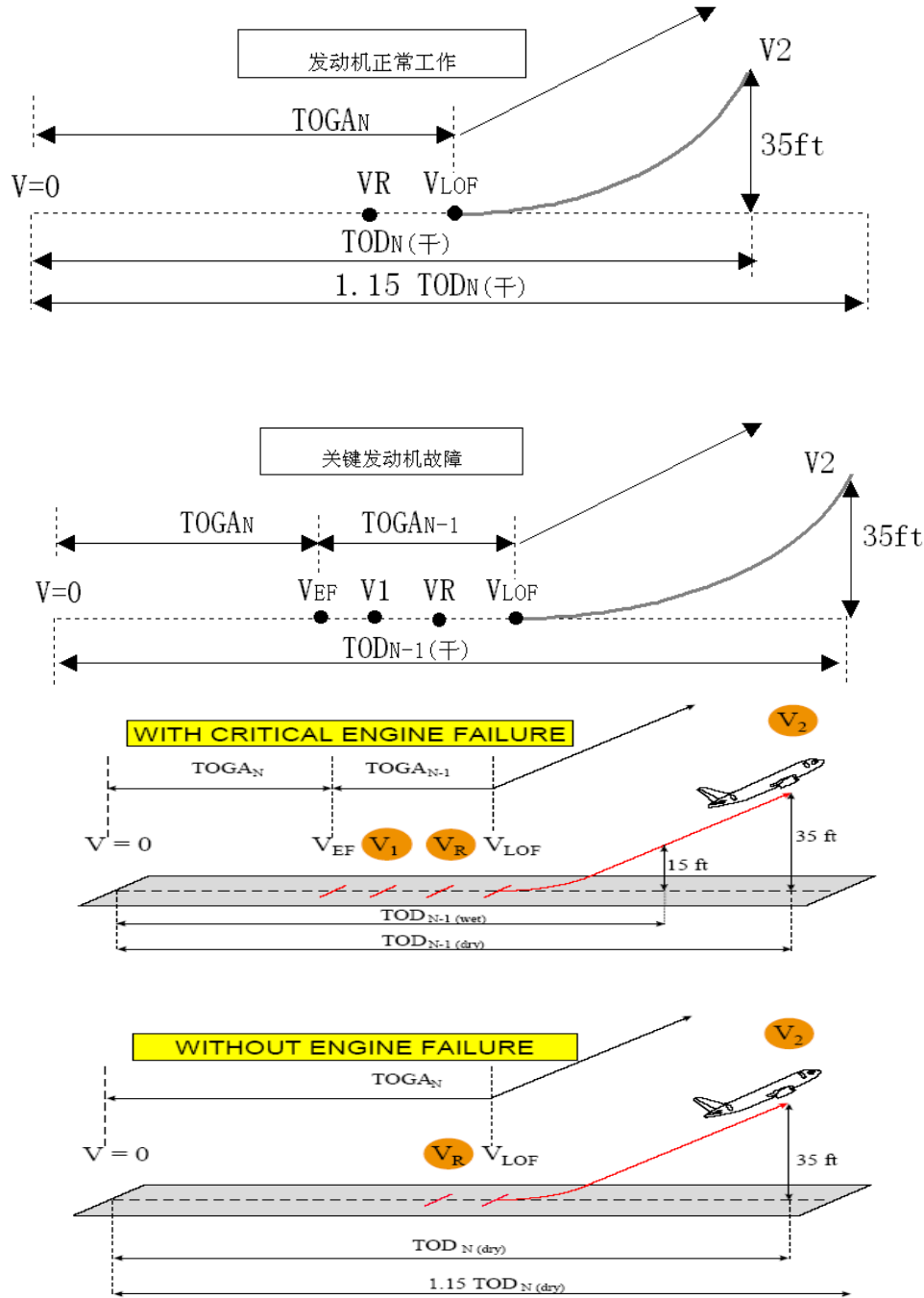
##### 一、干道面下起飞滑跑距离（TOR）和起飞距离（TOD）的定义



##### 二、规章关于干道面下所需起飞滑跑距离（TOR）和所需起飞距离（TOD）的规定

$$TOD_{\text{干道面}} = \max \{ TOD_{N-1, \text{干道面}}, 1.15TOD_{N, \text{干道面}} \}$$

$$TOR_{\text{干道面}} = \max \{ TOR_{N-1, \text{干道面}}, 1.15TOR_{N, \text{干道面}} \}$$



三、影响所需起飞滑跑距离 (TOR) 和所需起飞距离 (TOD) 的因素

重量、发动机失效速度、顺逆风、机场标高和温度、跑道坡度、襟翼位置。

四、手册中提到的起飞滑跑距离 (TOR) 和起飞距离 (TOD) 一般指所需起飞滑跑距离 (TOR) 和所需起飞距离 (TOD)

五、湿道面下起飞滑跑距离 (TOR) 和起飞距离 (TOD) 的规定

【思考题】

简述全发情况下所需起飞距离的定义及规章要求？

.....

### 3.1.2.3.可用起飞滑跑距离（TORA）和可用起飞距离（TODA）

#### 【知识掌握程度】

掌握可用起飞距离和可用起飞滑跑距离的概念。

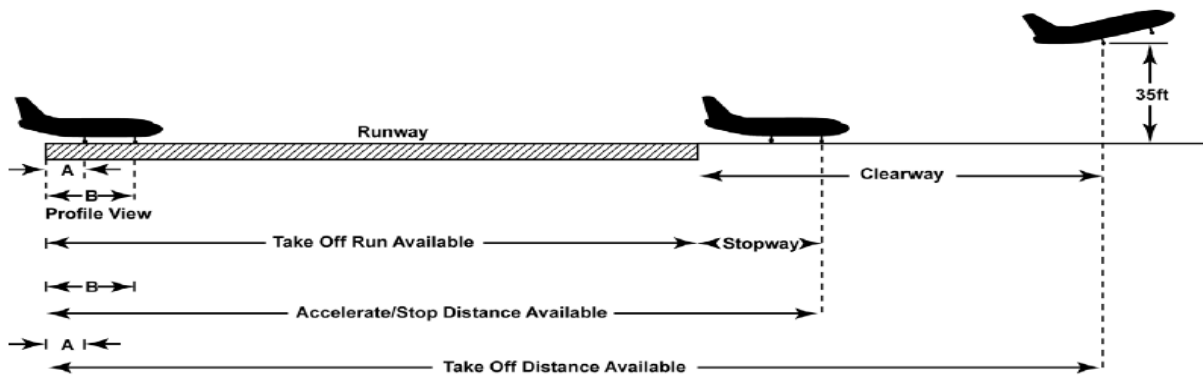
#### 【知识点】

一、可用起飞滑跑距离（TORA）的定义

可用起飞滑跑距离=跑道长度-预滑段

二、可用起飞距离（TODA）的定义

可用起飞距离=跑道长度+可用净空道长度-预滑段



#### 【思考题】

已知某机场的跑道长度为 2800 米，安全道长度为 200 米，净空道长度为 300 米，计算可用起飞距离和可用起飞滑跑距离的长度？

.....

### 3.1.2.4.所需加速停止距离（ASD）和可用加速停止距离（ASDA）

#### 【知识掌握程度】

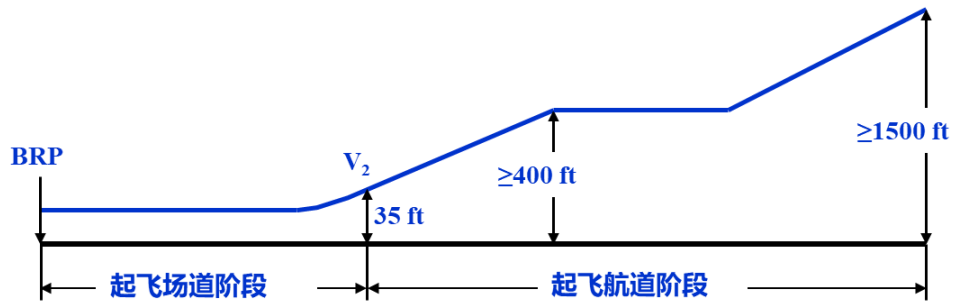
掌握干道面下所需加速停止距离的定义及影响因素；

理解可用加速停止距离的定义。

#### 【知识点】

一、干道面所需加速停止距离（ASD）的定义





【思考题】

简述起飞航迹的定义？

.....

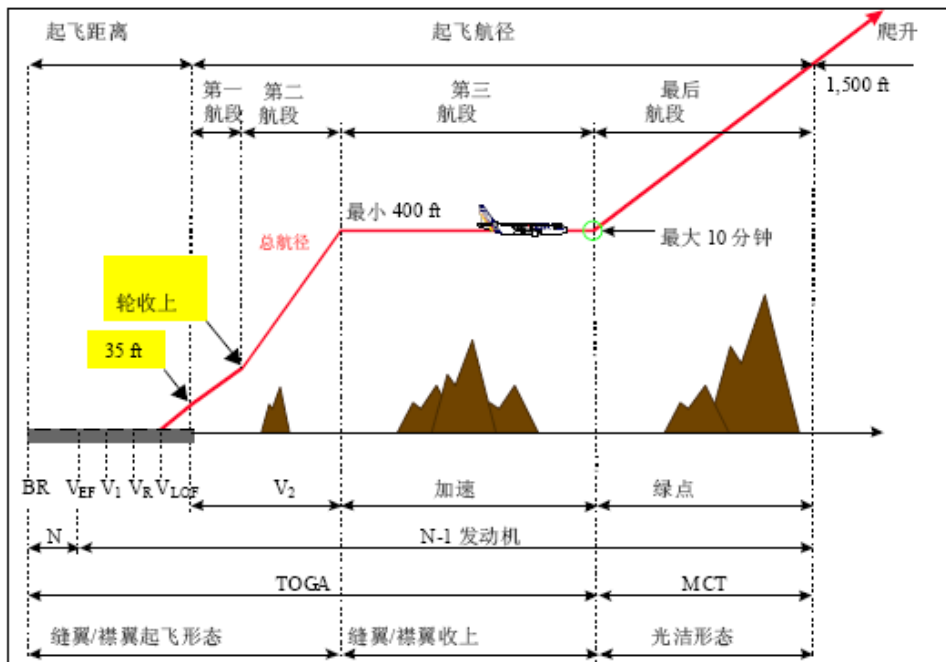
3.1.3.2.起飞飞行航迹的阶段划分及梯度要求

【知识掌握程度】

了解起飞飞行航迹四个阶段的划分；  
掌握四个阶段的特点。

【知识点】

一、起飞飞行航迹的四个阶段



二、规章关于双发飞机起飞飞行航迹的四个阶段总梯度要求

|      | I 段  | II 段 | III 段 | IV 段 |
|------|------|------|-------|------|
| 双发飞机 | 大于 0 | 2.4% | 1.2%  | 1.2% |
| 三发飞机 | 0.3% | 2.7% | 1.5%  | 1.5% |
| 四发飞机 | 0.5% | 3.0% | 1.7%  | 1.7% |

三、起飞飞行航迹的四个阶段的特征（包括起止点、油门位置、飞机构型、飞行速度等）

1、起飞飞行航迹 I 段：

（1）自高于起飞表面 35 英尺起，结束于起落架完全收上（收起落架动作可以开始于起飞航道 I 段之前）；

（2）在该段襟翼处于起飞位置；

（3）发动机处于起飞工作状态（TO/GA）；

（4）速度  $V_2$ ；

2、起飞飞行航迹 II 段：

（1）从起落架完全收上到高度不低于 400ft；

（2）发动机处于起飞工作状态（TO/GA）；

（3）保持起飞襟翼；

（4） $V_2$  上升；

3、起飞飞行航迹 III 段：

（1）改平使飞机增速，按规定收起襟缝翼；

（2）同时增速至  $V_{FTO}$ ；

4、起飞飞行航迹 IV 段：

（1）保持该速度上升至不低于 1500ft；

（2）使用最大连续推力工作状态（MCT）。

【思考题】

简述起飞飞行航迹 III 段的特点及最小可用梯度要求（双发飞机）？

.....

3.1.3.3.总起飞飞行航迹与净起飞飞行航迹

【知识掌握程度】

了解总起飞飞行航迹和净起飞飞行航迹的定义及作用；

理解总起飞飞行航迹和净起飞飞行航迹之间的余度要求。

【知识点】

一、总起飞飞行航迹的定义

二、净起飞飞行航迹的定义

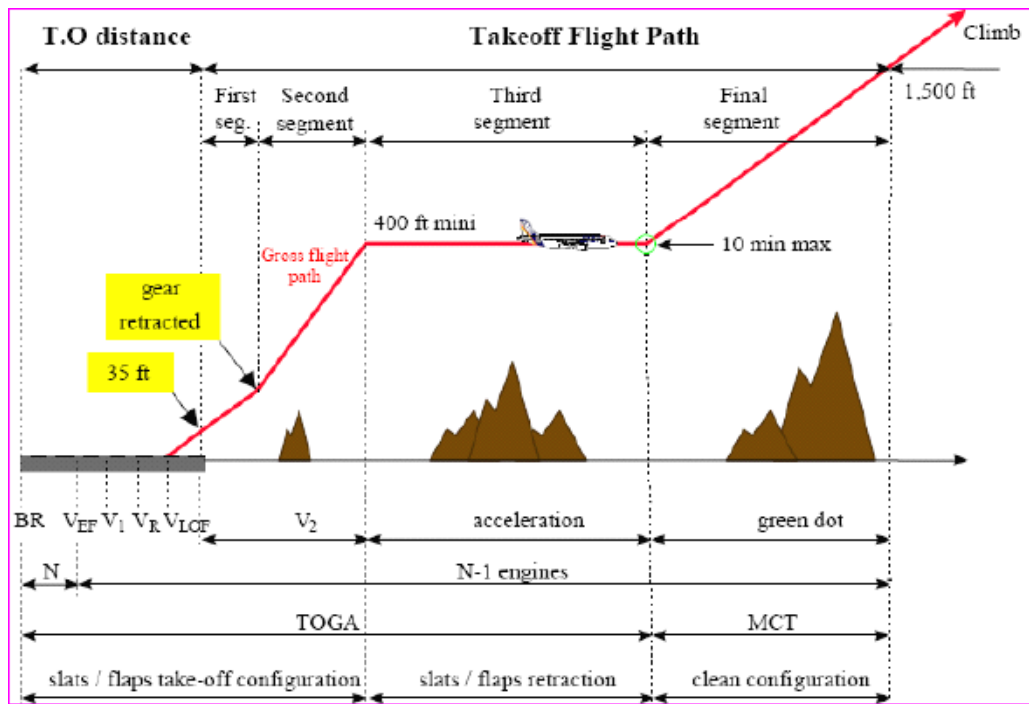
三、规章关于总起飞飞行航迹与净起飞飞行航迹之间的余度要求

总起飞飞行航迹中每一点的爬升梯度减去下列数值作为净起飞飞行航迹的爬升梯度：

1、0.8% 双发飞机；

2、0.9% 三发飞机；

3、1.0% 四发飞机。



【思考题】

简述净起飞飞行航迹的定义及其与总起飞飞行航迹的关系？

.....

3.1.3.4.起飞超障保护区的要求和超障余度要求

【知识掌握程度】

了解传统导航方式及 PBN 运行下起飞障碍物分析应考虑的水平范围；

了解起飞障碍物分析时垂直超障余度。

【知识点】

一、传统导航方式下起飞障碍物分析应考虑的水平范围（保护区大小）

虽然 CCAR-121 部第 121.189 条已规定了起飞航径区的宽度，但为了提供更大的安全余度，保护区半宽至少为：

从跑道末端或净空道末端（如有）半宽 90 米开始，以 12.5% 的扩张率扩展至 900 米，然后保持标称航迹两侧 900 米等距直至起飞航迹的终点。

二、PBN 飞行程序起飞障碍物分析应考虑的水平范围（保护区大小）

1、RNAV 1 和 RNP 1 飞行程序

从跑道末端或净空道末端（如有）开始，半宽从 90 米以 12.5% 的扩张率扩张至 900 米，然后保持该值至起飞航迹的终点。

2、RNP AR 飞行程序

从跑道末端或净空道末端（如有）开始，半宽从 90 米以 12.5%（如果需要使用 6.25% 的扩张率，须经局方批准）的扩张率扩张至 900 米和  $2 \times RNP$  中的较小值，然后保持该值



至起飞航迹的终点。

三、起飞障碍物分析时垂直超障余度

- 1、起飞一发失效应急程序超障分析应使用净起飞飞行轨迹。
- 2、飞机起飞的净飞行轨迹要以至少 10.7 米（35 英尺）的垂直余度超越所有障碍物。
- 3、如果转弯坡度大于 15°，起飞的净飞行轨迹要以 10.7 米（35 英尺）加飞机的最低部位低于飞行轨迹的值或 15.2 米（50 英尺）（取较大值）的垂直余度超越所有障碍物。

【思考题】

简述起飞超障保护区的横侧宽度要求及垂直越障余度的要求？

~~~~~

3.1.4.场长限制和爬升限制

3.1.4.1.平衡距离和平衡跑道的定义及关系

【知识掌握程度】

了解平衡距离及平衡跑道的定义。

【知识点】

一、平衡距离的概念

继续起飞所需距离和中断起飞所需距离相等时的距离称为平衡距离，此时的 V_1 称为平衡 V_1 。

二、平衡跑道的概念

中断起飞可用距离和继续起飞可用距离相等的跑道称为平衡跑道。

三、影响因素

重量增大，平衡距离增大，平衡 V_1 增大。

【思考题】

简述平衡距离的概念及其影响因素？

.....

3.1.4.2.中断起飞最大速度和继续起飞最小速度

【知识掌握程度】

理解中断起飞最大速度和继续起飞最小速度的概念及其影响因素。

【知识点】

一、中断起飞最大速度的定义

中断起飞最大速度是指全发中断和一发失效中断起飞时，可使飞机在跑道头或安全道头刚好停下来的最大速度。

二、继续起飞最小速度的定义

继续起飞最小速度是指如果发动机在这个速度上停车，可以使飞机在跑道头或净空道外侧完成继续起飞（离地高度 35ft，速度不小于 V_2 ）的最小速度。

三、影响中断起飞最大速度和继续起飞最小速度的因素

重量、机场标高、温度、顺逆风。

【思考题】

简述重量、机场标高、温度、顺风对中断起飞最大速度和继续起飞最小速度的影响？

.....

3.1.4.3.起飞 V_1 速度的确定

【知识掌握程度】

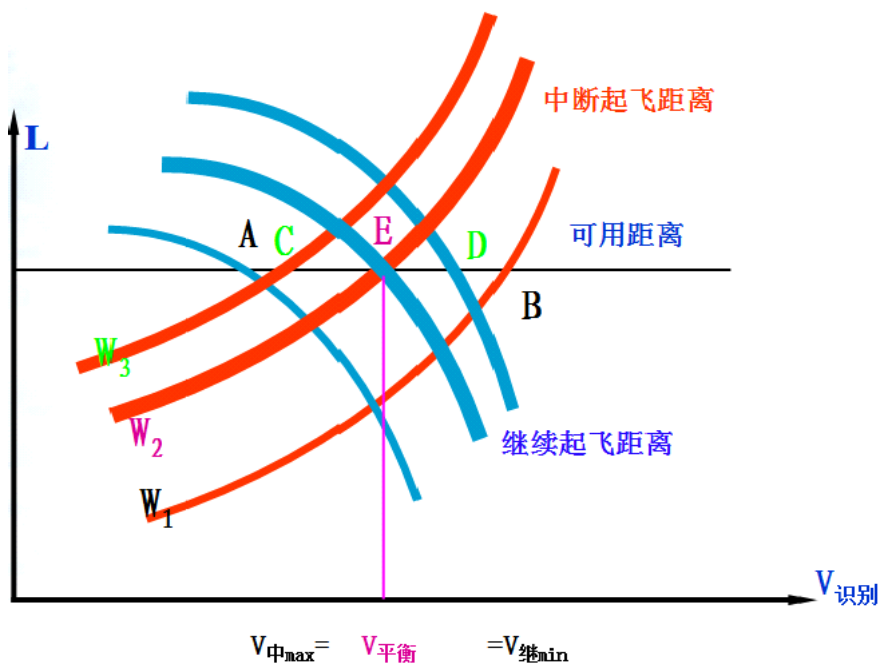
了解平衡场地法确定 V_1 的方法；

掌握 V_1 的大小对中断起飞所需距离和继续起飞所需距离的影响。

【知识点】

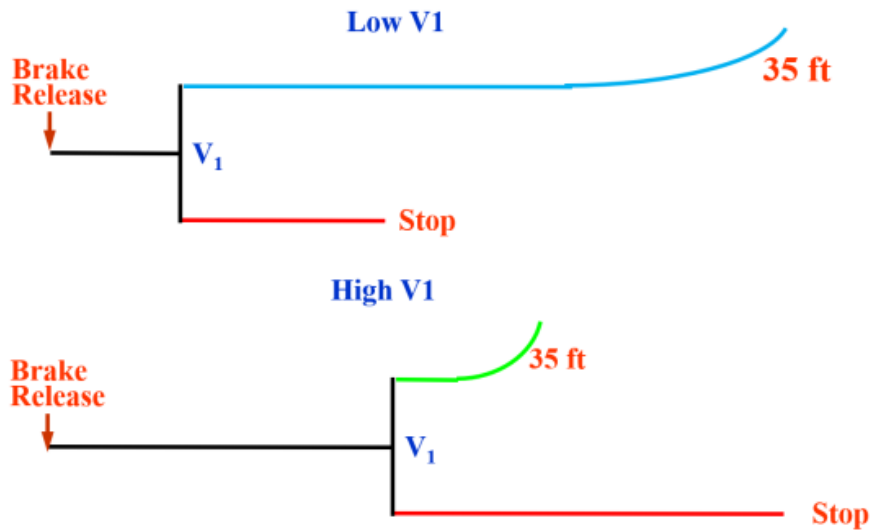
一、平衡场地法确定 V_1 的方法

理解飞机以小于、大于和等于跑道长度限制的重量起飞时， V_1 选取的原则及特点。



二、 V_1 的大小对中断起飞所需距离和继续起飞所需距离的影响

- 1、给定重量， V_1 增加，则继续起飞所需距离减小，中断起飞所需距离增加；
- 2、 V_1 减小则相反；



三、影响 V_1 大小的因素

飞机重量，顺逆风，跑道坡度。

【思考题】

简述 V_1 的大小对中断起飞所需距离的影响？

.....

3.1.4.4.跑道长度和爬升梯度限制的起飞重量

【知识掌握程度】

掌握场长限重表和梯度限重表的使用方法。

【知识点】

- 一、使用性能图表查出跑道长度限制的起飞重量（图 1）
- 二、使用性能图表查出爬升梯度限制的起飞重量（图 2）

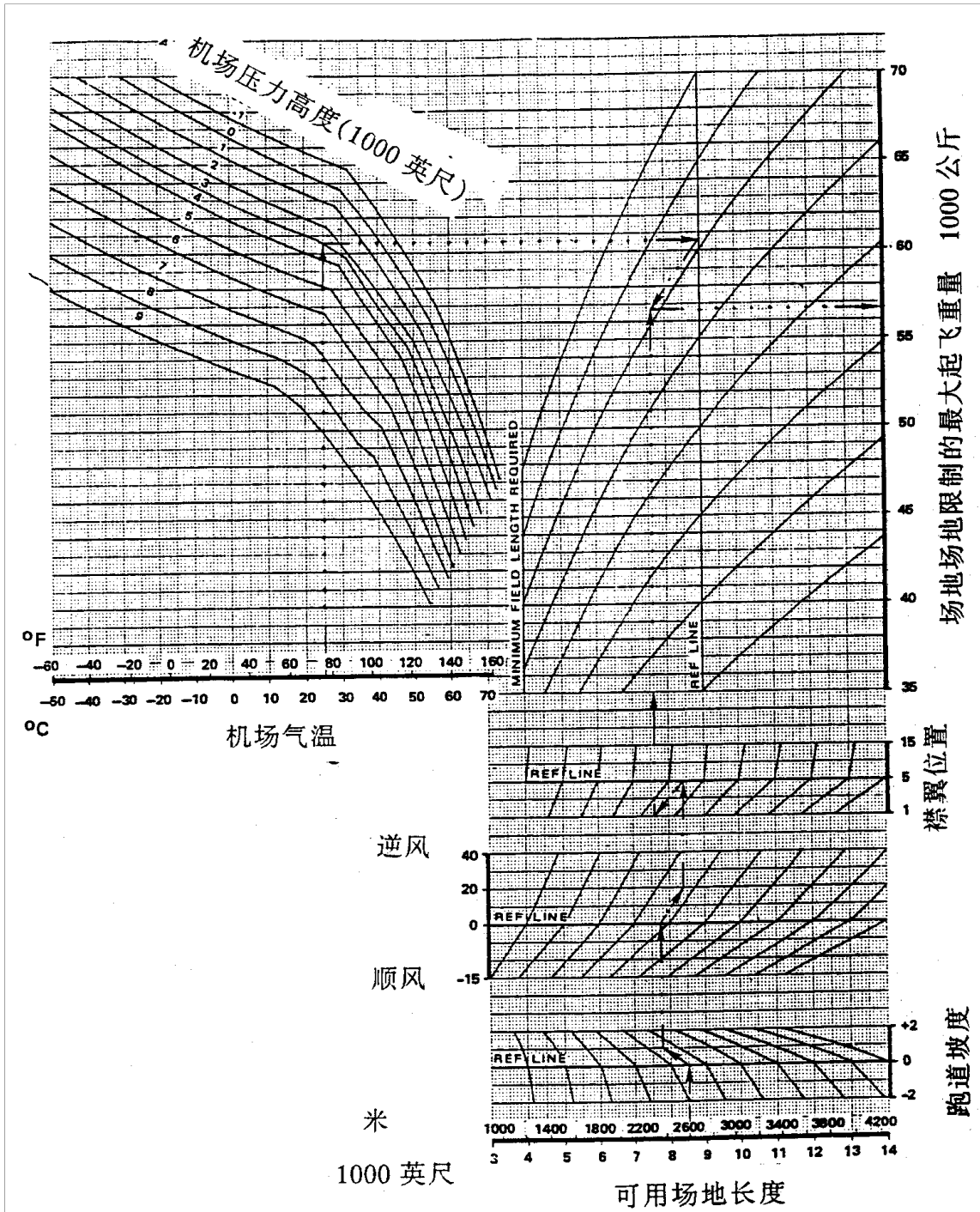


图1 跑道长度限制的起飞重量性能图表

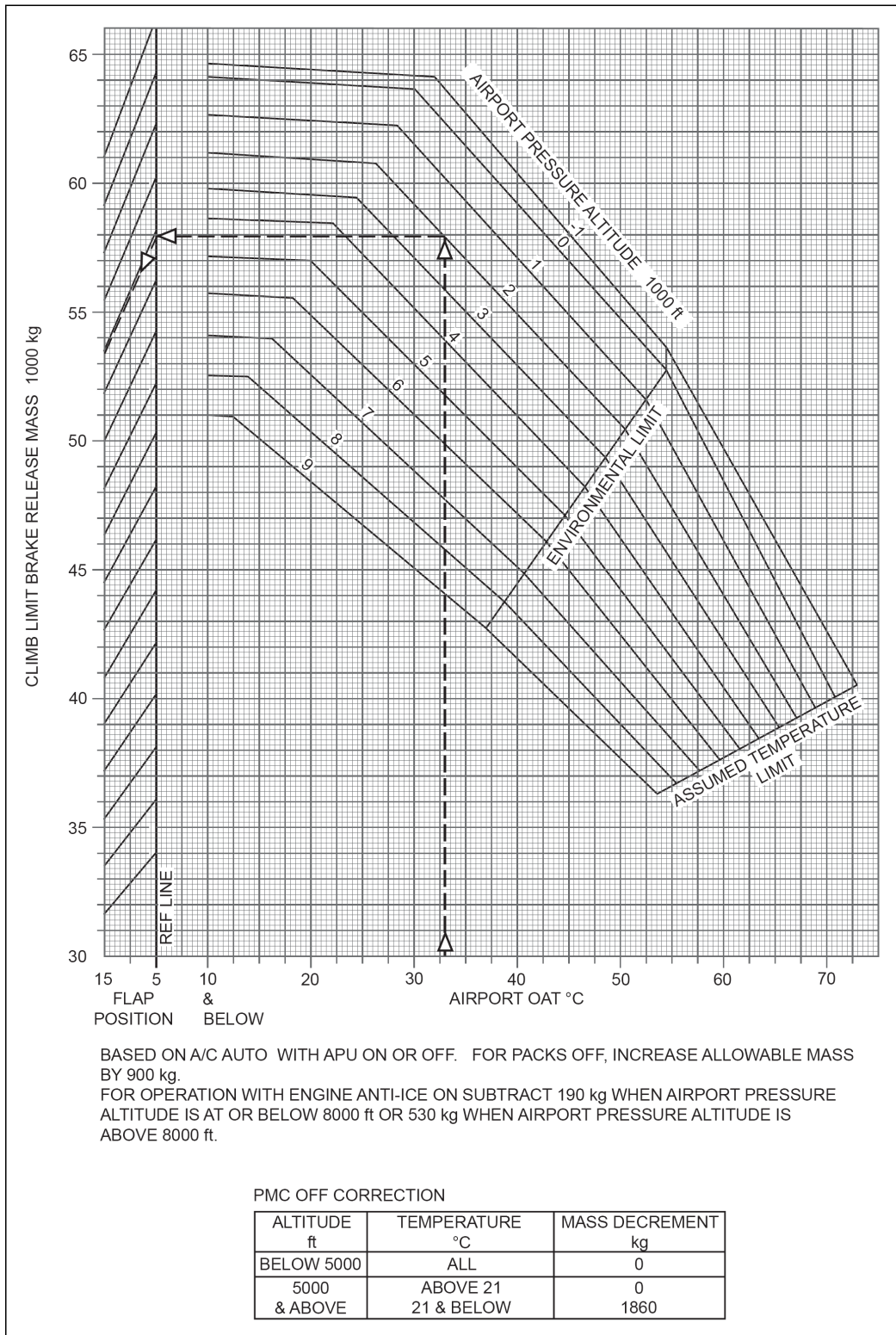


图 2 爬升梯度限制的起飞重量性能图表

【思考题】

如上图 1，机场气压高度 3000FT、气温 25°C、跑道长度 8500 英尺，起飞襟翼 1 度，跑道上坡 1%、逆风分量 20KT，确定跑道限重。

.....

3.1.4.5.襟翼对跑道长度限重和爬升梯度限重的影响

【知识掌握程度】

掌握襟翼角度大小对场长限重和梯度限重的影响。

【知识点】

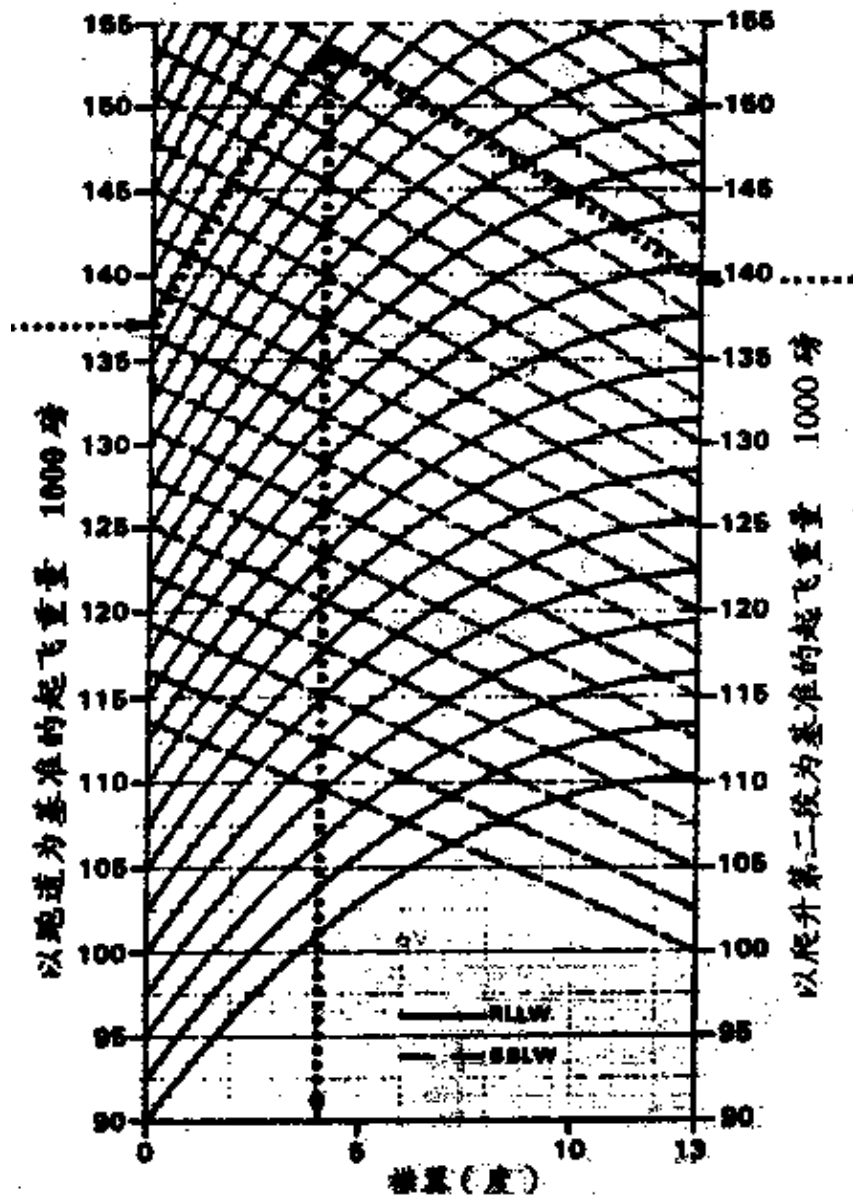
一、襟翼角度大小对跑道长度限重的影响

偏度较小，起飞距离增长，对跑道长度限重不利。

二、襟翼角度大小对爬升梯度限重的影响

偏度较小，爬升能力增强，对爬升梯度限重和越障有利。

三、合理选择襟翼角度（性能图表使用）



某飞机用于选择起飞襟翼用图

【思考题】

简述大角度襟翼对跑道长度限重和爬升梯度限重的影响？

~~~~~

### 3.1.5.限制最大起飞重量的因素

**【知识掌握程度】**

掌握跑道长度及起飞航道 II 段的爬升梯度对最大起飞重量的限制；

了解轮胎速度、最大刹车能量速度及结构强度对最大起飞重量的限制；

理解障碍物对最大起飞重量的限制；

了解三种不同的越障方式。

**【知识点】**

一、跑道长度条件

二、起飞航道 II 段的爬升梯度

三、轮胎速度的限制

四、最大刹车能量速度的限制

五、障碍物限制

1、最低改平（加速）高度是指能确保水平增速段安全越障的最低高度，该高度等于或大于 400 英尺；

2、最大改平高度是指在该高度上完成形态转换且已达到  $V_{FTO}$  时，刚好达到起飞推力时间限制；

3、延长起飞航道 II 段改平高度是指保持  $V_2$  上升直到起飞推力达到使用时间限制，然后改平以最大连续推力增速收襟翼。

六、飞机结构强度的限制

**【思考题】**

简述限制最大起飞重量的因素？

~~~~~

3.1.6.起飞性能的优化

3.1.6.1.优化速度提高起飞性能

【知识掌握程度】

了解改进爬升的概念；

理解改进爬升使用的前提及意义。

【知识点】

一、使用改进爬升的意义

能够提高飞机的最大起飞重量。

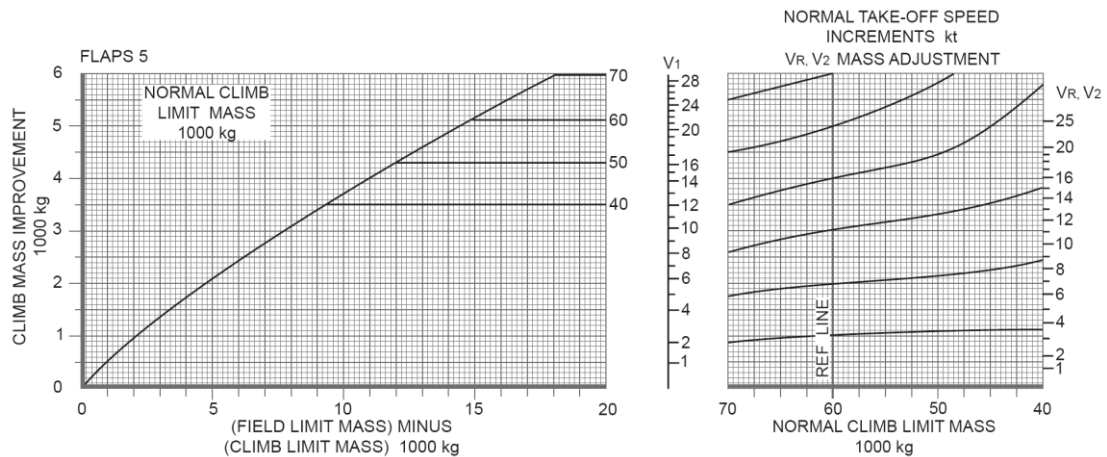
二、使用改进爬升的前提

跑道长度限制的最大起飞重量大于爬升梯度限制的最大起飞重量较多时。

三、使用改进爬升后对起飞重量及 $V_1/V_R/V_2$ 的影响

采用改进爬升，利用富余的跑道继续增速，起飞速度 $V_1/V_R/V_2$ 比对应重量下正常的 $V_1/V_R/V_2$ 大。

四、计算采用改进爬升时的 MTOW 和 $V_1/V_R/V_2$



改进爬升重量增加量和起飞速度增加量

【思考题】

如上图所示，起飞襟翼 1° ，跑道长度限重 63 吨，航道 II 段限重 55 吨，使用改进爬升前 MTOW 为 55 吨，试确定使用改进爬升后的 MTOW 和 $V_1/V_R/V_2$ 。

.....

3.1.6.2.假设温度（灵活温度）减推力起飞

【知识掌握程度】

- 理解假设温度法使用的前提及意义；
- 掌握假设温度法实施过程；
- 了解假设温度使用的限制。

【知识点】

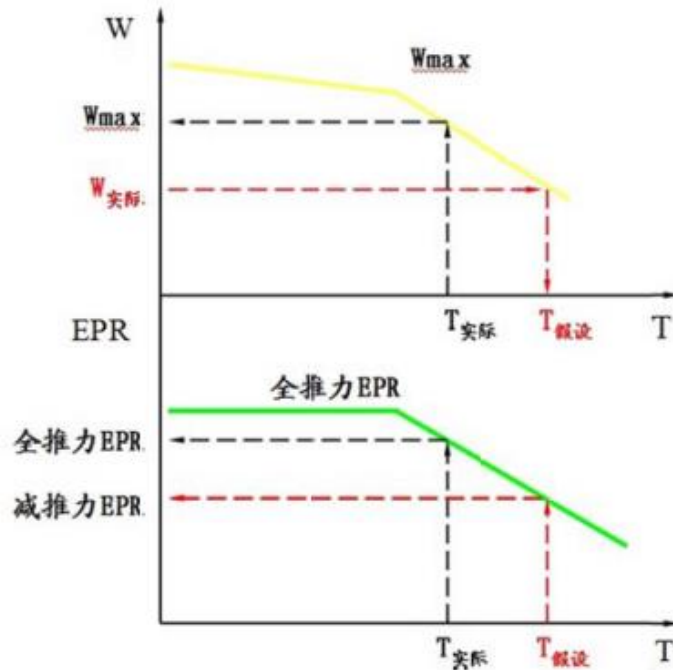
一、假设温度法使用的意义及前提

- 1、意义：增加发动机的寿命和可靠性，同时降低维护和运营成本。
- 2、前提：飞机的实际起飞重量小于最大起飞重量。

二、假设温度（灵活温度）法和假设温度（灵活温度）的定义

在使用假设温度（灵活温度）法减推力起飞时，将实际起飞重量视为最大起飞重量所对应的较实际温度高的温度称为假设温度（灵活温度），该温度所对应的最大起飞推力就是所需推力，这种确定推力的方法称为假设温度（灵活温度）法。

三、假设温度（灵活温度）法实施的理论基础



四、假设温度（灵活温度）减推力起飞法的限制

1、假设温度（灵活温度）不能超过安全起飞的温度限制，这种限制也称为性能限制的最大假设温度。

2、用假设温度（灵活温度）法减推力起飞，减推力的最大值不得超过 25%，这种限制也称为最大减推力限制的最大假设温度（灵活温度）。

3、最小假设温度（灵活温度）：通常为 T_{ref} ，因为当假设温度（灵活温度）小于最小假设温度（灵活温度） T_{ref} ，在用假设温度（灵活温度）法减推力起飞时，推力并不发生变化，故需确定最小假设温度值（灵活温度）。

4、当跑道处于积水、积冰、积雪等状态，飞机处于任何非标准的起飞形态（刹车防滞系统不工作、动力管理装置不工作），不能使用假设温度（灵活温度）减推力起飞。

5、使用减推力起飞的过程中，当一发失效后继续起飞时，应立即把工作发动机油门加到当时条件的最大起飞状态。

6、定期对最大起飞推力状态进行检查。

【思考题】

什么是假设温度，假设温度比实际温度高还是低？

.....

3.1.6.3.减额定功率减推力起飞

【知识掌握程度】

- 理解减额定功率减推力起飞使用的意义及前提；
- 掌握减额定功率减推力起飞的实施过程；
- 了解减额定功率减推力起飞相关限制。

【知识点】

- 一、减额定功率减推力起飞使用的意义及前提
 - 1、意义：增加发动机的寿命和可靠性，同时降低维护和运营成本；
 - 2、前提：飞机的实际起飞重量小于最大起飞重量。
- 二、减功率减推力起飞没有运行限制，可以在污染道面上使用
- 三、减额定功率减推力起飞和假设温度减推力起飞的比较

假设温度（灵活温度）法	降低额定功率法
1、要受到一些限制：要满足 $T_{ref} < T_{flex}$ ； $OAT < T_{flex}$ ； $T_{flex} < T_{flexmax}$ ，且推力减小量不能大于最大推力的 25%，减推力后的油门不得小于最大上升油门	1、无使用限制，只要实际起飞重量小于最大起飞重量
2、在需要复飞推力时，可以使用全功率的复飞推力	2、只能使用降低了的最大功率
3、只有一张起飞性能图表，使用方便	3、有一组起飞性能表，对于每一种飞机与降低额定功率发动机的组合都有各自的一张功率额定起飞性能表
4、在一发停车的继续和中断起飞性能中，由于灵活温度下的真速与实际温度下的真速有差异，而使灵活推力起飞有额外的安全裕度。	4、没有额外的安全裕度
5、不能用于污染跑道	5、可以用于湿或污染跑道
6、在较长的干跑道上起飞可以有较大的起飞重量	6、在短跑道/污染跑道上起飞可以有较大的起飞重量

【思考题】

为什么在短跑道上使用减额定功率减推力起飞能够提高跑道限重？



3.1.7.起飞分析表的使用

3.1.7.1.最大起飞重量和起飞速度的确定

【知识掌握程度】

掌握起飞分析表的使用。

【知识点】

一、波音飞机起飞性能图表的使用方法（图 1）

二、空客飞机起飞性能图表的使用方法（图 2）

ELEVATION	495 M			RUNWAY 02	ZUUU				
*** FLAPS 05 ***			AIR COND OFF	ANTI-ICE OFF	双流机场 成都/西南地区 DATED 20-MAY-2005				
737-700	CFM56-7B22		B22						
** INDICATES OAT OUTSIDE ENVIRONMENTAL ENVELOPE									
OAT	CLIMB	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)							
C	100LB	-10	0	10					
55A	1154	1225*/21-22-25	1252*/22-22-25	1260*/22-22-25					
		1262**44-48-51	1273**52-55-58	1273**52-55-58					
50	1210	1280*/24-25-29	1280*/25-25-29	1280*/25-25-29					
		1316**46-49-52	1333**55-59-62	1333**55-59-62					
47	1247	1317*/26-27-31	1320*/27-27-31	1320*/27-27-31					
		1352**46-50-53	1372**57-60-64	1373**57-61-65					
44	1284	1354*/27-29-33	1359*/28-29-33	1359*/28-29-33					
		1388**47-51-54	1411**57-61-65	1414**60-63-67					
41	1322	1391*/29-31-35	1399*/30-31-35	1399*/30-31-35					
		1425**48-52-55	1451**58-62-66	1456**62-65-69					
38	1364	1431*/31-33-37	1440*/32-33-37	1440*/32-33-37					
		1465**49-53-56	1480**54-57-61	1480**54-57-61					
35	1405	1472*/33-35-39	1480*/33-35-39	1480*/34-35-39					
		1480**45-48-52	1480**45-48-52	1480**46-48-52					
32	1445	1512*/34-37-41	1520*/35-37-41	1520*/35-37-41					
		1480**39-42-46	1480**40-42-46	1480**40-42-46					
29	1485	1548*/36-38-43	1548*/36-38-43	1548*/37-38-43					
26	1516	1575*/35-38-43	1575*/36-38-43	1575*/36-38-43					
23	1518	1578*/35-38-43	1602*/36-38-43	1602*/36-38-43					
20	1519	1581*/35-38-43	1613*/36-38-43	1613*/36-38-43					
15	1522	1586*/35-38-43	1616*/36-38-43	1615*/36-38-43					
10	1524	1591*/35-38-43	1618*/36-38-43	1618*/36-38-43					
5	1526	1596*/35-38-43	1620*/36-38-43	1620*/36-38-43					
0	1529	1600*/35-38-43	1622*/36-38-43	1622*/36-38-43					
-5	1530	1605*/35-38-43	1623*/36-38-43	1623*/36-38-43					
MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF					148000 LB				
MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS					124 M				
LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,									
=OBSTACLE/LEVEL-OFF, *=IMPROVED CLIMB									
RUNWAY IS 3600 M LONG WITH 0 M OF CLEARWAY AND 0 M OF STOPWAY									
RUNWAY SLOPES ARE 0.07 PERCENT FOR TODA AND 0.07 PERCENT FOR ASDA									
LINE-UP DISTANCES: 12 M FOR TODA, 25 M FOR ASDA OBS FROM LO-M /M									
RUNWAY	HT	DIST	OFFSET	HT	DIST	OFFSET	HT	DIST	OFFSET
02	8	476	0						

图 1 波音起飞性能分析表

3.飞行性能、计划和装载

3.1.起飞性能

A319115 - JAA		CFM56-5B7 engines Faece SBK-L		ZUUU CTU - ZUUU		02		26.02 05-JAN-13 AD115D02 *V16					
QNH 1013.25 HPA				Elevation 1625 FT TORA 3600 M				DRY					
Air cond. Off				Isa temp 12 C TODA 3600 M									
Anti-icing Off				rwy slope 0.07%									
All reversers inoperative				2 obstacles									
Dry check													
OAT	CONF 2						CONF 1+F						
C	TAILWIND -10 KT		WIND 0 KT		HEADWIND 10 KT		TAILWIND -10 KT		WIND 0 KT		HEADWIND 10 KT		
-5	81.8 4/6 144/51/57	84.6 4/6 157/62/67	85.0 4/7 157/64/69	81.5 4/6 142/50/56	85.0 4/7 151/61/66	85.0 4/7 151/61/66	81.5 4/6 142/50/56	85.0 4/7 151/61/66	85.0 4/7 151/61/66	85.0 4/7 151/61/66	85.0 4/7 151/61/66		
5	81.2 4/6 141/50/55	84.1 4/6 154/60/65	84.8 4/6 158/64/69	80.8 4/6 140/51/57	84.3 4/6 153/60/65	85.0 4/7 154/61/66	80.8 4/6 140/51/57	84.3 4/6 152/59/64	85.0 4/7 154/61/67	85.0 4/7 154/61/67	85.0 4/7 154/61/67		
15	80.5 4/6 139/48/53	83.5 4/6 151/58/63	84.3 4/6 155/62/67	80.1 4/6 138/49/55	83.6 4/6 149/57/62	84.6 4/6 153/60/66	80.1 4/6 138/49/55	83.6 4/6 149/57/62	84.6 4/6 153/60/66	84.6 4/6 153/60/66	84.6 4/6 153/60/66		
25	79.7 4/6 137/47/52	82.8 4/6 149/56/61	83.6 4/6 153/60/65	79.3 4/6 136/48/54	82.8 4/6 147/55/61	83.8 4/6 151/58/64	79.3 4/6 136/48/54	82.8 4/6 147/55/61	83.8 4/6 151/58/64	83.8 4/6 151/58/64	83.8 4/6 151/58/64		
35	79.1 4/6 135/45/50	82.2 4/6 146/55/60	83.0 4/6 150/58/63	78.6 4/6 134/47/52	82.1 4/6 145/53/59	83.1 4/6 149/57/62	78.6 4/6 134/47/52	82.1 4/6 145/53/59	83.1 4/6 149/57/62	83.1 4/6 149/57/62	83.1 4/6 149/57/62		
40	78.9 4/6 134/45/49	82.0 4/6 145/54/59	82.8 4/6 149/57/62	78.4 4/6 133/46/52	81.8 4/6 144/53/58	82.8 4/6 148/56/61	78.4 4/6 133/46/52	81.8 4/6 144/53/58	82.8 4/6 148/56/61	82.8 4/6 148/56/61	82.8 4/6 148/56/61		
42	78.1 4/6 135/44/49	81.0 4/6 146/54/59	81.8 4/6 150/57/62	77.6 4/6 134/46/51	80.9 4/6 145/53/58	82.0 4/6 148/56/61	77.6 4/6 134/46/51	80.9 4/6 145/53/58	82.0 4/6 148/56/61	82.0 4/6 148/56/61	82.0 4/6 148/56/61		
44	76.8 4/6 136/44/49	79.6 4/6 147/54/58	80.3 4/6 151/57/62	76.3 4/6 135/44/49	79.6 4/6 146/52/58	80.5 4/6 149/56/61	76.3 4/6 135/44/49	79.6 4/6 146/52/58	80.5 4/6 149/56/61	80.5 4/6 149/56/61	80.5 4/6 149/56/61		
46	75.5 4/6 137/44/48	78.1 4/6 148/54/58	78.8 4/6 152/57/61	75.0 4/6 136/46/51	78.2 4/6 147/52/57	79.1 4/6 151/55/61	75.0 4/6 136/46/51	78.2 4/6 147/52/57	79.1 4/6 151/55/61	79.1 4/6 151/55/61	79.1 4/6 151/55/61		
48	74.3 4/6 138/44/49	76.8 4/6 150/53/58	77.4 4/6 154/57/61	73.9 4/6 137/44/49	77.0 4/6 148/52/57	77.8 4/6 152/55/61	73.9 4/6 137/44/49	77.0 4/6 148/52/57	77.8 4/6 152/55/61	77.8 4/6 152/55/61	77.8 4/6 152/55/61		
50	73.1 4/6 139/44/48	75.3 4/6 151/53/58	75.9 4/6 155/57/61	72.8 4/6 138/43/48	75.7 4/6 149/52/57	76.4 4/6 153/55/60	72.8 4/6 138/43/48	75.7 4/6 149/52/57	76.4 4/6 153/55/60	76.4 4/6 153/55/60	76.4 4/6 153/55/60		
52	71.9 4/6 141/44/48	73.9 4/6 152/54/58	74.4 4/6 157/57/62	71.7 4/6 140/43/48	74.3 4/6 150/52/57	75.1 4/6 154/55/60	71.7 4/6 140/43/48	74.3 4/6 150/52/57	75.1 4/6 154/55/60	75.1 4/6 154/55/60	75.1 4/6 154/55/60		
54	70.6 4/6 142/44/48	72.5 4/6 154/54/58	72.8 2/4 157/57/61	70.6 4/6 141/43/47	73.0 4/6 152/52/57	73.8 4/6 155/56/61	70.6 4/6 141/43/47	73.0 4/6 152/52/57	73.8 4/6 155/56/61	73.8 4/6 155/56/61	73.8 4/6 155/56/61		
56	69.4 4/6 143/44/48	70.9 2/4 153/53/57	71.2 2/4 156/56/60	69.5 4/6 142/43/47	71.7 2/4 152/52/57	72.3 2/4 155/55/60	69.5 4/6 142/43/47	71.7 2/4 152/52/57	72.3 2/4 155/55/60	72.3 2/4 155/55/60	72.3 2/4 155/55/60		
58	68.0 4/6 145/45/49	69.3 2/4 152/52/56	69.6 2/4 154/54/59	68.3 4/6 143/43/47	70.2 2/4 151/51/56	70.7 2/4 154/54/59	68.3 4/6 143/43/47	70.2 2/4 151/51/56	70.7 2/4 154/54/59	70.7 2/4 154/54/59	70.7 2/4 154/54/59		
60	66.5 2/4 143/43/47	67.8 2/4 151/51/55	68.1 2/4 153/53/57	66.9 2/4 142/42/46	68.7 2/4 150/50/55	69.3 2/4 153/53/57	66.9 2/4 142/42/46	68.7 2/4 150/50/55	69.3 2/4 153/53/57	69.3 2/4 153/53/57	69.3 2/4 153/53/57		
INFLUENCE OF RUNWAY CONDITION													
WET	-1.4 -3 (+60) -1.4 -3 -13/ 0/ 0	-1.5 -3 (+60) -1.5 -3 -10/ 0/ 0	-0.4 -1 (+60) -0.4 -1 -9/ 0/ 0	-1.1 -2 (+60) -1.1 -2 -12/ 0/ 0	-0.5 -1 (+60) -0.5 -1 -10/ 0/ 0	-0.9 -2 (+60) -0.9 -2 -9/ 0/ 0	-1.4 -3 (+60) -1.4 -3 -13/ 0/ 0	-1.5 -3 (+60) -1.5 -3 -10/ 0/ 0	-0.4 -1 (+60) -0.4 -1 -9/ 0/ 0	-1.1 -2 (+60) -1.1 -2 -12/ 0/ 0	-0.5 -1 (+60) -0.5 -1 -10/ 0/ 0	-0.9 -2 (+60) -0.9 -2 -9/ 0/ 0	
INFLUENCE OF DELTA PRESSURE													
DQNH HPA													
-10.0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.9 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.9 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.7 -2 0/ 0/ -1 (+60) -0.9 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	-0.8 -2 0/ 0/ 0 (+60) -0.8 -2 0/ 0/ 0	
+10.0	+0.2 0 0/ +1/ +1 (+60) +0.2 0 0/ +1/ +1	+0.2 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	+0.2 0 0/ 0/ 0 (+60) +0.2 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	0.0 0 0/ 0/ 0 (+60) 0.0 0 0/ 0/ 0	
INFLUENCE OF AIR COND.													
0n	-1.5 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.5 -3 0/ 0/ 0	-1.7 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.9 -3 0/ 0/ 0	-1.7 -3 0/ 0/ 0 (+60) -2.1 -3 0/ 0/ 0	-1.4 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.6 -3 0/ 0/ 0	-1.5 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.7 -3 0/ 0/ 0	-1.7 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.9 -3 0/ 0/ 0	-1.5 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.7 -3 0/ 0/ 0	-1.7 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.9 -3 0/ 0/ 0	-1.5 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.7 -3 0/ 0/ 0	-1.7 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.9 -3 0/ 0/ 0	-1.5 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.7 -3 0/ 0/ 0	-1.7 -3 0/ 0/ 0 (+60) -1.9 -3 0/ 0/ 0	
LABEL FOR INFLUENCE		MTOW(1000 KG) codes V1min/VR/V2 (kt)		VMC LIMITATION		Tref (OAT) = 41 C Tmax(OAT) = 51 C		Min acc height 434 FT Max acc height 1751 FT		Min QNH alt 2059 FT Max QNH alt 3376 FT			
DW (1000 KG) DTFLEX DVI-DVR-DV2(KT)		(TVMC OAT C) DW (1000 KG) DTFLEX DVI-DVR-DV2(KT)		LIMITATION CODES: 1=1st segment 2=2nd segment 3=runway length 4=obstacles 5=tire speed 6=brake energy 7=max weight 8=final take-off 9=VMU		Min V1/VR/V2 = 114/17/24		CHECK VMU LIMITATION Correct. V1/VR/V2 = 1.0 KT/1000 KG					

图 2 空客起飞性能分析表

【思考题】

成都双流机场的起飞分析表如图 1 所示，若机场气温为 35℃，逆风 10kt，起飞襟翼为 5°，空调关，防冰关，确定最大允许的起飞重量及 V₁/V_R/V₂？

.....

3.1.7.2.根据实际起飞重量确定假设温度和起飞速度 $V_1/V_R/V_2$

【知识掌握程度】

掌握起飞分析表的使用。

【知识点】

- 一、波音飞机起飞性能图表的使用方法（见 3.1.7.1 中图 1）
- 二、空客飞机起飞性能图表的使用方法（见 3.1.7.1 中图 2）

【思考题】

成都双流机场的起飞分析表如图所示（见 3.1.7.1 中图 1），若机场气温为 35℃，逆风 10kt，起飞襟翼为 5°，空调关，防冰关，确定最大允许的起飞重量？如果实际起飞重量为 122850lb，确定最大假设温度和对应的起飞速度 $V_1/V_R/V_2$ ，不考虑使用改进爬升。

.....

3.1.7.3.起飞分析表重要参数的识读

【知识掌握程度】

掌握起飞分析表的使用。

【知识点】

- 一、波音飞机起飞分析表上参数的含义（见 3.1.7.1 中图 1）
- 二、空客飞机起飞分析表上参数的含义（见 3.1.7.1 中图 2）

【思考题】

A319 飞机在成都双流机场起飞，起飞分析表如图所示（见 3.1.7.1 中图 2）。具体条件为：起飞跑道 02 号，起飞构型 CONF 2，跑道道面为湿跑道，顺风 10kt，大气温度 25℃，QNH 为 1013.25hpa，防冰关，空调关。根据上述条件及起飞分析表，回答下列问题：（1）环境包线限制使用的最大外界温度及发动机推力的平台温度是多少？（2）在表格正文中的“4/6”表示的含义是什么？（3）如果出现一发失效，最大改平高度 QNH 是多少 ft？

.....

3.1.7.4.起飞重量和速度的修正

【知识掌握程度】

掌握起飞分析表的使用。

【知识点】

- 一、波音飞机起飞性能分析表修正起飞重量和速度（见 3.1.7.1 中图 1）
- 二、空客飞机起飞性能分析表修正起飞重量和速度（见 3.1.7.1 中图 2）

【思考题】

A319 飞机在成都双流机场起飞，起飞分析表如图所示（见 3.1.7.1 中图 2）。具体条件为：起飞跑道 02 号，起飞构型 CONF 2，跑道道面为湿跑道，顺风 10kt，大气温度 25°C，QNH 为 1013.25hpa，防冰关，空调关。如果当前的实际起飞重量为 67.25t，是否可以使用灵活温度起飞？如果可以，确定允许的最大灵活温度及该重量下的 $V_1/V_R/V_2$ 。

~~~~~

## 3.2.上升性能

### 3.2.1.上升性能的概念

#### 3.2.1.1.上升角和上升率

##### 【知识掌握程度】

- 理解上升角和上升率的定义及作用；
- 理解影响上升角和上升率的因素；
- 掌握无风、顺逆风下上升角、上升率的计算方法。

##### 【知识点】

##### 一、上升角和上升梯度的定义

- 1、上升轨迹与水平面的夹角叫做上升角。
- 2、上升过程中上升的高度与水平距离的比值。

##### 二、上升率的定义及单位

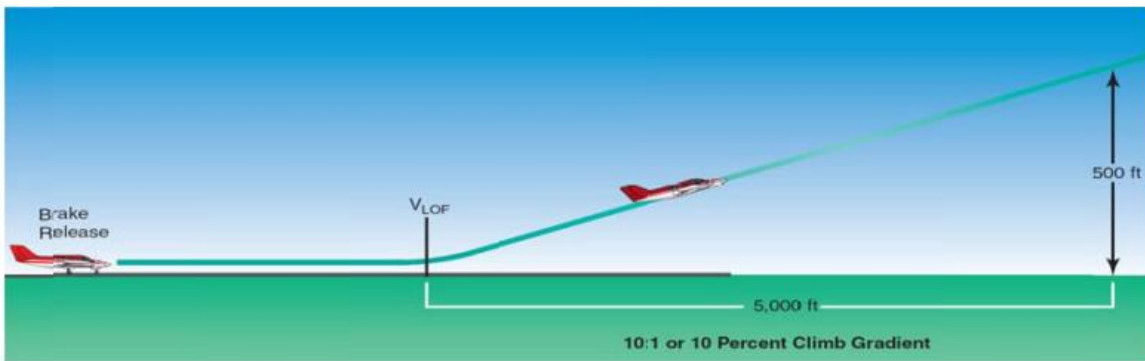
单位时间内飞机上升的高度成为上升率，单位为 ft/min。

##### 三、推力和重量对上升角的影响

- 1、推力越大，上升角越大。
- 2、重量越大，上升角越小。

##### 四、加速和转弯对上升角和上升率的影响

当飞机加速和转弯时，上升角和上升率减小。



##### 五、顺逆风对上升角和上升率的影响

- 1、顺逆风不影响上升率。
- 2、顺风使得上升角减小。

##### 【思考题】

请简述影响上升角和上升率的因素？

.....

### 3.2.1.2.最大上升角速度和最大上升率速度

#### 【知识掌握程度】

理解陡升速度和快升速度的定义及作用；  
掌握飞机重量、构型和高度对陡升速度和快升速度的影响。

#### 【知识点】

- 一、陡升速度（最大上升角速度）的定义  
能获得最大上升角或最大上升梯度的速度叫做陡升速度。
- 二、快升速度（最大上升率速度）的定义  
能获得最大上升率的速度叫做快升速度。
- 三、飞机重量、构型和高度对陡升速度的影响
- 四、飞机重量、构型和高度对快升速度的影响

#### 【思考题】

请分析喷气式飞机陡升速度、快升速度与最小阻力速度  $V_{md}$  的关系？

.....

### 3.2.1.3.理论升限和实用升限

#### 【知识掌握程度】

了解理论升限和实用升限概念；  
理解民用运输机最大使用高度需要考虑的限制。

#### 【知识点】

- 一、理论升限的定义  
理论升限是飞机最大上升率为零的一个理论上的高度。
- 二、飞机上升到理论升限所需时间的理解
- 三、实用升限的定义  
实用升限是飞机的最大上升率减小到某一特定值的高度。
- 四、民用运输机最大使用高度需要考虑以下几方面
  - 1、最大认证高度：考虑座舱内外压差限制的最大飞行高度。
  - 2、最大巡航高度：用最大巡航推力使飞机能够维持的最大高度。
  - 3、抖振极限高度：在给定载荷因数（如 1.3g）下出现抖振时对应的高度。
  - 4、爬升升限：使用最大爬升推力爬升到给定爬升率对应的高度。

#### 【思考题】

简述民用运输机最大使用高度需要考虑的方面？

~~~~~


3.2.2.上升性能图表的使用

【知识掌握程度】

掌握上升性能图表的使用。


【知识点】

- 一、波音机型上升性能图表的认读（图 1）
- 二、空客机型上升性能图表的认读（图 2）
- 三、根据已知条件（松刹车重量，顺逆风等）计算上升的距离和时间
- 四、根据已知条件（松刹车重量，顺逆风等）计算爬升顶点的重量

3.飞行性能、计划和装载
3.2.上升性能

EN ROUTE CLIMB 280/70 ISA												
PRESSURE ALTITUDE -FT	UNITS MIN/LB NM/KNOTS	BRAKE RELEASE WEIGHT - LB										
		120000	115000	110000	105000	100000	95000	90000	85000	80000	75000	65000
37000	TIME/FUEL DIST./TAS		41/5700 251/387	32/4700 192/384	27/4 00 162/382	24/3700 140/380	21/3400 124/379	19/3100 111/378	17/2800 100/377	16/2500 90/376	14/2300 82/375	12/1900 67/374
36000	TIME/FUEL DIST./TAS	41/ 5900 246/386	33/4900 194/383	28/4300 164/381	25/3900 143/379	22/3500 127/378	20/3200 114/377	18/2900 103/376	16/2700 93/375	15/2500 84/374	14/2300 77/374	11/1900 63/373
35000	TIME/FUEL DIST./TAS	33/5100 197/382	29/4500 168/380	25/4100 147/378	23/3700 131/377	21/3400 117/376	19/3100 104/375	17/2800 96/374	16/2600 87/373	14/2400 80/373	13/2200 73/372	11/1800 60/371
34000	TIME/FUEL DIST./TAS	29/4700 171/379	26/4300 150/377	23/3900 134/376	21/3500 120/375	19/3200 109/374	18/3000 99/373	16/2700 90/372	15/2500 82/372	14/2300 75/371	12/2100 69/371	10/1800 57/370
33000	TIME/FUEL DIST./TAS	27/4400 153/376	24/4000 137/375	22/3700 123/374	20/3400 112/373	18/3100 102/372	17/2900 93/371	15/2700 85/370	14/2500 78/370	13/2300 71/369	12/2100 65/369	10/1700 54/368
32000	TIME/FUEL DIST./TAS	25/4200 139/374	23/3900 126/372	21/3600 114/371	19/3300 104/370	17/3000 95/370	16/2800 87/369	15/2600 80/368	14/2400 74/368	12/2200 67/367	11/2000 62/367	10/1700 51/366
31000	TIME/FUEL DIST./TAS	23/4000 128/371	21/3700 117/370	19/3400 107/369	18/3200 98/368	16/2900 90/367	15/2700 83/367	14/2500 76/366	13/2300 70/366	12/2100 64/365	11/2000 59/365	9/1700 49/364
30000	TIME/FUEL DIST./TAS	22/3900 119/368	20/3600 109/367	18/3300 100/366	17/3 00 92/365	16/2800 84/365	15/2600 78/364	13/2400 72/364	12/2300 66/363	11/2100 61/363	11/1900 56/363	9/1600 47/362
29000	TIME/FUEL DIST./TAS	21/3700 111/365	19/3400 102/364	18/3200 93/363	16/3000 86/363	15/2700 79/362	14/2500 73/362	13/2400 68/361	12/2200 62/361	11/2000 57/361	10/1900 53/360	9/1600 44/360
28000	TIME/FUEL DIST./TAS	19/3600 103/362	18/3300 95/361	17/3100 88/360	15/2900 81/360	14/2700 75/359	13/2500 69/359	12/2300 64/359	11/2100 59/358	11/2000 54/358	10/1800 50/358	8/1500 42/357
27000	TIME/FUEL DIST./TAS	19/3400 96/358	17/3200 89/358	16/3000 82/357	15/2800 76/357	14/2600 71/356	13/2400 69/356	12/2200 60/356	11/2100 56/356	10/1900 52/355	9/1800 47/355	8/1500 40/355
26000	TIME/FUEL DIST./TAS	17/3300 88/354	16/3000 82/354	15/2800 76/353	14/2600 70/353	13/2500 65/352	12/2300 60/352	11/2100 56/352	10/2000 52/352	10/1800 48/351	9/1700 44/351	7/1400 37/351
25000	TIME/FUEL DIST./TAS	16/3100 81/350	15/2900 75/350	14/2700 70/349	13/2500 65/349	12/2400 60/349	11/2200 56/348	11/2000 52/348	10/1900 48/348	9/1800 45/348	8/1600 41/348	7/1400 35/347
24000	TIME/FUEL DIST./TAS	15/3000 75/346	14/2800 69/346	13/2600 65/345	12/2400 60/345	12/2300 56/345	11/2100 52/345	10/2000 48/345	9/1800 45/344	9/1700 41/344	8/1600 38/344	7/1300 32/344
23000	TIME/FUEL DIST./TAS	14/2800 69/342	13/2700 64/342	13/2500 60/342	12/2300 56/342	11/2200 52/342	10/2000 48/341	9/1900 45/341	9/1800 41/341	8/1600 38/341	8/1500 35/341	6/1300 30/341
22000	TIME/FUEL DIST./TAS	14/2700 63/339	13/2500 59/339	12/2400 55/338	11/2200 51/338	10/2100 48/338	10/1900 45/338	9/1800 41/338	8/1700 38/338	8/1600 36/338	7/1400 33/338	6/1200 28/337
6000	TIME/FUEL DIST./TAS	4/1000 9/295	4/1000 9/295	4/900 8/295	4/800 8/295	3/800 7/295	3/700 7/295	3/700 6/295	3/700 6/295	3/600 5/295	2/600 5/295	2/500 4/295
1500	TIME/FUEL	2/600	2/600	2/500	2/500	2/500	2/400	2/400	2/400	1/400	1/300	1/300
FUEL ADJUSTMENT FOR HIGH ELEVATION AIRPORTS		AIRPORT ELEVATION		2000	4000	6000	8000	10000	12000			
EFFECT ON TIME AND DISTANCE IS NEGLIGIBLE		FUEL ADJUSTMENT		-100	-200	-400	-500	-600	-700			

图1 波音飞机上升性能图表

 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	IN FLIGHT PERFORMANCE	3.05.10	P 4
	CLIMB	REV 18	SEQ 122

CLIMB 250 KT / 300 KT / M.78							
MAX. CLIMB THRUST		ISA + 10				FROM BRAKES RELEASE PT.	
NORMAL AIR CONDITIONING		CG = 33.0%				TIME (MIN)	FUEL (LB)
ANTI-ICING OFF						DIST.(NM)	TAS (KT)
WEIGHT AT BRAKES RELEASE (1000LB)							
FL	105	110	115	120	125	130	135
390	16 2648 105 391	17 2818 113 393	18 2998 121 394	20 3191 129 395	21 3399 139 396	23 3628 150 398	24 3883 163 400
370	15 2495 93 384	16 2649 100 385	16 2810 106 386	18 2980 113 388	19 3161 121 389	20 3353 129 390	21 3559 138 391
350	13 2363 84 378	14 2505 90 379	15 2653 95 380	16 2809 101 381	17 2972 108 382	18 3144 115 383	19 3327 122 384
330	12 2240 76 371	13 2372 81 372	14 2509 86 373	15 2653 91 373	16 2804 97 374	16 2961 103 375	17 3127 109 376
310	11 2119 69 363	12 2241 73 364	13 2369 77 364	13 2502 82 365	14 2641 87 366	15 2786 92 367	16 2937 97 368
290	10 1989 61 353	11 2103 65 354	12 2220 69 355	12 2343 73 355	13 2470 77 356	14 2603 81 357	14 2741 86 357
270	9 1830 53 340	10 1933 56 341	10 2039 59 341	11 2150 62 342	11 2264 66 343	12 2383 69 343	13 2506 73 344
250	8 1685 45 327	9 1778 48 328	9 1875 51 329	10 1975 53 329	10 2078 56 330	11 2185 59 330	11 2296 62 331
240	8 1616 42 321	8 1705 44 322	9 1797 47 322	9 1892 49 323	10 1990 52 323	10 2092 55 324	11 2197 58 324
220	7 1483 36 308	7 1565 38 309	8 1648 40 310	8 1734 42 310	9 1823 45 311	9 1915 47 311	9 2010 49 311
200	6 1359 31 296	7 1433 33 297	7 1508 34 297	7 1586 36 298	8 1667 38 298	8 1750 40 298	8 1836 42 299
180	6 1240 27 283	6 1307 28 284	6 1376 30 285	7 1447 31 285	7 1520 33 286	7 1595 34 286	8 1673 36 286
160	5 1126 23 271	5 1186 24 271	6 1248 25 272	6 1312 26 272	6 1378 28 273	6 1446 29 273	7 1516 31 273
140	4 1013 19 257	5 1068 20 258	5 1124 21 258	5 1181 22 259	5 1240 23 259	6 1301 24 259	6 1364 26 260
120	4 903 16 242	4 951 17 242	4 1001 17 243	5 1052 18 244	5 1105 19 244	5 1159 20 244	5 1215 21 245
100	3 720 11 214	3 759 11 215	3 799 12 216	4 840 13 216	4 882 13 217	4 925 14 217	4 970 15 217
50	2 467 6 176	2 492 6 177	2 517 6 178	2 543 7 179	2 570 7 179	2 598 7 180	3 627 8 180
15	1 289 3 127	1 303 3 127	1 318 3 128	1 334 3 129	1 351 3 129	2 368 3 129	2 386 3 130
LOW AIR CONDITIONING △ FUEL = - 0.4 %		ENGINE ANTI-ICE ON △ FUEL = + 6.0 %			TOTAL ANTI-ICE ON △ FUEL = + 11.0 %		

H03C -04 A320-231 V2500 21100000C5LB330 0 018560 0 0 2 1.0 500.0 300.0 1 03 FCOM-ND-03-05-10-004-122

图2 空客飞机上升性能图表

【思考题】

如上图2，已知 A320 飞机松刹车重量为 120 千磅，机场压力高度 1500ft，预计巡航高度 FL310，航路有逆风 50kt，试确定飞机上升的距离？

~~~~~

### 3.3.巡航性能

#### 3.3.1.巡航性能的概念

##### 3.3.1.1.最大航程巡航和长航程巡航

**【知识掌握程度】**

掌握 MRC 和 LRC 巡航的特点；  
掌握燃油里程的概念。

**【知识点】**

一、理解燃油里程公式中各参数的含义

$$SR = \frac{a_0 M \frac{L}{D}}{\frac{SFC}{\sqrt{\frac{T}{T_0}}} mg}$$

二、最大航程巡航（MRC）的含义

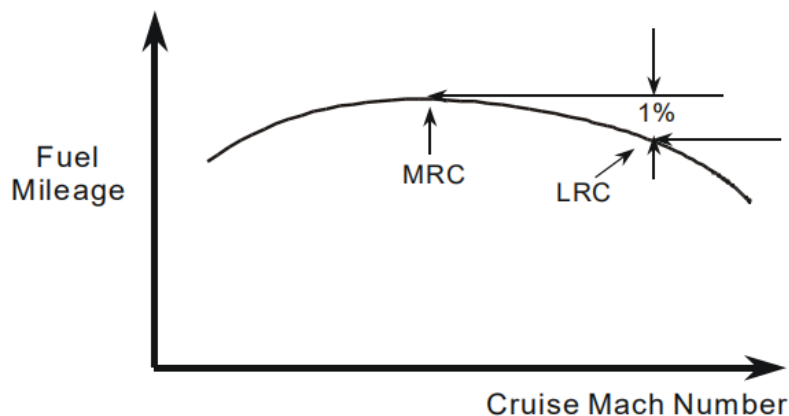
最大航程巡航（MRC）即要求 SR 最大。对于给定重量，SR 最大即对应了一个最大巡航 M 数，MRC 的好处在于给定距离的油耗是最少的，它还对应在给定重量下飞机能够飞行最大的距离。

三、重量变化对 MRC 巡航 M 数的影响（给定高度）

四、巡航高度变化对 MRC 巡航 M 数的影响（给定重量）

五、长航程巡航（LRC）的含义

LRC 是由最大航程巡航 MRC 的 99% SR 确定的较大 M 巡航，如图所示。虽然 LRC 巡航的燃油里程 SR 减小了 1%，但巡航 M 数有较大增加，这对飞行是有利的。



**【思考题】**

简述 MRC 和 LRC 巡航的区别和联系？

.....

### 3.3.1.2.最佳巡航高度的确定

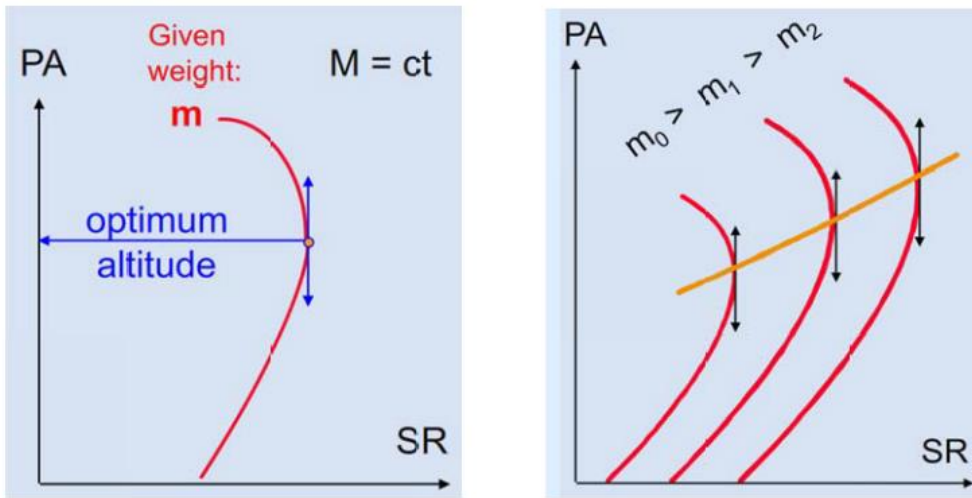
**【知识掌握程度】**

了解最佳巡航高度的概念。

**【知识点】**

一、根据巡航平飞的方程理解给定重量和 M 数条件下，压力高度对燃油里程的影响。最佳巡航高度即升阻比最大对应的高度。

$$mg = \frac{1}{2} \rho S C_L M^2$$



二、随着巡航进行飞行重量的减轻，燃油里程 SR 将增加，最佳巡航高度将升高。

三、在给定 M 数条件下，随高度增加，燃油里程 SR 是先增加后减小。

**【思考题】**

简述重量、M 数和压力高度对燃油里程 SR 的影响？

.....

### 3.3.1.3.巡航中发动机失效后的要求

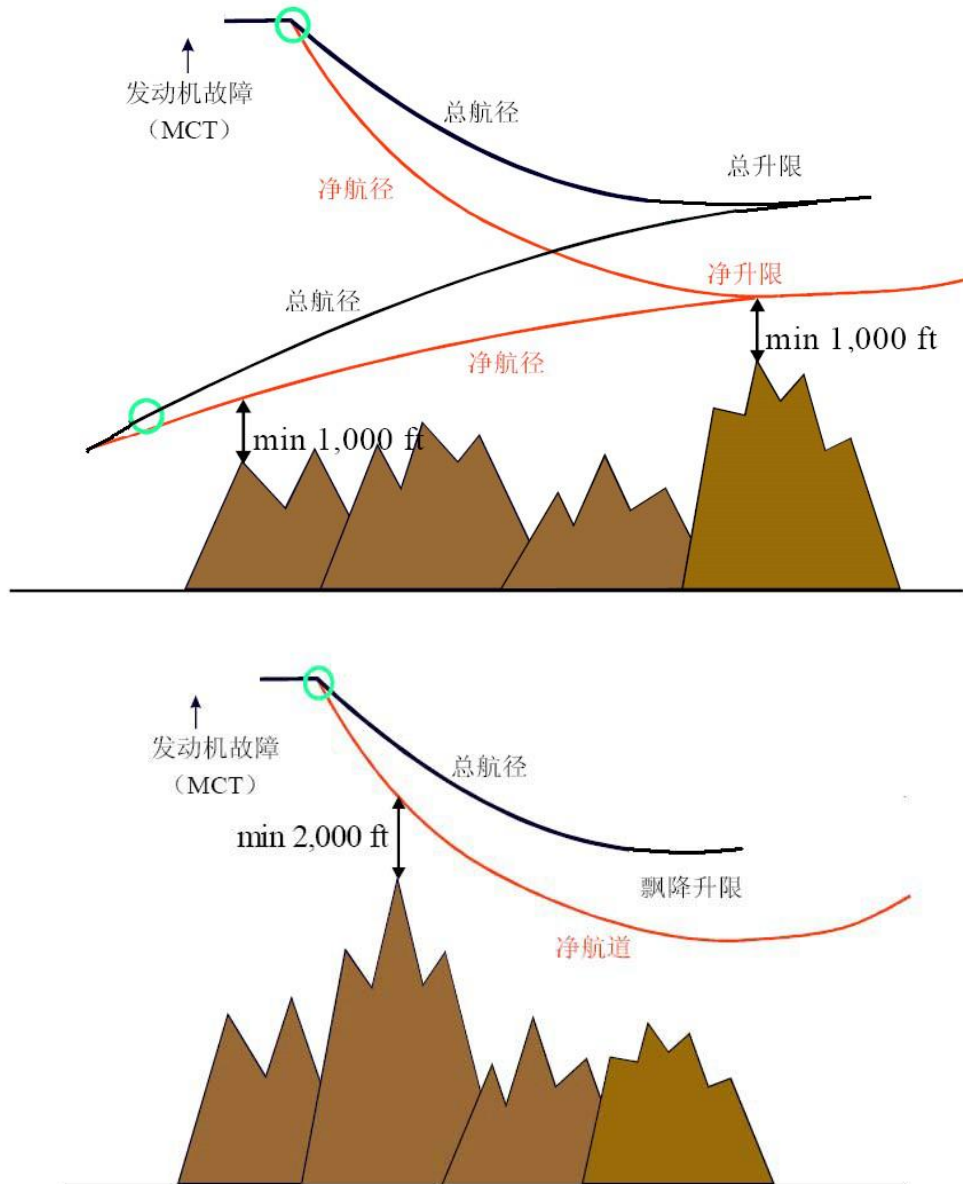
**【知识掌握程度】**

理解双发飞机巡航飞行中一台发动机失效后的操纵程序及性能变化；

了解规章关于发动机失效后飘降分析中横向间隔及垂直越障的要求。

**【知识点】**

- 一、双发飞机巡航飞行中一台发动机失效后的操纵程序
- 二、双发飞机巡航飞行中一台发动机失效后性能（高度能力，远航高度和 M 数）的变化
- 三、规章关于发动机失效后飘降分析中横向间隔的要求
- 四、规章关于发动机失效后飘降分析中垂直越障的要求



**【思考题】**

简述双发飞机一发失效后飘降越障的要求？

.....

**3.3.1.4.成本指数与经济巡航马赫数**

**【知识掌握程度】**

掌握成本指数的概念及物理含义；  
了解确定经济巡航 M 数图表的使用。

**【知识点】**

一、直接营运费用（DOC）的构成

直接营运费用可以表示成三部分之和：



### 3.3.2.巡航性能图表的使用

#### 3.3.2.1.正常巡航性能图表的使用

**【知识掌握程度】**

掌握正常巡航性能图表的使用方法。

**【知识点】**

- 一、空中距离和地面距离的区别和联系
- 二、航路飞行航迹总爬升梯度和净爬升梯度的概念
- 三、已知地面距离和顺逆风大小，使用图表确定空中距离的大小

| GROUND<br>DIST.<br>(NM) | AIR DISTANCE (NM) |       |                      |            |      |           |       |
|-------------------------|-------------------|-------|----------------------|------------|------|-----------|-------|
|                         | TAIL WIND         |       | WIND COMPONENTS (KT) |            |      | HEAD WIND |       |
|                         | + 150             | + 100 | + 50                 | 0          | - 50 | - 100     | - 150 |
| <b>10</b>               | 7                 | 8     | 9                    | <b>10</b>  | 11   | 13        | 15    |
| <b>20</b>               | 15                | 16    | 18                   | <b>20</b>  | 23   | 26        | 30    |
| <b>30</b>               | 22                | 25    | 27                   | <b>30</b>  | 34   | 39        | 45    |
| <b>40</b>               | 30                | 33    | 36                   | <b>40</b>  | 45   | 51        | 60    |
| <b>50</b>               | 37                | 41    | 45                   | <b>50</b>  | 56   | 64        | 75    |
| <b>100</b>              | 75                | 82    | 90                   | <b>100</b> | 113  | 129       | 150   |

四、识读和使用波音 B737 和空客 A320 的固定 M 数及长航程巡航 (LRC) 性能图表

| LONG RANGE CRUISE                                                      |       |      |       |      |       |                 |       |                                 |       |                              |       |      |
|------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|-----------------|-------|---------------------------------|-------|------------------------------|-------|------|
| MAX. CRUISE THRUST LIMITS<br>NORMAL AIR CONDITIONING<br>ANTI-ICING OFF |       |      |       |      |       | ISA<br>CG=33.0% |       | N1 (%)<br>KG/H/ENG<br>NM/1000KG |       | MACH<br>IAS (KT)<br>TAS (KT) |       |      |
| WEIGHT<br>(1000KG)                                                     | FL290 |      | FL310 |      | FL330 |                 | FL350 |                                 | FL370 |                              | FL390 |      |
| <b>50</b>                                                              | 74.8  | .662 | 75.5  | .671 | 76.9  | .694            | 78.4  | .722                            | 79.9  | .749                         | 81.8  | .771 |
|                                                                        | 976   | 253  | 941   | 246  | 933   | 244             | 932   | 243                             | 935   | 242                          | 939   | 238  |
|                                                                        | 200.6 | 392  | 209.3 | 394  | 216.4 | 404             | 223.4 | 416                             | 229.9 | 430                          | 235.7 | 442  |
| <b>52</b>                                                              | 75.3  | .666 | 76.3  | .680 | 77.8  | .706            | 79.1  | .733                            | 80.6  | .759                         | 82.4  | .778 |
|                                                                        | 1000  | 255  | 974   | 249  | 970   | 248             | 969   | 247                             | 970   | 245                          | 972   | 240  |
|                                                                        | 197.2 | 394  | 204.9 | 399  | 211.6 | 410             | 218.1 | 423                             | 224.3 | 435                          | 229.5 | 446  |
| <b>54</b>                                                              | 75.8  | .669 | 77.1  | .690 | 78.7  | .718            | 79.8  | .745                            | 81.3  | .768                         | 83.1  | .783 |
|                                                                        | 1022  | 256  | 1009  | 253  | 1009  | 253             | 1008  | 251                             | 1007  | 248                          | 1007  | 242  |
|                                                                        | 193.9 | 396  | 200.6 | 405  | 207.0 | 418             | 213.0 | 429                             | 218.7 | 441                          | 222.9 | 449  |
| <b>56</b>                                                              | 76.5  | .676 | 77.9  | .699 | 79.3  | .727            | 80.5  | .754                            | 82.0  | .775                         | 83.6  | .783 |
|                                                                        | 1051  | 259  | 1043  | 257  | 1044  | 256             | 1043  | 255                             | 1041  | 251                          | 1038  | 242  |
|                                                                        | 190.4 | 400  | 196.5 | 410  | 202.6 | 423             | 208.3 | 434                             | 213.4 | 445                          | 216.3 | 449  |
| <b>58</b>                                                              | 77.2  | .685 | 78.8  | .710 | 80.0  | .738            | 81.2  | .763                            | 82.5  | .781                         | 84.3  | .786 |
|                                                                        | 1086  | 263  | 1082  | 261  | 1083  | 260             | 1080  | 258                             | 1075  | 253                          | 1076  | 243  |
|                                                                        | 186.6 | 406  | 192.6 | 417  | 198.2 | 429             | 203.6 | 440                             | 208.2 | 448                          | 209.3 | 451  |
| <b>60</b>                                                              | 78.0  | .694 | 79.5  | .721 | 80.6  | .747            | 81.8  | .771                            | 83.1  | .784                         | 85.0  | .788 |
|                                                                        | 1122  | 266  | 1121  | 266  | 1119  | 264             | 1116  | 261                             | 1109  | 254                          | 1116  | 244  |
|                                                                        | 183.0 | 411  | 188.7 | 423  | 194.1 | 434             | 199.0 | 444                             | 202.8 | 450                          | 202.5 | 452  |

**【思考题】**

地面距离 50 海里，顺风 100 节，空中距离是多少？

.....



### 3.3.2.2.飘降性能图表的使用

**【知识掌握程度】**

掌握飘降性能图表的使用方法。

**【知识点】**

- 一、识读和使用波音飞机的飘降性能图表
- 二、识读和使用空客飞机的飘降性能图表

| <b>ENGINE INOP</b>                        |           |                                      |                         |            |            |
|-------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------|------------|------------|
| <b>MAX CONTINUOUS THRUST</b>              |           |                                      |                         |            |            |
| <b>Driftdown Speed/Level Off Altitude</b> |           |                                      |                         |            |            |
| <b>100 ft/min residual rate of climb</b>  |           |                                      |                         |            |            |
| WEIGHT (1000 LB)                          |           | OPTIMUM<br>DRIFTDOWN<br>SPEED (KIAS) | LEVEL OFF ALTITUDE (FT) |            |            |
| START<br>DRIFTDOWN                        | LEVEL OFF |                                      | ISA + 10°C<br>& BELOW   | ISA + 15°C | ISA + 20°C |
| 170                                       | 163       | 257                                  | 18500                   | 17000      | 15200      |
| 160                                       | 153       | 250                                  | 20400                   | 19100      | 17300      |
| 150                                       | 144       | 242                                  | 22400                   | 21100      | 19600      |
| 140                                       | 134       | 235                                  | 24400                   | 23300      | 21900      |
| 130                                       | 125       | 226                                  | 26400                   | 25400      | 24200      |
| 120                                       | 115       | 218                                  | 28500                   | 27600      | 26400      |
| 110                                       | 106       | 209                                  | 30500                   | 29700      | 28700      |
| 100                                       | 96        | 199                                  | 32500                   | 31800      | 30900      |
| 90                                        | 87        | 189                                  | 34600                   | 33900      | 33000      |
| 80                                        | 77        | 178                                  | 36900                   | 36200      | 35400      |

| <b>Driftdown/LRC Cruise Range Capability</b> |      |      |      |      |                            |                          |      |      |      |      |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|----------------------------|--------------------------|------|------|------|------|
| <b>Ground to Air Miles Conversion</b>        |      |      |      |      |                            |                          |      |      |      |      |
| AIR DISTANCE (NM)                            |      |      |      |      | GROUND<br>DISTANCE<br>(NM) | AIR DISTANCE (NM)        |      |      |      |      |
| HEADWIND COMPONENT (KTS)                     |      |      |      |      |                            | TAILWIND COMPONENT (KTS) |      |      |      |      |
| 100                                          | 80   | 60   | 40   | 20   | 20                         | 40                       | 60   | 80   | 100  |      |
| 140                                          | 129  | 120  | 113  | 106  | 100                        | 95                       | 90   | 85   | 82   | 78   |
| 279                                          | 259  | 241  | 226  | 212  | 200                        | 189                      | 180  | 171  | 163  | 156  |
| 418                                          | 388  | 361  | 338  | 318  | 300                        | 284                      | 270  | 256  | 245  | 234  |
| 558                                          | 517  | 482  | 451  | 424  | 400                        | 379                      | 359  | 342  | 326  | 312  |
| 697                                          | 646  | 602  | 564  | 530  | 500                        | 473                      | 449  | 428  | 408  | 390  |
| 836                                          | 775  | 722  | 676  | 636  | 600                        | 568                      | 539  | 513  | 490  | 468  |
| 975                                          | 904  | 843  | 789  | 742  | 700                        | 663                      | 629  | 599  | 571  | 546  |
| 1114                                         | 1033 | 963  | 902  | 848  | 800                        | 757                      | 719  | 684  | 653  | 624  |
| 1253                                         | 1162 | 1083 | 1014 | 954  | 900                        | 852                      | 809  | 770  | 734  | 702  |
| 1392                                         | 1291 | 1204 | 1127 | 1060 | 1000                       | 947                      | 899  | 855  | 816  | 780  |
| 1532                                         | 1420 | 1324 | 1240 | 1166 | 1100                       | 1041                     | 989  | 941  | 898  | 858  |
| 1671                                         | 1550 | 1444 | 1353 | 1272 | 1200                       | 1136                     | 1078 | 1026 | 979  | 936  |
| 1811                                         | 1679 | 1565 | 1465 | 1378 | 1300                       | 1231                     | 1168 | 1112 | 1061 | 1014 |
| 1951                                         | 1809 | 1686 | 1578 | 1484 | 1400                       | 1325                     | 1258 | 1197 | 1142 | 1092 |
| 2091                                         | 1938 | 1806 | 1691 | 1590 | 1500                       | 1420                     | 1348 | 1283 | 1223 | 1169 |
| 2231                                         | 2068 | 1927 | 1804 | 1696 | 1600                       | 1514                     | 1437 | 1368 | 1305 | 1247 |
| 2372                                         | 2198 | 2048 | 1917 | 1802 | 1700                       | 1609                     | 1527 | 1453 | 1386 | 1325 |
| 2513                                         | 2329 | 2169 | 2030 | 1908 | 1800                       | 1703                     | 1617 | 1538 | 1467 | 1402 |

图1-1(波音飞机)

**ENGINE INOP**  
**MAX CONTINUOUS THRUST**

**Driftdown/LRC Cruise Range Capability**  
**Driftdown/Cruise Fuel and Time**

| AIR DIST<br>(NM) | FUEL REQUIRED (1000 LB)                |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TIME<br>(HR:MIN) |
|------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
|                  | WEIGHT AT START OF DRIFTDOWN (1000 LB) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                  |
|                  | 80                                     | 90   | 100  | 110  | 120  | 130  | 140  | 150  | 160  | 170  |                  |
| 100              | 0.8                                    | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 0:17             |
| 200              | 1.7                                    | 1.8  | 1.9  | 2.0  | 2.0  | 2.2  | 2.3  | 2.5  | 2.5  | 2.6  | 0:34             |
| 300              | 2.6                                    | 2.8  | 3.0  | 3.2  | 3.3  | 3.5  | 3.8  | 4.0  | 4.1  | 4.3  | 0:50             |
| 400              | 3.5                                    | 3.7  | 4.0  | 4.3  | 4.6  | 4.9  | 5.2  | 5.6  | 5.8  | 6.1  | 1:07             |
| 500              | 4.3                                    | 4.7  | 5.1  | 5.4  | 5.8  | 6.2  | 6.6  | 7.0  | 7.4  | 7.8  | 1:24             |
| 600              | 5.1                                    | 5.6  | 6.1  | 6.5  | 7.0  | 7.5  | 8.0  | 8.4  | 8.9  | 9.4  | 1:41             |
| 700              | 5.9                                    | 6.5  | 7.0  | 7.6  | 8.1  | 8.7  | 9.3  | 9.9  | 10.4 | 11.0 | 1:58             |
| 800              | 6.7                                    | 7.4  | 8.0  | 8.7  | 9.3  | 9.9  | 10.6 | 11.2 | 11.9 | 12.5 | 2:14             |
| 900              | 7.5                                    | 8.3  | 9.0  | 9.7  | 10.4 | 11.2 | 11.9 | 12.6 | 13.3 | 14.1 | 2:31             |
| 1000             | 8.3                                    | 9.1  | 9.9  | 10.7 | 11.5 | 12.4 | 13.2 | 14.0 | 14.8 | 15.7 | 2:48             |
| 1100             | 9.1                                    | 10.0 | 10.9 | 11.8 | 12.7 | 13.6 | 14.5 | 15.4 | 16.2 | 17.2 | 3:05             |
| 1200             | 9.9                                    | 10.8 | 11.8 | 12.8 | 13.8 | 14.7 | 15.7 | 16.7 | 17.7 | 18.7 | 3:22             |
| 1300             | 10.7                                   | 11.7 | 12.8 | 13.8 | 14.8 | 15.9 | 17.0 | 18.1 | 19.1 | 20.3 | 3:39             |
| 1400             | 11.4                                   | 12.5 | 13.7 | 14.8 | 15.9 | 17.1 | 18.2 | 19.4 | 20.5 | 21.8 | 3:56             |
| 1500             | 12.2                                   | 13.4 | 14.6 | 15.8 | 17.0 | 18.2 | 19.5 | 20.7 | 21.9 | 23.3 | 4:13             |
| 1600             | 12.9                                   | 14.2 | 15.5 | 16.8 | 18.1 | 19.4 | 20.7 | 22.0 | 23.3 | 24.8 | 4:29             |
| 1700             | 13.7                                   | 15.0 | 16.4 | 17.8 | 19.1 | 20.5 | 21.9 | 23.3 | 24.7 | 26.3 | 4:46             |
| 1800             | 14.4                                   | 15.8 | 17.3 | 18.7 | 20.2 | 21.7 | 23.1 | 24.6 | 26.1 | 27.7 | 5:04             |

Includes APU fuel burn.  
Driftdown at optimum driftdown speed and cruise at LRC speed.

图1-2(波音飞机)

# ENGINE INOP

## MAX CONTINUOUS THRUST

### Long Range Cruise Control

| WEIGHT<br>(1000 LB) |        | PRESSURE ALTITUDE (1000 FT) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|--------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     |        | 10                          | 15   | 17   | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 31   |
| 170                 | %N1    | 89.2                        | 93.3 | 95.0 |      |      |      |      |      |      |      |
|                     | MACH   | .535                        | .585 | .597 |      |      |      |      |      |      |      |
|                     | KIAS   | 297                         | 296  | 291  |      |      |      |      |      |      |      |
|                     | FF/ENG | 6118                        | 6179 | 6101 |      |      |      |      |      |      |      |
| 160                 | %N1    | 87.6                        | 91.8 | 93.4 | 95.4 |      |      |      |      |      |      |
|                     | MACH   | .519                        | .571 | .588 | .601 |      |      |      |      |      |      |
|                     | KIAS   | 288                         | 288  | 286  | 281  |      |      |      |      |      |      |
|                     | FF/ENG | 5729                        | 5797 | 5767 | 5721 |      |      |      |      |      |      |
| 150                 | %N1    | 85.8                        | 90.0 | 91.7 | 93.5 | 95.6 |      |      |      |      |      |
|                     | MACH   | .502                        | .554 | .575 | .590 | .604 |      |      |      |      |      |
|                     | KIAS   | 278                         | 280  | 280  | 276  | 272  |      |      |      |      |      |
|                     | FF/ENG | 5342                        | 5406 | 5415 | 5366 | 5363 |      |      |      |      |      |
| 140                 | %N1    | 83.8                        | 88.1 | 89.9 | 91.6 | 93.5 | 95.9 |      |      |      |      |
|                     | MACH   | .485                        | .536 | .557 | .578 | .593 | .607 |      |      |      |      |
|                     | KIAS   | 268                         | 270  | 271  | 270  | 266  | 262  |      |      |      |      |
|                     | FF/ENG | 4957                        | 5018 | 5028 | 5030 | 4984 | 5021 |      |      |      |      |
| 130                 | %N1    | 81.8                        | 86.1 | 87.9 | 89.7 | 91.5 | 93.4 | 96.1 |      |      |      |
|                     | MACH   | .468                        | .517 | .538 | .559 | .581 | .594 | .610 |      |      |      |
|                     | KIAS   | 259                         | 260  | 261  | 261  | 261  | 256  | 253  |      |      |      |
|                     | FF/ENG | 4593                        | 4631 | 4640 | 4647 | 4655 | 4615 | 4684 |      |      |      |
| 120                 | %N1    | 79.8                        | 83.9 | 85.7 | 87.5 | 89.3 | 91.2 | 93.3 | 96.2 |      |      |
|                     | MACH   | .451                        | .496 | .517 | .539 | .560 | .582 | .595 | .612 |      |      |
|                     | KIAS   | 249                         | 250  | 250  | 251  | 251  | 251  | 246  | 243  |      |      |
|                     | FF/ENG | 4245                        | 4246 | 4256 | 4260 | 4271 | 4283 | 4258 | 4340 |      |      |
| 110                 | %N1    | 77.5                        | 81.5 | 83.3 | 85.1 | 86.9 | 88.7 | 90.7 | 92.9 | 96.0 |      |
|                     | MACH   | .434                        | .474 | .494 | .516 | .538 | .560 | .582 | .595 | .612 |      |
|                     | KIAS   | 240                         | 238  | 239  | 240  | 241  | 241  | 241  | 236  | 233  |      |
|                     | FF/ENG | 3911                        | 3870 | 3872 | 3878 | 3886 | 3896 | 3921 | 3908 | 3990 |      |
| 100                 | %N1    | 75.4                        | 79.1 | 80.7 | 82.5 | 84.3 | 86.2 | 88.0 | 90.0 | 92.2 | 95.5 |
|                     | MACH   | .416                        | .454 | .471 | .491 | .513 | .535 | .558 | .580 | .594 | .611 |
|                     | KIAS   | 230                         | 228  | 228  | 228  | 229  | 230  | 230  | 230  | 226  | 222  |
|                     | FF/ENG | 3590                        | 3522 | 3503 | 3497 | 3507 | 3515 | 3532 | 3567 | 3558 | 3633 |
| 90                  | %N1    | 73.0                        | 76.4 | 78.1 | 79.7 | 81.5 | 83.3 | 85.2 | 87.0 | 89.0 | 91.4 |
|                     | MACH   | .399                        | .433 | .449 | .466 | .485 | .507 | .530 | .553 | .576 | .592 |
|                     | KIAS   | 220                         | 217  | 217  | 216  | 217  | 218  | 218  | 219  | 218  | 215  |
|                     | FF/ENG | 3279                        | 3190 | 3161 | 3137 | 3128 | 3139 | 3154 | 3179 | 3211 | 3208 |
| 80                  | %N1    | 70.2                        | 73.8 | 75.2 | 76.8 | 78.5 | 80.1 | 82.0 | 83.8 | 85.7 | 87.7 |
|                     | MACH   | .381                        | .412 | .426 | .442 | .459 | .477 | .499 | .522 | .546 | .569 |
|                     | KIAS   | 210                         | 207  | 206  | 205  | 204  | 204  | 205  | 206  | 206  | 206  |
|                     | FF/ENG | 2978                        | 2878 | 2837 | 2803 | 2779 | 2764 | 2780 | 2803 | 2826 | 2849 |

图1-3(波音飞机)

## ENGINE INOP

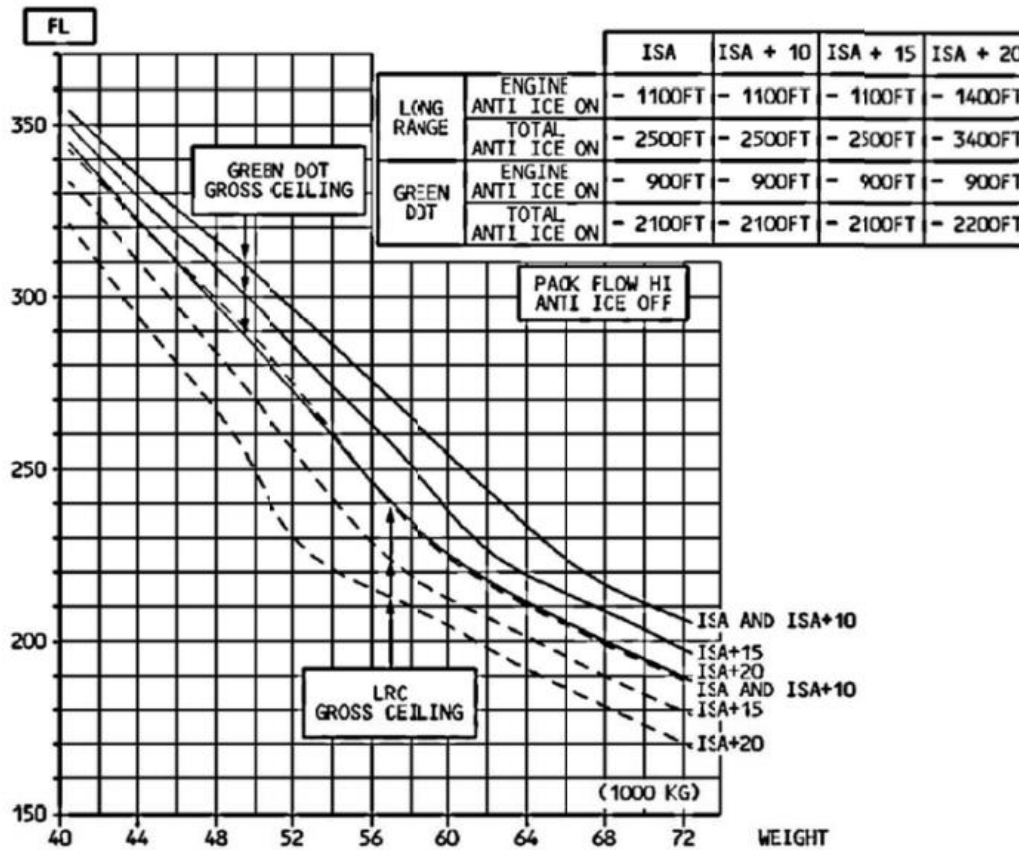
### MAX CONTINUOUS THRUST

#### Holding Flaps Up

| WEIGHT<br>(1000 LB) |        | PRESSURE ALTITUDE (FT) |      |       |       |       |       |       |
|---------------------|--------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     |        | 1500                   | 5000 | 10000 | 15000 | 20000 | 25000 | 30000 |
| 170                 | %N1    | 79.1                   | 82.0 | 36.3  | 90.8  |       |       |       |
|                     | KIAS   | 242                    | 243  | 243   | 245   |       |       |       |
|                     | FF/ENG | 5600                   | 5590 | 5620  | 5710  |       |       |       |
| 160                 | %N1    | 77.5                   | 80.2 | 34.6  | 89.0  | 95.1  |       |       |
|                     | KIAS   | 235                    | 235  | 236   | 237   | 239   |       |       |
|                     | FF/ENG | 5270                   | 5250 | 5260  | 5330  | 5480  |       |       |
| 150                 | %N1    | 75.7                   | 78.5 | 32.8  | 87.1  | 92.3  |       |       |
|                     | KIAS   | 227                    | 228  | 228   | 229   | 231   |       |       |
|                     | FF/ENG | 4940                   | 4920 | 4910  | 4960  | 5040  |       |       |
| 140                 | %N1    | 73.8                   | 76.6 | 30.8  | 85.2  | 89.9  | 98.2  |       |
|                     | KIAS   | 220                    | 220  | 221   | 222   | 223   | 224   |       |
|                     | FF/ENG | 4610                   | 4590 | 4570  | 4600  | 4630  | 5010  |       |
| 130                 | %N1    | 71.6                   | 74.7 | 28.7  | 83.1  | 87.7  | 94.5  |       |
|                     | KIAS   | 211                    | 212  | 213   | 213   | 214   | 216   |       |
|                     | FF/ENG | 4290                   | 4260 | 4230  | 4240  | 4260  | 4450  |       |
| 120                 | %N1    | 69.4                   | 72.4 | 26.5  | 80.9  | 85.4  | 90.8  |       |
|                     | KIAS   | 202                    | 204  | 204   | 205   | 206   | 207   |       |
|                     | FF/ENG | 3970                   | 3930 | 3900  | 3890  | 3900  | 3980  |       |
| 110                 | %N1    | 67.2                   | 70.0 | 24.2  | 78.4  | 83.0  | 87.7  | 96.3  |
|                     | KIAS   | 194                    | 194  | 195   | 196   | 197   | 198   | 199   |
|                     | FF/ENG | 3670                   | 3610 | 3580  | 3560  | 3540  | 3580  | 3890  |
| 100                 | %N1    | 64.7                   | 67.4 | 21.7  | 75.8  | 80.3  | 85.0  | 91.4  |
|                     | KIAS   | 185                    | 185  | 186   | 187   | 187   | 188   | 190   |
|                     | FF/ENG | 3360                   | 3300 | 3260  | 3230  | 3200  | 3220  | 3360  |
| 90                  | %N1    | 61.9                   | 64.7 | 18.7  | 73.1  | 77.4  | 82.0  | 87.0  |
|                     | KIAS   | 178                    | 178  | 178   | 178   | 178   | 178   | 180   |
|                     | FF/ENG | 3060                   | 3010 | 2950  | 2920  | 2870  | 2870  | 2940  |
| 80                  | %N1    | 58.9                   | 61.7 | 15.7  | 70.0  | 74.3  | 78.8  | 83.6  |
|                     | KIAS   | 172                    | 172  | 172   | 172   | 172   | 172   | 172   |
|                     | FF/ENG | 2760                   | 2710 | 2660  | 2620  | 2570  | 2540  | 2590  |

This table includes 5% additional fuel for holding in a racetrack pattern.

图1-4(波音飞机)



**Note:** If severe icing conditions are encountered, ice formation may build up on non heated structure and therefore the ceiling will be reduced by :

- 4 000 ft for aircraft weight below or equal to 60 000 kg
- 7 500 ft for aircraft weight above or equal to 75 000 kg
- linear interpolation must be applied between the two aircraft weights

**NET CEILING AT GREEN DOT SPEED**

To obtain the net ceiling at green dot speed, apply the following corrections to the gross ceiling at green dot speed:

|           | WEIGHT (1 000 kg) |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | 44                | 48        | 52        | 56        | 60        | 64        | 68        | 72        |
| ≤ ISA +10 | -4 900 ft         | -5 300 ft | -5 700 ft | -5 700 ft | -5 000 ft | -4 300 ft | -4 000 ft | -4 000 ft |
| ISA +20   | -5 700 ft         | -6 000 ft | -5 600 ft | -4 600 ft | -4 000 ft | -4 000 ft | -4 000 ft | -4 000 ft |

| DESCENT - M.78/300KT - 1 ENGINE OUT                                        |               |                    |                   |      |                                   |              |               |      |             |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|-------------------|------|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------------|
| MAX. CONTINUOUS THRUST LIMITS<br>NORMAL AIR CONDITIONING<br>ANTI-ICING OFF |               |                    | ISA<br>CG=33.0%   |      | MINIMUM RATE OF DESCENT 500FT/MIN |              |               |      |             |
| WEIGHT<br>(1000KG)                                                         | 60            |                    |                   |      | 80                                |              |               |      | IAS<br>(KT) |
| FL                                                                         | TIME<br>(MIN) | FUEL<br>(KG)       | DIST.<br>(NM)     | MODE | TIME<br>(MIN)                     | FUEL<br>(KG) | DIST.<br>(NM) | MODE |             |
| <b>390</b>                                                                 | 41.7          | 1530               | 281               | MCT  |                                   |              |               |      | 241         |
| <b>370</b>                                                                 | 40.1          | 1493               | 269               | MCT  | 38.2                              | 1465         | 255           | MCT  | 252         |
| <b>350</b>                                                                 | 38.5          | 1451               | 257               | MCT  | 36.9                              | 1433         | 246           | MCT  | 264         |
| <b>330</b>                                                                 | 37.0          | 1408               | 246               | MCT  | 35.6                              | 1396         | 236           | MCT  | 277         |
| <b>310</b>                                                                 | 35.5          | 1362               | 235               | MCT  | 34.2                              | 1354         | 226           | MCT  | 289         |
| <b>290</b>                                                                 | 34.0          | 1313               | 223               | MCT  | 32.8                              | 1306         | 215           | MCT  | 300         |
| <b>270</b>                                                                 | 31.9          | 1237               | 207               | MCT  | 30.8                              | 1235         | 199           | MCT  | 300         |
| <b>250</b>                                                                 | 29.3          | 1141               | 188               | MCT  | 28.4                              | 1147         | 182           | MCT  | 300         |
| <b>230</b>                                                                 | 26.0          | 1014               | 165               | MCT  | 25.5                              | 1038         | 162           | MCT  | 300         |
| <b>220</b>                                                                 | 24.0          | 936                | 151               | V/S  | 23.9                              | 973          | 150           | MCT  | 300         |
| <b>210</b>                                                                 | 22.0          | 856                | 137               | V/S  | 22.0                              | 894          | 137           | V/S  | 300         |
| <b>200</b>                                                                 | 20.0          | 777                | 124               | V/S  | 20.0                              | 811          | 124           | V/S  | 300         |
| <b>190</b>                                                                 | 18.0          | 698                | 111               | V/S  | 18.0                              | 728          | 111           | V/S  | 300         |
| <b>180</b>                                                                 | 16.0          | 620                | 98                | V/S  | 16.0                              | 645          | 98            | V/S  | 300         |
| <b>170</b>                                                                 | 14.0          | 542                | 85                | V/S  | 14.0                              | 563          | 85            | V/S  | 300         |
| <b>160</b>                                                                 | 12.0          | 464                | 72                | V/S  | 12.0                              | 482          | 72            | V/S  | 300         |
| <b>150</b>                                                                 | 10.0          | 386                | 60                | V/S  | 10.0                              | 401          | 60            | V/S  | 300         |
| <b>140</b>                                                                 | 8.0           | 309                | 47                | V/S  | 8.0                               | 321          | 47            | V/S  | 300         |
| <b>100</b>                                                                 | .0            | 0                  | 0                 | V/S  | .0                                | 0            | 0             | V/S  | 300         |
| CORRECTIONS                                                                |               | ENGINE ANTI ICE ON | TOTAL ANTI ICE ON |      | PER 1° ABOVE ISA                  |              |               |      |             |
| TIME                                                                       |               | - 2.5 %            | - 6 %             |      | -                                 |              |               |      |             |
| FUEL                                                                       |               | - 2 %              | - 5.5 %           |      | + 0.25 %                          |              |               |      |             |
| DISTANCE                                                                   |               | - 3 %              | - 7.5 %           |      | + 0.25 %                          |              |               |      |             |

图2-2(空客飞机)

| GROSS FLIGHT PATH DESCENT AT GREEN DOT SPEED                        |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |  |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| MAX. CONTINUOUS THRUST<br>NORMAL AIR CONDITIONING<br>ANTI-ICING OFF |                            |                            | ISA<br>CG=33.0%            |                            |                            | DISTANCE (NM)              |                            | TIME (MIN)                 |                            |  |
|                                                                     |                            |                            |                            |                            |                            | INITIAL SPEED(KT)          |                            | FUEL(1000KG)               |                            |  |
|                                                                     |                            |                            |                            |                            |                            | LEVEL OFF (FT)             |                            |                            |                            |  |
| INIT. GW<br>(1000KG)                                                | INITIAL FLIGHT LEVEL       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |  |
|                                                                     | 230                        | 250                        | 270                        | 290                        | 310                        | 330                        | 350                        | 370                        | 390                        |  |
| <b>58</b>                                                           |                            |                            |                            | 156 29<br>205 .9<br>23100  | 224 42<br>208 1.3<br>28200 | 262 49<br>210 1.5<br>28300 | 290 53<br>212 1.6<br>28400 | 312 57<br>214 1.7<br>28400 | 332 60<br>216 1.8<br>28400 |  |
| <b>60</b>                                                           |                            |                            | 41 8<br>207 .3<br>26900    | 191 36<br>209 1.2<br>27300 | 241 45<br>211 1.5<br>27400 | 275 51<br>213 1.6<br>27500 | 299 55<br>215 1.7<br>27500 | 319 58<br>217 1.8<br>27600 | 338 61<br>219 1.9<br>27600 |  |
| <b>62</b>                                                           |                            |                            | 134 26<br>210 .9<br>26300  | 213 40<br>212 1.4<br>26500 | 255 48<br>214 1.6<br>26600 | 284 53<br>216 1.7<br>26700 | 307 56<br>218 1.8<br>26700 | 325 59<br>220 1.9<br>26800 | 344 62<br>222 2.0<br>26800 |  |
| <b>64</b>                                                           |                            |                            | 174 33<br>213 1.2<br>25600 | 230 44<br>215 1.5<br>25800 | 266 50<br>217 1.7<br>25800 | 292 54<br>219 1.8<br>25900 | 313 57<br>221 1.9<br>25900 | 332 60<br>223 2.0<br>26000 | 348 63<br>225 2.0<br>26000 |  |
| <b>66</b>                                                           |                            | 93 18<br>214 .7<br>24700   | 197 38<br>216 1.4<br>24900 | 244 46<br>218 1.6<br>25000 | 274 51<br>220 1.8<br>25100 | 299 55<br>222 1.9<br>25100 | 319 58<br>224 2.0<br>25200 | 336 61<br>226 2.1<br>25200 | 352 63<br>228 2.1<br>25200 |  |
| <b>68</b>                                                           |                            | 139 27<br>217 1.0<br>24100 | 206 39<br>219 1.4<br>24300 | 244 46<br>221 1.7<br>24400 | 272 51<br>223 1.8<br>24400 | 295 54<br>225 1.9<br>24400 | 314 57<br>227 2.0<br>24500 | 331 60<br>229 2.1<br>24500 | 346 62<br>231 2.1<br>24500 |  |
| <b>70</b>                                                           |                            | 165 32<br>220 1.2<br>23600 | 217 41<br>222 1.5<br>23700 | 249 47<br>224 1.7<br>23700 | 275 51<br>226 1.9<br>23800 | 294 54<br>228 2.0<br>23800 | 312 57<br>230 2.0<br>23800 | 330 60<br>232 2.1<br>23800 | 345 62<br>234 2.2<br>23900 |  |
| <b>72</b>                                                           | 73 14<br>221 .6<br>22700   | 183 35<br>223 1.4<br>23000 | 226 43<br>225 1.6<br>23100 | 255 48<br>227 1.8<br>23100 | 278 52<br>229 1.9<br>23100 | 296 54<br>231 2.0<br>23200 | 315 57<br>233 2.1<br>23200 | 331 60<br>235 2.2<br>23200 | 345 62<br>237 2.2<br>23200 |  |
| <b>74</b>                                                           | 132 25<br>224 1.0<br>22200 | 199 38<br>226 1.5<br>22400 | 234 44<br>228 1.7<br>22500 | 260 49<br>230 1.9<br>22500 | 282 52<br>232 2.0<br>22500 | 302 55<br>234 2.1<br>22600 | 317 58<br>236 2.2<br>22600 | 332 60<br>238 2.2<br>22600 |                            |  |
| <b>76</b>                                                           | 159 30<br>227 1.3<br>21700 | 211 40<br>229 1.6<br>21800 | 243 46<br>231 1.8<br>21900 | 266 49<br>233 2.0<br>21900 | 287 53<br>235 2.1<br>22000 | 303 55<br>237 2.1<br>22000 | 320 58<br>239 2.2<br>22000 | 335 60<br>241 2.3<br>22000 |                            |  |
| <b>78</b>                                                           | 179 34<br>230 1.5<br>21200 | 221 42<br>232 1.8<br>21300 | 250 47<br>234 1.9<br>21300 | 272 50<br>236 2.0<br>21300 | 291 53<br>238 2.1<br>21400 | 307 56<br>240 2.2<br>21400 | 322 58<br>242 2.3<br>21400 | 336 60<br>244 2.3<br>21400 |                            |  |
| <b>80</b>                                                           | 194 37<br>233 1.6<br>20600 | 231 43<br>235 1.9<br>20700 | 255 48<br>237 2.0<br>20700 | 277 51<br>239 2.1<br>20800 | 295 54<br>241 2.2<br>20800 | 311 57<br>243 2.3<br>20800 | 326 59<br>245 2.4<br>20800 | 339 60<br>247 2.4<br>20900 |                            |  |
| <b>82</b>                                                           | 207 39<br>236 1.7<br>20100 | 239 45<br>238 2.0<br>20200 | 262 49<br>240 2.1<br>20200 | 282 52<br>242 2.2<br>20200 | 299 55<br>244 2.3<br>20200 | 314 57<br>246 2.4<br>20300 | 329 59<br>248 2.4<br>20300 |                            |                            |  |
| <b>84</b>                                                           | 222 42<br>239 1.9<br>19500 | 251 47<br>241 2.1<br>19600 | 273 51<br>243 2.2<br>19600 | 291 54<br>245 2.3<br>19600 | 308 56<br>247 2.4<br>19700 | 322 58<br>249 2.5<br>19700 | 335 60<br>251 2.5<br>19700 |                            |                            |  |
| <b>CORRECTIONS</b>                                                  |                            | <b>DISTANCE</b>            |                            |                            | <b>TIME</b>                |                            | <b>FUEL</b>                |                            | <b>LEVEL OFF</b>           |  |
| ENGINE ANTI ICE ON                                                  |                            | + 2 %                      |                            |                            | -                          |                            | + 6 %                      |                            | - 100 ft                   |  |
| TOTAL ANTI ICE ON                                                   |                            | + 4 %                      |                            |                            | + 5 %                      |                            | + 8 %                      |                            | - 800 ft                   |  |

图2-3(空客飞机)

| LONG RANGE CRUISE - 1 ENGINE OUT                                |       |      |       |      |                                             |      |                             |      |                              |      |       |      |
|-----------------------------------------------------------------|-------|------|-------|------|---------------------------------------------|------|-----------------------------|------|------------------------------|------|-------|------|
| MAX. CONTINUOUS THRUST LIMITS<br>PACK FLOW HI<br>ANTI-ICING OFF |       |      |       |      | ISA<br>CG=33.0%                             |      | N1 (%)<br>KG/H<br>NM/1000KG |      | MACH<br>IAS (KT)<br>TAS (KT) |      |       |      |
| WEIGHT<br>(1000KG)                                              | FL100 |      | FL120 |      | FL140                                       |      | FL160                       |      | FL180                        |      | FL200 |      |
| <b>48</b>                                                       | 74.1  | .438 | 76.0  | .458 | 78.1                                        | .480 | 79.5                        | .495 | 81.1                         | .513 | 82.1  | .523 |
|                                                                 | 1798  | 242  | 1805  | 244  | 1815                                        | 246  | 1792                        | 244  | 1779                         | 244  | 1739  | 239  |
|                                                                 | 155.4 | 279  | 160.7 | 290  | 166.4                                       | 302  | 172.5                       | 309  | 178.5                        | 318  | 184.9 | 322  |
| <b>50</b>                                                       | 75.2  | .447 | 77.4  | .470 | 79.1                                        | .489 | 80.5                        | .504 | 82.0                         | .520 | 82.8  | .528 |
|                                                                 | 1872  | 247  | 1889  | 250  | 1884                                        | 251  | 1861                        | 249  | 1839                         | 247  | 1792  | 241  |
|                                                                 | 152.4 | 285  | 157.6 | 298  | 163.1                                       | 307  | 169.0                       | 315  | 174.9                        | 322  | 180.9 | 324  |
| <b>52</b>                                                       | 76.5  | .458 | 78.7  | .481 | 80.0                                        | .495 | 81.5                        | .512 | 82.6                         | .523 | 83.7  | .536 |
|                                                                 | 1957  | 253  | 1970  | 256  | 1943                                        | 254  | 1928                        | 253  | 1889                         | 249  | 1861  | 245  |
|                                                                 | 149.5 | 293  | 154.6 | 305  | 160.2                                       | 311  | 165.7                       | 320  | 171.5                        | 324  | 176.8 | 329  |
| <b>54</b>                                                       | 77.8  | .469 | 79.6  | .489 | 80.9                                        | .503 | 82.5                        | .519 | 83.2                         | .527 | 84.6  | .544 |
|                                                                 | 2041  | 260  | 2039  | 260  | 2012                                        | 258  | 1992                        | 256  | 1939                         | 250  | 1934  | 249  |
|                                                                 | 146.8 | 300  | 151.8 | 310  | 157.2                                       | 316  | 162.6                       | 324  | 168.2                        | 326  | 172.8 | 334  |
| <b>56</b>                                                       | 79.0  | .480 | 80.4  | .495 | 81.9                                        | .511 | 83.0                        | .523 | 84.0                         | .534 | 85.4  | .551 |
|                                                                 | 2124  | 265  | 2100  | 264  | 2081                                        | 262  | 2044                        | 258  | 2007                         | 254  | 2004  | 252  |
|                                                                 | 144.2 | 306  | 149.3 | 313  | 154.4                                       | 321  | 159.6                       | 326  | 164.7                        | 331  | 169.1 | 339  |
| <b>58</b>                                                       | 79.9  | .487 | 81.2  | .501 | 82.8                                        | .518 | 83.6                        | .526 | 84.9                         | .541 | 86.1  | .556 |
|                                                                 | 2192  | 269  | 2164  | 267  | 2147                                        | 266  | 2095                        | 260  | 2079                         | 258  | 2063  | 254  |
|                                                                 | 141.8 | 311  | 146.8 | 318  | 151.6                                       | 326  | 156.8                       | 328  | 161.2                        | 335  | 165.5 | 341  |
| <b>60</b>                                                       | 80.7  | .493 | 82.1  | .508 | 83.4                                        | .522 | 84.3                        | .531 | 85.7                         | .549 | 86.7  | .560 |
|                                                                 | 2256  | 273  | 2233  | 271  | 2204                                        | 268  | 2156                        | 263  | 2152                         | 261  | 2124  | 256  |
|                                                                 | 139.5 | 315  | 144.2 | 322  | 149.0                                       | 328  | 153.8                       | 332  | 157.9                        | 340  | 162.0 | 344  |
| <b>62</b>                                                       | 81.4  | .498 | 83.0  | .515 | 83.9                                        | .525 | 85.0                        | .538 | 86.4                         | .554 | 87.3  | .564 |
|                                                                 | 2316  | 276  | 2300  | 275  | 2254                                        | 270  | 2227                        | 266  | 2217                         | 264  | 2188  | 258  |
|                                                                 | 137.4 | 318  | 141.9 | 326  | 146.5                                       | 330  | 150.8                       | 336  | 154.8                        | 343  | 158.4 | 347  |
| <b>64</b>                                                       | 82.3  | .505 | 83.7  | .521 | 84.5                                        | .528 | 85.8                        | .545 | 86.9                         | .558 | 88.1  | .571 |
|                                                                 | 2387  | 280  | 2365  | 278  | 2305                                        | 272  | 2301                        | 270  | 2276                         | 266  | 2264  | 261  |
|                                                                 | 135.2 | 323  | 139.6 | 330  | 144.1                                       | 332  | 147.9                       | 340  | 151.8                        | 345  | 154.9 | 351  |
| <b>66</b>                                                       | 83.1  | .512 | 84.2  | .524 | 85.2                                        | .534 | 86.6                        | .552 | 87.5                         | .562 | 88.7  | .574 |
|                                                                 | 2457  | 284  | 2417  | 280  | 2374                                        | 275  | 2373                        | 273  | 2340                         | 268  | 2331  | 263  |
|                                                                 | 133.0 | 327  | 137.4 | 332  | 141.5                                       | 336  | 145.1                       | 344  | 148.7                        | 348  | 151.4 | 353  |
| <b>68</b>                                                       | 83.8  | .518 | 84.7  | .527 | 85.9                                        | .541 | 87.1                        | .556 | 88.1                         | .566 | 89.2  | .576 |
|                                                                 | 2524  | 287  | 2469  | 281  | 2447                                        | 278  | 2434                        | 275  | 2407                         | 270  | 2387  | 264  |
|                                                                 | 131.0 | 331  | 135.2 | 334  | 139.0                                       | 340  | 142.5                       | 347  | 145.7                        | 351  | 148.1 | 354  |
| <b>70</b>                                                       | 84.5  | .522 | 85.2  | .530 | 86.6                                        | .547 | 87.7                        | .559 | 88.8                         | .573 | 90.2  | .586 |
|                                                                 | 2584  | 289  | 2524  | 283  | 2520                                        | 281  | 2493                        | 277  | 2487                         | 273  | 2497  | 269  |
|                                                                 | 129.0 | 333  | 133.1 | 336  | 136.5                                       | 344  | 140.0                       | 349  | 142.6                        | 355  | 144.1 | 360  |
| <b>72</b>                                                       | 84.9  | .525 | 85.9  | .536 | 87.3                                        | .553 | 88.2                        | .563 | 89.4                         | .576 | 91.1  | .594 |
|                                                                 | 2637  | 291  | 2596  | 286  | 2591                                        | 284  | 2558                        | 279  | 2551                         | 274  | 2602  | 273  |
|                                                                 | 127.1 | 335  | 130.9 | 340  | 134.2                                       | 348  | 137.4                       | 351  | 139.7                        | 356  | 140.3 | 365  |
| <b>74</b>                                                       | 85.4  | .528 | 86.6  | .542 | 87.8                                        | .557 | 88.8                        | .567 | 89.9                         | .577 | 92.0  | .602 |
|                                                                 | 2688  | 293  | 2670  | 290  | 2653                                        | 286  | 2625                        | 281  | 2610                         | 275  | 2704  | 276  |
|                                                                 | 125.3 | 337  | 128.7 | 344  | 131.9                                       | 350  | 134.8                       | 354  | 136.9                        | 357  | 136.7 | 370  |
| <b>ENGINE ANTI ICE ON</b><br>ΔFUEL = + 3.5 %                    |       |      |       |      | <b>TOTAL ANTI ICE ON</b><br>ΔFUEL = + 5.5 % |      |                             |      |                              |      |       |      |

图2-4(空客飞机)



| RACE TRACK HOLDING PATTERN - GREEN DOT SPEED - 1 ENGINE OUT                            |              |              |                                  |              |                 |                                   |                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|--------------|
| MAX. CONTINUOUS THRUST LIMITS<br>CLEAN CONFIGURATION<br>PACK FLOW HI<br>ANTI-ICING OFF |              |              |                                  |              | ISA<br>CG=33.0% |                                   | N1 (%)<br>FF (KG/H) |              |
| WEIGHT<br>(1000KG)                                                                     | FL 15        | FL 50        | FL100                            | FL120        | FL140           | FL160                             | FL180               | FL200        |
| <b>52</b>                                                                              | 63.7<br>1742 | 66.5<br>1734 | 70.9<br>1726                     | 72.8<br>1723 | 74.9<br>1723    | 77.0<br>1724                      | 79.0<br>1731        | 80.9<br>1737 |
| <b>54</b>                                                                              | 64.6<br>1807 | 67.6<br>1801 | 72.0<br>1792                     | 74.0<br>1791 | 76.1<br>1791    | 78.1<br>1795                      | 80.2<br>1801        | 81.9<br>1812 |
| <b>56</b>                                                                              | 65.6<br>1873 | 68.7<br>1868 | 73.1<br>1859                     | 75.1<br>1859 | 77.4<br>1859    | 79.3<br>1867                      | 81.3<br>1874        | 82.9<br>1888 |
| <b>58</b>                                                                              | 66.6<br>1939 | 69.8<br>1935 | 74.2<br>1927                     | 76.3<br>1927 | 78.4<br>1931    | 80.4<br>1939                      | 82.2<br>1949        | 83.9<br>1969 |
| <b>60</b>                                                                              | 67.6<br>2007 | 70.7<br>2001 | 75.3<br>1995                     | 77.5<br>1996 | 79.4<br>2004    | 81.5<br>2010                      | 83.1<br>2025        | 84.8<br>2054 |
| <b>62</b>                                                                              | 68.6<br>2075 | 71.6<br>2068 | 76.4<br>2064                     | 78.5<br>2068 | 80.5<br>2077    | 82.3<br>2086                      | 84.0<br>2104        | 85.6<br>2146 |
| <b>64</b>                                                                              | 69.6<br>2144 | 72.6<br>2135 | 77.5<br>2134                     | 79.5<br>2140 | 81.5<br>2149    | 83.2<br>2162                      | 84.9<br>2187        | 86.5<br>2238 |
| <b>66</b>                                                                              | 70.6<br>2209 | 73.5<br>2202 | 78.6<br>2204                     | 80.5<br>2213 | 82.4<br>2222    | 84.0<br>2239                      | 85.7<br>2275        | 87.3<br>2331 |
| <b>68</b>                                                                              | 71.4<br>2275 | 74.4<br>2269 | 79.5<br>2277                     | 81.4<br>2287 | 83.2<br>2299    | 84.9<br>2320                      | 86.5<br>2368        | 88.2<br>2434 |
| <b>70</b>                                                                              | 72.2<br>2343 | 75.3<br>2338 | 80.4<br>2350                     | 82.4<br>2359 | 84.0<br>2376    | 85.7<br>2404                      | 87.3<br>2461        | 89.2<br>2546 |
| <b>72</b>                                                                              | 73.0<br>2410 | 76.3<br>2408 | 81.3<br>2423                     | 83.2<br>2434 | 84.8<br>2453    | 86.4<br>2494                      | 88.1<br>2554        | 90.0<br>2665 |
| <b>74</b>                                                                              | 73.9<br>2478 | 77.2<br>2478 | 82.2<br>2497                     | 83.9<br>2511 | 85.5<br>2535    | 87.2<br>2588                      | 88.9<br>2659        | 90.9<br>2797 |
| <b>76</b>                                                                              | 74.7<br>2546 | 78.1<br>2548 | 83.0<br>2569                     | 84.6<br>2588 | 86.3<br>2619    | 87.9<br>2680                      | 89.7<br>2773        | 91.8<br>2928 |
| <b>78</b>                                                                              | 75.5<br>2614 | 79.1<br>2619 | 83.8<br>2645                     | 85.4<br>2665 | 87.0<br>2709    | 88.6<br>2774                      | 90.5<br>2889        | 92.9<br>3060 |
| <b>80</b>                                                                              | 76.3<br>2684 | 79.9<br>2690 | 84.5<br>2722                     | 86.1<br>2747 | 87.7<br>2803    | 89.4<br>2875                      | 91.3<br>3018        | 94.1<br>3194 |
| <b>82</b>                                                                              | 77.2<br>2755 | 80.7<br>2764 | 85.1<br>2800                     | 86.8<br>2832 | 88.4<br>2895    | 90.1<br>2990                      | 92.1<br>3148        |              |
| <b>84</b>                                                                              | 78.0<br>2825 | 81.4<br>2838 | 85.8<br>2878                     | 87.5<br>2920 | 89.0<br>2989    | 90.9<br>3104                      | 93.1<br>3280        |              |
| <b>86</b>                                                                              | 78.8<br>2896 | 82.2<br>2912 | 86.5<br>2958                     | 88.1<br>3015 | 89.7<br>3087    | 91.6<br>3225                      | 94.1<br>3410        |              |
| ENGINE ANTI ICE ON<br>ΔFF = + 3.5 %                                                    |              |              | TOTAL ANTI ICE ON<br>ΔFF = + 7 % |              |                 | PER 1° ABOVE ISA<br>ΔFF = + 0.3 % |                     |              |

图2-5(空客飞机)

【思考题】

如图 2-1，已知某 A320 飞机在巡航高度 FL350 出现了一台发动机失效，飞机重量为 60 吨，空调开，防冰关，巡航高度外界温度为-40℃，试确定绿点（GREEN DOT）飘降的净升限为多少？根

据图 2-2，若飞机以 0.78 马赫开始飘降，确定飞机到达净升限时的时间、燃油消耗以及距离（发动机防冰、所有防冰关，IAS 条件）。

.....

### 3.3.2.3.商载航程图的使用

#### 【知识掌握程度】

理解最大商载航程、最大燃油航程及转场航程的概念。

#### 【知识点】

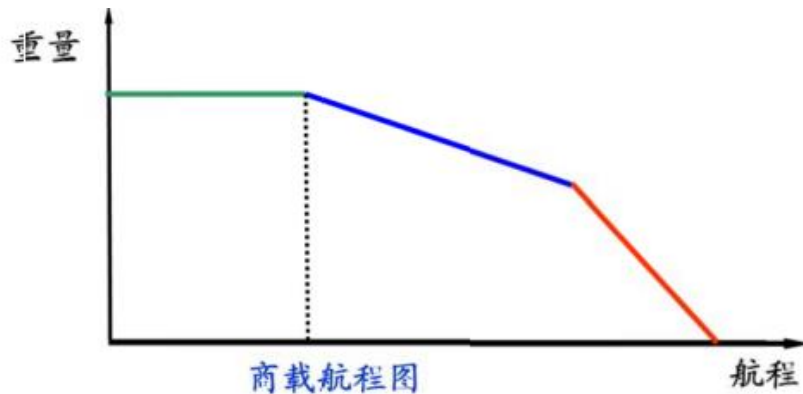
##### 一、最大商载航程（经济航程）

经济航程是指飞机在最大商载条件下可获得的最大航程。

##### 二、最大燃油航程

##### 三、转场航程

##### 四、分析在最大商载航程、最大燃油航程以及转场航程内的商载、燃油和起飞重量的关系



#### 【思考题】

如图所示，在图上标出最大商载航程、最大燃油航程和转场航程。

.....

### 3.3.2.4.航路风对航程的影响及图表使用

#### 【知识掌握程度】

掌握风速因子表的使用方法。

#### 【知识点】

##### 一、理解梯度风的概念

梯度风是指风速随高度变化的风。

##### 二、逆风使航程减小，顺风使航程增长。巡航中，顺风对飞行有利。

三、遇到逆风风速随高度增加而增大的梯度风，或顺风风速随高度的增大而减小的梯度风，可能需适当地降低飞行高度。

四、逆风风速减小或顺风风速增大，可以增大航程；但若降低了飞行高度，飞机偏离远航高度（静风远航高度一般较高），巡航性能变差，会使得航程减小。因此飞行员应把飞机降低到使航程增加量大于使航程减小量的飞行高度上。

五、理解和使用风速因子表或图

| 高度 × 1000<br>(英尺) | 巡航重量 × 1000磅 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | 240          | 230 | 220 | 210 | 200 | 190 | 180 | 170 | 160 | 150 | 140 |
| 41                |              |     |     |     |     | 18  | 7   | 1   | 0   | 2   | 8   |
| 39                |              |     |     | 19  | 8   | 2   | 0   | 1   | 4   | 11  | 19  |
| 37                |              | 18  | 8   | 3   | 0   | 0   | 3   | 8   | 15  | 23  | 32  |
| 35                | 7            | 2   | 0   | 0   | 2   | 6   | 12  | 19  | 27  | 36  | 46  |
| 33                | 0            | 0   | 2   | 6   | 11  | 17  | 24  | 32  | 40  | 50  | 60  |
| 31                | 2            | 6   | 11  | 16  | 22  | 29  | 37  | 45  | 54  | 64  | 75  |
| 29                | 11           | 16  | 22  | 28  | 35  | 42  | 50  | 59  | 68  | 78  | 88  |
| 27                | 22           | 28  | 34  | 40  | 48  | 55  | 64  | 73  | 82  | 91  | 102 |
| 25                | 34           | 40  | 46  | 53  | 61  | 69  | 77  | 86  | 95  | 104 |     |

【思考题】

已知预报 FL370 逆风 40kt，FL350 逆风 30kt，FL330 逆风 5kt，FL310 无风，飞机重量 190klb，使用图表确定最佳巡航高度。

~~~~~

3.4.下降性能

3.4.1.下降性能的概念

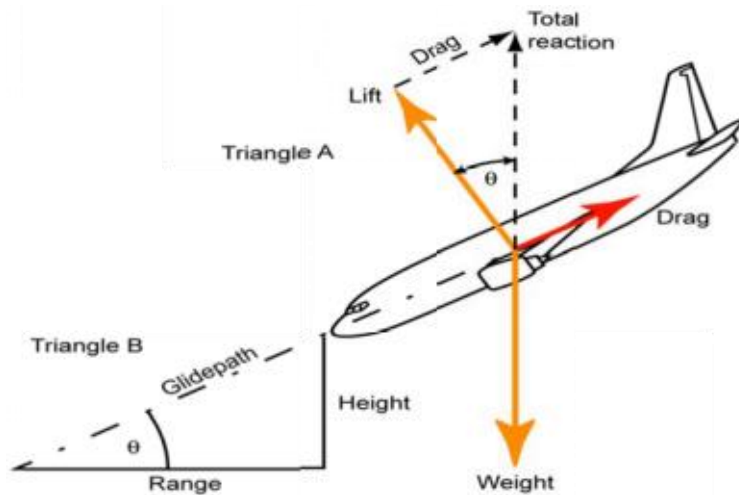
3.4.1.1.下降角和下降率

【知识掌握程度】

- 理解下降角和下降率的定义及作用；
- 理解影响下降角和下降率的因素；
- 掌握无风、顺逆风时下降角、下降率的计算方法。

【知识点】

一、下降角和下降率的定义



二、喷气式飞机最小下降角速度与最小阻力速度 V_{MD} 的关系

三、最小下降率速度和最大下降率速度的确定

- 1、用最小功率速度 V_{MP} 下降，获得的下降率最小。
- 2、为获得最大下降率，下降角和下降速度都应尽可能大，能获得最大下降率的速度等于或小于操作限制速度 M_{MO}/V_{MO} 。

四、飞机重量、襟翼和起落架以及顺逆风对下降角和下降率的影响

五、低速和高速下降方式

- 1、低速下降方式下降段的水平距离较长，发动机处于慢车状态，比较省油。正常下降用低速下降方式。
- 2、高速下降方式则时间短，水平距离也短，但增加了巡航段的燃油消耗。高速下降主要用于特殊情况，也称应急下降。

【思考题】

简述顺逆风对下降角和下降率的影响。

.....

3.4.1.2.应急下降

【知识掌握程度】

了解座舱失压后应急下降的特点；
了解氧气系统的分类、特点及规章相关的供氧要求。

【知识点】

一、使用应急下降的典型情况——座舱失压

在巡航飞行过程中，若座舱失压，应果断进行应急下降，因为舱压下降，乘客缺氧可能丧失有效意识。

二、飞机客舱供氧系统通常使用化学氧气系统或气体氧气系统

1、化学氧气系统的特性

(1) 有一个独立的化学发生器，拉下面罩后即被启动。其后，不能停止氧气流。氧气流量和供氧压力与客舱高度无关。

(2) 对旅客的供氧有一个特定的时间段，如 15 或 22 分钟。对于这种系统，预先就确定了最大飞行剖面。

2、气体氧气系统的特性

(1) 可以按客户需要选择高压氧气瓶的数量。

(2) 氧气流量和供氧压力取决于高度。流速由每个面罩容器上的高度表式流量调节装置控制。这样可以优化旅客用氧：高度越低，氧气流量越小。

(3) 供氧时间取决于飞行剖面以及所装氧气瓶的数量。客舱高度低于 10,000 英尺时，没有氧气流量。

三、旅客供氧要求

座舱气压高度 >4600 米 (15000 英尺)	要为机上全部旅客供氧	CCAR-121 部 121.329 (c) (3)
座舱气压高度 >4300 米 (14000 英尺) 但 ≤4600 米 (15000 英尺)	要为机上 30%旅客供氧	CCAR-121 部 121.329 (c) (2)
座舱气压高度 >3000 米 (10000 英尺) 但 ≤4300 米 (14000 英尺)	要为至少 10%的旅客供氧	CCAR-121 部 121.333 (e) (2)
	客舱乘员供氧时间不得少于 10 分钟	CCAR-121 部 121.333 (e) (2)
座舱气压高度 >2400 米 (8000 英尺)	为 2%旅客供氧 (急救用便携式氧气瓶)	CCAR-121 部 121.333 (e) (3)

四、氧气剖面 and 性能剖面的概念及关系

DESCENT - M.78/300KT/250KT									
IDLE THRUST NORMAL AIR CONDITIONING ANTI-ICING OFF			ISA CG=33.0%		MAXIMUM CABIN RATE OF DESCENT 350FT/MIN				
WEIGHT (1000KG)	45				65				
FL	TIME (MIN)	FUEL (KG)	DIST. (NM)	N1	TIME (MIN)	FUEL (KG)	DIST. (NM)	N1	IAS (KT)
390	16.1	204	101	68.8	17.4	165	106	IDLE	241
370	14.6	174	89	69.9	16.7	160	100	IDLE	252
350	12.9	134	77	72.1	16.0	156	95	IDLE	264
330	12.0	119	70	IDLE	15.4	153	91	IDLE	277
310	11.6	117	67	IDLE	14.8	149	86	IDLE	289
290	11.1	114	64	IDLE	14.2	145	82	IDLE	300
270	10.6	110	59	IDLE	13.4	141	76	IDLE	300
250	10.0	107	55	IDLE	12.7	136	71	IDLE	300
240	9.7	105	53	IDLE	12.3	133	68	IDLE	300
220	9.1	100	49	IDLE	11.5	127	62	IDLE	300
200	8.5	94	45	IDLE	10.6	119	56	IDLE	300
180	7.8	86	40	IDLE	9.8	109	51	IDLE	300
160	7.1	78	36	IDLE	8.8	97	45	IDLE	300
140	6.3	67	31	IDLE	7.9	83	39	IDLE	300
120	5.6	57	27	IDLE	6.9	70	33	IDLE	300
100	4.9	48	23	IDLE	6.0	58	28	IDLE	300
50	1.7	15	7	IDLE	2.1	18	9	IDLE	250
15	.0	0	0	IDLE	.0	0	0	IDLE	250
CORRECTIONS	LOW AIR CONDITIONING		ENGINE ANTI ICE ON		TOTAL ANTI ICE ON		PER 1° ABOVE ISA		
TIME	-		+ 6 %		+ 6 %		-		
FUEL	- 2 %		+ 28 %		+ 44 %		+ 0.2 %		
DISTANCE	-		+ 3 %		+ 4 %		+ 0.3 %		

【思考题】

已知 A320 飞机着陆重量为 65 吨，机场压力高度 1500ft，巡航高度 FL310，防冰打开，试确定飞机下降的距离？

~~~~~



## 3.5.着陆性能

### 3.5.1.着陆速度和着陆距离的概念

#### 3.5.1.1.着陆最小操纵速度

##### 【知识掌握程度】

了解着陆最小操纵速度的定义。

##### 【知识点】

##### 一、着陆最小操纵速度 $V_{MCL}$ 的定义

着陆最小操纵速度  $V_{MCL}$  是指当着陆构型条件下进场着陆,当临界发动机突然停车时,飞行员能在该发动机继续停车的情况下使用正常操纵技巧保持对飞机的操纵,并维持坡度不大于  $5^\circ$  的直线飞行。

##### 二、着陆最小操纵速度 $V_{MCL-2}$ 的定义

双发飞机只需确定  $V_{MCL}$ ,但对于三发或四发飞机还需确定一台临界发动机停车时进场和着陆进场期间的最小操纵速度  $V_{MCL-2}$ ,它是校正空速,在此速度,当第二台临界发动机突然停车时,能在这两台发动机继续停车的情况下保持对飞机的操纵,并维持坡度不大于  $5^\circ$  的直线飞行。

##### 三、发动机推力和重量等对着陆最小操纵速度的影响

##### 四、飞机的进场速度与着陆最小操纵速度的关系

##### 【思考题】

简述着陆最小操纵速度  $V_{MCL}$  的定义及其与着陆进场速度与其的关系?

.....

#### 3.5.1.2.着陆进场参考速度及最后进近速度

##### 【知识掌握程度】

理解着陆进场参考速度和最后进近速度的概念;

掌握规章关于着陆进场参考速度的规定。

##### 【知识点】

##### 一、着陆进场参考速度

着陆进场参考速度  $V_{REF}$  不得小于  $1.23 V_{SRO}$  (着陆构型参考失速速度) 或  $1.3 V_S$  和  $V_{MCL}$ 。

##### 二、最后进近速度

进近中,飞机以不小于  $V_{REF}$  的最后进近速度  $V_{APP}$  稳定进近一直到 50 英尺的高度。

##### 三、飞机的着陆构型和着陆重量对着陆进场参考速度 $V_{REF}$ 的影响

##### 四、最后进近速度 $V_{APP}$ 与着陆进场参考速度 $V_{REF}$ 的关系

实际运行中， $V_{APP}$ 是在 $V_{REF}$ 的基础上考虑风的修正后确定的速度，即 $V_{APP}$ 与 $V_{REF}$ 的关系如下： $V_{APP}=V_{REF}+$ 风修正

通常顺风不做修正，逆风需要修正，具体修正的量由制造商给出。

**【思考题】**

简述着陆构型和着陆重量对进场参考速度 $V_{REF}$ 的影响？

.....

**3.5.1.3.审定着陆距离和实际着陆距离**

**【知识掌握程度】**

了解审定着陆距离的概念及到达时着陆距离评估的要求和计算方法；  
理解实际着陆距离的概念；  
掌握现代运输机的主要制动措施和工作特点。

**【知识点】**

一、审定着陆距离的定义

CCAR-25 部第 25.125 条规定，按人工驾驶着陆、人工最大刹车、以入口速度（ $V_{REF}$ ）、50 英尺高度进跑道、水平干跑道、标准大气温度计算的从跑道入口到全停时用的距离。审定着陆距离也称演示着陆距离（Demonstrated Landing Distance），它未包含任何安全余量，也不使用自动刹车、自动着陆系统、平视导引（HUD）系统或反推，审定着陆距离通常不等于实际着陆距离。

二、实际着陆距离的定义

实际着陆距离是根据报告的气象和道面条件、标高、跑道坡度、飞机重量、飞机构型、进场速度、自动着陆系统或 HUD 系统的使用，以及预计着陆时将要使用的减速设备等条件所对应的着陆距离。该距离中不包括任何的安全余量，代表了飞机在此条件下的最佳性能。

三、干跑道审定着陆距离确定时考虑的制动措施

四、实际着陆距离确定时考虑的制动措施

五、到达时着陆距离评估的要求和计算方法

六、现代运输机的主要制动措施和工作特点

现代运输机的制动系统主要有刹车及刹车防滞系统、扰流板和反推。

1、刹车是着陆中的基本制动手段，尤其是在低速滑跑时，它可以提供近 70%的减速度。现代运输机上普遍使用了功能完善的刹车防滞系统，其主要作用在于通过调节刹车压力从而使机轮维持在最佳打滑率状态，以获得最高的刹车效率和方向控制能力，并能有效地防止刹车时出现机轮锁死、拖胎等现象。

2、扰流板的基本作用是通过破坏机翼上表面绕流从而减小升力，并增大气动阻力。从其减速的效果来看，最关键的作用还是破坏机翼升力，提高作用于机轮上的正压力而增强

刹车的效果。

3、反推是着陆滑跑中的一个重要减速工具，尤其是在湿滑道面条件下，其减速作用往往是决定性的。反推的最佳减速效果是在高速滑跑阶段，随着滑跑速度的减小，其减速作用也相应下降。

**【思考题】**

简述干跑道审定着陆距离确定时的条件和使用的制动措施？

.....

**3.5.1.4.所需着陆距离和可用着陆距离**

**【知识掌握程度】**

- 理解所需着陆距离的概念；
- 掌握可用着陆距离的概念；
- 了解签派放行的要求。

**【知识点】**

一、所需着陆距离的定义

- 1、在 CCAR-25 部中第 25.125 条所要求的审定着陆距离基础上再加上适用的运行规章所定义的飞行前的计划安全余量所得到的着陆距离。
- 2、对于干道面，规章中关于签派放行所要求的所需着陆距离为审定着陆距离的 1.67 倍。
- 3、对于湿道面，规章中关于签派放行所要求的所需着陆距离为干道面着陆距离的 1.15 倍。

二、可用着陆距离的定义

可用着陆距离是指公布的跑道可用着陆距离。该距离可能会比跑道的总长度更短，例如跑道入口内移这种情况。

三、干跑道、湿跑道和污染跑道条件下所需着陆距离与审定着陆距离的关系

四、在不同的道面条件下（干、湿和污染）签派放行对所需着陆距离与可用着陆距离的要求

**【思考题】**

简述干跑道和湿跑道条件下所需着陆距离与干跑道审定着陆距离的关系。

~~~~~

3.5.2.着陆的限制和要求

3.5.2.1.着陆场地跑道长度和飞机结构强度对最大着陆重量的限制和结构限制

【知识掌握程度】

- 掌握跑道长度对着陆重量的限制及图表使用；
- 了解飞机结构强度对最大着陆重量的限制。

【知识点】

一、着陆跑道长度限制的要求

1、场地长度限制的最大着陆重量就是指使着陆过程能够在可用跑道长度内完成的最大着陆重量。

2、由于着陆重量越大，着陆所需距离越长，当着陆所需距离增长到着陆可用距离时，着陆重量达到了最大值。

二、飞机结构强度限制

1、飞机结构强度对最大着陆重量的限制主要是考虑到飞机起落架和机体所能承受的着陆冲击载荷。

2、结构限制的最大着陆重量具体数据由各型飞机手册给出。

三、波音和空客飞机跑道长度限制最大着陆重量计算表的使用

Landing Field Limit Weight**Flaps 40****Based on anti-skid operative and automatic speedbrakes****Wind Corrected Field Length (FT)**

FIELD LENGTH AVAILABLE (FT)	WIND COMPONENT (KTS)							
	-15	-10	-5	0	10	20	30	40
3000			2670	3000	3220	3440	3680	3910
3400		2720	3060	3400	3630	3870	4110	4360
3800	2750	3090	3440	3800	4040	4290	4540	4800
4200	3110	3470	3830	4200	4450	4710	4970	5240
4600	3480	3840	4210	4600	4860	5130	5410	5690
5000	3840	4210	4600	5000	5270	5550	5840	6130
5400	4200	4590	4990	5400	5680	5970	6270	6570
5800	4560	4960	5370	5800	6090	6390	6700	7020
6200	4920	5330	5760	6200	6500	6810	7130	7460
6600	5280	5710	6140	6600	6910	7230	7560	7900
7000	5640	6080	6530	7000	7320	7650	7990	8350
7400	6000	6450	6910	7400	7730	8070	8420	
7800	6360	6830	7300	7800	8140	8490		
8200	6720	7200	7690	8200	8550			

Field Limit Weight (1000 LB)

WIND CORRECTED FIELD LENGTH (FT)	AIRPORT PRESSURE ALTITUDE (FT)							
	0		1000		2000		3000	
	DRY	WET	DRY	WET	DRY	WET	DRY	WET
3800	92.6		89.8		87.0			
4200	106.2	87.6	103.0	85.0	99.9		96.9	
4600	120.0	99.4	116.5	96.4	112.9	93.4	109.5	90.6
5000	134.0	111.3	130.1	108.0	126.2	104.7	122.4	101.5
5400	147.4	123.4	143.3	119.7	139.2	116.1	135.1	112.6
5800	158.9	135.5	154.8	131.6	150.8	127.6	146.9	123.8
6200	170.4	147.1	165.9	143.0	161.4	138.9	157.3	134.8
6600	180.0	157.1	176.4	153.2	172.1	149.2	167.6	145.1
7000		167.1		162.8	180.0	158.4	177.4	154.4
7400		176.5		172.1		167.8		163.4

【思考题】

已知某 B737-700 机型着陆条件如下：着陆可用距离为 7000ft，顺风 5kt，着陆襟翼 40°，机场压力高度 2000ft，根据图表确定场地限制的最大着陆重量？

.....

3.5.2.2.进近复飞和着陆复飞梯度对最大着陆重量的限制

【知识掌握程度】

掌握复飞爬升梯度对着陆重量的限制及图表使用。

【知识点】

一、进近复飞规定

一台发动机不工作，TOGA 推力，起落架收上，缝翼和襟翼处于进近形态，复飞爬升速度 $\leq 1.5V_S$ 的条件下的复飞。

二、着陆复飞的规定

发动机均正常工作，推力控制从最小飞行慢车运动到 TOGA 推力 8 秒后，推力可用，起落架放下，缝翼和襟翼处于着陆形态，且爬升速度 $\leq 1.3V_S$ 的条件下的复飞。

三、双发飞机进近复飞和着陆复飞的规章梯度要求

- 1、进近爬升最低梯度为：双发 2.1%
- 2、着陆复飞最低梯度为：所有机型均为 3.2%。

四、对于双发飞机进近爬升和着陆爬升限制的最大着陆重量的关系确定

五、使用波音和空客飞机着陆和爬升限制表确定着陆和爬升限制重量

【思考题】

简述双发飞机进近复飞的条件和法规要求的爬升梯度？

~~~~~

**3.5.3.湿和污染跑道运行**

**3.5.3.1.湿、污染跑道的定义**

**【知识掌握程度】**

了解干道面、湿道面和污染道面的定义。

**【知识点】**

一、干跑道

干跑道：飞机起降需用距离和宽度范围内的表面上没有污染物或可见的潮湿条件的跑道。对于经过铺筑、带沟槽或具有多孔摩擦材料处理，即使在有湿气时也能保持“有效干”的刹车效应的跑道也算干跑道。

## 二、湿跑道

湿跑道：当跑道表面覆盖有厚度等于或小于 3 毫米（0.118 英寸）的水，或者当量厚度等于或小于 3 毫米（0.118 英寸）深的融雪、湿雪、干雪；或者跑道表面有湿气但并没有积水时，这样的跑道被视为湿跑道。

## 三、污染跑道

污染跑道：飞机起降需用距离的表面可用部分的长和宽内超过 25%的面积（单块或多块区域之和）被超过 3 毫米（0.118 英寸）深的积水，或者被当量厚度超过 3 毫米（0.118 英寸）水深的融雪、湿雪、干雪，或者压紧的雪和冰（包括湿冰）等污染物污染的跑道。

如果跑道的重要区域，包括起飞滑跑的高速段或起飞抬轮和离地段的跑道表面被上述污染物覆盖，也应该算作污染跑道。

### 【思考题】

简述湿跑道的定义？

.....

### 3.5.3.2.湿跑道和污染跑道上着陆性能特点

#### 【知识掌握程度】

理解湿跑道和污染跑道上着陆的性能特点；

了解动态滑水、粘性滑水及橡胶还原滑水的定义及特点。

#### 【知识点】

在湿跑道或有积水，融雪，雪或冰的污染跑道上着陆，对着陆性能的主要影响在于：刹车效应会明显变差，出现滑水的可能性较大，飞机的方向控制能力会削弱。

#### 一、刹车作用

跑道上的液体污染物（如积水，融雪或干雪）或硬质污染物（如压实的雪或冰）的出现，通过以下方式，不利地影响了刹车性能（减速度）：

1、减小轮胎和跑道表面的摩擦力。

2、在跑道表面和轮胎之间形成一道液体层，因而减少了接触面积从而形成了滑水的风险（也就是完全失去轮胎和跑道表面之间的接触和摩擦）。

#### 二、滑水

当轮胎胎面与跑道表面上的液体污染物相互挤压时，产生的流体动力将机轮部分或完全抬高道面，使机轮转速下降甚至停转，这种现象叫滑水。滑水导致轮胎和跑道之间的摩擦系数减小或丧失。

滑水根据其产生的程度不同可分为三种形式：粘性滑水、动态滑水、橡胶还原滑水。

#### 1、粘性滑水

当积水层较浅时一般出现这种形式的滑水。此时轮胎与道面间仍存在接触，发生粘性滑水时机轮摩擦力减小，并伴随有转速下降。

## 2、动态滑水

(1) 此时积水层产生的流体动力将机轮完全托起离开道面，轮胎好像是在水上滑行。出现动态滑水后机轮转速将大大下降，甚至出现停转和反转。

(2) 产生动态滑水的两个条件：

(a) 临界滑水速度；

(b) 滑水临界水深。

(3) 临界滑水速度大小唯一取决于胎压。

(4) 滑水临界水深一般为 2.5 毫米至 12.5 毫米。

## 3、橡胶还原滑水

(1) 当轮胎长时间停转，也即出现“拖胎”时，如果是发生在干道面上则势必引起轮胎所谓擦伤甚至爆胎。

(2) 而在积水道面上时，摩擦产生的高温则使橡胶变软、发粘而还原，同时积水层受热蒸发形成的水蒸气将胎面托起离开道面。

### 【思考题】

简述产生动态滑水的条件？

~~~~~

3.6.飞行计划

3.6.1.燃油计划

3.6.1.1.燃油政策

【知识掌握程度】

掌握 CCAR-121 部关于加油量的规定；
了解计算加油量时需要考虑的其他因素。

【知识点】

一、加油量的规定

根据 CCAR-121 部第 121.657 条，油量应包括：

- 1、滑行燃油：起飞前预计消耗的燃油量；
- 2、航程燃油：考虑到 CCAR-121 部第 121.663 条的运行条件，允许飞机从起飞机场或从重新签派或放行点飞到目的地机场着陆所需的燃油量；
- 3、不可预期燃油：为补偿不可预见因素所需的燃油量。根据航程燃油方案使用的燃油消耗率计算，它占计划航程燃油 10% 的所需燃油，但在任何情况下不得低于以等待速度在目的地机场上空 450 米（1500 英尺）高度上在标准条件下飞行 15 分钟所需的燃油量；
- 4、备降燃油：飞机有所需的燃油以便能够：
 - （1）在目的地机场复飞；
 - （2）爬升到预定的巡航高度；
 - （3）沿预定航路飞行；
 - （4）下降到开始预期进近的一个点；
 - （5）在放行单列出的目的地的最远备降机场进近并着陆；
- 5、最后储备燃油：使用到达目的地备降机场，或者不需要目的地备降机场时，到达目的地机场的预计着陆重量计算得出的燃油量，对于涡轮发动机飞机，以等待速度在机场上空 450 米（1500 英尺）高度上在标准条件下飞行 30 分钟所需的油量；
- 6、酌情携带的燃油：合格证持有人决定携带的附加燃油。

二、计算加油量时需要考虑的因素

根据 CCAR-121 部第 121.663 条，计算加油量时还应考虑以下因素：

- 1、风和其他天气条件预报；
- 2、飞机的预计重量；
- 3、航行通告；
- 4、气象实况报告或气象实况报告、预报两者的组合；
- 5、空中交通服务程序、限制及预期的延误；

- 6、延迟维修项目和/或构型偏离的影响；
- 7、空中释压和航路上台发动机失效的情况；
- 8、可能延误飞机着陆的任何其他条件。

【思考题】

不可预期燃油是如何规定的？

.....

3.6.1.2.燃油计算

【知识掌握程度】

掌握燃油图表的使用方法。

【知识点】

一、航程燃油的计算

要求会查 Boeing、Airbus 的航程燃油计算图表。

二、备降燃油的计算

方法与航程燃油的计算方法相同。

三、最后储备油的计算

使用等待燃油计算图表，用到达备降机场上空的着陆重量计算 30 分钟所需的燃油。

四、不可预期燃油

取下列两者较大者：

- 1、航程燃油的 10%；
- 2、使用等待燃油计算图表，用到达目的地机场着陆的重量计算 15 分钟所需的燃油。

【思考题】

已知某国际航线的目的地备降场的机场标高为 3500ft，温度为 18℃，等待航线为田径跑道形，等待结束的飞机重量为 60t，根据下表计算等待燃油。

【思考题】

起飞备降机场的选择范围是多少？

.....

3.6.2.2.备降机场最低天气标准

【知识掌握程度】

理解备降机场最低天气标准要求。

【知识点】

根据 CCAR-121 部第 121.643 条规定：

(a) 对于签派或者飞行放行单上所列的备降机场，应当有相应的天气实况报告、预报或者两者的组合表明，当飞机到达该机场时，该机场的天气条件等于或者高于合格证持有人运行规范规定的备降机场最低天气标准。

(b) 在确定备降机场天气标准时，合格证持有人不得使用标注有“未批准备降机场天气标准”的仪表进近程序。

(c) 在确定备降机场天气标准时，应当考虑风、条件性预报、最低设备清单条款限制等影响因素。

(d) 在合格证持有人运行规范中，签派或者放行的标准应当在经批准的该机场的最低运行标准上至少增加下列数值，作为该机场用作备降机场时的最低天气标准：

(1) 对于至少有一套可用进近设施的机场，其进近设施能提供直线非精密进近程序、直线类精密进近程序或直线 I 类精密进近程序，或在适用时可以从仪表进近程序改为盘旋机动，最低下降高 (MDH) 或者决断高 (DH) 增加 120 米 (400 英尺)，能见度增加 1600 米 (1 英里)；

(2) 对于至少有两套能够提供不同跑道直线进近的可用进近设施的机场，其进近设施能提供直线非精密进近程序、直线类精密进近程序或直线 I 类精密进近程序，应选择两个服务于不同适用跑道的进近设施，在相应直线进近程序的决断高 (DH) 或最低下降高 (MDH) 较高值上增加 60 米 (200 英尺)，在能见度较高值上增加 800 米 (1/2 英里)。

(e) 如选择具备 II 类或 III 类精密进近的机场作为备降机场计算备降机场天气标准，合格证持有人必须确保机组和飞机具备执行相应进近程序的资格，且飞机还应具备 III 类一发失效进近能力。此时，签派或者放行标准应按以下数值确定：

(1) 对于至少一套 II 类精密进近程序的机场，云高不得低于 90 米，能见度或跑道视程不得低于 1200 米；

(2) 对于至少一套 III 类精密进近程序的机场，云高不得低于 60 米，能见度不得低于 800 米，或云高不得低于 60 米，跑道视程不得低于 550 米。

(f) 如选择具备基于 GNSS 导航源的类精密进近程序的机场作为备降机场计算备降机场天气标准时, 合格证持有人应当经过局方批准并确保:

- (1) 机组和飞机具备执行相应进近程序的资格;
- (2) 在签派或放行时, 不得在目的地机场和备降机场同时计划使用类精密进近程序;
- (3) 对使用基于 GNSS 导航源的类精密进近的机场, 应当检查航行资料或航行通告并进行飞行前接收机自主完好性 (RAIM) 预测;
- (4) 对于使用 RNP AR 程序的备降机场, 计算备降机场天气标准所基于的 RNP 值不得低于 RNP 0.3;
- (5) 在目的地机场有传统进近程序可用;
- (6) 在确定本条 (d) 款中的进近导航设施构型时, 应当将基于同一 GNSS 星座的仪表进近程序当作一套进近导航设施。

【思考题】

对于只有一套可用进近设施与程序的机场, 若被用作备降机场, 其最低天气标准是什么?

.....

3.6.2.3.仪表飞行规则国内定期载客运行的目的地备降机场

【知识掌握程度】

理解仪表飞行规则国内定期载客运行的目的地备降机场选择要求。

【知识点】

CCAR-121 部第 121.639 条 仪表飞行规则国内定期载客运行的目的地备降机场:

(a) 按照仪表飞行规则签派飞机飞行前, 应当在签派单上至少为每个目的地机场列出一个备降机场。当目的地机场和第一备降机场的天气条件预报都处于边缘状态时, 应当再指定至少一个备降机场。但是, 如果天气实况报告、预报或者两者的组合表明, 在飞机预计到达目的地机场时刻前后至少 1 小时的时间段内, 该机场云底高度和能见度符合下列规定并且在每架飞机与签派室之间建立了独立可靠的通信系统进行全程监控, 则可以不选择目的地备降机场:

- (1) 机场云底高度至少在公布的最低的仪表进近最低标准中的最低下降高 (或者决断高) 之上 450 米 (1500 英尺), 或者在机场标高之上 600 米 (2000 英尺), 取其中较高值;
- (2) 机场能见度至少为 4800 米 (3 英里), 或者高于目的地机场所用仪表进近程序最低的适用能见度最低标准 3200 米 (2 英里) 以上, 取其中较大者。

(b) 目的地备降机场的天气条件应当满足备降机场最低天气标准。

【思考题】

什么情况下需要为目的地机场选择两个备降场?

.....

3.6.2.4.国际定期载客运行的目的地备降机场

【知识掌握程度】

理解国际定期载客运行的目的地备降机场选择要求。

【知识点】

(a) 按照仪表飞行规则签派飞机飞行前，应当在签派单上为每个目的地机场至少列出一个备降机场。但在下列情形下，如果在每架飞机与签派室之间建立了独立可靠的通信系统进行全程监控，则可以不选择目的地备降机场：

(1) 当预定的飞行不超过 6 小时，且相应的天气实况报告、预报或者两者的组合表明，在预计到达目的地机场时刻前后至少 1 小时的时间内，目的地机场的天气条件符合下列规定：

(i) 机场云底高度符合下列两者之一：

(A) 如果该机场需要并准许盘旋进近，至少在最低的盘旋进近最低下降高(MDA) 之上 450 米 (1500 英尺)；

(B) 至少在公布的最低的仪表进近最低标准中的最低下降高度 (MDA) 或者决断高度 (DA) 之上 450 米 (1500 英尺)，或者机场标高之上 600 米 (2000 英尺)，取其中较高者。

(ii) 机场能见度至少为 4800 米 (3 英里)，或者高于目的地机场所用仪表进近程序最低的适用能见度最低标准 3200 米 (2 英里) 以上，取其中较大者。

(2) 该次飞行是在前往无可用备降机场的特定目的地机场的航路上进行的，而且飞机有足够的燃油来满足 CCAR-121 部第 121.659 条 (b) 款或者第 121.661 条 (b) 款的要求。

(b) 目的地备降机场的天气条件应当满足备降机场最低天气标准。

【思考题】

请列举在何种情况下国际定期载客飞行可以不选择目的地备降机场。

.....

3.6.2.5.仪表飞行规则补充运行的目的地备降机场

【知识掌握程度】

了解仪表飞行规则补充运行的目的地备降机场选择要求。

【知识点】

根据 CCAR-121 部第 121.642 条规定：

(a) 除本条 (b) 款规定外，当放行飞机按照仪表飞行规则进行补充运行时，应当在飞行放行单中至少为每个目的地机场列出一个备降机场。

(b) 对于在国外飞行的航路上，当特定目的地机场无可用备降机场时，如果飞机装载了本规则第 121.659 条规定的燃油，在仪表飞行规则下可以不指定备降机场。

(c) 根据本条 (a) 款规定, 备降机场天气条件应当符合第 121.643 条规定的标准。

(d) 除非放行单上列出了每个必需的备降机场, 否则不得放行飞机。

【思考题】

请列举仪表飞行规则补充飞行可以不选择目的地备降机场的条件。

~~~~~

### 3.6.3.详细的飞行计划

#### 3.6.3.1.详细飞行计划的制定过程

**【知识掌握程度】**

了解详细飞行计划的一般制定过程。

**【知识点】**

详细飞行计划的一般制定过程:

- 一、航空器适航限制的分析;
- 二、机组天气标准的检查;
- 三、航行资料分析;
- 四、天气资料分析;
- 五、备降场的选择;
- 六、航行要素的分析七、航路资料查找;
- 八、航路资料总结;
- 九、简易飞行计划的制定;
- 十、详细飞行计划的制定;
- 十一、准备签派放行单及 FPL 报。

**【思考题】**

选择备降场时应该考虑哪些因素?

.....

#### 3.6.3.2.计算机飞行计划

**【知识掌握程度】**

掌握计算机飞行计划识读。

**【知识点】**

一、内容

计算机飞行计划中包括航班基本信息、飞机重量及油量数据、航路数据、每个航路点的详细信息和 FPL 报等内容。

## 二、计算机飞行计划的识读

能够辨别计算机飞行计划单中每一项的含义。

```
PLAN 8100 XX7281 ZBHH TO ZBAA A320 --- 30/F --- IFR --- 19/09/19
NONSTOP COMPUTED 0730Z FOR ETD 1000Z PROGS 0600NWS B6116 KGS
MTOW --- 73500 --- MLW --- 64500 --- MZFW --- 61000 --- OPCG
-----
----- FUEL --- TIME --- DIST ARRIVE TAKEOFF --- LAND --- AV PLD --- OPNLWT
POA ZBAA 001865 00/47 --- 0303 --- 0047Z --- 059237 --- 057372 --- 013000 --- 041244
ALT ZBHH 001616 00/35 --- 0224 --- 0123Z
RES ----- 000970 00/30
CONT ---- 000542 00/15
XTR ----- 000000 00/00
TXI ----- 000000
TOT ----- 004993 02/08
```

### 【思考题】

上图为计算机飞行计划的部分内容，其中不可预期燃油是多少？

~~~~~

3.6.4.特殊飞行计划

3.6.4.1.ETOPS 飞行计划

【知识掌握程度】

了解 ETOPS 飞行计划的概念及制定流程。

【知识点】

一、ETOPS 飞行的概念

延程运行 (ETOPS): 是指飞机的运行航路上有一点到合适机场的距离超过 60 分钟飞行 (以双发涡轮为动力的飞机) 或超过 180 分钟飞行 (以两台以上涡轮发动机为动力的客机) 的运行。在确定航程时, 假设飞机在标准条件下静止大气中以经批准的一台发动机不工作时的巡航速度飞行。

二、合适机场的定义

合适机场是指达到 CCAR-121 部第 121.197 条规定的着陆限制要求且局方批准合格证持有人使用的机场, 它可能是下列两种机场之一:

1、合适机场是经审定适合大型飞机公共航空运输承运人所用飞机运行的, 或符合其运行所需等效安全要求的机场, 但不包括只能为飞机提供救援和消防服务的机场;

2、对民用开放的可用的军用机场。

三、等时点的计算

四、计算临界燃油时需考虑的因素

从关键点到航路备降场的燃油，即临界燃油储备。为了确定临界燃油需要考虑以下三种关键情况：

- 1、在关键点出现增压故障；
- 2、在关键点同时出现增压故障和一台发动机故障；
- 3、在关键点出现一台发动机故障。

五、指定备降机场的改航备降关注时间段

指定备降机场的改航备降关注时间段指从最早预计到达时刻之前一个小时开始，至最晚预计到达时刻之后一个小时之间的时间范围。

六、航路备降机场的天气最低标准

进近设施配置	云高	能见度
两条不交叉跑道具有两套仪表着陆系统（ILS）进近程序	120米（400英尺）或决断高（DH）之上增加60米（200英尺），取较高值	1600米（1英里）或着陆最低能见度之上增加800米（1/2英里），取较高值
单个精密进近程序	180米（600英尺）或决断高（DH）之上增加120米（400英尺），取较高值	3200米（2英里）或着陆最低能见度之上增加1600米（1英里），取较高值
只有非精密进近程序	240米（800英尺）或最低下降高（MDH）以上增加120米（400英尺），取较高值	3200米（2英里）或着陆最低能见度增加1600米（1英里），取较高值

【知识扩展】

1、ETOPS 操作临界点（又叫关键点 CP）

指 ETOPS 航路的许多等时点（ETP）中的一个点，从该点如果开始实施改航时必须满足在该点的 ETOPS 运行临界燃油要求。

2、ETOPS 放行燃油要求为标准燃油计划和 ETOPS 燃油计划两者中的较高值。

ETOPS 燃油计划包含两部分：

- （1）一部分是从起飞机场到关键点 CP 的标准燃油；
- （2）一部分是从 CP 到航路备降场的燃油，即临界燃油储备。

3、延程运行航段（ETOPS Segment）

是指计划航路上处在延程运行区域中的部分。一条延程运行航线上可能存在多段延程运行航段。每一段延程运行航段都是由前后两个延程运行指定备降机场来确定的。

4、延程运行进入点（ETOPS Entry Point）（EEP）

是指延程运行航路上进入第一段延程运行航段的进入点。

5、延程运行退出点（ETOPS Exit Point）（EXP）

是指延程运行航路上退出最后一段延程运行航段的退出点。

【思考题】

如何选择 ETOPS 航路备降场？

.....

3.6.4.2.二次放行飞行计划

【知识掌握程度】

了解二次放行的基本思想及二次放行点的选择。

【知识点】

一、二次放行的基本思想

设法利用一般不会被消耗的 10%航程燃油的不可预期燃油作为由二次放行点到最终目的地机场的所需燃油。

二、二次放行点的选择

二次放行点的理想位置在航程的 87%位置上。二次放行点受到航路风、初始目的地机场位置等因素的影响。

【思考题】

航路上的风对二次放行点的影响是什么？

~~~~~

**3.6.5.飞行计划的使用**

**3.6.5.1.飞行计划的申报**

**【知识掌握程度】**

了解飞行计划申报。

**【知识点】**

根据《民用航空飞行动态固定格式电报管理规定》第十五条，航空器营运人及其代理人应当于航空器预计撤轮挡时间 2 小时 30 分钟前提交飞行计划。

遇有特殊情况，经与计划受理单位协商，最迟不晚于航空器预计撤轮挡时间前 75 分钟提交飞行计划。

国内航空器营运人执行国内飞行任务不得早于预计撤轮挡时间前 24 小时提交飞行计划；航空器营运人执行其他任务不得早于预计撤轮挡时间前 120 小时提交飞行计划。

航空器营运人及其代理人不得为同一飞行活动重复提交飞行计划。

**【思考题】**

对民用航空器飞行计划的提交时间有什么规定？

.....



| ICAO FLIGHT PLAN<br>PLAN DE VOL OACI                                                                                                                                                                                                             |                                                                  |                                                                                                                                                              |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| PRIORITY / PRIORITÉ<br><b>&lt;&lt; = FF →</b>                                                                                                                                                                                                    | ADDRESSEE(S) / DESTINATAIRE(S)<br>_____<br>_____                 |                                                                                                                                                              |                                                                      |
| FILING TIME / HEURE DE DÉPÔT<br>_____                                                                                                                                                                                                            | ORIGINATOR / EXPÉDITEUR<br>_____                                 |                                                                                                                                                              |                                                                      |
| SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR / IDENTIFICATION PRÉCISE DU(DES) DESTINATAIRE(S) ET/OU DE L'EXPÉDITEUR                                                                                                                 |                                                                  |                                                                                                                                                              |                                                                      |
| 3 MESSAGE TYPE / TYPE DE MESSAGE<br><b>&lt;&lt; = (FPL</b>                                                                                                                                                                                       | 7 AIRCRAFT IDENTIFICATION / IDENTIFICATION DE L'AÉRONEF<br>_____ | 8 FLIGHT RULES / RÉGLES DE VOL<br>_____                                                                                                                      | TYPE OF FLIGHT / TYPE DE VOL<br>_____                                |
| 9 NUMBER / NOMBRE<br>_____                                                                                                                                                                                                                       | TYPE OF AIRCRAFT / TYPE D'AÉRONEF<br>_____                       | WAKE TURBULENCE CAT. / CAT. DE TURBULENCE DE SILLAGE<br>_____                                                                                                | 10 EQUIPMENT / ÉQUIPEMENT<br>_____                                   |
| 13 DEPARTURE AERODROME / AÉRODROME DE DÉPART<br>_____                                                                                                                                                                                            |                                                                  | TIME / HEURE<br>_____                                                                                                                                        |                                                                      |
| 15 CRUISING SPEED / VITESSE DE CROISIÈRE<br>0,000,000                                                                                                                                                                                            |                                                                  | ALTITUDE / LEVEL / NIVEAU<br>0000,0                                                                                                                          | ROUTE / ROUTE<br>_____                                               |
| 16 DESTINATION AERODROME / AÉRODROME DE DESTINATION<br>_____                                                                                                                                                                                     |                                                                  | TOTAL EET / DURÉE TOTALE ESTIMÉE<br>DAYS/JOURS HRS MINS<br>_____                                                                                             | SAR<br>HRS MINS<br>_____                                             |
| 16 OTHER INFORMATION / RENSEIGNEMENTS DIVERS<br>_____                                                                                                                                                                                            |                                                                  | ALTN AERODROME / AÉRODROME DE DÉGAGEMENT<br>_____                                                                                                            | 2ND ALTN AERODROME / 2 <sup>e</sup> AÉRODROME DE DÉGAGEMENT<br>_____ |
| 19 ENDURANCE / AUTONOMIE<br>HRS MINS<br>E / _____                                                                                                                                                                                                |                                                                  | PERSONS ON BOARD / PERSONNES À BORD<br>→ P / _____                                                                                                           |                                                                      |
| SURVIVAL EQUIPMENT / ÉQUIPEMENT DE SURVIE<br>POLAR / POLAIRE<br>DESERT / DÉSERT<br>MARITIME / MARITIME<br>JUNGLE / JUNGLE<br>→ S / P<br>D M J                                                                                                    |                                                                  | EMERGENCY RADIO / RADIO DE SECOURS<br>UHF VHF ELT ELT TYPE / TYPE D'ELT<br>JACKETS / GILETS DE SAUVÉTAGE<br>LIGHT LAMPES FLUORES<br>→ R / U V E<br>J L F U V |                                                                      |
| DINGHIES / CANOTS<br>NUMBER / NOMBRE<br>→ D / _____                                                                                                                                                                                              |                                                                  | CAPACITY / CAPACITÉ<br>→ _____                                                                                                                               | COVER / COUVERTURE<br>COLOUR / COULEUR<br>→ C → _____                |
| AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS / COULEUR ET MARQUES DE L'AÉRONEF<br>A / _____                                                                                                                                                                      |                                                                  | WHEELS / ROUES<br><input type="checkbox"/>                                                                                                                   | SEAPLANE / HYDRAVION<br><input type="checkbox"/>                     |
| REMARKS / REMARQUES<br>→ N / _____                                                                                                                                                                                                               |                                                                  | SKIS<br><input type="checkbox"/>                                                                                                                             | AMPHIBIAN / AMPHIBIE<br><input type="checkbox"/>                     |
| AN ARRIVAL REPORT WILL BE FILED WITH / UN COMPTE RENDU D'ARRIVÉE SERA NOTIFIÉ À :<br>_____                                                                                                                                                       |                                                                  |                                                                                                                                                              |                                                                      |
| NAME AND PHONE NUMBER OR ADDRESS OF PERSONS(S) OR COMPANY TO BE NOTIFIED IF SEARCH AND RESCUE ACTION INITIATED / NOM ET NUMÉRO DE TÉLÉPHONE OU ADRESSE DE LA (DES) PERSONNE(S) OU COMPAGNIE À AVISER SI DES RECHERCHES SONT ENTREPRISES<br>_____ |                                                                  |                                                                                                                                                              |                                                                      |
| C / PILOT-IN-COMMAND / PILOTE COMMANDANT DE BORD<br>_____                                                                                                                                                                                        |                                                                  | PILOT'S LICENCE NO. / N° DE LICENCE DU PILOTE<br>_____                                                                                                       |                                                                      |
| FILED BY / DÉPOSÉ PAR<br>_____                                                                                                                                                                                                                   |                                                                  | SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS / ESPACE RÉSERVÉ À DES FINS SUPPLÉMENTAIRES                                                                       |                                                                      |

NAVCAN26-0516 (2004-01)

【思考题】

ICAO 飞行计划中包含哪些内容？

.....

### 3.6.6.2.ICAO 飞行计划的解读

**【知识掌握程度】**

了解 ICAO 飞行计划中各个编组的含义。

**【知识点】**

ICAO 飞行计划内容中包括很多编组，每个编组的具体填写规范见民用航空飞行动态固定格式电报管理规定（AP-93-TM-2012-01）。

**【思考题】**

使用全球导航卫星系统进行 RNAV 5 运行时，在 ICAO 飞行计划中应如何体现？

.....

### 3.6.6.3.FPL 报

**【知识掌握程度】**

理解 FPL 报中各参数的含义。

**【知识点】**

计算机飞行计划中需列出 FPL 报，其格式如下：

样例：

(FPL-CCA1 32-IS  
-A332/H-SDE3FGHIJ4J5M1RWY/LB1D1  
-ZSSS2035  
-K0859S1040 PIKAS G330 PIMOL A593 BTO W82 DOGAR  
-ZBAA0153 ZBYN  
-STS/HEAD PBN/A1B2B3B4B5D1L1 NAV/ABAS REG/ B6513 EET/ZBPE0112 SEL/KMAL  
PER/C RIF/FRT N640 ZBYN R/ACAS II )

**【思考题】**

在上述 FPL 报例子，机载导航设备有哪些？

~~~~~

3.7.载重平衡

3.7.1.载重平衡基础

3.7.1.1.常见重量术语及相互关系

【知识掌握程度】

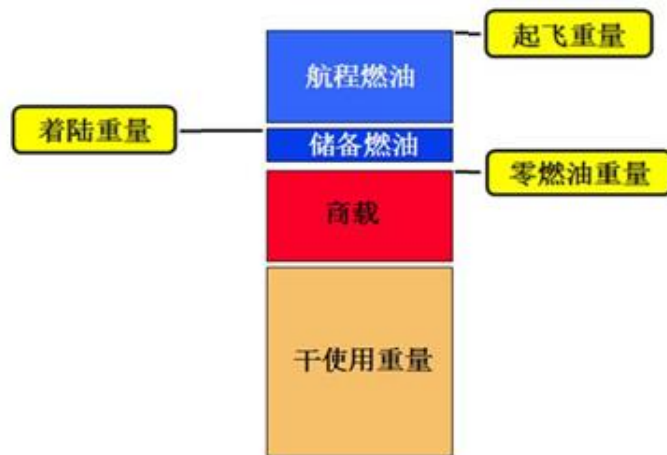
掌握各重量的定义及关系；
理解最大重量的限制。

【知识点】

一、常见的重量术语，包括：基本空机重量、干使用重量、零燃油重量、起飞重量、滑行重量、业载、商载、滑行燃油、航程燃油、储备燃油。

二、各重量的相互关系：

- 1、干使用重量+业载/商载=零燃油重量
- 2、零燃油重量+储备燃油=着陆重量
- 3、零燃油重量+储备燃油+航程燃油=起飞重量
- 4、着陆重量+航程燃油=起飞重量
- 5、起飞重量+滑行燃油=滑行重量



三、最大起飞重量、最大着陆重量和最大零燃油重量对重量的限制。

【思考题】

零燃油重量和储备燃油之和被称为什么？

.....

3.7.1.2.重心的表示方法

【知识掌握程度】

了解重心的表示方法。

【知识点】

一、基准（Datum）和力臂（BA）表示重心位置

基准是用于标识重心位置的参考面，其位置可以根据需要进行设定。可以用重心相对于基准的距离来表示重心位置。

二、平均空气动力弦（MAC）的特点

平均空气动力弦是一个假想的矩形机翼的翼弦，这个假想机翼的面积、空气动力及俯仰特性与真实机翼相同。

三、平均空气动力弦（MAC）表示重心位置

可以用重心在 MAC 上的投影到 MAC 前缘的距离占该 MAC 弦长的百分数来表示重心位置。

【思考题】

以下关于平均空气动力弦叙述正确的是？

.....

3.7.1.3.指数 INDEX 和指数方程

【知识掌握程度】

理解指数的定义及指数方程。

【知识点】

一、指数的表达

$$\text{Index} = \frac{W \times (\text{Arm} - D)}{M} + K$$

其中，Index 为指数值；W 为重量；Arm 是重量的力臂；D 是基准力臂，在重量重心包线图中被绘制成一条垂直线；M 用于将载荷的力矩转换为指数；K 用于设定基准力臂的指数。

二、指数的特点

- 1、指数是缩小了一定倍数的力矩。
- 2、指数的加减代表了力矩的加减。
- 3、指数大代表重心靠后，抬头力矩大。
- 4、指数小代表重心靠前，低头力矩大。

【思考题】

指数增大，代表重心位置如何移动？

.....

3.7.1.4.承重限制

【知识掌握程度】

理解纵向载荷、面积载荷的概念及计算方法。

【知识点】

一、纵向载荷与面积载荷的定义和特点

1、定义

(1) 纵向载荷是指沿机身纵向单位长度地板能够承载的最大重量，常见的单位为磅/英尺或千克/米。

(2) 面积载荷是指单位面积地板能够承受的最大重量，常见的单位为磅/平方英尺或千克/平方米。

2、特点

(1) 纵向载荷与接触面积无关。重量相同但长宽不同的物体，沿机身纵向摆放时产生的纵向载荷不同。

(2) 面积载荷与接触面积有关。相同重量的物体，摆放时的接触面积越大，所产生的面积载荷越小。

二、货盘减小纵向载荷和面积载荷的基本原理和计算方法

【思考题】

某物体需先放置在货盘之上，然后再放置于地板上。已知该物体的重量为 300 千克，货盘重量为 20 千克，货盘面积为 2 平方米，则地板所承受的面积载荷是多少？

.....

3.7.1.5.配平

【知识掌握程度】

理解大型运输机配平原理。

【知识点】

一、航线飞机通过水平安定面实现配平的基本原理

- 1、航线飞机通过飞机平尾上水平安定面的上下偏转实现配平。
- 2、飞行员通过驾驶舱中的配平轮或配平按钮控制水平安定面的上下偏转。
- 3、能够实现配平的水平安定面被称为可配平水平安定面（THS）。
- 4、飞行员可通过装载舱单的平衡图获得与飞机当前重心位置所对应的起飞配平值。
- 5、自动驾驶仪接通后，飞机将会自动进行配平。

二、航线飞机配平的目的和功效

- 1、航线飞机配平的目的是为了调整飞机的上仰力矩，从而保持或改变飞机的俯仰平衡。
- 2、飞机重心靠前时，需要较大的水平安定面配平力矩；飞机重心靠后时，需要较小的水平安定面配平力矩。
- 3、水平安定面配平时会产生额外的配平阻力。
- 4、一个正确的水平安定面配平将使得飞机在起飞抬轮时无论重心靠前还是靠后都能够获得相同的拉杆量与抬头率的响应。
- 5、通过水平安定面配平可以抑制飞机在进近时放出襟翼和缝翼后所可能出现的低头效应。

三、配平不当对起飞抬轮的影响

- 1、配平不足，将会造成飞机抬轮迟缓、延迟离地、起飞滑跑距离延长。
- 2、配平过量，将会造成飞机抬轮过于灵敏、易擦机尾。

【思考题】

若不进行起飞配平，则当起飞重心过于靠后时，在起飞拉杆抬轮时容易出现何种现象？

~~~~~

## 3.7.2. 实践应用

### 3.7.2.1. 装载舱单

### 【知识掌握程度】

了解装载舱单的相关规定。

### 【知识点】

#### 一、CCAR-121 部运行时装载舱单的相关规定（仅限 CCAR-121 部运行）

- 1、机长在收到并核实装载舱单后方可起飞飞机。
- 2、装载舱单应当包含飞机在起飞时有关装载情况的下列信息：
  - (1) 飞机、燃油和滑油、货物和行李、乘客和机组成员的重量。
  - (2) 该次飞行的最大允许重量，该最大允许重量不得超过下述重量中最小的重量：
    - (a) 对于拟使用跑道，考虑对跑道气压高度和坡度以及起飞时的风和温度条件的修正值之后的最大允许起飞重量；
    - (b) 考虑到预期的燃油和滑油消耗，能够符合适用的航路性能限制的最大起飞重量；
    - (c) 考虑到预期的燃油和滑油消耗，能够在到达目的地机场时符合批准的最大设计着陆重量限制的最大起飞重量；
    - (d) 考虑到预期的燃油和滑油消耗，能够在到达目的地机场和备降机场时符合着陆限制的最大起飞重量。
  - (3) 按照批准的程序计算的总重量。



(4) 按照批准的能够保证重心处于批准范围之内的计划, 对该飞机实施装载的证据。

3、机长应当将装载舱单的副本随机携带到目的地。

4、实施补充运行的飞机机长应当携带装载舱单的原件或者经签署的文件副本飞行到目的地机场。

5、除 CCAR-121 部第 121.700 条 (d) 款规定外, 如果飞行在合格证持有人主运行基地以外的机场始发时, 机长 (或者合格证持有人授权的其他运行控制人员) 应当在起飞前或者起飞后立即将 CCAR-121 部第 121.700 条 (d) 款列出的文件副本发送或者带回到主运行基地保存。

## 二、CCAR-135 部运行时装载舱单的相关规定 (仅限 CCAR-135 部运行)

1、舱单应当在每次起飞之前准备完毕, 并且应当包括下列内容:

(1) 乘客人数;

(2) 装载后航空器的总重;

(3) 该次飞行的最大允许起飞重量;

(4) 重心限制;

(5) 装载后的航空器重心, 但如果航空器根据装载表或者其他经局方批准的方法进行装载, 能够确保装载后的航空器重心不会超出批准的限制, 则不需要计算实际的重心。在这种情况下, 需在舱单上注明, 根据装载表或者其他经批准的方法, 该航空器的重心在限制之内;

(6) 航空器的登记号或者航班号;

(7) 本次飞行的始发地和目的地;

(8) 机组成员的姓名及其值勤位置。

2、对于要求制定装载舱单的航空器, 航空器机长应当将一份完整的舱单随航空器携带至目的地。

### 【思考题】

国内定期载客运行装载舱单的保存期限是多少?

.....

### 3.7.2.2.备用前重心

#### 【知识掌握程度】

了解备用前重心的定义和用途。

#### 【知识点】

一、备用前重心的定义和用途

1、备用前重心是指将飞机重心前限向后移动, 压缩装载时的重心可调范围, 从而使得装载完毕时的重心较为靠后。

2、使用备用前重心可以在起飞重量受到场长限制时适当增大起飞重量，也可以在巡航时减小飞行阻力降低油耗。

**【思考题】**

使用备用前重心的主要目的是什么？

.....

**3.7.2.3.最大起飞重量和最大业载的计算**

**【知识掌握程度】**

掌握放行时最大起飞重量和最大商载的计算。

**【知识点】**

一、载重计算中最大起飞重量应为以下三者中的最小值：

- 1、最大起飞重量；
- 2、最大着陆重量 + 航程燃油；
- 3、最大零燃油重量 + 航程燃油+储备燃油。

二、载重计算中最大业务载重量应为以下三者中的最小值：

- 1、最大起飞重量 - 干使用重量 - 航程燃油 - 储备燃油；
- 2、最大着陆重量 - 干使用重量 - 储备燃油；
- 3、最大零燃油重量 - 干使用重量。

|                                                      | ZERO FUEL | TAKE-OFF  | LANDING |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|
| MAXIMUM WEIGHT FOR                                   |           |           |         |
| Take-off Fuel                                        |           | Trip fuel |         |
| ALLOWED WEIGHT FOR TAKE-OFF<br>(Lowest of a, b or c) | a         | b         | c       |
| Operating Weight                                     | ⊖         |           |         |
| ALLOWED TRAFFIC LOAD                                 |           |           |         |

**【思考题】**

载重计算时，已知飞机最大起飞重量 78000kg，最大着陆重量 71500kg，最大零燃油重量 63000kg，航程燃油 5200kg，储备燃油 8600kg。求允许的最大起飞重量是多少？

.....

### 3.7.2.4.电子舱单的识读

**【知识掌握程度】**

理解电子舱单的代码含义。

**【知识点】**

- 一、电子舱单的主要内容
- 二、电子舱单代码含义

**【思考题】**

根据电子舱单内容，请问该航班头等舱和普通舱各有多少名旅客，头等舱和普通舱各有多少座位被锁定？

```
LOAD IN COMPARTMENTS 5311/0 2/0 3/374/4940/0PASSENGER/CABIN BAG10463139/1/0
TTL140 CAB0 MAX PAYLOAD13923 PAX 2/138 TOTAL TRAFFIC LOAD10994 BLKD 0/3
DRY OPERATING WEIGHT 33090
ZERO FUELWEIGHTACTUAL 44084 MAX 48307 ADJ
.....
```

### 3.7.2.5.平衡图的使用

**【知识掌握程度】**

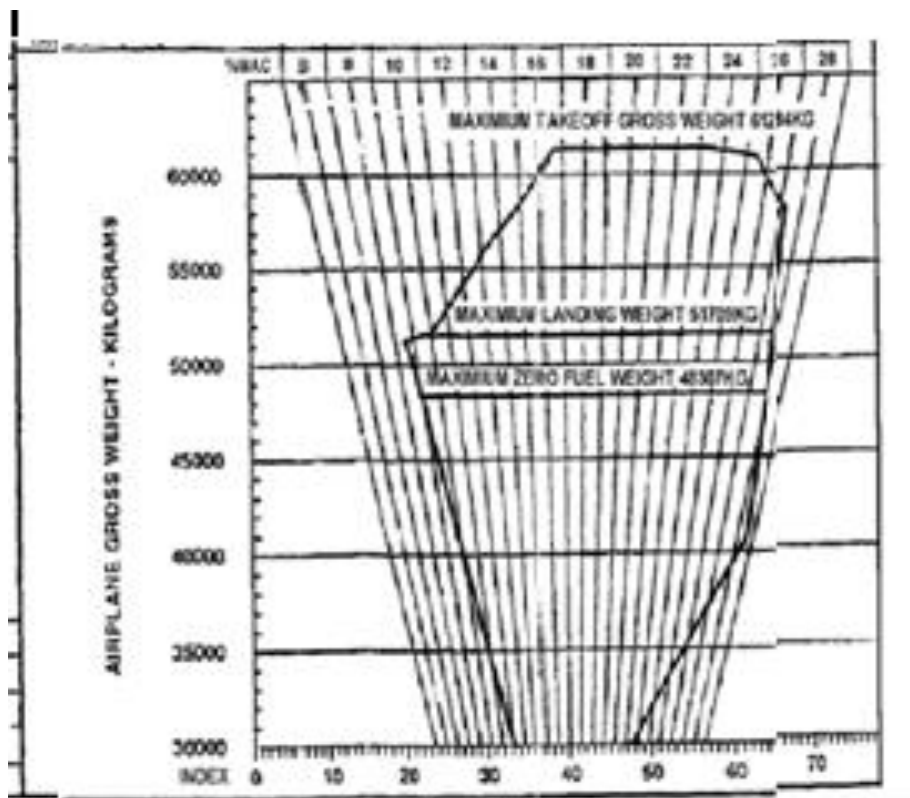
掌握装载平衡图的使用方法。

**【知识点】**

- 一、平衡图的识读
  - 1、根据给出的方程进行干使用指数（DOI）计算。
  - 2、从图表中识别出各客舱舱段最大装载人数限制和各货舱舱段最大装载重量限制。
  - 3、通过划线法和表格法完成对客舱和货舱舱段装载调整的指数运算而得到零燃油指数。
  - 4、从图表中识读出燃油对零燃油指数的影响。
  - 5、借助图表进行零燃油重量和起飞重量的计算。
- 二、根据重量重心包线图确定重心的位置，判断重心是否位于允许的范围以内
- 三、根据起飞重量、起飞指数正确查找飞机起飞重心 MAC%和配平值

**【思考题】**

已知某飞机的起飞量为 59000kg，起飞指数为 45，试根据下图确定起飞重心的 MAC%。



## 4.人的行为能力

### 4.1.基础航空生理学和健康保持

#### 4.1.1.飞行环境对人体的影响

##### 4.1.1.1.呼吸和循环系统

###### 【知识掌握程度】

理解人类呼吸和循环系统的基础知识。

###### 【知识点】

###### 一、呼吸系统

1、呼吸系统由呼吸道（鼻、咽、喉、气管、支气管）和肺组成。

2、呼吸系统的主要功能是通过气体交换，使血液得到氧气并排出二氧化碳，从而维持正常人体的新陈代谢。呼吸分为外呼吸和内呼吸，外呼吸也称肺呼吸，指肺泡与肺毛细血管之间的气体交换过程；内呼吸也称组织呼吸，指血液与组织、细胞之间的气体交换过程。在生理学上，一般将这一过程称为两次呼吸。

3、呼吸频率随年龄、性别和生理状态而异。

###### 二、循环系统

1、心脏的作用是推动血液流动，向器官、组织提供充足的血流量，以供应氧和各种营养物质，并带走代谢的终产物，使细胞维持正常的代谢和功能。

2、动脉和静脉是输送血液的管道，毛细血管是血液与组织进行物质交换的场所，动脉与静脉通过心脏连通，全身血管构成封闭式管道。冠状动脉和冠状静脉是心脏自身的血液供应系统。

3、健康成年人安静时的心率在 60~100 次/分之间，大多数为 60~80 次/分。心率可因年龄、性别及其它生理情况而不同。

###### 【思考题】

两次呼吸各自发生在身体的哪些位置？

.....

##### 4.1.1.2.血压、血液与血氧饱和度

###### 【知识掌握程度】

理解血压的基本概念；

了解人体血液的各组成成分；

理解血氧饱和度的概念。

###### 【知识点】

###### 一、血压

1、正常的血压是血液循环流动的前提。血压在多种因素调节下保持正常，从而提供各组织器官以足够的血量，藉以维持正常的新陈代谢。

2、体循环动脉血压高于正常为高血压，低于正常为低血压，不同年龄段的人，血压的正常范围有所不同。老年人和身体肥胖的人群更容易出现高血压的情况。

## 二、血液

血液由血浆、红细胞、白细胞和血小板四种成分组成。血浆的主要作用是运载血细胞，运输维持人体生命活动所需的物质和体内产生的废物等；红细胞中的血红蛋白是运送氧气的最主要的媒介；血液的免疫防御功能主要靠白细胞实现；血小板在血管损伤后的止血过程中有重要作用。

## 三、血液氧饱和度

1、血氧饱和度（ $SpO_2$ ）是血液中被氧结合的氧合血红蛋白（ $HbO_2$ ）的容量占全部可结合的血红蛋白（ $Hb$ ）容量的百分比，即血液中血氧的浓度。

2、血氧饱和度随海拔高度的升高而降低。

### 【思考题】

飞行员患高血压后应当如何处置？

.....

### 4.1.1.3.高空低气压

#### 【知识掌握程度】

掌握增压、释压的基本知识；

了解高空胃肠胀气对人体的影响；

掌握高空减压病的机理、发生原因和限制；

理解中耳气压性损伤的原因和处置方法。

#### 【知识点】

##### 一、增压、释压

1、飞行高度的增加，客舱压力会发生变化，会对人体产生一定影响。不同的飞行高度对客舱压力有不同要求。

2、释压可分为缓慢释压和快速释压两类。

##### 二、高空胃肠胀气

随着飞行高度的增加，在低气压的作用下，人体胃肠道的气体会发生膨胀，轻者感到胃肠不适；重者可感到腹胀和腹痛；在极端的情况下可引起晕厥。

##### 三、高空减压病

1、飞机爬升到高空时，在组织、体液中溶解的氮气呈现过饱和状态而离析出来形成气泡，压迫、刺激局部组织，在血管内形成气栓或与血液成分发生相互反应，从而引起的一种综合病

症，称为高空减压病。高空减压病是飞行中可能发生的一种特殊症状，可表现为关节疼痛、皮肤刺痛、瘙痒感觉、咳嗽及胸痛等，极端的情况下可导致休克。

2、高空减压病的发病具有一定的阈限高度，绝大多数都是在上升到 8000m 以上高空、停留一段时间以后发病。高空减压病的产生因人、因机型而定。

3、潜水后没有间隔足够的时间便参加飞行或乘坐飞机，易导致高空减压病。在非减压性潜水（下潜深度未超过 30ft）后，至少应相隔 12h 才能飞行，减压性潜水（下潜深度超过 30ft）后，则应间隔 24h 才能飞行。

#### 四、中耳气压性损伤

1、中耳咽鼓管的“单向阀门”结构是导致中耳气压性损伤的生理性基础。

2、感冒可造成咽鼓管肿胀，使咽鼓管开放困难，更易出现中耳气压性损伤。因此，感冒时应尽量避免飞行。

3、中耳气压性损伤多发生于 4000m 以下，尤以 1000~2000m 高度为最多。运动软腭、捏鼻鼓气、吞咽等方法可向中耳内主动通气，有助于预防与克服中耳气压性损伤。

#### 【思考题】

中耳气压性损伤主要发生在怎样的飞行环境中？如何预防与克服中耳气压性损伤？

.....

#### 4.1.1.4.缺氧症

#### 【知识掌握程度】

理解人体对氧气的需求；

掌握缺氧症的涵义、类型与症状；

理解有用意识时间的概念和影响因素。

#### 【知识点】

##### 一、人体组织对氧气的需求

氧气对维持人的生命具有重要作用。高空缺氧对人体的神经、心血管、呼吸等系统均有不同程度的影响。

##### 二、涵义、类型与症状

1、缺氧症是指组织得不到正常的氧气供应，或者不能充分利用氧气来进行代谢活动所引起的一系列生理及病理性反应。缺氧症出现的早初期，会感觉头晕、头痛等生理症状，伴随兴奋、愉悦与操作能力良好等心理感受；随缺氧症加深，逐步出现恶心、呕吐、肌肉颤抖、发绀等；进一步会意识模糊、失去意识、直至死亡。

2、飞行活动中的缺氧症按形成原因主要分为缺氧性缺氧症、贫血性缺氧症、循环停滞性缺氧症和组织中毒性缺氧症四种类型。

3、由于缺氧症的初始症状之一表现为自我感觉操作能力良好，并伴有兴奋和愉悦，因此不

易察觉，具有隐蔽性。

三、有用意识时间

1、有用意识时间是指在特定高度上失压、缺氧后，可供进行合理的活命决策和实施措施的最大时间限度，亦指在没有氧气供给的情况下飞行员能有效地维持正常操作的时间。飞机飞行高度、爬升速率、个体是否有身体活动、身体健康状况、是否吸烟等都会影响有用意识时间的长短。

2、有用意识时间数值对应表：

| 高 度       |         | 静 坐 时     | 轻 微 活 动 时 |
|-----------|---------|-----------|-----------|
| 英尺 ( ft ) | 米 ( m ) |           |           |
| 40 000    | 12 200  | 30 s      | 18 s      |
| 35 000    | 10 670  | 45 s      | 30 s      |
| 30 000    | 9 140   | 1 min15 s | 45 s      |
| 25 000    | 7 620   | 3 min     | 2 min     |
| 22 000    | 6 710   | 10 min    | 5 min     |
| 20 000    | 6 100   | 12 min    | 5 min     |
| 18 000    | 5 490   | 30 min    | 20 min    |

四、换气过度

1、在应激情境或者是较高高度上缺氧时，飞行员过深过快呼吸可能引起体内氧气过剩、导致血液中二氧化碳化学平衡被打破，出现换气过度的现象。

2、换气过度现象具有自我加强，即正反馈的性质。

3、换气过度与缺氧症的症状非常相似，飞行员应能够识别和判断自己处于何种状态。在飞行中，如果在供氧后仍然觉得气喘吁吁，那么就判断为换气过度。此时，有意识地降低呼吸频率、减小呼吸深度、找机会多说话，以及用纸袋套在口鼻处缓慢地呼吸，均有助于克服换气过度。

【思考题】

如何判断换气过度？

.....

4.1.1.5.过载

【知识掌握程度】

理解过载的含义及对人体的影响。

【知识点】

一、过载



1、过载是指在飞行中，飞行员的身体所承受的较大的加速度，这些正或负的加速度通常以g的倍数来度量。

2、过载分为正过载和负过载。

3、每个人对加速度都有其承受的极限，通过训练，飞行员可以提高对过载的承受力。

### 二、正过载

正过载是指飞行员在正加速度下飞行时，离心力从头部施加到脚，血液被推向身体下部分，如飞行员的肌肉结构不能很好地调整，大脑就得不到适当的血液补充，飞行员易产生称为灰视或黑视的视觉问题。如压力持续，最终可导致飞行员昏迷。

### 三、负过载

负过载是指飞行员在负加速度下飞行时，血液上升到头部，颅内压力增加，会产生不舒服甚至痛苦的感觉，易产生称为红视的视觉问题。

#### 【思考题】

飞行员视觉可能产生的灰视现象与什么因素有关？

.....

#### 4.1.1.6.高空环境

#### 【知识掌握程度】

了解臭氧、电离辐射、湿度等因素对飞行活动的影响。

#### 【知识点】

##### 一、臭氧

臭氧会刺激和破坏深呼吸道粘膜和组织，对眼睛有一定的刺激性。在一万米以上高空飞行时，机舱内臭氧浓度会有所增加。

##### 二、电离辐射

1、电离辐射对身体健康有一定影响，影响程度与个人的体质、自我防护的程度、飞行时间长短、飞行高度、飞行时向阳面的多少等因素有关。

2、辐射量随高度和纬度而变化。

##### 三、湿度

相对湿度在40%~60%时，人体感觉最舒适。

#### 【思考题】

辐射的影响程度与哪些因素有关？

~~~~~

4.1.2.飞行生理学基础

4.1.2.1.中枢和周围神经系统

【知识掌握程度】

- 了解人体中枢神经系统的基本知识；
- 了解人体周围神经系统的基本知识；
- 了解感觉阈限、敏感度、适应的基本知识。

【知识点】

一、中枢神经系统

- 1、神经系统分为中枢神经系统和周围神经系统两大部分。
- 2、中枢神经系统包括脑和脊髓。脑分为大脑，小脑和脑干三部分。
- 3、大脑是人的知觉中心、思维中心、情绪和行为的控制中心；小脑主要的功能是协调骨骼肌的运动，维持和调节肌紧张，保持身体的平衡。

二、周围神经系统

周围神经系统也称外周神经系统，是指脑和脊髓以外的所有神经结构。外周神经能够传递输入与输出信号。

三、敏感度、适应

- 1、敏感度是指人体感觉器官感知内外刺激的能力。
- 2、同一刺激持续作用于某种感受器时，经一段时间后，传入冲动的频率将逐渐降低；刺激引起的主观感觉也将随之减弱，这种现象称为适应。适应现象出现的快慢因感受器而异。

【思考题】

大脑和小脑的主要功能是什么？

.....

4.1.2.2.视觉系统

【知识掌握程度】

- 掌握感光细胞的分类和特征差异；
- 理解视敏度、有效视觉距离与视野的基本知识；
- 了解人类视空间知觉的基本知识。

【知识点】

一、感光细胞

- 1、视网膜最外层为感光细胞层，根据形态和功能的不同，感光细胞分为视杆细胞和视锥细胞两种。
- 2、视杆细胞主要分布在视网膜的周围部分，它对弱光很敏感，但却不能感受颜色和物体的

细节；视锥细胞主要分布在视网膜中央部分，专门感受强光和颜色刺激，能分辨物体颜色和细节，但在暗光时几乎不起作用。

二、视敏度、有效视觉距离与视野

1、视敏度分为静态视敏度和动态视敏度。动态视敏度比静态视敏度低得多，视敏度与物像投射在视网膜上的位置有关。

2、有效视觉距离是飞行过程中，飞行员从看到物体到做出相应反应以避免飞机与物体发生相撞的一段时间里飞机所飞行的距离。能够达到这一要求的视力，称为有效视觉。

3、视野是指眼球最大运动时以及头和眼球联合运动时所能看到的空间范围。实际飞行中的视野大小主要取决于座舱视界的大小、飞行速度及飞行员的注意广度，飞行员的有效视野随飞行速度的增加而减小。

三、视空间知觉

1、人类对空间的知觉主要通过双眼视觉实现；在相关经验的帮助下，单眼视觉也可产生深度知觉。

2、深度知觉既有双眼视差、双眼辐合、晶状体的调节等生理线索，也有视觉对象的相对大小、遮挡、结构级差、空气透视、运动视差等客观线索。这些客观线索也是单眼视觉的深度视觉信号。

【思考题】

有效视野随飞行速度的变化规律？

.....

4.1.2.3.一般视觉问题

【知识掌握程度】

理解各种盲点的概念；

掌握人类视觉感光的适应性；

理解眩光的分类和对飞行活动的影响；

理解空虚视野近视与夜间近视对飞行活动的影响。

【知识点】

一、盲点

1、盲点分为生理盲点、夜间盲点、飞机盲点。

2、视神经出入视网膜的地方，没有感光细胞，无法感光，称为生理盲点。

3、夜间视物时，前方物体投射在中央凹处的视锥细胞上，由于视锥细胞对弱光不敏感，使人感到影像模糊，称为夜间盲点。

4、由于飞机设计造成的遮挡飞行员视野的部位，称为飞机盲点。所有的飞机都有盲点，这视机型及飞行员坐姿有所不同。

二、视觉的适应

1、视觉的适应分为暗适应和明适应。暗适应是人眼对昏暗环境的适应过程；明适应是人眼对明亮环境的适应过程。

2、暗适应的时间长，需 30 分钟左右；明适应的时间较短，数分钟即可达到稳定水平。

3、暗适应对飞行活动的影响较大，飞行员可采取一些措施克服人眼暗适应的局限。

三、眩光

1、眩光指在视野范围内亮度过高，从而引起视觉不适或视觉功能下降的现象。主要包括心理眩光、生理眩光和强光盲。

2、眩光发生时，首先出现心理上的不适，但不影响功能；接着出现生理上的不适，视觉功能开始受到影响；眩光更严重，将会出现强光盲，严重影响视觉功能。

3、心理眩光和生理眩光在民用航空中较为常见，而强光盲则相对较少。对眩光的防护方法是及时佩戴防眩光镜或避开强光源。

四、空虚视野近视与夜间近视

1、在目标物不明确或无特征的空域中，由于外景没有特征，引不起飞行员的注意，睫状肌处于持续收缩状态，眼的聚焦点位于前方 1~2 米处的空间某点，飞行员的视觉便呈功能性近视状态，称为空虚视野近视。

2、夜间近视与空虚视野近视近似。在夜间飞行时由于缺少观察物，飞行员的眼睛会自动聚焦于他前面的 1~2 米处的空间某点，称为夜间近视。与空虚视野近视相比，夜间近视更为常见。

【思考题】

眩光主要有哪些类型？如何防护眩光可能产生的不利影响？

.....

4.1.2.4.听觉系统

【知识掌握程度】

了解人耳的功能；

理解噪音对飞行活动的影响。

【知识点】

一、人耳的功能

1、听觉器官可分为外耳、中耳和内耳。外耳包括耳廓和外耳道，主要起集声作用；中耳包括鼓膜、鼓室、咽鼓管等结构，主要起传声作用；内耳包括前庭器官和耳蜗，前者主要负责平衡，后者感受声音刺激。

2、人耳能感受的声波频率范围是 20~20000 赫兹，以 1000~3000 赫兹是最为敏感。

二、飞行中的听觉问题

噪音会影响飞行员的听力水平，同时会对工效和语言通信产生影响，应采取合适方式予以保护。

【思考题】

噪音对飞行活动可能产生的影响。

.....

4.1.2.5.前庭器官

【知识掌握程度】

理解人类前庭器官的功能；

了解运动病的成因和克服方法。

【知识点】

一、前庭器官的功能

1、前庭器官由三个半规管和一个耳石器所组成，是感受速度变化和姿态变化的重要器官。三个半规管位于三个相互垂直的平面内，类似于一架飞机的俯仰、滚转和偏转平面，它能够觉察这三个平面内的角加速运动。耳石器感知重力和线加速度。

2、前庭觉器官只能觉察加速度的合力，而不能辨别构成合力的分力的来源。因此当飞行员在作协调转弯时，便只能感受到地心引力和向心力的合力。

3、人体对三维空间飞行中的作用力环境的感知能力较差，如果仅凭身体感觉来判断飞行姿态，通常会感到非常困难，错误率也高。

二、运动病

1、运动病是以恶心、呕吐、面色苍白和出冷汗为主要特征的病情，人受到实际或似动运动刺激而对这些刺激又不熟悉时，如不能适应就可能发生运动病。

2、在航空活动中，湍流或操作不当使飞机颠簸，带较大的坡度飞行时，前庭信息与视觉信息不一致时，都可能诱发运动病。心理因素会诱发和加重运动病。

3、加强前庭机能锻炼；避免在湍流中飞行和防止动作粗猛所引起飞行姿态急剧变化；不做不必要的动作，减小头部运动幅度；提高情景意识，免受前庭觉信息冲突影响，集中精力于特定的飞行任务上，避免对运动病即将到来的强烈预期等，都有助于运动病的预防和克服。

【思考题】

怎样避免或减轻运动病？

~~~~~

### 4.1.3.健康与卫生

#### 4.1.3.1.常见疾病

##### 【知识掌握程度】

理解常见疾病对飞行活动的影响。

##### 【知识点】

###### 一、冠心病

1、冠心病是冠状动脉性心脏病的简称，是由于脂质代谢不正常，血液中的脂质沉着在动脉内膜上所引发。

2、冠心病会导致心脏缺血，产生心绞痛，如果动脉壁上的斑块形成溃疡或破裂，就会形成血栓，使整个血管血流完全中断，发生急性心肌梗死，甚至猝死。

3、冠心病及其相关事件会导致严重的失能事件发生。

###### 二、感冒

1、感冒是上呼吸道感染的统称，是一种自愈性疾病，可分为普通感冒和流行感冒两类。

2、感冒通常表现为鼻塞、流涕、打喷嚏、咳嗽、咽部不适及畏寒、低热等局部和全身症状。如果飞行员感冒，飞机爬升和下降过程中更容易出现耳胀、疼痛等气压性损伤症状。

###### 三、胃肠不适

食欲不振、胃肠胀气、腹泻等胃肠不适都会影响飞行员的工作表现。

###### 四、高血压

1、高血压是最常见的慢性病，也是心脑血管病最主要的危险因素。

2、飞行员应注意自我保健，一旦确诊为高血压，就应遵照医生要求采取服用降压药等措施，有效控制血压在正常范围以内，再执行飞行任务。

##### 【思考题】

确诊为高血压的飞行员如何执行飞行任务？

.....

#### 4.1.3.2.影响飞行员的健康问题

##### 【知识掌握程度】

理解各类听力丧失的表现；

了解常见的视觉障碍；

了解肥胖对飞行活动的影响。

##### 【知识点】

###### 一、听力丧失

1、航空噪音可能影响听力，出现听觉适应、听觉疲劳（这两类属于暂时性听阈偏移）和永久性听阈偏移。在民用航空环境中，较常见的是暂时性听阈偏移。随年龄增长，听觉器官老化而出现听力减退，会出现老年性耳聋，导致永久性听阈偏移。

2、短时间进入强噪声环境时，开始会感觉声音刺耳、不适、耳鸣，随后这些主观感觉趋于不明显或消失，同时出现暂时性听力下降，听阈上升可达 10~15dB，如迅速离开噪声环境，经数分钟后可完全恢复正常。这种现象称为听觉适应，是一种保护性生理反应。听觉适应有一定的限度，较长时间接触强噪声，听阈升高超过 15dB，甚至达到 35~50dB 时，脱离噪声环境后则需数小时或更长的时间才能恢复，这种现象便称为听觉疲劳。

## 二、视觉障碍

1、高强度的紫外线光对眼睛有影响。

2、远视、近视、老花眼、白内障、青光眼和散光都可能导致视觉障碍。

## 三、肥胖

肥胖可能给工作和生活带来不便，增加患病的危险。

### 【思考题】

航空噪音可能对听力造成什么样的影响？

.....

### 4.1.3.3.药物使用

#### 【知识掌握程度】

掌握烟草、咖啡因、酒精摄入对飞行活动的影响；

理解飞行员药物使用的基本原则；

了解飞行活动中常见的有毒物质。

#### 【知识点】

##### 一、烟草

1、抽烟影响飞行员的夜视能力，增加缺氧症的易感性，出现骨质疏松等。这对高空飞行或较大载荷飞行都可能产生负面影响。

2、被动吸烟非常有害，不仅容易引起缺氧症和加重全身性的不舒适感，而且还使空晕病的易感性增加。

##### 二、咖啡因

咖啡、茶叶、一些饮料、止痛药及抗充血药物中都含有咖啡因。大量服用可能导致神经质和睡眠扰乱，有加重心理疲劳、肌肉震颤以及阵发性腹痛等其他副作用。

##### 三、酒精

1、酒精是一种镇静药物，在抑制中枢神经系统的同时，使心率加快、血压增高。在酒精影响下，人们所出现的反应是不利于飞行职业的。





## 4.2.基础航空心理学

### 4.2.1.人类的信息加工

#### 4.2.1.1.注意和警觉

##### 【知识掌握程度】

了解注意和警觉的基本知识；  
理解注意力分配和注意力分散在飞行活动中的表现。

##### 【知识点】

###### 一、注意

注意是心理活动（意识）对一定对象的指向和集中。注意的对象既可以是外部世界的对象和现象，也可以是自身的行动、观念或内心状态。

###### 二、警觉

警觉是指操作者在相当长的一段时间内，对环境中偶然出现的某种信号的察觉并做出反应的持续准备状态。飞行员需要持续监控飞行状态，在飞行过程中保持警觉是非常重要的。

###### 三、注意力分配

飞行员在飞行操作的过程中，需要有意识地分配自身的注意力到各个任务。由于注意资源的有限性，可能导致飞行员注意分配困难，出现“错、忘、漏”等现象。

###### 四、注意力分散

注意力分散是指个体受分心因素的干扰而将注意力转向无关刺激或者脱离当前主要任务的现象。在驾驶舱环境中，飞行员的注意力分散还包括他们对自己注意力的不合理分配。飞行关键阶段的注意力分散可能导致危险发生。

##### 【思考题】

什么是注意力分散？

.....

#### 4.2.1.2.知觉

##### 【知识掌握程度】

理解知觉的主观性；  
了解知觉的影响因素。

##### 【知识点】

###### 一、知觉的主观性

知觉是人对进入大脑的感觉信息进行组织和解释的心理过程，这个过程是在期望、先前的经历和文化的基础上，对感觉信息进行综合并赋予其意义。因此，人类的知觉过程带有强烈的主观性。

## 二、影响知觉的因素

影响知觉的因素主要有三类：知觉对象的特点、知觉者本身和知觉情境。

### 【思考题】

影响人类知觉的因素有哪些？

.....

### 4.2.1.3.错觉

#### 【知识掌握程度】

理解错觉和飞行错觉的含义；

了解飞行错觉的类型；

掌握克服飞行错觉的措施。

#### 【知识点】

##### 一、错觉的定义

错觉是在特定条件下产生的对客观事物的歪曲知觉。

错觉主要包括几何图形错觉、时间错觉、运动错觉、空间错觉等。

##### 二、飞行错觉的定义和特点

飞行错觉也被称为空间知觉障碍或空间失定向，是飞行员在飞行中对所处位置、姿态或运动状态的不正确的心理表象，是对飞机真实状态的歪曲。飞行错觉主要是由于参照系统和环境发生较大变化，知觉线索相对较少所致。

飞行错觉主要有四个特点：错觉的普遍性、错觉的特发性、错觉的危害性、错觉的可预防性。

##### 三、飞行错觉的类型

飞行错觉可划分为视性错觉和前庭本体错觉。

视性错觉的主要原因是视觉器官向大脑提供了错误的信息或提供的正确信息被大脑予以错误解释，主要有虚假天地线错觉、光线引起的错觉、视性距离/高度错觉、视性运动错觉等。

前庭本体性错觉是在飞行中因视觉信息受限（如能见度差，夜间飞行时），而前庭本体觉的信息异常突出时所产生的错误知觉，主要有倾斜错觉、躯体重力错觉和眼重力错觉、躯体旋动错觉和眼旋动错觉、科里奥利错觉等。

##### 四、飞行错觉的克服

熟知各类错觉发生的条件、机理及情境，从而提高自己的处境意识，是预防飞行错觉的前提。能见度不好时应及早转入仪表飞行。

正确识读和解释仪表，相信仪表并采取相应的行动是飞行员克服空间定向障碍的有效措施。

**【思考题】**

如何克服飞行错觉？

.....

**4.2.1.4.记忆**

**【知识掌握程度】**

了解人类记忆的不同分类和基本特点。

**【知识点】**

一、感觉记忆

感觉记忆是记忆的开始阶段，是一种原始的感觉形式，是记忆系统在对外界信息进行进一步加工之前的暂时登记，通常保持时间很短。

二、短时记忆

短时记忆是个体对刺激信息进行加工、编码、短暂保持和容量有限的记忆。保持在短时记忆的刺激项目大约为  $7 \pm 2$  个组块，在无复述的情况下其保持时间只有 5~20 秒，最长也不超过 1 分钟。

三、长时记忆

长时记忆是永久性的信息存贮，一般能保持多年甚至终身。主要来自短时记忆阶段加以复述的内容，也有由于印象深刻一次形成的，其容量被认为是无限的。长时记忆会受到主观经验和期望的影响，并随保持时间而变化，与真实的记忆场景并不完全一致。

**【思考题】**

了解了人类记忆的特点后，在飞行中我们应该注意什么？

.....

**4.2.1.5.学习与学习理论**

**【知识掌握程度】**

了解人类学习的基本知识；  
理解动机和工作表现之间的关系。

**【知识点】**

一、学习

学习是指某种体验导致的行为相对持久的改变。

二、动机和工作表现

动机是行为的直接驱动力，并不是直接地卷入工作过程之中，而是通过加强努力、集中注意、提高对工作的计划性和对工作的准备去影响工作表现。动机与工作表现之间呈现“倒 U”形曲线关系。

**【思考题】**

飞行员在进行学习的时候，形成什么样的动机有利于学习？

.....

**4.2.1.6.飞行技能**

**【知识掌握程度】**

了解飞行技能的分类。

**【知识点】**

一、技能

技能是人们已经掌握的顺利完成某种活动任务的合理的操作组织方式。高度发展和熟练的技能即为技巧。

二、飞行技能的类型

飞行技能可划分为技术技能与非技术技能。

**【思考题】**

飞行技能通常可划分为哪两种类型？

~~~~~

4.2.2.压力与疲劳

4.2.2.1.压力

【知识掌握程度】

理解压力的概念和其主观性；

理解压力对个体的影响；

了解不同压力水平对飞行活动的影响。

【知识点】

一、压力

1、压力主要来自于工作、生活和人格三个方面。

2、压力具有较大的主观性，不同的个体所感受到的压力可能差异很大。

二、压力的影响

1、压力会提高个体的唤醒水平，但过度的压力会使人紧张、焦虑、易怒，容易感觉到疲劳，影响个体的判断力，做出不恰当的决策。

2、长期处于压力之下，可能会使个体的免疫系统功能下降，患病可能性增加。

【思考题】

压力可能对飞行员产生哪些影响？

.....

4.2.2.2.应激

【知识掌握程度】

理解应激的概念；

掌握不同应激水平对飞行活动的影响；

了解焦虑对飞行活动的影响。

【知识点】

一、应激的一般概念

1、应激是指人体对施加于其上的各种要求的反应。应激源是引起应激的一切原因，可能来自于机体内部，也可能来自于外部。

2、应激存在个体差异，受个体的认知评价、人格特点、社会支持状况、自身经验等影响。对应激源的成功应对，会减小以后再次遭遇类似事件的应激反应的强度。当内、外压力施加于人体时，人体所产生的应激反应可分为警觉、抵抗和衰竭三个阶段。

二、应激效应

应激水平影响工作效率。一般而言，适度的应激水平有助于提高人飞行员的唤醒水平，使个体处于最佳警觉状态；过高或过低的应激都可能降低个体工作表现，影响机组交流与协作，给工作效率带来负面影响。

三、焦虑

1、过高的应激水平可能出现焦虑体验。焦虑的程度和持续的时间有很大的个体差异。它既可以是一种正常的具有适应意义的情绪状态，又可以发展到一定的严重程度而成为异常的神经性焦虑症。

2、飞行员若长期处于焦虑之中，可能出现人格或行为的变化，对飞行表现带来不利影响。

【思考题】

过高或过低的应激对工作表现有什么影响？

.....

4.2.2.3.疲劳

【知识掌握程度】

理解疲劳的类型及成因；
理解疲劳对飞行人员的影响。

【知识点】

一、类型与成因

1、疲劳是指由应激的发生和发展所造成的心理、生理上的不平衡状态。按疲劳产生的原因，疲劳可分为心理性疲劳和生理性疲劳。

2、航空活动中，昼夜节律扰乱、睡眠缺失以及工作负荷过大容易引起和加重飞行员的疲劳。

二、疲劳的影响

1、疲劳状态下个体可能会出现运动技能下降、强烈的疲倦感、反应时变长、易分心、错误率增高、心境异常、睡眠紊乱等。

2、职业飞行员由于作息时间不规律、工作负荷大、睡眠缺失，容易产生并积累疲劳。

【思考题】

疲劳主要有哪些影响？

.....

4.2.2.4.人体节律、睡眠和时差效应

【知识掌握程度】

理解人体节律及其扰乱对个体的影响；
了解睡眠的基础知识；
理解时差效应对飞行活动的影响；
掌握克服时差效应的措施。

【知识点】

一、人体节律

人体的各种生理、生化功能、心理行为和反应以至细胞形态和结构等都具有节律性变化的特点。昼夜节律是指人体生理、心理功能以近似 24 小时为一周期的内源性节律。一旦这种节律与外界变化不同步，人体的生理、心理机能就可能受到影响，出现节律扰乱现象。

二、睡眠

1、根据睡眠脑电图的特点，可将人类的睡眠分为慢波睡眠和快波睡眠。慢波睡眠的主要功能是促进生长发育和体力的恢复；快波睡眠的主要功能是加工信息、储存信息和恢复心理疲劳。慢波睡眠更多地出现在前半夜；快波睡眠更多地出现在后半夜，因此早出勤和值晚班对空勤人员的影响是不同的。

- 2、做梦是快波睡眠的特征之一，酒精对快波睡眠具有强烈抑制作用。
- 3、睡眠缺失有累积性。睡眠节律扰乱和睡眠缺失现象在飞行员群体中普遍存在。

三、时差效应

1、时差效应是指跨时区飞行后所引起的对时差的不适应及一系列生理、心理与行为能力的节律失调现象。

2、合理安排作息时间、改善认知方式、防止先入为主的心理定势，提高情绪自控能力等均有助于克服时差效应。

【思考题】

哪些措施有助于克服时差效应？

.....

4.2.2.5.压力与疲劳管理

【知识掌握程度】

掌握压力与疲劳的管理方法；
了解放松的方法。

【知识点】

一、应对策略与管理技巧

一些方法有助于预防和缓解压力与疲劳。如规定适当的工作负荷、合理安排休息时间、加强生活规律性、选择合理的休息方式、采用心理放松方法和松弛技术、掌握并使用促进睡眠和克服时差效应的方法等。

二、健康和体适能

体适能是指人体所具备的有充足的精力从事日常工作（学习）而不感疲劳，同时有余力享受康乐休闲活动的乐趣，能够适应突发状况的能力。体适能由健康体适能和运动体适能组成，健康体适能是与健康有密切关系的体适能，主要是指心血管、肺和肌肉发挥最理想效率的能力。

三、放松的技巧

放松是指使有机体从紧张状态松弛下来的一种方法。通过肌肉放松，进而使整个机体活动水平降低，达到心理上的松弛，从而使有机体保持内环境平衡与稳定。通常有呼吸放松法、肌肉放松法、想象放松法三种方法。

【思考题】

如何预防和缓解压力与疲劳？

~~~~~

### 4.2.3.人格

#### 4.2.3.1.人格、态度与行为

##### 【知识掌握程度】

了解人格、态度与行为的基本概念；  
理解人格、态度与行为之间的关系。

##### 【知识点】

###### 一、涵义与联系

1、人格是个体由遗传和环境决定的，实际和潜在行为模式的总和。人格标志一个人具有的独特性，并反映人的自然性与社会性的交织。

2、态度是个体对某一特定事物、观念或他人的相对稳定的，由认知、情感和行为倾向三个成分组成的心理倾向。三成分中，认知成分是基础，情感成分是核心。

3、行为是指人的一切有目的的活动，是由一系列简单动作构成的，在日常生活中的表现出来的一切动作的统称。人的行为是个体与环境相互作用的结果。态度和行为关系密切，态度在一定程度上影响甚至决定行为，态度也通过行为得以体现。态度和行为可能存在不一致。

4、个体的人格特质难以改变，但可以通过对人格的影响进而改变个体态度，从而达到影响其行为的目的。

###### 二、个体行为的影响因素

个体行为的影响因素可以分为外在因素和内在因素。外在因素主要是指客观存在的社会环境和自然环境的影响，内在因素主要是指人的各种心理因素和生理因素的影响，心理因素主要是指个体的认知、情感、意志过程特点，注意品质，以及能力、气质、性格、需要、动机、理想、信念和价值观等个性心理特点。

###### 三、性格和态度的形成

1、性格是以遗传为基础，在后天环境和教育的影响下形成的。

2、态度是后天习得的，是个体在家庭、学校和社会生活中，通过与环境的交互作用而逐渐形成的。

##### 【思考题】

性格形成受哪些因素影响？

.....



### 4.2.3.2.需要与动机

#### 【知识掌握程度】

- 理解需要与动机的涵义；
- 理解动机水平与工作表现之间的关系；
- 理解机组成员行为差异背后的动机差异。

#### 【知识点】

##### 一、需要

1、需要是有机体内部的某种缺乏或不平衡状态，它表现出有机体的生存和发展对于客观条件的依赖性，是有机体活动的积极性源泉。

2、人类的多数行为来自于需要，一般认为，低级需要的能量最大，随着低级需要的满足，更高级的需要逐渐占主导地位。

##### 二、动机

1、动机是激发和维持个体进行活动，并导致该活动朝向某一目标的心理倾向或动力。

2、动机水平与工作表现有一定的关系。一般而言，中等强度的动机水平有助于使个体处于较好的激活水平（唤醒状态），工作表现达到最佳，过高或过低的动机水平都可能降低工作表现。

3、动机可以分为内在动机和外在动机。内外动机影响飞行员工作满意感，影响飞行员的工作表现。应更多从内在动机角度出发，提高飞行员工作积极性。

##### 三、需要和动机与机组协作

机组成员之间的需要和动机不同，引发的行为也有差异，机组成员彼此之间认识到这种差异，是有效协作的基础。

#### 【思考题】

动机水平和工作表现有怎样的关系？

.....

### 4.2.3.3.自我概念和自律

#### 【知识掌握程度】

- 理解飞行员的自我概念如何形成；
- 理解飞行员的自我概念和自律的特殊性。

#### 【知识点】

##### 一、自我概念

1、自我概念是指个体与同事等参照群体相比较，形成的与其能力一致自我评价。

2、自我概念准确的飞行员能够在工作中表现出真实飞行技能水平，能够和其他机组成员有恰当的协作，不会冒不必要的风险。

## 二、自律

自律是指行为主体的自我约束与自我管理，通常以事业心、使命感、社会责任感、人生理想和价值观作为基础。

### 【思考题】

飞行员的自律具体是指什么？

~~~~~

4.3.机组资源管理

4.3.1.情景意识

【知识掌握程度】

- 理解情景意识的涵义；
- 理解情景意识的不同层次和分类；
- 理解情景意识的影响因素；
- 掌握并能够识别飞行过程中情景意识丧失或削弱的表现。

【知识点】

一、情景意识

情景意识是指飞行员对当前情境的知觉，包括对航空器、航路、机组成员状态的感知、评估、预测和监控等，贯穿于整个飞行过程之中。

二、情景意识的三个层次

发现重要事件或者问题；对问题进行理解和评价；对未来进行预测。

三、情景意识的分类

情景意识分为个体情景意识和机组情景意识。

四、情景意识的影响因素

依照影响因素的来源，情景意识的影响因素可以划分为内部因素和外部因素；依照影响的方式可以划分为直接影响因素和间接影响因素。

五、情景意识削弱或丧失的表现

情景意识削弱或丧失主要表现为：错误地诊断系统问题、无人监控飞机、全神贯注于某事、与既定的目标不吻合等。

【思考题】

情景意识削弱或丧失有哪些主要表现？

~~~~~

### 4.3.2.沟通

#### 【知识掌握程度】

- 理解沟通的涵义及其过程；
- 理解不同的沟通类型；
- 理解驾驶舱内沟通的特性及影响因素；
- 掌握冲突管理的策略。



## 二、工作负荷与工作表现

工作负荷影响工作表现。在正常的工作负荷范围内，个体的觉醒或应激水平处于适宜的状态，主要表现为思维清晰、反应敏捷以及情绪稳定，工作效率和准确性高并且机组氛围良好。低工作负荷状态下，个体觉醒或应激水平较低，可能表现出活动减慢、交流减少、瞌睡或者打盹、出现一些疏忽性差错。在较高或过高的工作负荷状态下，飞行员可能会感到工作吃力、发生差错以及动作量过大，也可能出现注意力固着、易发怒，甚至是感到精疲力竭，出现零智商状态。

## 三、工作负荷的管理

正确使用自动化、良好的计划、合理分配工作任务、机组简令等均有助于工作负荷的管理，机组有必要将工作负荷保持在相对合理水平，以获取较高的工作绩效。

### 【思考题】

较高或较低工作负荷可能对工作表现会产生哪些影响？

~~~~~

4.3.4.领导与协作

4.3.4.1.机组

【知识掌握程度】

理解机组各成员的职责和分工。

【知识点】

一、团队

机组成员之间会产生复杂的相互作用，这种相互作用在多人制机组成员之间可表现为提高或者降低机组工作效率。

二、职责与分工

机组成员应清楚认识如下的角色所对应的职责和分工，包括：机长与副驾驶、左座与右座、PF 与 PM。

【思考题】

机组成员之间的相互作用，会对机组工作效率产生怎样的影响？

.....

4.3.4.2.机组协作

【知识掌握程度】

理解机长及其他机组成员在团队协作中的重要作用；

理解不同的管理风格。

【知识点】

一、领导

机长在机组中承担领导职责，其领导能力会影响到机组的协作与配合。

二、管理风格

1、不同管理风格的机长，对机组的协作与配合可能产生不同的影响。

2、管理风格有着不同的类型，如“权威-服从”型管理风格、“自由主义”型管理风格、“自我中心”型管理风格和“民主团队”型管理风格。“民主团队”型管理风格是比较提倡的管理风格类型。

3、管理风格具有文化差异，需要在具体的文化氛围中进行分析。

【思考题】

什么样的管理风格类型是我们所提倡的？

.....

4.3.4.3.驾驶舱职权梯度

【知识掌握程度】

理解驾驶舱职权梯度的涵义；

理解不同职权梯度的搭配对机组协作的影响。

【知识点】

1、驾驶舱职权梯度是指机组成员间在技术、资历、职位等方面的差异。

2、驾驶舱职权梯度可能会影响机组成员的心理活动和工作表现。

3、驾驶舱职权梯度的合理匹配应该是机长在职位、技术、经验以及资历等方面稍高于副驾驶，不能过于平坦和过于陡峭。

【思考题】

驾驶舱职权梯度的合理匹配应该是怎样的？

~~~~~

**4.3.5.决策**

**4.3.5.1.航空决策**

**【知识掌握程度】**

理解航空决策的涵义和过程；

理解影响航空决策的因素；

掌握风险评估的各要素。

**【知识点】**

一、决策的涵义

决策指在判断的基础上，从可选方案中选择唯一方案并导向行动的过程。

二、决策过程

决策是基于个体知识和技能的问题解决过程，包括收集信息，考虑各种可能性；评估可能的方案；结合各种信息，做出决策等。

三、影响因素

决策受多种因素的影响，主要包括个体的认知模式、问题解决的策略、评估的方式以及对自身能力的认识等。带有情绪性或功利心的思考也会影响一个人的决策。此外，疲劳、疾病、药物及酒精的使用也可能引发不当的决策。

四、风险评估

决策过程中，飞行员需要对各种可能性进行风险评估，这是有效决策的基础。做风险评估时，至少要考虑到飞行员、航空器、环境因素和可用时间四个基本要素。

**【思考题】**

飞行员进行风险评估时，至少需要考虑哪几个基本要素？

.....

**4.3.5.2.典型的决策陷阱**

**【知识掌握程度】**

理解决策陷阱的涵义；

理解各类决策陷阱的表现及对航空活动的影响。

**【知识点】**

一、决策陷阱

由于个性、期望以及群体间的相互作用等影响，导致飞行员在飞行中容易出现各种认知偏差，做出不当的决策。

二、同伴压力

决策中因为感受到同伴的压力而追求表面一致，而不再尝试现实地评估其他可替代的方案，导致不当决策。

三、定势/固着

飞行员对某件事情已经有固定的看法或者期望，不能发现或应对环境的变化，导致决策失误。

四、锚定效应

飞行员由于固着于最初获得的目的或印象，影响和削弱判断力，从而忽视其他的可能选择。

五、投机心态

当天气或者设备条件低于最低要求或标准时，飞行员往往基于侥幸心理或不想接受失败而放弃较为谨慎的决策，转而寻求更为冒险和激进的行为。

**【思考题】**

什么是飞行员决策中的锚定效应？

~~~~~

4.3.6.文化、SOP 与 CRM

【知识掌握程度】

了解文化差异对 CRM 的影响；
理解 SOP 与机组协作的关系。

【知识点】

一、文化差异对 CRM 的影响

民族文化潜在且广泛地影响机组协作；职业文化差异对机组协作产生正面或负面的影响；所有的机组协作和行为都是组织文化和个体技术的结合体现，组织文化也有可能改变机组做决策时的风险倾向。

二、SOP 与机组协作

1、SOP 设计的原则就是基于机组协作，保证差错的可容忍，因此遵守 SOP 是有效协作的基础。

2、高效的 SOP 将更利于机组协作，提高飞行安全，而偏离和违背 SOP 将会使得机组协作低效，大大增加发生事故的可能性。

三、CRM

机组资源管理（CRM）是指为达到安全、高效飞行的目的，机组有效地利用所有可以利用的资源（信息、设备及人力资源等）识别、应对威胁，预防、识别、纠正差错，发现、处置非预期航空器状态的过程。

【思考题】

SOP 的执行对飞行安全的影响。

~~~~~

### 4.3.7.驾驶舱自动化

#### 4.3.7.1.自动化的优点和不足

**【知识掌握程度】**

理解自动化的优点和不足。



**【知识点】**

一、自动化的优点

能够完成许多持续性任务，减轻飞行员工作负荷；可以在较大程度上减少人的差错；能够有比人工操纵更平稳、更准确的控制；可以提供更为及时可靠的信息，提高飞行员等运营相关人员对危险情景的警觉；实现了一些人类所不能实现的功能，降低了任务的复杂性；提高了安全性、提升了飞行效率、降低了运营成本等。

二、自动化的不足

可能增加飞行员心理负荷；使飞行员操作技能衰退；当对自动化系统过于依赖时，飞行员可能会过分放松，对飞行活动投入减少；对自动化系统的过度信任可能导致麻痹大意，导致疏于监控，难于或延误发现问题。

**【思考题】**

飞行员对自动化系统的过度信任可能导致哪些问题？

.....

**4.3.7.2.自动化的管理**

**【知识掌握程度】**

理解自动化的管理原则。

**【知识点】**

机组确保内部任务明确、充分估计可能出现的问题；人机之间合理分配任务，确保机组对自动化系统的监控，并保持机组间的交叉检查；力求使飞行机组能获取所需要的信息；保持飞行员对自动化的信任；飞行员与自动化相互监控等等，都有助于预防和克服自动化的不足。

**【思考题】**

哪些措施有助于预防和克服自动化的不足？

~~~~~

4.4.威胁和差错管理

4.4.1.人的差错和可靠性

4.4.1.1.人的行为的可靠性

【知识掌握程度】

理解人的差错的性质；
理解航空活动中人的差错。

【知识点】

一、人的差错

- 1、差错是人类行为的必然组成部分。
- 2、差错不一定会带来严重的后果，其原因和结果并没有必然的联系，同样的差错，其原因和后果可能是不同的。

二、航空活动中人的差错

人的差错所引发的飞行事故是当今民用航空飞行事故的主要原因。

【思考题】

当今民用航空飞行事故的主要原因是什么？

.....

4.4.1.2.人的差错的理论和模型

【知识掌握程度】

了解与人的差错有关的理论和模型。

【知识点】

一、SHEL 模型

SHEL 模型是用以描述飞行中人的错误来源的模型。SHEL 由 Software（软件）、Hardware（硬件）、Environment（环境）、Liveware（人）的首写字母所组成。该模型表明了航空系统中与飞行员构成界面的四个要素及其相互关系，常用于分析飞行中人的因素的研究范围和飞行员错误的来源。

二、REASON 模型

“Reason 模型”也叫“瑞士奶酪模型”，该模型认为：组织活动可以分为不同层面，每个层面都有漏洞，不安全因素就像一个不间断的光源，刚好能透过所有这些漏洞时，事故就会发生。

三、事故链

飞行事故的发生并不是单一的因素所造成，往往是由多个因素共同引发。

【思考题】

什么是 SHEL 模型？

.....

4.4.1.3.人的差错的产生

【知识掌握程度】

理解人的差错产生的内部因素；

理解人的差错产生的外部因素。

【知识点】

一、差错产生的内部因素

1、人类自身的局限性构成了人的差错产生的内部原因。

2、人的感知、记忆、思维、言语等认知过程，注意的广度、注意的分配、注意的稳定性、注意的转移等心理品质，均有一定的局限，这些局限导致差错是人类行为的必然组成部分。

3、人的情绪情感、意志品质、气质、性格以及态度等，都会对人的认知过程和行为表现产生影响。

二、差错产生的外部因素

人的差错产生的外部因素主要包括人—硬件界面、人—软件界面、人—环境界面和人—人界面的匹配不良。

【思考题】

哪些内外部因素引发了人的差错？

~~~~~

### 4.4.2.威胁和差错管理

#### 4.4.2.1.威胁的识别与管理

#### 【知识掌握程度】

理解威胁的涵义；

掌握航空活动中如何识别和管理威胁。

#### 【知识点】

##### 一、威胁

1、指飞行机组在飞行期间应加以注意和应对的外部情况。这些情况增加了飞行操作的复杂程度，容易诱发机组出现差错，并在一定程度上影响飞行安全，应加以管理才能保证足够的安全裕度。

2、威胁可能是预料之中的也可能是预料之外的，如恶劣天气、系统失效、运行压力等。

##### 二、威胁的识别与管理

- 1、通过计划有意识地去识别可能影响飞行安全的环境威胁或运行威胁；
- 2、创立良好的驾驶舱氛围，提及或讨论威胁，并寻求管理威胁的对策；
- 3、建立针对威胁的飞行计划，监控并评价飞行过程。

**【思考题】**

哪些措施有助于更好的识别与管理威胁？

.....

**4.4.2.2.差错管理**

**【知识掌握程度】**

理解差错的涵义；

掌握航空活动中如何识别和管理差错。

**【知识点】**

一、差错

1、差错指背离机组意图或预期的机组成员的行为或既定工作的错、忘、漏现象。

2、差错包括未遵守规章制度、未执行标准操作程序（SOP）和政策，以及背离机组、公司或空中交通管制的指令或要求等。

二、差错管理

了解差错造成的原因和相应的预防措施，有效地减少差错事故的发生。改善硬件、软件、环境界面与人的相容程度，有助于减少差错。

**【思考题】**

什么是差错？

.....

**4.4.2.3.非预期航空器状态管理**

**【知识掌握程度】**

理解非预期航空器状态的涵义；

理解航空活动中非预期航空器状态的管理。

**【知识点】**

一、非预期航空器状态

非预期航空器状态是指明显降低飞行安全裕度的航空器位置、状况或姿态。如不稳定进近、航空器侧向偏差、重着陆等。

二、非预期航空器状态的识别与管理

有效的威胁和差错管理是预防进入非预期航空器状态的前提，一旦出现非预期航空器状态，需要立刻采取相应措施，改出非预期航空器状态。

**【思考题】**

如何识别非预期航空器状态？



## 5.气象

### 5.1.云和降水

#### 5.1.1.云的分类和特征

##### 5.1.1.1.云的分类

###### 【知识掌握程度】

了解云的分类依据；

掌握云的种类和简写符号。

###### 【知识点】

云的分类

| 族（云底高度）                  | 种（外貌特征） | 简写符号 |
|--------------------------|---------|------|
| 高云<br>（云底高度在 6000m 以上）   | 卷云      | Ci   |
|                          | 卷层云     | Cs   |
|                          | 卷积云     | Cc   |
| 中云<br>（云底高度在 2000-6000m） | 高积云     | Ac   |
|                          | 高层云     | As   |
| 低云<br>（云底高度低于 2000m）     | 淡积云     | Cu   |
|                          | 浓积云     | TCu  |
|                          | 积雨云     | Cb   |
|                          | 积层云     | Sc   |
|                          | 层云      | St   |
|                          | 雨层云     | Ns   |
|                          | 碎层云     | Fs   |
|                          | 碎积云     | Fc   |
| 碎雨云                      | Fn      |      |

###### 【思考题】

按云底高分类，云分为哪三类？

.....

### 5.1.1.2.浓积云和积雨云的特征

**【知识掌握程度】**

掌握浓积云和积雨云的特征。

**【知识点】**

**一、浓积云（TCu）**

云块底部平坦而灰暗，顶部凸起而明亮，云体高大，像大山或高塔。厚度常在 1000～2000m 之间，厚的可达 6000m。

**二、积雨云（Cb）**

云体十分高达，像大山或高峰，云顶有白色纤维结构，有时拓展成马鬃状或铁砧状；云底阴暗混乱，有时呈悬球状、滚轴状或弧状。

**【思考题】**

分别描述积雨云、浓积云的外貌特征。

~~~~~

5.1.2.云的形成与天气

5.1.2.1.云的形成

【知识掌握程度】

理解不同类型云的形成原因。

【知识点】

一、积状云的形成

积状云常形成在对流运动中。包括淡积云、浓积云和积雨云。

二、层状云的形成

在水汽充沛的条件下，系统性垂直运动中能形成范围广阔的层状云。包括雨层云、高层云、卷层云和卷云。

三、波状云的形成

波状云常形成于大气波动或乱流中。包括层积云、高积云和卷积云等。

【思考题】

积状云包括哪些种类的云？

.....

5.1.3.2.降水的分类

【知识掌握程度】

了解降水的分类。

【知识点】

- 一、从形态上分为：固态降水和液态降水。
- 二、按性质分类为：连续性降水、间歇性降水和阵性降水。连续性降水一般是层状云产生，间歇性降水一般是波状云产生，阵性降水一般是积状云产生。
- 三、按强度划分为：小（轻）、中常、大（浓、强）。

【思考题】

阵性降水产生在何种型的云中？

.....

5.1.3.3.降水对飞行的影响

【知识掌握程度】

掌握降水对飞行的影响。

【知识点】

- 一、降水时使能见度减小；
- 二、含过冷水滴的降水会造成飞机积冰；
- 三、在积雨云区及其附近飞行的飞机可能遭雹击；
- 四、大雨和暴雨能使发动机熄火；
- 五、大雨恶化飞机气动性能：主要表现为空气动力损失和飞机动量损耗；
- 六、降水影响跑道的使用。

【思考题】

~~~~~

## 5.2.大气运动

### 5.2.1.大气的水平运动

#### 5.2.1.1.风的表示和测量

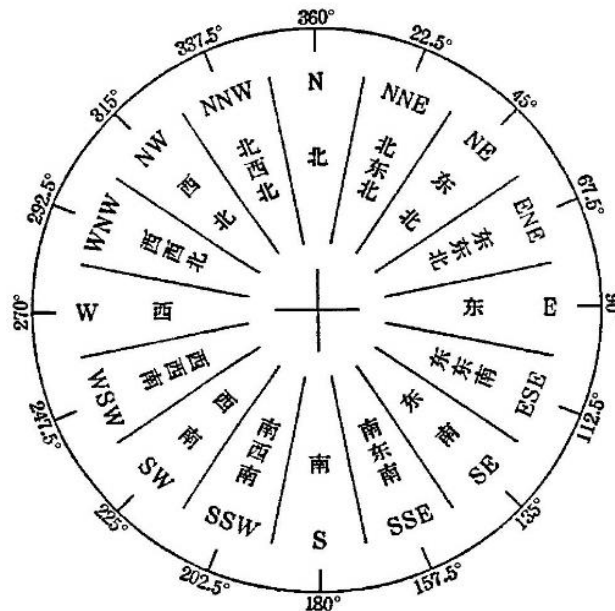
##### 【知识掌握程度】

理解风的表示；  
了解风的测量。

##### 【知识点】

##### 一、风的表示

风是矢量，气象上的风向是指风的来向，常用 360 度或 16 个方位来表示如下图所示。



##### 二、风的测量

风的测量方法主要有仪器测量和目视估计两大类。

常用仪器有风向风速仪、测风气球、风袋、多普勒测风雷达等。

风的目视估计主要是按风力等级表进行的。

##### 【思考题】

什么叫风，气象风的风向、风速是如何表示的？

.....

#### 5.2.1.2.风的形成

##### 【知识掌握程度】

理解形成风的力和风压定律；  
掌握风压定律的应用。

**【知识点】**

一、形成风的力

实际大气中作用于空气上的水平力有以下几种：

1、水平气压梯度力

使空气产生水平运动的直接动力是气压在水平方向上分布不均匀而形成的水平气压梯度力。

2、地转偏向力

由于地球自转引起的使相对地球运动的物体偏离原来运动方向的力。

3、摩擦力

当空气在近地面运动时，地表对空气运动要产生阻碍作用的力。

4、惯性离心力

空气在水平方向上相对于地球表面做圆周运动时，还要受到惯性离心力的作用。

二、风的形成及风压原理

自由大气中的风压定理：风沿着等压线吹，在北半球背风而立，高压在右，低压在左，等压线越密，风速越大。南半球风的运动方向与北半球相反。

摩擦层中的风压定理：风斜穿等压线吹，在北半球背风而立，高压在右后方，低压在左前方，等压线越密，风速越大。

**【思考题】**

形成风的力有哪些，北半球地转偏向力的方向如何？

.....

5.2.1.3.风的变化

**【知识掌握程度】**

掌握摩擦层中风的变化；

理解自由大气的变化。

**【知识点】**

一、摩擦层中风的变化

1、摩擦层中风随高度的变化

在摩擦层中，由于摩擦力随高度减小，在气压场随高度变化不大的情况下，随高度增加，风速会逐渐增大，而风向将逐渐趋于与等压线平行。

2、摩擦层中风的日变化

由于摩擦层中上、下层风向风速不一致，白天当上、下层空气混合强烈时，其相互影响就大，上、下层风有趋于一致的趋势，即近地面白天风速增大，风向向右偏转，上层风的变化则相反。

夜晚当空气混合作用减弱时，上、下层风就显示出较大差异，下层风速减小，风向左转，上层风速增大，风向右偏。

### 3、摩擦层中风的阵性

乱流涡旋随大范围基本气流一起运动，引起局地风向不断改变，风速时大时小，形成风的阵性。

## 二、自由大气中风的变化

### 1、自由大气中风随高度变化的原因

自由大气中风随高度有明显的变化，而这种变化主要是由气温水平差异引起的，当水平方向温度分布不均，在自由大气中的不同高度上风就发生了变化。

### 2、热成风

由气温的水平差异而形成的风称为热成风。

由热成风的形成过程可以得出热成风与温度场之间的关系：即风沿着等温线吹，在北半球背热成风而立，高温在右手，低温在左手，等温线越密，风速越大。

#### 【思考题】

自由大气中风的变化原因是什么？什么是热成风？

.....

### 5.2.1.4.风对飞行的影响

#### 【知识掌握程度】

掌握风对飞机起降及航行的影响。

#### 【知识点】

##### 一、风对飞机起飞着陆的影响

飞机起降时所能承受的最大风速，取决于机型和风与跑道的夹角。

逆风起降时所能承受的风速最大，正侧风起降时所能承受的风速最小。

近地面风由于受地表的影响，变化复杂，具有明显的阵性，风速越大，阵性越强，使飞机受到无规律的影响，难以操纵。

##### 二、风对飞机航行的影响

飞机在航线飞行时，顺风飞行会增大地速、缩短飞行时间、减少燃油消耗、增加航程；逆风飞行会减小地速、增加飞行时间、缩短航程；侧风会产生偏流，需进行适当修正以保持正确航向。

#### 【思考题】

风对飞机航行有什么影响？

~~~~~

5.2.2.大气的垂直运动

5.2.2.1.对流

【知识掌握程度】

- 理解对流运动的概念特征和产生的原因；
- 理解对流冲击力；
- 掌握大气稳定度概念及大气稳定度的判据。

【知识点】

一、对流的特征和概念

对流是指大气中一团空气在热力或动力作用下的强烈而比较有规则的升降运动。对流是所有垂直运动中速度最大的，具有水平范围小和持续时间短的特点。

二、对流产生的原因

对流是空气块在热力或动力作用下产生的垂直运动。热力作用下的对流主要是指在层结不稳定的大气中。动力作用下的大气对流是指在气流水平辐合或在地形强迫抬升下形成的上升运动。

三、对流冲击力

使原来静止的空气产生垂直运动的作用力，称为对流冲击力。对流冲击力分为热力对流和动力对流。

四、大气稳定度

大气稳定度是指大气对垂直运动的阻碍程度。可将大气稳定度分成三种情形：

- 1、 $\gamma < \gamma_m (< \gamma_d)$ 绝对稳定；
- 2、 $\gamma > \gamma_d (> \gamma_m)$ 绝对不稳定；
- 3、 $\gamma_m < \gamma < \gamma_d$ 条件性不稳定。

【思考题】

什么是大气稳定度，如何判断大气稳定度？

.....

5.2.2.2.系统性垂直运动

【知识掌握程度】

理解系统性垂直运动的特征和产生条件。

【知识点】

一、系统性垂直运动及特征

大范围空气有规则的升降运动称为系统性垂直运动。

系统性垂直运动具有范围广、升降速度小和持续时间长的特征。

二、系统性垂直运动产生的条件

系统性垂直运动一般产生于大范围空气的水平气流辐合、辐散区，以及冷、暖空气交锋区，暖空气被抬升也可产生系统性上升运动。

【思考题】

什么是系统性垂直运动？

.....

5.2.2.3.大气波动

【知识掌握程度】

理解大气波动产生的原因和对飞行的影响。

【知识点】

大气在重力作用下产生的波动，叫重力波。

重力波的形成有两种原因：一是两层密度不同的空气发生相对运动时，在其交界面上会出现波动。另一种情况是在有较强的风吹过山脉时，由于山脉对气流的扰动作用，在一定条件下，可在山的背风面形成重力波，即山地背风波。

【思考题】

大气波动产生的原因？

.....

5.2.2.4.大气乱流

【知识掌握程度】

理解大气中热力乱流和动力乱流。

【知识点】

乱流是空气不规则的涡旋运动，又称湍流或扰动气流。

乱流涡旋是由大气中气流切变引起的。

造成气流切变的原因主要有热力和动力两种，分别形成热力乱流和动力乱流。

一、热力乱流

当气温水平分布不均匀时，就会产生大大小小的升降气流，由于它们之间有速度和方向的差异，就会形成乱流涡旋。各乱流涡旋间相互碰撞、影响，使其变形，就形成一定范围内的乱流，即热力乱流。

二、动力乱流

当气流流过粗糙地表、丘陵和山区时，由于地表摩擦和地形扰动，会引起气流切变而形成乱流涡旋。当高空风向、风速的空间分布有明显差异时，也会形成乱流，这一类乱流统称为动

力乱流。

【思考题】

- 1、大气中乱流有哪几种？
- 2、什么是热力乱流？

~~~~~

### 5.2.3.低空风切变

#### 5.2.3.1.低空风切变分类及影响

**【知识掌握程度】**

理解低空风切变种类；  
掌握低空风切变对飞行的影响。

**【知识点】**

把在高度 500m 以下，风向风速在空间一定距离上的变化称为低空风切变。根据飞机的运动相对于风矢量之间的各种不同情况，把风切变分为四种。

#### 一、顺风切变

水平风的变量对飞机来说是顺风。顺风切变使飞机空速减小，升力下降，飞机下沉，危害较大。

#### 二、逆风切变

水平风的变量对飞机来说是逆风。逆风切变使飞机空速增大，升力增大，飞机抬升。

#### 三、侧风切变

飞机从一种侧风或无侧风状态进入另一种明显不同的侧风状态。使飞机发生侧滑、滚转或偏转。

#### 四、垂直切变

飞机从无明显的升降气流区进入强烈的升降气流区域的情形。特别是强烈的下降气流，往往有很强的猝发性，强度很大，使飞机突然下沉，危害很大。

**【思考题】**

什么是低空风切变？风切变可以分为几类？

.....

### 5.2.3.2.容易产生低空风切变的天气

#### 【知识掌握程度】

理解低空风切变产生的天气条件；  
掌握低空风切变对飞行危害。

#### 【知识点】

一般容易产生较强的低空风切变的天气和环境条件有以下几种：

##### 一、雷暴

雷暴是产生风切变的重要天气条件。雷暴会产生两种不同的风切变。一种是发生在雷暴单体下面，由下击暴流造成的风切变，其特点是范围小、寿命短、强度大。另一种是雷雨中的下冲气流形成强烈的冷性气流，可传到离雷暴云外 20km，有时不伴随其他可见的天气现象，不易发现，对飞行威胁较大。

##### 二、锋面

锋面是产生风切变最多的气象条件。锋两侧气象要素有很大的差异，穿过锋面时，将碰到突然的风速和风向变化。一般来说，在锋两侧温差大和移动快的锋面附近，都会产生较强的风切变。

冷锋的风切变持续时间短，强冷锋及强冷锋后大风区往往存在严重的低空风切变。暖锋的风切变持续时间长，也可出现在距地面锋线前较远的地方。

##### 三、辐射逆温型的低空急流

当晴夜产生强辐射逆温时，在逆温层顶附近常有低空急流，高度一般为几百米。它的形成是因为逆温层阻挡了在其上的大尺度气流运动与地面附近气层之间的混合作用和动量传递，因而在逆温层以上形成了最大风速区即低空急流。

##### 四、地形和地物

当机场周围山脉较多或地形地物复杂时，常有由于环境条件产生的低空风切变。

#### 【思考题】

低空辐射逆温是怎样形成风切变的？

.....

### 5.2.3.3.低空风切变的判断

#### 【知识掌握程度】

掌握低空风切变的判断方法。

#### 【知识点】

及时、有效地判断低空风切变的存在、类型和强度是飞行人员必须了解和掌握的技能。目前判断方法有以下三种：





## 5.3.飞机积冰

### 5.3.1.飞机积冰的类型

#### 【知识掌握程度】

理解飞机结构性积冰不同类型形成；

掌握不同类型积冰对飞行的危害及影响程度。

#### 【知识点】

飞机积冰是指飞机机身表面某些部位聚集冰层的现象。根据它们的结构、形状以及对飞行影响程度不同，可以分为明冰、雾凇、毛冰和霜四种。

一、明冰：光滑透明、结构坚实。在  $0\sim-10^{\circ}\text{C}$  的过冷雨或大水滴组成的云中形成。

二、雾凇：不透明，表面粗糙。云中过冷水滴通常很小，相应的，过冷水滴的数量也较少，多形成在温度为  $-20^{\circ}\text{C}$  左右的云中。

三、毛冰：表面粗糙不平，冻结得比较坚固，像白瓷，云中往往是大小过冷水滴同时并存，形成在温度为  $-5\sim-15^{\circ}\text{C}$  的云中。

四、霜：飞机由低于  $0^{\circ}\text{C}$  的区域进入较暖的区域，由水汽凝华而成的。

#### 【思考题】

飞机积冰有哪几种？它们是怎样形成的？

~~~~~

5.3.2.飞机积冰的大气环境

【知识掌握程度】

掌握飞机积冰和云中温度、湿度的关系；

掌握飞机积冰和云状关系。

【知识点】

一、飞机积冰与云中温度、湿度的关系

通常飞机积冰形成于温度低于 0°C 的云中。但云中温度越低，过冷水滴越少，故在温度低于 -20°C 的云中飞机的次数很少。

云中温度露点差值越少，相对湿度就越大，越有利于积冰的形成。

二、飞机积冰与云状的关系

1、积云和积雨云

积云、积雨云中上升气流强，云中含水量和水滴都很大，因而云中积冰强度比较大。

2、层云和层积云中的积冰

这两种云多出现在逆温层下，云中含水量中等，含水量分布由云底向上增大。因此，

5.4.对流性天气

5.4.1.雷暴的结构和天气

5.4.1.1.雷暴的形成

【知识掌握程度】

理解雷暴形成的条件。

【知识点】

雷暴是由强烈发展的积雨云产生的，形成强烈的积雨云需要有如下三个条件：

- 一、深厚而明显的不稳定气层；
- 二、充沛的水汽；
- 三、足够的冲击力。

【思考题】

雷暴的形成的基本条件是什么？

.....

5.4.1.2.一般雷暴单体的生命史

【知识掌握程度】

理解一般性雷暴的结构和各个不同发展阶段特征。

【知识点】

一、一般雷暴的结构

构成雷暴云的每一个积雨云称为雷暴单体。由一个或数个雷暴单体构成的雷暴云，其强度仅达一般程度，即为一般雷暴。

二、一般雷暴单体的生命史

1、形成阶段

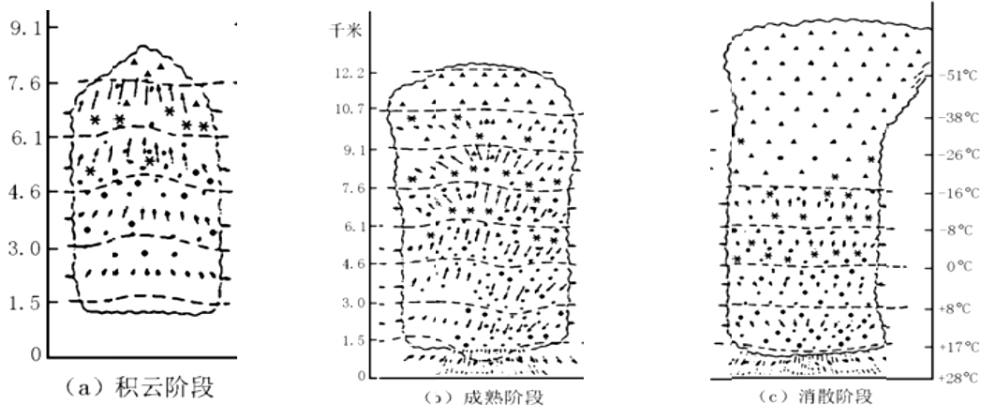
云内都是上升气流，等温线向上凸；云滴大多由水滴构成，一般没有降水和闪电（如图（a）所示）。

2、成熟阶段

云中除上升气流外，局部出现系统的下降气流，上升气流区温度高，下降气流区温度低，降水产生并发展；有强烈的湍流、积冰、闪电、阵雨和大风等危险天气；云顶成砧状（如图（b）所示）。

3、消散阶段

下降气流遍布云中，等温线向下凹，云体向水平方向扩，云体趋于瓦解和消散，残留的云砧或转变为伪卷云、积云性高积云、积云性层积云（如图（c）所示）。



【思考题】

雷暴单体发展有几个阶段？各阶段主要特征是什么？

.....

5.4.1.3.强雷暴

【知识掌握程度】

- 了解强雷暴的结构；
- 掌握强雷暴过境地面天气；
- 了解强雷暴的种类。

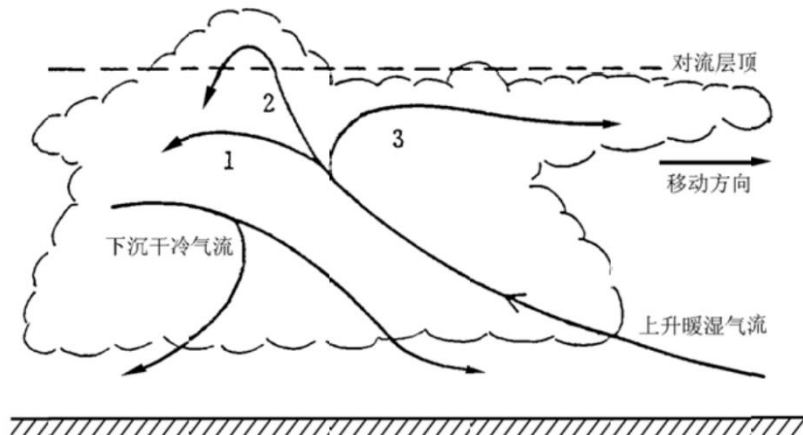
【知识点】

强雷暴云的结构和天气

如果大气中存在更强烈的对流性不稳定和强的垂直风切变就会形成比普通雷暴更强、持续时间更长、水平尺度更大的强雷暴。

1、强雷暴云的结构

强雷暴云的结构表现为云体内有稳定、强大的升降气流；强雷暴云的气流结构，使上升气流和下降气流能同时并存且维持相当长时间（如图所示）。



强烈雷暴的气流结构

典型的地形雷暴常很快形成，雷暴云沿山脉走向成行出现而不太移动，且面积较大，云中气流剧烈，降水强度大，有时还会降冰雹；云底高度较低，常能遮住整个山头，悬崖和峭壁可能被遮盖起来。

【思考题】

什么是地形雷暴？它有什么特点？

.....

5.4.2.3.天气系统雷暴

【知识掌握程度】

理解各种天气系统雷暴的形成和活动特点。

【知识点】

一、锋面雷暴

1、冷锋雷暴

冷锋雷暴是冷空气强烈冲击暖湿不稳定空气而形成的。

冷锋强、锋面坡度大、移动快、暖空气不稳定、暖湿程度大时，有利于冷锋雷暴的形成。

2、静止锋雷暴

静止锋雷暴是由暖湿不稳定空气沿锋面上升，或是由低层气流辐合上升而形成的。

静止锋雷暴范围较广、持续时间长。

3、暖锋雷暴

暖锋雷暴是在暖锋向前移动时，由暖湿不稳定空气沿暖锋上升而形成。在 850hPa 或 700hPa 上有切变线配合时，容易产生雷暴。

二、冷涡雷暴

冷涡雷暴可分为北方冷涡雷暴和南方冷涡雷暴两种。

三、空中槽和切变线雷暴

强烈的辐合气流，能产生较大范围的强烈的上升运动，有利于雷暴的形成。

四、副热带高压西部雷暴

在副热带高压西部外围，空气比较暖湿，常有不稳定气层出现，只要有足够的热力或动力冲击力，雷暴就可以形成。

【思考题】

冷锋雷暴是怎么形成的，它有什么特点？

.....

5.4.2.4.雷暴的活动特征

【知识掌握程度】

理解雷暴的活动。

【知识点】

一、雷暴的移动与传播

雷暴从产生到消失的整个过程中，都是不断移动着的，它的移动，主要受两个因素的作用：一是随风飘移；二是传播，传播是指原来雷暴的周围产生出新雷暴的现象，新雷暴发展，老雷暴消亡。

一般雷暴的移动主要受随风漂移；强雷暴的移动主要受随风漂移和传播的共同影响。

二、雷暴的季节变化

一年中雷暴出现最多的季节是夏季，春秋季节次之，冬季除华南少数地区外，全国极少有雷暴出现。

【思考题】

什么是雷暴的传播以及雷暴的季节变化？

~~~~~

#### 5.4.3.雷暴对飞行的影响

##### 5.4.3.1.下击暴流

**【知识掌握程度】**

掌握下击暴流（DBST）和微下击暴流（MBST）。

**【知识点】**

能引起地面或近地面出现大于 18m/s 雷暴大风的那股突发性的强烈下降气流，称为下击暴流。

下击暴流是雷暴强烈发展的产物，在雷暴云中伴随着倾盆大雨存在着强烈的下降气流，当它冲泻到低空时，在近地面会形成强劲的外流—雷暴大风。

在下击暴流的整个直线气流中，还嵌有一些小尺度外流系统，称为微下击暴流。

下击暴流的地面外流的水平尺度是 4~40KM，生命周期很短，一般只有 10~15min；微下击暴流的地面外流的水平尺度 400~4000M，生命周期很短，有的只有几分钟。

**【思考题】**

什么是下击暴流？

.....

### 5.4.3.2.雷击

#### 【知识掌握程度】

理解雷击的形成；  
掌握雷击对飞行的危害。

#### 【知识点】

##### 一、雷击现象

雷暴云与地面之间的放电或雷暴云与航空器之间的放电称为雷击。

##### 二、雷击的危害

造成电子设备受到干扰，数据丢失，产生误动作或暂时瘫痪；严重时可引起元器件击穿及电路板烧毁，使整个系统陷于瘫痪。

#### 【思考题】

雷击对飞行的危害有哪些？

.....

### 5.4.3.3.飞行中对雷暴的判断

#### 【知识掌握程度】

掌握飞行中对雷暴的判断方法。

#### 【知识点】

##### 一、根据云的外貌判断

##### 1、较强雷暴云的特征

云体高大耸立，有砧状云顶和最高云塔；  
云底呈弧状、滚轴状；  
云体下半部较暗，并有中心黑暗区；  
周围有旺盛的浓积云伴随；  
有垂直闪电。

##### 2、较弱雷暴云的特征

云体结构松散，砧状云顶有与下部云体脱离的趋势；  
有水平闪电。

##### 二、云中飞行时对雷暴的判断

##### 1、根据无线电罗盘指针判断

接近雷暴时，无线电罗盘指针会左右摇摆或缓慢旋转。

##### 2、根据通信受的干扰来判断

一般离雷暴越近，受的干扰越大，有时通信完全中断。

3、根据天气现象来判断

颠簸逐渐增强，大量降水和积冰的出现，是飞进雷暴云的标志。

三、使用气象测雨雷达和机载气象雷达探测雷暴

在雷达荧光屏上，雷暴云回波的强度大，内部结构密实，边缘轮廓分明，显得特别明亮，在彩色荧光屏上为黄色和红色。

**【思考题】**

在云中飞行时怎样判断是雷暴云？

~~~~~

5.4.4.特殊地形下的对流性天气

5.4.4.1.山地背风波

【知识掌握程度】

理解山地背风波的形成条件和对飞行的影响。

【知识点】

气流越山时，在一定条件下，会在山脊背风面上空形成波动气流，称为山地背风波或地形波或驻波。

一、背风波形成的条件

- 1、气流越过是长山脊或山岳地带；
- 2、风向与山脊垂线的交角小于 30 度；风速在山脊高度上一般不能小于 10m/s，且从山脊到对流层顶，风速随高度的增加或减小保持不变；
- 3、在山的迎风面低层气层显著稳定，上层气流稳定度减小。

二、背风波对飞行的影响

- 1、山地波中有明显的升降气流和乱流，可给飞行造成很大的影响；
- 2、背风波中的下降气流不仅使飞机高度下降，也使气压式高度表读数偏高；
- 3、山地波波区风速很大，还有很强乱流，有时还有滚转气流，会使飞机严重颠簸；乱流最强的区域处在背风波区比山顶稍低的地方。

【思考题】

背风波形成的基本条件？

.....

6、超强台风。中心最大风速 ≥ 51 米每秒（大于16级）。

二、热带气旋的形成

形成热带风暴的两个必要条件是温度和湿度，形成热带风暴的最佳条件是水面温度高于 27°C 和纬度大于 10° 。

全球热带气旋主要产生在8个海区，其中以北太平洋西部最多，北太平洋西部的台风主要集中在三个海区：菲律宾以东洋面、关岛附近洋面和南海中部。

【思考题】

热带气旋是如何分类？

.....

5.4.5.2.热带气旋移动及天气

【知识掌握程度】

掌握影响我国热带气旋的移动路径；

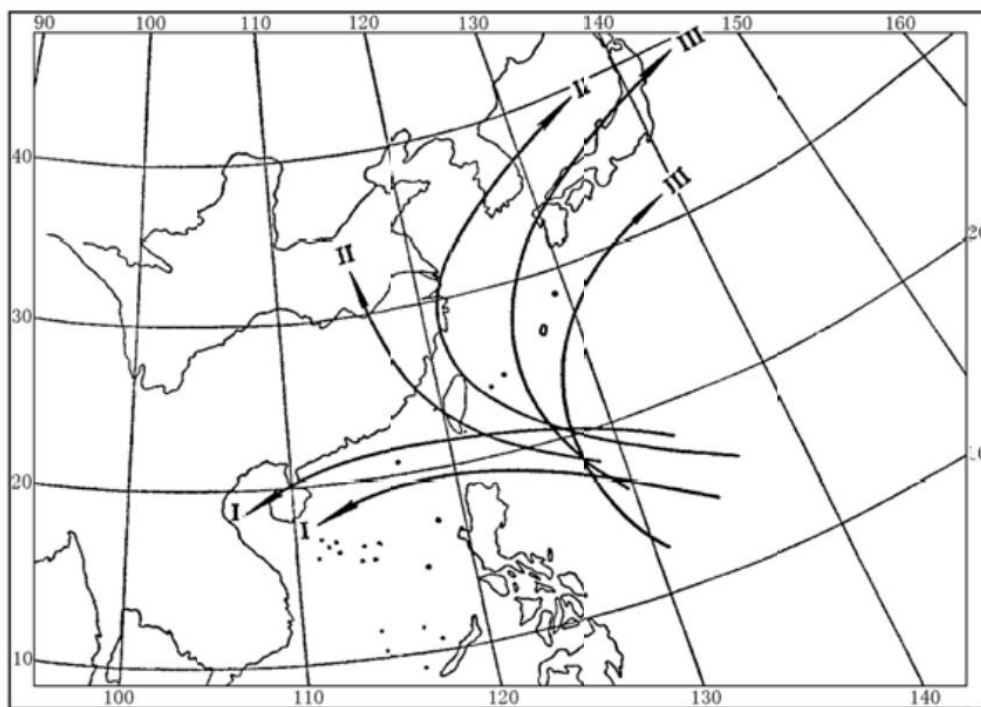
掌握热带气旋天气。

【知识点】

一、热带气旋移动

北太平洋西部台风在源地生成后，其移动路径大致分为三条：

- 1、西移路径：台风从菲律宾以东一直向偏西方向移动。
- 2、西北路径：台风以菲律宾移动西北偏西方向移动。
- 3、转向路径：台风从菲律宾以东向西北方向移动。



5.5.气团和锋面

5.5.1.气团

5.5.1.1.气团的形成及分类

【知识掌握程度】

- 了解气团的定义；
- 理解气团的形成；
- 掌握气团的热力分类。

【知识点】

气团是指气象要素（主要指温度和湿度）水平分布比较均匀的大范围的空气团。

一、气团的形成

气团形成需要具备两个条件：一是要有大范围性质比较均匀的下垫面。二是还必须要有使大范围空气能较长时间停留在均匀的下垫面上的环流条件，以使空气能有充分时间和下垫面交换热量和水汽，取得和下垫面相近的物理特性。

二、气团的分类

1、地理分类法（地理位置和下垫面性质）

按气团源地分成四个基本类型：冰洋气团、极地气团、热带气团、赤道气团；

按源地的湿度性质：将气团分为海洋性气团和大陆性气团两种。

2、热力分类法

（1）凡是气团温度高于流经下垫面温度的，称为暖气团；

（2）气团温度低于流经下垫面温度的，称为冷气团。

【思考题】

什么是气团，请问气团形成的条件是什么？

.....

5.5.1.2.气团的变性及天气

【知识掌握程度】

理解气团变性的基本天气特征。

【知识点】

一、气团的变性

大气总是处在不断的运动中，当气团在源地形成后，气团中的部分空气就会离开源地移到与源地性质不同的地面，气团中的空气与新地表产生了热量与水分的交换，气团的物理性质就会逐渐变化，这种变化称为气团的变性。

二、气团天气

1、冷气团的天气特征

当冷气团移到较暖的地表后，使所经地区变冷，而本身则下部被加热，由于低层增温，气温直减率增大，气层趋于不稳定，有利于对流的发展。

2、暖气团的天气特征

暖气团移经较冷地表后，使所经地区变暖，而本身则从下部开始逐渐冷却。由于冷却从低层开始，气温直减率变小，气层趋于稳定，有时会形成逆温或等温层，可引起长时间的低云幕和低能见度现象。

【思考题】

什么是气团的变性？

.....

5.5.1.3.影响我国的气团

【知识掌握程度】

掌握影响我国的气团。

【知识点】

影响我国气候的主要气团是西伯利亚冷高压（中纬度大陆气团）和西太平洋副热带高压（热带海洋气团）。

春季（3~5月）冷、暖两个高压之间常呈拉锯战，冷高占上风时，多伴有风沙、雷雨、冷空气、寒潮天气；均势力敌时多形成江南、华南连阴雨。

夏季（6~8月）往往西太平洋副热带高压（暖气团）多占主导位置，处其边缘时，午后多有雷阵雨；受其控制时会出现高温伏旱。

秋季（9~11月）西太平洋副热带高压逐渐东南退到海上，大陆冷气团南压，多形成伏秋连旱、秋老虎天气；若遇西太平洋副热带高压位置偏东在东海沿海，与冷高之间易产生切变线，形成华西秋雨。

冬季（12月~次年2月）多以冷高控制，冷空气、寒潮、大风天气多见。

【思考题】

影响我国的气团有哪些？

~~~~~



## 5.5.2.锋面

### 5.5.2.1.锋面定义

#### 【知识掌握程度】

理解锋面的定义；  
理解锋面气象要素分布特征。

#### 【知识点】

##### 一、锋面定义、特征

锋是冷暖气团之间的狭窄、倾斜过渡地带。当性质不同的两个气团，在移动过程中相遇时，它们之间就会出现一个交界面，叫做锋面。

由于锋两侧的气团性质上有很大差异，所以锋附近空气运动活跃，在锋中有强烈的升降运动，气流极不稳定，常造成剧烈的天气变化。因此，锋是重要的天气系统之一。

##### 二、锋面的气象要素

- 1、温度场：锋附近区域内，在水平方向上的温度差异非常明显，锋面往往是逆温层。
- 2、气压场：锋附近区域气压的分布不均匀，锋处于气压槽中。
- 3、锋附近风场：风在锋面两侧有明显的逆向转变，即由锋后到锋前，风向呈逆时针方向变化。

#### 【思考题】

锋面两侧的温度和风的分布有何特征？

.....

### 5.5.2.2.冷锋

#### 【知识掌握程度】

理解冷锋的定义；  
掌握冷锋的天气特点。

#### 【知识点】

##### 一、冷锋的定义

锋面在移动过程中，冷气团起主导作用，推动锋面向暖气团一侧移动。

##### 二、冷锋的特点

大多数冷锋天气具有一些共同特征：常生成积状云，有阵性降水和较强的乱流；伴有强烈阵风；锋面过境后天气晴朗，能见度好。

#### 【思考题】

什么是冷锋，冷锋过境所带来的天气？

.....

### 5.5.2.3.暖锋

**【知识掌握程度】**

理解暖锋的定义；  
理解暖锋天气特点。

**【知识点】**

一、暖锋的定义

锋面在移动过程中，若暖空气起主导作用，推动锋面向冷气团一侧移动，这种锋称为暖锋。

暖锋多在中国东北地区和长江中下游活动，大多与冷锋联结在一起。

二、暖锋的特点

1、天气特征

暖锋过境时，温暖湿润，气温上升，气压下降，天气多转云雨天气。与冷锋相对。暖锋比冷锋移动速度慢，可能会连续性降水或出现雾。

2、降水特点

强度小、范围广、时间长，降水在锋前。

**【思考题】**

什么是暖锋，暖锋过境的天气特征有哪些？

.....

### 5.5.2.4.准静止锋

**【知识掌握程度】**

理解准静止基本特点。

**【知识点】**

当冷暖气团势力相当，锋面移动很少时，称为准静止锋，简称为准静止锋。

影响我国的准静止锋主要有：华南准静止锋，江淮准静止锋，昆明准静止锋，天山准静止锋。江淮地区由于冷暖气团势均力敌形成准静止锋，在每年6月形成梅雨。云贵高原由于昆明海拔较高，在贵阳一带形成准静止锋，冬季多雨。

**【思考题】**

准静止锋的天气特点是什么？

~~~~~

5.6.常规天气分析

5.6.1.天气图

5.6.1.1.地面天气图

【知识掌握程度】

了解地面天气图填图的格式及填图项目；
理解地面天气图分析的项目。

【知识点】

地面天气图可以了解地面天气系统和天气现象的分布状况，进而判断天气演变趋势。
地面天气图的分析项目，通常包括海平面气压场、等三小时变压场、天气现象和锋线等。

一、海平面气压场的分析

海平面上的气压分布，称为海平面气压场。

海平面气压场分析，就是在地面图上绘制出等压线（即按规定把气压数值相同的各点连成线），从绘制出的等压线图上能清楚地表明气压系统在海平面的分布情况。

二、云和天气现象的分析

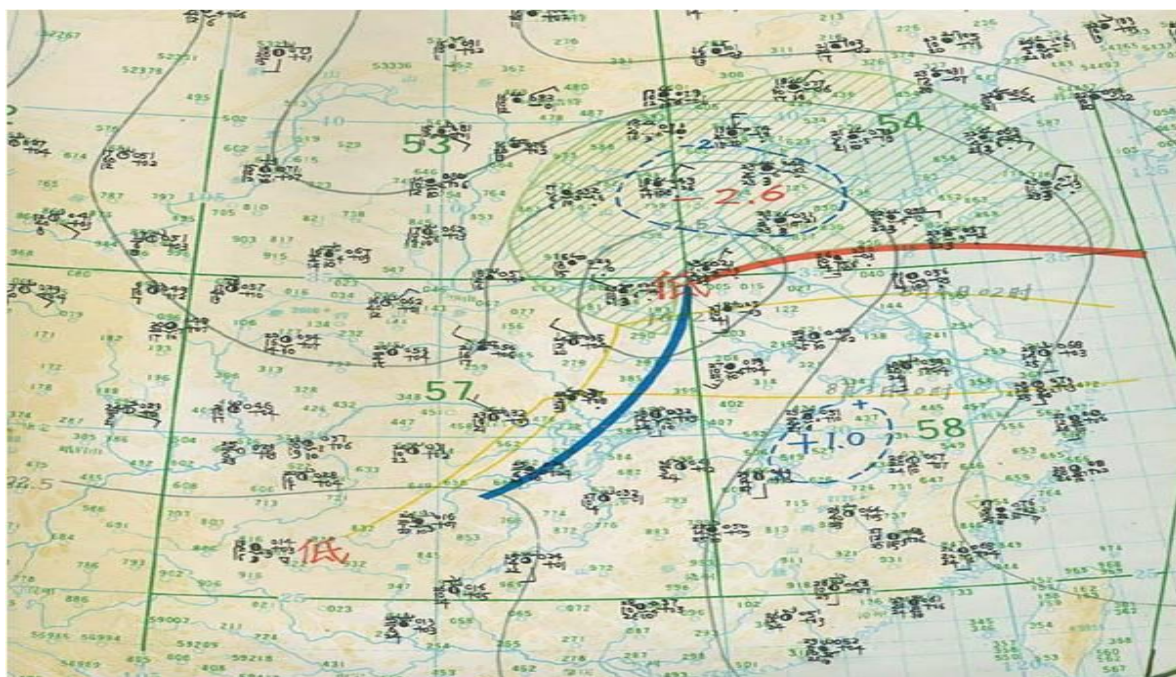
云和天气现象的分析，包括云和天气现象的性质、分布情况和演变过程。

为了一目了然地显示各种主要天气现象的分布，地面图上采用各种颜色铅笔勾画和标注主要天气区，还可以根据工作需要勾画和标注某种云状的区域。

三、锋线分析

锋线分析就是确定锋线的位置、性质、强度及其变化情况等。

四、地面天气图图例



【思考题】

地面天气图都分析哪些项目？

.....

5.6.1.2.高空等压面图

【知识掌握程度】

理解等压面图种类及单站填图项目；

理解等压图分析的项目。

【知识点】

分析高空等压面图，可以了解大气压力场、风场、温度场和湿度场的空间分布及其相互联系，有助于认识天气系统的空间结构和发展演变的原因。

等压面图的分析项目，一般包括各等压面的位势高度场、风场、温度场及温度露点差、槽线、切变线等。

一、等高线分析

等高线用黑色铅笔以平滑实线绘制。

二、槽线、切变线分析

槽线、切变线的分析，一般是用棕色铅笔画出当时的槽线和切变线。

槽线是低压槽中等高线曲率最大点的连线，而切变线是风场的不连续线。

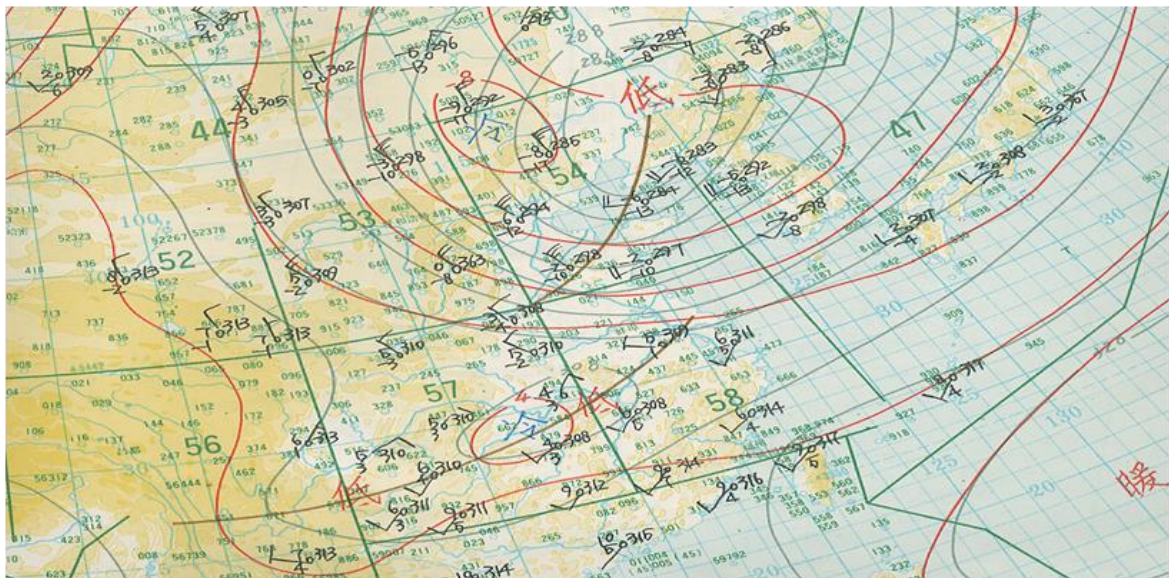
三、等温线分析

等温线用红色铅笔以平滑实线绘制。

四、温度平流分析

冷、暖空气水平运动所引起的某些地区气温变冷或增暖的现象称温度平流。

五、等压面图图例（700mb 或 700hpa）



5.6.2.2.反气旋

【知识掌握程度】

了解反气旋的定义和分类；
理解蒙古冷高压和副热带高压的天气特征。

【知识点】

一、反气旋的定义

反气旋是指中心气压比四周气压高的水平空气涡旋，也是气压系统中的高压。
北半球反气旋中，低层的水平气流呈顺时针方向向外辐散。

二、反气旋的分类

反气旋按生成的地理位置分为温带反气旋、副热带反气旋和极地反气旋。
按反气旋的结构分为冷性反气旋（冷高压）和暖性反气旋（暖高压）。

三、影响我国的反气旋

1、蒙古冷高压

蒙古冷高压是由于海陆热力性质差异形成于蒙古西伯利亚一带的冷高压。1月份前后达到最强，势力强盛可影响整个欧亚大陆，春季东移，盛夏时消失。

蒙古高压控制下的气团属于中纬度大陆气团，冷而干燥，层结稳定，天气晴好为主。

2、太平洋副热带高压

西太平洋副热带高压对我国天气、气候有重要影响。在副高脊附近，下沉气流强，风力微弱，天气炎热；脊的西北侧与西风带相邻，常有气旋、锋面、低槽等天气系统活动，多阴雨天气。

【思考题】

- 1、什么是反气旋，反气旋的气流运动情况是什么样的？
- 2、影响我国的反气旋有哪些？

.....

5.6.2.3.槽线和切变线

【知识掌握程度】

了解槽线和切变线的定义；
理解槽线和切变线的天气特征。

【知识点】

一、槽线

槽线是自低压中心到低压槽内气压最低的点的连线。槽线的两侧风向有明显转折。

5.6.3.2.气象要素预报

【知识掌握程度】

理解气象要素内容；
了解气象要素预报本思路。

【知识点】

一、气象要素预报内容

气象要素预报的内容很多，主要包括风、气温、雾、云和降水等气象要素的预报。

航空上的预报即是短时气象要素预报，其特点是对风、云、能见度及某些对飞行影响的天气现象预报的精度要求很高，时间也要求很准。

二、气象要素预报的基本思路

- 1、做好天气形势预报，确定未来影响本地区的天气系统；
- 2、总趋势确定后，再考虑本地的自然地理条件；
- 3、参考近期内本站及其附近各地气象要素的演变；
- 4、考虑各气象要素的日变化规律。

【思考题】

气象要素预报内容有哪些？

~~~~~



## 5.7.高空气象环境

### 5.7.1.高空的一般气象条件

#### 5.7.1.1.对流层顶

**【知识掌握程度】**

理解对流层基本特点；  
掌握对流层顶和飞行之间关系。

**【知识点】**

对流层顶是指从对流层到平流层之间的一个过渡气层。

对流层顶的具体高度和温度，是随季节和纬度而变化的，一般而言，夏季或低纬地区，对流层顶较高，气温较低；冬季或高纬地区，对流层顶较低，气温较高。

**【思考题】**

- 1、什么是对流层顶？
- 2、对流层顶的高度和气温如何变化？

.....

#### 5.7.1.2.高空影响飞行的因素

**【知识掌握程度】**

掌握高空影响飞行气象要素。

**【知识点】**

一、臭氧

在高度约 10~50km 的大气中，臭氧含量较多，特别是在 20~25km 高度处，臭氧含量最大，可达空气体积比的百万分之几。

二、空气密度

高空、平流层中空气密度小，在中纬度 12km 和 20km 高度上，空气密度仅及地面的 25% 和 7%。

三、目视条件变化

在高空、平流层中，由于空气中水汽及尘埃极少，所以能见度一般较好。

四、火山灰云

火山灰云是火山喷发时小的火山灰颗粒悬浮在空中形成的云。

在火山灰云中飞行可造成由静压系统工作和各种仪表失真，发动机受火山灰杂质腐蚀和堵塞而易受损伤，严重时可使发动机熄火，危及飞行安全。

五、辐射

**【思考题】**

火山灰云对飞行有何影响，对付火山灰云应采取哪些措施？

~~~~~

5.7.2.高空急流

5.7.2.1.高空急流的形成及特征

【知识掌握程度】

掌握高空急流的特征；
理解高空急流形成的原因。

【知识点】

高空急流是位于对流层上层或平流层中的强而窄的气流。急流中心的长轴称为急流轴，它近于水平。

一、高空急流的形成

高空急流的形成和大气中水平气温梯度大相关。如果在大气中有一个水平气温梯度大的区域，在它的高空，必有一个强风带存在，当风速达到或超过 30m/s 时，即出现了急流。

二、高空急流的特征

- 1、急流一般长几千千米，有的可达万余千米，宽度为几百至千余千米，厚度为几千千米；
- 2、急流中心的长轴称为急流轴，它是准水平的，大致是纬向分布；
- 3、在急流轴附近风切变很强，乱流也强；
- 4、急流轴线上风速最低值为 30m/s；
- 5、急流轴上风速分布不均匀，大小风速去交替出现。

【思考题】

什么是高空急流，高空急流有哪些特征？

.....

5.7.2.2.高空急流的种类

【知识掌握程度】

理解急流种类；
掌握温带急流和副热带急流特点。

【知识点】

一、温带急流（北支西风急流）

位置：冬季靠南，在 40~60° N；夏季靠北，在 70° N 附近。

高度：极地对流层顶附近或极地对流层顶以下 1~2km 处；夏季高度偏高。

风速：冬季强；夏季弱。

二、副热带急流（南支西风急流）

位置：副热带高压北部，冬季靠南，在 25~32° N 之间；夏季向北推移约 10~15 个纬度。中国的急流以副热带急流为主。

高度：平均 12~14km。

风速：冬季强；夏季弱。

三、热带东风急流

位置：热带对流层顶附近或平流层，副热带高压南部。

高度：14~16km。

风速：夏季强；冬季弱。

四、极地平流层急流

位置：50~70° 。

风向风速：冬季西风，夏季东风。

【思考题】

高空急流的种类有哪些，影响我国的高空急流有哪些？

~~~~~

### 5.7.3.晴空乱流

#### 【知识掌握程度】

了解晴空乱流的定义；

理解晴空乱流的产生原因。

#### 【知识点】

##### 一、晴空乱流的定义

晴空乱流是指与对流无关的大气乱流，常发生于 6000 米以上的高度。晴空乱流难以通过目测判断，对高空飞行构成威胁。

##### 二、晴空乱流与天气系统的关系

高空急流和高空锋区附近，以及对流层顶断裂或坡度较陡时，往往有较强的晴空乱流出现。

#### 【思考题】

什么是晴空乱流，哪些天气系统易出现晴空乱流？

~~~~~

5.8.大气环流

5.8.1.大气环流的形成

【知识掌握程度】

理解大气环流产生原因。

【知识点】

一、大气环流

地球上大气层中大规模的气流运动称为大气环流。

二、大气环流形成原因

1、太阳辐射，这是地球上大气运动能量的来源，由于地球的自转和公转，地球表面接受太阳辐射能量是不均匀的。热带地区多，而极区少，从而形成大气的热力环流。

2、地球自转，在地球表面运动的大气都会受地转偏向力作用而发生偏转。

3、地球表面海陆分布不均匀。

4、大气内部南北之间热量、动量的相互交换。以上种种因素构成了地球大气环流的平均状态和复杂多变的形态。

【思考题】

请问什么是大气环流？形成大气环流的主要原因是什么？

~~~~~

### 5.8.2.三圈环流

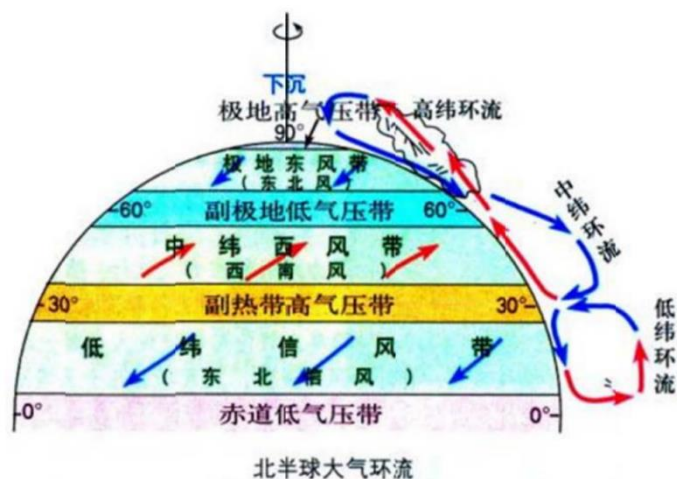
#### 【知识掌握程度】

理解半球大气的三圈环流。

#### 【知识点】

##### 一、三圈环流的概念

三圈环流（如图所示）。





## 5.9.气象观测

### 5.9.1.基本的观测方法

#### 5.9.1.1.航空气象地面观测

**【知识掌握程度】**

了解航空地面观测的类别和方式。

**【知识点】**

一、航空气象地面观测

航空气象地面观测是在观测平台、观测场或地面通过人工或者利用设备对本机场及其跑道、进近着陆及起飞爬升地带的气象要素及其变化过程所进行的系统、连续地观察和测定的活动。

二、民用航空气象地面观测方式

民用航空气象地面观测方式分为人工观测和自动观测两种。

人工观测是指以人工方式目测云、能见度、天气现象，使用常规观测仪器测量其他气象要素的观测方式。

自动观测是指云、能见度、天气现象以人工目测为主，其它要素全部采用自动观测设备测量的观测方式。

三、民用航空气象地面观测类别

民用航空气象地面观测分为例行观测、特殊观测和事故观测三种。

**【思考题】**

民用航空气象地面观测方式有哪些？

.....

#### 5.9.1.2.降水、云和能见度的观测

**【知识掌握程度】**

理解降水、云和能见度的观测。

**【知识点】**

一、降水的观测

降水观测主要包括观测降水量和降水强度。

降水量是指某一时段内的未经蒸发、渗透、流失的降水，在水平面上积聚的深度。单位是毫米（mm）。

降水强度分为三级，即小、中、大。

二、云的观测

云的观测主要包括：判定云状、估计云量、测定云高。

### 三、能见度的观测

能见度的观测方式分为目测和器测，能见度的目测应当在观测平台或观测场参照目标物或者目标灯进行，能见度的器测使用沿跑道安装的测量设备进行观测。

主导能见度应当在观测平台或观测场以能见度观测的方法确定。跑道视程是在跑道航空器接地地带用仪器测定的，其方向与跑道平行。

#### 【思考题】

- 1、什么是降水强度？
- 2、降水观测主要观测哪些项目？

~~~~~

5.9.2.气象雷达

5.9.2.1.气象雷达的探测

【知识掌握程度】

了解雷达的定义和分类。

【知识点】

一、气象雷达的定义

气象雷达，或称气象监视雷达（WSR），是用来探测大气中的降水类型（雨、雪、冰雹等）、分布、移动和演变，并可对其未来分布和强度作出预测的一种雷达设备。

二、气象雷达的分类

1、测云雷达

是用来探测未形成降水的云层高度、厚度以及云内物理特性的雷达。

2、天气雷达

利用雨滴、云状滴、冰晶、雪花等对电磁波的散射作用来探测大气中的降水或云中水滴的浓度、分布、移动和演变，了解天气系统的结构和特征。探测台风、局部地区强风暴、冰雹、暴雨和强对流云体等，并能监视天气的变化。

3、气象多普勒雷达

利用多普勒效应来测量云和降水粒子相对于雷达的径向运动速度的雷达。

4、机载气象雷达

机载气象雷达是供飞行人员在飞行中探测航线上的积雨云、雷暴等危险天气的雷达。

【思考题】

机载雷达的主要功用是什么？

.....

5.9.2.2.地基气象雷达回波

【知识掌握程度】

理解层状云降水和对流云降水在平显（PPI）及高显（RHI）基本特征。

【知识点】

一、层状云连续性降水——片状回波

在平显上（PPI），成片分布，面积较大，强度梯度较小，在大片弱回波中偶有个别强度较强的回波团（强度一般在 20~30dBz）。

在高显上（RHI），结构均匀，顶部虽有起伏，但相对起伏较小（相对于对流云降水），比较平整，垂直厚度不大（一般 5~6km，因地区、季节而不同），水平尺度要比垂直尺度大得多。

二、对流云阵性降水——块状回波

在平显上（PPI），对流云阵性降水回波通常由许多的分散的回波单体组成，回波单体结构紧密、边界清晰、棱角分明，回波强度高，持续时间变化大，单体水平尺度在几到几十千米，回波单体中包含许多尺度更小的回波泡。

在高显上（RHI），单体呈柱状，一些强烈发展的单体，回波顶高呈现为砧状或花菜状，或纺锤状，回波一般发展得比较高，顶高多数在 6~7km 以上。

【思考题】

对流云阵性降水的回波特征？

~~~~~

## 5.9.3.气象卫星

### 5.9.3.1.气象卫星概述

#### 【知识掌握程度】

了解卫星轨道种类；

理解可见光（VIS）云图和红外云图（IR）的原理。

#### 【知识点】

##### 一、气象卫星轨道

气象卫星按绕地球运行轨道可分：极轨气象卫星和同步气象卫星两大类。

##### 1、极轨气象卫星

卫星的轨道平面和太阳始终保持相对固定的交角，卫星每天在固定时间内经过同一地区 2 次。

##### 2、同步气象卫星



轨道平面与地球的赤道平面相重合。卫星静止在赤道某个经度的上空，能对一个区域进行连续观测。

## 二、卫星云图种类

### 1、可见光云图

气象卫星在可见光谱段感应地面和云面对太阳光的反射，并把所得的信号表示为一张平面图像，这就是可见光云图。可见光云图上的色调决定于目标反射太阳辐射的大小。反射太阳辐射大，色调就白，反之则暗。

### 2、红外云图

卫星将红外波段测得的辐射转换成图像就得到红外云图。辐射大的用黑色表示，辐射小用白色表示。色调越黑表示红外辐射越大，目标温度越高；反之，色调越浅，表示温度越低。

#### 【思考题】

VIS 云图的色调和 IR 云图的色调分别取决于什么？

.....

### 5.9.3.2.卫星云图上云的识别

#### 【知识掌握程度】

理解卫星云图上云的识别依据。

#### 【知识点】

##### 一、识别依据

##### 1、结构型式

是指不同明暗程度物象点的分布式样，如高层高积云常表现为带状、涡旋状等，开口细胞状云系是由积云浓积云组成等。

##### 2、范围大小

是指云系的分布尺度，由云系尺度可以推断形成云的物理过程。尺度小的云系常与中小尺度天气系统相关；尺度大的则与大尺度的天气系统联系。

##### 3、边界形状

不同类型的云，边界不尽相同，如积云浓积云边界不整齐，层云（雾）边界较整齐。

##### 4、色调

是指物象的亮度。不同的色调在不同云图上代表的意义不同。

可见光云图上云的色调与云厚和云的成分有关；云的厚度大，云水（冰）含量高；水滴平均尺度小，色调亮。红外云图上则与云顶温度相关，随物象温度降低而变白；水汽图上，与水汽含量相关，水汽含量多，则白。

##### 5、暗影

是指在可见光图像上，在一定太阳高度角下，高的云在低的目标物上的投影。

#### 6、纹理

用来表示云顶表面光滑程度，与云的种类，高度（表现为温度）有关。

### 二、云的识别

#### 1、卷状云

卷状云在可见光云图上一般表现为浅灰色到白色不等，红外图上表现为白色，卷状云多带有纤维状纹理。

#### 2、积雨云

在可见光云图及红外云图上都表现得很白亮，呈浓白色，云顶比较光滑，在积雨云的边界上常有纤维状的卷云砧；有时积雨云表现为一个个近乎圆形的明亮孤立的单体；有时候在热带地区可见到一团团的积雨云合并成大片白色的卷云区。

#### 3、中云

中云在卫星云图上常表现为一大片，形式表现有涡旋状、带状、线状或逗点状。中云区内常多斑点，这是由于云区内厚度不一或有对流造成的。

#### 4、积云、浓积云

积云和浓积云实际上是积云群，常表现为云线、云带或细胞状结构。

#### 5、低云

##### (1) 层积云

可见光云图上表现为多起伏的球状云区，并常是一大片或成带状，在洋面上呈球状的闭合细胞状云系。

##### (2) 层云和雾。

在可见光云图上，层云和雾表现为一片光滑均匀的云区，其色调从白色到灰色，层云和雾区的边界很清楚，常和地形走向一致。在红外云图上，层云和雾表现为灰色，纹理均匀；在夜间，近地面若有逆温层存在，层云或雾区的温度反而比四周无云区地面温度要高，因而云（雾）区的色调反而比四周无云区地表面显得更黑。

#### 【思考题】

积雨云在卫星云图主要特征是什么？

.....

### 5.9.3.3.卫星云图上天气系统

#### 【知识掌握程度】

了解天气尺度云系；

掌握天气系统云系特征。

#### 【知识点】

一、天气尺度云系

### 1、带状云系

带状云系是指一条大体上连续的云带。带状云系大多数为多层状云系。

### 2、涡旋云系

涡旋云系是指一条或数条云带或云线以螺旋形式旋向一个共同的中心。

### 3、逗点云系

逗点云系是涡旋云系的一种，云系形状想标点符号中的逗号，常出现在西风带高空槽前部，由中高云组成，色调很白。

### 4、细胞状云系

(1) 未闭合的细胞状云系，是指每个细胞中心部分是晴空少云区，而在边缘是云区，细胞形状表现为指环形或“U”字形。这类细胞状云系主要是由浓积云或积雨云组成。

(2) 闭合的细胞状云系，每个细胞中心是云区，而在细胞的边缘上却是无云或者少云区。这类细胞状云系主要是由层积云组成。

### 5、波状云系

山脉背风坡和高空急流区中的横向波动可造成波状云系。

## 二、天气系统云图特征

### 1、锋面云系

锋面往往表现为带状云系，称为锋面云带。常常是由多层云系组成，最上一层是卷状云，下面是中云或低云。

### 2、温带气旋云系

温带气旋云系具有明显的螺旋结构。

### 3、高空急流云系

急流卷云区位于急流轴南侧（北半球），其左界清楚且与急流轴平行；急流云系主要位于急流呈反气旋弯曲的地方；有时表现为一条条狭长的卷云线，或与急流轴相垂直的波状云线。

### 4、热带云团

热带云团由许多积雨云单体组成，其顶部的卷云连线成一片，在云图上表现为白而密实的云区。

### 5、热带辐合带云系

表现为一条由一系列活跃的对流云团组成的近于东西走向的连续云带。

### 6、台风云系

台风在卫星云图上表现为有组织的涡旋状云型，台风中心为一眼区，围绕眼区是连续密蔽云区，在密蔽云区的外面是台风螺旋云带。

## 【思考题】

闭合的细胞状云系和未闭合的细胞状云系各由什么样的云构成？



- 2、中度或严重颠簸（云中或晴空）；
- 3、中度或严重积冰；
- 4、积雨云；
- 5、积雨云外，云量在 BKN 或 OVC 量级的其它云；
- 6、零度等温层高度；
- 7、山地波、山地状况不明；
- 8、冻降水和雪；
- 9、大范围小于 5000 米的地面能见度和天气现象；
- 10、大范围风速大于 15 米/秒的地面风；
- 11、与重要天气现象结合的锋面；
- 12、辐合带（线）；
- 13、气压中心；
- 14、海面温度和海面状况；
- 15、爆发的火山。

## 二、高层、中层重要天气预告图

- 1、热带风暴及以上级别的热带气旋；
- 2、强飚线；
- 3、中度或严重颠簸（云中或晴空）；
- 4、中度或严重积冰；
- 5、大范围的沙暴、尘暴；
- 6、积雨云；
- 7、对流层顶；
- 8、急流；
- 9、爆发的火山；
- 10、对航空器运行产生重要影响的放射性物质。

### 【思考题】

低层重要天气预告图的主要内容有哪些？

.....

### 5.9.4.3.高空风温预告图

### 【知识掌握程度】

掌握高空风和温度预告图。

### 【知识点】

一、高空风温预告图作用

高空风温预告图应当指明某一高度层上高空风、高空温度的分布状况。制作的内容包括指定高度层上的风向、风速和温度。

二、高空风温预告图预报内容

图上要注意的是风速的表示，一条短线为 10KT，一面三角旗是 50KT，而温度除前面标有“+”号外，均为负值。

【思考题】

解释高空风温预告图风速标识符号的含义？

.....

5.9.4.4.重要气象情报（SIGMET）

【知识掌握程度】

掌握重要气象情报内容及应用。

【知识点】

一、重要气象情报功能和作用

重要气象情报发布的是除对流之外能给飞行造成危害的天气，它适合于各个飞行高度层上的飞机，常用缩写明语作出其发生和（或）预期发生的简要说明。

二、SIGMET 电报预报的内容

重要气象情报报告内容

| 要素含义           | 简写明语           |
|----------------|----------------|
| 模糊的雷暴          | OBSC TS        |
| 隐嵌的雷暴          | EMBD TS        |
| 频繁的雷暴          | FRQ TS         |
| 飏线             | SQL TS         |
| 模糊并伴有冰雹的雷暴     | OBSC TS GR     |
| 隐嵌并伴有冰雹的雷暴     | EMBD TS GR     |
| 频繁并伴有冰雹的雷暴     | FRQ TS GR      |
| 飏线伴有冰雹的雷暴      | SQL TS GR      |
| 热带风暴及以上级别的热带气旋 | TC 气旋名称        |
| 严重颠簸           | SEV TURB       |
| 严重积冰           | SEV ICE        |
| 由于冻雨引起的严重积冰    | SEV ICE (FZRA) |
| 严重的山地波         | SEV MTW        |
| 强尘暴            | HVY DS         |
| 强沙暴            | HVY SS         |

| 要素含义 | 简写明语       |
|------|------------|
| 火山灰  | VA 火山名称    |
| 放射性云 | RDOACT CLD |

**【思考题】**

翻译下列 SIGMET 报：

ZBPE SIGMET 2 VALID 221230/221600 ZBAA-

ZBPE BEIJING FIR OBSC TS OBS AT1210Z S OF N40 AND E OF E118 TOP FL250 MOV E  
40KMH WKN FCST1600Z S OF N40 AND E OF E120=

.....

**5.9.4.5.低空重要气象情报（AIRMET）**

**【知识掌握程度】**

掌握低空重要气象情报内容及作用。

**【知识点】**

一、低空重要气象情报的功能和作用

低空气象情报应当对未包括在已发布的低空飞行区域预报中有关航路上可能影响低空飞行安全的天气现象，以及这些现象在时间和空间上的发展作简要说明。在 FL100 以下（在山区可达 FL150，必要时可更高）的飞行情报区内，根据空中交通密度的需要，气象监视台发布低空气象情报。

二、低空重要气象电报预报的内容

| 要素含义                   | 简写明语              |
|------------------------|-------------------|
| 大范围地面风速大于 17m/s        | SFC WSPD（加风速和单位）  |
| 大范围的、下降小于 5000m 的地面能见度 | SFC VIS（加能见度和单位）  |
| 孤立的不带冰雹的雷暴             | ISOL TS           |
| 分离的不带冰雹的雷暴             | OCNL TS           |
| 孤立的带冰雹的雷暴              | ISOL TSGR         |
| 分离的带冰雹的雷暴              | OCNL TSGR         |
| 山地状况不明                 | MT OBSC           |
| 距地面小于 300m（1000 英尺）的多云 | BKN CLD（加云底高度和单位） |
| 距地面小于 300m（1000 英尺）的阴天 | OVC CLD（加云底高度和单位） |
| 不带雷暴的孤立积雨云             | ISOL CB           |
| 不带雷暴的分离的积雨云            | OCNL CB           |
| 不带雷暴的频繁积云雨             | FRQ CB            |
| 孤立的浓积云                 | ISOL TCU          |







6.领航

6.1.杰普逊航图



2、通信频率栏中通信频率按照离场时的使用顺序列出。

|                            |                             |                              |                                                          |                                     |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 数字通播频率                     | 放行频率                        | 地面管制频率                       | 塔台管制频率                                                   | 离场管制频率                              |
| D-ATIS Departure<br>127.05 | ACARS: D-ATIS<br>PDC<br>DCL | HONG KONG Delivery<br>122.15 | Ground<br>North *Mid-field South<br>121.6 121.875 122.55 | Tower<br>North South<br>118.2 118.4 |
|                            |                             | HONG KONG Departure<br>123.8 |                                                          |                                     |

三、飞行员应当熟悉根据机场图的标题栏查阅信息资料。

【思考题】

杰普逊机场图标题栏中的符号 VHHH/HKG 表示什么？

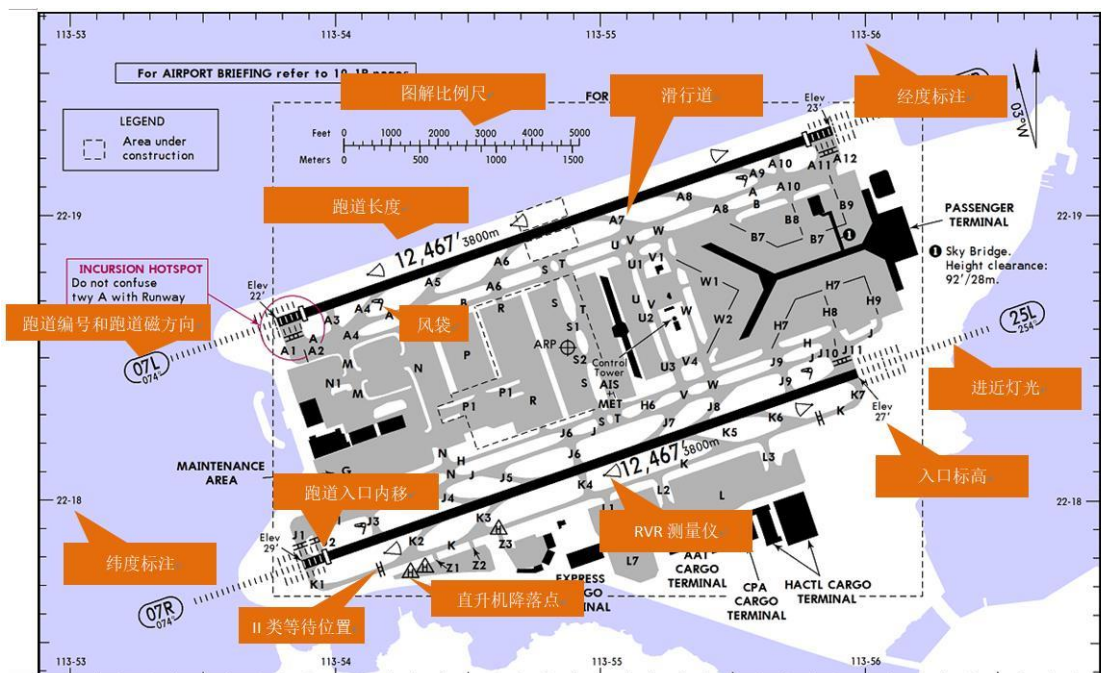
.....

6.1.2.2.平面图

【知识掌握程度】

掌握机场图平面图部分各类信息的认读。

【知识点】



一、机场平面图标绘了该机场的总体轮廓，用图示的方法提供机场的跑道、滑行道、停机坪以及灯光系统信息。

二、机场图通常按一定比例绘制，但跑道端停止道、滑行道、四周道路以及进近灯光系统除外。

三、飞行员应当熟悉根据机场图的平面图查阅信息资料。

【思考题】

07 左跑道的长度是多少？

.....

6.1.2.3.跑道附加信息

【知识掌握程度】

掌握跑道附加信息的认读和应用。

【知识点】

一、附加跑道信息包括机场各跑道灯光、可用跑道长度和宽度以及各种注释。除了永久关闭的跑道、无灯光跑道和滑雪式简易跑道外，附加跑道信息表格中提供机场图上标绘的每一条跑道的信息，并在第一栏标明跑道编号。在表格底部可以查询注释内容。

二、飞行员应当熟悉根据机场图的附加跑道信息查阅相关资料。

| RWY | HIRL (60m) | CL (15m) | ALSF-II | TDZ | RVR | USABLE LENGTHS |               |          | WIDTH |
|-----|------------|----------|---------|-----|-----|----------------|---------------|----------|-------|
|     |            |          |         |     |     | Threshold      | Glide Slope   | TAKE-OFF |       |
| 07L | HIRL (60m) | CL (15m) | ALSF-II | TDZ | RVR | 11,900' 3627m  | 10,867' 3312m |          | 197'  |
| 25R | HIRL (60m) | CL (15m) | ALSF-II | TDZ | RVR | 11,896' 3626m  | 10,863' 3311m |          | 60m   |

① Rwy grooved.  
 ② PAPI-L (3.0°), HST-A7, A8 & A9  
 ③ PAPI-R (3.0°), HST-A6 (with HSTIL), A5 & A4 (with HSTIL)  
 ④ LDA to HST  
 RWY 07L: A7 6437' (1962m)  
           A8 7979' (2432m)  
           A9 9521' (2902m)  
 ⑤ LDA to HST  
 RWY 25R: A6 6437' (1962m)  
           A5 7979' (2432m)  
           A4 9521' (2902m)  
 ⑥ TAKE-OFF RUN AVAILABLE  
 RWY 07L: From rwy head 12,467' (3800m)  
           Twy A3 int 10,846' (3306m)  
 RWY 25R: From rwy head 12,467' (3800m)  
           Twy A10 int 10,653' (3247m)

【思考题】

杰普逊机场图的附加跑道信息栏中可用跑道长度表格是空白表示什么？

.....

6.1.2.4.起飞（备降）最低标准

【知识掌握程度】

掌握不同条件下，起飞和备降最低标准的认读和应用。

【知识点】

一、机场图的底部包括多达三个方面的内容：起飞最低标准、障碍物离场程序和备降最低标准。

二、起飞最低标准列出起飞时必须达到的 RVR/VIS。

三、飞行员应当熟悉根据机场图的起飞（备降）最低标准查阅相关资料。

| TAKE-OFF                        |             |  |                                                    |  |                    |                       |
|---------------------------------|-------------|--|----------------------------------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| ① AIR CARRIER (JAA)<br>All Rwys |             |  | ② AIR CARRIER (FAR 121)<br>All Rwys                |  |                    |                       |
| LVP must be in force            |             |  | HIRL & CL & RCLM<br>any RVR out,<br>other two req. |  | CL<br>two RVR req. | ③ Adequate<br>Vis Ref |
| With HIRL and CL                |             |  | HIRL or CL                                         |  |                    |                       |
| A                               |             |  | 400m                                               |  | 2<br>Eng           | TDZ RVR 200m          |
| B                               | 200m        |  |                                                    |  | 3 & 4<br>Eng       | Mid RVR 200m          |
| C                               |             |  |                                                    |  |                    | Roll out RVR 200m     |
| D                               | 250m (200m) |  |                                                    |  |                    | RVR 500m<br>VIS 400m  |

RVR in parentheses if TDZ RVR is supplemented by Mid and/or Rollout RVR.

④

**标注①：**LVP（Low Visibility Procedure）：低能见度程序，在 RVR/VIS 低于 400 米的低能见度起飞时，要求确认低能见度程序（LVP）已经建立并有效。

**标注②：**如果有三个 RVR 测报中的一个失效，其他两个 RVR 数值应满足相应的标准。

RVR 分为三类：接地区 RVR（TDZ RVR）、跑道中部 RVR（Mid RVR）和跑道末端 RVR（Roll out RVR）

**标注③：**“Adequate Vis Ref”（足够的目视参考）：在这里作为一种提示标注，要求至少下列助航设施中的一种必须可用：

- (1) 高强度跑道灯工作（HIRL）；
- (2) 跑道中线灯工作（CL）；
- (3) 有跑道中线标志（RCLM）；
- (4) 如果上述均不可用的情况下，要求跑道标志或跑道灯能向驾驶员提供足够的目视参考，以连续辨认起飞道面，并在起飞滑跑全过程能控制方向。

**标注④：**括号内的数值只有在接地区 RVR 有跑道中部和/或跑道末端 RVR 测报补充时才可以使用的。

【思考题】

低能见度程序已建立，737 飞机在跑道中线灯工作的情况下，起飞最低标准是什么？

~~~~~

6.1.3.仪表离场图

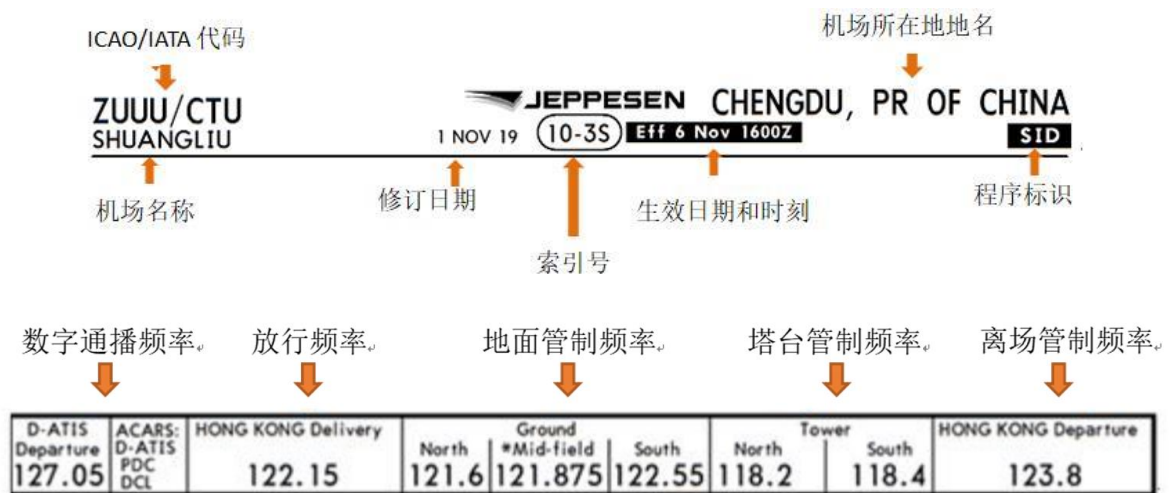
6.1.3.1.标题栏

【知识掌握程度】

掌握标题栏各类信息的认读。

【知识点】

- 一、离场图标题栏中包含了航图日期、通信频率、高度表拨正数据以及离场程序名称等信息。
- 二、飞行员通过查看离场图的标题部分就可以迅速地找到正确的机场和离场程序等资料。



【思考题】

杰普逊离场图标题栏中的“D-ATIS”表示什么？

.....

6.1.3.2.平面图

【知识掌握程度】

了解离场图平面图上的主要内容有哪些；
掌握各类信息的认读。

【知识点】

- 一、离场图标题栏中包含了航图日期、通信频率、高度表拨正数据以及离场程序名称等信息。
- 二、飞行员通过查看离场图的标题部分就可以迅速地找到正确的机场和离场程序等资料。
- 三、飞行员可以从离场图的平面图中查找机场、导航台、飞行路线、高度和爬升梯度等信息，同时还可以查找相关的速度限制、空域限制和减噪程序等信息。

例图详解:

标注 1: 离场程序名称。离场程序通常用终点命名；

标注 7: 该离场程序所服务的主要机场所在位置，用一个灰色的圆形阴影区域突出显示；

标注 8: 保持 160°航向直线爬升直至获得雷达引导；

标注 9 (上): 该离场程序所服务的主要机场为 Jeppesen International Airport，机场标高为 5431 英尺；

标注 9 (下): 主要机场附近的卫星机场所在地名、机场名以及机场标高；

标注 10: 导航设施识别信息。其中“D”表示有与 VOR 频率匹配的 DME 功能可用，“H”代表该 VOR 台为高空级 VOR；Thompson VOR/DME 台的频率为 116.6MHz，识别代码为 TED，有 DME 功能，设施类别为高空级 VOR；

标注 11: 最低航路高度 (MEA) 为 16000 英尺，航路最低超障高度 (MOCA) 为 10500 英尺；

标注 12 (右上): 交叉定位点 ARRON 的定位信息，由 TED VOR/DME 台提供的 46 海里 DME 距离弧和 145°径向线交叉定位，由于交叉定位点 ARRON 为离开导航台 TED 的第一个定位点，DME 距离等于该航段的航段里程，因此省略了字母“D”后面的数字“46”；

标注 12 (左下): 交叉定位点 JAMIE 的定位信息，由 TED VOR/DME 台提供的 69 海里 DME 距离弧和 170°径向线交叉定位；

标注 13 (右上): 冂型符号，表示该符号前后两段航路上的高度信息发生了变化，定位点两端的 MEA 分别为 16000 英尺和 FL190；

标注 13 (左下): 冂型符号，表示该符号前后两段航路上的高度信息发生了变化，定位点两端的 MEA 分别为 16000 英尺和 FL180，定位点两端的 MOCA 分别为 10500 英尺和 11700 英尺；

标注 14: 特殊用途空域，美国区域内省略国家和地区代码以及空域性质代码外面的括号，编号为 3366 的限制区；

标注 15: 离场过渡程序的名称为 KYLESVILLE，其计算机代码为 TED1.KCJ，该代码可用于填写飞行计划；

标注 16: 最低航路高度 (MEA) 为 FL190；

标注 17: 相邻两点间航段里程为 81 海里；

标注 18 (两处): 地理经纬度坐标，表明该点同时也可作为区域导航航路点使用；

标注 19 (右): 交叉定位点 AARON 的定位信息，由在图中远处的 DUG VOR 提供的 54° 径向线进行定位，DUG VOR 的频率为 116.1MHz；

标注 19 (左): 交叉定位点 JAMIE 的定位信息，由 DUG VOR 提供的 102° 径向线进行定位；

标注 20: 离场过渡程序的名称为 EMMA，其计算机代码为 TED1.EMN，该代码可用于填写飞行计划；

标注 21: 导航频率转换点，距 TED VOR/DME 台的距离为 74 海里，距 JCN VOR/DME 台的距离为 82 海里；

标注 22: 离场过渡程序航迹，用粗虚线表示；

标注 23: 构成航路的 VOR 径向线为 351°。

【思考题】

在杰普逊离场图平面图中 THOMPSON ONE DEPARTURE 表示什么？

~~~~~

### 6.1.4.航路图

#### 6.1.4.1.航路图面板和背板

**【知识掌握程度】**

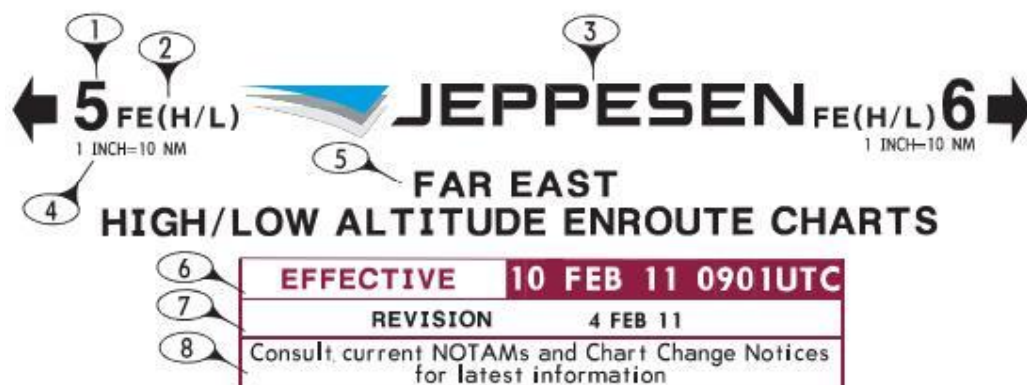
- 了解面板和背板信息的作用；
- 掌握面板和背板上有哪些典型信息；
- 掌握各类信息的认读。

**【知识点】**

杰普逊航路图面板和背板包含大量能够帮助飞行员快速找到重要航图数据的标准信息，以及其他一些对飞行而言较为关键的数据。

飞行员可以从面板和背板中阅读的典型信息主要有：标题信息、封面索引图、本次修订内容、通信资料表、专用空域列表、巡航高度/高度层、参考注释以及其他特殊说明。

航路图标题信息除了说明航路图覆盖的空域和航路图类型以外，还包括航图索引号、航图比例尺和航图日期等重要的航路图有效性信息。



**例图详解:**

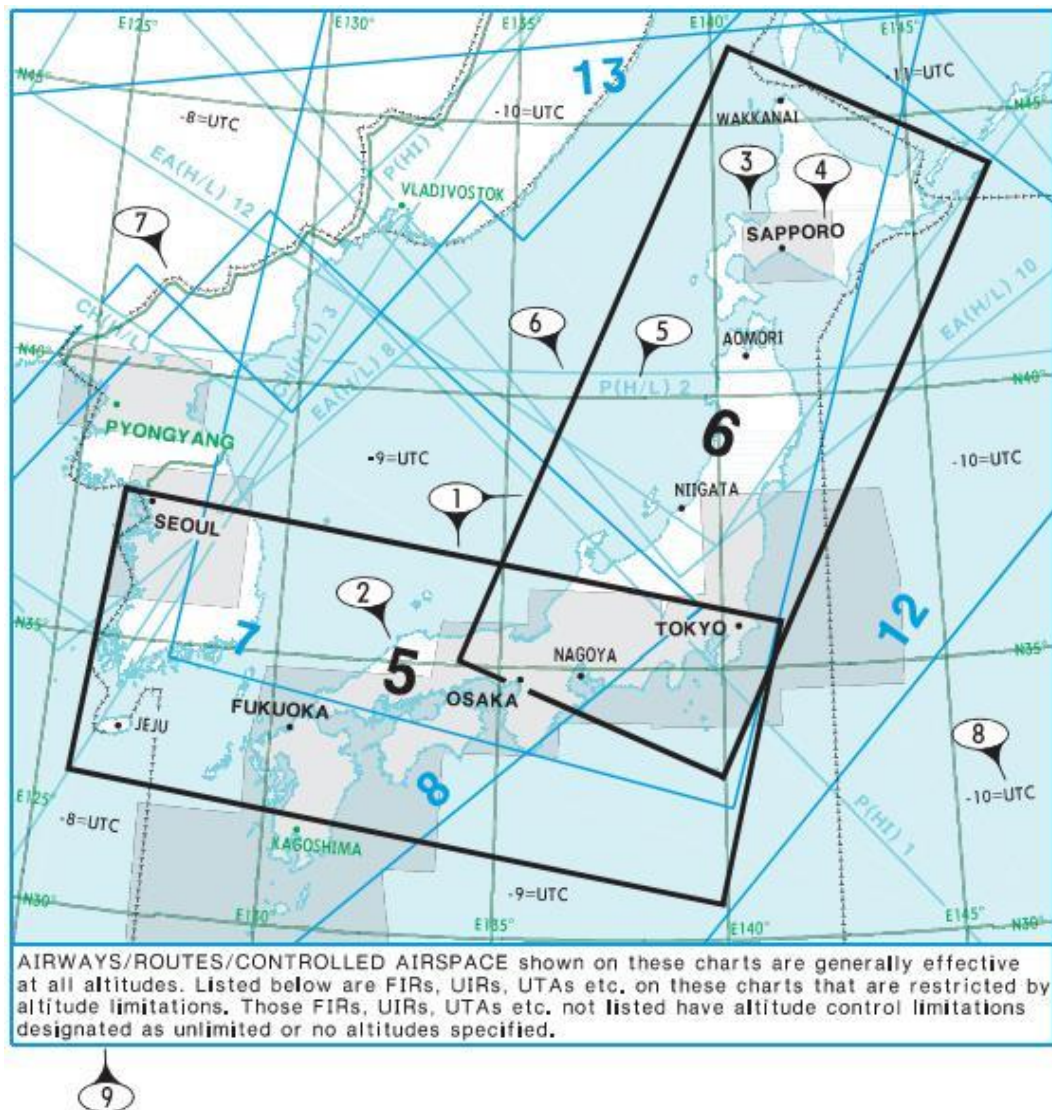
- 标注 1:** 航图编号；
- 标注 2:** 航图索引号，FE 为远东系列，（H/L）为高空/低空航路图；
- 标注 3:** 杰普逊公司标识；
- 标注 4:** 制图比例尺；
- 标注 5:** 航图覆盖区域和类型；



**标注 6:** 声明的航图生效日期和具体时间;

**标注 7:** 航图修订日期;

**标注 8:** 航路图变更通知提示。



**例图详解:**

**标注 1:** 本航路图的覆盖边界，用黑色粗体轮廓线表示;

**标注 2:** 本航路图的图幅编号;

**标注 3:** 区域图的覆盖范围;

**标注 4:** 主要城市，有区域图时以该城市名作为区域图名称;

**标注 5:** 临近航路图与本图出自不同航图系列，轮廓线内应包含完整航图索引号 P (H/L) 2;

**标注 6:** 临近航路图与本图出自不同航图系列，其轮廓线用浅蓝色表示;

**标注 7:** 时区边界线;

**标注 8:** 世界协调时 (UTC) 与地方时 (LT) 的换算公式;

**标注 9:** 航路图使用说明，主要解释航路图范围内的空域和航路使用限制。

**【思考题】**

航路图的修订日期和生效日期应到哪里查取？

.....

**6.1.4.2.航路图图面信息**

**【知识掌握程度】**

掌握航路图图面信息的认读和应用。

**【知识点】**

一、航路图上的主要定位信息包括经纬网格、等磁差线、网格最低偏航高度（Grid MORA）和有限的地形信息。

二、航路图的边界信息包括航路图系列号和编号、制图比例尺、航图投影方式注释和航路图分节索引代码。

三、航路图提供的导航设施包括导航设施符号、设施识别信息、通信信息，以及取决于航路图系列包含地理坐标、标高和磁差资料等在内的补充信息。

四、航路图上提供的航路/航线组成部分及相关信息包括航路中心线、类型、代号、航迹引导、定位点、里程及高度。

五、航路图提供的机场信息包括机场所在地名和机场名、类型、标高与跑道相关信息、天气服务与机场通信。

六、航路图上提供的边界线包括地理边界线和程序边界线。

七、飞行员应当熟悉航路图图面信息，并在飞行准备和实施中熟练运用。

**例图详解：**

**标注 1:** TENERIFE NORTH VOR/DME 台及其识别信息，其中频率为 112.5MHz，识别代码为 TFN，有与 VOR 频率匹配的 DME 功能，设施类别为低空级 VOR，阴影框表明该导航台是航路的组成部分。“D”表示有与 VOR 频率匹配的 DME 功能；“L”代表该 VOR 台为低空级；“H”代表该 VOR 台为高空级；“T”代表该 VOR 台为终端级；

**标注 2 (上):** 蓝色的机场识别信息和用大写字母标示的机场所在地理位置，表明该机场为 IFR 机场，至少公布了一张仪表进近图，在杰普逊航路手册欧洲分册中以 TENERIFE NORTH 为索引名，可以找到该机场的仪表进近图，机场的名称为 Los Rodeos，该机场的四字代码为 GCXO，机场标高为 2073 英尺，机场内最长跑道长度为 11300 英尺，图上数据单位为百英尺；

**标注 2 (下):** 绿色的机场符号表示 VFR 机场，用小写字母标示的机场所在地理位置，表明该机场没有公布仪表进近图，机场的名称为 Tidjikja，该机场的四字代码为 GQND，机场标高为 1316 英尺，机场内最长跑道长度为 5200 英尺，图上数据单位为百英尺，“s”表示机场内的跑道为柔性道面；

**标注 3:** A 类空域边界及其说明，CANARIES 终端区（TMA）为 A 类空域，空域的高度上限为 15000 英尺；空域内两个分区中，上半部分的空域高度下限为 2000 英尺，下半部分的空域范围为 3000 英尺到 5500 英尺和 7500 英尺到 15000 英尺共两段垂直空域；图上数据单位为百英尺；



**标注 4:** 特殊用途空域边界及其说明，摩洛哥（GM）空域内编号为 24 的危险区（D），危险区的垂直高度范围为从地面（GND）到 FL250；

**标注 5:** 航路图上的经纬网格坐标，北纬 30°；

**标注 6:** C 类空域边界及其说明，该空域为 Los Rodeos 机场周围划设的管制地带，高度上限为 4600 英尺，图上数据单位为百英尺；“\*”代表该空域仅部分时段为 C 类空域；

**标注 7:** 该机场内有可用的 ILS 或航向台；

**标注 8:** 等磁差线；

**标注 9:** GCLP 区域图的覆盖范围指标，区域图的名称为 GRAN CANARIA；

**标注 10:** 有方向性的最低航路高度（MEA），西北方向为 FL50，东南方向为 FL70；

**标注 11:** 最低穿越高度（MCA），沿 G-851 航路向东南方向飞行时，穿越 LOMAS 点的最低高度为 FL80；

**标注 12:** 航路图重叠的指标，表明航路图 A（H/L）2 与本张航路图的重叠范围；

**标注 13:** 偏离航路单独安装的 DME 台，导航台的名称为 ABALINE，使用波道为 79，识别代号为 AB，由于没有与该 DME 相匹配的 VOR 存在，在使用该 DME 的测距功能时，应将频率调谐在虚拟的 VOR 频率 113.2MHz 上；

**标注 14（左）:** 网格最低偏航高度（Grid MORA）为 14500 英尺，图上数据单位为百英尺，由于数值大于等于 10000 英尺，用红褐色标注；

**标注 14（右）:** 网格最低偏航高度（Grid MORA）为 7700 英尺，图上数据单位为百英尺，由于数值小于 10000 英尺，用绿色标注；

**标注 15:** 导航信号不连续；

**标注 16:** LOMAS 交叉定位点由 TFN VOR/DME 台提供的 22 海里 DME 距离弧和 159°径向线交叉定位，由于交叉点 LOMAS 为离开导航台的第一个定位点，DME 距离等于该航段的航段里程，因此省略了字母“D”后面的数字“22”；

**标注 17:** 区域导航航路点，空心符号表示该点为非强制报告点；

**标注 18:** 覆盖在低空航路图上的 J15 高空航路；

**标注 19:** 导航频率转换点，距 TFN VOR/DME 台距离为 36 海里，距 AR NDB 台距离为 53 海里；

**标注 20:** 交叉定位点的定位信息，由在图上远处的 VOR 提供的 278° 径向线进行定位，该 VOR 的识别代码为 CRT，频率位 115.6MHz；

**标注 21:** 在强制报告点 CABOJ 处，需要报告气象信息；

**标注 22:** 最低接收高度（MRA），为了确保接收到足够的导航信号定位 CABOJ 交叉点，最低飞行高度至少为 7000 英尺

**标注 23:** 偏离航路的 VOR/DME 台（VORTAC 台），其导航台符号不绘制外面的罗盘，其导航设施识别框没有阴影；

**标注 24:** 非管制航路;

**标注 25:** 航路代号为“W18F”，其中“F”为后缀，表示该航路仅提供飞行情报咨询服务;

**标注 26:** 区域内的通信信息，呼号为 CANARIES RADIO，同时提供可用通信频率和 SELCAL 的电话号码;

**标注 27:** 沿 N886X 航路飞行时，相邻两个导航台（TFN VOR/DME 与 AR NDB）之间的总里程;

**标注 28:** 交叉定位点 CABOJ 为强制报告点，飞经该点需要向 ATC 报告位置及其他要求的信息;

**标注 29:** 等待程序;

**标注 30:** 飞行情报区（FIR）/高空飞行情报区（UIR）的区域边界线（绿色阴影覆盖的带刺黑实线），指明识别代码为 GCCC 的 CANARIES FIR/UIR 与识别代码为 GOOO 的 DAKAR FIR/UIR 的区域边界，上述空域均为 G 类空域;

**标注 31:** 航路代号为“N886X”，其中“X”为后缀，表示该航路可供不具备 B-RNAV 设备的航空器使用的航路（仅限欧洲）;

**标注 32:** 单向 ATS 航路，以“ATS”命名航路，表示官方公布提供 ATS 服务但未公布航路识别代号的航路;

**标注 33:** 阴影区域代表非管制空域;

**标注 34:** 区域导航最低航路高度（GPS MEA）为 4500 英尺;

**标注 35:** 航路最低超障高度（MOCA）为 4500 英尺;

**标注 36:** 航路代号后缀，“3”表示在航路列表中定义的条件航线类别;

**标注 37:** 航路代号为“G851”;

**标注 38:** 航段里程为 42 海里;

**标注 39:** 最高批准高度（MAA）为 FL390;

**标注 40:** 红色阴影点线表明识别代码为 GCCC 的 CANARIES FIR/UIR 一侧是实施 RVSM 的区域;

**标注 41:** G851 航路和 UG851 航路的高度层为非标准飞行高度层配备，箭头所指方向应使用偶数千位高度层，相反方向应使用奇数千位高度层;

**标注 42:** 航路代号后缀“R”表示区域导航（RNAV）航路;

**标注 43:** 里程分段点，也是导航数据库中名为 ABROC 的计算机导航定位点（CNF），该名称不能用于飞行计划或 ATC;

**标注 44:** 凹型符号，表示该符号前后两段航路上的高度信息发生了变化;

**标注 45:** 航路最低偏航高度（MORA）为 2600 英尺;

**标注 46:** 直飞航路（需要 ATC 批准，不用于填报飞行计划）;

**标注 47:** ATAR NDB 台及其识别信息, 其中频率为 326KHz, 识别代码为 AR, 阴影框表明导航台是航路的组成部分;

**标注 48:** Tidjikja 机场范围内的自动机场情报服务 (AFIS), 频率为 122.3MHz, “\*” 表示部分时段工作.

【思考题】

带有后缀“T”的航路参考高度是什么高度？

~~~~~

6.1.5.仪表进场图

6.1.5.1.标题栏

【知识掌握程度】

了解仪表进场图的组成部分；
掌握标题信息的认读和使用。

【知识点】

- 一、标准仪表进场图标绘从航路过渡到 IAF 的进场程序。
- 二、标准仪表进场图由标题栏和平面图两部分组成。进场图标题栏主要包括图边信息、通信频率、机场标高、高度表拨正数据和运行限制等内容。
- 三、进场程序类型主要有“PILOT NAV”、“RNAV”、“VECTOR”、“DME”、“GPS”、“LOST COMMS”等。
- 四、飞行员应当熟悉标题栏信息，并在飞行准备和实施中熟练运用。

VHHH/HKG
HONG KONG INTL

JEPPESEN HONG KONG, PR OF CHINA

25 NOV 22 (10-2E) Eff 1 Dec RNAV STAR

D-ATIS 128.2	Apt Elev 28	Alt Set: hPa Trans level: 980 hPa or above - FL110 979 hPa or below - by ATC
RNP 1		
1. ACFT must be approved with ICAO RNP 1 standard or equivalent. Carriage of certified GNSS receiver is mandatory. 2. If PBN ceases to comply with RNP 1 while airborne, notify ATC as soon as possible, assistance will be provided as necessary.		
ABBEY 2B [ABEY2B] RNAV (GNSS) ARRIVAL (RWYS 25L/R) SPEED: MAX 250 KT BELOW 10000 UNLESS OTHERWISE INSTRUCTED		

【思考题】

杰普逊进场图在平面图中出 10-2A，其中数字 2 表示什么？

.....

6.1.5.2.平面图

【知识掌握程度】

掌握平面图上各类信息的认读和应用。

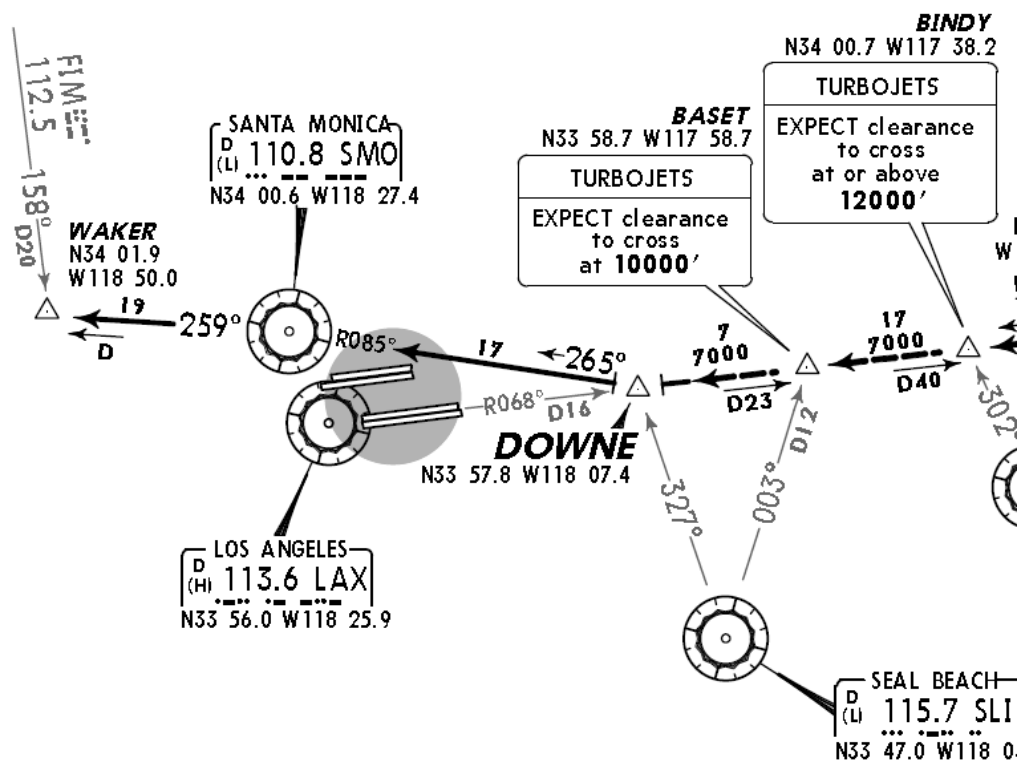
【知识点】

一、平面图主要包括进场程序命名和编号、方位、机场、导航台和定位点、飞行航迹、导航计划。

二、在大多数进场图上，通信失效程序公布在平面图上，程序边框用

“▼ LOST COMMS ▼ LOST COMMS ▼” 标出。

三、飞行员应当熟悉平面图信息，并在飞行准备和实施中熟练应用。



【思考题】

杰普逊进场图在平面图中如何表示主要机场？

~~~~~

### 6.1.6.仪表进近图

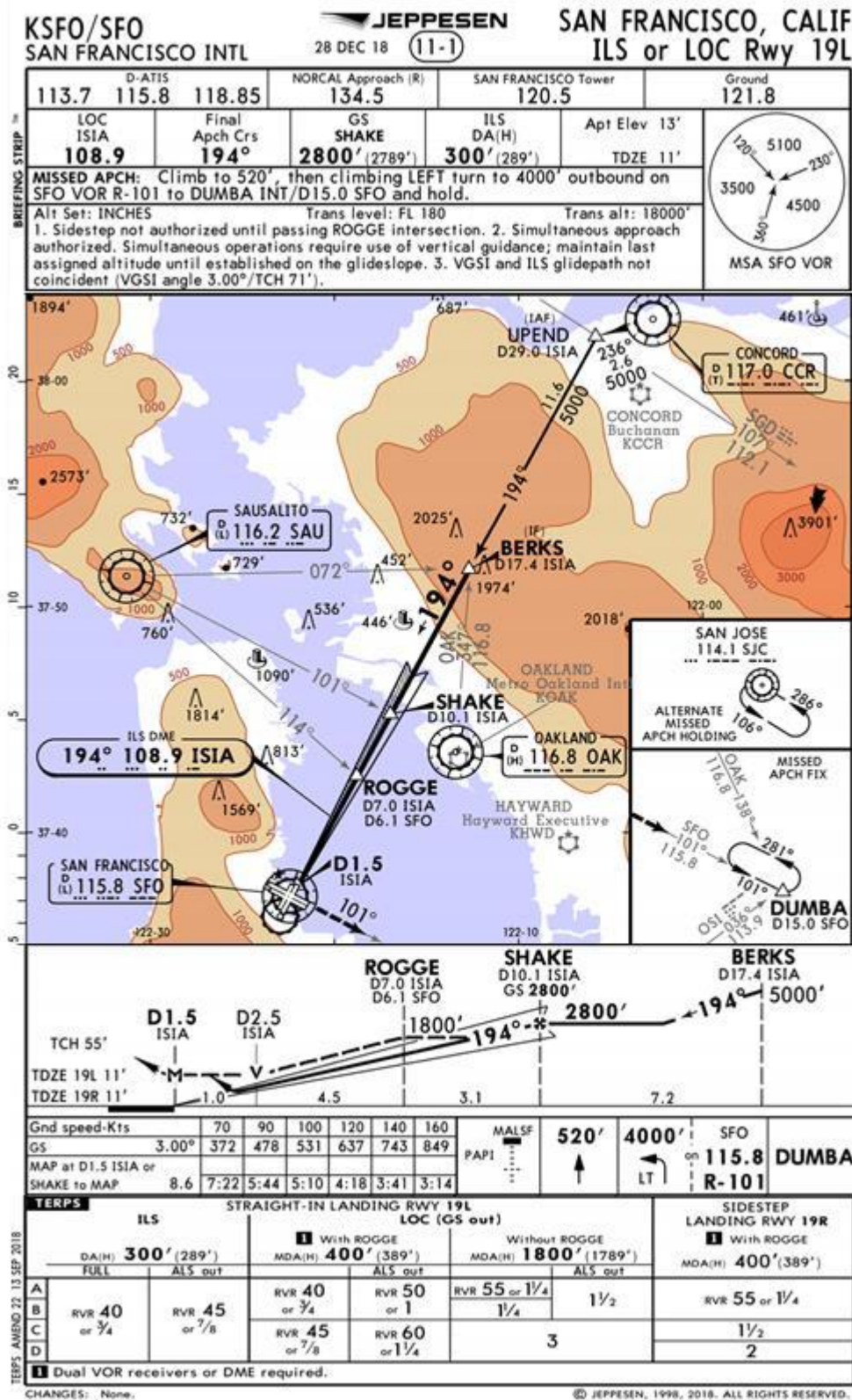
#### 6.1.6.1.标题栏

#### 【知识掌握程度】

掌握仪表进近图的主要组成部分；

掌握标题栏各类信息的认读和使用。

【知识点】



标题

平面图

剖面图

着陆最低标准

一、仪表进近图主要标绘从 IAF 过渡到 MAPt 的各种机动飞行的平面和剖面进近程序，是仪表进近程序的直观图形表示。

二、杰普逊仪表进近图包括标题栏、平面图、剖面图（含地速一下降率换算表格和复飞图标）及着陆最低标准四部分阅读顺序应当是从上到下。

三、标题栏部分按照进近简令的顺序列出主要的进近信息，分为图边信息、通信频率栏和进近简令条及最低安全高度三个部分。

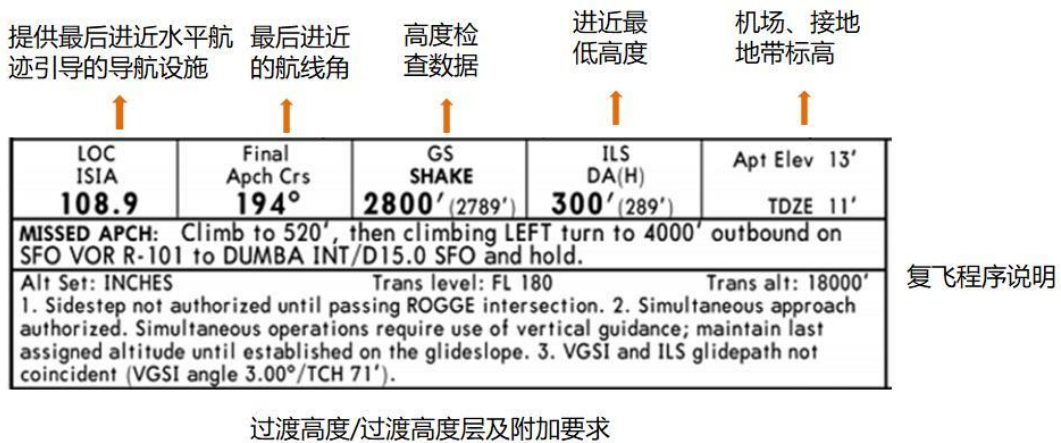
1、包括程序名称、修订日期等构成的图边信息。



2、无线电通信频率栏。



3、进近简令条、最低安全高度、复飞程序等内容。关键信息包括通信频率、最后进近主用导航设施的频率、最后进近航线角、下滑线检查高度、仪表进近最低高度、机场和跑道入口标高，以及复飞程序的相关限制数据。



四、飞行员应当熟悉这些信息，并在飞行准备和实施中熟练运用。

【思考题】

仪表进近图的阅读顺序是什么？

.....

### 6.1.6.2.平面图

#### 【知识掌握程度】

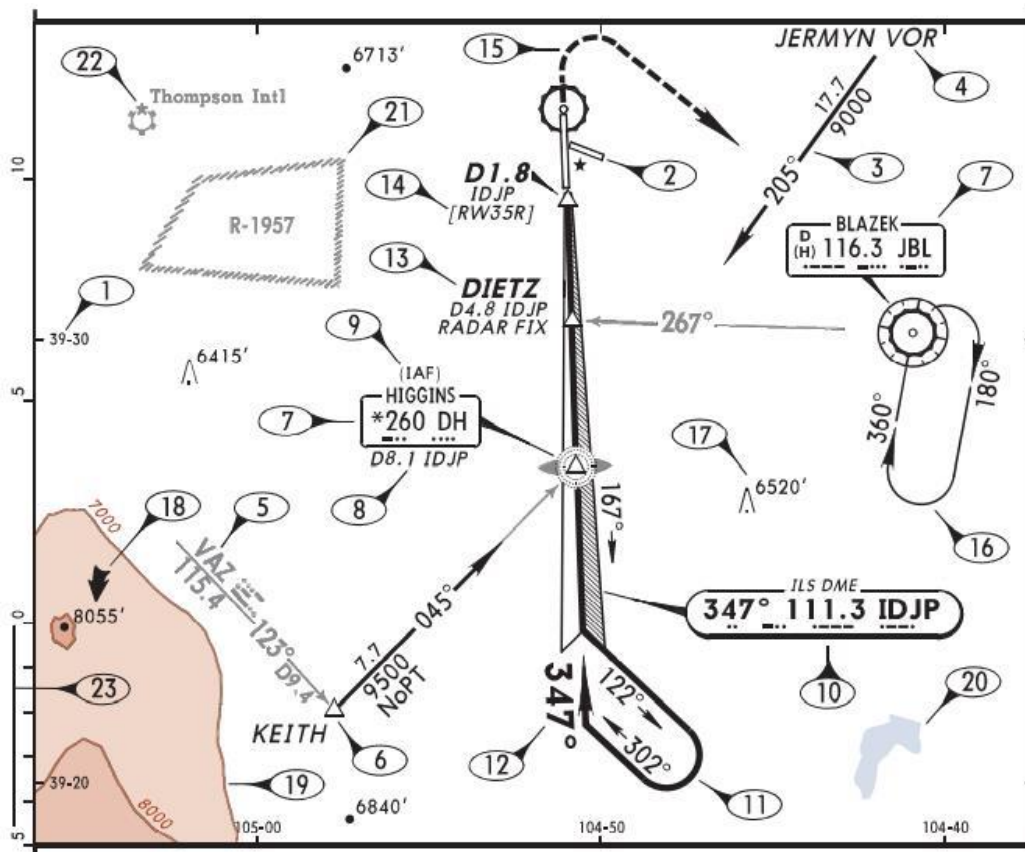
掌握仪表进近图平面图上各类信息的认读和应用。

#### 【知识点】

一、仪表进近图的平面图部分展示民用航空主管部门设计的仪表进近程序总体概况。平面图主要信息有：

- 1、比例尺、地形地貌和标高符号包括不同地物的位置关系、等高线、标高点 and 人工构筑物等；
- 2、导航设施符号包括导航台、指点标和导航台数据框；
- 3、飞行航迹符号包括进近与复飞航迹线、进近过渡线、反向程序和等待程序；
- 4、各种空域定位点包括无线电定位点、报告点、航路点和计算机导航定位点。

二、飞行员应当熟悉这些信息，并在飞行准备和实施中熟练运用。



**标注 1:** 平面图按比例绘制，在边框以 10' 为间隔标注经纬度；

**标注 2:** 跑道，主机场用跑道构型表示；

**标注 3:** 进近过渡程序；

**标注 4:** 未绘制在图上的 VOR 导航台 JERMYN；

**标注 5:** 未绘制在图上的导航台信息，用于为交叉定位点 KEITH 提供定位信息；

**标注 6:** 交叉定位点 KEITH;

**标注 7 (左):** NDB 导航台信息;

**标注 7 (右):** VOR/DME 导航台信息;

**标注 8:** DME 定位点信息, 可用于替代指点标;

**标注 9:** 起始进近定位点;

**标注 10:** 航向台信息, 包括航向道、频率、识别代码和对应的摩尔斯代码;

**标注 11:** 45°/180°程序转弯;

**标注 12:** 最后进近磁航迹;

**标注 13:** 定位点 DIETZ, 可以是交叉定位点, 也可以是雷达定位点;

**标注 14:** 导航数据库中名为 RW35R 的计算机导航定位点 (CNF), 该名称不能用于飞行计划或 ATC;

**标注 15:** 复飞航迹;

**标注 16:** 等待程序;

**标注 17:** 障碍物及其标高;

**标注 18:** 图中最高障碍物位置及其标高;

**标注 19:** 等高线;

**标注 20:** 河流或大型水域;

**标注 21:** 特殊用途空域边界及其说明, 美国 (区域代码 K 被省略) 空域内编号为 1957 的限制区 (R);

**标注 22:** 有机场灯标的民用机场;

**标注 23:** 制图比例尺。

**【思考题】**

最高障碍物在仪表进近图的平面图上如何表示?

.....

**6.1.6.3.剖面图**

**【知识掌握程度】**

掌握仪表进近图上剖面图各类信息的认读和应用。

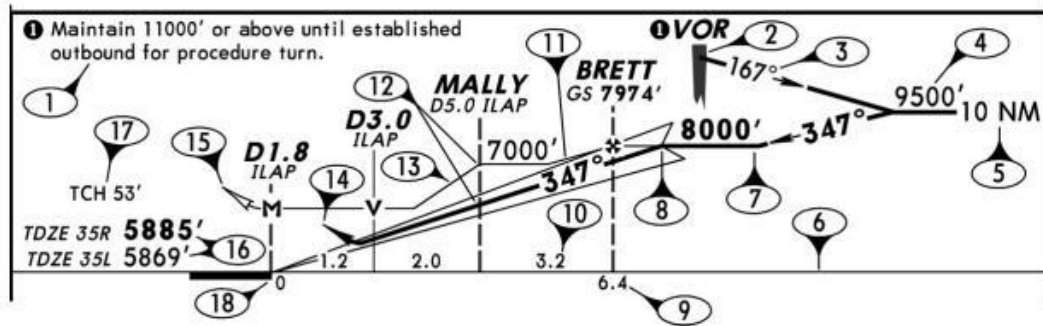
**【知识点】**

一、剖面图部分以剖面的形式给出下滑航迹、导航设施、换算表格、灯光与复飞信息。剖面图主要信息有:

- 1、下降航迹包括方位、距离、时间、反向程序和垂直导航等信息;
- 2、空域定位点包括最后进近 (定位) 点、梯级下降定位点、复飞点、目视下降点以及指点标等;

- 3、推荐的下降高（度）；
- 4、地速一下降率换算表格；灯光系统与复飞图标。

二、飞行员应当熟悉这些信息，并在飞行准备和实施中熟练运用。



**标注 1:** 球标注释，用于说明执行程序的特别要求；

**标注 2:** 剖面图上的导航台，只说明导航台类型为 VOR，其余信息在平面图中查询。锥形符号断开代表该导航台不在最后进近航迹上；

**标注 3:** 直角航线程序的出航航迹；

**标注 4:** 直角航线程序的入航转弯高度；

**标注 5:** 直角航线程序的出航边长度；

**标注 6:** 跑道中线延长线；

**标注 7:** 中间进近航段的平飞段；

**标注 8:** 截获并切入下滑道的最后进近点；

**标注 9:** 到跑道入口的距离；

**标注 10:** 相邻两个导航台/定位点间的距离；

**标注 11:** 最后进近航段磁航迹；

**标注 12:** 过 MALLY 定位点的高度，非精密进近（LOC 进近）时为 7000 英尺，精密进近（ILS 进近）时为下滑道的高度；

**标注 13:** 下滑道不工作时，执行非精密进近（LOC 进近）的下降航迹；

**标注 14:** 精密进近（ILS 进近）的复飞程序；

**标注 15:** 非精密进近（LOC 进近）的复飞程序；

**标注 16:** 接地地带标高；

**标注 17:** 跑道入口高；

**标注 18:** 跑道入口。

**【思考题】**

仪表进近图的剖面图中标注“TCH 53'”的含义是什么？

.....

### 6.1.6.4.着陆最低标准

#### 【知识掌握程度】

掌握不同条件下，仪表着陆最低标准的认读和应用。

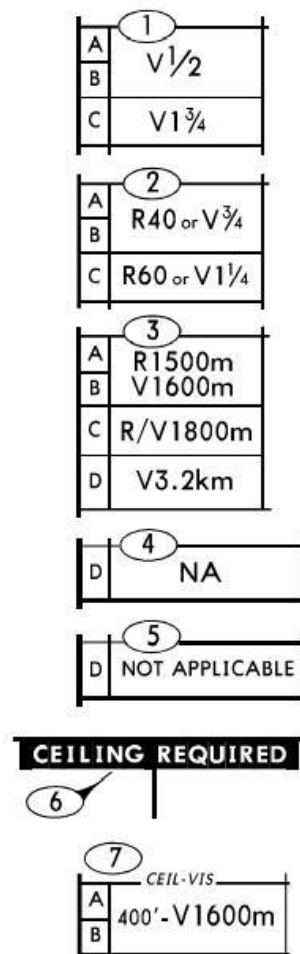
#### 【知识点】

一、仪表进近图的底部为着陆最低标准表格，列出飞机进近时必须达到的着陆最低标准，作为转入目视进近着陆的限制条件。

二、着陆最低标准包括仪表进近最低高度和最低能见度（或跑道视程）。仪表进近最低高度是允许飞机保持仪表飞行下降直至取得足够目视参考或到达复飞点的高度。

三、精密进近程序的最低高度为决断高度（决断高），而非精密进近程序的最低高度为最低下降高度（最低下降高）。决断高度和最低下降高度以平均海平面（MSL）为基准，决断高和最低下降高以跑道入口标高或接地地带标高为基准，分别放在进近图最低着陆标准部分的决断高度和最低下降高度后面的括号中。

四、另外，有些国家的着陆最低标准还包括着陆云底高。







## 6.2.时区及日界线

### 6.2.1.区时、北京时、世界时和协调世界时

#### 6.2.1.1.区时

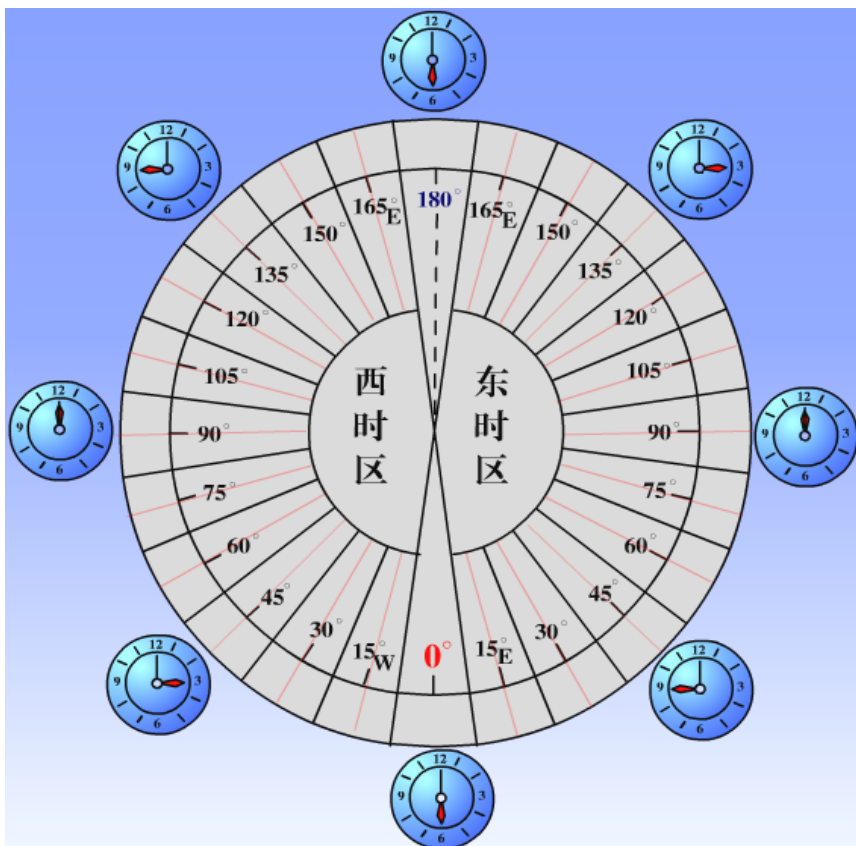
##### 【知识掌握程度】

掌握区时的划分；  
掌握时差的换算。

##### 【知识点】

一、在 1884 年国际经度会议上，许多国家共同商定采用以时区为单位的标准时间，即时区制度。理论时区是以经线为界，将地球表面划分成 24 个时区，每个时区的范围是经度  $15^\circ$ 。在同时区里的各地方都统一使用这一时区中央经线的地方时，叫该时区的区时。

二、时区的编号是以零度经线为中央经线，东、西经各  $7.5^\circ$  范围的时区为零时区（又称中时区）；以零时区为准，向东每隔  $15^\circ$  经度依次为东一区至东十二区，向西每隔  $15^\circ$  经度为西一区至西十二区。



##### 【思考题】

计算东八区的中央经线经度是多少？

.....

### 6.2.1.2.北京时

**【知识掌握程度】**

理解北京时的概念。

**【知识点】**

- 一、我国统一使用北京所在的东八区的区时作为标准时间，称为北京时或称中原标准时。
- 二、北京时并不是北京（东经 116.4°）的地方时，而是东经 120° 的地方时。

**【思考题】**

北京时使用的是哪个区的区时作为我国的标准时间？

.....

### 6.2.1.3.世界时

**【知识掌握程度】**

理解世界时的概念。

**【知识点】**

- 一、国际上规定以零时区的区时作为全世界统一时刻，叫世界时（UT），也称为格林威治时间（GMT）。
- 二、各时区的区时同世界时相差的小时数，正好等于它的时区号码数。

**【思考题】**

北京时与世界时相差的时间是多少？

.....

### 6.2.1.4.协调世界时

**【知识掌握程度】**

掌握协调世界时在航空中的使用。

**【知识点】**

- 一、协调世界时又称世界统一时间，世界标准时间，国际协调时间，简称 UTC。
- 二、协调世界时是以原子时秒长为基础，在时刻上尽量接近于世界时的一种时间计量系统。

**【思考题】**

协调世界时是以什么为计时基础？

~~~~~

6.2.2.日界线及日期变更

6.2.2.1.日界线

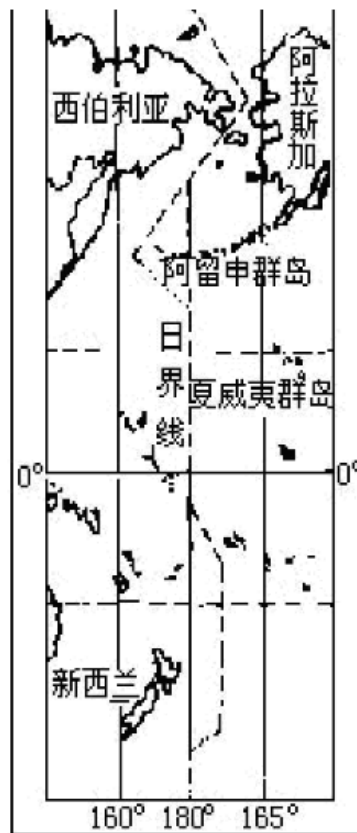
【知识掌握程度】

理解日界线的作用与含义。

【知识点】

一、1884年国际经度会议规定以 180° 经线为日界线，又叫国际日期变更线或改日线。

二、理论上的日界线是 180° 经线，但实际上为了保证各国行政区域计算日期的统一，避开陆地，实际日界线有所弯曲，并不完全同 180° 经线重合。



【思考题】

日界线是指地球上哪一条经线？

.....

6.2.2.2.日期变更

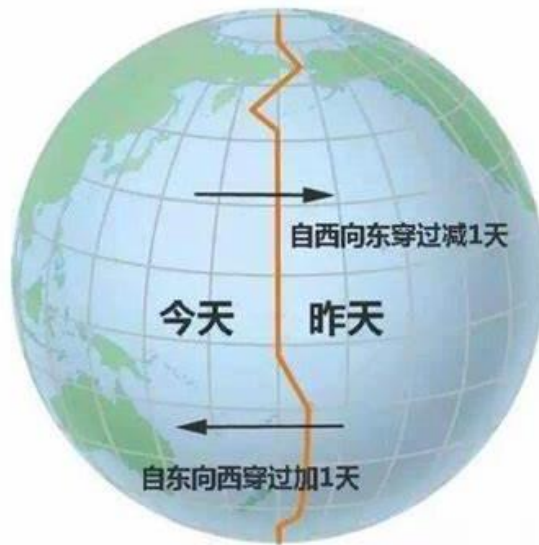
【知识掌握程度】

掌握日期变更的计算方法。

【知识点】

一、当飞机从西向东飞越日界线，日期应减一天；

二、当飞机从东向西飞越日界线，则应增加一天。



【思考题】

飞机 11 月 10 日 15: 00 从我国上海起飞，于当地时刻 08: 00 在美国旧金山着陆，请问美国旧金山的日期是什么？

~~~~~



**【思考题】**

全球定位系统由哪三部分组成？

.....

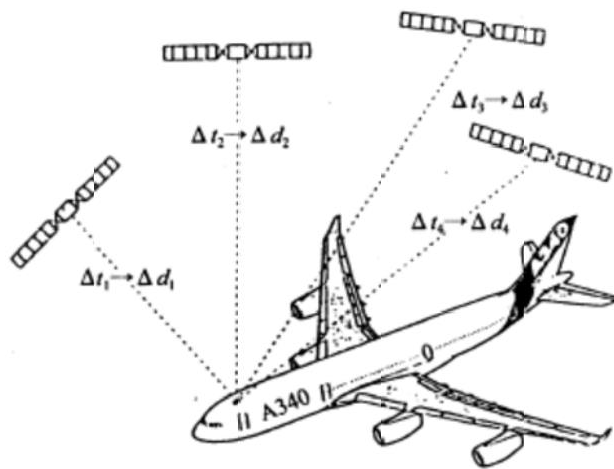
**6.3.2.2.GPS 工作原理**

**【知识掌握程度】**

掌握 GPS 的工作原理。

**【知识点】**

GPS 采用四星无源测距定位，实施步骤是以卫星作为时空基准点；然后测量出定位参数时间，建立位置面或导航定位方程；最后求解用户位置。



**【思考题】**

全球定位系统 GPS 采用的定位方法是什么？

.....

**6.3.2.3.GPS 信号及性能参数**

**【知识掌握程度】**

掌握 GPS 信号结构及性能。

**【知识点】**

- 一、GPS 卫星发射的信号是由载波、测距码和数据码三部分组成的。
- 二、GPS 信号测距码包括传统的 C/A 码和 P (Y) 码，以及现代化的 GPS 测距码 M 码、L2C 码、L5 码、L1C 码等几种。其中，C/A 码是一种公开的民用粗测码，P (Y) 码是一种保密的军用精测码。
- 三、GPS 系统性能可分为三类：导航性能、增值性能和高维性能（集成性能）。

**【思考题】**

民航飞机 GPS 定位时采用的是什么码？

.....

### 6.3.2.4.GPS 定位误差

#### 【知识掌握程度】

掌握 GPS 导航定位误差。

#### 【知识点】

一、GPS 的误差主要表现在测距误差。引起 GPS 测距误差的因素很多，主要包括与卫星有关的误差、信号传播误差及观测和接收设备引起的误差。

二、GPS 误差主要有星钟误差、星历误差、电离层附加延时误差、对流层附加延时误差、多径效应误差、几何误差和设备误差。

#### 【思考题】

GPS 的定位误差主要表现在哪方面？

.....

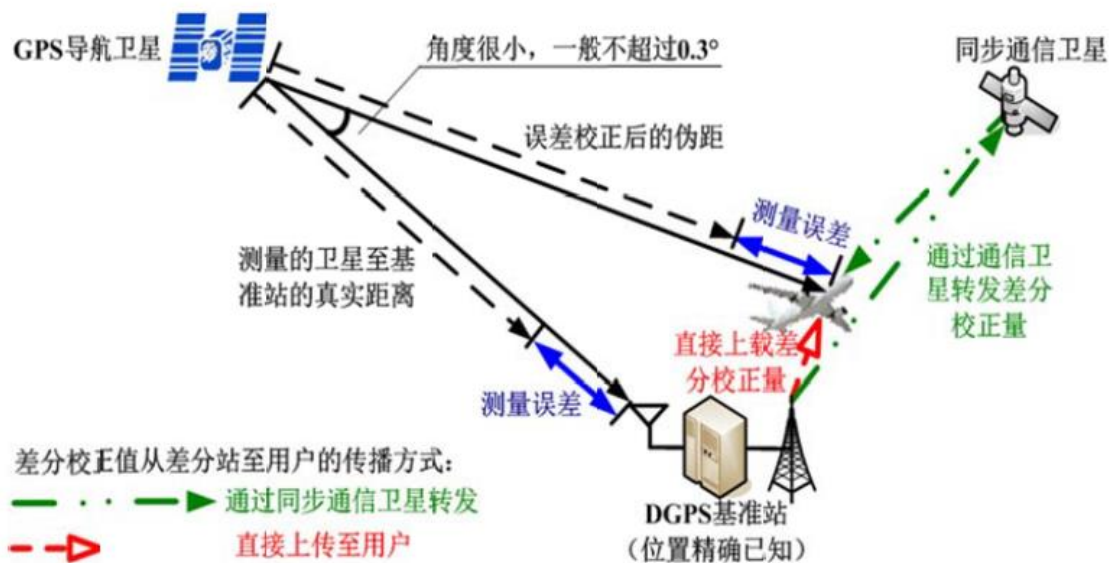
### 6.3.2.5.差分 GPS

#### 【知识掌握程度】

掌握 DGPS 的工作原理。

#### 【知识点】

一、差分 GPS (DGPS) 技术是指利用已知精确地理坐标的位于用户附近的 DGPS 基准站观测卫星星历数据并求得差分校正量，将该值直接或通过同步通信卫星发送给覆盖区域的用户，用于校正用户收到的卫星星历数据，以使用户修正 GPS 信号的测量误差，提高定位精度的一种定位技术。







### 6.3.4.北斗导航卫星系统 BDS

#### 6.3.4.1.北斗导航卫星系统组成

**【知识掌握程度】**

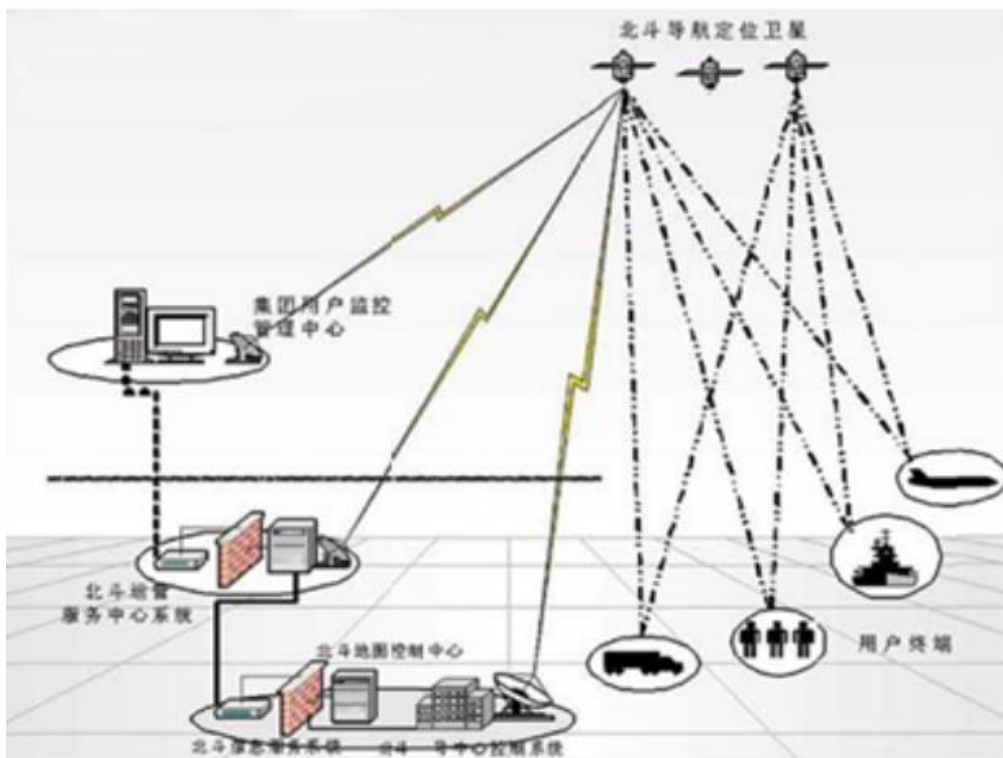
掌握 BDS 的组成。

**【知识点】**

一、北斗卫星导航系统（BDS--BeiDou Navigation Satellite System）是中国建设的自主发展、独立运行的全球卫星导航系统。北斗卫星导航系统四大功能：短报文通信、精密授时、定位精度、容纳用户多。

二、北斗卫星导航系统（BDS）分为北斗一号、北斗二号和北斗三号三个建设发展阶段。

三、北斗三号系统是北斗卫星导航系统全球系统，由空间段、地面段和用户段三部分组成，为全球用户提供定位（P）、导航（N）和授时（T）服务。空间段由 3 颗 GEO、3 颗 ISGO、24 颗 MEO 共 30 颗卫星组成。地面段包括主控站、注入站和监测站等若干个地面站，用户段包括北斗用户终端以及与其他卫星导航系统兼容的终端。



**【思考题】**

北斗卫星导航系统空间段有多少颗静止轨道卫星？

.....



### 6.3.5.2.Galileo 系统信号

#### 【知识掌握程度】

理解 Galileo 信号结构。

#### 【知识点】

一、Galileo 系统的信号结构主要参考已经开放的接口控制文件（ICD）。虽然在 ICD 中大部分参数已经固定，但是在系统的建设过程中，可能还会调整和改变部分参数。

二、Galileo 系统的信号设计考虑了多种影响因素，其中包括信号的捕获和跟踪特性、与其它 GNSS 信号的互操作性、抗干扰能力和多路径效应等。

#### 【思考题】

Galileo 系统信号使用什么技术？

~~~~~

6.3.6.GNSS 增强系统

【知识掌握程度】

掌握 GNSS 增强系统的组成、原理及功用；

掌握 GLS 的定义、工作原理及应用。

【知识点】

一、ICAO 定义了三种类型的增强系统即机载增强系统（ABAS）、星基增强系统（SBAS）、地基增强系统（GBAS）。

1、ABAS 系统采用接收机自主完好性监视（RAIM）和故障探测和排除（FDE）、航空器自主完好性监视（AAIM）、导航传感器信息综合技术，来提高和增强 GNSS 或者航空器导航系统的性能。

2、SBAS 除了能提供有关 GPS 卫星的完好性外，还可以提供修正量以提高 GPS 卫星距离测量精度，从而提高导航定位精度。在一定卫星布局的情况下，SBAS 能支持类精密进近（APV）进近，包括 APV I 和 APV II。

3、GBAS 是为机场附近的 GNSS 信号的提供精度和完好性增强服务，以支持精密进近和着陆运行，能满足 CAT I 精密进近的要求，并提供水平、垂直偏差指引；GBAS 还具备支持 CAT II/III 精密进近、机场场面运行的潜能。GBAS 所提供的终端区进离场服务，支持水平 RNAV 运行，垂直高度使用气压高度信息，并且进离场程序可以与最后进近航迹/跑道不关联。GBAS 系统包括卫星子系统、地面站子系统、机载子系统。GBAS 系统提供精密进近服务和定位服务。

二、GLS (GNSS Landing System) 是一种基于 GBAS 的星基精密进近着陆系统, 是指 GBAS 系统提供飞行指引和着陆功能。要执行 GLS 进近着陆, 机载系统必须包括显示、自动驾驶 (A/P)、飞行管理系统 (FMS)、进近选择, 以及其他执行星基精密进近和着陆的相关功能。

三、GBAS/PS (定位服务) 可支持 PBN 运行中 RNAV 和 RNP 飞行程序运行。RNAV 适用于航路和终端区运行, RNP 适用于航路、终端区和进近运行。

【思考题】

GBAS 系统可以提供哪些服务?

~~~~~

## 6.4.基于性能导航 PBN

### 6.4.1.PBN 运行要素

#### 6.4.1.1.PBN 导航设施

**【知识掌握程度】**

掌握 PBN 运行时的导航设施。

**【知识点】**

- 一、PBN 运行的三个基本要素是导航设施、导航规范和导航应用。
- 二、导航设施主要包括提供定位能力的陆基导航设备（VOR、DME 等）、星基导航设备（GNS，包括 GPS、GLONASS 等）和自主导航设备（惯导等）。

**【思考题】**

属于 PBN 的导航设施有哪些？

.....

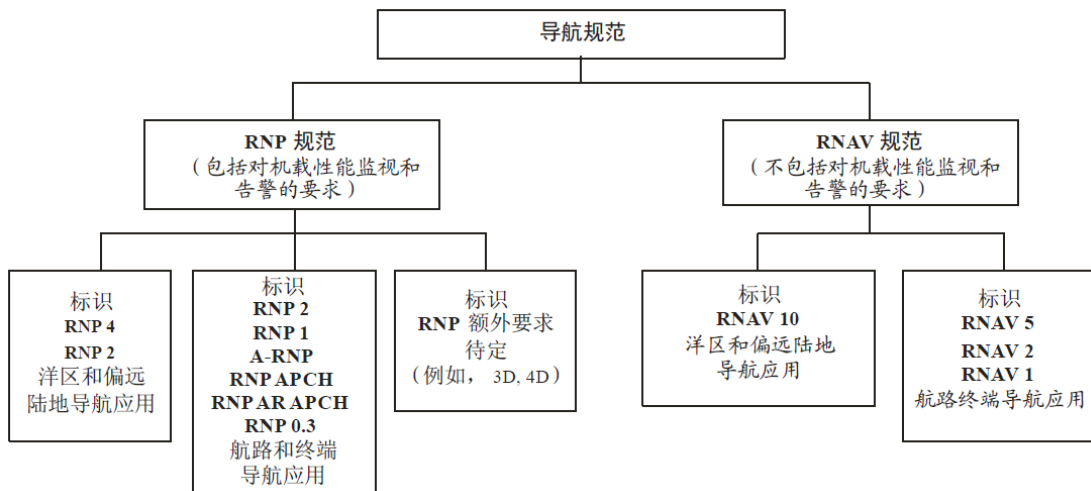
#### 6.4.1.2.PBN 导航规范

**【知识掌握程度】**

掌握 RNAV 和 RNP 导航规范。

**【知识点】**

一、PBN 导航规范详细描述了沿着特定区域导航所需的性能要求，是对能完成 PBN 运行的航空器和机组的要求，作为民航当局适航规章和运行批准的基础，导航规范包括 RNAV 和 RNP 规范两类。



二、RNAV 系统是允许飞机在台基导航设备的基准台覆盖范围内或在自主导航设备能力限度内或两者配合下按任何希望的飞行路径运行的导航系统。

三、RNP 系统是一种支持机载导航性能监控与告警（OPMA）的区域导航系统。

四、RNAV 和 RNP 系统关键的不同在于，RNP 包含机载设备监视与告警导航性能要求，并能向飞行员显示是否达到了预定运行要求，而 RNAV 则不包括。

**【思考题】**

区域导航（RNAV）是否必须具备机载导航性能监控与告警能力？

.....

**6.4.1.3.PBN 导航应用**

**【知识掌握程度】**

掌握 RNAV 和 RNP 导航应用。

**【知识点】**

导航应用是指按照已定的空域概念，针对航路、程序、和/或指定的空域范围应用某导航规范和导航设施。

飞行阶段导航规范的应用

| 部分章节      | 导航规范                        | 飞行阶段           |        |     |       |       |                  |                 |     |
|-----------|-----------------------------|----------------|--------|-----|-------|-------|------------------|-----------------|-----|
|           |                             | 洋区/偏远陆地上空航路    | 陆地上空航路 | 进场  | 进近    |       |                  |                 | 离场  |
|           |                             |                |        |     | 初始    | 中间    | 最后               | 复飞 <sup>1</sup> |     |
| B 部分第 1 章 | RNAV 10                     | 10             |        |     |       |       |                  |                 |     |
| B 部分第 2 章 | RNAV 5 <sup>2</sup>         |                | 5      | 5   |       |       |                  |                 |     |
| B 部分第 3 章 | RNAV 2                      |                | 2      | 2   |       |       |                  |                 | 2   |
| B 部分第 3 章 | RNAV 1                      |                | 1      | 1   | 1     | 1     |                  | 1               | 1   |
| C 部分第 1 章 | RNP 4                       | 4              |        |     |       |       |                  |                 |     |
| C 部分第 2 章 | RNP 2                       | 2              | 2      |     |       |       |                  |                 |     |
| C 部分第 3 章 | RNP 1 <sup>3</sup>          |                |        | 1   | 1     | 1     |                  | 1               | 1   |
| C 部分第 4 章 | 高级 RNP (A-RNP) <sup>4</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 或 1  | 1   | 1     | 1     | 0.3              | 1               | 1   |
| C 部分第 5 章 | RNP APCH <sup>6</sup>       |                |        |     | 1     | 1     | 0.3 <sup>7</sup> | 1               |     |
| C 部分第 6 章 | RNP AR APCH                 |                |        |     | 1-0.1 | 1-0.1 | 0.3-0.1          | 1-0.1           |     |
| C 部分第 7 章 | RNP 0.3 <sup>8</sup>        |                | 0.3    | 0.3 | 0.3   | 0.3   |                  | 0.3             | 0.3 |

注：

1. 仅适用于爬升开始后达到 50 米（40 米，H 类）的超障。
2. RNAV 5 是一个航路导航规范，可用于 30 海里以外和高于最低扇区高度的标准仪表进场的初始部分。
3. RNP 1 导航规范仅限于标准仪表进场、标准仪表离场、IAPs 的初始和中途航段及初始爬升阶段之后的复飞进近。距机场基准点（ARP）30 海里以外，告警精度值变为 2 海里。
4. A-RNP 也许可一定范围的可测量 RNP 侧向导航经度 — 见 C 部分，第 4 章，4.3.3.7.4 节
5. 可选 — 要求更高的连续性。
6. RNP APCH 规范有两个部分：A 部分通过全球导航卫星系统和气压垂直导航实现；B 部分通过星基增强系统实现。
7. RNP 0.3 适用于 RNP APCH A 部分。不同的角度性能要求仅适用于 RNP APCH B 部分。
8. RNP 0.3 规范主要针对直升机运行。

**【思考题】**

RNP APCH 导航规范适用于哪个飞行阶段？

~~~~~

6.4.2.PBN 运行

6.4.2.1.RNAV 运行

【知识掌握程度】

掌握 RNAV 导航规范的运行要求。

【知识点】

- 一、机载系统要求：满足相应 RNAV 导航规范所要求的导航功能和性能。
- 二、导航数据库要求：导航数据必须现行有效，必须基于 WGS-84 坐标系统。
- 三、人员要求：资质要求、实施要求。

【思考题】

RNAV 运行时，飞行管理系统 FMS 是否应具备 RNAV 能力？

.....

6.4.2.2.RNP 运行

【知识掌握程度】

掌握 RNP 导航规范的运行要求。

【知识点】

- 一、机载系统要求：满足相应 RNP 导航规范所要求的导航功能和性能；必须具备机载导航性能监控与告警（OPMA）功能。
- 二、导航数据库要求：导航数据必须现行有效，必须基于 WGS-84 坐标系统。
- 三、人员要求：资质要求、实施要求。

【思考题】

RNP 运行时导航数据库中的坐标系统要求是什么？

~~~~~

## 7.操作程序

### 7.1.航空文件

#### 7.1.1.航空资料汇编

##### 7.1.1.1.航空资料汇编的结构

###### 【知识掌握程度】

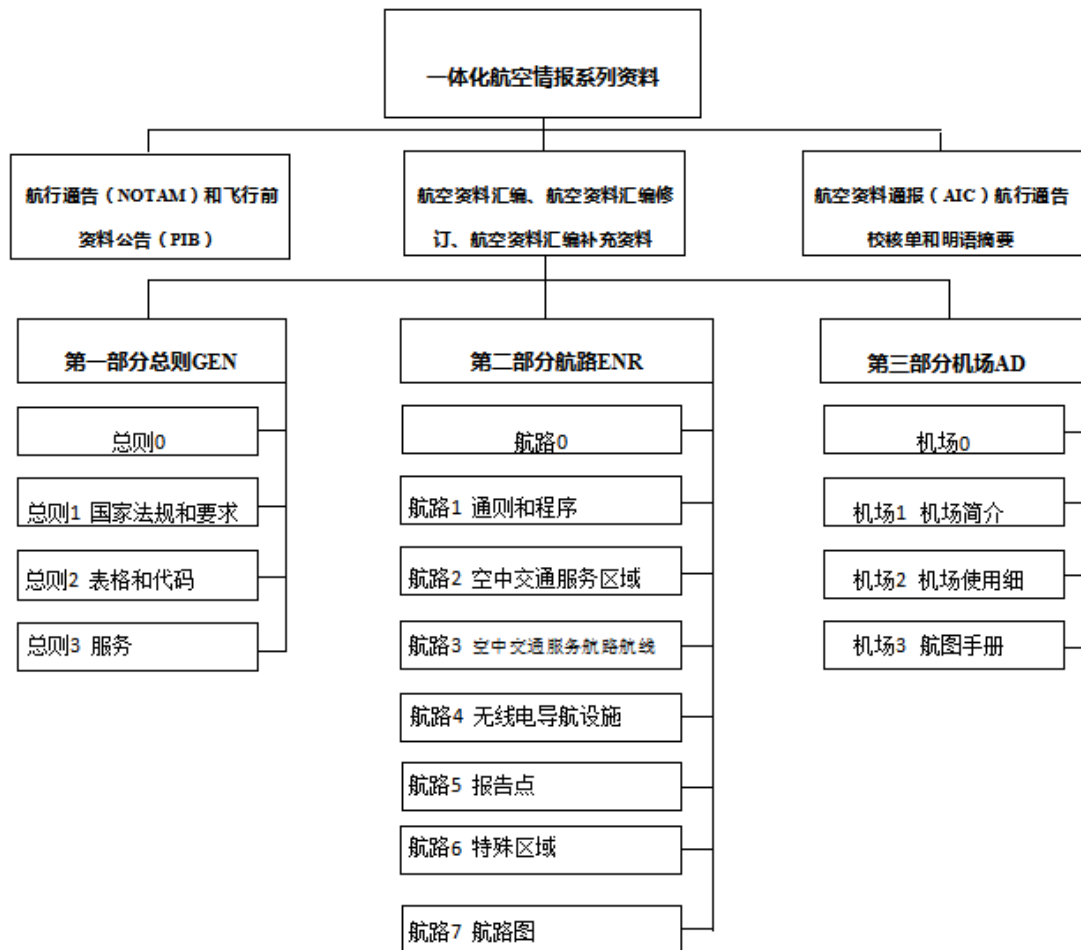
理解航空资料汇编的类别及适用范围；

理解 NAIP 与 CAIP 的区别。

###### 【知识点】

一、航空资料汇编是指由国家发行或国家授权发行，载有空中航行所必需的具有持久性质的航空资料出版物，是国际间航空所必需的可用于交换的持久性航空资料。航空资料汇编英文缩写为 AIP (Aeronautical Information Publication)。我国出版两种不同的 AIP，分别为 NAIP 和 CAIP。

1、NAIP 为《中国民航国内航空资料汇编》，是中国民用航空器进行境内飞行的综合性航空资料，采用中文编辑出版。





2、CAIP 为《中华人民共和国航空资料汇编》，是外国民用航空器在我国境内飞行必备的综合航空资料，采用中、英两种文字编辑出版。在 CAIP 中仅包含我国经批准的国际机场及其他对外开放的机场、航路、设施以及有关的规章制度等内容。

二、NAIP 和 CAIP 均由三个部分组成，分别为：总则（GEN）、航路（ENR）、机场（AD），上图为 NAIP 结构。

**【思考题】**

NAIP 和 CAIP 的区别有哪些？

.....

**7.1.1.2.航空资料汇编的内容**

**【知识掌握程度】**

掌握航空资料汇编各部分的具体内容与使用。

**【知识点】**

由于 NAIP 与 CAIP 使用对象不同，三部分内容存在一定差异，但每部分针对飞行员可获取的航空资料是相似的，以下分别说明：

1、总则（GEN）

总则（GEN）部分主要包括：国家法规与要求、相关表格和代码，以及服务等内容。

飞行员可以从中快速查阅到航空负责当局及其地址，航空运行中所依据的法律法规，以及计量系统、简缩字、航图符号、地名代码、无线电导航设施表、数据换算表、日出日没表等重要运行参考信息。

总则的服务部分给出了相关航空服务的信息，包括航空情报服务、航图、空中交通服务、通信导航监视服务、气象服务、搜寻和救援服务。

2、航路（ENR）

航路（ENR）部分主要包括通则和程序、空中交通服务区域、空中交通服务航路航线、导航设施、报告点、特殊区域、航路图等内容。

飞行员可以从中快速查阅到在我国境内运行时，飞行各阶段必须遵循的管制运行规定，通信与联络要求，起飞和着陆的尾流间隔，目视与仪表运行规则，高度表拨正程序，飞行高度层配备。

本部分还提供了我国飞行情报区、区域管制的划分及其范围，同时可以按字母顺序快速检索航路、导航台、警告区域等信息。

3、机场（AD）

机场（AD）部分主要包括机场简介、机场使用细则、航图手册。

飞行员可以从该部分快速查询到某一机场的地理位置信息、工作时间、地勤服务和设施、救援与消防服务、道面以及引导信息、机场周边障碍物信息、跑道物理特征、进近和跑

道灯光配备等重要信息。

**【思考题】**

进近和跑道灯光配置在 AIP 的哪一部分查询？

.....

**7.1.1.3.航空资料汇编的一般规范说明**

**【知识掌握程度】**

- 理解航空资料汇编的出版形式；
- 理解航空资料汇编的补充与修订。

**【知识点】**

一、航空资料汇编均采用活页资料形式出版，分册发行。飞行员可以根据自己检索资料内容选择分册使用。

二、航空资料汇编中，每一页上都印有易于查找的页码标志、资料出版日期和生效日期。飞行员应特别注意资料的生效日期。

三、若航空资料中存在 3 个月以上的临时变更，或篇幅大、图表多的临时数据，这些数据将会以航空资料汇编补充 SUP 的形式予以公布。SUP 为不定期发布资料，以黄色纸张印刷。

四、航空资料汇编内容存在对飞行有重要意义的变更，应发布航空资料汇编修订 AMD。每期航空资料汇编修订单中，应标明修订资料汇编的名称、编号、出版部门、出版日期和生效日期等信息。修订页中主要变动内容会以明显的符号和文字注释给予提示，飞行员应特别关注。

**【思考题】**

哪些信息以航空资料汇编补充资料的形式发布？

~~~~~

7.1.2.航行通告

7.1.2.1.航行通告简介

【知识掌握程度】

- 理解航行通告的内容及作用；
- 理解航行通告的划分。

【知识点】

一、航行通告（NOTAM）

飞行人员和与飞行业务有关的人员必须及时了解的，以电信方式发布的，关于航行设施、服务、程序的建立、情况或者变化，以及对航行有危险的情况的出现和变化的通知。

二、航行通告的分类

按系列划分为 A、C、D、E 和 F 系列的航行通告，S 系列的雪情通告，以及 V 系列的火山通告。其中 A、E 和 F 为国际系列，C 为国内系列，D 为地区系列；S 和 V 既是国际系列，也是国内系列。除雪情通告和火山通告外，可根据需要增加或更改相应的航行通告系列。

三、雪情通告 (SNOWTAM)

航行通告的一个专门系列，是以特定格式拍发的，针对机场活动区内有雪、冰、雪浆及其相关的积水导致危险的出现和排除情况的通告。

四、火山通告 (ASHTAM)

航行通告的一个专门系列，是以特定的格式拍发的，针对可能影响航空器运行的火山活动变化、火山爆发和火山烟云的通告。

五、航行通告可以从当地的航空情报服务部门获取。

【思考题】

我国是否拍发 V 系列航行通告，为什么？

.....

7.1.2.2.航行通告格式和内容

【知识掌握程度】

理解 NOTAM 的标准格式、用语、缩写和编码。

【知识点】

一、航行通告样例

GG ZBAOIXX 011159 ZSSSOFXX (C0331/14NOTAMN
Q) ZSHA/QFALC/IV/NBO/A/000/999/3112N12120E005
A) ZSSS B) 1406070000 C) 1406090230
D) 0000-0230 DLY
E) AD CLSD DUE TO WIP.)

二、格式说明

1、报头部分包括电报等级和收电地址，以及签发时间和发电地址。样例中 GG 为电报等级（急报），也可为 DD（特急报）

011159 为签发时间，表示 01 日 11 时 59 分。

2、系列编号和航行通告标志

样例中 C0331/14 表示 2014 年发布的 C 系列第 331 号航行通告
NOTAMN 代表航行通告标志。

航行通告标志分为三类，其中：NOTAMN 表示新航行通告、NOTAMR 表示代替航行通告（代替航行通告生效的同时，被代替航行通告失效）、NOTAMC 表示取消航行通告（自取消航行通告发布之时起，两份航行通告同时失效）。

3、Q) 项为限定行

样例中：Q) ZSHA/QFALC/IV/NBO/A/000/999/3112N12120E005 为限定行，该行主要是用于飞行人员和有关部门对航行通告进行提取、查询和检索。

4、A) 项为发生地、B) 项为生效时间、C) 项为失效时间

样例中：A) ZSSS B) 1406070000 C) 1406090230 表示上海虹桥机场发布，生效时间为2014年6月7日零时，失效时间为2014年6月9日2时30分

当C) 项出现“EST”时，表示预计失效时间；当C) 项出现“PERM”时，表示永久有效。

5、D) 项为分段生效时间

样例中：D) 0000-0230 DLY 表示每日零时至2时30分生效

6、E) 项为航行通告正文

样例中：E) AD CLSD DUE TO WIP.) 表示机场由于施工关闭。

【思考题】

A0525/14 NOTAMC A0433/14 表示什么意思？

.....

7.1.2.3.雪情通告

【知识掌握程度】

掌握雪情通告的识读。

【知识点】

雪情通告（SNOWTAM）是一种特殊系列的航行通告，用标准的格式提供跑道表面状况报告，通知由于活动区内有雪、冰、雪浆、霜、积水或与雪、雪浆、冰或霜有关的水而存在的危险情况，或者这种险情的停止。

一、雪情通告的一般规定

- 1、雪情通告的有效时间最长不超过8小时。
- 2、收到雪情通告时意味着跑道、停止道、滑行道、停机坪上有积雪、结冰、雪浆或者跑道灯被积雪覆盖。
- 3、国外发布的雪情通告使用世界协调时（UTC），我国发布的雪情通告使用北京时。
- 4、雪情通报的电报等级通常使用GG，使用系列为S，其他NOTAM规定相同。
- 5、飞行员应注意雪情通告的有效时间，对道面的污染区域以及污染程度，以及机场对雪情清除的预期时间与雪情的趋势。

二、样例

GG ZSSSOIXX
170239 ZBTJOIXX
SWZB0151 ZBTJ 02170230
(SNOWTAM 0151

ZBTJ

0217015516L 2/5/3100/50/75 04/03/04 SLUSH/DRY SONW/WET SNOW

0217023016R 2/5/5 75/100/100 04/03/NR SLUSH/SLUSH/SLUSH 50

RWY16L REDUCED TO 3000. DRIFTING SNOW. RWY16L CHEMICALLY TREATED. RWY16R CHEMICALLY TREATED. RWY16L SNOWBANK R20 FM CL. TWY A W SNOWBANK. RWY16R ADJ SNOWBANKS. ALL TWY POOR. SOUTH DEICING APRON POOR.

RWY16R WIDTH 50M AVBL, 20M FM RCL LEFT, 30M FM RCL RIGHT.)

三、上述雪情通告译文：

简化报头：国内分发的第 151 号雪情通告，天津滨海国际机场，观测时间为 2 月 17 日 2 时 30 分（北京时）。

雪情通告标志和序号：SNOWTAM 0151

性能计算部分

A) 发生地：天津滨海国际机场		
B) 观测时间：	2 月 17 日 1 时 55 分	2 月 17 日 2 时 30 分
C) 跑道代号：	16L	16R
D) 跑道状况代码：	2/5/3	2/5/5
E) 跑道污染物覆盖范围：	100/50/75	75/100/100
F) 跑道污染物深度：	04/03/04	04/03/无
G) 跑道状况说明：	雪浆/干雪/湿雪	雪浆/雪浆/雪浆
H) 跑道状况代码对应的跑道宽度：	无	50

情景意识部分

I) 跑道长度变短：	16L 跑道长度变短至 3000 米	无
J) 跑道上吹积的雪堆：	跑道上吹积的雪堆	跑道上吹积的雪堆
K) 跑道上散沙：	无	无
L) 跑道上的化学处理：	16L 跑道有化学处理	16R 跑道有化学处理
M) 跑道上雪堤：	16L 跑道中线右侧 20 米有雪堤	无
N) 滑行道上的雪堤：	滑行道 A 和 W 有雪堤	
O) 跑道附近有雪堤：	无	16R 跑道附近有雪堤
P) 滑行道状况：	所有滑行道状况差	所有滑行道状况差
R) 停机坪状况：	除冰机坪状况差	
S) 测定的摩阻系数：	无需填写	
T) 明语说明：	RWY16R 可用宽度 50 米，跑道中线左侧 20 米，跑道中线右侧 30 米。	

火山通告标志和序号：ASHTAM 0319

项目编号与含义	样例译文	说明
A) 受影响的飞行情报区:	乌戎潘当飞行情报区	用明语表示的受火山影响的飞行情报区, 应与简化报头中地名代码对应同一区域。
B) 火山第一次爆发时间:	10月26日13时7分	八位数字, 从前至后每两位数字分别表示火山第一次爆发的月、日、时和分。
C) 火山名称和编号:	默拉皮火山, 0603-25	火山名称和编号; 当火山名称和编号未列入 ICAO 文件 DOC 9691 附录 F 时, 应在发布火山通告前发布一份有关该火山存在情况的永久性航行通告。
D) 火山位置:	坐标 S073200E1102600	火山的坐标(精确到分)或距导航设施的方位及距离
E) 告警色码等级:	红色	表示当前火山活动状况的告警色码等级, 或上一次公布的告警色码等级的变化情况; 告警色码等级共分为红 (RED)、橙 (ORANGE)、黄 (YELLOW)、绿 (GREEN) 四个等级
F) 火山灰云状况:	影响水平范围在 S0710E11035 - S0755E11035 - S0815E10935 - S0735E10900 - S0655E10925 - S0710E11035 五点连线范围内, 垂直范围从地面至 FL150	对飞行有重要影响的火山灰云水平范围、云底和云顶高度等信息, 用坐标(精确到分)或相对火山源的方位、距离表示水平范围, 高度精确至千米。
G) 火山灰云移动趋势:	预计向西移动, 速度 15kn	火山灰云在选定高度层上预测的移动方向。
H) 受影响的航路:	W17 和 W17S	正在或预计会受到影响的航路、航段和飞行高度层。
I) 关闭的航路:	无	关闭的空域、航路或航段, 以及可用的备份航路。
J) 信息来源:	2号多功能运载卫星 (MTSAT-2), 由印尼火山及地质减灾中心 (CVGHM) 提供	信息的来源, 无论火山是否已经爆发或是否有火山灰云的报告都应说明, 例如“特殊空中报告”、“卫星观测”或“火山观测机构”等。
K) 火山爆发详细情况:	在 20 日 2 时 30 分观测到的火山灰云位于火山以西 30n mile 处, 高度达到 FL150; 预测火山灰云在未来 6h 内, 即 20 日 17 时整, 影响水平范围将在 S0710E11035 - S0755E11035 - S0815E10935 - S0735E10900 - S0655E10925 - S0710E11035 五点连线范围内, 垂直范围: 地面至 FL150。 备注: 由于有气象云团遮挡, 最新的卫星观测图像未能显示火山灰云, 但预计该区域仍存在火山灰云。	用明语和简缩字补充说明除了 A) 项至 J) 所列内容以外对飞行有重要意义的火山信息。

7.2.空域

7.2.1.空域分类

7.2.1.1.ICAO 的空域分类

【知识掌握程度】

掌握 ICAO 对 ATS 空域的分类。

【知识点】

ICAO 将 ATS 空域分为 A、B、C、D、E、F、G 类：

类型	运行规则	服务类型
A	IFR	所有飞行均受空中交通管制服务的约束，并在其相互之间配备间隔。
B	IFR 和 VFR	所有飞行均受空中交通管制服务的约束，并在其相互之间配备间隔。
C	IFR 和 VFR	所有飞行均受空中交通管制服务的约束，在 IFR 飞行与其他 IFR 以及 VFR 飞行之间配备间隔。 在 VFR 飞行与 IFR 飞行之间配备间隔，并接收关于其他 VFR 飞行的交通情报。
D	IFR 和 VFR	所有飞行均受空中交通管制的约束。 IFR 飞行与其他 IFR 飞行之间配备间隔，并接收关于 VFR 飞行的交通情报。 VFR 飞行接收关于所有其他飞行的交通情报。
E	IFR 和 VFR	IFR 飞行受空中交通管制服务的约束，与其他 IFR 飞行之间配备飞行间隔。 所有飞行均尽可能接收交通情报。
F	IFR 和 VFR	IFR 飞行的均接受空中交通咨询服务，如经要求，所有飞行接收飞行情报服务。
G	IFR 和 VFR	经要求，接收飞行情报服务。

【思考题】

在 ICAO 的空域分类中，哪些空域不提供空中交通管制服务？

.....

7.2.1.2.中国的管制空域类型

【知识掌握程度】

掌握中国的管制空域类型和规定。

【知识点】

空域名称	类型	运行规则	间隔配备情况	界限
高空管制区	A	IFR	配备间隔	下限通常高于标准大气压高度 6000 米（不含）或者根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。 高空管制区的上限应当根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。
中低空管制区	B	IFR VFR	配备间隔	在中国境内标准大气压高度 6000 米（含）至其下某指定高度的空间，下限通常在距离地面或者水面 200 米以上，或者为终端（进近）管制区或者机场塔台管制区的上限；中低空管制区的下限确定在平均平面高度 900 米以上的，则应当取某个飞行高度层为其值。
终端（进近）管制区	C	IFR VFR	IFR 之间、IFR 与 VFR 之间配备间隔，VFR 之间提供活动情报	通常是指在一个或者几个机场附近的航路、航线汇合处划设的、便于进场和离场航空器飞行的管制空域。它是高空管制空域或者中低空管制空域与机场管制地带之间的连接部分。
机场管制地带	D	IFR VFR	IFR 之间配备间隔、IFR 接收 VFR 的活动情报，VFR 接收其它所有飞行的活动情报	机场管制地带通常包括起落航线和最后进近定位点之后的航段以及第一个等待高度层（含）以下至地球表面的空间和机场机动区。

【思考题】

6000 米以下通常是中国的什么管制空域？

.....

7.2.1.3.空中交通管制服务的获取

【知识掌握程度】

掌握中国的民航空管单位的类型和职责。

【知识点】

一、中国的民航空管单位包括机场塔台空中交通管制室（简称塔台管制室）、空中交通服务报告室、进近管制室（终端管制室）、区域管制室（区域管制中心）、地区空中交通运行管理单位、全国空中交通运行管理单位。

二、航空器驾驶员可以在下列航空器活动中获取空中交通管制服务：

- (1) 高空管制区、中低空管制区、进近管制区、机场管制地带内所有仪表飞行规则的飞行；

- (2) 中低空管制区、进近管制区、机场管制地带内的所有目视飞行规则的飞行；
- (3) 特殊目视飞行规则的飞行；
- (4) 在机场交通活动。

三、塔台管制室负责对本塔台管辖范围内航空器的开车、滑行、起飞、着陆和与其有关的机动飞行的管制工作。在没有机场自动情报服务的塔台管制室，还应当提供航空器起飞、着陆条件等情报。

四、进近管制室负责一个或数个机场的航空器进、离场的管制工作。

五、区域管制室负责向本管制区内受管制的航空器提供空中交通管制服务；受理本管制区内执行通用航空任务的航空器以及在非民用机场起降而由民航保障的航空器的飞行申请，负责管制并向有关单位通报飞行预报和动态。

六、飞行情报区内的飞行情报服务和告警服务由有关的空中交通管制单位负责提供。

【思考题】

飞行员如何获取起飞、着陆条件等信息？

~~~~~

## 7.2.2.防空识别区

**【知识掌握程度】**

理解防空识别区的概念和规定。

**【知识点】**

一、根据《联合国宪章》等国际法和国际惯例，防空识别区（ADIZ: Air Defence Identification Zone）是一国根据自己的空中防御需要划定的一个空中预警范围。通常情况下，以该国的战略预警机和预警雷达所能覆盖的最远端作为“防空识别区”的界限，它比领空和专属经济区的范围要大得多，不属于国际法中的主权范畴。

二、一般来说，设置“防空识别区”的主要目的是防止国籍不明的飞机侵犯主权国领空，提示或警告进入“防空识别区”的他国军机不要误入或闯入主权国领空。

三、防空识别区与飞行情报区并不一样，所划定的区域也不一定相同。一般而言，一国对航空器的定位、监视和管制，是在航空器进入该国防空识别区之后，而非之前。通常情况下，航空器进入一国的防空识别区，该国可以采取某种方式，如起飞战斗机监视航空器，但直到航空器进入该国领空前，无权对航空器采取迫降、击落等措施，否则将是严重违反国际法的行为。

**【思考题】**

一个国家可以对进入其防空识别区的航空器采取哪些行动？

~~~~~

7.3.飞行运行

7.3.1.全天候运行

7.3.1.1.全天候运行对机组的要求

【知识掌握程度】

理解全天候运行条件下机组的基本要求；

理解低能见度运行的机组资格附加要求。

【知识点】

一、全天候运行条件下，机组应经过有针对性的仪表训练并取得资格。该训练包括以下两部分：

1、针对全天候运行的背景和理论的地面课程，包括对特性和限制的描述，仪表进近及离港的程序、机载设备和地面设施的使用；

2、针对特定机型的程序和技能的飞行训练，该训练可使用经批准的模拟机或航空器进行。

二、机组在获得受限能见度条件下起飞或仪表进近的批准前，需考虑到诸多因素。如批准更低的机场最低运行标准，应考虑下列因素：

- 1、机组的构成；
- 2、资格和经验；
- 3、初始训练和定期复训；
- 4、特殊程序；
- 5、运行限制。

三、低能见度运行的机组资格附加要求

1、训练准入资格

(1) 在涡轮喷气飞机上实施II类和III类运行的机长至少需要 300 小时涡轮喷气飞机机长经历，并包括本型别上的至少 100 小时机长经历；

(2) 在涡轮螺旋桨飞机上实施II类和III类运行的机长至少需要 100 小时本型别上机长经历；

(3) 实施II类和III类运行的副驾驶至少需要 300 小时本型别上副驾驶经历；

(4) 获取II类运行资格签注不是获取III类签注的前置条件。

2、地面理论培训要求

(1) 机组应通过训练掌握机上冗余设备的充分使用，以及了解整个系统的限制，包括地面和空中因素，实现了解和熟练使用II类和III类运行的地面和空中设备的目的。

(2) 训练辅助设备可以包括真实条件下的进近录像或者经批准的有视景的飞行模拟机。训练应确保全体机组成员了解各自职责，以及机组紧密协作的必要性。

(3) 在同一机型担任不同岗位的驾驶员，如在原岗位上已完成相应机型的低能见度运行地面理论训练，则在新岗位上仅需完成该机型的相关飞行训练。

3、飞行训练要求和熟练性

(1) 所有机组成员都必须接受飞行训练，以胜任特定飞行系统的操作，包括在指定的最低标准条件下对系统和相关程序的使用，并通过局方的检查。

(2) 在被批准实施真实条件下的 II 类或 III 类的最低标准运行之前，机长和副驾驶应完成运营人的低能见度运行训练课程，该课程为每个组至少 4 小时高级模拟机训练，其中每个驾驶员至少完成 2 小时 PF 和 2 小时 PM 的训练，该训练时间可包括检查。

(3) 驾驶员应根据特定的飞行系统和所采用的操作程序接受训练。

(4) 实际仪表进近过程中，飞机在决断高以上或以下可能会偏离跑道中心线或下滑道，由于低能见度条件下目视参考的局限性，应指导驾驶员做出正确决策。同时，还应让驾驶员意识到其在控制俯仰姿态和/或垂直航迹的目视参考不充分时，可能会过早地断开自动驾驶仪而过渡到仅使用外界目视参考人工操纵飞机。因此应提醒驾驶员，对于人工落地，即使在能见跑道和周围环境的情况下，也要避免过早断开自动驾驶仪，同时持续监控飞行仪表指示，以完成安全的进近和着陆。

(5) 经批准实施 RVR 小于 400 米起飞的运营人，地面理论训练应包括地面低能见度运行程序等内容，且飞行训练和检查中应包括至少一个在 V_1 或之后一台发动机失效的情况下使用最低的适用最低标准进行的低能见度起飞 (LVTO)，和一个在 V_1 之前一台发动机失效或其他适当的失效的情况下中断起飞。

四、熟练检查

驾驶员应在运行所要求的熟练检查中展示其执行执照签注最高等级的低能见度运行任务的知识和能力。由于在实际运行中遇到有限能见度的可能性较小，在定期复训和熟练检查时应使用高级模拟机。

五、低能见度起飞 (LVTO, Low Visibility Take-Off)：跑道视程小于 400 米的起飞运行。

【思考题】

请描述实施 II 类和 III 类运行对机长的经历要求？

【法规出处】

AC-91-FS-16: 4.3 机组, 5.3 机组资格和训练要求, 5.4 运行程序

.....

7.3.1.2.仪表进近应建立的目视参考

【知识掌握程度】

掌握 I 类 PA、APV、NPA 应建立的目视参考；
了解 II 类 PA 应建立的目视参考。

【知识点】

一、I 类 PA、APV、NPA 应建立的目视参考

除非在拟用跑道上，驾驶员可以至少清楚看见并识别下述目视参考之一，可充分判断相对于预定飞行航径的飞机位置和位置变化率，否则不得继续进近到 DA/H 或 MDA/H 之下：

- (1) 进近灯光系统；
- (2) 跑道入口；
- (3) 跑道入口标志；
- (4) 跑道入口灯；
- (5) 跑道入口标识灯；
- (6) 目视进近坡度指示系统；
- (7) 接地区或接地区标志；
- (8) 跑道接地带灯（RTZL）；
- (9) 跑道边灯；
- (10) 局方认可的其它目视参考。

二、II 类 PA 应建立的目视参考

除非获得并能够保持包括进近灯、接地带灯、跑道中线灯、跑道边灯或者这些灯的组合中至少 3 个连续灯的目视参考，驾驶员不得继续进近至决断高（DH）之下。

目视参考中必须包括地面构型的横向水平要素，例如，进近横排灯、入口灯或接地带灯，除非使用经批准的 HUD 至接地。

【思考题】

I 类精密进近时如何确认取得目视参考？

【法规出处】

AC-97-FS-01：8. I 类 PA、APV、NPA 的最低标准，9. II 类 PA 的最低标准

.....

7.3.1.3.非精密进近和 I 类精密进近的最低标准

【知识掌握程度】

掌握非精密进近的最低标准；
掌握 I 类精密进近的最低标准。

【知识点】

一、最低标准通常包括 DA/H 或 MDA/H 以及 RVR 或 VIS 两个要素。

1、I 类 PA 使用 ILS 或 GLS。除非特殊批准，其 DH 不低于 60 米（200 英尺），RVR 不低于 550 米。

2、APV 是使用气压垂直导航的 RNP APCH 或 RNP AR，或者是使用星基增强系统(SBAS)。除非特殊批准，其 DH 不低于 75 米（250 英尺），RVR/VIS 不低于 800 米。

3、NPA 可使用下表所列导航设施和设备。除非特殊批准，其 MDH 值不低于 75 米（250 英尺），RVR/VIS 不低于 800 米。

NPA 的导航设施与其对应的最低的 MDH

设施	最低的 MDH
仅有航向台 (ILS 下滑台 GP 不工作)	75 米 (250 英尺)
RNP (LNAV)	90 米 (300 英尺)
VOR	90 米 (300 英尺)
VOR/DME	75 米 (250 英尺)
NDB	105 米 (350 英尺)
NDB/DME	90 米 (300 英尺)

二、DH 和 MDH 不应低于飞行程序设计为各飞机类别所确定的超障高（OCH）。航空营运人出于对其飞机的性能、机载设备、飞行机组技术水平和经验等因素的考虑，在根据超障高计算最低下降高度时，可以增加一个余度。

三、I 类 PA、APV 和 NPA 通常使用气压高度表作为高度基准。在使用修正海压（QNH）时，DA 或 MDA 向上 5 米（或 10 英尺）取整。在使用场压（QFE）时，DH 或 MDH 向上 5 米（或 10 英尺）取整。

四、驾驶员为了及时取得目视参考以便从最低下降高度/高安全下降和机动飞行至着陆所需要的最低能见度，决定于飞机的分类、最低下降高度/高、可用目视助航设施以及进近方式（直线进近或盘旋进近）。通常，在下列情况下要求的能见度较小：

- 1、进近速度较小的飞机；
- 2、最低下降高度/高较低；
- 3、目视助航设施较好。

【思考题】

NDB 进近的 MDH 如何确定？

【法规出处】

AC-97-FS-01：8.I 类 PA、APV、NPA 的最低标准

.....

7.3.1.4.连续下降最后进近

【知识掌握程度】

- 掌握 CDFA 的概念；
- 掌握 CDFA 特定决断高度/高的含义；
- 了解 CDFA 运行训练要求；
- 理解不使用 CDFA 技术的运营人的能见度最低标准。

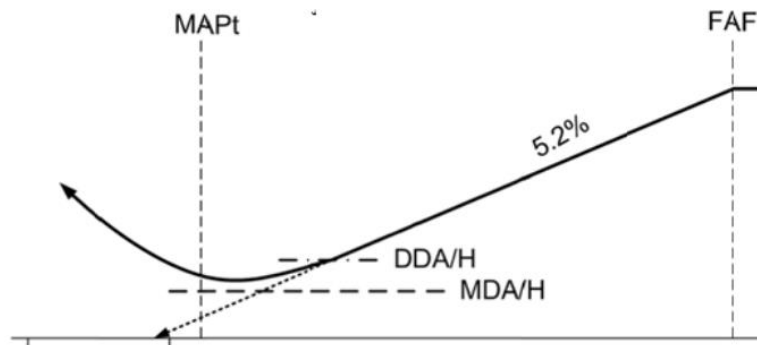
【知识点】

一、CDFA 的概念

连续下降最后进近（CDFA）是一种与稳定进近相关的飞行技术，在非精密仪表进近程序的最后进近阶段连续下降，没有平飞，从高于或等于最后进近定位点高度/高下降到高于着陆跑道入口大约 15 米（50 英尺）的点或者到该机型开始拉平操作的点。

二、CDFA 特定决断高度/高（DDA/H）

使用 CDFA 技术进近时，为确保航空器在复飞过程中不低于公布的最低下降高度/高，由运营人确定的在公布的最低下降高度/高以上的某一高度/高，当下降至此高度/高时，如果不具备着陆条件，飞行员应开始复飞。



三、飞行机组训练要求

运营人应在实施 CDFA 运行前为飞行机组提供相应的地面训练。地面训练可以是课堂教学、基于计算机的训练或通过其他由其主任运行监察员（POI）认为可接受的等效训练方式。机组成员应接受针对特定航空器型别、安装的飞行指引或自动驾驶仪以及导航系统的训练，并接受在对于适用的下降剖面采用 CDFA 技术时如何使用这些系统的训练。初次地面训练时间不应少于 2 小时。

四、不使用 CDFA 技术的运营人的能见度最低标准

如果在非精密进近中不采用 CDFA 技术，运营人所确定的其机场运行最低标准应在局方批准的该机场最低标准之上。对于 A、B 类飞机，跑道视程/能见度（RVR/VIS）至少增加 200 米，对于 C、D 类飞机，RVR/VIS 至少增加 400 米。

增加上述能见度最低标准，目的是使不采用 CDFA 技术的运营人的飞行员在最低下降高度/高平飞时有足够的裕度来获得恰当的目视参考，并转换至目视下降，以便在接地区着陆。具体能见度最低标准的批准应在运营人的运行规范或其他批准文件中详细说明。

【思考题】

如果非精密进近中不采用 CDFA 技术，对于 C 类飞机的最低能见度标准应至少增加多少？

【法规出处】

AC-121-FS-46：五、定义，八、CDFA 技术的运行程序和飞行技术，九、飞行机组训练

.....

7.3.1.5. II 类精密进近最低标准

【知识掌握程度】

理解 II 类 PA 的最低标准。

【知识点】

一、II 类精密进近的最低 DH 不应低于飞行程序设计为各飞机类别所确定的 OCH。

二、II 类 PA 的决断高（DH）在 60 米以下但不低于 30 米，跑道视程在 550 米以下但不小于 300 米。

三、II 类运行最低标准的最低值如下表所示：

DH ^①	RVR（米）	
	A、B、C	D
30—35 米（100-120 英尺）	300	300/350 ^②
36—42 米（121-140 英尺）	400	400
43 米（141 英尺）以上	450	450

注^①：II/III 类运行时，通常不使用 DA 的概念。

注^②：D 类飞机实施自动着陆可采用 RVR300 米。

四、接地区和中间点的 RVR 为控制 RVR。

【思考题】

II 类精密进近要求的最低标准如何确定？

【法规出处】

AC-97-FS-01: 9. II类 PA 的最低标准

.....

7.3.1.6. III类精密进近最低标准

【知识掌握程度】

理解III类精密进近最低标准。

【知识点】

一、III类全天候运行是所有在仪表气象条件下使用III类进近程序到III类运行最低标准的进近和着陆。

III类运行最低标准规定决断高低于 30 米和控制跑道视程（RVR）低于 350 米。

III类运行最低标准也包括使用警戒高（AH）的运行，此时警戒高为 30 米或以下（无决断高）和控制跑道视程（RVR）低于 350 米。

CAT IIIA: DH 低于 30 米（100 英尺）或无决断高，RVR 不小于 175 米；

CAT IIIB: DH 低于 15 米（50 英尺）或无决断高，RVR 小于 175 米但不小于 50 米；

CAT IIIC: 无决断高和无跑道视程限制。

二、决断高（DH）

对于使用 DH 的运行，该 DH 不低于在没有获得所需的目视参考情况下可使用精密进近导航设施的最低高。只有在进近助航设施和机场设施都能支持无 DH 运行时，方可实施无 DH 运行。

【注】：对于III类运行，除非在航行资料或航行通告中特别规定了 DH，否则可以假定其支持无 DH 的运行。

三、目视参考

1、对于IIIA 类运行和使用失效一性能下降飞行控制系统或经批准的IIIB 类运行，驾驶员不得继续进近至 DH 之下，除非获得并能够保持包括进近灯、接地带灯、跑道中线灯或者这些灯的组合中至少 3 个连续灯的目视参考。

2、对于使用失效一工作飞行控制系统或使用失效一工作混合着陆系统（包括例如一套 HUD）的IIIB 类运行，驾驶员不得继续进近至 DH 之下，除非获得并能够保持包括一个中线灯在内的目视参考。

四、接地区、中间点和停止端的 RVR 为控制 RVR。

【思考题】

IIIA 类精密进近要求的 DH 和 RVR 的最低标准为多少？

【法规出处】

AC-97-FS-01: 10. III类 PA 的最低标准

【思考题】

请列举 RVSM 运行的基本要求？

.....

7.3.2.2.RVSM 运行不正常情况处置

【知识掌握程度】

理解 RVSM 运行不正常情况的处置方法。

【知识点】

一、当航空器处于以下情况之一时，驾驶员应当及时通知管制员，并根据管制员指令脱离 RVSM 空域：

- 1、由于设备失效，不再符合 RVSM 运行要求；
- 2、失去高度测量系统的冗余；
- 3、当航空器驾驶员按照仪表飞行规则在 RVSM 空域飞行过程中，遇有影响保持高度能力的颠簸发生偏离 ATC 指定的高度层 90 米（300 英尺）或以上情况时，必须通知管制员。

二、当航空器遇有紧急情况，飞行安全受到威胁时，机长可以决定改变原配备的飞行高度层，但必须立即报告管制员，并对该决定负责。

三、改变高度层的方法是：从航空器飞行的方向向右转 30 度，并以此航向飞行 20 公里，再左转平行原航线上升或者下降到新的高度层，然后转回原航线。

【思考题】

紧急情况下脱离 RVSM 空域的飞行方法是什么？

~~~~~

**7.3.3.低温冰雪运行**

**7.3.3.1.低温条件下运行的注意事项**

**【知识掌握程度】**

理解低温对航空器的影响；  
掌握低温冰雪条件下运行的注意事项。

**【知识点】**

一、低温条件对航空器的影响

1、绝热防止热损失（活塞发动机）：在极端低温情况下，如果可能，所有的滑油管路，滑油压力管，以及油箱都应当经过合适的绝热检查以防止可能的滑油冻结。绝热材料需使用防火材料，并且由有经验的机械放行人员安装。

2、隔板和冬季盖板：除非航空器制造商提供了使用批准，否则需要局方的批准才能使用。

3、润滑油和油膏：只能使用厂家指定的润滑油和油膏。

4、滑油通气孔（活塞发动机）：当准备低温天气时，曲柄轴箱通气孔需要特别的考虑。冻结的通气孔线路会导致众多的问题。当曲柄轴箱内滑油蒸发冷却，它们会在通气管线路中凝结，并在凝结后堵住管路。在飞行前特别注意确保通气系统没有结冰。

5、软管夹具、软管、液压装配和封严。

6、座舱加热器：许多航空器都装备有座舱加热器罩，其包在排气系统的消音器或者其他部分外。必须对加热系统进行彻底的检查，以减少一氧化碳进入驾驶舱或者客舱的可能。

7、操纵索：由于热胀冷缩，操纵索应当按照航空器制造商的规定进行适当的调整。

8、滑油压力控制的螺旋桨：滑油凝结可能导致螺旋桨控制困难。以训练为目的进行螺旋桨顺桨时需要注意，确保在系统里的滑油（因低温）凝固之前螺旋桨没有顺桨。

9、谨慎监控电池

（1）液体电池。如果飞机需要停在外场，液体电池需要被完全充电或者从飞机上移除以避免由于低温导致电力丧失和确保电池不冻结。

（2）干电池。干电池通常在航空器上应用在以下两个方面：紧急灯光和/或移动电台，以及应急定位发射机。上述类型设备上安装的由制造商推荐的干电池不会因为冻结导致电力丧失。

10、轮舱和机轮整流罩：在融雪条件下，滑行和起飞过程中泥浆和融雪将会甩入轮舱中。如果在随后的飞行中泥浆和融雪发生结冰，将会导致起落架操作问题。在起飞后循环收放起落架可以作为一个预防的程序。尽管如此，对于可收放起落架来说，最安全的措施是避开这些污染表面。推荐移除固定式起落架航空器上的机轮整流罩以防止结冰物质锁定机轮或者刹车。

## 二、低温冰雪条件下运行的注意事项

1、正确使用发动机，防止发动机超限。

2、考虑关键发动机失效最小控制速度（ $V_{MC}$ ）。在极寒冷天气下，多发航空器的  $V_{MC}$  将高于公布的数值。

3、结冰条件下，考虑使用飞机防冰和除冰设备时对飞机性能的影响。

4、考虑低温对高度表指示的影响。

5、考虑极低温度造成的燃油结冰。

6、飞行过程中防、除冰设备的使用。

7、考虑可能出现的跑道污染对飞机性能的影响。

### 【思考题】

请列举低温条件下飞行前检查的事项。

.....







## 7.3.5.平行跑道进近

### 7.3.5.1.平行跑道的运行模式

#### 【知识掌握程度】

掌握平行跑道同时仪表运行的模式分类及含义；  
理解非侵入区（NTZ）和正常运行区（NOZ）的含义。

#### 【知识点】

一、平行跑道同时仪表运行的模式分为独立平行仪表进近、相关平行仪表进近、独立平行离场、隔离平行运行共等四种。

1、独立平行仪表进近，是指航空器在相邻的平行跑道仪表着陆系统上同时进近，不同跑道进近的航空器之间不需要配备规定的雷达间隔。

2、相关平行仪表进近，是指航空器在相邻的平行跑道仪表着陆系统上同时进近，不同跑道进近的航空器之间需要配备规定的雷达间隔。

3、独立平行离场，是指航空器在平行跑道上沿相同方向同时离场。

4、隔离平行运行，是指在平行跑道上同时进行的运行，其中一条跑道只用于离场，另一条跑道只用于进近。

二、非侵入区（NTZ），是指位于两条跑道中心线延长线之间特定的空域。在进行平行跑道同时进近的过程中，当一架航空器进入该空域时，管制员应当指挥另一架受影响的正常飞行的航空器避让。

三、正常运行区（NOZ），是指从仪表着陆系统（ILS）航向道中心线向两侧延伸至指定范围内的空域。航空器在跑道中心线延长线上实施 ILS 进近时，应当保持在此空域内飞行。通常情况下，航空器在此区域内飞行不需要管制员的干预。

#### 【思考题】

请描述独立平行进近与相关平行进近的区别？

#### 【法规出处】

AC-91-FS-28: 5.2 平行跑道同时仪表运行的相关定义

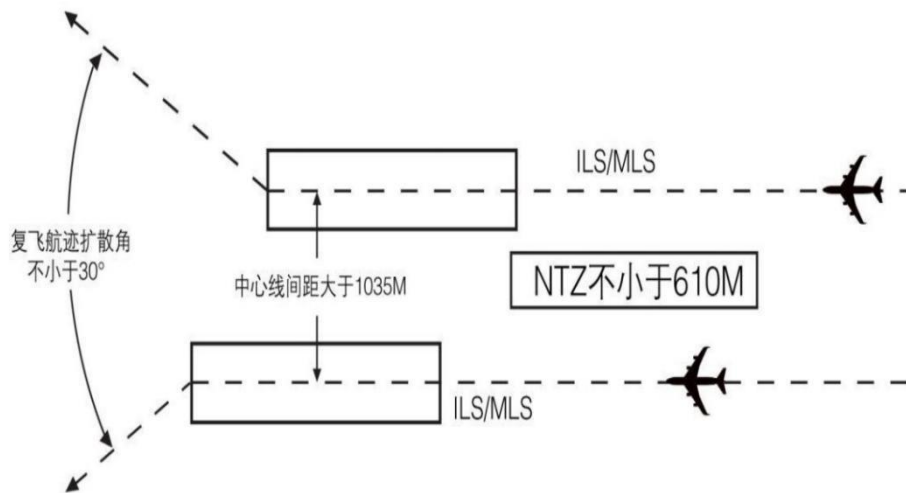
.....

### 7.3.5.2.实施独立平行仪表进近的特殊要求

#### 【知识掌握程度】

理解实施独立平行仪表进近的特殊要求。

#### 【知识点】



一、独立平行仪表进近模式如上图所示，此运行模式无需管制员对不同跑道进近的航空器配备规定的雷达间隔，但要求两条平行跑道都在实施仪表着陆系统进近且跑道中心线的间距不小于1035米（3400英尺）。同时，一条跑道的复飞航迹与相邻跑道的复飞航迹扩散角不小于30度，并且两条跑道中心线延长线之间等距离设立至少610米（2000英尺）的非侵入区。

#### 二、实施独立平行仪表进近的特殊要求

1、为确定独立平行仪表进近航空器的正常运行空域，两条平行跑道中心线延长线之间划设了一个非侵入区，同时每一条跑道分别划设了一个正常运行区。航空器驾驶员在切入航向道和保持航向道进近过程中，应控制航空器在正常运行区，防止侵入非侵入区。

2、航空器驾驶员应通过进近管制员或机场情报通播（ATIS）提前获取该机场正在实施独立仪表平行进近的信息。

3、航空器应当具有仪表飞行规则（IFR）以及按照仪表着陆系统实施进近所需的机载电子设备，并应按照雷达引导以不大于30度的角度切入仪表着陆系统航向道。按照CCAR-98部的相关要求，管制员应雷达引导航空器，在其切入航向道前至少有2公里的直线平飞阶段。已建立仪表着陆系统航向道的航空器在切入仪表着陆系统下滑道之前，雷达引导应使其至少有4公里的平飞阶段。

4、在同一仪表着陆系统航向道上的航空器之间的纵向雷达间隔不小于6公里。如航空器之间存在尾流影响时，还需满足规定的尾流间隔。

5、不同跑道进近的航空器之间的垂直间隔小于300米（1000英尺）或纵向雷达间隔小于6公里之前，应当建立在各自的航向道上且在正常运行区内飞行。



## 7.3.6.尾流

### 7.3.6.1.尾流的定义及影响因素

#### 【知识掌握程度】

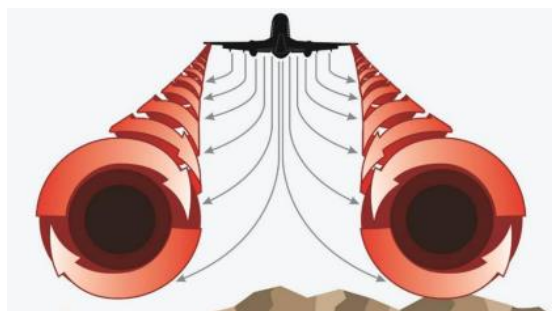
理解尾流的定义；  
掌握影响尾流强度的因素。

#### 【知识点】

##### 一、尾流的定义

尾流，是指飞行时，由于翼尖处上下表面的空气力压力差，产生一对绕着翼尖的闭合涡旋。尾流是飞机机翼升力的一个副产物，飞机从起飞离地到降落的整个过程中都会产生尾流。从飞机的后面看时，尾流涡旋是向外、向上，并环绕在翼尖周围。

大型飞机测试表明，两侧涡旋保持略小于翼展的间隔，当飞机离地高度大于其翼展时，尾流会随风漂移。



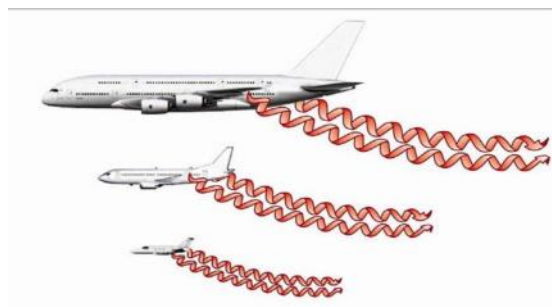
##### 二、影响尾流强度的因素

尾流的强度由产生尾流的飞机重量、载荷因数、飞行速度、空气密度、翼展长度和机翼形状所决定，其中最主要的是飞机的重量和速度。

尾流强度与飞机重量和载荷因数成正比，与飞行速度成反比。尾流强度与飞机重量和载荷因数成正比，与飞行速度、空气密度和翼展长度成反比。

襟翼或增升装置的使用将改变飞机的尾流强度，在其他条件不变时，飞机由光洁外形变化为其他构型时会使尾流衰减。

最大的尾流强度发生在重量重、速度慢、光洁形态的飞机上，有记载的尾流内最大气流速度达到 45 海里/小时（90 米/秒）。



**【思考题】**

影响尾流强度的因素有哪些？

**【法规出处】**

AC-91-FS-28: 4.1 定义, 4.2.1 尾流强度

.....

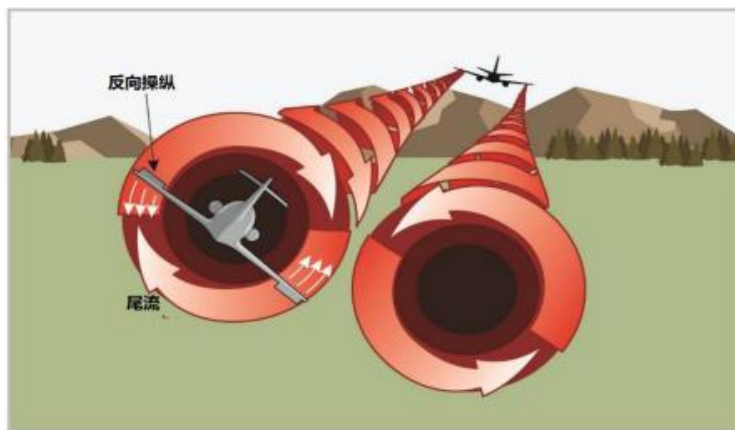
**7.3.6.2.尾流的危害**

**【知识掌握程度】**

理解尾流对飞行的影响。

**【知识点】**

一、当进入前面飞机的尾流区时，根据进入尾流区的方向、前机的重量和外形、后机的大小、前后机的距离、遭遇尾流的高度等因素的不同，后机会出现机身抖动、下沉、飞行状态急剧改变、发动机停车甚至飞机翻转等现象。



二、后机从后方进入前机的一侧尾流中心时，一个机翼遇到上升气流，另一个机翼遇到下降气流，飞机会因承受很大的滚转力矩而急剧滚转。滚转速率主要取决于后机翼展的长度，翼展短的小型飞机滚转速率大。如果滚转力矩超过飞机的控制能力，飞机就会失控翻转。小型飞机尾随大型飞机起飞或着陆时，若进入前机尾流中，处置不当可能更容易发生飞行事故。

**【思考题】**

如果飞机卷入到前机的尾流中心，飞机的姿态会遭受到怎样的变化？

**【法规出处】**

AC-91-FS-28: 4.2.4 尾流的危害和建议措施

.....

### 7.3.6.3.尾流的避让

#### 【知识掌握程度】

理解尾流的避让措施。

#### 【知识点】

一、航空器驾驶员避免受到尾流危害的最好方法是随时识别和避让可能潜在的尾流。当飞机不慎进入尾流时，驾驶员应沉着冷静操作控制飞机的状态，避免突然进行副翼和方向舵的全行程反向输入，防止在脱离尾流时飞机出现突然的反向滚转。同时，当飞机出现滚转时，使用方向舵来操纵控制可能不适用于所有飞机。过量、突然的使用方向舵来抵消滚转角速度可能会导致飞机非预期的反应，而且可能导致负载超过飞机结构设计极限。

如果高度和条件允许，建议最好是在飞机脱离尾流区后再修正不正常的飞机姿态，而不要在尾流中强制修正和保持飞机的姿态，如果在遭遇尾流时自动驾驶仪是保持接通的，建议不要人工断开自动驾驶仪，但是要做好自动驾驶仪断开时进行手动控制飞机的准备。脱离尾流后，飞行员应检查操作面和发动机的性能是否正常。

#### 二、尾随更大的飞机起飞

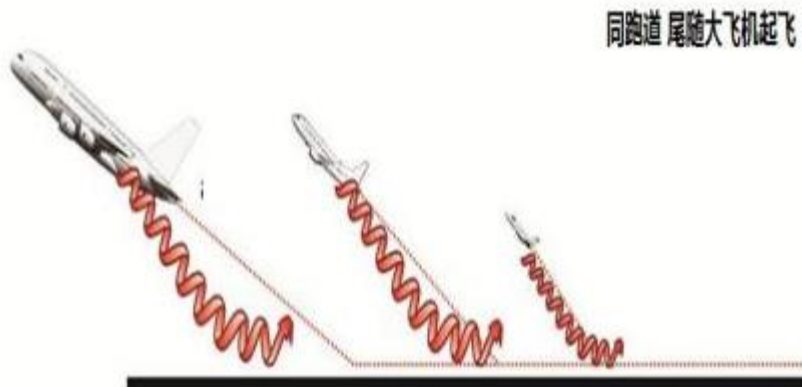


图 1 同跑道尾随更大的飞机起飞

1、同一跑道起飞，尤其是非全跑道起飞时，应关注前机离地点并控制飞机在到达其离地点之前起飞。起飞后持续保持高于前机爬升轨迹的角度爬升，直到确认远离其尾流。

2、避免起飞后飞入前机下方或后方区域，并随时准备应对任何可能导致进入尾流的危险情况。起飞时应警惕邻近更大飞机的操作，特别是在跑道上风方向的飞机。如果收到起飞指令，避免航迹穿过大型飞机路径的下方。

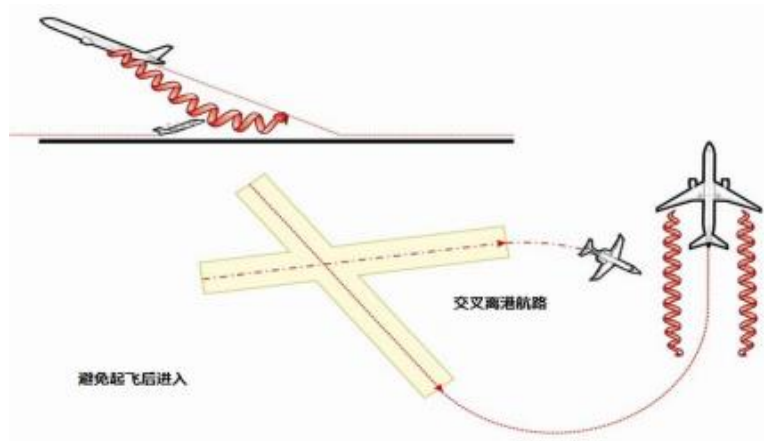


图 2

3、当前机实施低空复飞或着陆连续时，由于尾流下沉并在地面附近横向移动，可能滞留在跑道上或离地区域内。在较小侧风条件下，应该确保至少 2 分钟的间隔之后再起飞（A380 以上飞机后至少 3 分钟）。

### 三、航路飞行

1、在特定的大气状况下，重型飞机，尤其是 A380 以上飞机产生的尾流会下降超过 300 米（1000 英尺）。因此，在减少垂直间隔空域（RVSM）的跨洋飞行中可以偏置航路飞行来避免遭遇尾流。

2、当交叉汇聚飞行，拟在后方穿过前机航迹时，最好从其上方穿越，如果山区地形允许，也可从其下方至少 300 米（1000 英尺）穿越。

4、当前机爬升或下降穿越后机的计划航路时，后机可能会遭遇尾流。同样的，当在其他飞机后方爬升或下降时，也应特别注意。

### 四、尾随更大的飞机进近和着陆

#### 1、同一跑道

当尾随更大的飞机在同一跑道上进近和着陆时，应保持不低于前机的进近航迹。注意其落地点并在其落地点前方落地（见图 3）。为减小尾流对其他飞机的影响，较大飞机的驾驶员应该避免高于下滑道的进近，这样可以减小尾随飞机进入其尾流的风险。

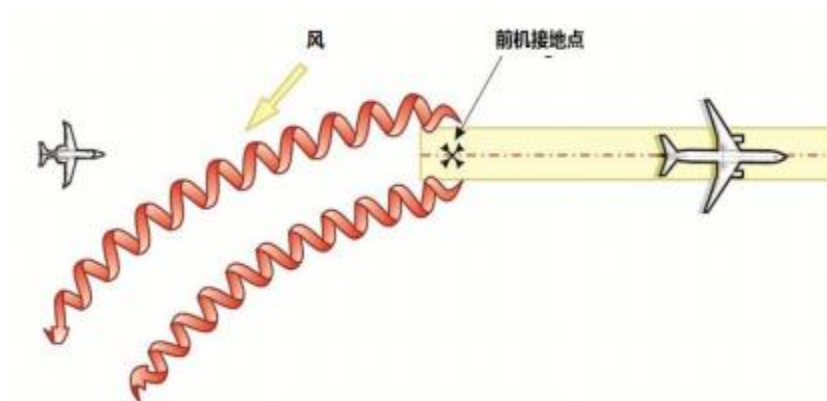


图 3

在同一跑道上，当一飞机起飞，较小的飞机尾随其着陆时，着陆飞机的飞行员应留意起飞飞机的离地点，并在其离地点之前接地（见图4）。

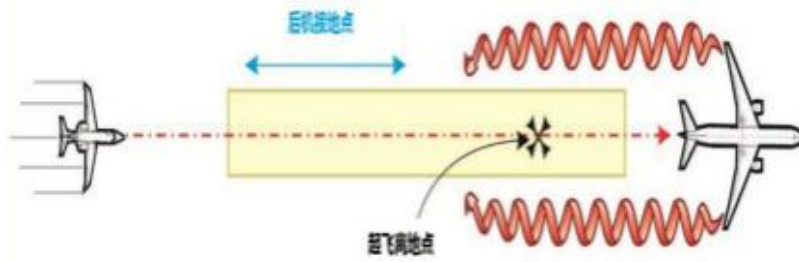


图 4

### 2、间距小于 760 米（2500 英尺）的平行跑道

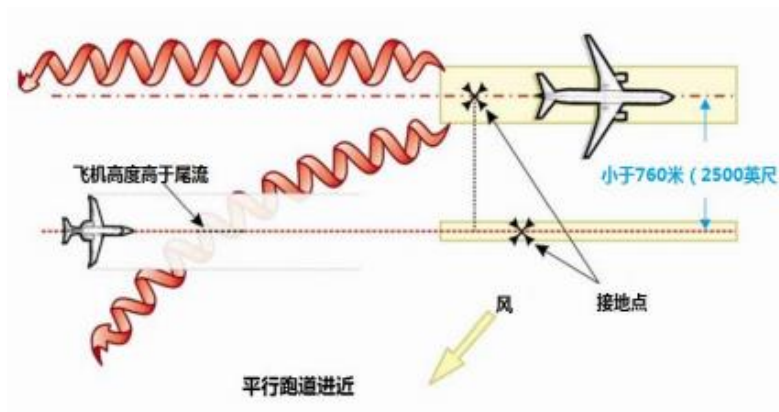


图 5

航空器驾驶员需要根据两条跑道入口之间的位置关系，考虑可能漂移到五边航迹或跑道上的前机尾流。如果能目视在另一跑道进近的飞机，应尽可能保持高度不低于其最后进近轨迹，并争取在其接地点前方接地，但需防止目测过高（见图5）。

### 3、交叉跑道

当在位于交叉跑道上的更大飞机后着陆时，航空器驾驶员应高于该机的飞行轨迹（见图6）。

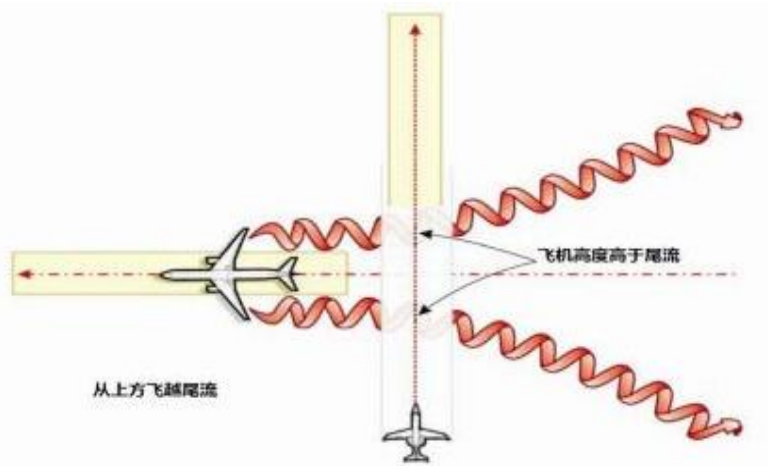


图 6



在位于交叉跑道上起飞的更大飞机后边着陆时，飞行员应注意前机的离地点。如果前机在跑道交叉点之后离地，可以继续进近并在跑道交叉点之前着陆（见图7）；如果前机在跑道交叉点之前离地，应确保着陆轨迹高于前机的起飞轨迹，在此情况下，除非能安全落地，否则应终止进近（见图8）。

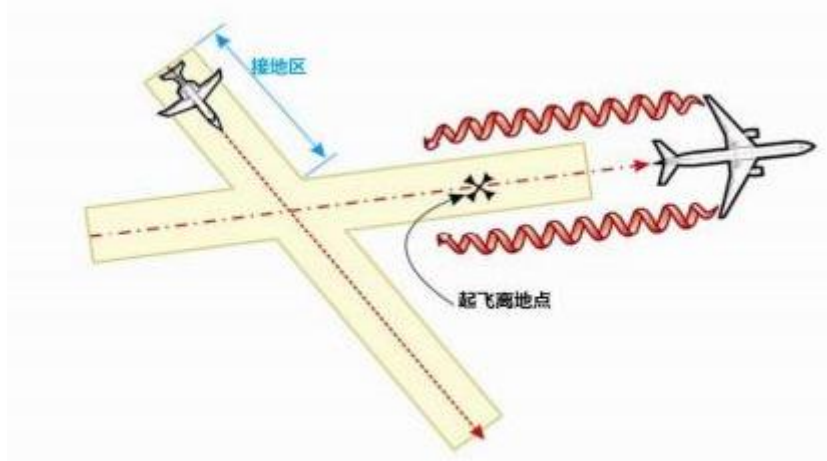


图 7

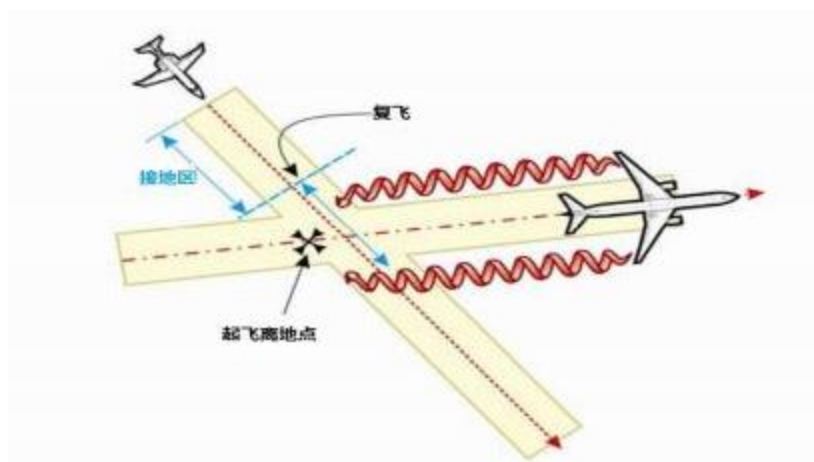


图 8

**【思考题】**

简述在起飞阶段后机如何避让前机尾流？

**【法规出处】**

AC-91-FS-28: 4.2.4 尾流的危害和建议措施, 4.3.1 尾随更大的飞机起飞, 4.3.2 航路, 4.3.3 尾随更大的飞机进近和着陆

.....

### 7.3.6.4.尾流间隔

#### 【知识掌握程度】

理解尾流间隔标准。

#### 【知识点】

一、空中交通管制员对按仪表飞行规则（IFR）飞行的飞机提供空中间隔，包括所需的尾流间隔。然而，如果航空器驾驶员接受目视跟随另一架临近飞机的指令时，意味着驾驶员有责任保持安全间隔并避免尾流。

当管制员向驾驶员发出“保持目视间隔”指令时，如果其认为另一架飞机尾流会对驾驶员的飞行产生明显影响时，管制员通常会为驾驶员提供一个尾流警示信息，该信息包括产生影响飞机的位置、高度和航向并会随后附上“注意尾流”的短语。

尾流警示信息发出后，管制员通常不提供其他额外的信息。但是，不管是否收到警示信息，驾驶员都应尽可能操纵飞机调整飞行轨迹以避免尾流的影响。

当驾驶员对与前机的尾流间隔存在任何质疑时，应该询问管制员并要求更改间隔距离、航向、高度或地速。

二、同一跑道且非部分跑道起飞离场的尾流间隔和同一跑道进近着陆的尾流间隔，在侧风不大于3米/秒的情况下，非雷达间隔的尾流间隔分别如表1和表2所示。

当两条平行跑道的间距小于760米（2500英尺），平行跑道离场航空器的放行间隔应当按照为同一条跑道规定的放行间隔执行。

表 1：起飞离场非雷达间隔的尾流间隔

| 前机 \ 后机  | A380 | 重型   | 中型   | 轻型   |
|----------|------|------|------|------|
| A380-800 | 无    | 2 分钟 | 3 分钟 | 3 分钟 |
| 重型       | 无    | 无    | 2 分钟 | 2 分钟 |
| 中型       | 无    | 无    | 无    | 2 分钟 |

表 2：进近着陆非雷达间隔的尾流间隔

| 前机 \ 后机  | A380 | 重型 | 中型   | 轻型   |
|----------|------|----|------|------|
| A380-800 | 无    | 无  | 3 分钟 | 4 分钟 |
| 重型       | 无    | 无  | 2 分钟 | 3 分钟 |
| 中型       | 无    | 无  | 无    | 3 分钟 |

#### 【思考题】

目视进近时，谁负责保持安全间隔并避免尾流？



【思考题】

风向标能否作为起飞放行的标准？

【法规出处】

AC-91-FS-23: 4.1 指示标和信号设施

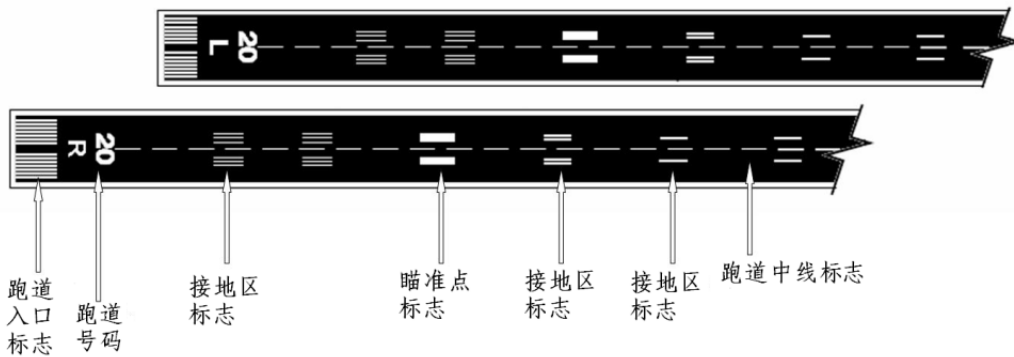
.....

7.3.7.2.机场区域内标志

【知识掌握程度】

掌握机场区域内各类标志及其含义。

【知识点】



一、跑道号码标志

跑道号码标志设置在跑道入口处，表明相关道面是跑道并显示具体的跑道号码。

跑道号码标志由两位数字组成，这个两位数是从小于进近方向看去最接近于跑道磁方位角度数的十分之一的整数。

在有平行跑道的情况下，每个跑道号码标志后增加一个字母：

例：两条平行跑道：“L”、“R”；

三条平行跑道：“L”、“C”、“R”。



## 二、跑道入口标志

说明：跑道入口标志是由一组尺寸相同、位置对称于跑道中线的纵向线段组成，提供跑道入口信息。



## 三、瞄准点标志

瞄准点标志通常设置在跑道的每个进近端，由两条明显的粗的白色条块组成，为驾驶员操纵飞机着陆提供目视参考。



## 四、接地带标志

接地带标志由若干对对称地设在跑道中线两侧的长方形标志块组成，接地带对数与可用着陆距离或跑道入口之间的距离的对应关系如下：

| 标志块对数 | 可用着陆距离或跑道入口之间的距离 |
|-------|------------------|
| 1     | 小于 900 米         |
| 2     | 900 米至不足 1200 米  |
| 3     | 1200 米至不足 1500 米 |

| 标志块对数 | 可用着陆距离或跑道入口之间的距离 |
|-------|------------------|
| 4     | 1500 米至不足 2400 米 |
| 6     | 2400 米及 2400 米以上 |



#### 五、增强型滑行道中线标志

增强型滑行道中线标志在普通滑行道中线两侧增加宽度 0.15m 的黄色边线标志，并设置外边宽不小于 0.05m 的黑色背景。增强型滑行道中线标志设置在与跑道直接相连的滑行（单向运行的滑行道除外）上的 A 型跑道等待位置处，作用是给飞机驾驶员提供额外的确认 A 型跑道等待位置的目视参考，并构成跑道侵入防范措施的一部分。



#### 六、跑道等待位置标志

跑道等待位置标志设计为黄色，沿跑道等待位置设置。

在滑行道与非仪表跑、精密进近或起飞相交处，在滑行道与非仪表跑、精密进近或起飞相交处，设置 A 型跑道等待位置标志。

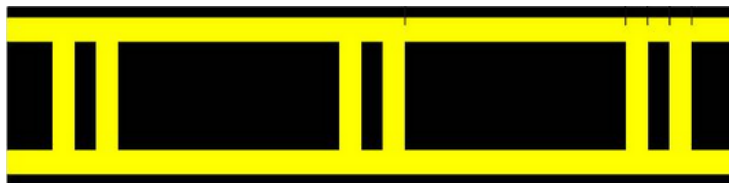
在滑行道与 I、II 或 III 类精密进近跑道相交处，如仅设有一个跑道等待位置，则该处的跑道等待位置标志为 A 型。在上述相交处如设有多个跑道等待位置，则最靠近跑道的跑道等待位置标志为 A 型，而其余离跑道较远的跑道等待位置标志为 B 型。

B 型跑道等待位置标志的位置由跑道所服务的最大机型以及 ILS/MLS 的临界/敏感区决定，并且仅当 ILS 运行时，B 型跑道等待位置标志才发挥作用。

注：未得到空中交通管制的进入跑道许可前，飞机的任何部位均不能越过跑道等待位置标志的实线。



A 型跑道等待位置标志



B 型跑道等待位置标志

### 七、机位安全线

说明：机坪上根据航空器停放布局和地面设施的需要设置有机位安全线。

飞机入位时，机位安全线所包括的范围应当没有障碍物（除引导飞机入位的机务和个别轮档、锥筒外）。



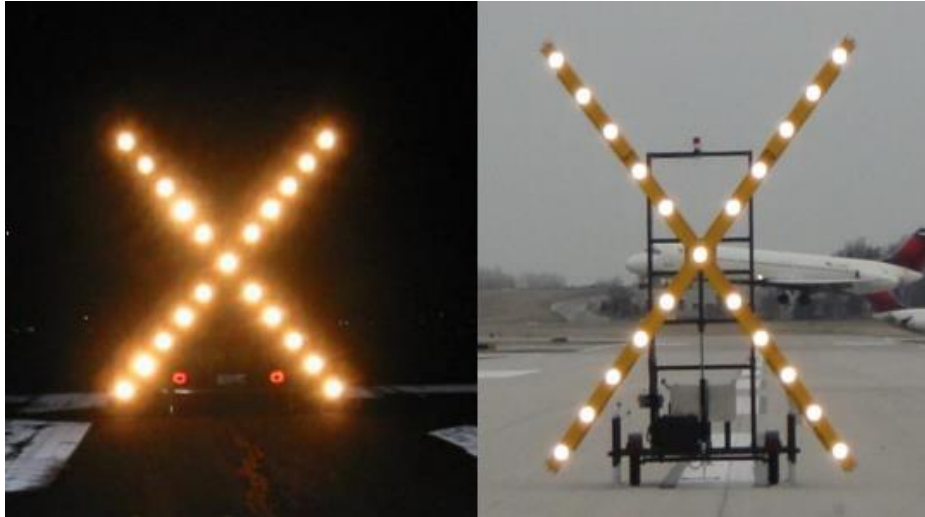
### 八、关闭的跑道和滑行道标志

关闭的跑道或滑行道标志表示相应的跑道或滑行道的全部或部分为关闭状态，禁止航空器使用。

对所有航空器的使用永久关闭的跑道或滑行道或其部分，均设有关闭标志。



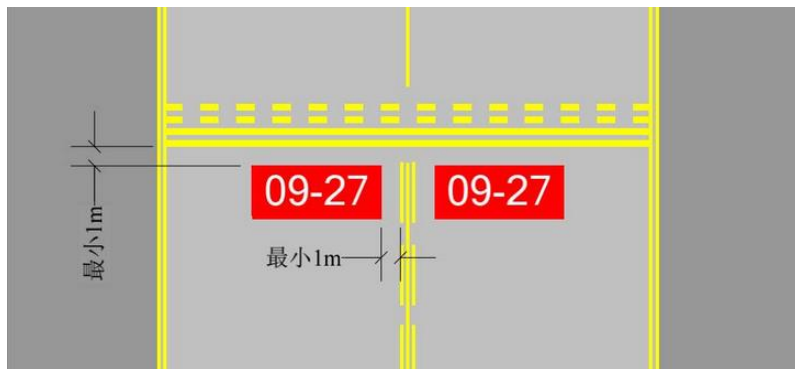




### 九、强制性指令标志

当道边无法安装相应强制性指令标记牌时，在道面上设置强制性指令标志。

强制性指令标志为红底白字，除禁止进入标志外，白色字符提供与相关的标记牌相同的信息。



### 十、中间等待位置标志

中间等待位置标志为单条断续线（虚线），设置在两条滑行道的相交处。

中间等待位置标志横跨滑行道，并与相交滑行道的近边有足够的距离以保证滑行中的航空器之间的安全净距。



**【思考题】**

中间等待位置标志的作用是什么？

**【法规出处】**

AC-91-FS-23: 4.2 标志

.....

**7.3.7.3.机场区域内标记牌**

**【知识掌握程度】**

掌握强制性指令标记牌；

掌握信息标记牌。

**【知识点】**

一、强制性指令标记牌

强制性指令标记牌为红底白字，包括跑道号码标记牌、I类、II类或III类等待位置标记牌、跑道等待位置标记牌、道路等待位置标记牌和禁止进入标记牌等。

注 A：设有强制性指令标记牌的位置，滑行中的航空器非经机场管制许可不得越过。

注 B：禁止滑入标记牌表明“禁止进入”的区域。



a) 位置/跑道号码 (左侧)



b) 跑道号码/位置 (右侧)



c) 位置/跑道号码 (左侧)



d) 跑道号码/位置 (右侧)



e) 跑道等待位置



f) 跑道号码/II类等待位置



g) 禁止进入



h) 道路等待位置标记牌



i) 增加了黑边的白色字



j) 用于转换频率的等待点标记牌

## 二、信息标记牌

信息标记牌标明一个特定位置或提供方向或目的地信息，包括方向标记牌、位置标记牌、目的地标记牌、跑道出口标记牌、脱离跑道标记牌和短距起飞标记牌。其中位置标记牌为黑底黄字，其它均为黄底黑字。



a) 方向/位置/方向



b) 位置/方向



c) 方向/位置/方向/方向



d) 方向/方向/方向/位置/方向/方向/方向



(停机坪)



(跑道)



(标记牌显示航空器去往 04 号跑道和 22 号跑道在此道口分别向左、右转)



(标记牌显示航空器去往 27 号跑道、33 号跑道在此道口向右转)



(除冰坪)  
j) 目的地

**【思考题】**

强制性指令标记牌的颜色标记一般为？

**【法规出处】**

AC-91-FS-23: 4.3 标记牌

.....

**7.3.7.4.机场区域内灯光**

**【知识掌握程度】**

掌握滑行道中心线灯、滑行道边线灯、中间等待位置灯、跑道警戒灯。

**【知识点】**

一、跑道边灯

说明：跑道边灯是白色的恒光灯，用于指示跑道两侧的边界。

(1) 各机场跑道边灯的间距并不一致，因此当驾驶员在使用可见跑道边灯个数估算能见度时需核实该机场跑道边灯间距，谨慎使用该数值估算能见度。

(2) 在跑道入口内移的情况下，从跑道起点至内移跑道入口之间的跑道边灯在进近方向显示红色；

(3) 从起飞滑跑开始的一端看，跑道末端的 600m 或跑道长度的三分之一（二者取其小值）这一段的跑道边灯显示黄色。



二、跑道末端灯

说明：跑道末端灯设置在有跑道边灯的跑道的末端，设计为向跑道方向发红色光的单向恒光灯，用于帮助驾驶员识别跑道末端。



### 三、跑道中线灯

说明：跑道中线灯用于标明跑道中线位置，通常沿跑道中线设置，但实际安装时往往偏在跑道中线同一侧一小段距离。驾驶员在操纵飞机对准中线滑跑时，这段距离可忽略不计。

注：

(1) 从跑道入口到距跑道末端 900m 处的跑道中线灯是发可变白光的恒光灯；从距跑道末端 900m 到 300m 之间的跑道中线灯是交替的可发可变白光和发红色光的恒光灯；从距跑道末端 300m 到跑道末端是发红色光灯；

(2) 在跑道长度小于 1800m 的情况下，从跑道的可用着陆长度的中点到距跑道末端 300m 处跑道中线灯交替地发可变白色光和红色光。



### 四、跑道接地带灯

说明：接地带灯为单向发可变白光的恒光灯，由许多对对称于跑道中线的短排灯组成。接地带灯从跑道入口开始纵向延伸 900m，标明跑道的大致接地区域。



### 五、滑行道边灯

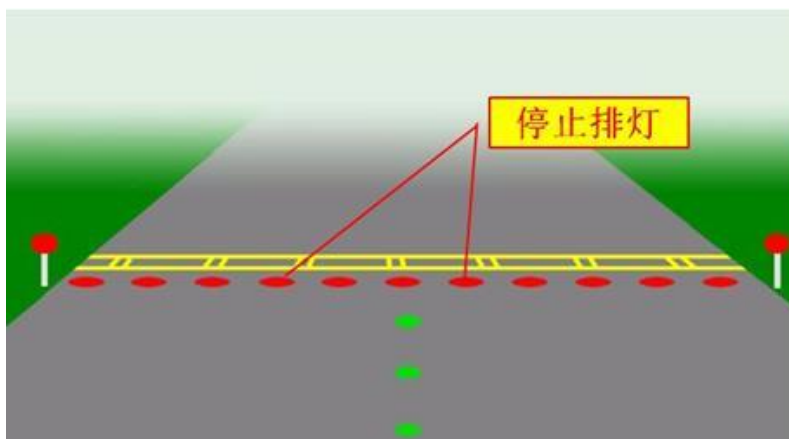
滑行道边灯是发蓝色光的恒定发光灯，在靠近滑行道、等待坪或停机坪的边缘或在边缘以外不大于3米处，均匀分布。



### 六、停止排灯

停止排灯是朝着趋近跑道的方向发红色光的单向灯，设置在滑行道上要求飞机停住等待通过许可之处，间距为3m、横贯滑行道，由ATC控制。

注：停止排灯亮表示禁止通行，熄灭表示许可通行。正确识别停止排灯能够有效防止跑道入侵。



### 七、中间位置等待灯

中间等待位置灯对称于滑行道中线并与其成直角，设计为朝着趋向中间等待位置方向发恒定黄色灯光。

注：中间等待位置灯主要用于在跑道视程低于 350m 的情况下运行时，帮助驾驶员识别中间等待位置。



### 八、跑道警戒灯

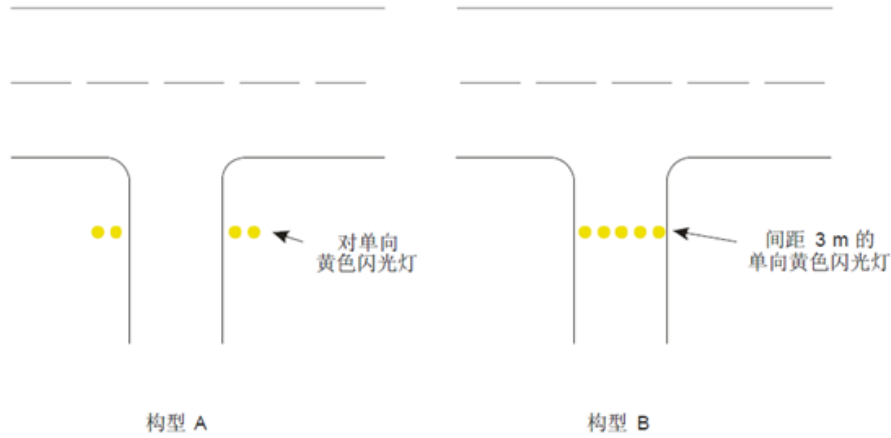
说明：跑道警戒灯的光束是单向的并对准方向使滑向等待位置的飞机驾驶员能看得见，用于警告在滑行道上操纵飞机的驾驶员和驾驶车辆的司机，他们将要进入一条现用跑道。

注：跑道警戒灯有两种标准构型，A 型跑道警戒灯和 B 型跑道警戒灯：

(1) A 型跑道警戒灯设置在滑行道的两侧，由两对黄色灯组成，灯具内的灯泡交替发光。

(2) B 型跑道警戒灯横贯滑行道设置，由横贯滑行道间距为 3m 的黄色灯组成，灯中相邻的灯交替发光，隔开的灯同时发光。





**【思考题】**

中间等待位置灯主要用于在跑道视程低于多少米的情况下运行？

**【法规出处】**

AC-91-FS-23: 4.4 灯光

.....

**7.3.7.5.跑道相关知识**

**【知识掌握程度】**

理解 PCN、ACN 值的含义。

**【知识点】**

一、道面等级号（PCN）和航空器等级号（ACN）

跑道、滑行道及机坪道面的强度由道面等级号（PCN）表示。

航空器等级号（ACN）表示航空器对一具有规定的标准土基类型的道面相对作用的一个编号。

注：驾驶员在运行时应核实所驾驶的航空器等级号（ACN）等于或小于报告的道面等级号（PCN），方能在规定的胎压或规定的机型的最大起飞质量的限制下使用该道面。

注：若道面强度受明显季节变化影响者，可能会报告几个不同的道面等级号（PCN）。

注：各机型的 ACN 值可向公司或厂商咨询。

二、飞行区基准代号

基准代号以一个较简单的方法，将有关机场特性许多规范相互联系起来，为打算在该机场上运行的飞机提供一系列适当机场设施。基准代号并非用来确定跑道长度或所需面强要求。基准代号由有关飞机的性能特征和尺寸两个要素组成。例如，4E 表示跑道长度大于 1800 米、翼展介于 52~65 米、主轮外距介于 9~14 米的飞行区。

第一要素是根据飞机的基准飞行场地长度而确定的代码。



第二要素是根据飞机翼展和主起落架外轮间距而确定的代码。

注：当航空器在低于运行要求的飞行区域内降级运行时，营运人须对飞行机组进行特殊培训。

### 三、跑道道肩



跑道道肩的强度满足在飞机滑出跑道的情况下能够支承该飞机，不致引起飞机的结构损坏，并能支承可能在道肩上运行的地面车辆。



说明：当跑道端未设置滑行道或滑行道的调头点时，通常设置有跑道调头坪以便飞机进行180°的转弯。跑道调头坪既可位于跑道的左侧，也可位于跑道的右侧，在跑道的两端以及必要时在某些中间位置与跑道的道面联接。跑道调头坪与跑道之间的交角不超过30°。

注：A.在跑道调头坪掉头时通常使用的前轮转向角不超过45°。

B.当飞机驾驶舱位于调头坪标志上方时，飞机起落架任一机轮与调头坪边缘之间的净距不小于规定的距离：

当驾驶舱位于调头坪标志上方沿线滑行时所有机轮有足够间距不会滑出边界。

#### 【思考题】

航空器是否可以在低于运行要求的飞行区域内降级运行？

#### 【法规出处】

AC-91-FS-23：5.1 基本介绍，5.2 跑道

7.3.7.6.滑行道相关知识

【知识掌握程度】

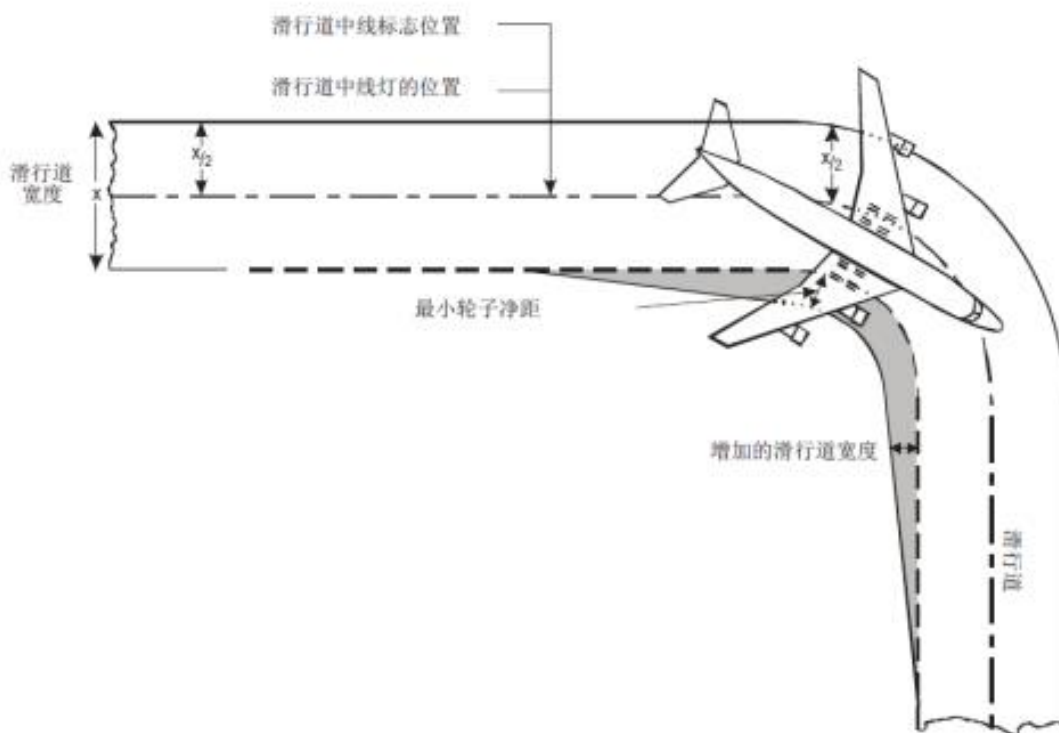
了解滑行道的相关知识。

【知识点】

一、飞机的外侧主轮与滑行道边缘之间的净距

滑行道的设计使当准备使用该滑行道的飞机的 PF（操纵飞机的飞行员）座椅保持在滑行道中线标志上时，飞机的外侧主轮与滑行道边缘之间满足规定的净距。

二、滑行道的弯道、连接处和交叉处



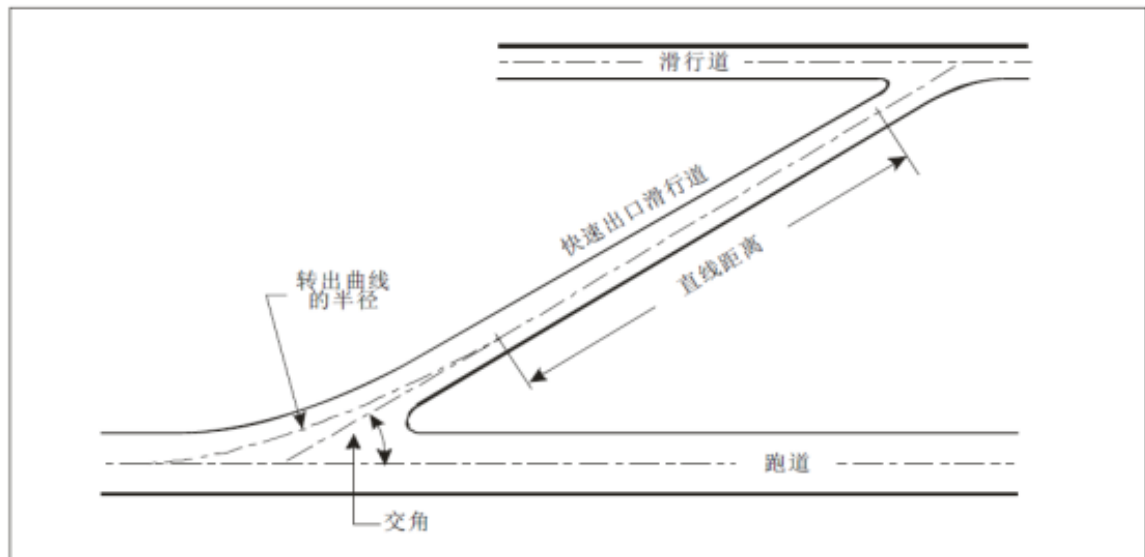
在滑行道的弯道、滑行道与跑道、机坪和其他滑行道的连接处和交叉处会提供增补面。增补面的设计保证当飞机在通过连接处或交叉处的运转时能保持规定的最小轮子净距。

注：因为增补面的存在，PF（操纵飞机的飞行员）操纵飞机转弯时使自己座椅保持在滑行道中线上时，飞机的外侧主轮与滑行道边缘之间满足间距要求。

三、滑行道的强度

因滑行道同其所服务的跑道相比，要承受较大的交通密度和因飞机滑行缓慢及停留而产生较高的应力，所以应注意遵守机场滑行道的 PCN-ACN 使用限制。

四、快速出口滑行道



快速出口滑行道与跑道的夹角在  $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$  之间，通常为  $30^{\circ}$ 。

一般快速出口滑行道在弯道内侧的增补面的半径足以提供一个加宽的滑行道入口，以便于及早认出入口并转入到滑行道去。快速出口滑行道在转出弯道后通常有一段直线距离，用于使转出的航空器在交叉的滑行道之前停住。

注：当道面摩擦效应未受影响时，航空器使用快速出口滑行道脱离时不应速度过低，以提高跑道使用效率。

#### 四、直角出口滑行道

跑道中部的直角出口滑行道及两端（进）道的弯保证飞机能以最大  $30\text{km/h}$ （ $16\text{kts}$ ）的转弯速度进行转弯。滑行道其余地段的应保证最大速度为  $25\sim 30\text{km/h}$ （ $13\sim 16\text{kts}$ ）。

#### 【思考题】

快速出口滑行道与跑道的夹角通常为多少度？

#### 【法规出处】

AC-91-FS-23: 5.3 滑行道

.....

#### 7.3.7.7.停机坪相关知识

#### 【知识掌握程度】

- 了解机坪的坡度；
- 理解铺砌道面的表面的摩阻特性；
- 理解目视停靠引导的基本设计和工作原理；
- 熟悉各类人工引导基本动作的含义和机组应采取的措施；
- 熟悉机组发给地面信号员的各类信号说明。

**【知识点】**

一、机坪的坡度

说明：包括停机位滑行通道在内的机坪设计有坡度以防止机坪表面积水，但在排水要求许可下其保持尽量平坦。在停机位上的最大坡度不大于 1%，通常为 0.4%~0.8%。

注：因为停机坪坡度的存在，驾驶员在机坪上即使关车后也要注意飞机意外滑动。

二、铺砌道面的表面的摩阻特性

1、当道面受降水影响时其摩阻系数会发生变化。

2、如果道面上有水常用的描述有：

润湿（DAMP）——表面由于湿气而颜色有所改变。

潮湿（WET）——表面已湿透但并无积水。

小片水（WATER PATCHES）——可以见到明显小面积积水。

积水（FLOODED）——可以见到大面积积水。

3、当道面条件受降水影响但尚未得到机场提供测定的摩擦系数时，可以参考下表对道面的摩擦效应进行评估：

| 跑道条件                                                                                              | 报告的刹车效应 | 报告的跑道摩擦系数  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 潮湿/湿跑道（3 毫米（1/8 英寸）或更少）                                                                           | 好       | ≥0.4       |
| 小于等于3 毫米（1/8 英寸）：<br>融雪<br>干雪<br>湿雪<br>结霜                                                         |         |            |
| 压实的雪（OAT 低于等于-15℃）                                                                                | 好到中     | 0.39 至0.36 |
| 湿滑跑道<br>压实的雪（OAT 等于或高于-15℃）<br>深度超过3 毫米（1/8 英寸）：<br>● 干雪-最大130 毫米（5 英寸）<br>● 湿雪-最大30 毫米（1 1/8 英寸） | 中       | 0.35 至0.3  |
| 深度超过3 毫米（1/8 英寸）但不超过12.7毫米（1/2 英寸）：<br>● 积水<br>● 融雪                                               | 中到差     | 0.29 至0.26 |
| 结冰（寒冷且干燥）                                                                                         | 差       | ≤0.25      |

注：当驾驶员对跑道道面摩阻特性有疑义时，应要求机场提供实时监测到的摩擦系数。

三、目视停靠引导

1、目视停靠引导系统是一种设置于停机坪的闸口上，探测以目视方式指示飞行员飞机应该停靠位置信息的装置。这种装置可方便机桥等地面设施在飞机旁运作，早期的目视停靠引导系统只能探测并显示简单的位置信息，如今利用激光等设备则可将精确的距离反馈给驾驶员。

2、传统目视停靠引导系统

早期的目视停靠引导系统只能探测并显示简单的位置信息，包括方位和停止信息。

A.方位引导

(1) 方位引导设备位于或靠近航空器前方的停机位中线延长线上并对准方向，使其信号在整个停靠操作过程中都能从驾驶舱内看到，以左座驾驶员为准。有的方位引导设备使其信号同时对准左座和右座驾驶员以供使用。

(2) 方位引导设备提供左/右引导，使驾驶员能够找到并保持在引入线上而不发生偏差。

(3) 当用颜色变化来体现方位引导时，用绿色来识别中线、用红色来识别偏离中线。

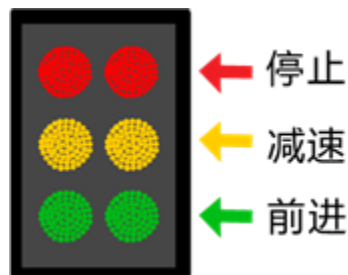
#### B.停止位置引导

(1) 停止位置指示器与方位引导设备装在一起或者足够接近，驾驶员无需转头就能既观察到方位信号又能观察到停住信号。

(2) 停住位置指示器显示被引导的航空器的停住位置，并提供其接近率的信息，使驾驶员逐渐降低航空器速度使其在预定的停住位置完全停住。停止位置指示器在10m的范围内提供接近率信息。

(3) 当用颜色变化来体现停住位置引导时，用绿色表示航空器可以前进、红色表示已经到达停止地点。在停止点之前的短距离上用黄色来告知驾驶员停止地点业已接近。

典型的位置引导指示如下图：



### 3、新一代目视停靠引导系统

新一代目视停靠引导系统(A-VDGS)除提供基本和被动方位及停机等待位置信息之外，还包括向驾驶员提供主动式(通常基于传感器)引导信息，比如航空器机型指示剩余距离信息和接近速度。

该类系统的使用介绍可在机场资料中获取，机组应在飞行前准备时认真研究，避免错误的理解。

### 四、信号员发给航空器的信号

信号员(指挥员)发给航空器的信号：**信号员面向航空器，双手持发光指挥棒，站在左座驾驶员能看到的明显位置**，信号员必须确定在该区域内被引导的航空器周围无任何物体，以确保航空器不会撞到。

注：航空器发动机是从**面向航空器的信号员的右边向左边数起**(即第一台发动机为航空器左边外侧发动机)。

地面指挥飞机的常用手势(信号员/指挥员发给飞机的信号)说明

1、向前直行：两臂伸开，在肘部弯曲，从胸部高度向头部方向上下挥动指挥棒。



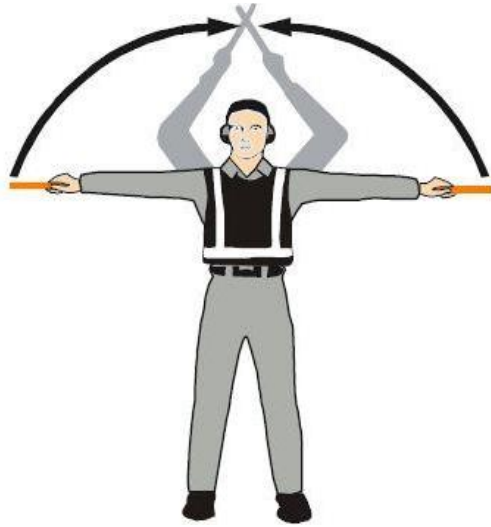
2、向左转弯（从驾驶员角度看）：伸开右臂和信号棒，与身体成 90 度，左手作出向前进的信号。信号挥动的速度向驾驶员表示航空器转弯快慢。



3、向右转弯（从驾驶员角度看）：伸开左臂和信号棒，与身体成 90 度，右手作出向前进的信号。信号挥动的速度向驾驶员表示航空器转弯快慢。



4、正常停住：两臂和指挥棒完全伸开，与身体两侧各成 90 度，慢慢挥动指挥棒，举至头部上方，直到指挥棒相互交叉。



5、紧急停住：急速伸开两臂和指挥棒，举至头部上方，交叉挥动指挥棒。



6、用刹车：一手抬起略高于肩，手张开。确保与飞行机组人员目光接触，然后握拳。在收到飞行机组人员向上翘起大拇指表示确认之前，不许动。



7、松刹车：一手抬起略高于肩，手握拳。确保与飞行机组人员目光接触，然后手张开。在收到飞行机组人员向上翘起大拇指表示确认之前，不许动。



8、放轮挡：两臂和指挥棒完全伸出，举至头部上方，向内“戳”动指挥棒，直至两棒相碰。确保收到飞行机组人员的确认。



9、取轮挡：两臂和指挥棒完全伸出，举至头部上方，向外“戳”动指挥棒。未经飞行机组人员批准，不得取出轮挡。





10、发动机启动：右臂举至与头部齐平，指挥棒尖朝上，用手臂划圈，同时左臂举至头部上方，指向要开车的发动机。



11、发动机关车：伸出一臂，指挥棒置于身体前方，与肩齐平，将手和指挥棒移至左肩上方，以横拉动作通过喉部前方将指挥棒移至右肩上方。



12、减速：双臂伸开，向下“轻拍”，从腰部向膝盖方向上下摆动指挥棒。



13、减低信号所指一边的一台（或两台）发动机的转速：发动机的转速：两臂向下，手心向地，然后上下挥动右手或左手，挥动右手表示左边发动机要减速，挥动左手表示右边发动机要减速。



14、火情：右手从肩部向膝部作“煽形”挥动，同时左手指向着火之处。夜间：使用指挥棒，动作相同。



15、等待位置/待命：两臂和指挥棒向两侧呈 45 度角向下伸直。保持这一姿势，直到航空器被放行作下一个机动。



16、航空器放飞：举起右手和/或指挥棒，示意将航空器放飞。与飞行机组人员保持目光接触，直到航空器开始滑行。



### 五、航空器驾驶员发给信号员的信号

**驾驶舱的驾驶员向地面信号员发出的信号**，应使信号员可清楚地看到**驾驶员双手**，为便于信号员观看，必要时，驾驶员双手可持照明装置。

#### 航空器驾驶员发给信号员的信号说明

1、刹车：手握拳或手指分开的瞬间分别表示用刹车或松刹车的瞬间。

(1) 用刹车：举起手臂，手指在面前水平伸直，然后握掌。

(2) 松刹车：举臂，手握拳放在面前，然后伸开手指。

2、轮挡：

(1) 放轮挡：两臂伸出，手心向外，向内移动双手在面前交叉。

(2) 取轮挡：两手在面前交叉，手心向外，向外移动双臂。

(3) 准备开车：伸出一只手的适当数目的手指，手指数目表示第几台发动机要开车。

#### 【思考题】

停机位上的最大坡度应不大于百分之多少？

#### 【法规出处】

AC-91-FS-23： 5.4 机坪， 5.5 铺砌道面的表面的摩阻特性， 6.1 目视停靠引导， 6.2 人工指挥指南

.....

### 7.3.7.8.标准紧急手势信号

#### 【知识掌握程度】

理解各种标准的紧急手势信号的含义。

#### 【知识点】

##### 一、定义

标准的紧急手势信号：航空器救援及消防事件指挥员/航空器救援及消防事件消防员与出事航空器驾驶舱和/或客舱机组之间紧急通信所需最低要求的手势信号规定如下。航空器救援及消防的紧急手势信号应从航空器左前方向驾驶舱机组发出。

注：为与客舱机组更有效进行联系，航空器救援及消防的消防员也可从其他位置发出紧急手势信号。

##### 二、信号说明

1、建议撤离：航空器救援及消防事件指挥员根据对外面形势的判断建议撤离。臂从身体伸出，保持水平，手上举与眼平。角度向后挥臂打手势。不挥动的臂贴近身体。夜间：使用指挥棒，动作相同。



2、建议停止：建议停止正在进行的撤离。停止航空器移动或正在进行的其他活动。臂上举过头前，手腕交叉。夜间：使用指挥棒，动作相同。



3、紧急情况得到控制：外面没有危险状况或“无危险”。两臂向外朝下伸开呈45度角。两臂同时向内摆动至腰际，手腕交叉后再向外伸开至开始位置（棒球裁判员的“安全”信号）。夜间：使用指挥棒，动作相同。



4、火情：右手从肩部向膝部作“扇形”挥动，同时左手指向着火之处。夜间：使用指挥棒，动作相同。



**【思考题】**

火情的紧急信号手势应如何识别？

**【法规出处】**

AC-91-FS-23: 6.3 标准的紧急手势信号

.....

**7.3.7.9.跑道入侵**

**【知识掌握程度】**

- 理解跑道入侵的含义；
- 理解静默驾驶舱的含义；
- 理解导致跑道入侵的飞行员因素；
- 理解飞行机组预防跑道入侵的措施；
- 理解防止跑道入侵检查单。

**【知识点】**

一、定义

跑道入侵指在一个机场中，飞机，车辆或者人员不正确地出现在受保护的航空器着陆和起飞的道面区域。跑道入侵并不是事故，它是可能导致事故的一种危险情况。

二、静默驾驶舱

除非是影响到飞机安全运行的严重事情，任何时候飞行机组都不应被干扰，包括驾驶舱内的干扰和客舱以及公司通信等干扰。

### 三、导致跑道入侵的飞行员因素

飞行员、管制员和司机都可能涉及跑道入侵，数据分析表明在这些涉及跑道入侵的运行人员中，30%是司机，20%是空中交通管制员，50%是飞行员。

飞行员因素导致了許多跑道入侵，包括没有正确理解和执行空中交通管制员的指令。这种情况经常导致通信不畅和缺乏情景意识，飞行员认为自己处在正确的位置，或者飞行员相信已收到进入跑道的指令了，但实际上相反。常见原因包括：

- 1、不正确的标牌和标志（特别是不容易看见和识别的跑道等待位置线）；
- 2、飞机正在着陆后脱离跑道时，管制员发布指令（此时飞行员工作负荷和驾驶舱噪音都非常高）；
- 3、飞行员埋头专注于驾驶舱某一仪表指示，降低了情景意识；
- 4、飞行员迫于难以理解的指令或者地面标志等因素，采取了鲁莽的行为。
- 5、复杂的带有跑道交叉的机场设计；
- 6、不完善的，非标准的或者过时的滑行路线信息；
- 7、滑行时 ATC 临时更改指令。

### 四、飞行机组降低跑道入侵风险措施

- 1、除非特殊许可，当进入跑道或者穿越跑道时，飞行员永远不要穿越红色的停止灯。
- 2、机组不应该接受通过与跑道夹角大于 90 度的滑行道进入或者穿越跑道的指令。
- 3、当进入跑道等待超过预期的离场时间 90 秒，机组应该联系 ATC 并告知在跑道上等待。
- 4、当起飞或者允许着陆和进近时，机组应该打开着陆灯。
- 5、当穿越跑道时，机组应该打开频闪灯。
- 6、如果怀疑管制员的许可或者指令，执行许可或者指令前，必须立即向管制员证实。
- 7、如果机组怀疑其飞机的位置，应该立即联系管制员和遵守相关的程序。
- 8、机组必须保持“抬头”，持续外部观察。
- 9、机组应该遵守“静默”驾驶舱原则。
- 10、滑行阶段应该当作飞行关键阶段来对待，机组必须清楚的了解机场的各种标志、标志和灯光。
- 11、优化操作程序以减小滑行阶段的工作负荷，例如推出之前完成起飞性能的分析输入、相应的检查单和机长迎客广播。滑行中，安排一名机组成员对照机场平面图严格监视飞机的位置。
- 12、机组应该提前完成飞机离港和进港的准备工作，熟悉滑行路线是非常重要的，并且应该在停机位推出前或者开始下降前完成。

### 五、防止跑道入侵检查单



## 7.4.通信和监视

### 7.4.1.数据链通信

#### 7.4.1.1.数据链通信的应用与特点

**【知识掌握程度】**

了解数据链通信的分类和特点。

**【知识点】**

一、数据链通信（DATALINK）按使用频段不同分为：高频数据链、甚高频数据链、卫星数据链和二次雷达 S 模式数据链。

二、航空数据链按信息传输对象的位置分为：空空数据链（又称机间数据链）、空地数据链和地地数据链。其中空地数据链系统将飞机位置，飞行状态等各种信息传送给地面设备和人员，实现空中与地面之间的双向信息交换。

三、数据链通信的应用包括自动相关监控（ADS）、管制员和驾驶员数据链通信（CPDLC）、数据链飞行信息服务（D-FIS）、飞行运行控制（AOC）通信、数字通播（D-ATIS）、数字放行系统（PDC 或 DCL）等。

四、数据链系统克服了航空话音通信系统传输速度慢、占用信道时间长、可靠性差等缺点，并且具有抗干扰能力强、误码率低的特点。

五、ACARS（飞机通信寻址与报告系统）是一种在航空器和地面站之间通过无线电或卫星传输短消息（报文）的数字数据链系统。

**【思考题】**

空地数据链的应用？

.....

#### 7.4.1.2.飞机通信寻址与报告系统（ACARS）

**【知识掌握程度】**

了解 ACARS 系统的优点和主要功能。

**【知识点】**

一、ACARS 系统摆脱了以前空地通信只有话音的局限性，使飞行员能够通过 ACARS 及时得到地面上传的天气预报、NOTAM 和签派以及空管指令，飞机也能通过 ACARS 将运行的实时情况，如位置报、起飞着陆报、发动机监控报文自动下发给签派监控，签派员根据各类信息做出正确的判断。

二、ACARS 的特点：

- 1、提高了地空通信的准确性；



- 2、使资料和数据易于共享；
- 3、增加信息，减少成本。

**【思考题】**

请列举 ACARS 的主要功能。

~~~~~

7.4.2.ADS 监视分类及原理

【知识掌握程度】

了解 ADS 的相关分类及原理。

【知识点】

一、自动相关监视（ADS）是航空数据链的一种应用，目前分为 ADS-A、ADS-B 和 ADS-C 几种。

二、ADS-A 和 ADS-C 是等同的概念。ADS-A（自动相关监视—寻址式）是 Automatic Dependent Surveillance-Addressed 的简称，ADS-C（自动相关监视—合同式）是 Automatic Dependent Surveillance-Contract 的简称。

三、ADS-C 一般应用在海洋和内陆边远等没有监视的区域，或者应用在航空交通流量较小的空域。一般情况下，ADS-C 采取卫星通信，通信周期为 5 分钟，紧急情况下通信周期为 1 分钟。

四、ADS-B 是广播式自动相关监视的英文缩写，它主要实施空对空监视。装备了 ADS-B 的飞机可通过数据链广播其自身的精确位置和其它数据（如速度、高度及飞机是否转弯、爬升或下降等）。ADS-B 接收机与空管系统、其它飞机的机载 ADS-B 结合起来，在空地都能提供精确、实时的冲突信息。

【思考题】

简述 ADS-B 与 ADS-C 的区别？

~~~~~

## 7.5.货运

### 7.5.1.IMP 代码

#### 【知识掌握程度】

掌握常用的 IMP 代码。

#### 【知识点】

| Code 代码 | Meaning 全称                                  | Code 代码 | Meaning 全称                                                                               |
|---------|---------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| RXS     | Division1.4 Explosive1.4 项爆炸品—S 配装组         | PER     | Perishable 鲜活易腐货物<br>Segregation for PER see PER cargo manual.<br>此类货物间的隔离详见《鲜活易腐货物运输手册》 |
| RNG     | Non.Flammable Gas 非易燃无毒气体                   |         |                                                                                          |
| RFG     | Flammable Gas 易燃气体                          |         |                                                                                          |
| RPG     | Toxic Gas 毒性气体                              | RRY     | Radioactive.Yellow 放射性物质—黄色                                                              |
| RCL     | Cryogenic Liquid 深冷液化气体                     | RCM     | Corrosive 腐蚀性物质                                                                          |
| RFL     | Flammable Liquid 易燃液体                       | RSB     | Polymeric Beads 聚合物颗粒                                                                    |
| RSC     | Substance Liabe Spontaneous Combustion 自燃物质 | MAG     | Magnetized Material 磁性物质                                                                 |
| AVI     | Live Animal 活体动物                            | ICE     | Dry Ice 干冰                                                                               |
| EAT     | Foodstuffs 食品                               | RMD     | Miscellaneous Dangerous Goods 杂项危险品                                                      |
| HEG     | Hatching Eggs 种蛋                            | CAO     | Cargo Aircraft Only 仅限货机                                                                 |
| RFS     | Flammable solid 易燃固体                        | BIG     | 占用两个或者两个以上板位的货物<br>The cargo occupy two or more than two board position                  |
| RFW     | Dangerous When Wet 遇水释放易燃气体的物质              |         |                                                                                          |
| ROX     | Oxidizer 氧化剂                                | OHG     | Overhanging 探板货物                                                                         |
| ROP     | Organic Peroxide 有机过氧化物                     | HEA     | Over150Kg and need ticDown in Bulk or ULD<br>散舱内或集装箱上（内）大于 150kg 且需捆扎固定的货物               |
| RPB     | Toxic 毒性物质                                  |         |                                                                                          |
| RIS     | Infectious Substance 传染性物质                  | HUM     | Human Remains 灵柩                                                                         |
| RRW     | Radioactive.White 放射性物质—白色                  | LHO     | Live Human Organs 人体活器官                                                                  |

#### 【思考题】

活体动物的 IMP 代码是什么？

~~~~~

7.5.2. 活体动物运输

7.5.2.1. 活体动物及动物名称表

【知识掌握程度】

了解活体动物的运输规则。

【知识点】

一、活体动物是指活的家禽、家畜、鱼介、野生动物（包括鸟类）、试验用动物和昆虫等。活体动物在航空运输过程中，需要满足特定的运输条件，并需要给予特殊照料。

二、在 IATA 颁布的活体动物规则（LAR）中动物名称分为两种，一种是按照普通名称的英文字母排列顺序列出的动物名称表，还有一种是按照动物学名的拉丁字母顺序列出的动物名称表，动物名称表的主要内容如下表所示：

Common Name	Type	Container Requirement	Scientific Name	CITES Appendix
Cuckoo	B	11F	Scythrops spp.	
Cuckoo	B	11F	Sumiculus spp.	

“Common Name” 栏，动物普通名称，以英文形式公布的动物名称。

“Type” 栏，动物种类，A 为两栖纲、B 为鸟纲、C 为甲壳纲、F 为鱼纲、I 为无脊椎动物纲、M 为哺乳纲、R 为爬行纲。

“Container Requirement” 栏，包装容器要求。

“Scientific Name” 栏，动物学名，以拉丁文形式公布的动物名称。

“CITES Appendix” 栏，濒危野生动植物种国际贸易公约附录。

【思考题】

昆虫是活体动物吗？

.....

7.5.2.2. 标记与标签

【知识掌握程度】

了解活体动物运输的标记与标签。

【知识点】

包装上写明托运人和收货人的姓名、详细地址和 24 小时的联系电话等；写明与活体动物托运证明书上一致的动物的科学名称、普通名称以及每一包件内动物的数量；对于有毒动物应该写明“POISONOUS”字样；对于凶猛动物需写明“THIS ANIMAL BITE”字样；对于需要用药的动物，必须写明药物名称、剂量、时间等信息。

另外，根据活体动物的种类，在包装件上至少粘贴或者拴挂一个活体动物标签或者实验用动物标签，并至少在包装的两个侧面粘贴向上标签或者标注向上方向标记。

下图为某航空公司的一种活体动物标签：



【思考题】

有毒动物、凶猛动物的英文警示是什么？

.....

7.5.2.3.活体动物的存储与隔离

【知识掌握程度】

了解活体动物运输中的存储与隔离要求。

【知识点】

舒适的环境对于减少动物的压力有很好的作用，可减少动物的死亡及伤害程度。

动物有可能因地理位置和气温的变化而造成生病或者死亡，所以应根据托运人的要求进行仓储，并且特别注意存储环境的要求。

动物容器之间、容器与其它货物之间要有适当的间隙，保证空气流通。

动物不能与食品、有毒物质、传染性物质、放射性物质、灵柩、干冰等装入同一集装箱中或者同一货舱中。

互为天敌、发情期、来自不同地区的动物不能装载在同一货舱内运输。

实验用的动物应与其它动物分开放置，避免交叉感染。

【思考题】

来自不同地区的动物能否装载在同一货舱内运输？

~~~~~

### 7.5.3.鲜活易腐货物运输

#### 7.5.3.1.鲜活易腐货物定义

**【知识掌握程度】**

了解鲜活易腐货物的定义。

**【知识点】**

鲜活易腐货物是指在一般的运输条件下，因气候、湿度、温度、气压变化或者运输时间等原因，容易引起变质、腐烂或者死亡的物品。

例如，肉类、水果类、蔬菜类、鲜花类等植物类，水产品类、需要低温保存的食品、药品、人体器官、试剂等，都可以归入为鲜活易腐货物。

**【思考题】**

哪些货物属于鲜活易腐货物？

.....

#### 7.5.3.2.标记与标签

**【知识掌握程度】**

了解鲜活易腐货物运输的标记与标签。

**【知识点】**

鲜活易腐货物的每一个包装件上必须要有托运人、收货人的姓名、地址及联系电话；根据货物的性质注明特殊注意事项，确认货物的具体名称；当干冰作为制冷剂时要按照危险品规则填写；标签必须粘贴或者拴挂在包装件上，若有必要还必须要粘贴向上的标签；对于湿货必须要有向上标签。

下图为某航空公司鲜活易腐货物标签：



**【思考题】**

当运输湿货时，应该粘贴什么标签？

~~~~~

7.5.4.贵重物品运输

【知识掌握程度】

了解贵重物品运输的要求。

【知识点】

贵重物品的外包装必须是质地坚硬、完好的木箱、铁箱、硬质塑料箱，包装件必须使用铁质包装带呈“井”字形捆扎。

成批托运且有人押运的货币、金融债券等货物可以使用结实的布袋作为包装。

名人字画、珍贵文物必须使用木箱或铁箱作为货物的外包装。

贵重物品包装箱内必须放置足够的衬垫物，保证箱内物品不致移动和相互碰撞。

外包装上必须要清楚地写明货运单号码、件数、重量、收货人、托运人的姓名、地址、电话，除了识别标签和操作标签外，贵重物品外包装上不得有任何显示货物性质的标志。

【思考题】

名人字画、珍贵文物需要用什么外包装？

~~~~~

### 7.5.5.紧急航材运输

**【知识掌握程度】**

了解紧急航材运输的要求。



## 7.6.危险品运输

### 7.6.1.限制

#### 7.6.1.1.禁止航空运输的危险品

##### 【知识掌握程度】

- 了解任何情况下都禁止航空器运输的危险品；
- 了解经豁免可运输的危险品。

##### 【知识点】

###### 一、任何情况下都禁止航空器运输的危险品

在正常运输条件下容易发生爆炸、危险性反应、起火或产生导致危险的热量、散发导致危险的毒性、腐蚀性或易燃性气体或整齐的任何物品或物质，在任何情况下都禁止航空运输。

###### 二、经豁免可运输的危险品

在非常紧急的情况下，或者其他运输方式不适合时，或者按照所规定的要求违背公共利益时，限制运输的危险品经有关国家（指始发国、中转国、飞越国、收货国和承运人注册国）豁免可以选用航空运输方式。包括：

###### 1、下列放射性物品：

- （1）带通气设施的 B（M）型包装件；
- （2）需要辅助冷却系统进行外部冷却的包装件；
- （3）在运输过程中需要操作控制的包装件；
- （4）爆炸品；
- （5）自发火的液体。

2、除非另有规定，在危险品品名表中标明禁止运输的，带联合国编号的物品和物质（包括被注明“未另行规定” n.o.s 的物品）。

###### 3、被感染的活体动物。

###### 4、属于 I 级包装的具有蒸气吸入毒性的液体。

###### 5、交运温度等于或高于 100℃ 的液态物质或温度等于或高于 240℃ 的固态物质。

###### 6、国家有关当局指定的任何其他物品或物质。

##### 【思考题】

哪些危险品是任何情况下都禁止航空运输的？

.....



### 7.6.1.2. 旅客与机组人员携带的危险品

#### 【知识掌握程度】

理解旅客和机组在托运行李、手提行李及随身携带物品中不应携带的危险品。

#### 【知识点】

旅客和机组在托运行李、手提行李及随身携带物品中不应携带以下危险品：

- 1、装有锂电池或烟火物质的保密型行李，如外交公文包、现金箱、现金袋等；
- 2、含有刺激性物质或使人丧失能力的物质的物品，如催泪瓦斯、胡椒喷雾等；
- 3、含有爆炸品、压缩气体、锂电池等危险品的电击武器，如泰瑟枪等；
- 4、可能存在安全缺陷的锂电池，如废弃锂电池、生产厂家召回的锂电池、破损或鼓包的锂电池等；
- 5、医用氧气瓶及含有液态氧的个人医疗氧气装置；
- 6、各类火种，如火柴、打火机、点火器、打火机燃料和打火机充气筒等。

#### 【思考题】

飞行机组能否在行李中携带个人医疗氧气装置？

~~~~~

7.6.2. 危险品包装的标记与标签

7.6.2.1. 危险品包装的标记

【知识掌握程度】

理解危险品包装的标记要求。

【知识点】

一、基本标记

对每一危险品的包装件及合成包装件应有基本标记。基本标记的内容包括：运输专用名称；使用的 UN 或 ID 代号；发货人及收货人详细姓名、地址。

二、附加标记

对一些危险品，除须在外包装上有基本标记外，还须有相应的附加标记。例如，除第 7 类危险品和 ID 8000（消费品）外，多个不同包装件运输的危险品需在外包装上注明净数量，如毛重适用时，需标出毛重。



【思考题】

危险品包装的基本标记包括什么？

.....

7.6.2.2. 危险品包装的标签

【知识掌握程度】

- 了解危险性标签的要求；
- 了解操作性标签的要求。

【知识点】

一、危险性标签

除另有规定外，列出的每一物品和物质都要求使用一种指定的主要危险性标签；具有次要危险性的每一物品和物质应使用一种或两种以上的次要危险性标签。

说明危险品主要和次要危险的标签上必须标有类和项的号码。



二、操作性标签

操作标签既可以单独使用，也可与危险性标签一起使用。

例如，磁性物质标签和仅限货机标签。

其它危险性标签和操作标签参考最新版 DGR 手册。

隔离要求的应用是以包装件上所有的危险性标签为基础的，不论是主要危险性还是次要危险性。

【思考题】

什么样的危险品要实施隔离？

~~~~~

**7.6.4.特种行李机长通知单**

**7.6.4.1.机长通知单**

**【知识掌握程度】**

了解《特种行李机长通知单》的要求。

**【知识点】**

经营人应为机组提供使其在危险品运输中能履行其职责的信息，这些信息包括出现与危险品有关的紧急情况时应采取的措施。

当旅客携带的危险品信息需要通知机长时，经营人应在航空器起飞前通知机长，告知其危险品在机舱中的装载位置。信息通知可以采用《特种行李机长通知单》的形式。

MH/T 1030—2018

附录 C  
(资料性附录)  
特种行李机长通知单样例

**SPECIAL BAGGAGE NOTIFICATION TO CAPTAIN**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             |                                                                                          |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 航班号:<br>Flight No.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 日期:<br>Date:     | 飞机注册号:<br>Aircraft Registration:                                                                                                                | 始发站:<br>Departure Station:                                                                                                                                                  | 经停站:<br>Via:                                                                             | 目的站:<br>Arrival Station:  |
| 旅客姓名:<br>Passenger Name:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 座位号:<br>Seat No. | 件数:<br>Pieces:                                                                                                                                  | 重量:<br>Weight:                                                                                                                                                              | 行李牌号:<br>Baggage Tag No.                                                                 |                           |
| <b>危险品/DANGEROUS GOODS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             |                                                                                          |                           |
| 品名和应急代码 (Contents & ERG Code)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                                                                                                                                                 | 装载信息/Loading Information                                                                                                                                                    |                                                                                          |                           |
| <input type="checkbox"/> 弹药 (Ammunition) [UN No: 0012 or 0014 only] ..... 3L<br><input type="checkbox"/> 政府气象局代表携带的水银温度计或气压计<br>(Mercury barometer or thermometer carried by a representative of government weather bureau or similar agency)... 8L<br><input type="checkbox"/> 电动轮椅(湿电池驱动)(Wheelchair powered by wet battery)..... 8L<br><input type="checkbox"/> 电动轮椅(锂电池驱动)(Wheelchair powered by lithium battery) ..... 9F<br><input type="checkbox"/> 其他 (Other) _____ |                  |                                                                                                                                                 | 箱板号/U/LD ID                                                                                                                                                                 | 装载位置/Position                                                                            | 更改后的装载位置/Changed Position |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                                                                                                 | 附加说明/Supplementary Information:<br><input type="checkbox"/> 客舱内 (Cabin Baggage) <input type="checkbox"/> 托运行李 (Checked Baggage)<br>旅客座位号 _____<br>批准或豁免/Authorization _____ |                                                                                          |                           |
| <b>其他特种物品/OTHER SPECIAL GOODS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             |                                                                                          |                           |
| <input type="checkbox"/> 动物 (Live Animal)<br><input type="checkbox"/> 导盲犬、助听犬(Service dog)<br><input type="checkbox"/> 枪支 (Gun)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  | 附加说明/Supplementary Information:<br><input type="checkbox"/> 客舱内 (Cabin Baggage) <input type="checkbox"/> 托运行李 (Check-in Baggage)<br>旅客座位号 _____ |                                                                                                                                                                             | 装载信息/Loaded Information<br>箱板号/U/LD ID      装载位置/Position      更改后的装载位置/Changed Position |                           |
| 温度要求/Temperature Requirements: <input type="checkbox"/> 加热要求/Heating Required for _____ °C (指定温度范围/Specify) <input type="checkbox"/> 降温要求/Cooling Required for _____ °C (指定温度范围/Specify)                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             |                                                                                          |                           |
| 填写人签字:<br>Prepared By:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  | 监装负责人签字:<br>Loading Supervisor's Signature:                                                                                                     |                                                                                                                                                                             | 机长签字:<br>Captain's Signature:                                                            |                           |

第一联：填写人联（白联）；第二联：监装负责人联（红联）；第三联：机长联（黄联）（共三联）

**【思考题】**

特种行李机长通知单是否需专用格式填写？

~~~~~


8.飞行原理

8.1.基础空气动力学

8.1.1.升力和阻力

8.1.1.1.升力

【知识掌握程度】

理解升力的三要素；
掌握升力公式。

【知识点】

一、升力的方向

垂直于相对气流速度方向（或飞行速度方向）。

二、升力的作用点

1、升力的作用点叫做压力中心（Center of Pressure, CP）。

2、对于非对称翼型，在迎角小于临界迎角的范围内，迎角增大，压力中心前移；迎角大于临界迎角时，迎角增大，压力中心后移。

三、升力的大小

升力的大小主要取决于机翼上、下表面的压力分布。机翼升力主要是由上表面前段的吸力所产生的。

四、升力公式

$$L = C_L \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

其中， C_L 是指升力系数，它反映了机翼形状、迎角对飞机升力的影响，是一个气动性能参数； ρ 是指空气的密度； V 是指飞行速度； S 是指机翼的面积。

【思考题】

简述压力中心随迎角的变化规律。

.....

8.1.1.2.阻力

【知识掌握程度】

掌握阻力的分类；
掌握影响阻力大小的因素。

【知识点】

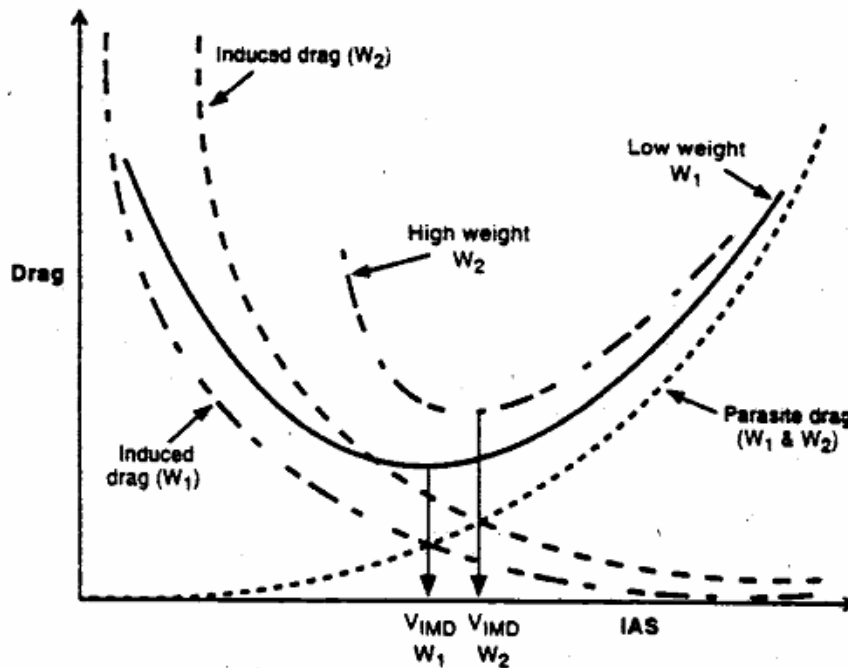
一、阻力的分类

对于亚音速飞机，根据阻力的形成原因，可将阻力分为：摩擦阻力、压差阻力、干扰阻力和诱导阻力。其中，摩擦阻力、压差阻力、干扰阻力统称为废阻力，它是由于空气黏性所引起的；诱导阻力是由于升力所引起的。

二、阻力随飞行速度和重量的变化

1、飞行速度增加，废阻力增大，诱导阻力减小，飞机的总阻力先减小后增大。当废阻力与诱导阻力相等时，飞机的总阻力最小，升阻比最大，对应的速度叫做最小阻力速度。

2、飞行重量增加，废阻力不变，诱导阻力增大。



【思考题】

随着飞行速度的增加，废阻力如何变化？

.....

8.1.1.3.地面效应

【知识掌握程度】

理解地面效应产生原因；

掌握地面效应区域范围与气动力变化。

【知识点】

一、地面效应的定义

飞机在起飞和着陆贴近地面时，由于流过飞机的气流受地面的影响，使飞机的空气动力和力矩发生变化，这种效应称为地面效应。

二、地面效应对飞机气动力和力矩的影响

在地面效应区域内，会使飞机的升力增大、阻力减小、飞机出现低头力矩。

8.1.3.失速

8.1.3.1.失速的定义和原因

【知识掌握程度】

了解失速的定义及失速表现；
掌握失速的原因。

【知识点】

一、失速的定义

失速是指飞机迎角超过临界迎角，不能保持正常飞行的现象。

二、失速的根本原因

失速产生的根本原因是飞机的迎角超过临界迎角。

三、失速后飞机的表现

飞机失速后，除飞机会产生气动抖动外，由于升力的大量丧失和阻力的急剧增大，飞行员还会感到飞行速度迅速降低、飞机下降、机头下沉等现象。

【思考题】

简述飞机失速后的表现有哪些？

.....

8.1.3.2.FAR 失速和 1g 失速的概念

【知识掌握程度】

掌握 1g 失速和常规失速速度的概念。

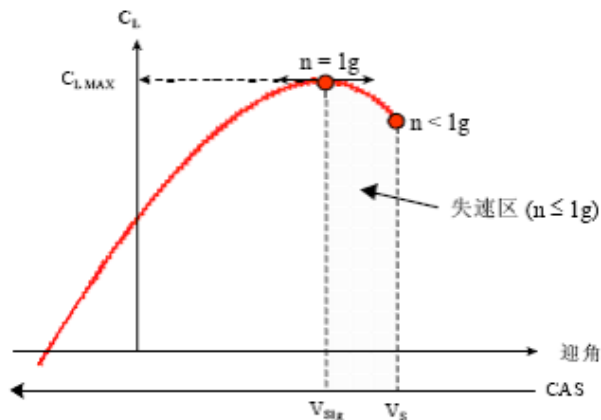
【知识点】

一、1g 失速速度 V_{S1g}

对应最大升力系数（即：在升力即将减小之前）。在这个时刻，过载系数仍然等于 1。

二、常规失速速度 V_S

对应常规失速（即：当升力开始快速减小时）。在这个时刻，过载系数总是小于 1。



三、1g 失速速度比 FAR 失速速度大一些，通常， $V_s=0.94 \times V_{S1g}$ 。

【思考题】

简述 1g 失速和常规失速的特点？

.....

8.1.3.3.失速速度及其影响因素

【知识掌握程度】

掌握影响失速速度的因素。

【知识点】

一、失速速度

$$V_s = \sqrt{\frac{2n_y W}{C_{Lmax} \rho S}}$$

二、影响失速速度大小的因素

- 1、飞机重量增加，失速速度增大；
- 2、襟翼角度越大，失速速度越小；
- 3、过载越大，失速速度越大；
- 4、发动机功率越大，失速速度越小；
- 5、重心靠前，失速速度增大。

三、常用的失速速度的符号

V_{s0} : 着陆构型下的失速速度；

V_{s1} : 特定构型下的失速速度，可指起飞构型，也可以指光洁构型下的失速速度；

V_s : 一般失速速度的泛指。

【思考题】

飞机转弯时的坡度大小对失速速度的影响是什么？

~~~~~

**8.1.4.飞机的稳定性**

**8.1.4.1.稳定性的概念及条件**

**【知识掌握程度】**

了解稳定性的定义；

理解静稳定性和动稳定性的特点。

**【知识点】**

一、飞机稳定性的定义

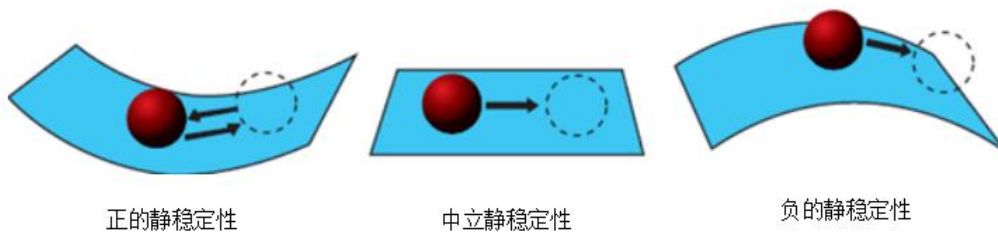
飞机的稳定性（也叫做安定性）是指：飞机受到小扰动（包括阵风扰动和操纵扰动）后，偏离原平衡状态，并在扰动消失后，飞行员不给予任何操纵，飞机自动恢复到原平衡状态的特性。

## 二、稳定性的条件

只有在稳定力矩和阻尼力矩的共同作用下，才能确保飞机具有稳定性。而稳定力矩是稳定性的必要条件。

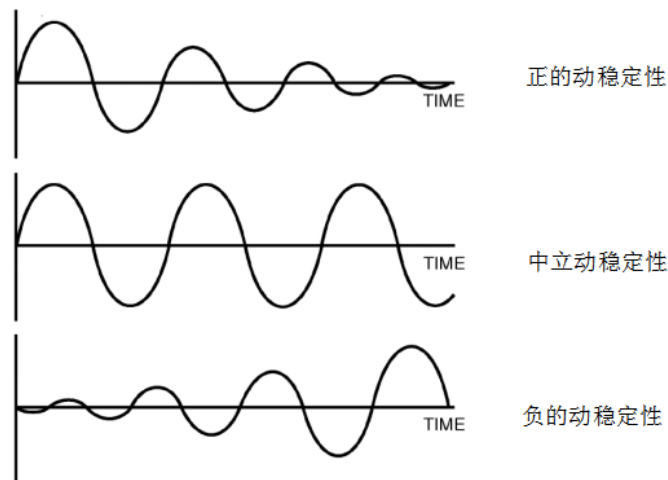
## 三、静稳定性

受扰后出现稳定力矩，具有回到原平衡状态的趋势，称为物体是静稳定的。静稳定性研究物体受扰后的最初响应问题



## 四、动稳定性

扰动运动过程中出现阻尼力矩，最终使物体回到原平衡状态，称物体是动稳定的。动稳定性研究物体受扰运动的时间响应历程问题。



### 【思考题】

简述静稳定性和动稳定性的特点？

.....

### 8.1.4.2.俯仰稳定性（纵向稳定性）

#### 【知识掌握程度】

了解飞机俯仰稳定性定义；

掌握俯仰稳定力矩和俯仰阻尼力矩产生的部件及原因；

掌握焦点的概念。

**【知识点】**

一、飞机俯仰稳定性的定义

飞机的俯仰稳定性，指的是飞行中，飞机受微小扰动以至俯仰平衡遭到破坏，在扰动消失后，飞机自动趋向恢复原平衡状态的特性。

二、俯仰稳定力矩主要由平尾产生。

三、俯仰阻尼力矩主要由平尾产生。

四、焦点（Aerodynamic Center, AC）的定义：

1、由于迎角变化所引起的飞机附加升力的着力点叫做飞机的焦点。

2、焦点是一个气动特性参数，它的位置是在飞机设计之初就定好的，仅取决于机翼形状、机身长度，特别是机翼和尾翼的位置和尺寸。

3、实验结果表明，低速和亚音速飞行时，飞机的焦点位置基本上不随迎角改变而变化。

五、只有焦点的位置在飞机的重心之后，飞机才具有俯仰稳定性，焦点距离重心越远，俯仰稳定性越强。

**【思考题】**

简述焦点与压力中心的区别？

.....

**8.1.4.3.方向稳定性**

**【知识掌握程度】**

了解飞机方向稳定性定义；

掌握方向稳定力矩和方向阻尼力矩产生的部件及原因。

**【知识点】**

一、飞机方向稳定性的定义

飞机的方向稳定性，指的是飞行中，飞机受微小扰动以至方向平衡遭到破坏，在扰动消失后，飞机自动趋向恢复原平衡状态的特性。

二、方向稳定力矩主要由垂尾产生，除此之外，机翼的上反角和后掠角也能产生一部分方向稳定力矩。

三、方向阻尼力矩主要由垂尾产生。

四、飞机的方向稳定性只能保持侧滑角不变，而不能保持飞机的航向不变，因此也称风标稳定性。

**【思考题】**

简述垂直尾翼产生方向稳定力矩的原因？

.....

#### 8.1.4.4.横侧稳定性

##### 【知识掌握程度】

了解飞机横侧稳定性定义；  
掌握横侧稳定力矩和横侧阻尼力矩产生的部件及原因。

##### 【知识点】

###### 一、飞机横侧稳定性的定义

飞机的横侧稳定性，指的是飞行中，飞机受微小扰动以至横侧平衡遭到破坏，在扰动消失后，飞机自动趋向恢复原平衡状态的特性。

二、横侧稳定力矩主要由侧滑中机翼的上反角和后掠角产生。垂尾及上单翼设计可产生横侧稳定力矩。

三、横侧阻尼力矩主要由机翼产生。

##### 【思考题】

简述机翼产生横侧阻尼力矩的原因？

.....

#### 8.1.4.5.方向稳定性与横侧稳定性的关系

##### 【知识掌握程度】

理解方向稳定性和横侧稳定性的关系；  
了解飘摆和螺旋下降形成的原因。

##### 【知识点】

一、飞机的方向稳定性与横侧稳定性是相互耦合的。

如果飞机有侧滑，除产生向侧滑一边偏转的方向稳定力矩外，同时还要产生向侧滑反方向滚转的横侧稳定力矩。

###### 二、飘摆

飞机的横侧稳定性过强而方向稳定性过弱，易产生明显的飘摆现象，也叫做荷兰滚。

###### 三、螺旋下降

飞机的横侧稳定性过弱而方向稳定性过强，在受扰产生倾斜和侧滑后，易产生缓慢的螺旋下降。

###### 四、飘摆阻尼器

飘摆阻尼器也叫做偏航阻尼器，其作用是通过增加方向稳定力矩来抑制飘摆现象的发生。大型运输机在高空和低速飞行时由于稳定性发生变化易发生飘摆，因此广泛使用飘摆阻尼器（偏航阻尼器）。

**【思考题】**

简述飘摆现象产生的原因。

.....

**8.1.4.6.影响稳定性的因素**

**【知识掌握程度】**

理解重心、飞行速度、飞行高度及大迎角对飞机稳定性的影响。

**【知识点】**

一、重心位置

- 1、重心位置靠前，飞机的俯仰稳定性越强。
- 2、重心位置靠前，飞机的方向稳定性有所增加，但不明显。
- 3、重心位置前后移动，对横侧稳定性无影响。

二、飞行速度

飞行速度增加，飞机的稳定性增强。原因是阻尼力矩变大了。

三、飞行高度

飞行高度增加，飞机的稳定性减弱。原因是阻尼力矩变小了。

四、大迎角下飞行

在大迎角或接近临界迎角飞行时，飞机的横侧阻尼力矩的方向可能发生变化，飞机可能丧失横侧稳定性，出现机翼自转现象。

**【思考题】**

简述大迎角下机翼自转现象产生的原因。

~~~~~

8.1.5.飞机的操纵性

8.1.5.1.飞机操纵性的定义及影响因素

【知识掌握程度】

- 了解操纵性的定义；
- 理解俯仰操纵、方向操纵及横侧操纵的原理；
- 掌握影响飞机操纵性的因素。

【知识点】

一、飞机操纵性的定义

飞机的操纵性是指飞机在飞行员操纵升降舵、方向舵和副翼下改变其飞行状态的特性。

二、俯仰操纵性

飞机的俯仰操纵性是指飞行员操纵驾驶盘偏转升降舵后，飞机绕横轴转动而改变其迎角等飞行状态的特性。直线飞行中，驾驶盘前后的每一个位置（或升降舵偏角）对应着一个迎角。

三、方向操纵性

飞机的方向操纵性是指飞行员操纵方向舵以后，飞机绕立轴偏转而改变其侧滑角的飞行状态的特性。不带滚转的直线飞行中，每一个方向舵踏板位置对应着一个侧滑角。

四、横侧操纵性

飞机的横侧操纵性是指飞行员操纵副翼后，飞机绕纵轴转动而改变其滚转角速度、坡度等飞行状态的特性。不带侧滑的横侧操纵中，驾驶盘左右转动的每个位置都对应着一个稳定的滚转角速度。

五、影响操纵性的因素：

- 1、重心位置：重心前移，俯仰操纵性变差；
- 2、飞行速度：飞行速度越大，操纵性变好；
- 3、飞行高度：飞行高度增加，操纵性变差；
- 4、大迎角飞行：在大迎角或接近临界迎角飞行时，飞机可能丧失横侧操纵性，出现横侧反操纵现象。

六、消除横侧反操纵的关键在于消除大迎角下压盘导致的机翼阻力差，可以使用差角副翼、阻力副翼、开缝副翼等。

【思考题】

简述差角副翼消除横侧反操纵的原理？

.....

8.1.5.2.大型运输机的配平原理

【知识掌握程度】

了解大型机配平机理。

【知识点】

一、可配平水平安定面 THS

大型运输飞机的配平装置叫做可配平水平安定面（THS，Trimmable Horizontal Stabilizer）。它是通过驾驶舱中的配平手轮进行控制。飞行员通过拨动配平手轮即可让配平装置发挥应有的作用。对于大型运输机，使用可配平水平安定面是一个有效的方式。所谓可配平水平安定面，就是可以通过配平机构来调整迎风角度的位于平尾前半部分的水平安定面。飞行中，可配平水平安定面可以在有限的范围以内上下偏转，改变平尾在气流中的相对角度，从而调整和改变平尾负升力的大小。其工作机理与小型飞机的配平片有相似之处。

8.2.高速空气动力学

8.2.1.高速气流特性

8.2.1.1.音速

【知识掌握程度】

- 了解音速的定义；
- 理解音速与压缩性的关系；
- 掌握音速和温度的关系。

【知识点】

一、音速定义

微弱扰动在空气中的传播速度。大气中的音速取决于温度，温度越低，音速越小。

二、音速计算公式

$$a = 39 \times \sqrt{t + 273}, \quad a \text{ 单位为海里/小时, } t \text{ 为摄氏温度 } ^\circ\text{C}。$$

三、音速和压缩性的关系

音速越大，空气越难压缩。

【思考题】

已知飞机在 30000ft 高度上巡航，大气温度偏差为 ISA+10°C，试计算音速大小？

.....

8.2.1.2.马赫数

【知识掌握程度】

- 掌握马赫数的概念；
- 掌握温度和高度对马赫数的影响。

【知识点】

一、马赫数

- 1、马赫数为真空速与音速的比值；
- 2、马赫数越大，说明空气被压缩越严重；
- 3、马赫数分为飞行马赫数和局部马赫数，前者是飞行真速与飞行所在高度音速之比，后者是局部真速与局部音速之比（如翼型上表面某点的局部马赫数）。飞机上最大的局部马赫数大于飞机的飞行马赫数。

二、温度和高度的影响

温度越低或高度越高，音速越小，相同真速的马赫数越大。

【思考题】

对流层内，同一表速下的马赫数随着高度增加如何改变？

.....

8.2.1.3.高速流动中流速与流管截面积的变化关系

【知识掌握程度】

掌握亚音速、超音速下面积、速度、压力、温度、密度之间的变化规律。

【知识点】

一、流管截面积与流速的变化关系：

流经流管的流体质量保持不变，即：

- 1、 $M < 1$ 时，密度的减小量小于速度的增加量，加速要求截面积减小；
- 2、 $M > 1$ 时，密度的减小量大于速度的增加量，加速要求截面积增大；
- 3、因此， $M < 1$ ，流管扩张，流速减小。 $M > 1$ ，流管扩张，流速增加；
- 4、要想获得超音速气流，截面积应该先减小后增大。

二、流速与压力、密度和温度的变化关系：

对于亚音速和超音速流动：

- 1、流速减小，压力、密度、温度将同时增大；
- 2、流速增大，压力、密度、温度将同时减小。

【思考题】

要想获得超音速气流，流管截面积应该怎样变化？

.....

8.2.1.4.激波

【知识掌握程度】

了解激波产生的原因；
理解正激波和斜激波的特性。

【知识点】

一、激波特性

激波是一种强压缩波。

二、激波前后的气动参数改变

超音速气流流过激波面后，流速降低，温度升高、压强增大。

三、激波的种类

- 1、正激波，激波面与运动方向垂直的激波。经过正激波后，流速降低为亚音速，方向不变；

2、斜激波，激波面与运动方向不垂直的激波。经过斜激波后，流速可能降低为亚音速，也可能仍为超音速，方向会发生偏转；

3、正激波较斜激波强度大。

【思考题】

简述激波前后的气动参数改变？

.....

8.2.1.5.马赫锥和膨胀波

【知识掌握程度】

了解马赫锥和膨胀波的概念。

【知识点】

一、马赫锥

1、扰动以超音速运动，被扰动源扰动的球面波的公切面，将是一个母线为直线的圆锥波面，这个圆锥面称为马赫锥面，简称马赫锥。

2、马赫锥顶角的 1/2 即为马赫角。

二、膨胀波

1、超音速气流绕凸角流动时，气流将产生膨胀。

2、如果壁面有几个转折，则后一道波的马赫角将小于第一道波的马赫角。

3、如果这些转折点无限接近，形成了一个有限大的转折角，这些膨胀的马赫波将组成一个以某一点为中心的扇形膨胀波束，称为膨胀波。

【思考题】

在什么情况下形成膨胀波？

~~~~~

**8.2.2.翼型的亚、跨音速气动特性**

**8.2.2.1.亚音速气动特性**

**【知识掌握程度】**

掌握亚音速阶段的空气动力特性。

**【知识点】**

一、亚音速飞行的定义

高速飞行中，飞机的飞行马赫数小于其临界马赫数的飞行称为亚音速飞行。

二、亚音速下飞机的空气动力特性

- 1、亚音速下空气密度随速度增加而减小，使翼型的压力分布呈“吸处更吸，压处更压”的特点，结果升力系数曲线斜率和同一迎角下的升力系数增大；
- 2、阻力系数基本不变；
- 3、压力中心前移。

【思考题】

描述亚音速飞行和低速飞行中，同一迎角下的升力系数随速度变化特点？

.....

8.2.2.2. 临界马赫数和阻力发散马赫数

【知识掌握程度】

掌握临界马赫数和阻力发散马赫数的定义；  
理解阻力发散马赫数与飞机的最大操纵马赫数之间的关系。

【知识点】

一、临界马赫数 ( $M_{CRIT}$ ) 的定义

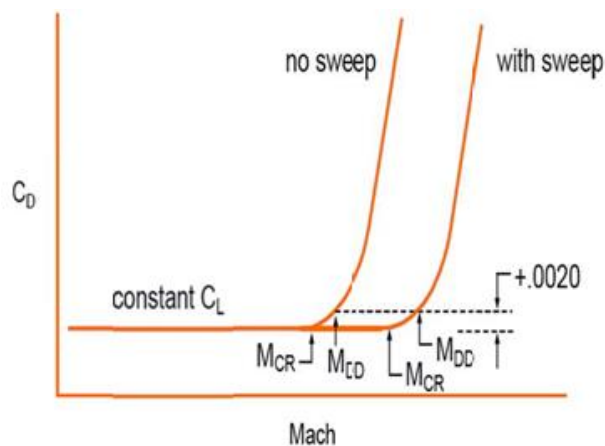
- 1、临界马赫数是一个飞行马赫数，当飞机以临界马赫数飞行时，最快的局部马赫数为 1，在速度最快的地方出现等音速点。
- 2、速度超过临界马赫数后，在机翼表面将出现激波和跨音速区；
- 3、临界马赫数总是小于 1；
- 4、翼型相对厚度越大，临界马赫数越小；
- 5、后掠角越大，临界马赫数越大。

二、阻力发散马赫数 ( $M_{DD}$ ) 的定义

当飞行  $M$  数增加到一定程度，激波强度增强，出现了激波分离，波阻急剧增大，此时对应的飞行马赫数就叫做阻力发散马赫数。

三、飞机的最大操纵马赫数 ( $M_{mo}$ ) 与阻力发散马赫数 ( $M_{DD}$ ) 的关系

一般情况下，最大操纵马赫数小于阻力发散马赫数。



**【思考题】**

描述亚音速飞行和低速飞行中，同一迎角下的升力系数随速度变化特点？

.....

**8.2.2.3.局部激波**

**【知识掌握程度】**

了解局部激波的形成和发展。

**【知识点】**

一、局部激波的形成

- 1、当飞行马赫数增加到临界马赫数时，机翼上表面首先出现等音速点；
- 2、继续增大飞行马赫数，等音速点后的流管扩张，空气膨胀加速，出现局部超音速区；
- 3、超音速区内的压强比大气压强小很多，而翼后缘处的压强接近大气压强，这种压差以强扰动波的形式逆超音速流动方向传播，形成一道压力突变界面，即局部激波。

二、局部激波的发展

随着飞行马赫数的增加，局部激波所产生的位置会向气流流动方向移动，且等音速点前移。马赫数继续增大时，下翼面也将产生局部激波，并比上翼面的激波先移动到机翼后缘。

三、影响激波面位置的因素

- 1、流速越大，激波面越靠近翼面后缘；
- 2、逆压梯度越大，随着速度增加，激波面越不容易向翼面后缘移动。

**【思考题】**

相对弯度较大的机翼与相对弯度较小的机翼对比，产生激波后，哪种机翼的激波随速度增加移动较快？

.....

**8.2.2.4.跨音速气动特性**

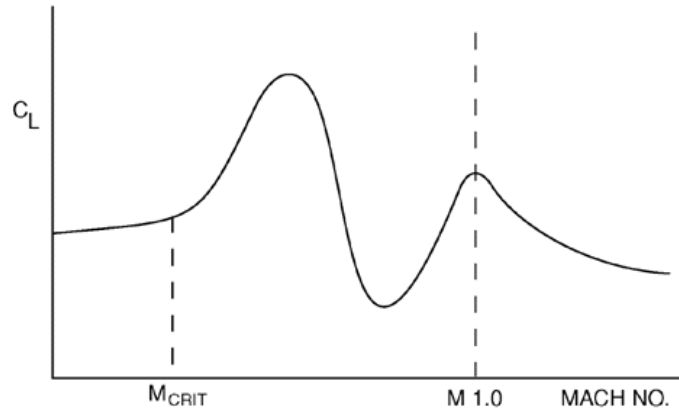
**【知识掌握程度】**

掌握跨音速阶段的空气动力特性。

**【知识点】**

一、升力系数随飞行 M 数的变化

在跨音速阶段，随着飞行 M 数的增大，升力系数先增大，后减小，接着又增大，而后再减小。即升力系数“二起二落”。



### 二、最大升力系数与临界迎角的变化

随着 M 数的增加，最大升力系数和临界迎角增加。

### 三、翼型阻力系数随 M 数的变化

随着 M 数的增加，阻力系数增大。

### 四、压力中心随 M 数的变化

1、随着 M 数的增大，压力中心后移。压力中心后移，使飞机出现自动俯冲现象(MachTuck)，导致跨音速区的速度稳定性丧失，这种现象称为马赫俯冲。

2、大型机通过加装马赫配平机构 (Mach Trim) 可以抑制马赫俯冲。

### 【思考题】

什么是马赫俯冲现象？

.....

### 8.2.2.5.高速气动特性的影响因素

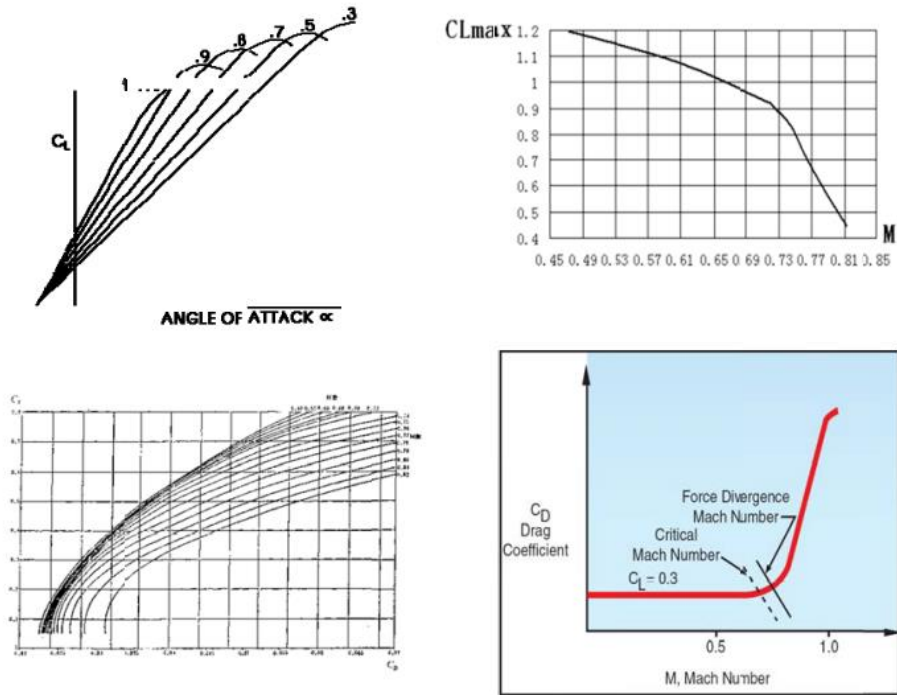
### 【知识掌握程度】

了解影响高速空气动力特性的因素。

### 【知识点】

1、影响高速空气动力特性的因素包括：马赫数、迎角、翼型厚度以及后掠角。

2、马赫数对高速气动性能的影响：不同马赫数对升力特性曲线、极曲线、最大升力系数、临界迎角、最大升阻比和阻力系数的影响。



**【思考题】**

马赫数的大小如何影响飞机的升力特性？

.....

**8.2.2.6.超临界翼型**

**【知识掌握程度】**

了解超临界翼型的特点。

**【知识点】**

一、超临界翼型的特点

头部半径非常大，上下表面较为平坦，后缘弯曲较大，下表面有反凹。



二、使用超临界翼型的目的

超临界翼型的设计目的是为了增大翼型的临界马赫数和阻力发散马赫数。

**【思考题】**

简述超临界翼型的特点。

~~~~~

8.2.3.后掠翼的高速气动力特性

8.2.3.1.后掠翼的特点

【知识掌握程度】

掌握使用后掠翼的目的；
掌握后掠翼的翼根和翼尖效应。

【知识点】

- 一、后掠角的定义
四分之一弦线与机身纵轴垂线的夹角。
- 二、使用后掠翼的目的
提高临界马赫数。
- 三、后掠翼的翼根和翼尖效应
翼根效应使翼根部位机翼的吸力峰减弱，升力降低；翼尖效应使翼尖部位的吸力峰增强，升力增加。

【思考题】

后掠角是怎样定义的？

.....

8.2.3.2.后掠翼的失速特性

【知识掌握程度】

掌握后掠翼的失速特性；
理解延缓后掠翼翼尖先失速的措施。

【知识点】

- 一、后掠翼的失速特性
由于翼根和翼尖效应，后掠翼翼尖先失速。
- 二、后掠翼飞机改善翼尖先失速的措施
几何扭转、气动扭转、涡流发生器、翼刀。

【思考题】

简述后掠翼翼尖先失速的原因？

~~~~~



## 8.2.4.高速抖动裕度

### 8.2.4.1.马赫抖振和激波失速

#### 【知识掌握程度】

掌握激波失速及马赫抖振的原因。

#### 【知识点】

高速飞行时，随着飞行速度的增加（迎角保持不变），形成局部激波，促使翼面上表面气流出现分离，此时的气流分离称为激波分离。

1、随着 M 数的继续增加，激波强度进一步增强，激波引起的气流分离越来越严重，飞机出现抖动，称为高速抖动，也叫做马赫抖振。

2、随着 M 数继续增加，激波强度进一步加强，分离区增加，当上翼面被分离的气流覆盖时，说明飞机即将进入失速，此时的失速称为激波失速。

#### 【思考题】

什么是激波失速？激波失速和低速失速有什么区别？

.....

### 8.2.4.2.抖振和空气动力升限

#### 【知识掌握程度】

掌握抖振曲线图的使用。

#### 【知识点】

1、飞机的低速抖振边界受失速速度限制，高速抖动边界受马赫抖振限制。

2、载荷因数为 1g 时，飞机只能以唯一的速度飞行的高度称为飞机的空气动力升限。

3、抖振升限是指在给定抖振载荷因数、速度、重量和重心条件下的最大飞行高度。抖振载荷因数常取 1.3g。

4、利用抖振曲线图计算抖振升限、发生抖振的速度范围以及能承受的最大过载。





## 9.2.特殊情况的报告

### 【知识掌握程度】

掌握飞行中特殊情况的报告。

### 【知识点】

一、飞行中的特殊情况可根据紧急和严重程度分为遇险和紧急两类：

1、遇险，即飞机遭受到严重或急迫的危险，需要立即帮助的状况。如起落架故障、严重的机械故障等情况。

2、紧急，即看到或涉及到飞机安全或别的车辆安全或在飞机上（车上）人员安全的状况，不需要立即帮助。如机上乘客需要急救、飞机油量低等情况。

二、遇险或紧急通信的第一次通信时，以“MAYDAY”开始表示遇险信号；以“PAN PAN”开始表示紧急信号。遇险或紧急信号讲三次。

三、遇险和紧急情况的信息应在当时所用的频率上发送，其内容的发送宜按照下列顺序：

- (1) 收电电台的名称；
- (2) 航空器的识别标志；
- (3) 紧急情况的性质；
- (4) 航空器驾驶员的意图；
- (5) 现在位置、高度和航向；
- (6) 其他有用的情报。

四、遇险或紧急呼叫通常在所使用的频率上完成。遇险呼叫通信应在这个频率上保持连续，除非认为转换到另外的频率上能提供更好的帮助。尽管 121.5MHZ 是指定的国际航空紧急频率，但是并不是所有航空电台都只在这个频率保持连续守听，如果认为需要或想要转换频率，那么频率转换不能妨碍别的通信频率；在遇险或紧急通信业务中，在其后的任何通信开始时，允许使用遇险和紧急信号（MAYDAY/PANPAN）。

### 【思考题】

请列举三种飞行中的紧急情况。

~~~~~

9.3.双向无线电通信失效

【知识掌握程度】

掌握双向无线电通信失效的相关程序。

【知识点】

一、双向无线电失效时应答机应拨至 7600。如可能，通过其他地面电台或飞机转报。

二、除空中交通管制批准外，在飞行过程中，当双向无线电通信失效时，航空器驾驶员必须遵守如下规则：

1、如果无线电通信失效发生在目视飞行规则条件下，或者在失效后遇到目视飞行条件，航空器驾驶员应当按目视飞行规则继续飞行，并尽快着陆。

2、如果无线电失效发生在仪表飞行规则条件下，并且不能实施目视飞行规则飞行时，航空器驾驶员应当根据以下规定继续飞行：

(1) 按照下列规定确定飞行航线：

(i) 按照最后接到的空中交通管制许可所指定的航线继续飞行。

(ii) 如果航空器正在被雷达引导，从无线电失效点直接飞向雷达引导指令所指定的定位点、航线或航路；

(iii) 在没有指定航线时，按照空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的航线飞行；

(iv) 如果不能按照空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的航线飞行时，则按照飞行计划所申请的航线飞行。

(2) 按照下列高度或高度层中最高者飞行：

(i) 无线电失效前最后一次空中交通管制许可中所指定的高度或飞行高度层；

(ii) 仪表飞行规则运行的最低高度或高度层；

(iii) 空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的高度或高度层。

(3) 离开空中交通管制许可界限

(i) 当空中交通管制许可界限是起始进近定位点的情况下，航空器驾驶员如果已收到空中交通管制给出的发布下一许可的时刻，应当在接近此时刻时开始下降或下降和进近；如果未曾收到发布下一许可的时刻，则尽可能按照提交的飞行计划所计算出的预计到达时刻或（与空中交通管制一起）修正的航路预计到达时刻下降或下降和进近。

(ii) 在许可界限不是起始进近定位点的情况下，航空器驾驶员如果已收到过空中交通管制给出的预计发布下一许可的时刻，应当在此时刻离开许可界限；如果未曾收到过发布下一许可的时刻，应当在到达该许可界限上空时继续飞向起始进近定位点，

9.4.无线电通信规则

【知识掌握程度】

- 了解所需通信性能（RCP）的含义；
- 了解航空移动服务——语音通信的要求；
- 了解数据链通信的要求；
- 掌握通信技巧。

【知识点】

一、所需通信性能（RCP）

1、概念：所需通信性能（RCP），是指对支持特定 ATM 功能的运行通信性能要求的陈述。通信的性能包括通信的处理时间、完整性、连续性和可用性。

2、所需通信性能的应用：运营人应于起飞前：

- (1) 确保欲在具有所需通信性能（RCP）要求的地区飞行的航空器持有 RCP 核准资格，而且必须满足有关核准的全部条件。
- (2) 根据不同运行区域对 RCP 要求的差异，制定通信设备放行指引文件以供机组参考。
- (3) 制定进入不同运行区域时，满足所适用 RCP 类型要求的机载设备故障或降级后的处置程序。
- (4) 制定运行程序以提高驾驶员在预期的全数据链通信环境下的空域情景意识。

二、航空移动服务-语音通信

1、任何时候通信均应严格遵守相应的规范和标准，已列明的所有情况下均应使用 ICAO 指定的标准通信用语，只有当标准用语不能清楚表达意图时，方可使用日常用语。

2、通信守听/服务时限

(1) 飞行中，航空器电台应根据局方规定保持守听，除考虑到安全因素以外，在停止守听前应通知相关的航空电台。

a) 除使用另一部甚高频通信、受机载设备限制或驾驶舱任务分配不允许同时守听两个频率的情形外，航空器在远程跨水运行或者在指定需要配置 ELT 的区域飞行时，必须持续守听应急频率 121.5MHz。

b) 在存在航空器交汇或者其它危险情况的空域或航路中，航空器应持续守听应急频率 121.5MHz，且局方已颁布相关规定。

c) 除了以上提到的情况外，在其它情况下，建议飞行中的航空器也应尽量守听 121.5MHz。

d) 空对空甚高频的使用者应确保对指定的空中交通服务频率、应急频率或者其它强制要求守听的频率保持足够的监控。

(2) 航空电台应按照局方要求保持守听通信频率。

(3) 只要安装的与应急频率相关的设备在服务时限内，航空器应持续守听应急频率 121.5MHz。

3、甚高频通信转换

(1) 航空电台会按规定的程序通知航空器从一个无线电频率转换到另一个频率。在未得到转换通知的情况下，航空器电台应在转换频率前通知相应的航空电台。

(2) 航空器电台在甚高频初始建立联系或准备脱离时，应根据局方要求发送建立或脱离该频率的电报。

4、选择呼叫（以下简称选呼）程序

(1) SELCAL 被称为选呼系统，通过在无线电频率上向航空器传送编码音频的方式替代语音呼叫。一个单一的选择呼叫包括四个预选的音频组合，发送大概需要两秒。音频是由航空电台编码器生成，并由连接到航空器接收机的音频输出端口的解码器接收。接收指定的选呼编码后，以灯光和/或谐音的方式激活驾驶舱呼叫系统。

(2) 应使用具备合适装备的电台在航路的高频和甚高频无线电频率里进行地对空选呼。

(3) 在具备选呼功能的航空器上，飞行员也可按需保持传统守听。

三、数据链通信

1、数据链通信按使用频段不同分为：高频（HF）数据链、甚高频（VHF）数据链、超高频（UHF）数据链、L 频段数据链和卫星通信（SATCOM）数据链。

2、数据链通信的应用包括自动相关监控（ADS）、空中交通管制员航空器驾驶员数据链通信（CPDLC）、数据链飞行信息服务（D-FIS）、飞行运行控制（AOC）通信、数字通播（D-ATIS）、数字放行系统（PDC 或 DCL）等。

3、ACARS（飞机通信寻址与报告系统）是一种在航空器和地面站之间通过无线电或卫星传输短消息（报文）的数字数据链系统，此系统可综合实现部分数据链通信应用的功能。机载 ACARS 路由器可以通过 HF、SATCOM 或第三部 VHF 等通信设备实现飞机和地面的数据交换功能。如机载设备具备条件，且公司已购买全部服务内容，则上述通信设备的优先顺序为：VHF，HF，SATCOM。

四、通信技巧

1、每一条写出来的电报在发送之前应读一遍，以减少通信中不必要的停顿；

2、通信时要使用平时正常交谈的语气，简明扼要；

3、每一次通信中都尽可能的让对方理解自己。为了达到这一目标，空勤人员和地面人员应：

(1) 让每一个单词的发音都清楚简明；

(2) 保持一个恒定的语速，每分钟不要超过 100 个单词（英语）；如果需要记录发送给航空器的电报，那么发送者需要使用更慢的语速，以留出充足的记录时间；发送数字电报前稍微停顿，可以提高电报的可理解度；

(3) 持续保持合适大小的音量；

附件一：知识点关键修订说明

1. 关键修订与非关键修订

本次对知识点的内容修订可归类为关键修订和非关键修订两种情况，其中：

(1) “关键修订”是指对上一版知识点的内容进行了实质性的修订，比如根据法规对知识点中的具体描述、数据进行了修订，根据运行实践或技术调整对某知识点进行了内容删除、替换或重新编写等等，可能会影响执照申请人对考试大纲和知识点具体标准理解与掌握，因此将在下面的关键修订列表中进行具体说明。

(2) “非关键修订”是指对上一版知识点的编排格式、样例图片、样例表格、说明示例或部分文字表述进行了调整，其修订内容不会实质影响执照申请人对考试大纲和知识点具体标准理解与掌握，因此不做特别说明。

2. 关键修订列表

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
1.4.1.1.与飞行人员有关的各种时间的定义	根据 CCAR-61 部 R5 版，修订飞行时间等相关定义	<u>15</u>
1.4.1.2.其他定义	根据 CCAR-61 部 R5 版，修订相关定义	<u>15</u>
1.4.5.1.执照的有效期	根据 CCAR-61 部 R5 版，“认可证书”修订为“认可函”	<u>20</u>
1.4.6.关于驾驶员持有体检合格证的要求	根据 CCAR-61 部 R5 版，修订执照持有人对于体检合格证的要求	<u>21</u>
1.4.7.1.航空器等级限制要求	根据 CCAR-61 部 R5 版，增加各类别驾驶员的权利	<u>22</u>
1.5.2.1.体检合格证类别及适用人员	根据 CCAR-67 部 R4 版，修订体检合格证适用范围	<u>32</u>
1.5.2.2.有效期及有效期的延长	根据 CCAR-67 部 R4 版，修订体检合格证有效期	<u>33</u>
1.6.4.4.在特殊繁忙运输机场空域的运行	根据 CCAR-91 部 R4 版第 91.207 条和第 91.339 条修订相关内容	<u>44</u>
1.6.5.航空器的适航性	根据 CCAR-91 部 R4 版第 91.603 条重新编写	<u>45</u>
1.8.4.2.副驾驶的进入条件	根据 CCAR-121 部 R7 版，修订所需总飞行经历时间	<u>54</u>
1.8.6.1.相关用语定义	根据 CCAR-121 部 R7 版 P 章，增加扩编飞行机组和置位等定义	<u>63</u>
1.8.6.2.飞行机组的飞行时间和飞行值勤期限限制	根据 CCAR-121 部 R7 版 P 章，修订机组飞行时间和值勤期	<u>64</u>

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
1.8.6.3.飞行机组的累积飞行时间和飞行值勤期限制	根据 CCAR-121 部 R7 版 P 章, 修订机组飞行时间和值勤期	<u>67</u>
1.8.7.3.飞行机组成员的值勤要求	根据 CCAR-121 部 R7 版, 完善关键阶段的价值要求	<u>70</u>
1.8.7.4.在操作位置上的飞行机组成员	根据 CCAR-121 部 R7 版, 修订轮换休息时间	<u>71</u>
1.8.7.9.最低油量的宣布	根据 CCAR-121 部 R7 版, 增加宣布最低油量的具体要求	<u>73</u>
1.8.7.14.仪表进近程序和仪表飞行规则着陆最低标准	根据 CCAR-121 部 R7 版, 修订到达 MDA/DA 的标准	<u>76</u>
1.8.7.15.便携式电子设备的禁用和限制	根据 CCAR-121 部 R7 版, 修订便携式电子设备的限制要求	<u>78</u>
1.9.1 适用范围	根据 CCAR-135 部 R3 版, 修订法规的适用范围	<u>88</u>
1.9.6 为运行人员提供的航空信息资料	根据 CCAR-135 部 R3 版, 修订航空信息资料要求	<u>91</u>
1.9.8 驾驶员使用氧气的要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>93</u>
1.9.9 自动驾驶仪使用的一般规定	根据 CCAR-135 部 R3 版, 删除大纲条目	无
1.9.12 仪表飞行规则 (IFR) 运行中要求配备的副驾驶	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>96</u>
1.9.16 飞行前对乘客的简介	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>98</u>
1.9.17 便携式电子设备	根据 CCAR-135 部 R3 版, 删除大纲条目	无
1.9.19.1 非增压航空器中氧气设备要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>100</u>
1.9.19.2 增压航空器中氧气设备要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>100</u>
1.9.20 安全带和肩带的配备及使用要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>101</u>
1.9.21 机载雷暴探测设备的要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>102</u>
1.9.22 不工作的仪表和设备	根据 CCAR-135 部 R3 版, 删除大纲条目	无
1.9.28 仪表飞行规则起飞限制及目的地机场最低天气标准	根据 CCAR-135 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>106</u>
1.9.30 仪表飞行规则燃油及备降机场要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>107</u>
1.9.32.1 结冰条件下禁止起飞规定	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>112</u>
1.9.33.3 按仪表飞行规则运行的小型航空器的机长资格要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 修订飞行经历时间要求	<u>115</u>
1.9.34 运行经历	根据 CCAR-135 部 R3 版, 补充完善知识点	<u>116</u>
1.9.38.2 飞行机组成员的值勤期限制、飞行时间限制和休息要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>120</u>

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
1.9.38.5 机组成员休息时间的附加要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 删除与时差有关的要求	<u>123</u>
1.9.39 初始训练和复训中的驾驶员考试要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 删除大纲条目	无
1.9.40 熟练检查要求	根据 CCAR-135 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>123</u>
1.10.1.1.相关定义与一般规定	根据 CCAR-395 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>128</u>
1.10.1.2.事件调查的组织	根据 CCAR-395 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>129</u>
1.10.1.3.事发现场的保护	根据 CCAR-395 部 R3 版, 重新编写知识点	<u>130</u>
1.10.2.1.民航安全信息的定义及一般规定	根据 CCAR-396 部 R4 版, 新增知识点	<u>131</u>
1.10.2.2.事件信息的报告与收集	根据 CCAR-396 部 R4 版, 新增知识点	<u>132</u>
1.10.2.3.民航安全自愿报告系统	根据 CCAR-396 部 R4 版, 新增知识点	<u>133</u>
1.10.2.4.向局方举报民用航空安全信息的处理	根据 CCAR-396 部 R4 版, 新增知识点	<u>133</u>
2.1.4.2.液压助力式主操纵系统	删除马赫配平系统和偏航阻尼器的作用	<u>146</u>
2.1.4.6.扰流板操纵	重新编写知识点	<u>148</u>
2.1.5.5.空中放油	修订空中放油的作用	<u>152</u>
2.2.3.3.轴流压气机的结构和工作	补全原图中缺失的文字标识	<u>190</u>
2.2.4.2.空气/燃油比	重新编写知识点	<u>196</u>
2.2.4.5.热负荷	重新编写知识点	<u>198</u>
2.2.5.2.涡轮功率和能量损失	补充涡轮效率对涡轮功率的影响。	<u>201</u>
2.2.8.点火系统	补充空中点火的内容	<u>207</u>
2.2.10.2.操作和监控	修订完善滑油压力和滑油温度的含义	<u>214</u>
2.2.15.2.地面起动过程	修订关于起动过程的描述	<u>232</u>
2.2.15.4.发动机起动故障	补充完善正常启动的现象描述和原因	<u>234</u>
2.5.1.2.控制通道和通道组成	补充完善控制通道各组成部件的作用	<u>256</u>
2.5.5.1.基本术语	根据咨询通告《航空器运营人全天候运行规定》 修订术语定义	<u>266</u>
2.5.7.1.偏航阻尼器	修订完善偏航阻尼器的作用	<u>269</u>
2.5.7.3.马赫配平系统	修订完善术语, 增加配图	<u>270</u>
2.6.1.1.功能和安装要求	根据 CCAR-91 部 R4 版第 91.207 条修订相关内容	<u>272</u>
2.6.1.2.基本报警模式	根据相关机载设备的使用说明, 完善模式 4 的警告类型	<u>272</u>
2.6.1.4.前视地形警戒功能	根据相关机载设备的使用说明, 完善 TAWS 地形数据库的描述	<u>275</u>

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
2.6.2.1.功能和分类	根据 CCAR-91 部 R4 版第 91.207 条修订相关内容	<u>279</u>
2.6.2.4.驾驶舱显示	增加配图	<u>281</u>
2.6.6.飞行数据记录器	根据 CCAR-91 部 R4 版第 91.209 条修订相关内容	<u>286</u>
2.6.7.驾驶舱语音记录器	根据 CCAR-91 部 R4 版第 91.209 条修订相关内容	<u>287</u>
2.6.9.3.报警范围	补充图片的相关描述	<u>291</u>
3.1.5.限制最大起飞重量的因素	限重因素由 8 个改为 6 个	<u>318</u>
3.6.1.1.燃油政策	根据 CCAR-121 部 R7 版，修改燃油政策	<u>358</u>
3.6.1.2.燃油计算	根据 CCAR-121 部 R7 版，修改燃油计算过程	<u>359</u>
3.6.2.2 备降机场最低天气标准	根据 CCAR-121 部第 121.643 条修订相关内容	<u>361</u>
3.6.2.5.仪表飞行规则补充运行的目的地备降机场	根据 CCAR-121 部第 121.642 条修订相关内容	<u>363</u>
3.6.3.2 计算机飞行计划	更新计算机飞行计划示例	<u>364</u>
3.6.4.2.二次放行飞行计划	与燃油政策配套修改	<u>367</u>
4.1.1.3.高空低气压	增加了感冒可能导致中耳气压伤的内容，增加了高空减压病的成因	<u>380</u>
4.1.1.4.缺氧症	增加了缺氧的症状表现	<u>381</u>
4.1.2.1.中枢和周围神经系统	删除了关于反射弧的知识，此部分内容飞行员无必要掌握	<u>384</u>
4.2.1.1.注意和警觉	删除了第五点“注意力分散对警觉的影响”，此条混淆了概念，无实质意义	<u>391</u>
4.2.1.5.学习与学习理论	删除了学习理论，此部分内容过于理论化，与飞行员运行实际结合度极小	<u>393</u>
4.2.2.1.压力	删除了第一点“唤醒”，此部分内容过于理论化，飞行员无须掌握	<u>394</u>
5.1.1.2.浓积云和积雨云的特征	重新编写知识点	<u>413</u>
5.1.2.2.不同类型云的相关天气	重新编写知识点	<u>414</u>
5.1.3.1.降水的形成	重新编写知识点	<u>414</u>
5.1.3.2.降水的分类	重新编写知识点	<u>415</u>
5.1.3.3.降水对飞行的影响	重新编写知识点	<u>415</u>
5.2.1.2.风的形成	增加了摩擦层中的风压定理，完善关于风场与气压场的知识	<u>416</u>
5.4.1.3.强雷暴	增加了强雷暴的种类	<u>428</u>
5.4.2.4.雷暴的活动特征	修订了雷暴的移动与传播的特征，完善关于雷暴活动的知识	<u>431</u>

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
5.4.3.2.雷击	修订了雷击的定义	<u>432</u>
5.4.3.3.飞行中对雷暴的判断	删除了用雷达高显判断雷暴，因为飞行中机载雷达中看不到雷达高显	<u>432</u>
5.5.2.2.冷锋	简化了冷锋的特点，重点强调了冷锋天气对飞行的影响	<u>439</u>
5.5.2.3.暖锋	简化了暖锋的特点，重点强调了暖锋天气对飞行的影响	<u>440</u>
5.6.3.1.天气预报	修订简化了天气形势预报的方法	<u>445</u>
5.7.3.晴空乱流	简化了晴空乱流产生的原因，不属于飞行员实际运行中应掌握的重点	<u>449</u>
5.9.1.2.降水、云和能见度的观测	修订了降水强度分级	<u>452</u>
5.9.3.3.卫星云图上天气系统	增加了天气系统云系特征，识别天气系统是卫星云图的主要功能之一	<u>456</u>
6.1.2.1.标题栏	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>463</u>
6.1.2.3.跑道附加信息	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>465</u>
6.1.2.4.起飞(备降)最低标准	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>466</u>
6.1.3.1.标题栏	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>467</u>
6.1.3.2.平面图	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>467</u>
6.1.4.1.航路图面板和背板	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>470</u>
6.1.4.2.航路图图面信息	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>472</u>
6.1.6.1.标题栏	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>477</u>
6.1.6.2.平面图	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>480</u>
6.1.6.3.剖面图	换用新图，重新编写航图解读注释	<u>481</u>
6.1.6.4.着陆最低标准	换用新图，重新编写知识点	<u>483</u>
6.3.4.1.北斗导航卫星系统组成	新增完善北斗系统相关知识	<u>493</u>
6.4.1.2.PBN 导航规范	根据 ICAO DOC 9613 文件，修订 PBN 导航规范	<u>497</u>
6.4.1.3.PBN 导航应用	根据 ICAO DOC 9613 文件，修订 PBN 导航应用	<u>498</u>
7.1.2.1.航行通告简介	根据《航行通告编发规范》（MH/T 4030—2011），重新编写航行通告简介	<u>502</u>
7.1.2.3.雪情通告	根据《雪情通告编发规范》（AC-175-TM-2021-01），修订雪情通告的格式与说明	<u>504</u>
7.1.2.4.火山通告	根据《航行通告编发规范》（MH/T 4030—2011），重新编写火山通告的格式与说明	<u>506</u>
7.3.1.1.全天候运行对机组的要求	根据《航空器运营人全天候运行》（AC-91-FS-16-R1），重新编写知识点	<u>512</u>

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
7.3.1.2.仪表进近应建立的目视参考	原 CCAR-97 部 R2 版第 84 条与第 85 条规定，CCAR-97 部 R2 版已废止，删除相关内容	<u>514</u>
7.3.1.3.非精密进近和 I 类精密进近的最低标准	原 CCAR-97 部 R2 版规定内容，CCAR-97 部 R2 版已废止，根据《民用航空机场运行最低标准制定与实施准则》（AC-97-FS-01）修订最低标准	<u>515</u>
7.3.1.4.连续下降最后进近	根据《连续下降最后进近（CDFA）》（AC-121-FS-46），修订知识点，增加图片说明	<u>516</u>
7.3.1.5. II 类精密进近最低标准	根据《民用航空机场运行最低标准制定与实施准则》（AC-97-FS-01），修订规定的进近最低标准	<u>517</u>
7.3.1.6. III 类精密进近最低标准	根据《民用航空机场运行最低标准制定与实施准则》（AC-97-FS-01），修订规定的进近最低标准	<u>518</u>
7.3.3.1.低温条件下运行的注意事项	重新编写知识点	<u>520</u>
7.3.3.2.飞机地面防/除冰	重新编写知识点	<u>522</u>
7.3.4.延伸跨水运行	根据 CCAR-121 部 R7 版，完善延伸跨水运行含义及要求	<u>523</u>
7.3.5.1.平行跑道的运行模式	根据《尾流和平行跑道运行》（AC-91-FS-28），增加定义，完善知识点	<u>524</u>
7.3.5.2.实施独立平行仪表进近的特殊要求	根据《尾流和平行跑道运行》（AC-91-FS-28），重新编写知识点	<u>525</u>
7.3.7.2.机场区域内标志	根据《地面运行》（AC-91-FS-23），补充图片说明，增加知识点可读性	<u>535</u>
7.3.7.7.停机坪相关知识	根据《地面运行》（AC-91-FS-23），重新编写知识点	<u>550</u>
7.3.7.8.标准紧急手势信号	根据《地面运行》（AC-91-FS-23），补充图片说明，增加知识点可读性	<u>559</u>
7.3.7.9.跑道入侵	根据《地面运行》（AC-91-FS-23），增加静默驾驶舱定义，完善知识点表述	<u>560</u>
7.5.1.IMP 代码	IMP 代码在实际运行中用处比较多，替代飞行员极少使用的集装箱代码	<u>565</u>
7.6.1.1.禁止航空运输的危险品	按照 DGR 第 61 期，更新知识点	<u>570</u>
7.6.1.2.旅客与机组人员携带的危险品	根据《旅客和机组携带危险品的航空运输规范》，重新编写知识点	<u>571</u>
7.6.2.2.危险品包装的标签	根据 DGR 第 61 期，删除活体动物标签并更新知识点	<u>572</u>
7.6.3.2.危险品的隔离	根据 DGR 第 61 期，更新知识点	<u>573</u>
7.6.4.1.机长通知单	根据《旅客和机组携带危险品的航空运输规范》，重新编写知识点	<u>574</u>
8.1.3.2.FAR 失速和 1g 失速的概念	修订定义与概念	<u>579</u>

大纲编号及标题	关键修订简要说明	页码
8.2.4.1.马赫抖振和激波失速	修订定义与概念	595

附件二：参考词汇表

【说明】由于篇幅限制，本表仅列出部分容易出现翻译或理解错误的专业术语的中英文词汇对照，对于航线运输驾驶员执照理论考试知识要点中所涉及大部分常见的应知应会专业词汇本表未做收录。

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Absorption Shield	吸收罩	Angular Change	转角
Accelerometer And Gyroscope	加速度计和陀螺	Angular Displacement	角位移
Accessory Gearbox (AGB)	附件齿轮箱	Angular Velocity	角速度
Accumulator	蓄压器	Annular Type Combustion Chamber	环形燃烧室
Active Clearance Control	主动间隙控制	Annunciator Panel	信号灯板
Actuator / Hydraulic jack	执行机构，作动筒	Antenna Tilt Knob	天线俯仰调节旋钮
Adiabatic Lapse Rate	绝热直减率	Anticyclone	反气旋
Aerosol	气溶胶	Antiskid	防滞
Air Driven Pump (ADP)	空气驱动泵	AoA Probe	迎角传感器
Air-Tight Cabin	气密座舱	Arterial Blood	动脉血
Alcoholic Beverages	酒精饮料	Aspirin	阿司匹林
Alternate Current Motor Pump (ACMP)	电动泵	Attention Getters	注意力获取装置
Alternating Load	交变载荷	Aural Alerting	语音报警
Alternator/Generator	交流发电机/发电机	Aural Caution	声音警戒
Alto cumulus, Ac	高积云	Aural Command	语音指令
Altostratus, As	高层云	Aural Message	语音信息
Aluminium Alloy	铝合金	Aural Siren	警笛声
Ambient Temperature	环境温度	Aural Warning / audio Warning	音响警告
Analog To Digital Conversion	模数转换	Automatic Gain	自动增益
Analogue ADC	模拟式大气数据计算机	Axial Flow Compressor	轴流压气机
Anchoring Effect	锚定效应	Axial Thrust	轴推力
Anemometer	风速表	Band Pass Filter	带通滤波器
Anemorumbometer	风向风速表	Bead	胎缘
Angular Acceleration	角加速度	Beam	波束

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Bleed Air	引气	Circadian Rhythm	昼夜节律
Bleed Air Duct	引气管道	Cirrocumulus, Cc	卷积云
Blocker Doors Reverse Thrust	阻流门式反推装置	Cirrostratus, Cs	卷层云
Bogie	小车式起落架	Cirrus, Ci	卷云
Boost Pump	增压泵	Clamshell Type Reverse Thrust	蚌壳式或抓斗式反推
Braking Disk	刹车盘	Clearance Loss	漏气损失
Brayton Cycle	布莱顿循环发动机	Clog/Blocking	堵塞
Bucket Type Reverse Thrust	桶式反推	Clutch	离合器
Buff Line Cushion	缓冲层	Cold Vortex	冷涡
Buffet	抖动	Combustible/Flammable	易燃的/可燃的
Built In Fire Extinguishing System	固定式灭火系统	Combustion Chamber	燃烧室
Built-In Cell Tank	软油箱	Compressor	压气机
Bulkhead	舱壁, 隔板	Compressor Inlet	压气机进口
Bus	汇流条	Compressor Pressure Ratio	压气机增压比
Bypass Ratio	涵道比	Compressor Stall	压气机失速
Cabin Decompression	座舱释压	Concentration	浓度
Cabin Differential Pressure Indicator	座舱余压指示	Condensation	凝结
Cam	凸轮	Condensor	冷凝器
Can-Annular Type Combustion Chamber	联管/环管燃烧室	Conductor	导体
Capacitance Type Fuel Gauge	电容式油量表	Cones	视锥细胞
Capacitive Sensor	电容式传感器	Contamination	污染
Carcass Plies	帘线层	Continuous-Loop	连续型环线火警探测器
Cascade Vanes Reverse Thrust	格栅式/叶栅式反推装置	Contour Chart	等压面图
Cathode Ray Tube (CRT)	阴极射线管	Contour Line	等高线
Centrifugal Flow Compressors	离心式压气机	Convective	对流
Centrifugal-Type Pump	离心泵	Convergence	辐合
Check Valve	单向活门	Coolant	制冷剂

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Coriolis Illusion	科里奥利错觉	Dry-Sump Oil System	干机匣滑油系统, 滑油储存在发动机内
Corner Point Temperature	拐点温度	Eccentric Weight Motor	偏心马达
Coupler Circuit	耦合器电路	Electric Motor Driven Pump (EMDP)	电动泵
Cowl Flaps	整流罩鱼鳞板	Electrical Actuator	电动舵机
Cowling	整流罩	Electrical Resistance Anti-Icing System/	电热防冰系统
Cramping	抽筋	Electrical Resistance Detector	电阻型火警探测器
Crankcase	曲轴箱	Electrically Conductive Coating	导电涂层
Crankshaft	曲轴	Electromagnetic Lock	电磁锁
Crossfeed	交输供油	Electromagnetic Wave	电磁波
Cumulonimbus, Cb	积雨云	Electromechanical System	机电系统
Cumulus, Cu	积云	Electromotive Force	电动势
Cylinder	汽缸	Electronic Centralized Aircraft Monitoring (ECAM)	电子式集中飞机监控系统
Decompression Diving	减压性潜水	Electro-Thermal System	电热防冰系统
Demanded Oxygen Supply	断续/需求供氧	Endogenous Rhythm	内源性节律
Deposition	凝华	Engine Cowl	发动机整流罩
Depression of the Dew Point	温度露点差	Engine Driven Pump (EDP)	发动机驱动泵
Desynchronization	去同步, 不同步	Engine Exhaust Duct	发动机尾喷管
Detonation	爆震	Engine Indicating and Crew Alerting System (EICAS)	发动机指示与机组警告系统
Diabatic Process	非绝热过程	Engine Intake	发动机进气道
Diaphragm	膜片	Engine Pressure Ratio (EPR)	压力比
Diffuser	扩散器	Enhanced Ground Proximity Warning System (EGPWS)	增强型近地警告系统
Dilute	稀释	Equivalent Shaft Horsepower (ESHP)	当量轴功率
Dipstick	油尺	Ethylene Glycol	乙二醇
Ditching	水上迫降	Excess Air Coefficient	余气系数
Drag Strut	阻力撑杆	Exhaust Gas Temperature (EGT)	排气温度

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Fail-Operational	故障后保持工作的	Gyro-Stabilized Platform	陀螺稳定平台
Fail-Passive	故障后被动保护的	Halon	卤化烷（常用以灭火）
Feel System	感力系统	Halon Fire Extinguishing Agent	卤代烃灭火剂
Film of Water	水膜	Hand Fire Extinguisher	手提式灭火器
Firewall	防火墙	Hearing Threshold Shift	听阈偏移
Fixed Built-In Tank	硬壳式油箱	Helical Gear	斜齿轮
Flat Rated	额定推力	Hemoglobin	血红蛋白
Float Type Fuel Gauge	浮子式油量表	Heredity	遗传
Float-Type Carburetor	浮子式汽化器	Hung Start	悬挂启动
Fly By Wire System (FBW)	电传操纵系统	Hydromechanical Unit (HMU)	液压机械组件
Foehn	焚风	Hydrophobic Coating	厌水涂层
Former	隔框	Hydroplaning	滑水
Fracto-Nimbus, Fn	碎雨云	Hypertension, High Blood Pressure	高血压
Freon	氟利昂	Hypotension, Low Blood Pressure	低血压
Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW)	调频连续波	IDG - Integrated Drive Generator	整体驱动发电机
Frequency Spectrum	频谱	Ignition Exciter	点火激励器
Front Spar	前梁	Ignition Plug	点火电嘴
Fuel Chute Dump System	重力放油系统	Immune System	免疫系统
Fuel Consumption Indicator	燃油消耗指示器	Impeller	叶轮
Fuel Jettisoning	空中放油	Impulse Type Turbine Blade	脉冲式涡轮叶片
Full Authority Digital Electronic Control (FADEC)	全功能/权限数字式发动机控制	Impulsivity	冲动态度
Fuselage Flexing	飞机振动	Incidence of Radiation	辐射量
Fusible Plug	热熔塞	Induced Electromotive Force	感应电动势
Gear Type Pump	齿轮泵	Induction	进气
Geopotential Height	位势高度	Inertia Wave	惯性波
Geostrophic Wind	地转风	Inertial Centrifugal Force	惯性离心力
Grease	油脂	Inertial Navigation System (NS)	惯性导航系统

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Inertial Reference System (IRS)	惯性基准系统	Mineral Base Hydraulic Fluid	矿物基液压油
Inhibit Switch	抑制电门	Modified Attitude Matrix	修正姿态矩阵
Inlet Guide Vanes	进气道导流叶片	Moment/Torque	力矩
Insomnia	失眠	Monocoque Fuselage	硬壳式机身
Integral Tank	整体结构油箱	Movement Resistance	运动阻力
Intermittent Precipitation	间歇性降水	Multiple Can Type Combustion Chamber	分管燃烧室
Intertropical Convergence Zone (ITCZ)	热带辐合带	Multiple Disk Brakes	多圆盘式刹车
Intruder	闯入者	Nacelle	发动机吊舱, 短舱
Inversion Layer	逆温层	Nimbostratus, Ns	雨层云
Invertebrate Weakness	固癖	Nitrogen (N ₂)	氮气
Inviolability	无懈可击的态度	Non-Decompression Diving	非减压性潜水
Ionization Smoke Detector	离子型烟雾探测器	Nozzle Guide Vane	(涡轮) 导向器叶片
Isotherm	等温线	Obesity	肥胖
Jet Pump	引射泵	Occluded Front	锢囚锋
Katabatic Wind	下坡风	Octane	辛烷
Lateral Navigation (LNAV)	水平导航	Oleo Leg	油气支柱
Lateral Steering Command	横滚指令	Oleo Pneumatic Shock Strut	油气式减震支柱
Leans Illusion	倾斜错觉	Opportunism	机会主义, 投机主义
Lens	晶状体	Optic Nerve	视神经
Longeron	纵梁, 长桁	Optical Path Length	传播行程
Magnetic Chip Detector	磁性金属屑探测器	Oscillatory Type Ice Detector	振荡式结冰探测器
Magneto	磁电机, 打火装置	Otto Cycle	奥托循环
Manifold	歧管	Override	超控, 使自动控制暂时失效
Megaphone	扩音器	Override Pump	超控泵
Meridional Circulation	经向环流	Over-The-Counter Drug	非处方药/柜台药物 (OTC)
Methanol	甲醇	Overwing Exit	翼上应急出口
Middle Ear Barotraumas	中耳气压性损伤	Parasite Drag	废阻力
Mind Set; Thinking Set	思维定势; 固着	Peer Pressure	同伴压力

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Permanent Rain Repellant Coating	永久性厌水涂层	Primer	启动注油泵, 手动注油泵
Petroleum	石油	Probe	探棒
Petroleum Base Hydraulic Fluid	矿物基液压油	Propulsive Efficiency	推进效率
Phosphate Ester Based Oil	磷酸酯基液压油	Protective Breathing Equipment (PBE)	防护性供氧设备
Photocell Detector	光电检测器	Proximate Traffic (PT)	接近交通
Photoelectric	光电的	Proximity Warning	接近警告
Piezoelectricity	压电	Pulmonary Circulation	肺循环
Piston Type Pump	柱塞泵	Quantity Indication	油量指示
Pitch Trim Servo Motor	俯仰配平伺服电机	Quasi-Geostrophic Motion	准地转运动
Pivoting Door Type Reverse Thrust	折流板式/枢轴式反推装置	Quick-Donning Mask	快戴式面罩
Placard	标称值, 标语牌	Quick-Donning Oxygen Masks	快速摘戴型氧气面罩
Plasma	血浆	Radome	雷达天线罩
Ply rating	轮胎层级	Raft / Lifeboat	救生筏
Pneumatic Air Conditioning Kit (PACK)	空调组件	Rain Repellant	排雨剂
Pneumatic De-Icing System	气动除冰系统	Rain Repellant Fluid	排雨液
Pneumatic System	气源系统	Ram Air Turbine (RAT)	冲压空气涡轮
Portable Breathing Equipment	便携式供氧设备	Ram Effect	冲压效应
Precooler	预冷器	Ram Rise	动力温升
Predictive Windshear System (PWS)	风切变预警系统	Reaction Type Turbine Blade	反作用式涡轮叶片
Pre-Ignition	早燃	Rear Spar	后梁
Premature Descent	过早下降	Redundancy	余度
Pressure Differential	余压	Redundant Operational System	冗余操作系统
Pressure Regulator and Shutoff Valve (PRSOV)	调压关断活门	Reference Coordinate System	基准坐标系
Pressure Transducer	压力传感器	Reference EPR	目标推力值
Pressurization	增压	Relay	继电器
Prevailing Visibility	有效能见度	Residual Strength	剩余强度

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Resolution	分辨率	Single Disk Brakes	单圆盘式刹车
Resolution Advisory (RA)	决策咨询	Single-Spool	单转子
Resolution Advisory Command	RA 指令	Slant Visibility	倾斜能见度
Respiratory System	呼吸系统	Sleeve	套筒
Respiratory Tract	呼吸道	Smoke Goggle	护目镜/防烟眼镜
Rib	翼肋	Snout	燃烧室头部
Ridge	高压脊	Snubber	缓冲器
Rigidity/Stiffness	刚度	Sodium Chlorate	氯酸钠
Rim	轮毂	Soft Palate	软腭
Saturation Vapor Pressure	饱和水汽压	Solenoid	电磁阀
Scavenge Pumps	回油泵	Spar	翼梁
Scuba Diving	携带供氧设备潜水 (深潜)	Spark Ignition	火花点燃
Self-Consciousness	自觉	Spark Plug	火花塞
Self-Esteem	自尊、自负、自大	SPD Mode	速度模式
Self-Examination	自省	Specific Fuel Consumption (SFC)	燃油消耗率
Self-Restraint	自我约束, 自制	Spoiler	扰流板
Self-Sustaining Speed	自维持转速	Spot-Detection	点型火警探测器
Semi Transparent And Semi Reflective Mirror	半透半反射镜	Squall Line	飑线
Semicircular Canals	半规管	Stage	级, 轴流式压气机的一级
Semi-Conductor	半导体	Stationary Front	静止锋
Semi-Monocoque Fuselage	半硬壳式机身	Steady Compressor Stall	压气机失速稳态
Servo Amplifier	伺服放大器	Stick Shaker	抖杆器
Servo Tab	伺服调整片	Stimulant	兴奋剂
Shaft Horsepower (SHP)	轴功率	Stomach Upset	胃肠不适
Shimmy	摆振	Stomachache/Bellyache	腹痛
Shimmy Damper	减摆器	Strain	应变
Shock Absorber	减震器	Strainer	滤网
Side Strut	侧撑杆	Strap Down Inertial Navigation System	捷联式惯性导航系统

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Sidewalls	胎侧壁	Stratiform Cloud	层状云
Stratocumulus Castellanus	堡状层积云	Tilt	倾斜
Stratocumulus Lenticularis	荚状层积云	Tingling	刺痛感
Stratocumulus, Sc	层积云	Tire Burst	爆胎
Stratopause	平流层顶	Tire Creep	轮胎错线
Stratus Fractus, Fs	碎层云	Torque Meter	扭矩表
Stratus, St	层云	Torsion	扭转
Stringer	桁条	Torsion Links	扭力臂/防扭臂
Stroke	冲程	Toxic	有毒的
Strokes	中风	Trachea	气管
Sublimation	升华	Transient Compressor Stall	压气机失速瞬态
Subsidence Inversion	下沉逆温	Transparent Film	透明薄膜
Suction Feed	抽吸供油	Tread	胎面
Suction Line	抽油管路	Trim Air	配平空气, 用于分区控制客舱内的温度
Supercharger	机械增压器	Trip Off	跳开
Surge	喘振	Tubeless Tire	无内胎轮胎
Surge Tank	通气油箱	Turbine Shaft	涡轮轴
Swirl Vanes	旋流器导叶	Turbo Shaft Engine	涡轴发动机
Synoptic Analysis	天气分析	Ultra High Frequency (UHF)	超高频
Synoptic Chart	天气图	Uncontrollable 'Nose Down' Motion	机头自动下沉现象
System Data Acquisition Concentrator (SDAC)	系统数据采集集中器	Vapor Cycle Cooling System	蒸发循环制冷系统
TAT Probe	总温传感器	Variable	风向不定
Thermal Efficiency	热效率	Variable Delivery Pump	变量泵
Thermal Low	热低压	Variable Pitch Propeller	变距螺旋桨
Thermal Wind	热成风	Vegetable Base Hydraulic Fluid	植物基液压油
Thermocouple	热电偶	Vein	静脉
Thermosensitive Switch	热敏电门	Venous Blood	静脉血
Three Phase Alternating Current	三相交流电	Vertical Evasive Movement	垂直避让机动

英文词汇	中文释义	英文词汇	中文释义
Tiller	转弯手轮	Vertical Fin	垂直尾翼
Vertical Triggering Threshold	垂直触发门限	Vorticity	涡度
Vibration Amplitude	振动幅值	Warm Vortex	暖涡
Vibration Load Factor	振动载荷系数	Wet-Sump Oil System	湿机匣滑油系统， 独立油箱存储滑油
Virga	雨幡	Windshield Wiper	风挡雨刷
Vortex	低涡	Yaw Damper (YD)	偏航阻尼器