



民用航空器维修人员执照教材

（第 2 册）

航空器维修

本教材著作权归中国民用航空维修协会推荐，版权所有

序 言

为支持行业规范按照中国民航局规章《民用航空器维修人员执照管理规则》（CCAR-66 部）开展民用航空器维修人员执照培训和考试工作，受中国民航局飞行标准司委托，中国民航维修协会（CAMAC）组织编写了民用航空器维修基础知识培训系列教材，作为开展航空器维修基础知识培训参考的通用教材，并由飞行标准司以此为基础建立考试题库。本系列教材共分为 6 本，分别对应航空器维修基础知识培训模块如下：

《航空概论》对应模块 M1；

《航空器维修》对应模块 M2；

《飞机结构和系统》对应模块 M3；

《直升机结构和系统》对应模块 M4；

《航空涡轮发动机》对应模块 M5；

《航空活塞发动机》对应模块 M6。

以上系列教材的初版由中国民用航空维修协会组织下设的 CCAR-147 委员会编制，力求通俗易懂，图文并茂，突出实际应用。2021 年，中国民用航空维修协会组织部分航空院校专家成立了维修人员执照专业委员会，于 2023 年 4 月开始对初版教材进行了全面修订（第一次修订），以强化概念清晰、理论正确、知识点全面，并全面优化了引用图表。在此，对 CCAR-147 委员会、维修人员执照专业委员会各单位和专家（具体详见协会官方网站 <http://www.camac.org.cn>）一并表示感谢，并特别鸣谢中国商飞、航空工业相关单位的大力支持。

尽管组织大量行业内专家合力编写和修订，但由于涉及知识面广及时间有限，难免存在诸多不足，敬请各位专家和读者及时指出，以便再版时加以改进。

中国民用航空维修协会

2024 年 12 月 5 日

目 录

序 言	I
第一部分 维修中人的因素和维修作风管理	1
第1章 维修中人的因素	2
1.1 人的因素与民航	2
1.1.1 概述	2
1.1.2 研究人的因素的必要性	2
1.2 典型的人为因素模型	4
1.2.1 SHELL模型	4
1.2.2 墨菲定律	7
1.2.3 海恩法则	7
1.2.4 事故链理论	9
1.2.5 圆盘漏洞理论	10
1.2.6 马斯洛层次需求理论	10
1.2.7 Reason模型	11
1.2.8 人为因素模型的特点	12
1.2.9 人为因素模型的应用举例	13
1.3 维修工作中的人为差错	15
1.3.1 概述	15
1.3.2 差错的征兆	21
1.3.3 差错管理	21
1.3.4 人为差错的“十二条陷阱”	22
1.4 人的生理因素影响	30
1.4.1 视觉	30
1.4.2 听觉	32
1.4.3 信息处理	33
1.4.4 恐惧症、恐高症	36

1.4.5 身体健康和亚健康状态	37
1.4.6 睡眠、疲劳和倒班	38
1.5 人的心理因素影响	40
1.5.1 来自家庭和工作的紧张压力	40
1.5.2 时间压力和期限	41
1.5.3 工作负荷	42
1.5.4 酒精、滥用药物和毒品	43
1.6 人的组织行为影响	44
1.6.1 团队的概念	44
1.6.2 影响团队工作的因素	44
1.6.3 有效团队工作的要素	46
1.7 人的工作环境影响	49
1.7.1 认识和避免危险	49
1.7.2 紧急情况处理	50
1.8 典型案例分析	51
1.8.1 机务维修典型案例归类与分析	51
1.8.2 与人为因素有关的事故和事故征候	54
第2章 维修作风管理	61
2.1 中国民航机务维修史	61
2.1.1 概述	61
2.1.2 新中国机务维修队伍的建立	61
2.1.3 以苏制飞机维修模式为基础开展维修	62
2.1.4 机务维修逐步与国际接轨	63
2.1.5 开创机务维修新纪元	65
2.2 维修作风诠释：严谨、专业、诚信	65
2.2.1 概述	65
2.2.2 作风和工作作风	66
2.2.3 维修作风的重要性	66
2.2.4 维修作风之严谨、专业和诚信	67
2.2.5 维修人员工作作风管理规范	68

2.3 应用APS理论预防维修差错	73
2.3.1 维修系统运行水平的度量标准	73
2.3.2 APS理论的概念和模型	74
2.3.3 APS理论的内容	75
2.3.4 APS理论的运行特征	77
2.3.5 全面生产准备的实施方法	82
2.3.6 科学施工程序的实施方法	86
2.3.7 规范工作标准的实施方法	87
2.3.8 APS应用典型案例分析	89
2.4 维修作风和诚信管理	93
2.4.1 作风不严谨影响飞行安全典型案例	93
2.4.2 专业技能不足影响飞行安全典型案例	95
2.4.3 人员不诚信影响飞行安全典型案例	97
2.4.4 《民航行业信用管理办法》	99
2.4.5 《民航维修行业失信行为管理办法》	100
2.4.6 维修行业的行政处罚	103
第二部分 航空器维修法规和规范	105
第3章 航空器维修法规和规范	106
3.1 中国民航的维修管理和法规体系	106
3.1.1 中国民航的国内法律及法规文件体系	106
3.1.2 中国民航局的组织机构和职责	107
3.1.3 标准和规范的采用	109
3.1.4 航空器维修有关的部分法规和规范	111
3.2 维修人员管理的法规文件	113
3.2.1 CCAR-66部	113
3.2.2 CCAR-147部	124
3.3 维修单位管理的法规文件	131
3.3.1 CCAR-145部	131
3.4 运营人/运营人维修管理的法规文件	154
3.4.1 CCAR-91部	155

3.4.2	CCAR-121部	160
3.4.3	CCAR-135部	169
3.4.4	CCAR-136部	172
3.5	无人驾驶航空器的法规文件	174
3.5.1	CCAR-92部	174
3.6	国际相关法规文件	177
3.6.1	国际民航组织的标准和建议措施	177
3.6.2	美国FAA的法规体系	182
3.6.3	欧洲EASA的法规体系	186
第三部分	航空器维修基础	190
第4章	维修工作	191
4.1	维修技术文件	191
4.1.1	局方批准的技术资料	191
4.1.2	航空器及其部件制造厂家技术资料	192
4.1.3	航空运营人维修文件	192
4.1.4	维修单位的维修手册	194
4.2	典型维修单位的维修手册	194
4.2.1	手册与适航关系	195
4.2.2	手册的管理	195
4.2.3	ATA技术规范	196
4.2.4	手册的获取	200
4.2.5	手册的分类与修订	202
4.2.6	按用途/功能分类的手册介绍	203
4.2.7	工程类技术文件	209
4.2.8	适航指令（AD / CAD）	210
4.2.9	工程指令（EO）	211
4.2.10	工作单/卡	211
4.3	航空维修工作概述	211
4.4	飞机地面勤务和航线维修	212
4.4.1	飞机地面勤务	212

4.4.2	航线维修	216
4.4.3	特殊维修任务	216
4.4.4	A检以下工作范围的航空器计划维修	219
4.4.5	A检以下工作范围的动力装置/螺旋桨计划在翼维修	222
4.4.6	航线工作能力范围内的非计划维修	222
4.4.7	维修放行	227
4.5	预防性维修工作	228
4.5.1	概述	228
4.5.2	A检或以上工作范围的航空器定期检修	228
4.5.3	A检或以上工作范围的动力装置/螺旋桨/部件在翼定期检修	230
4.5.4	航线工作能力范围外的非计划检修	231
4.6	发动机和零部件维修工作	233
4.6.1	概述	233
4.6.2	发动机单独维修工作	233
4.6.3	零部件单独维修工作	235
4.6.4	发动机、零部件维修大纲	235
第四部分	航空器适航	236
第5章	航空器的适航性与初始适航	237
5.1	概述	237
5.1.1	适航性的概念	237
5.1.2	航空器维修活动涉及的主要部门及其职责	238
5.2	适航管理	239
5.2.1	概述	239
5.2.2	适航管理的法规体系	240
5.2.3	依据法规实施的适航管理	241
5.3	适航标准和初始适航规章	241
5.3.1	适航标准	241
5.3.2	初始适航规章	242
5.3.3	适航证件体系简介	248
第6章	持续适航	249

6.1 航空器维修中的持续适航管理	249
6.1.1 概述	249
6.1.2 维修管理法规框架体系	249
6.1.3 维修技术文件管控机制	251
6.1.4 维修人员资质管理	255
6.2 适航性限制简介	256
6.2.1 概述	256
6.2.2 包含适航性限制内容的规章	257
6.3 MSG-3分析简介	258
6.3.1 概述	258
6.3.2 MSG-3的四个分析维度	260
6.3.3 历史回顾	260
6.3.4 一些文件之间关系	262
6.4 AEG评审	262
6.4.1 概述	262
6.4.2 飞行标准化委员会（FSB）评审工作	265
6.4.3 飞行运行评审委员会（FOEB）评审工作	266
6.4.4 维修审查委员会（MRB）评审工作	268
6.5 老龄飞机的适航要求	273
参考文献	282

第一部分 维修中人的因素和 维修作风管理

第 1 章 维修中人的因素

1.1 人的因素与民航

1.1.1 概述

人的因素是指影响自然人个体行为的生理、心理、技能、环境及组织管理等个体与系统性因素，其核心是研究“人—机—环境—组织”交互中导致差错或事故的潜在原因，广泛应用于航空维修、医疗、交通等对安全性要求极高的领域。人与人、人与广义环境相关的各种因素及其相互影响是人为因素研究的主要内容，在航空维修领域采用人为因素研究成果有利于优化维修人员的行为表现并减少人为差错。

民航业最为关注的两个目标是安全与效率，安全是民航业的生命线，效率是行业发展的驱动力。二者缺一不可，但二者也相互矛盾。在民航维修工作中，若着重保障安全，往往需要采用增配人手，增加安全检查频次等举措，然而这些举措会导致工作效率有所降低；反之，若以提升效率为首要目标，势必要简化工作流程，如此一来则会使安全风险显著增加。借助人为因素研究，在民航维修工作中探寻安全与效率的平衡之道是重要方法之一。

1.1.2 研究人的因素的必要性

在民航业发展初期，受生产力发展水平的制约，科学技术相对落后，在飞机设计制造方面存在的缺陷较为突出，成为影响航空安全的主要因素，占全部事故的 80% 以上，如图 1-1 所示。当时，人们主要关注和解决的是飞机的性能问题。在这个时期，航空界主要是通过技术改进解决航空安全问题。事实证明，这种方法取得了成功，显著地降低了事故率。

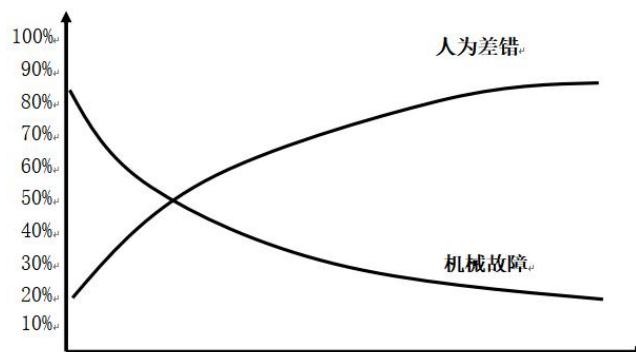


图1-1 事故原因分析

20 世纪 70 年代中期以后，航空器安全水平逐渐提高，飞机的机械原因导致事故的比例，从 80% 左右降低到 20% 左右，而人为差错导致的事故比例越来越高（占事故比例的 80% 左

右)。人们逐渐认识到:航空器的可靠性已远远大于人操作的可靠性,人的失误对飞行安全构成了更大的威胁。这使得提高航空安全的关注点逐步转移到人的身上。因此,在航空器维修领域,研究人的因素显得越来越有必要。

1.1.2.1 人为因素的定义

1986年国际民航组织(ICAO)在227咨询通告中将人为因素定义为:人为因素是有关人的科学,包括工作和生活环境中的人,人与设备、程序及周围环境之间的关系,人与其他人的关系。人为因素涉及航空系统中人的所有特征;它经常利用系统工程学框架,通过系统的应用人的科学,以寻求人的最佳表现。民航业界研究人为因素所关注的两个紧密关联的目标是安全与效率,保障安全是实现效率的前提,而合理提升效率有助于更好地维护安全。

在《民用航空器维修单位合格审定规则》(CCAR-145R4)规章中的人为因素定义:是指航空器维修工作过程中,应当考虑人的行为能力和局限性对航空器或者其部件的维修的有效性和安全性的影响,以及考虑人与其他因素的协调关系的基本原则。

1.1.2.2 人为因素的学科性质

人为因素是一门涉及心理学、生理学、人体测量学、工程学、医学、社会学和统计学等多学科交叉的综合科学,并具有很强的实践性。

心理学是研究心理规律的科学。心理规律是指认识、情感、意志等心理过程和能力、性格等心理特征的规律。心理学关注的特定领域主要是感官特征、信息处理、动机、情绪、思维方法、心理运动技能、人为差错。心理学在民航的应用领域涵盖人员训练系统的要求和方法、人员选拔的要求和方法、情绪和环境压力对人员表现的影响等方面。

生理学是研究生物体功能的科学。生理学关注的领域是细胞结构和化学、器官组织结构和功能、身体各部分之间的相互作用、身体系统的功能和要求。生理学在民航的应用领域涵盖环境系统、饮食、营养和环境因素的影响和要求等方面。

人体测量学是人类学的一个分支学科,主要是通过人体整体测量和局部测量来研究人体的类型、特征、变异和发展规律。人体测量学关注的领域是解剖学、生物力学、运动技能学。人体测量学在民航的应用领域涵盖地面支持设备、维修口盖的尺寸、工作站布局(可达性、座椅的调节范围)等方面。

工程学是将自然科学应用到工业和农业生产部门中形成的各学科的总称,主要是应用物理学、数学、化学、生物学等基础科学的原理,结合在科学实验及生产实践中积累的技术经验而发展起来的,如水利工程、机电工程、冶金工程、化学工程、生物工程等。工程学关注的领域是结构、液压、机械、电气、电子和空气动力设计、系统分析、模拟、原材料、光学

等。工程学在民航的应用领域涵盖显示器和控制器的设计、控制系统的设计、复杂系统的设计、光学系统的设计、模拟机设计等方面。

医学是研究人类生命过程以及同疾病作斗争的科学体系。医学关注的领域是各种力量、射线、化学和疾病对人的影响和保持健康身体状况的适当方法。医学在民航的应用领域涵盖毒理学、化学、如何保持健康等方面。

社会学是从社会整体出发，通过社会关系和社会行为来研究社会的结构、功能、发生和发展规律的社会科学。社会学在民航关注的领域是班组建设和团队的有效性。

统计学是收集、处理、分析、解释数据并从数据中得出结论的科学。统计学在民航的应用广泛，运用统计学的原理和方法对民航业数据进行分析，有助于得出科学客观的结论。

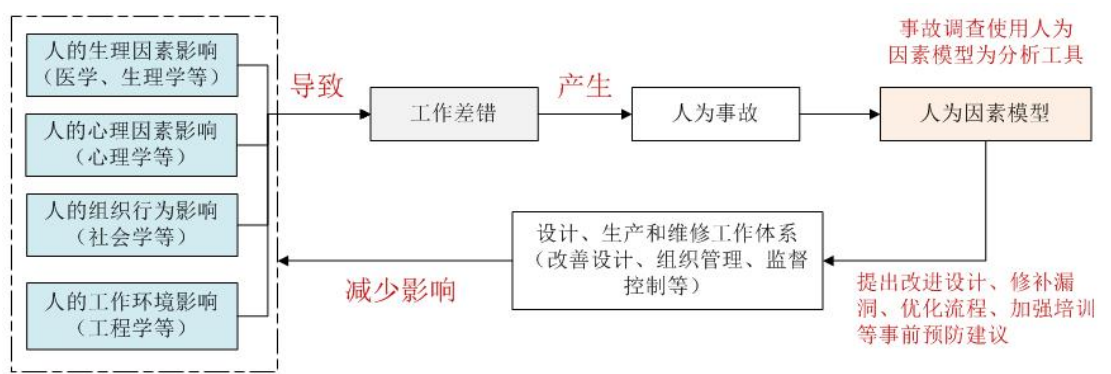


图1-2 本章课程内容相互关系示意图

1.2 典型的人为因素模型

学习人为因素理论的目标是帮助航空维修领域各岗位人员（包括一线维修人员、工程师及管理人员等）清晰认知自身及他人行为表现的客观局限，进而掌握预防与纠正操作差错、改善易致错行为模式及习惯的方法。通过应用人为因素研究成果，我们可以采取一些预防措施减少人为差错，例如：提供有效的培训，优化工作程序，完善设备和设施，采用重复检查等来避免作业差错和管理差错。

1.2.1 SHEL模型

1.2.1.1 SHEL模型的概念

人为因素是通过研究人与广义环境的关系，来提升安全水平和工作效率，SHEL模型很好地体现了这一概念，又被称作为人为因素的概念模型。

SHEL模型由模型中各组成部分的第一个字母构成，是Elwyn Edwards（爱德华·埃尔温）教授1972年提出的。1975年，Frank Hawkins将其发展为一个带齿边的方块模型，用

简化的方法表示复杂系统，具体、形象地表现人为因素研究的范围、基本要素及它们之间的相互关系，如图 1-3 所示。

S—软件（Software），即手册程序，包括维修手册、检查单、安全规章制度、质量控制文件和 IT 系统等。

H—硬件（Hardware），即工具、测试设备、飞机结构、驾驶舱设计、操纵系统和仪表的配置和使用特性等。

E—环境（Environment），即自然环境和社会环境，例如机库条件和航线条件等环境以及政策和文化等。

L—生命件/人（Lifeware），即人，处于模型中间的人，包括维修人员、主管、计划员、经理等。

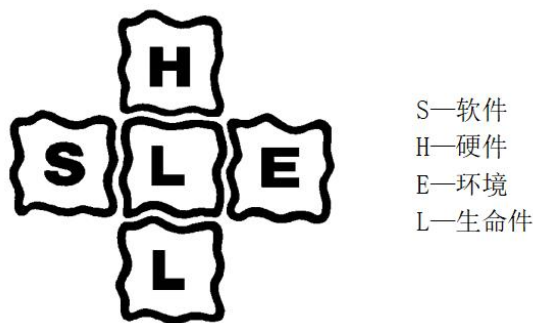


图 1-3 Hawkins 修改的 SHEL 模型

在 SHEL 模型中，方块界面的匹配与不匹配，如同方块图形本身的特征一样重要。有一处不匹配就意味一个危险源。人是这个模型的中心，被认为是系统中最重要，同时其适应能力也是最重要的组成部分。人的表现有很大差异，且承受着许多限制。这个方块边缘是锯齿状的，如要避免系统的内应力，甚至是分裂，系统的其他部分必须小心与之匹配。因此，必须了解 SHEL 模型的“中心”特点，诸如人体尺寸、外形和人体需求、输入特点、信息处理、输出特点和环境耐受性等。

1.2.1.2 SHEL 界面与人不匹配案例

既然人是 SHEL 模型的中心，那么其他部分就必须适应人的需要，并与这个中心部分相配合，这要求硬件、软件、环境的设计必须能增强人的作业表现与尊重人的局限性。

（1）人—硬件：是指系统中人与结构体之间的界面，即“人机工效”。例如座位设计要符合人体特点，驾驶舱显示屏位置要符合使用者的视觉和信息处理习惯等。

案例：1993 年 4 月 6 日，一架麦道 MD-11 型客机执行北京至洛杉矶航班，由于襟翼缝翼手柄设计不当，使该机在阿拉斯加上空巡航飞行时发生手柄无意移出（收上）位置，前缘

缝翼放出,加之飞行员缺乏飞机在高空失稳状态改出和对失速警告反应训练,操作修正过急,导致飞机猛烈俯仰振荡,失去高度 5000 英尺,后飞机备降谢米亚空军基地。旅客死亡 2 人,重伤 53 人,轻伤 96 人,机组重伤 7 人。

(2) 人一软件:是指系统中人与非结构体(如程序、手册、检查单、像符号和计算机程序等)之间的界面,即“人机交互”。

案例:米制和英尺带来的困惑。1999 年大韩航空公司一架麦道 MD-11 货机从上海虹桥机场起飞,升空后仅三分钟就坠落,飞机上两名驾驶员和一名机械师遇难,另外还造成地面 5 人死亡,4 人重伤,36 人轻伤。事故调查显示,该航班飞行员混淆了上海虹桥机场的离港高度单位,把米误认为英尺,在离港过程中,机长根据副驾驶错误的高度指令而采取错误的飞行操纵,是导致本次事故的最大可能原因。

(3) 人一环境:各种自然的、非自然的环境因素将通过人一环境界面与人相互作用。

案例:在黑暗的海上向光亮的区域进近会使人产生错觉。1983 年 12 月,一架螺旋桨飞机开始下降,准备在英国的斯托诺韦机场进行夜间目视着陆。从雷达显示观察到飞机是稳定下降到海平面,距机场 10 英里处,雷达跟踪失去目标,当时天特别黑,在 1000 至 3000 英尺之间分布云层。雷达记录显示,大约在 3000 英尺时,飞行员减小进近速度,放下襟翼和起落架,快速下降。事后调查发现,所有机上人员都溺水而死,这表明飞机没有与海面发生强烈冲击。从飞机残骸中也未发现机身和发动机故障的证据。

(4) 人—人:在这个界面中,应予以重视的是领导、班组合作、团队工作和个人之间的相互作用。基层员工和管理层的关系也在此界面范围内,因为合作风气和公司的工作压力可对人为表现产生很大影响。

案例:教员的错误习惯导致学员出现差错导致事故。某通用航空公司一机长教员执行航班任务,在基地机场降落时由于使用反桨减速,导致飞机大火后爆炸。事后调查发现,公司手册和局方政策明令不许使用反桨着陆,但是该教员在平时授课时就经常使用反桨着陆,并且每次降落的效果都非常好,很多学员认为该教员操作水平高,纷纷效仿。公司管理层也知道该教员经常反桨着落,但是没有一人去向他提出异议。

在 SHELL 模型框架下,人为因素研究聚焦于人与该模型其他要素间的交互界面,并着重从安全视角研究人与各要素之间可能存在的风险隐患与缺陷之处,例如:

人一软件:曲解程序,编写不实用的手册,设计不合理的检查单,未经测试或难于使用的计算机软件。

人一硬件:没有足够的工具,不适当的设备,飞机维修性设计很差。

人一环境：不舒适的工作场地，不适当的机库空间，过高的温度，过大的噪声，照明差。

人一人：和其他人的关系，人力短缺，缺少监督，缺少来自管理人员的支持。

尽管现代飞机在设计时已集成自检与诊断功能，但诸多航空器的具体维修作业仍需依赖维修人员执行。然而，受生理、心理等因素制约，人类存在固有局限性。在 SHELL 模型中，人作为核心要素，软件、硬件及环境等其他要素的设计均应契合人的能力特性，规避其局限性。若未能充分考量这两个层面，不仅难以充分发挥维修人员的专业效能，更可能诱发操作失误，对航空安全构成威胁。

1.2.2 墨菲定律

墨菲定律在航空维修领域得到广泛应用。该定律指出：若某一行为存在发生人为差错的可能性，那么人为差错必然会出现（“Anything that can go wrong will go wrong”）。在航空维修中的具体体现为：若飞机某部件存在错误安装的潜在可能，那么在实际操作中，错误安装的情况终将发生，并且可能导致严重的后果。例如：在绕机检查过程中遗漏某个检查步骤，即使这个概率很低，但只要有这种可能，那么在一定时间或次数的绕机检查中，就极有可能真的出现该步骤遗漏并引发后果。

墨菲定律符合唯物辩证法与客观发展规律。其一，它明确认知人类能力存在边界，强调安全状态的相对性；其二，该定律表明，承认能力边界与发挥人的主观能动性、秉持进取精神并不相悖。只要强化忧患意识，重视风险前置预防，持续从系统层面优化安全管理体系，完善安全保障条件，即可有效管控显性与隐性安全风险。

案例：维修工具遗留在发动机内部

在一次飞机发动机例行检修工作结束后，一名维修人员在收拾工具时，由于疏忽大意，遗漏了一把扳手在发动机内部。尽管在维修结束后，维修团队按照流程进行了工具清点，由于长期重复工作导致的骄傲自满思想，只进行了简单的目视检查，也未发现遗漏。飞机在后续的飞行过程中，发动机内部的扳手随着发动机的运转移动，与其他部件发生碰撞和摩擦，导致发动机内部零件损坏，引发发动机故障，飞机不得不紧急迫降，所幸没有造成人员伤亡，但飞机发动机遭受了严重的损坏，航空公司也因此遭受了巨大的经济损失。

墨菲定律忠告人们：在航空器维修工作中，最好还是事先想得更周到、更全面一些，采取多种保险措施，可以有效防止偶然发生的人为失误导致损失和灾难。

1.2.3 海恩法则

海恩法则是德国飞行员帕布斯·海恩对多起航空事故深入分析研究后得出的。海恩认为，每一起重大事故的背后，必然有 29 次轻微事故和 300 起事故征候以及 1000 起事故隐患

（又称为不安全事件）。海恩法则可形象绘制成冰山形式，因此又被称为“差错冰山理论”，如图 1-4 所示。

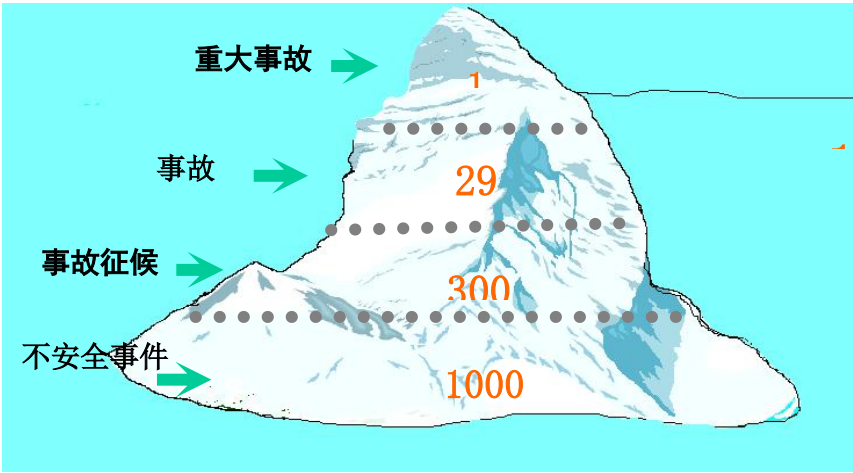


图 1-4 海恩法则（差错冰山理论）

航空维修中的人为差错在最不幸的情况下的确会导致机毁人亡的惨剧，机毁人亡的事故只是冰山露出水面的一角，在水面以下还有许多未发展成为事故的事故征候，每个事故征候的下面还有许多未发展成为事故征候的不安全事件。

在航空维修领域，所有不安全事件均具有重要参考价值，因其极有可能是潜在事故的预警信号。因此，针对维修过程中的不安全事件，必须严格依据相关法规，及时、准确地向民航主管部门进行报告。这些数据将为安全趋势分析提供重要依据，以便在必要时采取有效措施，降低差错发生的概率及其潜在危险性。

在航空器维修作业中，相当比例的人为差错能够在现场被及时发现并予以纠正。发现差错的主体既包括维修人员本人，也包括其同事、班组长及质量控制人员。对此，出现差错的当事人应当深入反思，充分汲取经验教训，切实降低同类错误再次发生的可能性。对于维修人员，从自身及他人所犯差错中总结经验至关重要，这些经验和教训是学习和研究人为差错的正向价值体现。

案例：飞机起落架故障隐患排查

某航空公司的一架客机执行了多次短途飞行任务后，维修人员在一次日常检查中发现，飞机起落架的一个轮胎表面有轻微的磨损不均匀现象，同时在起落架收放机构的检查中，听到了一丝异常的轻微响声。

维修人员依据海恩法则，意识到这些看似微小的问题可能是严重故障的前兆。他们没有忽视这些小问题，而是对起落架系统进行了全面深入地检查。通过进一步拆解和检测，发现起落架的一个关键连接部件存在微小的裂纹，这很可能是导致轮胎磨损不均匀和收放机构异

常响声的原因。维修人员及时更换了有裂纹的部件，避免了可能因起落架故障导致的飞机起降事故，该名维修人员获得了表彰。

在许多情形下，一旦出现维修差错，一线当事维修人员常被认定“有问题”并遭到责备。但单纯责备当事者未必能起到积极作用，反而可能致使维修人员隐瞒差错、拒绝承认失误或不上报不安全事件，导致引发更大的安全事故。若差错源于系统固有缺陷（如不合理的工作程序），仅责备一线维修人员显然有失公允。

海恩法则告诉我们，事故案件的发生看似偶然，其实是各种因素积累到一定程度的必然结果。任何重大事故都是有端倪可察的，其发生都是经过萌芽、发展到发生这样一个过程。如果每次事故的隐患或苗头都能受到重视，那么事故就可以避免。

1.2.4 事故链理论

航空事故调查研究显示：重大航空事故鲜少由单一因素引发，通常是众多风险因素相互关联、层层叠加，如同链条般环环相扣后最终导致事故发生。因此，若要有效防范事故发生，就必须将链条上的某一环节截断。

案例：2007年12月，一架A320飞机执行航班时，空中机组反映左发滑油压力低，但左发滑油温度，EGT，N1，N2，FF参数指示均正常，决定继续飞行。在下降过程中，左发动机出现喘振，EGT超限，机组按程序关车，飞机单发降落，左发报废。

事后调查：事件的直接原因是维修人员更换滑油滤封圈时，为图省事未查询手册，也没有按工程指令进行正确安装，只是按照经验安装导致差错。机组方面，如果滑油压力低，需要按照检查单立即关车，但飞行员没有直接关车，原因是公司对事故征候管控严格，关车是事故征候事件，当事机长是公司飞行部的一名管理人员。公司管理层方面，严格管控事故征候的发生与局方的安全指标息息相关，当时公司已经发生多起空停事件，安全压力巨大。

结论：这起人为事件是因为该公司的管理层、飞行机组到维修人员的各环节均出现差错，各个差错层层叠加才形成的。

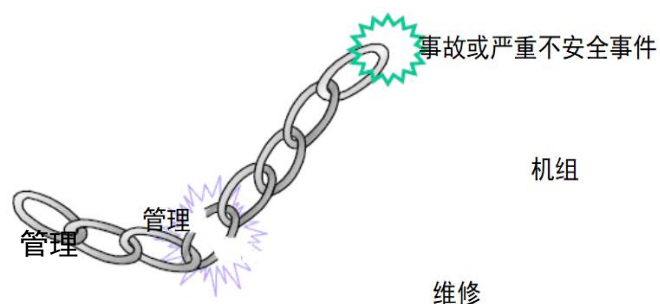


图 1-5 事故链理论

1.2.5 圆盘漏洞理论

圆盘漏洞理论是描述航空事故如何发生的理论模型，又称 4M1E 模型，是流程分析法中分析危险源适用最为广泛的一种工具。在圆盘漏洞理论中包含“人、机、料、法、环”五个要素，即：人，指的是所有与航空器运行、维修和管理相关的人员；机，指的是航空器本身；料，指的是航空器使用、维修所需的航材等；法，指的是航空器运行和维修必须遵守的各项程序和法则；环，指的是航空器运行的外部环境，包括自然环境和安全环境。以上这五个要素称为“圆盘 5 要素”，如图 1-6 所示。

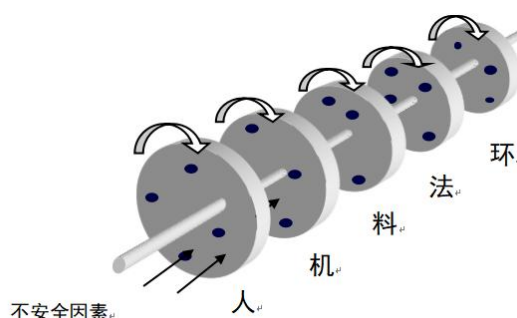


图 1-6 安全圆盘漏洞理论

事故发生的机理：在圆盘漏洞理论中，“圆盘 5 要素”就如同穿在同一根轴上，但又按照各自规律运转的圆盘。每个圆盘上都会存在或者出现不同的漏洞。“人”的漏洞：指人为个体因素，如技能生疏、经验不足、文化水平低、责任心差、应变能力不够、培训不到位、规程序不熟悉、麻痹大意、管理混乱及其他人为因素；“机”的漏洞：指航空器、设备、器材不能满足条件，如设计缺陷、维护操作不便等；“料”的漏洞：指航材有质量问题；“法”的漏洞：操作规程不健全，对技术手册、标准的制定和理解存在偏差；“环”的漏洞：自然环境因素中的恶劣天气、维护环境中的物理环境（温度、湿度、光照、噪声、振动、辐射、电磁波等）和化学环境（如粉尘、气体、熏烟、蒸汽、雾滴等）对维修活动的影响。

不安全因素就像一束不间断的激光光源，按顺序照射在这五个圆盘上。当这束光源能够穿透所有五个圆盘上的漏洞时，事故便发生了。防止事故发生的机理：就是要检查五个圆盘上的漏洞，在发现漏洞时将其修补好，并建立完备的方法和制度，防止新漏洞的出现，降低事故发生的概率，减少事故发生。

1.2.6 马斯洛层次需求理论

人类的行为及其动机是复杂的，在描述和解释人类行为、动机的各种理论中，马斯洛的层次需求理论（Maslows Hierarchy of Needs）是理解人类行为、动机以及研究组织激励时应用最广泛的理论。理论基于三个基本假设：人要生存，人的需要能够影响人的行为，只有未

被满足的需要能够影响行为，满足了的需要不能再成为激励工具；人的需要按重要性和层次性排成一定的次序，从基本生理需要到更高的需要；当人的某一级的需要得到最低限度满足后，才会追求高一级的需要，如此逐级上升，成为推动继续努力的内在动力。

马斯洛理论把需要从低到高分成生理需要、安全需要、社交需要、尊重需要和自我实现需要五类。马斯洛层次需求的金字塔形结构如图 1-7 所示。生理需要是对食物、水、空气和住房等基本生存条件的需要，是满足人类基本生存问题。安全需要是对安全保障的需要，免受潜在危险威胁。社交需要是需要友谊和群体的归属感，需要人际交往、友情、相互了解和信任。尊重需要得到满足的人对自己充满信心，对社会满腔热情，体验到自己的价值。自我实现需要是指实现个人理想、抱负，发挥个人的能力到最大程度，完成与自己的能力相匹配的一切事情的需要。

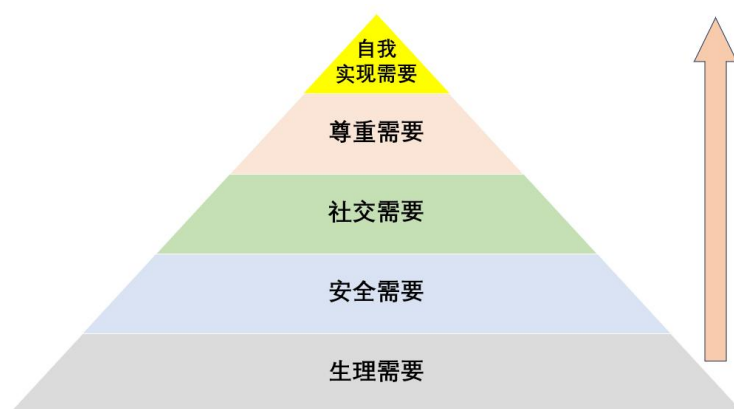


图 1-7 马斯洛层次需求理论金字塔形结构

人的动机是由需要所决定的，在航空维修中需要将“个人需要的满足”同“企业目标的实现”结合起来。受到高度激励、具有强烈动机的人会：有持续良好的表现、绩效和结果；具有获取成功的积极性、热情和决心；克服困难时无私地合作；愿意承担责任；愿意迎接挑战。缺乏激励、消极的人，不论是本性的，还是缺少所在企业有效的激励，都趋向于显示出下列的特征：对工作漠不关心，包括在工作中对安全问题的淡漠；不安心工作；缺勤率高；夸大遇到问题的难度和后果；遇到问题和困难时缺乏合作；无端的抗拒变化。

1.2.7 Reason模型

1991 年，英国曼彻斯特大学的 James Reason 博士通过对世界上发生的重大事故调查分析后，提出了航空事故理论模型即 Reason 模型。航空生产是有组织的系统活动，这些组织活动可以被划分为不同的层面，如图 1-8 所示。

航空系统是一个综合的生产系统，这个系统由决策者、设计制造、生产管理层、一线生

产层及防护和安全措施构成。决策者，负责确定目标并管理可用资源，以达到与平衡和运营相关的两个目标：安全和效率。生产管理层；它执行上级管理层的决策，使上级管理层的决策和生产管理的措施行之有效，并变成工作者的生产活动。一线生产层操作正常的前提条件是设备可用并可靠、一线人员技术熟练、有知识并具有工作积极性。最后一个层面是防护和

安全措施，其任务是预防可预见的伤害、损坏或运营中断。

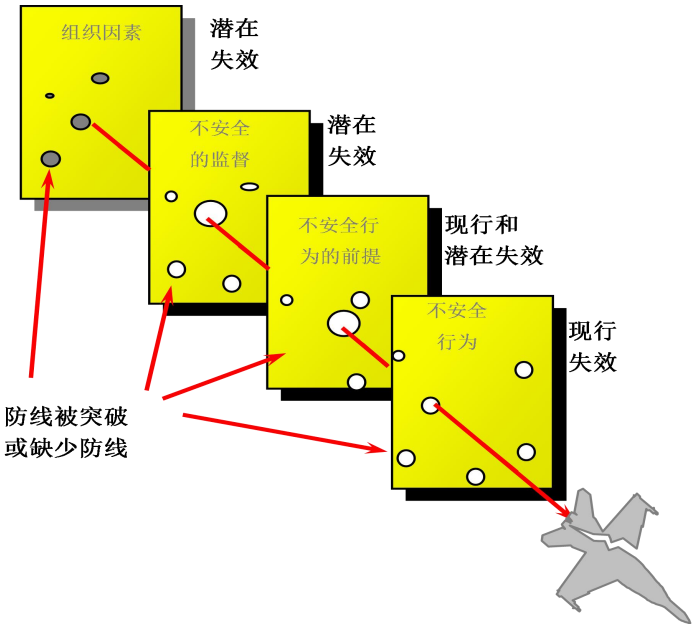


图 1-8 Reason 模型原型

从系统的高度看，各个层面的组织活动与事故的最终发生都有关系。如果每个层面上都存在漏洞，不安全因素就像一束不间断的激光光源，当刚好能穿透过所有这些漏洞时，事故就会发生。这些层面叠在一起，如同有孔的奶酪叠放在一起，因此 Reason 模型也被称为瑞士奶酪模型。

1.2.8 人为因素模型的特点

在航空安全与系统可靠性领域，SHEL 模型、墨菲定律、海恩法则、圆盘漏洞理论、马斯洛层次需求理论、Reason 模型（瑞士奶酪模型）及其他类似分析工具模型可统称为“人为因素分析框架”或“系统性事故致因模型”。它们的共同特点在于：

- （1）将事故视为系统缺陷与人为差错共同作用的结果，而非仅归咎于个体行为。
- （2）强调系统性分析：通过分层解构（如 SHEL 模型的“人—软件—硬件—环境—其他”界面、Reason 模型的“组织—监督—前提—现行”屏障），揭示潜在失效与显性差错的动态叠加机制。
- （3）服务于安全管理：用于识别系统薄弱环节、优化防御屏障（如冗余设计、流程防错），推动民航单位的安全文化从“事后追责”转向“事前预防”。

1.2.9 人为因素模型的应用举例

借助人为因素模型这些分析工具，可以揭示维修工作中人为差错发生的规律，指导进行事故原因调查分析，还可以指导对航空维修工作差错进行有效预防与控制。下面以 Reason 模型为例，介绍如何应用上述人为因素模型进行维修事故分析。

1.2.9.1 Reason 模型的构成及说明

（1）潜在失效（Latent Failures）：系统中预先存在的结构性缺陷（组织、管理、设计等），主要存在于组织管理、监督等较深层次。它包括组织政策、资源分配、培训不足、设计缺陷等方面的问题，这些因素不会立即导致事故，但会长期潜伏在系统中，为事故的发生创造条件。例如：飞机驾驶舱内的操作界面设计不合理（潜在失效），可能导致飞行员在紧急情况下误操作（现行失效）的概率增加。维修人员排班时间不合理，导致长期疲劳作业，容易出现操作失误，导致事故。

（2）现行失效（Active Failures）：通常是操作人员在具体维修任务执行过程中，出现的错误或违规行为，是直接导致事故发生的可见行为，通常发生在一线人员。现行失效在事故发生后很容易被确定，并可以马上采取有针对性的补救措施或给予惩罚警告。例如：飞行员或维修人员在工作中出现疏忽大意、不恰当地处置甚至故意违规等。

（3）事故机理：发生事故后，从组织因素、不安全的监督、不安全行为的前提、不安全行为这四个层面（如图 1-8 所示）进行调查，通过分层剖析，查找各层失效的位置，找到存在的漏洞，并找出产生漏洞的原因，这些原因就是事故机理（事故致因）。就可以定位系统中的漏洞，进行针对性地改进优化，从而形成防御屏障（即堵漏洞）。潜在失效与现行失效造成的漏洞在特定条件下叠加，穿透多重防御屏障，当这些漏洞恰巧串成一条线的时候（如图 1-8 所示），可能会发生事故。从统计学角度看，各个层面上的漏洞越多，不安全因素光线穿透整个系统各个层面而发生事故的的概率就越高。

（4）防御屏障：通过事故机理调查发现系统中的漏洞后，在系统的组织、程序、技术等层级设置相应的风险防控措施（如检查制度、安全设计等），堵住漏洞，就形成了防御屏障。防御屏障可以使各层的漏洞无法串成一条线，就可以预防事故发生。通过不断修补漏洞，防御屏障越来越强，事故就会越来越少。

1.2.9.2 典型事故案例分析

1. 事故案例：某航班执行正常飞行任务时，起飞后机组发现起落架无法按程序收起，经多次尝试操作仍无法恢复，最终被迫返航迫降。地面检查显示，起落架收放机构因关键部件缺失导致功能失效。

2. 调查结果

（1）直接原因（现行失效）

维修人员在定期检修（如 3C 定检）过程中，漏装起落架作动筒固定销（或开口销）。该销钉是保障液压系统传动的关键部件，缺失后导致收放机构无法正常锁止，起落架在空中因重力作用保持下放状态。

（2）系统性原因分享（潜在失效）（Reason 模型的不同层面存在的漏洞）

①组织管理缺陷：定检流程设计不合理，未设置防漏装的冗余检查环节（如双人复核制度）。

②监督与培训漏洞：检验员未按规程执行最终功能测试，或测试标准不明确。维修人员安全意识不足，对销钉类小部件的重要性认知薄弱。

③操作前提缺陷：工具管理不规范，未配备专用销钉存储盒或防丢失装置。可能存在工作环境嘈杂或时间压力大，导致维修人员注意力分散。

3. 事故机理（从①组织因素、②不安全的监督、③不安全行为的前提、④不安全行为这四个层面分层剖析防御屏障失效导致的漏洞，并找出产生漏洞的原因）

第①层屏障失效：飞行中警告系统未有效提示（技术设计缺陷）（潜在失效）。

第②层屏障失效：检验员未发现安装缺失（监督失效）（潜在失效）。

第③层屏障失效：机组绕机检查未发现异常（操作前提失效）（现行和潜在失效）。

第④层屏障失效：维修人员漏装销钉（现行失效）。

潜在失效和现行失效的动态叠加过程：技术设计缺陷和组织管理缺陷→监督流程缺陷→人员操作失误→设备故障→事故发生。

4. 整改措施（防御屏障）

技术改进，定检流程实施“关键部件双人确认”，定检后功能强制测试验证，加强人员培训等。

1.2.9.3 Reason 模型在航空安全事故分析中的特点

Reason 模型突破了事故分析时单一归因（事后追责）的局限，从维修工作体系的宏观角度，通过分层剖析组织管理、工作流程、监督流程与现行行为等多重屏障，揭示事故本质是潜在失效（如设计缺陷、流程不合理、管理不到位、培训不足）与现行失效（如操作失误）动态叠加的结果。该模型不仅能定位管理系统中的薄弱环节（如维修流程漏洞、机组资源管理失效），还强调防御屏障的纵深优化（如增加冗余设计、强化自动化监控），推动航空安全事故调查从“事后追责”转向“事前预防”转变，进而形成预防应对措施，持续优化维修

单位管理体系。

1.3 维修工作中的人为差错

1.3.1 概述

当人的行为与客观定义的标准行为发生偏差时，称之为人为差错。在人类科技、文明相对发达的现代社会，人类从事的各种生产活动也越来越复杂，人虽然是各种生产系统中最灵活、适应性最强的，但人也是最容易受到干扰、受到消极影响的。

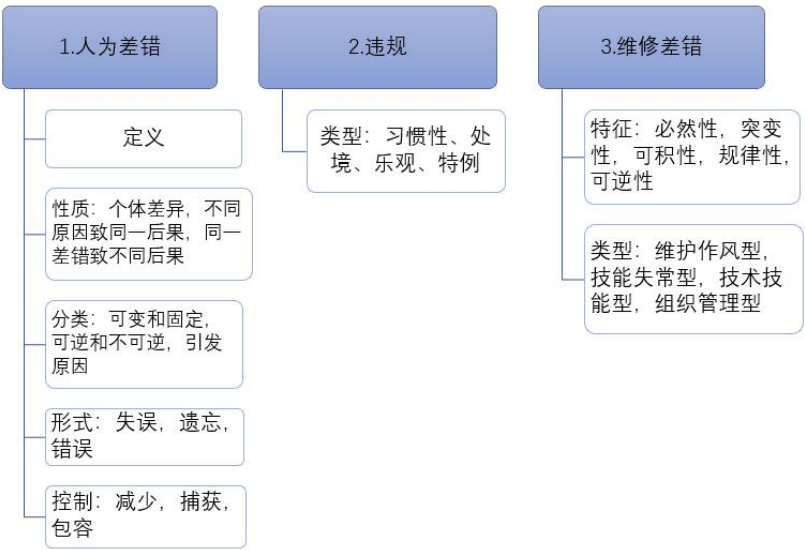


图 1-9 维修工作中的差错相关内容导读

1.3.1.1 人为差错

1.差错定义

人为差错这一名词的含义比较含蓄而模糊，人们对它做了种种定义，其中比较著名的论述有两种。

欧洲航空心理学协会主席 **Peter**（皮特）教授对人为差错的定义为：人的行为明显偏离了预定的、要求的或希望的标准，导致不希望的时间拖延、困难、问题、麻烦、误动作、意外事件或事故。

里格比认为：人为差错，是指人的行为的结果超出了可接受的界限。换言之，人为差错是指在生产操作过程中，实际实现的功能与被要求的功能之间的偏差，其结果可能以某种形式给系统带来不良影响。人为差错一般包含以下五种情况：

- （1）未执行分配给他的职能；
- （2）错误地执行了分配给他的职能；

- (3) 执行了未赋予的额外职能；
- (4) 按错误的程序或在错误的时间执行了职能；
- (5) 执行职能不全面。

综上所述，航空器维修中的人为差错是指人的行为的结果偏离了规定的目标，并产生了不良影响，表现为一种由维修人员行为所导致的非意向性的航空器的缺陷（有形的失效或损伤），这种缺陷后果轻重确定了维修差错的严重程度。

2. 人为差错性质

人为差错的性质可以从以下三个方面来理解：

(1) 具有很大个体差异

由于受遗传、个性、工作经历、生活环境、教育和培训等方面影响，人与人之间在发生差错的频率方面具有较大的个体差异。例如有的人粗心，差错率就高。因此，对航空人员采取选拔、心理测试，对其进行有针对性地训练等措施，能有效减少人为差错。

(2) 不同原因导致同一差错

导致人发生差错的原因是多种多样的，即使同一差错，也可能由不同的原因诱发。例如在航空维修中发生安装不当，可能的原因有：操作者疏忽、知识和技能不足、未遵守维护手册规定的程序、设计缺陷等。

(3) 同一差错会产生明显不同的后果

航空运行是动态的，尽管同样一个差错，由于所发生的时机不同，其后果有很大差异。例如，同样是飞行员操作错误，如果发生在巡航阶段，飞行员有修正的机会；而发生在起飞或者着陆阶段，其危险性就会增大许多。

3. 人为差错分类

人为差错的分类有不同的方法和标准，具体包括以下几种：

(1) 可变的差错和固定的差错

可变的差错和固定的差错由 **James Reason** 提出。可变的差错在本质上是随机的，例如：维修人员因使用力矩扳手操作不熟练或未按照规定力矩值操作，导致螺栓可能过紧使零件受损，也可能过松在飞行中出现松动。

固定的差错遵循某种规律的（而不是错误的）模式。这就意味着固定的差错可以被预见，从而得到控制，而可变的差错不能被预见也就难以控制。如果足够了解所完成任务、了解工作的环境与人的行为表现的关系，以及了解人的特性等，就很可能预见差错。

(2) 可逆的差错和不可逆的差错

另一种对差错进行分类的方法是看它们是可逆的还是不可逆的。前者能够被恢复，而后者通常不能。例如，如果飞行员计算错了 he 应该携带的燃油量，他可以转向一个更近的机场降落；但如果 he 意外地放光了燃油，他就可能没有更好的选择了。

一个设计良好的系统或者程序应该使航空器维修人员所犯的差错是可逆的。即使维修人员错误地安装了一个零件，在航空器被放行投入使用之前它也能通过适当的检查程序被发现和纠正。

（3）设计引发的差错和操作人员引发的差错

在航空界，经常强调的是一线操作人员的差错，包括机组、空中交通管制人员和航空器维修人员。实际上差错可能在航空器起飞前由于设计的原因而存在。这就意味着即使航空器按照规定的要求进行维修和运行，原始设计上的缺陷仍有可能导致飞行事故或者事故征候的发生。另外，航空公司、维修单位及空中交通管制部门有缺陷的工作程序也可能导致运行中出现问題。

案例：1994 年西安图-154 空难，因为飞机的自动驾驶仪上控制阻尼器的 III7 和 III8 插头，在设计上仅靠颜色区分，但型号、大小、尺寸完全一样且可互插、没有防呆设计，导致维修人员很容易插反，该设计缺陷导致最终事故发生。

4. 人为差错形式

人为差错形式包括失误、遗忘和错误三种形式。

（1）失误

失误可以被认为没有按照预定或者计划实施的行为，发生在工作执行阶段，例如：维修人员在抄写数字的时候颠倒数字，或者把程序中的步骤弄乱等。

（2）遗忘

遗忘是在工作中因信息追溯或回忆遗失而产生的差错，例如：维修人员给 3 个螺栓中的 2 个磅完力矩后，被叫去干其他工作，回到原来的工作时，忘记了将剩余的螺栓磅力矩，直接进行下一步骤。

（3）错误

错误是一种由于错误的计划或者意图所带来的特定类型的差错，也就是说，人做了某些自认为是正确的事，而事实上这件事却是错误的。

案例：1990 年，英国航空 5390 航班在维修飞机驾驶舱风挡时，由于维修人员的错误判断，选择了错误尺寸的螺栓安装，导致飞行中驾驶舱风挡玻璃脱落，机长险些被吸出舱外。

5. 人为差错控制

人为差错控制的方法有减少差错、捕获差错、包容差错。

（1）减少差错

通过提高人员的综合素质，确保其对工作具有高水平的胜任能力；加强维修管理，组织管理等对差错进行控制；通过设计与人的特性相匹配的控制器、显示器和工作站，采用容错设计等对差错进行控制；通过提供正确、完善的规章、程序、手册、工作单（卡）等对差错进行控制；通过减少噪声、振动、极限温度和其他充满压力的条件等对差错进行控制等。

（2）捕获差错

捕获差错是指差错已经发生，但试图在航空器放行前发现差错。捕获差错的策略包括：任务中的交叉检查、复查以及事后验证功能与操作测试等。

（3）包容差错（容错）

包容差错（容错）是指系统有能力接受差错而不会产生灾难性（或十分严重）后果。对于航空器维修，容错不仅指航空器设计，还包括维修系统的设计。航空器容错设计：如航空器上装有多套液压系统或多套电气系统；设计可纠正差错的设备以及能监控、补充和支持人为表现的设备。维修系统容错设计：例如在多台发动机或多系统的航空器维修中，避免同时完成可能导致危险的维修，这样可以有效降低差错影响和后果，例如：装有多台发动机的飞机，不安排在同一次完成所有发动机的磁性堵塞检查清洗工作，就可能避免由于未安装密封圈造成滑油漏光，从而导致一架飞机所有发动机停车的后果。

这三类预防策略中，只有减少差错直接面向差错本身，差错捕获和差错包容策略与系统完整性直接相关。从系统安全角度出发，维修中的人的差错不会直接或立刻引起航空器的不安全，但放行的航空器带有因维修引起的故障，会造成严重的安全隐患。

1.3.1.2 违规

在维修工作中，比差错危害更大的另一种不安全行为是违规。违规是指故意偏离安全操作程序、标准或规章。违规会对安全构成严重威胁。

1.违规行为类型

在航空维修中，虽然多数违规来源于努力完成工作任务的真实心愿，但往往事与愿违。违规的类型和频度主要取决于我们的工作态度、信念、团队工作习惯和企业安全文化等。

违规行为可分为以下 4 种类型：

（1）习惯性违规

这种违规行为对在工作小组（团队）来说习以为常，他们还会为这些违规习惯找出许多理由。比如“抄近路”行为是为了节省时间和精力、孔探发动机后不进行试车（因为“从没

有泄漏过”）、或者在孔探后不更换发动机齿轮箱驱动衬垫上的“O”型密封圈（因为“从没有损坏过”）等。

（2）处境违规

处境违规是由于当时的特殊情况而发生的违规，如不现实的最终期限、很大的工作量、不可操作的程序、缺乏工具设备或较差的工作条件等。如果这些因素都不存在，则不会发生违规，就会按照程序执行。处境违规：如在非常紧的时限情况下，按规定维修人员需使用一把特殊的钻孔工具在舱门的扭矩管上钻孔，但没有这种专用工具，于是维修人员决定用手钻打孔。如果他遵守维修手册规定就无法按时完成这项工作，航空器也就不能及时投入运行。

（3）乐观性违规

为了寻求刺激而违规，这类违规往往是为了逞能、单调工作调剂或者仅仅为了一时的痛快。有些人会利用这种机会来满足个人的需要。例如：要求拖车司机将拖车从地点 A 开到地点 B，司机为了享受某种快感而超速驾驶。这种违规容易导致差错，而这种差错往往可能导致严重的后果。违规加上差错通常意味着灾难。在维修工作中，乐观性违规并不像例行公事式（走捷径）违规那么普遍，但还是存在的。

（4）特例违规

这类违规不好定义，是因为当时特定情况才会发生，尽管人们有着很好的愿望，但由于特殊工作或运行环境等使得违规不可避免。

1.3.1.3 维修差错

维修差错是航空维修活动中出现的差错。维修差错的范畴如下：

1.维修差错的特征

（1）必然性

某项维修工作，不管发生差错的可能性是多么小，但随着该工作重复次数的增多，差错迟早总会发生，例如：飞机起飞前的例行检查中，维修人员可能因工作繁忙、注意力不集中或责任心不强等原因造成遗漏检查项目。

（2）突变性

维修差错导致的故障或引发的事故往往与人的一次或数次错误行为相关联，量变过程极短，具有突变性。

案例：在某次飞机发动机例行检修工作结束后，某位维修人员由于疏忽大意，遗漏了一把扳手在发动机内部，维修团队按照流程进行工具清点时也未发现遗漏，飞机在后续的数次飞行过程中，发动机内部的扳手随着发动机的运转移动，导致发动机内部零件损坏，引发发

动机故障，导致飞机不得不紧急迫降。

（3）可积性

在航空维修作业中，差错具有链式传导与叠加放大效应。即前一个差错可能诱发后继差错，后继差错亦可能反向叠加前一个差错的危害程度，形成恶性累积，并在特定条件下导致灾难性后果。

案例：1994年西安图154飞机空难。第一个差错：维修操作失误，维修人员在更换飞机自动驾驶仪安装架时，将航向阻尼插头（黄色）与倾斜阻尼插头（绿色）插反，导致飞机阻尼系统功能紊乱；第二个差错：维修人员未执行“自检、复检、专职检验”的三检制度，值班主任未完成全部检测程序便签字放行，错误未被发现。结果飞机升空后因横向飘摆失控解体，导致机上160人全部遇难。

（4）规律性

飞机维修差错有一定的规律性，从广义上讲，差错“峰值”往往容易发生在任何维修工作或某一维修活动的“两端点”和“边界线”上，大略呈“浴盆曲线”分布状态。

（5）可逆性

即前一个差错可以被后面的行为自觉或不自觉地纠正，二者可以相互抵消。

2. 维修差错的类型

按发生差错的主导原因，可以将维修差错分为以下4种基本类型。

（1）维护作风型

这类差错是维修人员责任心不强、维护作风差、工作马虎、盲目蛮干、违反规章制度及操作规程而发生的维修差错，其主要特征是发生差错者知道工作原理、构造、操作方法和后果，能够正确操作。从主、客体相互关系看，维修人员处于主导地位，即只要操作人员认真对待工作，差错完全可以避免。按某些数据统计，熟练维修人员容易多发此类差错。

（2）机能失常型

这类差错是由于维修人员生理机能发生下降，导致对外界干扰的抵抗能力下降，判断能力也随之下降，继而发生差错，其主要特征是发生差错者多为熟练且工作责任心较强的维修人员；从主、客体相互关系看，维修人员主体在受到严重干扰后，发生差错的可能性增加。

（3）技术技能型

这类差错是维修人员因缺乏必要的专业知识和操作技能，缺少应有的专业培训，违反了操作程序、技术要求和安全规定而造成的维修差错，其主要特征是差错发生者不懂技术要求和检查方法，在操作中，搞不清怎么做正确，怎么做错误。维修人员不能评估自己的行为后

果,从主客相互关系上看,维修人员处于被动地位,只要这些人实施维修操作,随时都有发生差错的可能。经常发生在维修人员不经常做的工作或新的维修人员身上。

(4) 组织管理型

这类差错是指由于组织管理不好,分工不清,工作协调不好,工作程序紊乱,不能正确地有效地协调维修过程中的“人-机-环境”各环节相互关系而导致的差错,主要特征是差错涉及两个或两个以上的环节,其中至少有两个环节违反了客观规律。从预防角度来看,管理者和维修人员往往都不能独立控制整体行为的后果,差错能否避免取决于系统的完善程度。

1.3.2 差错的征兆

在实际工作中,维修人员和单位都不期望差错的发生。因此,作为维修人员或者管理者,需要关注和重视差错的“苗头”,也就是“征兆”。依法维修、有据放行,这是机务维修的基本法则,在任何时候,维修人员如果违反这一法则,就是差错的征兆。

变化就可能会带来差错的风险。在航空维修的安全管理体系(SMS)中,有“变化管理”(Change Management)的要求,主要涉及“4M1E”(人、机、料、法、环)的变化,一旦遇到变化的情况,维修人员就应该警觉。

违规就是差错的征兆,甚至直接酿成差错。一些维修人员在工作中往往有“走捷径”“图省事”的想法,比如维修工作中不带/不看维修工单卡、手册等,这些是不负责任的行为。

1.3.3 差错管理

差错管理应该遵从以下原则:

1.科学对待差错,打破责备怪圈

人为差错绝大多数不是道德问题。它的后果可能令人感到不快甚至极具破坏性,但它的发生就像呼吸与睡眠一样,是人类生活中不可或缺的一部分。人的易错性可以减轻,但永远也不可能消除。

2.系统管理差错,不断改进系统

当维修人员看到或者听到同事犯差错(如维修中没有正确安装零部件、工具遗忘在发动机中等),通常的反应是奇怪,做出这种有重大安全问题差错的人是多么愚蠢、不仔细、不计后果。自然反应是找到当事操作人员并追究其责任(即操作人员想得到这样的结果)和要求其采取避免这种差错行为(即操作人员不会做)再次发生的措施。通常做法是指导有问题的当事操作人员采取补救措施,或处罚他们,或警告他们,或培训他们,或编写补充的程序规范他们的行为。很不幸,这些方法价值非常有限。理由是差错并不完全是由于操作人员当时的个人状态引发的,还与现场因素有关,甚至与维修单位的组织因素有关。也就是说:差

错是在维修工作系统中发生的，对待差错要采用系统方案。

3.合理调配资源，关注可管理因素

差错管理的关键是以有限的资源来纠正和改进绝大多数可以改进的事情。简而言之，这意味着差错管理是通过管理可管理的事情来实现的。差错管理中最常见的错误是想要竭力控制不可控的因素，例如维修人员工作时的精神状态（急切、分心、遗忘等），是各种成因中最持续和最难管理的因素。而任务的性质、工具的质量、工作现场的条件、组织机构等要素要比不可避免的、不可预测的、短暂的精神状态因素更容易被管理。

4.重视差错管理的重点和目标

差错可能源于各种情况特定的组合，也可能源于反复出现的工作状况。前者是随机差错，差错的发生很难预测；后者是系统性或重复性差错，大量的人为因素事件都有过先例而且往往多次发生。例如：在维修工作中，重新组装的过程中经常会导致遗漏步骤或完成安装后未拆下不需要的部件这样的差错。

人们普遍认为大部分差错是少数无能的人造成的，如果原因这么简单，解决差错问题就容易了。我们可以找到易犯差错的人并对其进行培训，或者让他离开危险工作。但是不安全行为更多是由于情境和任务具有差错倾向，而不是由于人有差错倾向导致的。大量统计数据表明，很多严重事故往往是由那些有着丰富工作经验且长期无不良记录的人导致的。

要明确和重视差错管理的重点和目标，首先要对过往的差错事件进行详细分析，梳理出出现频率较高、影响程度较大的差错类型，将其作为管理重点。例如，在航空维修领域，如果工具遗落在飞机内部的情况时有发生，那么这就是一个要重点关注的对象。其次要结合工作流程和任务特点，找出容易引发差错的关键环节和岗位。最后根据组织的战略目标和安全要求，确定差错管理的目标。

1.3.4 人为差错的“十二条陷阱”

1994年，加拿大交通运输部在一次国际会议上发布了“人为差错的12个陷阱”，其已被广泛应用于航空维修领域，用于分析和预防航空维修等工作中的人为差错。

1.沟通不良

沟通不良是指缺乏清楚的、直接的陈述并且缺乏良好的积极的倾听技巧。维修差错的原因中经常能够发现沟通不良的问题，因此应该引起维修人员的高度重视。如图1-10给出了维修工作中沟通不良的示例。

要把由于缺乏沟通而产生的差错减少到最低，推荐的安全措施包括：（1）与交接班人员讨论已经完成以及需要完成的工作；（2）在交流过程中，不能假设任何事情；（3）使用

记录本、工作单进行工作交接以消除疑问；（4）采用文字交流时，采用简单、清晰、简洁的语言，保证阅读的人能够正确理解。



图 1-10 沟通不良示例

2. 骄傲自满

骄傲自满是由于自我满足而缺乏风险情境意识。飞机维修具有大量的重复性工作，自满经常会成为一项潜在的风险，应该引起维修人员的重视。人一旦变得自满，对工作的压力和重要感就会减少，出错的可能性就会增加。自满经常与期望联系在一起。我们总是看到自己期望的东西，但不一定是实际存在的东西。如果这时存在其他的因素，比如疲劳、缺乏资源或压力，那么出差错的机会就会变得更大。如图 1-11 给出了骄傲自满的示例。



图 1-11 骄傲自满示例

要把骄傲自满产生的差错减少到最低，推荐的安全措施包括：（1）通过“这次我会查到故障”进行自我训练，期望在执行任务时能查到故障；（2）工作时，正确使用检查单（工作做完一项，签署一项）；（3）对于没有完成的工作，绝不能签字；（4）不要依靠记忆工作；（5）从其他人的错误中学习经验教训。

3. 缺乏专业知识

专业知识通常包括技术技能、技术知识、飞机专业知识以及工作程序等方面的知识。维

修人员可以从工作中获得,也可以通过培训获得。专业知识是正确完成维修任务所必须具备的。如图 1-12 给出了缺乏专业知识的示例。



图 1-12 缺乏专业知识

要把由于缺乏专业知识而产生的差错减少到最低,推荐的安全防范措施包括:(1)接受针对所从事工作的相关训练;(2)确保工作中适用的手册和程序是最新修订的;(3)在工作开始前,先将程序阅读一遍;(4)如果工作中发现与以往不同,要查明原因;(5)如果存在疑问,可以询问技术代表或其他知道的人。

4.工作中分心

工作中分心是指心理或情感方面的混乱或干扰。在维修过程中,分心是难以避免的。分心虽然是很普遍的事情,但是如果发生在某项工作的关键阶段,就可能引发灾难性的后果。心理学家认为,分心是造成遗忘的第一原因。

同自满大意一样,如果这时同时存在其他的因素(如疲劳、压力),那么出差错的可能性就会大大增加。如图 1-13 给出了工作中分心的示例。



图 1-13 工作中分心示例

要把由于分心产生的差错减少到最低,推荐的安全防范措施包括:(1)工作时,使用

详细的检查单；（2）对没有完成的工作，要做好标记；（3）离开前要么把工作完成，要么保持接头断开；（4）尽可能使用保险丝或上紧力矩；（5）返回重新工作时，从离开时的前三个步骤开始；（6）完成的工作，由自己或别人再检查一遍。

5. 缺乏团队合作

团队合作对于安全高效地完成机务维修任务是十分重要的。如图 1-14 为维修团队合作的示例。

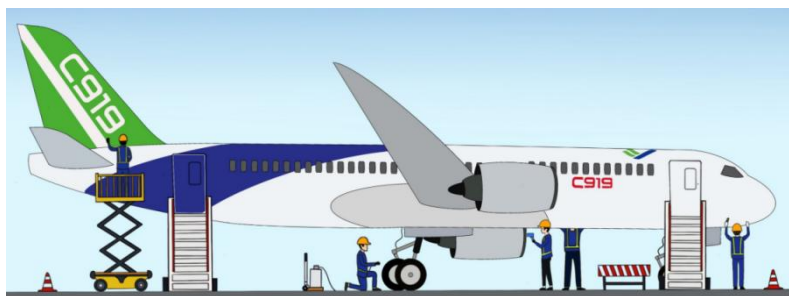


图 1-14 维修团队合作示意图

缺乏团队合作是团队缺乏为达到共同目标而一起合作。要把由于缺乏团队合作而产生的差错减少到最低，推荐的安全防范措施包括：（1）通过对工作进行讨论，确保团队成员对工作有统一的认识；（2）确定统一的目标，并且每个人都愿意共同实现该目标；（3）尊重所有同事和他们的意见。

6. 疲劳

疲劳是由于长时间工作或者没有得到良好的休息等因素使人精神虚弱，暂时丧失反应能力。疲劳经常是维修人员出现差错的原因之一，应该引起维修人员的重视。如图 1-15 给出了疲劳的示例。



图 1-15 疲劳示例

要把由于疲劳产生的差错减少到最低，推荐的安全防范措施包括：（1）对各种疲劳征候要有警觉，并注意自己和同事的疲劳征候；（2）避免在生物节律处于最低点时从事复杂的工作；（3）养成规律的睡眠及运动；（4）当感觉疲劳时，让别人检查所完成的工作。

7. 资源不足

资源是指完成工作所需使用的工具、设备、信息和程序等。资源的缺乏或使用不当是许多事故发生的原因之一。航空人员有时会面临资源匮乏时，却仍需设法尽力完成工作任务的情形，如果这种情形频繁出现，容易导致工作差错与违规行为。如图 1-16 给出了资源不足的示例。



图 1-16 资源不足示例

要把由于资源缺乏或使用不当而产生的差错减少到最低，推荐安全防范措施包括：（1）如果认为缺乏该资源会降低安全性，则必须获取该资源；（2）保持一定的标准，即使有导致飞机停场的可能；（3）提前订购、储存预期要使用的备件，知道所用可用备件的渠道，安排共享或租借事宜；（4）使用风险管理工具，评估万一出现故障的最坏后果。

8.时间压力



图 1-17 时间压力示例

时间压力是指不考虑反面因素去敦促某事，而制造危机感或紧迫感。要完成某项工作的时间压力通常会成为激发我们去做这项工作的部分动力，这是人的天性，例如：我们有两周时间去完成一项只需两小时的工作，但通常会拖到最后一刻才去做。原因很简单，因为直到最后一刻，压力才会变得足够大，迫使我们去完成工作，这个时间压力是自己造成的。在实际工作中，领导有时会要求“换班前就要完成这项工作”，如果领导规定的时限不合理，而

你又没有提出异议，那么任务无法完成的责任，更多是在你而不是你的领导。如图 1-17 给出了时间压力的示例。

要把由于时间压力而产生的差错减少到最低，推荐的安全措施防范包括：（1）确定时间压力不是自己引起的；（2）把所担忧的事情清晰地表达出来；（3）请求额外的帮助；（4）当任务超过工作负荷时勇于说“不”。

9. 缺乏主见

缺乏主见是指缺乏主动、积极地陈述个人的想法、愿望和需要，并且受到挑战时没有陈述和坚持个人的立场。如图 1-18 给出了缺乏主见的示例。

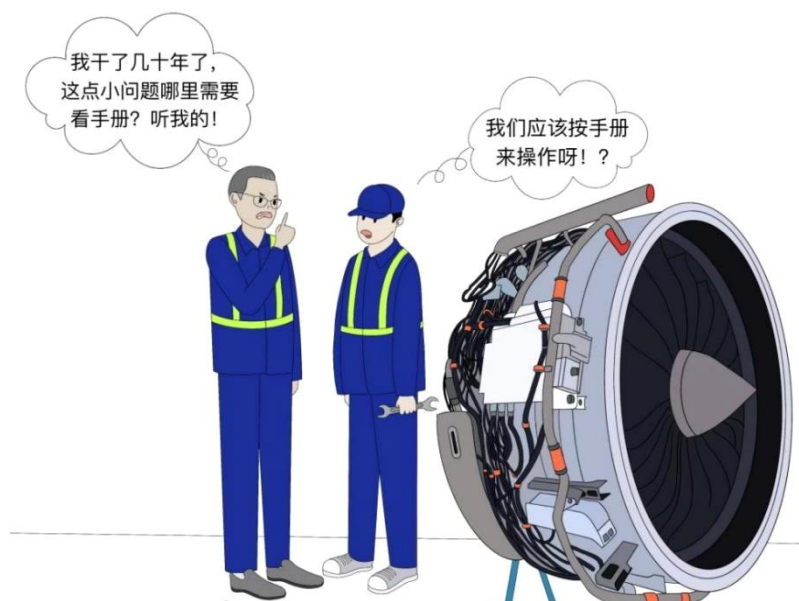


图 1-18 缺乏主见示例

心理学家把人的行为方式分为两类或其两类的组合。一类是关系型，这一类型的人很看重他人的意见，他人的意见在决策过程中起重要作用；另一类是工作型，这一类型的人最先考虑的是工作或目的本身，其次考虑的才是他人意见。

（1）偏向于关系型行为的人被认为是小心谨慎型。对这类人而言，提高其他人的认可是最重要的。

（2）偏向于工作型行为的人被认为是主动型。对这类人而言，取得成就达到目的是最重要的。

（3）既不偏向于关系型也不偏向于工作型行为的人被认为是自主自律型。对这类人而言，获得自信、自我满足是最重要的。

（4）既偏向于关系型也偏向于工作型行为的人被认为是果断型。果断型具有很强的工作倾向，同时又极大程度地关心周围的人际关系。很显然，行为果断型是最理想的类型，是

我们应该努力去达到的。

要把缺乏主见的差错减少到最低点，推荐的安全防范措施包括：（1）明确工作标准，并拒绝在标准上妥协；（2）如果涉及安全，必须坚持立场；（3）对于非关键问题，可将其记录在工作日志上，并申明自己的立场；（4）不是自己的工作，不要签字（维修签字意味着承担责任）。

10.紧张压力

紧张压力是由于某种压力源而导致的心理上 and 身体上的状态变化。压力源可能是仅短期存在的，也可能是长期存在的。例如，短期压力源可以是必须尽快完成的一项维修工作，一旦工作完成，压力就不存在。长期压力源包括家庭纠纷或人事关系问题。无论是短期压力和长期压力，都会影响人的工作和生活表现，必须妥善处理好。不同的人承受压力的能力是不同的，也会出现不同的压力征兆。如图 1-19 给出了紧张压力的示例。



图 1-19 紧张压力示例

要把由于紧张压力而产生的差错减少到最低，推荐的安全防范措施包括：（1）要知道紧张压力对工作的影响；（2）停下来，理性地分析当前问题；（3）制定一份合理的计划，并执行；（4）休假或至少休息一会儿，远离压力源；（5）和别人讨论；（6）请同事监督、检查你的工作；（7）适度进行有规律的体育锻炼。

11.缺乏警觉

缺乏警觉也称为缺乏情景意识，即不能及时和正确预测某些行为或者状态可能产生的不利后果。如图 1-20 给出了缺乏警觉的示例。

要把由于缺乏警觉而产生的差错减少到最低，推荐的安全防范措施如下：（1）想想当意外发生时会发生什么事情；（2）检查目前的工作程序是否与修订的程序一致；（3）征询他人意见，能否发现此做法是否存在问题。

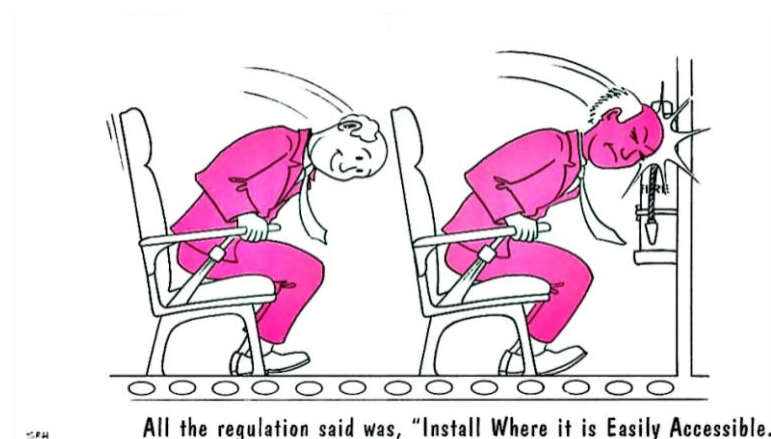


图 1-20 缺乏警觉示例

12.不良的惯例

惯例是指不成文的、默认的有关如何工作的标准和准则。在公司每个部门、每个工作区域总存在一些“工作惯例”影响维修人员的所做、所想。有一些惯例是有益于工作的，事实上我们也离不开它们。但有一些惯例会影响我们的工作和安全。例如：维修人员站在没有围栏的工作梯顶层工作，工作期间玩智能手机，这种现象很普遍，这就是不良惯例，因为这样做会威胁到人身安全，而且在梯子上也贴有反对这样做的警告牌。导致不良惯例的原因有很多，包括自满、紧张、缺乏资源等因素。这种看似方便和没有危害的“捷径”做法成为惯例后，将成为工作中的陷阱。如图 1-21 给出了在工作期间玩手机的不良惯例示例。



图 1-21 不良惯例

要把由于不良惯例而产生的差错减少到最低，推荐的安全防范措施包括：（1）要识别不良惯例；（2）要保持“习以为常的事不一定是正确的”警觉，远离不良惯例；（3）永远按照工作程序（程序有问题时，修订程序并获得批准）实施维修工作。

减少人为差错是每一位维修人员的责任，每一位维修人员都要在自己的工作中对差错保

持警惕，努力避免因个人原因导致出现失误、违规和差错，并全力保障所维修航空器的安全。

1.4 人的生理因素影响

现实生活中，任何人都不是万能的，人的行为表现具有局限性。人因为需要体力恢复而感到疲劳；因为感冒而出现身体不适症状；因为用力不当或外力的作用，导致骨折；人的感知能力同样有限，由于缺乏技能和知识而造成判断能力出现偏差。维修人员的人为差错与飞行安全息息相关。因此认识自身能力和局限性，了解视力、听力、信息处理能力、注意力、记忆力等生理知识，有助于减少盲目和蛮干，加强自我保护，避免受到不必要的伤害。

1.4.1 视觉

视觉系统，包括眼睛和神经系统相关部分，是人最重要的感官系统，80%以上信息是通过视觉获得的。视觉的好坏取决于多个因素：一些是视觉系统的内部因素，如视力、调节力和聚光性、对光亮和黑暗的适应性、对颜色的判别力等；其他一些是外部因素，包括诸如任务、目标和环境特征等的各种变量，如灯光强度、对比度、大小、位置、移动和颜色等。所有这些因素相互作用，确定人的视觉性能的准确度和速度。

1.4.1.1 影响视力的因素

1.生理因素

最常见的是近视和远视，近视是由于眼球比正常的长所造成的，造成影像成形在视网膜的前面。如果晶状体的适应性调节不能抵消它，则观察远距离的物体就会模糊。远视是由于眼球比正常的短所造成的，造成影像成形在视网膜的后面。如果角膜和晶状体不能使用它们的组合聚焦能力来补偿，则在观察近距离物体时，就会导致模糊的视力。

其他视觉问题例如白内障、散光、青光眼、老花眼等。老花眼是随着人的年龄增加，睫状肌逐渐失去弹性，不能进行充分的适应性调节导致。疲劳也可能暂时影响适应性调节，用眼过度时（长时间看电脑或智能手机屏幕）会造成近距视物模糊。

2.摄取外来物质的影响

使用违禁毒品和药物、饮酒、吸烟等会对视力产生不利的影响。吸烟时，积聚在血液中的一氧化碳减少了血液向眼睛的输氧量，这就是所谓的组织缺氧，能迅速削弱干细胞的敏感性。饮酒也会有类似的影响，甚至会延续到饮酒后的几个小时。

3.环境因素

眼睛有能力在广泛的光线强度下工作，从微弱的星光到强烈的日光。变化的光线强度下，眼睛需要时间进行调节，当从黑暗到光亮处，眼睛能快速调节，相反，从光亮到黑暗处，眼

睛的调节速度较慢。从很光亮的环境进入黑暗环境，视力会显著下降直到眼睛适应了弱光，这个过程大约需要30分钟。长期在黑暗环境中工作，眼睛会慢慢变得适应黑暗，以取得较好的视力敏锐度，从黑暗到明亮的适应，大约需要7分钟。因此，上夜班时，如果在光亮的机库或飞机内部与黑暗区域之间走动，维修人员必须等待眼睛调节适应后才开始作业。

4.与被观察物体有关的因素

与被观察物体有关的许多因素也能影响视力。利用从被观察物体上获得的信息来辨别所看到的事物，这称为视觉提示。视觉提示经常涉及把已知大小的物体和未知物体进行比较的情况。例如：维修口盖的轮廓线、发动机进气道附近的安全红线等，维修人员在进行检查和维护时，通过这些标记可以快速确定维修区域和范围，避免误操作。在进行某些特定的维修工作时，会在相关设备或区域挂上警示挂牌，如“禁止操作”“正在维修”等。

1.4.1.2 色觉

在航空维修工作中，很多情况需要维修人员有正常的色辨能力。例如：识别不同颜色的零部件；区分不同颜色的导线；使用各种测试仪器和设备，识别不同色彩的数据；辨别工作场所的各种警示灯光。因此申请航空器维修人员执照的前提条件之一是“无影响维修工作的色盲或者色弱”。

先天性色觉障碍通常称为色盲，不能分辨自然光谱中的各种颜色或某种颜色；对颜色的辨别能力差的则称色弱，色弱人员虽然能看到正常人所看到的颜色，但辨认颜色的能力迟缓或很差，在光线较暗时，有的几乎和色盲差不多，或表现为色觉疲劳，与色盲的界限一般不易严格区分。色盲与色弱以先天性因素为多见，男性患者远多于女性患者，最普遍的类型是难于辨别红色和绿色。老化也会造成色觉的改变，这是晶状体逐步变黄的结果，导致在蓝、黄范围内色辨能力下降。维修人员的色辨缺陷，可能会影响某些航空维修工作的正常完成。

1.4.1.3 眼睛保护

在航空维修工作中，对眼睛的保护是十分重要的，应引起高度重视。在从事某些特定作业时，根据国家有关规定，应对眼睛采取必要的保护措施，这些特定作业包括：

- （1）从事能够产生碎屑飞溅的机械加工作业或有酸、碱或其他危险液体溅出时，操作人员及相关人员应戴安全保护镜；
- （2）用高压空气进行作业或喷涂或焊接工作时，要求戴护目镜、头盔和面罩；
- （3）在光线不足的区域内作业时，应携带相应的辅助照明工具；
- （4）合理选择和分布光源，避免眩光和视觉疲劳；
- （5）尽可能采用自然光照明。

具有适当的视力以满足任务的需要,对于维修人员来说是重要的。年龄、健康和眼睛本身产生的问题会逐步影响视力。作为航空维修人员,必须清晰地认识到,若维修任务对视力要求较高,当视力受到暂时或永久性的不利影响时,若仍继续开展工作可能造成严重后果。

1.4.2 听觉

1.4.2.1 听觉损伤

维修工作噪声是指在飞机维修作业环境中,由各类维修设备、工具运行以及飞机部件调试等活动所产生的,可能干扰维修人员正常工作、对其听力等造成损害。即使处于较短时间的噪声中也可能导致听觉损伤,损伤的程度主要受噪声强度的影响。同样等级的间断性和突然的噪声要比连续的噪声影响更大,高频噪声比低频噪声更有害。

由工作噪声引发的听力损失可能是暂时的,从几秒到几天,也可能是永久性的。暂时的听力损失可能由短时处于非常大的声音环境中所造成,但如果发生多次的类似情况,恢复速度和能力会逐渐下降,可能会转变成永久性的听力损失。因此,长期处于高等级噪声中可能会导致不可恢复的听觉损伤。在航空维修工作中,业界普遍认可的标准:若在8小时内持续暴露于85分贝的噪声环境下,就可能对维修人员的内耳造成潜在永久损害;但当噪声水平达到115分贝及以上时,即便暴露时间短暂,维修人员也应佩戴防护耳罩。

1.4.2.2 噪声对维修工作的影响

工作场所的噪声如发动机试车、持续的大声交流、仪器设备的运转声音等,会对维修人员产生多种不利影响,例如:令人心烦躁,干扰在工作场所人际间的口头交流,由于听不清告警信号或信息而造成事故,容易疲劳并影响精力集中,造成暂时性或永久性听觉损伤等。

1.4.2.3 维修工作中听觉防护措施

使用耳塞或防护用品在一定程度上可以起到听觉防护的作用。使用耳塞大约可以降低20dB的噪声水平,使用防护耳罩则可达40dB。尽管使用防护用品会干扰口头交流,但使用防护措施是非常必要的。在噪声超过115分贝时,不论持续多长时间,都应采取措施使用听觉防护装置。听觉防护是维修人员的自身保护,和自己的健康生活息息相关。加强自我保护,减少不必要的伤害,非常重要!

使用听觉防护装置用品注意事项:①恰当使用听觉防护用品,例如:需降低40分贝的噪声时,应使用耳罩;必要时使用耳塞加耳罩;②维修人员工作时,应特别重视手册中的“警告”和“注意”的相关信息;③注意听觉防护用品的清洁;④听觉防护用品的使用,做到便捷、随时可用,同时考虑工作安全。

1.4.3 信息处理

航空维修工作就是维修人员处理各种信息的过程。信息处理是通过视觉、听觉等感官接收信息后，通过分析处理后为人所用。信息处理能够用一个模型来表达，如图1-22所示。视觉、听觉等接收到物理刺激并在感觉存储器中存储短暂的时间。目视信息可以在图像存储器中存储约0.5秒，以便把一个有情节的影像记录成如电影一样连贯，而不是一张张杂乱的图片；声音则可以在声音存储器中存储稍长时间约2秒，这样就能把一个句子记成句子而不仅仅是没有联系的一串孤立的单词。

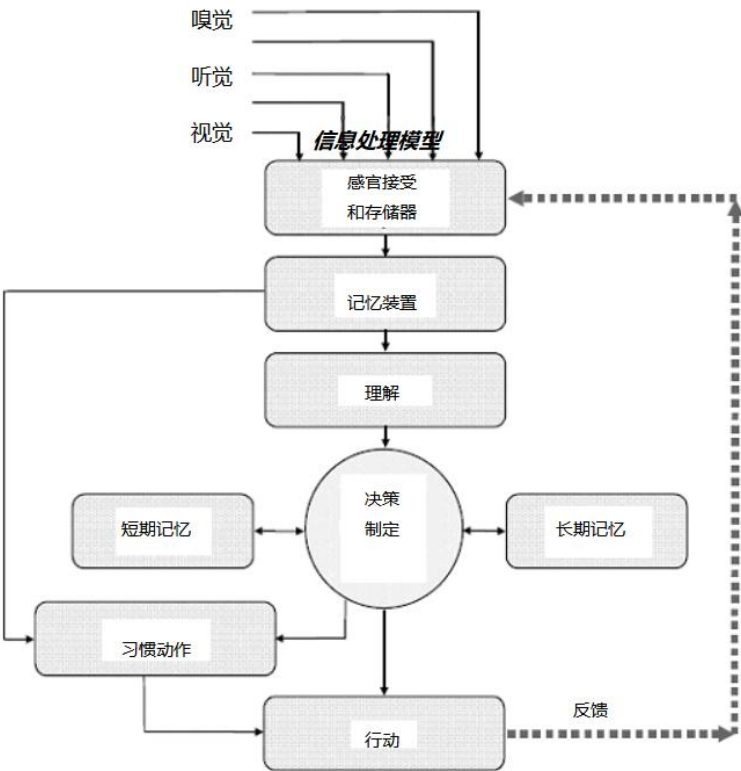


图1-22 人进行信息处理的功能模型

1.4.3.1 注意力和理解

一旦收集到信息，人的脑力资源就会集中在某一特定的事物上，这就是注意力。注意力可以被认为是对感觉或思想活动的全神贯注。虽然注意力能从一件事很快地转移到另一件事，但在某一时刻它只能处理一件事。在一些心理学文献中，根据注意的指向对象，将注意力分为：选择注意力，分散注意力，集中注意力，持续注意力等形式。

1.选择注意力

选择注意力情况出现在当一个人同时监控几个输入的信息来源时，对其中一个或更多的显得比较重要的信息来源给予更大的注意。一个人在有意识地处理一个信息来源的同时还可能抽取周围的其他信息来源。心理学家称之为“鸡尾酒会效应”。当你全神贯注地和一个人

交谈时，如果你无意中听到他人提及你的名字，尽管你并非有意在偷听别人谈话，而你的注意力可能会因此而暂时地转移。分心是选择注意力的消极的一面。

2.分散注意力

分散注意力是指个体在进行某项活动时，因外部干扰因素或自身内部思绪变动，致使注意力偏离原本专注的任务对象，难以持续保持对既定事务的集中关注状态。分散注意力情形在日常工作过程中是很普遍的，人们经常会被要求在同一时间去做不止一件事。

3.集中注意力

集中注意力是一种把注意力集中到一件事上并避免分心的能力。

4.持续注意力

持续注意力是指一种能在长时间内，通常是在一件任务上保持注意力并保持警觉的能力。

1.4.3.2 决策

决策是根据可用的信息、知识、过去的经验、期望、前后关系、目标等产生各种可用行动方案并选择一个首选方案，也被描述为思考，解决问题和判断。决策可以在特定情况下决定什么都不做或者决定立即去做某事。例如，火警铃声响起，受过良好训练的人会马上撤离，无须过多思考。

通常我们并不完全了解决策过程和我们用来做决策的信息，但可以利用工具来协助决策过程。例如，在飞机维修工作中，许多文件（例如《维修手册》《故障诊断手册》等）和程序都可以用来支持基本的决策能力。科学合理的决策应当建立在专业知识、法规要求、操作程序、征兆分析以及性能表现等多元要素综合考量的基础之上。同时，必须清醒认识到人对信息的处理存在局限性，切勿陷入“依赖现有的知识和过去的经验而进行决策，对一切情况都是足够的”的认知误区，这种思维定式潜藏着巨大风险。

1.4.3.3 记忆力

记忆力对我们完成各项工作和学习新事物都是很关键的，没有记忆力就不能捕获到达感官的“一连串”信息，或提取过去的经验并在决策时应用这些知识。记忆力可以认为是对信息、经验和知识的存储和保持，以及找出这些信息的能力。

“好记性不如烂笔头”这句谚语特别适用于航空维修工作中。在航空维修差错案例中，有多起差错是由于维修人员作业过程中遭到意外中断，引发记忆偏差，进而导致零部件漏装、安装未完成、未使系统恢复等差错，这些差错往往与记忆偏差或注意力分散等因素有关。为预防此类差错，在拆装或其他维修工作未完成的情况下，坚持挂警示牌制度，是一种有效防止记忆偏差的措施。

1.4.3.4 习惯动作

如果经常做某一件事,则最终会变成自动的动作,所需的技能和操作就被存储在长期记忆中,这就是所谓的习惯动作,它是通过实践建立起来的彻底的常规工作。利用习惯动作有时可以减轻决策的负担,例如:有多年工作经验的维修人员在检查飞机起落架时,身体会自然遵循“一看二摸三听”的固定节奏——目光自动扫过关键螺栓、手指习惯性触摸部件缝隙、耳朵本能捕捉异常震动。

1.4.3.5 情境意识

1.情境意识的定义

情境意识是指一个人在信息处理过程中,通过理解和判断,精确地感知环境变化和对未来发展的预知能力。进一步扩展到对不久的将来可能发生的任何紧急情况进行预判,并制定多个解决方案计划的能力。情境意识,传统上用来描述飞行员对周围情况的警觉意识,例如所处的地理位置、空间方位、飞机处于什么工作模式等。

在航空维修方面,情境意识涉及以下过程:①感知,对重要因素的感知,例如:看到螺钉松动或缺失零件,听到传达的重要法规要求;②理解,对感知事物的理解,例如:为什么会出现这种情况?这个过程是如何进行的?③推断,就当前状况的未来进行推断,例如,未来对安全、计划、适航的影响。

保持情境意识是一个复杂的过程,主要是由于人对事实的感知,有时与事实存在一些差异。航空维修中的情境意识可以归纳为:①维修人员正在作业的航空器、部件的系统状况;②所报告的故障和纠正措施之间的关系;③该项工作对其他系统的可能影响;④该项工作对其他人正在做的工作的影响以及他们的工作对该项工作的影响。

2.影响情境意识的障碍

影响情境意识的障碍包括以下几点:①缺乏沟通;②疲劳或工作压力过大;③超负荷工作或工作量不足时;④“集体思想”的思维定式,认为其他人会注意到相关事项;⑤“急于求成”的心理状态,工作中忽略细节,不遵守程序;⑥降低操作条件,不遵守工作标准。

3.克服情境意识障碍

克服情境意识障碍的方法有以下几点:①积极地询问与评价;②必要时采取果断行动;③连续不断地对情境进行分析和监控。

在飞机维修工作中,整个团队需要情境意识,不仅是对自己所做的事保持情境意识,也要对所在团队的工作保持情境意识。

1.4.3.6 信息处理局限性

1.注意力和感知被干扰导致接收信息缺失

在航空维修作业过程中，若注意力被干扰导致部分情境未被有效感知，极有可能导致信息缺失。例如：当某维修人员专注于执行某项任务时，即便清晰接收到他人传达的其他信息，可能会因为注意力未关注到导致无法记下来，即充耳不闻。尽管事后可以凭借个人知识与经验填补该信息缺失，但仍会出现部分信息因未被记忆而导致遗漏的情况。

而经常凭借个人知识与经验去填补信息缺失部分的做法是存在较大风险的，极有可能推导出错误结论，因为一旦大脑中对特定情况形成固有认知模式，便会倾向于主动搜寻支持该模式的信息，同时无意识地忽略或否定与之相悖的信息。例如：航空维修工作中频繁查阅熟悉文件（AMM、IPC等）时，维修人员在浏览文件过程中，很可能会忽略文件中出现的细微改动，而仅关注到其预期看到的内容，即熟视无睹。因此，我们需要防范和尽量避免凭借固有经验填补信息缺失的情况经常发生，这种情况容易导致形成错误结论。

2.记忆出错影响决策和养成良好记录习惯

信息缺失、不正确地感知或记忆某些情境意味着可能做出不正确的决策，并导致不适当的行动。人的记忆有可能出错，而且在记忆的三个阶段，都有可能出现错误，这三个阶段：①信息未必会被存储下来；②信息存储得不正确；③需要使用信息时，一时可能难以提取出来。而这些都与记忆遗忘有关。而且短期记忆的信息特别容易受到干扰，例如：正在查阅一个零件号的，同时被上级要求回忆一个电话号码，往往容易导致工作出错。

因此，维修人员要养成勤记录的良好习惯，即“好记性不如烂笔头”。使用手册或临时备忘录把信息写下来比依赖记忆力要可靠，即使是需要记忆或回忆的信息比较简单。例如，某维修人员认为自己可以记住一个扭矩设定值而没把它写下来，但在他查阅完手册后回到工作现场时，可能在路上和他人进行了交谈，导致短期记忆中的设定值忘掉或搞混了，可能会使工作出错。因此，当维修人员不能确定记住的信息是否准确时，应该立即去寻求核实，且在查阅时写下来，就可以避免遗忘或混淆的风险。

1.4.4 恐惧症、恐高症

1.4.4.1 幽闭恐惧症

1.幽闭恐惧症是人的极限表现

在进入封闭或狭小空间时，人们往往会产生不同程度的生理或心理不适，一般而言，这种现象被视为正常反应。然而，当此类不适的程度过于严重时，便会引发所谓的幽闭恐惧症。幽闭恐惧症可定义为个体处于封闭空间中所产生的异常感觉。

首次出现这类感觉，往往是在有限空间作业过程中遭遇麻烦所导致的。例如，维修人员

在油箱等狭小空间内作业时，若因各种原因无法及时脱身，便可能产生惊恐情绪，进而引发幽闭恐惧症的相关反应。若维修人员曾遭受幽闭恐惧症的困扰，应及时将这一情况告知同事与主管领导。一旦维修人员幽闭恐惧症发作，同事需迅速协助其脱离受限空间，并给予必要的心理安抚，以缓解其紧张与恐惧情绪。

航空维修工作通常以团队形式开展，团队成员之间应秉持互助原则，相互协作支持。团队主管也应当充分了解每位维修人员的身体条件，尤其要关注其身材状况，以便在安排工作时，能够选派适宜的人员进入特定的狭小空间作业，从而有效降低因空间限制而引发的潜在风险，保障维修工作安全、高效地进行。

2. 克服幽闭恐惧症的方法

对于在入口或出口受限的狭窄空间（如飞机油箱）作业，必须事先做好严谨细致的准备，且应当当着作业人员的面落实，以消除其紧张和担忧。理想情况下，维修人员进入狭窄空间作业，应安排同事协助其进出；若无法安排陪同，需在狭窄空间内构建良好的照明与通风系统，因为良好照明便于观察，通风能减少憋闷，可以有效降低作业人员不适感。此外，必要时务必使用适配的安全设备，如在空气质量差、氧气不足的狭窄区域使用呼吸装置。

1.4.4.2 恐高症

恐高症是指个体在处于高处或面对高处情境时，产生过度且不合理的恐惧、焦虑情绪，并伴有头晕、心慌、呼吸困难等生理反应，进而对正常活动造成明显干扰的一种特定恐惧症状。对于部分维修人员而言，在明显的高处开展工作，例如：在机身顶部进行检查时，有些人能够较好地适应，而另一些人则会感到极度不适，甚至在工作时紧紧握住扶梯，过度关注所处高度，致使注意力难以集中于手头的维修任务。在此种情形下，正确使用安全带至关重要，尽管安全带可能无法完全消除维修人员对高度的恐惧心理，但无疑能够给予其心理上的安全感，有助于他们将注意力集中于当前的工作内容。此外，来自团队成员的支持与协助同样重要，能够在一定程度上缓解维修人员的心理压力。

1.4.5 身体健康和亚健康状态

1. 身体健康欠佳应休息

维修人员出现发烧等疾病时，会引发身体疲劳感，注意力难以集中，且各类药物的副作用，可能对人体视觉和听觉等感官造成不良影响，这些都可能导致工作出差错，因此维修人员的身体健康对工作表现有直接影响。维修人员有责任根据身体状况决定自己是否能够胜任工作。当维修人员身体状况欠佳时，他的同事或主管应当建议他休息，直到身体恢复。

哪些状况构成“不适合工作”理由，这是一个复杂问题，取决于疾病或者状态的特质、

对个体的影响、所从事工作的类型、环境状况等方面。维修人员应该意识到,疾病或者健康欠佳将导致工作表现失常和对所维修的飞机安全产生负面影响。

2.积极维护健康的措施

维修人员应积极维护自己的身体健康。包括:①保持积极健康乐观的生活态度;②科学合理饮食,进餐时间有规律,注意饮食结构平衡;③定期进行有规律的体能锻炼;④戒烟,从尽量减少每日的吸烟量做起;⑤饮酒有节制,注意饮酒后8小时内不得工作。

3.亚健康状态

亚健康状态是指无临床症状和体征或者有病症感觉而无临床检查证据,但已有潜在发病倾向的信息,处于一种机体结构退化和生理功能减退的低质与心理失衡状态。一般来说,亚健康状态由四个要素构成:①即排除疾病原因的疲劳和虚弱状态,②介于健康与疾病之间的中间状态或疾病前状态,③在生理、心理、社会适应能力和道德上的欠完美状态,④以及与年龄不相称的组织结构和生理功能的衰退状态。

亚健康的分类:①躯体亚健康,主要表现为不明原因或排除疾病原因的体力疲劳、虚弱、周身不适等;②心理亚健康,主要表现为不明原因的脑力疲劳、情感障碍、思维紊乱、恐慌、焦虑、自卑以及神经质、冷漠、孤独、轻率,甚至产生自杀念头等;③社会适应性亚健康,突出表现为对工作、生活、学习等环境难以适应,对人际关系难以协调,即角色错位和不适应是社会适应性亚健康的集中表现;④道德亚健康。主要表现为世界观、人生观和价值观上存在着明显的损人又害己的偏差。

亚健康的起因:①过度紧张和压力,研究表明长时期的紧张和压力对健康有害,引发急慢性应激直接损害心血管系统和胃肠系统,造成应激性溃疡和血压升高、心率过快、加速血管硬化进程和心血管事件发生;引发大脑疲劳和认知功能下降;破坏生物钟,影响睡眠质量;免疫功能下降,导致恶性肿瘤和感染机会增加;②不良生活方式和习惯,如高盐、高脂和高热饮食,大量吸烟和饮酒,久坐不运动是造成亚健康的最常见原因;③环境污染的不良影响。如水源和空气污染、噪声、微波、电磁波及其他化学、物理因素污染是防不胜防的健康隐性杀手;④不良精神、心理因素刺激。

1.4.6 睡眠、疲劳和倒班

航空维修工作经常在夜间进行。人们在白天生理与精神上的警惕性高,在夜间更习惯进行休息,但当工作需求打乱了这种规律,容易导致工作表现欠佳,甚至出现差错。

1.睡眠规律

睡眠对于人类恢复和补充身体和大脑的功能是必需的,是一种包含一系列身体和大脑的

生理变化的意识水平降低的自然状态。人虽然能够暂时抵御倦意，但有极限。成年人一次良好的夜间睡眠为6~8小时。有两种主要的睡眠活动，即深睡眠和梦睡眠。深睡眠，特别是晚上的深睡眠，可能起到修复人体组织机能，特别是肌肉组织的作用。

常年执行倒班的维修人员，经常在夜间工作，打乱了睡眠的规律，使睡眠紊乱，容易导致白天的睡眠质量下降或缺乏睡眠。很多经常上夜班的工作者无法在休息时从疲劳中恢复过来，导致长期睡眠不足，疲劳逐渐积累，成为慢性疲劳，容易诱发各种疾病。

使用药物帮助睡眠是非常不可取的，如安眠药、镇静剂（包括具有镇静作用的抗组胺药物），在服用指定剂量的药物后36小时内药物存在副作用。通过喝酒帮助睡眠同样不可取，酒精虽然是神经系统的镇静剂，具有催眠作用，但会打乱正常睡眠规律并使睡眠质量变差。

2.生物节律

除了在清醒和睡眠之间转换以外，人类还有其他一些循环，例如：体温和饥饿。因为这些循环与日照时长有关，所以被称为生物节律。生物节律是人体内的一种生理和行为功能的变化过程，大约以一天为周期。尽管生物节律由大脑控制，但也受到外部环境因素的影响，如光线的影响，并与之同步。体温处于低谷时是最难保持清醒的时刻；研究表明体温在低谷阶段与人的警惕性和行为表现的降低相关。尽管与很多因素有关，但研究数据反映，相当数量的人为因素差错事件和事故，是在黎明前的几个小时发生或者开始的，因为此时人体体温和行为能力都处于一天中的最低谷。维修人员在这个“低谷”的行为能力可以通过良好的休息、有效的激励和针对性训练而得到改善。

3.疲劳

睡眠不足引发的疲劳包括生理疲劳和心理疲劳。生理疲劳反映了人体对补充和恢复的需要。生理疲劳与最近的体力活动、当前的健康情况、饮酒的情况、生物节律、周边环境、人际关系等因素有关。生理疲劳只能通过休息，最终是一定阶段的睡眠才能得到恢复。心理疲劳是个体对感觉嗜睡程度的感受，不仅与人们何时进行最后一次睡眠及睡眠质量有关，还与其他一些因素如觉醒程度有关。

睡眠不足引发的疲劳一般是由于睡眠推迟、失眠、与正常的生物节律不同步、体能的阶段性的集中释放或者心理压力阶段性的集中施加等导致的。长时间的工作、在本应睡眠的时间段工作以及倒班工作等都会导致一定程度的睡眠不足疲劳。

人体感受到疲劳时，一般会出现以下症状：感知能力降低，集中注意力困难；运动技巧降低和反应迟缓；短期记忆力出现问题；不能保持全局观念，容易被不重要的事物分心；判断力和决断能力降低并导致差错增加；情绪处于非正常状态，周期性地出现沮丧和兴高采烈

等现象；无端地降低自己工作的标准。

4.倒班

对于航空维修人员，倒班工作通常是不可避免的。有些维修人员一直上同一个班，但大多数人需要轮换不同的班。这就构成了由航空维修企业确定的“早班”“晚班”和“夜班”，或者“白班”和“夜班”。倒班意味着维修人员通常不得不在夜间工作。夜间工作时，由于在人的体温低谷工作，人们很难保持清醒，特别是凌晨2点至4点。大量研究表明，此时段是差错多发阶段，维修人员工作时，应该时刻提醒自己，保持清醒。另外，由于白天光线和噪声影响，可能会带来白天睡眠困难问题。很多维修工作经常持续超过一个班的工作时间，因而需要将工作从一个班次移交到下一个班次。将要下班的人员倒班工作以后，非常疲劳。因此，倒班交接是一个发生人为差错的潜在区域。

当处于倒班情况下，维修人员严格进餐和睡眠时间非常重要。工作之余的体育锻炼和休闲活动也应当合理安排，保证身心获得足够休息。

1.5 人的心理因素影响

心理因素（如压力、疲劳、自满等）会削弱维修人员的情景意识、决策质量与操作精准度，显著增加维修差错概率，这些心理因素包括紧张压力、时间压力、工作负荷、疲劳、因病用药、酒精等的影响。

1.5.1 来自家庭和工作的紧张压力

1.紧张压力的定义

紧张压力是人体自身适应外界环境而产生的一种应变能力。这些压力从某种角度讲是有激励作用和有效的，“人都是逼出来的，有压力才会有动力”就是这个意思；但如果这些压力超过了个人的能力极限，所产生的压力就成为问题。常说的“心理素质”好坏问题，在很大程度上指对紧张压力的管理或控制能力。维修人员所面临的要求是多种多样：工作中遵守维修工作程序，不漏检飞机故障，排除飞机故障的时间压力等。这些要求向大脑的回送反馈便转化为维修人员的压力，如果压力过大，人就会处于超负荷状态。

适当的压力可提高个体觉醒水平，使人们进入最佳的激活状态，这是维持良好技能的必要条件。但过大的压力则可能使人们偏离最佳的觉醒状态，进而产生恐慌。人与人之间在应对压力的能力上有着较大的个体差异。当遇到超负荷的情况时，不同的人所能应付的压力水平是不同的，有的人能承受很大的压力，另一些人则不能。

2.紧张压力的压力源

航空维修人员所承受的紧张压力通常来源于家庭和工作两方面。家庭压力主要是由家庭生活的变化引起的,例如婚姻、孩子的出生、失去一名亲密的家庭成员等。航空维修人员工作时,如果不能摆脱家庭有关的压力,家庭压力会在整个工作日内存在于头脑中,并使得维修人员从工作中分心,不能集中精力,可能会影响维修人员的工作表现。工作压力来自很多方面,例如:人们从事特别有挑战性或者特别困难的新工作时大多数会感到有很大压力,这种压力会因为缺乏相应指导、时间紧迫等原因而增加。

3.紧张压力的管理

面对生活和工作中的各种压力,通过班组团队成员互助、细致的管理和良好的培训可以有效提高个体承压水平。一旦意识到了紧张压力,通常可以通过两种策略应对:抵御或者消除。①抵御策略,即设法缓和症状,如服药或者减少焦虑,告诉自己能克服困难。②消除策略,是指个体应对环境自我调整或者改变外界环境的过程。

航空维修人员可采取以下途径缓解和控制紧张压力:①将自己从紧张情绪中放松,可以选择阅读、旅游、从事社会公益活动等;②有规律的睡眠,改善睡眠质量;③注意调整饮食结构,平衡身心,均衡饮食;④进行有规律的体能锻炼;⑤交流,通过和朋友、同事交谈,寻求建议,从紧张压力源头着手解决方案。

1.5.2 时间压力和期限

1.时间压力的来源

飞机维修工作通常都设有明确的完成期限或时限,需尽快完成维修任务,确保飞机能够及时重新投入运营,这导致维修人员会明显感受到倒计时带来的时间压力。时间压力很容易导致操作失误,越急越容易出错。

2.时间压力和期限的影响

一般认为,适度时间压力可成为提升工作成效的激励因素。但过度时间压力,无论真实存在、主观感受,还是源于外部或自我强加,几乎必然致使工作中注意力分散、差错增多。心理学上的“耶克斯-多得森定律”表明,当个体处于过度紧张、急切的情绪状态时,认知资源会被极大消耗,进而干扰任务执行,使得错误发生率显著提高。

3.管理时间压力和时限

项目负责人在设定时限和分配工作任务时,应进行综合考虑、合理安排,应当考虑如下几个方面:①把需要完成的各项工作,排定优先顺序。②完成工作实际所需的工时,允许员工偶然因生病而缺勤。③员工的合理分配,考虑维修人员的专业、体力和局限性;④维修工

作所需零件和备件的可用性。

1.5.3 工作负荷

适度的心理压力与时间压力可促进航空维修人员的工作表现提升,但过度压力将显著削弱其认知能力与操作精准度。值得强调的是,工作压力水平过低同样可能引发维修人员系统性心理问题。我们通过觉醒水平这个参数来说明工作压力和工作表现之间的关系。

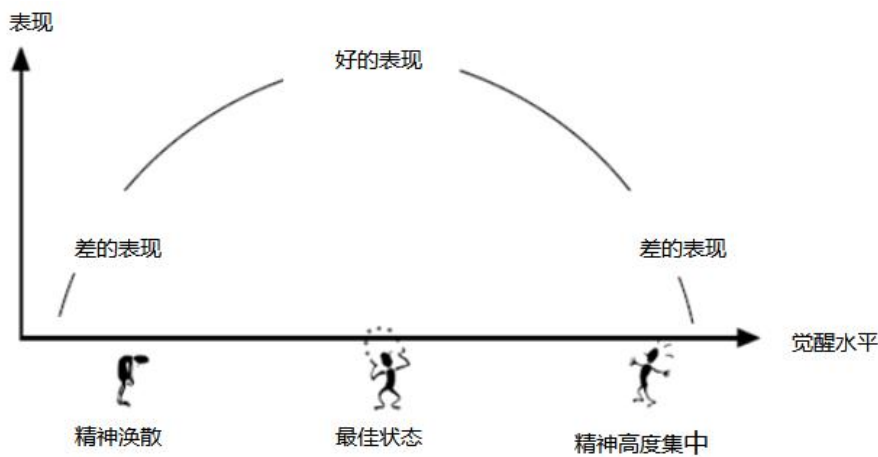


图1-23 觉醒水平和工作表现的关系

1.觉醒水平

觉醒水平是指人对执行工作的准备就绪的情况。觉醒水平因人而异,有的人对同时承担过多任务显得力不从心,而有的人却乐于接受更多挑战。图1-23表明了觉醒水平和工作表现的对应关系。如图所示:在觉醒较低时,人们容易精神涣散,行为能力低下,安逸和厌倦情绪随之产生。在曲线的另一端,当觉醒过度时,人们表现精神高度集中,会仅仅关注于关键信息,反而导致工作表现欠佳。研究发现,最佳的工作表现出现于曲线中间的某点。在工作场所,觉醒主要源于工作任务的刺激。

2.决定工作负荷的因素

人类处理信息的能力是有限的,人们的视觉敏锐性、力量、灵巧性等生理方面的能力也是有限的。因此,工作负荷分为生理负荷和心理负荷,反映的是完成必需工作时所消耗的心智和体力的程度。工作负荷是主观性的,不同的人有不同的感受,并受到以下方面的影响:

- (1) 工作的性质:对生理的要求,如所需要的力量等;对精神方面的要求,如所要做出的决断的复杂性等。
- (2) 完成该项工作的要求:所要求的完工标准,精确程度;可以用于完成该项工作的时间,以及由此确定的执行该项工作时必需的速度。
- (3) 在执行该项工作时对同时进行其他工作的要求:感受到对工作的控制,是否可以

自己控制工作的进展情况；偶尔存在的环境因素，如极端的气温等。

（4）个人的状态：技能，包括生理和心理两方面；完成工作的经验，特别是对所做工作的熟悉程度；维修人员的身体健康水平；维修人员的情感状态，如压力水平、情绪等。

3.超负荷工作

超负荷工作发生在工作负荷处于非常高水平的情况下，此时维修人员精神高度集中。当个体处于精神高度集中状态时，其注意力分配机制会呈现选择性过滤特征，即通过抑制非关键信息的神经加工以保障核心任务处理效能，容易导致工作表现欠佳。例如：在进行航空器维修时，过于专注观察仪表参数变化时，容易漏检设备异响等其他情况，导致误判故障原因。

4.工作量不足

工作量不足对维修人员而言，这与超负荷工作一样，同样会产生问题，并导致工作表现的恶化和差错的增加，例如：某些时期，因客观原因导致多架飞机长期停场，工作量骤减，维修人员容易产生松懈心理，导致注意力分散，出现工作差错。但航空维修行业的性质意味着工作量的大小具有不确定性，取决于每天的时段、维修计划等方面的变动，因此在工作量不足时，应加强对维修人员的技能培训，防止其技能退化，且防止惰性状态滋生蔓延。

1.5.4 酒精、滥用药物和毒品

酒精、部分药物或违禁毒品通过干扰中枢神经系统功能，可能引发嗜睡或注意力分散，会显著降低维修人员的认知能力与操作精准度。

1.酒精

酒精扮演着中枢神经系统镇静剂的角色，它使人意识模糊并延长身体的反应时间；即便摄入极少量酒精，亦会导致个体行为表现下滑，且有可能影响其判断力造成差错。一些研究表明，酒精从血液中消失的速率是固定的，任何方法（如喝浓咖啡）都不能加速这一进程，且因人而异。当人疲劳，生病或者服用药物时，酒精造成的影响将会更加严重。

2.药物

任何药物都会对维修人员的工作表现有直接或间接的影响。如果人体对药物或者药物中的某种成分有过敏性的话，这种药物引发的维修差错风险将增大。因此，航空维修人员在第一次服药之前应当特别小心，应当咨询医生所开的药物中，是否存在会对其工作表现产生影响的药物。在执行工作任务前至少 24 小时吃药是可取的谨慎做法，可减少药物对身体的副作用不会在工作时段对工作造成负面影响。维修人员需要特别注意的是：即使药物的副作用未对其操作能力产生直接抑制作用，但仍需对所患病症和所吃药物进行评估，确定自己身体状态是否需要请假。

3.毒品

毒品是违禁品，例如摇头丸、大麻和海洛因等都会影响中枢神经系统并削弱大脑功能。根据《中华人民共和国刑法》及《中华人民共和国治安管理处罚法》等，在中国境内非法持有、吸食、注射毒品等均属违法行为，将依法追究法律责任，直至死刑。

1.6 人的组织行为影响

1.6.1 团队的概念

航空器维修工作是需要众多专业背景与工种的人员协同配合才能完成的系统工程，因此在维修作业中，团队协作至关重要。团队是为达成特定目标而由相互协作的个体所组成的正式群体，通过合理运用各成员的知识技能，实现协同作业、解决问题，进而达成共同目标。航空维修团队通常由从事同一维修任务、同时值班、在同一车间工作，或承担同一架航空器维修任务的若干维修人员构成，通过整合职务级别、教育背景及专业领域等方面的差异，形成优势互补、协同有序的高效作业团队。

团队一般应具备以下6个基本特征：（1）明确的目标：作为一个整体，必须有共同的奋斗目标；（2）清晰的角色：有效团队的成员必须在清楚的组织架构中有清晰的角色定位和分工，团队成员应清楚了解自己的定位与责任；（3）互补的技能：团队成员要具备为实现共同目标的基本技能，这些技能具有一定的互补性，能够有良好的合作；（4）相互信任：相互信任是一个成功团队最显著的特征；（5）良好的沟通：团队成员间拥有畅通的信息交流，才会使成员的情感得到交流，才能协调成员的行为，使团队形成凝聚力和战斗力；（6）合适的领导：团队的领导往往起到教练或协调作用，他们对团队提供指导和支持，不是企图控制下属。

1.6.2 影响团队工作的因素

1.责任

责任是一个人不得不做的事或一个人必须承担的事情，是一种职责或任务，伴随着人类社会的出现而出现，有社会就有责任，身处社会的个体成员必须遵守的规则和条文，带有强制性。责任有个人的责任和集体的责任。个人的责任指一个完全具备行为能力的人（成年人）所必须去履行的职责。集体的责任指一个集体必须去承担的一种职责。在团队中，每个成员能否承担自己的责任，是影响团队工作的首要因素。

在航空器维修工作中，责任应该分配到参与维修活动的每一个人，包括管理者、质量审核员、维修人员团队以及团队中的每一个成员。所有的航空器维修人员都应该进行有效训练，

成为有技能的个体。这包括持照的维修人员和非持照的维修人员，也包括直接参与维修工作的人员和与维修工作相关的人员，他们都对航空器的安全运行负有责任。团队的每一个人应该为保证团队的“产品”的安全而工作。这就会涉及交叉检查工作；如果认为事情做得不对，需要主动向别人指出。

2. 动机

动机在心理学上一般被认为涉及行为的发端、方向、强度和持续性，是由特定需要引起的，以满足各种需要的特殊心理状态和意愿。引起动机的内在条件是需要，引起动机的外在条件是诱因。人类的行为及其动机是复杂的，马斯洛的层次需求理论是理解人类行为、动机以及研究组织激励时应用得最广泛的理论之一。

人的动机是由需要所决定的，在航空器维修工程中，需要将“个人需要的满足”同“企业目标的实现”结合起来。维修人员经过相关的培训后，在一定的授权范围内开展维修工作。航空维修人员受激励的水平将在很大程度上决定他们真正的工作表现。理想情况下，应该激励团队人员以安全、高效的方式工作。现实中，许多因素会导致理想情况无法实现，如一些经济利益的驱动或寒冷天气中户外工作的消极影响，都会导致对安全的忽视，增加冒险抄近路、违规等行为发生的可能性。

3. 惯例

惯例是指一个团体或组织典型的行为，团队中的新成员要想成为团队中的一员就必须承认现有的惯例。如果没有人改变这些惯例，将一直存在；当某一位团队成员不认已有的惯例时，将受到来自团队中其他成员的压力。

有害惯例是导致维修差错乃至事故发生的原因之一，需要团队管理者们担起责任和下决心来改变团队内的有害惯例。在维修工作中常见的有害惯例包括：凭记忆干活而不是依据工卡或手册；不使用力矩扳手；接头断开不挂标签；不穿戴防护服和防护设备；凭着经验诊断故障，而不是根据故障隔离手册进行；凭着经验导致偏离维护手册或者操作程序；拔出电路“跳开关”或者电门时忘记挂上“DO NOT USE”的标签；直接跳过功能测试和操作测试；没有对工作进行检查就直接在检查单上签字；交接班日志填写的信息过少等。

在航空器维修中，维修人员不单承受许多外在压力，同时将受到来自团队一起工作的其他同事的压力，称之为从众性压力，该压力导致决策和行为的最终结果体现多数人的意志，而不是依据客观的事实或标准。从众性心理和同事压力对个人观点影响程度的大小受以下因素的影响。文化：不同国家和文化背景的人的从众性程度是不同的；自信：不自信的人比自信的人更具有从众性；对事物的熟悉程度：对事物不很熟悉容易随从多数人的观点；团队成

员的专业程度:如果对团队比较认可或者认为团队成员知识渊博,就容易随从多数人的观点;个人和团队成员的关系:如果认识团队中的某些成员,从众性程度就会增加。

在航空维修单位,从众行为对企业安全文化建设具有双重效应,既可发挥积极的推动作用,亦可能产生显著的阻碍影响。对于一个维修单位,所有员工对安全持有积极态度是非常重要的,这样的从众性心理将有利于企业安全文化的延续和保持,此时同事间的压力显然是一种好事情。但很多时候实际情况往往是相反的。例如:在工作过程中,若部分老员工采用看似效率较高却存在安全隐患的方式工作时,会对同班组的新员工产生无形压力,致使新员工即便主观上不情愿,也可能被迫效仿这些老员工的做法。长此以往,这种行为模式将逐步降低维修工作安全标准,对企业安全文化造成损害。

4.文化

企业文化是弥漫于企业各方面、各层次的风气、价值观念、思维方式和行为习惯,不仅对企业运转是一种必不可少的润滑剂,而且能够创造良好的企业气氛和企业环境,从观念、信仰层次调动企业成员的工作积极性和忠诚度。员工的行为特点反映一个企业的文化;企业文化像一只无形的手,能影响企业员工的行为。企业文化是企业的核心竞争力,是企业管理的最重要内容。企业文化就像人的个性一样,具有根深蒂固不易改变的特征。

安全文化属于企业文化的一个组成部分,安全文化是存在于企业和个人的种种素质和态度的总和。一个单位的安全文化就是企业安全价值观、信念、道德、理想、最高目标、传统、风气、行为准则的复合体。加强安全文化建设,可使员工、管理人员、用户和公众尽量少地遭遇危险或伤害。安全文化是保障航空安全的深层推动力。

拥有积极的安全文化的维修单位应当至少具有以下特征:人人都能自觉地遵守安全规章、严格执行标准操作程序,遵章守纪形成风气、成为习惯。在相互信任的基础上安全信息畅通无阻,能够及时发现安全隐患,预防措施能够得到及时有效地贯彻执行。

1.6.3 有效团队工作的要素

1.6.3.1 基本要素

团队工作的实现需要团队成员有机地工作在一起,团队成员需要掌握一定的人际交往技能,包括沟通、合作、组织协调和相互支持。

1.沟通

航空器维修工作是个系统工程,需要许多专业和工种的配合。维修工作开始前需要召开会议讨论计划;维修过程中需要相互交换信息,发现问题要汇报,遇到无法内部解决的技术难题要寻求援助;交接班时必须移交工作;维修工作完成后维修人员要填写技术文件。所有

这些都是沟通的内容。可以说维修的过程本身就是沟通的过程。在维修工作中，维修团队之间以及团队内部沟通是否良好通畅、信息传递是否正确会直接影响维修工作能否顺利进行，甚至影响飞机维修工作质量，最终影响飞机的安全运行。

2.合作

团队工作的顺利进行需要团队成员的共同努力，团队内公正公开的氛围可以使团队成员互相尊敬，提高团队的凝聚力。同时，领导必须慎重地处理组员间的冲突。

3.组织协调

团队工作中组织协调是必须的，团队领导是组织协调工作的核心。领导需要具备管理、监督和领导的技能。领导能力是指能够领导和协调组员工作，并激励他们作为团队在一起工作的一种能力。领导者的责任包括：领导和协调团队成员的工作；分派任务；保证成员理解目标；注意力放在问题的关键面上；保证成员能够获取工作信息；向成员要求相关工作信息；向成员提供工作表现的反馈；创造和保持专业氛围。

维修工程中，优秀的领导者需要具备以下能力：激励团队，通过有效地沟通确保团队明确所要达到的目标；强化好的态度和行为，消除不良的习惯和不适当的行为；维护团结，及时发现并解决组员间的矛盾，鼓励组员之间的合作，创立并维持一定的团队精神，如鼓励组员相互支持并承担对团队工作的责任；履行管理职责，负责协调团队日常的各项活动，包括分配任务和明确职责。

4.相互支持

相互支持是团队工作的一项重要特征，团队领导必须给予支持和鼓励。如果发生差错，应该进行积极地讨论和改正。值得注意的是许多公司的航线维修人员倾向于独立开展工作，而基地维修人员则偏好以团队协作的模式作业。因此，当一个通常工作在航线维修岗位的维修人员调岗到机库工作时，相互理解和支持就十分重要。

1.6.3.2 团队工作与沟通

在航空维修工作中，沟通不但会影响团队能否有效工作，更会对航空安全造成重大影响；沟通不畅或者是更为常见的沟通中断，是导致航空事故或事件的常见因素之一。

1.沟通的定义

沟通是信息从一处传送到另一处的过程，被传送的内容可能是信息、信号或意图。传送的方式包括语言、文字或者行为动作等。信息发出者和信息接收者为了相互理解，在沟通的过程中必须使用共同的代码，以保证信息中包含的意图或信息不会产生差错。

2.沟通的方式

沟通的方式可能有：口头 / 口语、书面 / 文本、图形（例如，图表、驾驶舱仪表上的指示等）、手势信号（例如，竖起大拇指、挥动手臂等）和身体语言（例如面部表情、身体的姿态等），可归纳为两类：语言和书面沟通、身体语言沟通。

（1）语言影响

语言沟通有四个主要因素：交谈时声音的强度；交谈时声音的频率；音调的和谐；交谈时的语速及停顿。语言沟通的特点：交谈时的声音语调经常能够配合身体语言使用；为使接受者清楚明白，发送者可以经常重复；接受者常会被期望所干扰而误解发送者的真实意图；有确定的沟通对象；沟通效率高；反馈及时。

（2）书面沟通

书面沟通方式也是维修工作中相互传递情况的主要手段之一。维修工作中的书面沟通内容包括工程部门提供的施工图纸、飞机维修记录、零部件标牌标记，也包括图形信息，例如飞机驾驶舱中的大多数系统都以图形方式来显示信息等等。书面沟通的优点在于接收者万一遗忘内容时，可以通过重新阅读来得到信息。但是书面沟通并不是最有效的沟通方式，无法像在交谈中那样使接收者可以直接向发送者反馈信息。

有效的书面沟通必须达到以下四点要求。清晰：易于理解，可读性强，避免使用生涩或有歧义的词汇；正确：描述准确，尽量使用数字及可量化的表述；完整：确定描述覆盖了整个事实；简洁：直截了当，不拖泥带水，不涉及无关内容。

（3）肢体语言沟通

肢体语言通常与口头沟通并存，如面对面交流时的微笑点头；也可独立发挥作用，像在嘈杂环境中以手势示意同事。相较于语言和书面沟通，肢体语言有时更为微妙且高效。例如，同样表达“否”，微笑与严肃的面部表情传递出的信息截然不同，接收者的心理感受、抵触程度及反应亦有差异。因此肢体语言涵盖面部表情，往往会不自觉暴露信息发送者的真实情绪，在航空器维修作业时，维修人员应避免通过肢体语言向工作伙伴传递负面情绪。

3. 团队内部沟通与团结

航空维修工作过程中，团队成员间的沟通不但有助于团队内部的信息交流，还有助于大家统一目标和保持团队的凝聚力。在很多情况下，维修人员需要进行团队内部沟通，例如：在工作开始前制订计划；在工作过程中进行讨论，向同事提出问题，确认行动计划或意图，确定其他人员都了解维修的状态；在工作结束时总结和汇报等。

4. 团队间的沟通

在航空维修工作中，团队之间的沟通也非常重要。通过沟通，一个团队将工作传递给另

一个团队，传递的信息包括：对已经完成工作的总结；对正在进行中的工作的情况汇报；对将要执行的工作的计划；相关技术信息的交流等。

在航空维修工作中，应当要求维修人员在工作交接时尽量做到书面沟通和语言沟通相结合。维修工单、作业程序、工作指令、运行日志等文件，以及警告标识、警示挂牌等，构建起一套工作内容的书面记录体系，可以有效记录已完成事项与待办任务，确保工作与责任归属的可追溯性。同时，采用规范的交接班信息传递制度，可以进一步确保维修作业的有序衔接与高效延续。为避免接受者的误解，发送者应注意文字信息清晰、准确、完整和简洁。

5.团队人员的知识更新要求

团队工作的高效开展依赖成员持续汲取新知识，所以必须定期组织团队成员参加知识更新培训，以此提升团队整体业务能力，确保在复杂多变的工作场景中始终保持竞争力与适应性，推动团队目标顺利达成。

例如：为获得相应机型的维修知识和技能，航空器维修人员在上岗前应参加规定的培训课程，还要求在规定时间内参加复训和再培训。为确保知识与技能持续保持现行有效状态，维修人员应参加复训和再培训的内容包括：新的机型及其衍生型号；新兴技术应用以及新型航空器系统；新型维护工具与创新的维修方式；涉及自身工作范畴的航空器和系统的改装内容；维修程序与方法的变更情况等。维修人员可通过以下途径实现信息更新：参与专门的更新培训课程；研读简报材料、备忘录以及维修通告；深入学习手册改版后的详细说明等。

1.7 人的工作环境影响

工作环境涵盖工作区域的范围，航空维修一线的所有工作区域都存在危险的可能性。

1.7.1 认识和避免危险

1.航空器维修工作中的潜在危险

维修人员在执行航空器维修作业中，会面对很多潜在的危险，绝大部分的潜在危险是物理性的危害，比如：非常强的光线（如焊接）；突然的或者持续的非常大的声音（如发动机试车）；狭窄的或者封闭的区域；在高空工作；有毒物质（液体，烟雾等）；极端的温度环境（太冷或者太热）；在移动中的设备、车辆（如推拖飞机）；各种机械振动、转动或部件运动（如起落架、操纵舵面测试）等。

2.工作环境中的安全

每一名飞机维修人员都应当意识到自己所从事的工作会对自己和其他同事的安全产生影响，主要做好两个方面的工作。确保工作环境安全：维修场所乱七八糟地摆放物品，随处

堆放垃圾等不仅令人厌烦，也会构成危险（例如绊倒的危险、火灾的危险等）；在航线工作的维修人员还应当小心避免在完成工作的时候将外来物遗留在飞机上，外来物将对飞行安全构成威胁。关注飞机运动部件的危险：维修人员常需要检查或拆装飞机运动部件或构件（如飞行操纵面、起落架等），运动部件和构件有可能因为误操作而运动，导致在其附近作业的维修人员伤残；为避免这些运动部件意外活动，维修人员应事先执行保护程序（如拔出跳开关、关断活门、断开电源等），在关键位置设置足够的标识，将系统解除的情况通知他人是非常必要的。

1.7.2 紧急情况处理

1.紧急情况处理原则

危险始终都存在着，为了将危险情形发生后的危害降至最低，维修人员必须了解发生紧急情况时的处理原则。当出现以下情况时，即可认为发生紧急情况：自己或者同事可能受到直接伤害；当前情况可能会导致更加危险的潜在伤害（如有毒液体泄漏）。维修单位应当对员工进行恰当的指导和培训，并提供应急预案和设备并经常演练预防。这些预案和设备情况必须向单位的所有人传达到位。维修单位还应当按相关要求指派和培训急救人员。

当紧急情况发生时，要记住以下基本措施：保持冷静并估计形势；观察所发生的情况；找到对自己和他人构成的威胁；不要使自己处于危险之中；使本区域变得安全；避免更大的危险带来的人员伤亡；如果清除危险的行为是安全的，就将危险清除（如出现触电时切断电源等）；意识到个人的局限性（例如当火势无法控制的时候不要试图去灭火）；尽个人的最大能力评估伤亡情况（特别是被授权担任急救员的人）；打电话求助；在保证他人安全的前提下，召集附近的人并向他们寻求帮助；尽可能利用当地的紧急设备（如灭火器）；打电话寻求紧急服务（救护车或者消防队等）；如果自己觉得能够胜任时应向他人提供协助。

2.典型紧急情况处理方案

航空器维修人员应尽可能参与训练，出现紧急情况时知道该怎么做可能会挽救生命。

（1）火灾

火灾紧急处理时应注意以下事项：遇有火灾，第一是大声呼救或立即给“119”打电话报警，清晰说明火灾位置，派人等候消防队员，以免耽误时间；当身上的衣服被烧着时，可用水冲或就地打滚，以达到扑灭身上之火的目的；遇有浓烟滚滚的火灾时，用湿毛巾紧捂嘴和鼻，防高温、呛烟和窒息；逃离时即使忘了该带的东西，也切忌再进入火区；机库消防逃生通道不得堆积杂物；火灾时容易发生直接或间接的损伤，如玻璃破碎造成各种外伤，甚至发生喉咙痛、睁不开眼、咳嗽，呼吸困难和窒息，应及时急救。

（2）触电

触电时由于中枢神经系统受到意外刺激，人会产生脸色苍白、呼吸急促、心跳加快、血压下降、神志不清等现象。如果电流继续作用下去，将会抑制、麻痹呼吸中枢产生严重的心脏震颤，如不及时抢救即可造成死亡。发现触电时应立即拉开电闸或用不导电的物品（如木棒或竹竿）拨开电源。在未切断电源以前，急救者切不可接触伤员，以免触电。如发现伤员呼吸心跳停止，应在现场立即进行心肺复苏（包括胸外按压和人工呼吸等），待心跳、呼吸恢复后及时转送就近医院。

（3）化学品烧伤

化学品烧伤往往同时有热烧伤和中毒，受伤者及抢救人员务必弄清化学物质的性质。化学品烧伤的严重程度除与化学物质的性质和浓度有关外，还与接触时间有关。因此，被任何化学物质烧伤者均应迅速脱下被化学物质浸渍的衣服，并立即用大量清水冲洗至少20分钟。头面部烧伤者应优先冲洗眼睛。

（4）高处坠落

人员高空坠落除了会造成直接或间接器官受伤表现外，还会有昏迷、呼吸窘迫、面色苍白和表情淡漠等症状，可导致胸、腹腔内脏组织器官发生广泛的损伤。面对高处坠落的伤员，紧急处理步骤如下：去除伤员身上的用具和口袋中的硬物；在搬运和转送过程中，颈部和躯干不能前屈或扭转，而应使脊柱伸直，绝对禁止一个抬肩一个抬腿的搬运方法，以免发生或加重截瘫；应保持伤员呼吸道畅通，同时松解伤员的颈、胸部纽扣；快速平稳地送医院救治。

（5）挤伤和压伤

维修人员在维修工作中，手脚等处可能被活动零部件等挤压致伤。当有人出现挤伤或压伤时，救护人员应尽早搬除或松解挤压物，并尽快将伤员移至安全地带。有伤口时应包扎伤口，怀疑有骨折时或肢体肿胀时，应以夹板将关节固定。挤压伤伤员的患肢严禁抬高、按摩、热敷。当出现外伤出血时，可用指压止血或包扎止血。

1.8 典型案例分析

在航空维修领域，墨菲定律道出了一个客观规律：若对他人所犯错误未加以反思并汲取教训，自身亦极有可能重蹈覆辙。

1.8.1 机务维修典型案例归类与分析

本节以2005～2015年统计（473起）的国内民航机务典型案例为基础，这也是机务长期面临的差错安全风险。

1.8.1.1 事件基本分类及所占比例

经统计分析，在 473 起事件中，刮碰飞机 199 起，占 42.1%；错误拆装 62 起，占 13.1%；误放滑梯 49 起，占 10.4%；漏拔销子/管套 35 起，占 7.4%；工具丢失 32 起，占 6.3%，如表 1-1 所示。上述前五类事件累计占比近 72%。

表 1-1 事件统计分析表

事件类型	数量	比例	事件类型	数量	比例
刮碰飞机	199 起	42.1%	遗留吸入外来物	12 起	2.5%
错误拆装	62 起	13.1%	误动电门/手柄	9 起	1.9%
误放滑梯	49 起	10.4%	机坪违章运行	6 起	1.3%
漏拔销子/套管	25 起	7.4%	着火冒烟	5 起	1.1%
工具丢失	30 起	6.3%	加错油液	4 起	0.8%
漏检漏项	23 起	4.9%	AD/时控件超期	2 起	0.4%
违规放行	21 起	4.4%	导航数据库过期	1 起	0.2%
人身伤害	15 起	3.2%			

1.8.1.2 事件分析

以下，主要介绍机务维修保障中常见的前五类事件。

1.刮碰飞机典型案例统计与分析

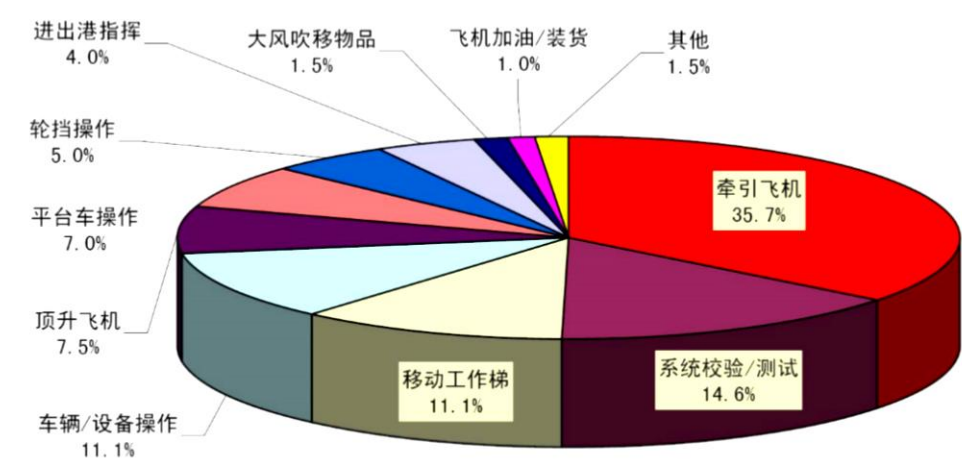


图 1-24 刮碰飞机比例

经统计，在 473 起事件中，刮碰飞机事件 199 起（占事件总数 42.1%），数量最多。相关类型刮碰飞机事件数据统计分析如图 1-24 所示。

2.错误拆装典型案例统计与分析

经统计，在 473 起事件中，错误拆装事件 62 起（占事件总数 13.1%），在数量上仅次于刮碰飞机事件，80.6%（50 起）的错误拆装案例被定性为差错（含）以上等级事件，包括

8 起错误拆装引发的人为原因空停事故征候、1 起空调管路卡箍错装引发客舱释压严重事故征候和 1 起通用飞机副翼钢索装反的飞行事故。相关数据统计分析如表 1-2 所示。

表 1-2 错误拆装典型案例统计表

错误拆装	连接件未固定	装错部件	管路/插头接反	封圈装错/漏装	漏装部件	其他
累计 62 起	29	13	7	6	5	2
	46.8%	20.9%	11.3%	9.7%	8.1%	3.2%

3.误放滑梯典型案例统计与分析

在 473 起事件中，误放滑梯事件有 49 起，占总数的 10.4%。在 49 起误放滑梯事件中，航线运行过程中发生 22 起（占 44.9%）；航线排故中发生 12 起（占 24.5%）；定检维修中发生 15 起（占 30.6%）。从事件原因角度分析，具有以下特点：

清楚操作程序，但在实际工作中误操作。在 49 起误放滑梯事件中，因误操作有 26 起（占 53.1%），忘记解除滑梯待命属于最典型的误操作。

不清楚操作程序，违章盲干。在 49 起误放滑梯事件中，因明显技能不足造成误放滑梯事件有 9 起（占 18.4%），其中有 5 起是新员工，在师傅不在现场的情况下擅自操作。

排故或定检中未采取隔离措施。在 49 起误放滑梯事件中，对舱门或滑梯排故，以及定检从事舱门或滑梯工作中，因维修人员忽视安全防护措施，

未按要求插入安全销，导致发生误放滑梯事件有 14 起（占 28.6%）。

4.漏拔管套/销子典型案例统计与分析

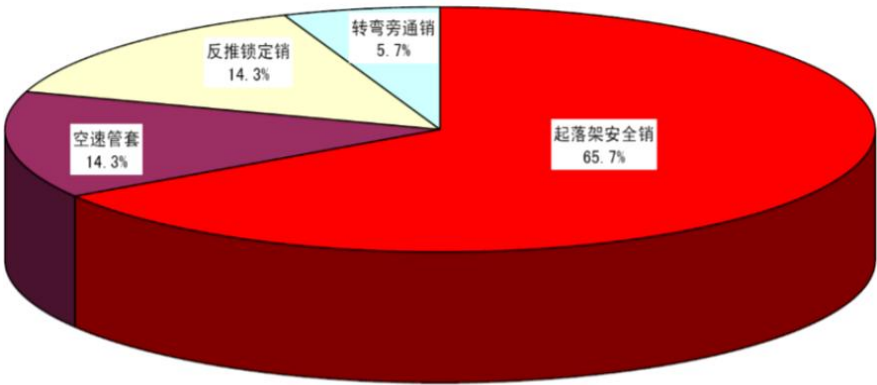


图 1-25 漏拔管套/销子统计

在 473 起事件中，漏拔管套/销子事件有 35 起，占总数的 7.4%，在此类案例中 85.7% 的事件被定性为差错（含）以上等级事件。其中漏拔起落架安全销 23 起；漏拔空速管套 5 起；漏拔反推锁定销 5 起和漏拔转弯旁通销 2 起，如图 1-25 所示。

5.丢失工具典型案例统计与分析

在 473 起事件中，丢失工具事件有 30 起，占总数的 6.3%，其中 3 起工具遗留在主轮舱内飞行被局方定性为事故征候等级事件。容易丢失的工具种类包括解刀、手电、对讲机、扳手、保险钳等。从统计数据来看，极其容易丢失的是解刀、手电，分别占丢失工具事件总数的 33.3%和 26.7%。

丢失工具原因分析。现场管理混乱，不使用工具托盘，工具随意放置，尤其在发动机、起落架、操纵系统区域工作，如果将工具随意放置，极其容易造成后果严重的等级事件。在 30 起事件中，有 7 起工具遗留在轮舱、外涵道、附件舱区域，其中 3 起被定性为事故征候等级事件。未执行工具三清点，尤其是工作现场转移；工具交接不清。

1.8.2 与人为因素有关的事故和事故征候

1.8.2.1 BAC1-11 风挡玻璃更换事件

1990 年 6 月 10 日，一架飞机（英国航空公司 5390 航班）从伯明翰国际机场起飞前往西班牙的马拉加，机上共有 81 名乘客，4 名乘务员和 2 名飞行机组成员。进入稳定爬升后，机长按照营运人的正常运行程序操纵飞机，这时两名飞行员松开自己的肩带，机长松开其腰部安全带。当爬升到 17300 英尺时，驾驶舱风挡突然爆裂，机长的部分身体从风挡的裂口处被吸出到机外。驾驶舱门被吹到驾驶舱中，倒在无线电与导航操纵台上。副驾驶立即重新控制飞机，并开始快速下降，期间客舱乘务员试图将机长拉回机内，但没有成功。直到飞机着陆，他们一直抓住机长的脚踝。副驾驶操纵飞机安全降落在南安普敦机场。经调查确认，左侧风挡是在飞行前更换的，固定风挡的 90 个螺栓中有 84 个比规定的直径小。

事故的起因是在 1990 年 6 月 8 日，夜班值班经理提前抵达工作岗位，为了赶上办理交接手续并核对本班工作任务。该员工在经历了四天的轮休后，今日是他在连续五周内的首次夜班。值班经理发现任务很重，特别是因为领班和持照的其他维修人员都不上班他就是班上唯一持照的维修人员，他必须担当维修、分派工作和帮助完成其他维修人员的任务。工作计划表明下一个白天班将缺少人手，并且 BAC1-11 飞机的清洗工作必须按时完成。BAC1-11 的机长风挡还需要更换。为了使飞机准备好交给清洗组清洗，值班经理决定自己更换风挡。

大约在凌晨三点，他找出维修手册，查阅更换风挡的程序。他没有戴眼镜，虽然他已有两年没有更换过风挡，但在简单地查阅手册后，他相信这是一项简单的工作，不要求做压力检查或重复检查。在卸下风挡后，他注意到某些螺栓已损坏或锈蚀，他决定更换这些螺栓。在紧固件货架处光线很暗，而且标签已破损。他知道螺栓正确的件号，但只是将旧螺栓同新螺栓放在一起对比尺寸便认定这是正确的尺寸。他取了 84 只这种螺栓和一些用于边角位置的长螺栓返回飞机，他没有注意到所拿的螺栓比他卸下的螺栓略细。

用于安装风挡的专用扭矩扳手没有经过校准，在没有其他可用工具的情况下，值班经理要求仓库领班将这只未经校准的工具设定在 20 磅英寸，随即开始安装这些螺栓。

由于这架飞机已被倒拖入机库，且大门关闭，关上的机库门使工作梯无法放到机头前面的正确位置。结果他只能将工作梯放在机头的侧面。这是一个很不恰当的位置，他必须伸手跨过机头作业，这使他在安装时无法看到螺栓，仅能凭借感觉。他没有发现螺栓装配到位后埋头比正常的要低，这在正常情况下是很容易看清的。他自己完成了工作并签了字。

两天后，飞机飞到 17300 英尺高度，突然一声巨响，机长面前的风挡脱落。

这是一起人为因素在航空维修中的经典案例。这一事故征候与多个人为因素问题有关，包括维修经理在识别更换螺栓时的感知失误，库房内照明不好，没有戴眼镜，生理节奏的影响，工作实践以及可能的机构和设计因素。

1.8.2.2 B747 飞机发动机反推管路未复原案例

2000 年 4 月 17 日 14:00，一架 B747 飞机执行航班任务，当飞机起飞速度达到 V1 时，3 号发动机出现火警，其主要仪表指示错乱，而且油门操纵不动，机组人员对该发动机采取灭火、停车措施，使飞机安全返航。

经检查发现，由于维修人员在 4 月 15 日查找 3 号发动机金属碎片而执行工作指令时，错误地断开三通活门反推气源管，并忘记复原，导致飞机在 4 月 17 日飞行中高温高压气体从该处喷出，造成火警，烧坏了附近的导线，使仪表指示错乱，发动机马鞍架损坏，油门操纵钢索特氟龙衬套被烤熔将钢索黏结，油门不能操纵。

维修人员为什么会错拆管路又忘记复原呢？

2000 年 4 月 15 日，夜班维修人员，负责完成工程指令和排故工作，此项工作由 6 名维修人员完成。该机停在机库 1 号位，为了便于启动 APU 引气检查，需将飞机调转 180°。某维修人员利用等待飞机拖车的时间，凭自己对工作指令中第 3 项“拆开到反推三通活门的气管，检查是否有金属碎片并取出”的理解（工作指令没有提供相关的参考资料或附图），错误地断开了位于发动机左上方的三通活门的反推供气管，并将拆下的固定卡环搭在气管上。大约 30 分钟后拖车到场，工作被中断，调整飞机到位后，6 人继续工作。该维修人员在工作中断后未进行标识或记录，因此忘记复原拆卸过的管路接头。

维修人员之间缺乏互相交流与沟通，该维修人员错误断开管路接头，其他人都不知道。任务分工不明确，造成有 2 名机械员同时完成第 3 项工作。

公司维修管理手册规定，完成维修工程指令后，工作执行人员和检查人员应分别签署。此次事故就是因为工作执行人员尚未签署，检查人员就签署了，这使得工作人员失去了一次

回顾的机会。

1.8.2.3 Aloha 航空 B737 前机身上部蒙皮撕裂



图 1-26 B737-200 飞机前机身上部蒙皮撕裂

1988 年 4 月，美国夏威夷 Aloha 航空公司的一架 B737-200 飞机在执行 243 航班时发生一起事故，18 英尺长的飞机上层结构蒙皮由于结构失效突然与飞机脱离，如图 1-26 所示。

按照 FAA 规章要求，飞行前曾由两名工程检查员对飞机进行了检查，其中的主检查员有 22 年的工作经验，另一名检查员有 33 年的工作经验，两个人在检查中都没有发现任何的裂纹。事故发生后的调查分析指出，在两名检查员检查时，飞机蒙皮上已经有至少 240 多处裂纹。随后的深入调查确定，是人为因素问题导致了检查的失败。这起事故激起了美国对航空维修中人为因素的研究。

从这些案例中明显看出，在航空维修中的人为因素，是一个重要的问题，值得认真考虑，不容忽视。

1.8.2.4 国内航空公司发生的维修差错案例

案例1：安装不当：未安装液压堵头

1.事件描述：2000 年 8 月 5 日，一架正在进行 2C 检工作的 MD90-30 飞机做出厂试车。试车时发现发动机下方有液压油渗出，立即关车。打开发动机蒙皮检查，发动机各液压管路和附件均无渗漏。当空调和增压系统工作时，客舱出现了烟雾和液压油烧焦的气味。6 日对该机左发压气机进行检查，发现左发压气机内渗入液压油，使含有液压油成分的发动机引气进入空调系统，飞机停场修理。

2.事件调查：2000 年 7 月 21 日，该机按维修计划停场执行 2C 检工作。22 日，由于另一架飞机左发反推上蒙皮内部损坏，急需从该机左发上串件。值班组长带领工作小组于 7 月 23 日完成了该机左发上蒙皮的拆卸工作。在安装堵头时，发现领出的堵头型号不对，无

法安装。后因忙其他工作将此事忘记。24日,当该机按照C检工作进度进行操纵系统功能试验时,工作人员按有关规定先对驾驶舱进行了检查,未发现任何警告标识。在确认各操作面周围无人和无障碍物后,启动了电动液压泵对液压系统增压。随后发现液压压力指示异常,立即关闭电动泵。经检查发现,左发上反推蒙皮液压管未安装堵头,液压油从此管口喷出。

由于当时没能从工具间找到合适的堵头,为确保C检进度不受影响,工艺员决定采用拉出驾驶舱灭火手柄切断液压供油管路的方法,继续打泵来观察是否漏油,以便在不漏油的情况下继续进行操纵系统试验。但实际上,拉出驾驶舱灭火手柄并不能切断反推系统供油及回路。由于采取的方法不当,喷油再次发生。工作人员以为第7和第10级放气活门是在关位(实际上是在常开位),没有意识到液压油会进入发动机本体,因此仅对活门外部进行了清洁。直到8月5日发动机试车时,才发现液压油已经进入发动机本体。

案例2: 工作发生遗漏: APU滑油箱盖子未盖

1.事件描述: 2001年6月4日,一架B737飞机短停时,机务人员发现APU底部有大量滑油,打开APU罩子检查,发现APU滑油箱盖子未盖。

2.事件调查: 6月3日航后,检查该机发现APU滑油箱盖子密封圈损坏,需要更换。当时两名机械员在原地等待查件结果,想到处理完这个故障后就可以下个早班了,非常高兴。因为从5月份以来,他们几乎每次都是通宵加班,非常疲劳,迫切希望下个早班。当得到航材元件的消息后,两人根本没有意识到滑油箱盖子还没有盖上,也没有按维护手册的要求进行检查,就一起罩上APU罩子,然后盖上了APU外部盖子。

案例3: 勤务缺陷: 工具房的油壶内错装滑油

1.事件描述: 1999年8月24日21:00,某公司一机械员去航线工具房5号库借“襟翼加油壶”时,发现加油壶内的油不对。

2.事件调查: 当时为给一架B737飞机襟翼加油,航线部机械员到航线工具房5号库借襟翼加油壶,检查油壶时,发现油壶内的油颜色是深橙色的,不像是P/N:MIL-L-7870牌号的油(因为MIL-L-7870号油的颜色是无色透明的)。他马上告诉工具房保管员,说明此壶内的油不对,不能使用。接着领第二个襟翼加油壶,但油壶内没有油,于是他就去航材领了一罐新的MIL-L-7870油倒入壶内,将油壶领去使用。

经查工具房5号库“工具仪器借用记录本”,该记录本是从6月份开始启用的。8月24日借出加油壶的前一次记录的是8月3日,由某机械员借出,是给B747飞机补加IDG滑油,拿了一个襟翼“7870”加油壶,叫徒弟加油。由于加油壶的油量不够,徒弟将“飞马2号”油加入油壶里,当加至两罐时,机械员发现拿错了油壶,于是他把加油壶拿到废油存放处将

油倒掉，又重新去工具房 5 号库借了 IDG 加油壶给飞机加油。从调查中发现以下问题：

“工具仪器借用记录本”记录不完善，造成追溯困难。7 月 24 日、7 月 27 日、8 月 3 日、8 月 24 日、8 月 26 日、8 月 28 日均有“7870”加油壶的借用记录，而 8 月 4 日至 8 月 23 日的 20 天时间里，却没有襟翼“7870”加油壶的记录，此情况可疑。调查中机械员和工具房管理员均反映，此前曾有过机械员因抢时间（指保证飞机航班正常），借出设备时没有登记的现象。前面叙述的某机械员借油壶给 IDG 补加滑油，因徒弟加错油，再次去工具房 5 号库借 IDG 加油壶一事中，再次借油壶在记录本上就没有记录。

工具房放油壶的 5 号库门有时候不锁。调查人员 8 月 26 日 7:45 调查时，发现工具房存放油壶的 5 号库既没有工具保管员，门也未上锁。

机械员在使用油壶时，出现混油使用的情况。目前，工具房的做法是：在每一个油壶上挂一个小铝牌，牌上都注明壶内油液的名称和件号，墙上贴了“告示”，提醒机械员注意。每一种油壶配备两至四个，襟翼“7870”加油壶配置了两个。以前有些机械员在找不到所需要牌号的油壶时，不找工具保管员解决，而是将其他油壶中的油倒出，把工作所需的不同牌号的油倒入壶内，使用后再把剩下的油倒出。在下次使用时，装上其他指定牌号的油就用，这样做会使不同牌号的油在油壶内混合。调查中得知，一位 QC 检验员在高检部实习时，因一时找不到“红油”小加油壶，就将襟翼“7870”小加油壶内的油倒出再加入红油使用。

目前，向油壶内加油由车间机械员完成，加什么油壶工具保管员从不过问。如果前一个机械员为了图方便违反规定，向已标明壶内油液的名称和件号的油壶里加了其他的油液，而后一位机械员不了解情况，仍根据油壶上的油液名称和件号给飞机加油，则极有可能造成给飞机加错油的严重问题。

此次工具房保管的专用油壶内错装滑油的事件就是因为：管理工作有疏漏、机械员不严格按油壶所标油的牌号加油。

案例 4：修理不当：驾驶舱紧急逃离门打不开

1.事件描述：1999 年 3 月 23 日，一架 B747SP 飞机执行航班任务。航前登机通道检查时发现驾驶舱机组紧急逃离门打不开，两人用力拉也无法拉开。工作人员认为事情严重，不予放行。后拆下此门发现门的边缘四周被黑色胶粘死，清除胶后故障排除，飞机放行。

2.事件调查：1999 年 2 月 12 日，该机因机组逃离门漏气更换封严条；16 日，该机起飞后机组报告机组逃离门处漏气响声很大，能见外部光亮，客舱增压上不去，飞机返航落地后检查，发现封严条不好，换机飞行；18 日，TLB 反映该机爬升时气流声很大，机务检查并清洁了封严条和门框；20 日，TLB 再次反映相同情况，机务检查发现封严条有一处皱褶，

便重新安装了封严条；21日，TLB仍反映漏气，检验员在TLB盖了三次重复故障监督章，机务、排故工程师、检验员共同检查、研究，发现封严条压得比较严整，只是靠后面的一个锁销孔原位置比较靠下，经调节并清洁封严条及门框后，决定由排故工程师跟班观察排故；22日，跟班回来仍反映漏气，机务调节了齿板和镜链垫片并进行增压试验，无漏气，需飞行中再观察；23日，白天飞行中仍反映漏气，地面检查也有漏气，当天夜班时又对齿板做了调节，地面试验直至无漏气为止，待24日飞行再观察；24日，执行航班后TLB仍反映漏气，根据A/O指令重新对门的封严条和齿板进行调节并在封严条周围涂BMS5-95胶，进行增压试验，未发现漏气；26日航班后TLB仍反映漏气声音很大，地面对该门状况进行再次检查，未见异常，研究决定派人跟班观察；27日航班后，跟班人员及机组仍反映漏气，当班中队长为保证航班正常，在没有技术文件依据、未按AMM手册的偏离程序要求或经相关人员批准的情况下，临时使用A/N51272431GRY封严胶带对逃离门进行封严，有关人员继续研究方案，待飞机回基地后处理。当班检验员考虑到此胶带为永不固化胶且粘性不大，故同意临时使用。封严后反复进行调节，开关逃离门试验正常，并通知机务进行观察。

3月1日航班后没有反映逃离门漏气。由于完成临时处理后，没有按规定填写地面故障单，TLB上也没有做出任何说明，MCC没有及时安排临时处理后的排故工作，QC检验员没有很好地监督落实该临时处理措施的最终纠正情况，使故障没有在飞机回基地后及时彻底排除，从而导致了3月24日执行航班时出现紧急逃离门打开困难的故障。

案例5：检查/测试/故障隔离欠妥：飞机在排故过程中释放了APU灭火瓶

1.事件描述：2000年3月9日，一架A320飞机在排故中接通飞机电瓶时，APU火警灯亮，警告喇叭响，APU灭火瓶被释放，造成第二天航班不能使用APU。

2.事件调查：当天，该机排除APU引气渗漏故障。早班交接时反映APU舱内的火警探测线有磨损，接班人员把排故手册等有关资料带到工作现场，开始对APU舱内的火警探测线进行检查。检查没有发现火警探测线有磨损，工作人员就将21WG、22WG两个火警探测线的电插头断开，进行绝缘测试，测试结果也没有发现火警探测线有问题。手册要求，在拆21WG、22WG两个火警探测线的电插头时，要将火警控制器的跳开关拔出，但是工作人员未做这一步。接着对APU引气管上的探测线进行检查，发现16HF和17HF探测线损坏。

23:30，晚班人员接班，中班人员向晚班人员口述了排故中所做的工作，但没有提醒在没接好21WG电插头前不能动APU。

约24:50时，机械专业介入排故工作，想起动APU检查引气管路是否渗漏。电气员同意并协助机械排故，自己到驾驶舱接通电瓶，准备启动APU。这时APU火警灯亮，警告喇叭

叭响，经检查发现 APU 灭火瓶已自动释放。其原因是：

（1）排故过程中没有严格执行手册程序

接班人员没有认真阅读手册，在 APU 环路火警探测线（21WG、22WG）拆装程序（AMM26-13-15-400-001）里提示，当断开 21WG、22WG 电插头后，必须把火警探测器的跳开关拔出，他们没有拔出此开关。因为手册中提示，如果 A320 飞机处于地面状态，当接通主电瓶时，电瓶汇流条向火警控制器供电，火警自动释放电路就会作动，释放灭火瓶。

（2）技术知识不全面，凭经验办事

在考虑问题时，他们只想到波音飞机在空中状态时才会释放灭火瓶，在地面状态不会释放灭火瓶，没有意识到 A320 飞机在地面状态时也会释放灭火瓶，混淆了 A320 飞机与波音飞机构造的区别。另外，此故障信息在波音飞机上涉及引气和火警两个系统，如果是真信息就是引气系统故障，假信息则是火警系统故障。但 A320 飞机却不同，它把探测线部分划在引气系统里，晚班人员在排故中只按引气系统故障考虑，没有意识到会释放灭火瓶。此次排故，也反映出员工的技术知识不够全面。

第2章 维修作风管理

2.1 中国民航机务维修史

2.1.1 概述

中国民航的机务维修历程，始于中国航空之父冯如。冯如，原名冯九如，字鼎三，广东恩平人，是中国第一位飞机设计师、制造师、飞行家及修理师，是中国民航的先驱。1906年，冯如以“壮国体，挽利权”为宗旨开始研制飞机。1909年9月，冯如造出中国人设计的第一架飞机，命名为“冯如1号”。1910年7月，冯如制作了第二架飞机，并于10月至12月，驾驶它在奥克兰进行飞行表演获得成功。1912年8月25日，冯如在广州燕塘飞行表演中不幸失事牺牲，遗体安葬在广州黄花岗，并立碑纪念。

民国时期，中国航空公司（简称中航）和中央航空公司（简称央航）成立，均设有飞机维修业务。其中，中航能承担公司各类型号的飞机、发动机及其附件的大修和飞机加改装任务，其发动机翻修工厂规模最大，属亚洲第一；央航的机务维修业务除发动机的翻修能力较弱以外，其余均与中航相仿。1949年11月9日，中航和央航在香港宣布起义（简称“两航起义”）。

2.1.2 新中国机务维修队伍的建立

新中国成立后，从1950年代到1960年代，我国航空业开始起步和发展，维修行业从无到有，逐步成长，为中国航空维修的后续发展奠定了坚实基础。

1949年11月2日，中共中央政治局在人民革命军事委员会下设民用航空局（简称军委民航局），受空军司令部指导。在同年11月9日的两航起义中，12架C-46和C-47型飞机飞回祖国怀抱，参加起义的机务人员共有1000多人，他们成为新中国民航事业建设中一支主要技术骨干力量，为民航维修事业的发展奠定了坚实基础，他们的爱国精神已光荣地载入中国航空史册。两航起义人员发扬刻苦钻研和勤奋工作的精神，不到半年时间，修复残缺不全的破旧飞机C-46型飞机14架、C-47型飞机2架，为开通国内航班业务奠定了基础。

1950年8月1日，国内航班业务正式开始运营（史称“八一开航”）。为保障航班的正常飞行，军委民航局于1951年初成立了太原机械修理厂、军委民航局机械修理厂上海分厂和天津电讯修配所，为民航机务建设奠定了坚实的物质技术基础。太原机械修理厂、军委

民航局机械修理厂上海分厂和天津电讯修配所后续分别改为民航第 1 修理厂（负责发动机维护维修）、民航第 2 修理厂（负责飞机机身结构维护维修）、民航第 3 修理厂（负责航空仪表维护维修）。

这是中国机务维修的第一个发展时期。维修人员依靠顽强拼搏、吃苦耐劳、勇于钻研的优秀作风，在当时的工作条件和技术水平下，保障中国民航的老旧飞机能飞起来。

2.1.3 以苏制飞机维修模式为基础开展维修

1952 年 5 月 7 日，中央军委、政务院作出《关于整编民用航空的决定》，将民航局改为空军建制，并将民用航空的行政管理和业务经营机构分开，改设民用航空局和民用航空公司。同时将民航局所辖的太原修理厂、天津电讯修配所、民航机械修理厂上海分厂划归重工业部航空工业局，民航的大修任务由该局统筹。

1952 年 7 月 17 日，中国人民航空公司在天津成立，公司在天津张贵庄机场设有机务维修基地。后来因工作需要，基地从天津迁到北京，并以北京为基地，建立了北京飞机维护队，从事各型飞机的维护和修理工作。1955 年初，民航局调整了组织架构，成立了北京、乌鲁木齐、上海、广州、重庆五个地区管理处，后更名为管理局，并在 1964 年又新成立了沈阳管理局。

1956 年开始在北京建立飞机修理厂，北京飞机维护队更名为民用航空局北京飞机修理厂。此后，军委民航局先后在天津、广州、重庆组建飞机修理厂，飞机维修人员队伍逐步扩大。民航各管理处设立机务科，负责对执管的飞机和过站的飞机进行航前、航后和短停维护，并分别进行 25、50、100、200 小时定检和换发工作。机务科下设飞机维护组、内勤修理、航前、航后、电气、仪表、无线电等若干组。

参加两航起义的飞机主要是美制飞机，一段时间后因航材短缺被逐步淘汰。在 20 世纪 50 年代到 60 年代初，我国陆续购进一批苏制飞机，从里-2、伊尔-14 飞机到伊尔-18、伊尔-62 等，构成了当时中国民航的主要机群。至 1957 年底，机队规模达 64 架，其维修方式、维修组织基本沿用原苏联的一套维修制度。1959 年和 1971 年又分别引进过一批苏制的伊尔-18 客机。当时的飞机维修人员由中苏合资股份公司进行培训，该公司为新中国培养了大批飞机维修技术骨干和业务人员。

1959 年民航局首次颁发《机务工作条例（试行）》和 1962 年民航总局提出机务工作“四无”要求（即无机务故障、无缺陷、无锈蚀、无油垢），指导各地机务人员开展维修工作。

1960 年初，原由机务科承担的飞机执管及机务人员管理职能，调整为由各飞行大队承担，并组建成立了飞机修理厂。同年 11 月，经国务院批准，中国民用航空局更名为“中国

民用航空总局”，标志着中国民航形成独立管理体系，直接统辖各地区民航业务。北京飞机修理厂改名为民用航空局 101 厂，负责翻修飞机、发动机和零附件维修工作，成为一个综合修理厂。同年，上海修理厂改为民航 102 厂，成都修理厂改为民航 103 厂，均直属民航总局。

在 60 年代，飞机维修队伍已有一定的规模，飞机维修工作基本上沿用苏联的 50\B\C\2C\3C\4C\5C\6C\D 检各种等级来实施，采用单一的定时维修方法，对机体采用定时性的预防性维修思想，形成“预防为主”的理念，该理念认为飞机运行期间，翻修得越彻底就越安全，维修工作做得越多就越可靠。其理论基础是“浴盆曲线”可靠性模型。

1961 年，我国从英国维克斯公司购买了 6 架子爵 843 型飞机，1963 年接收。这是新中国第一次引进西方国家飞机，机型也从活塞螺旋桨飞机过渡到涡轮螺旋桨飞机，飞机维修理念得到一定更新。

1965 年，机务科扩编为机务处。维修组织模式分为三个层次：飞机维修队，下分为外场和内场车间，外场有机务大队（中队），内场有内场中队（航修厂）和飞机修理厂。到 1965 年末，中国民航拥有各类飞机 335 架，中国民航机务人数已经过渡到具有了一定规模的专业维修队伍。

这是中国机务维修的第二个发展时期。该时期的民航维修工作分工更加专业和细致，技术水平得到不断提高，维修管理机构也逐步完善，并初步建立了规章管理制度。

2.1.4 机务维修逐步与国际接轨

1970 年，从巴基斯坦引进 4 架二手“三叉戟”1E 型飞机，是我国引进的首款涡扇飞机，使中国民航运输飞机从涡轮螺旋桨式向涡轮风扇式过渡。1971 年开始，民航陆续引进苏制伊尔-62、安-24 和英制三叉戟。1972 年，订购了 10 架美国波音 707，1973 年 8 月到货。

“文化大革命”的十年浩劫，对机务工作影响巨大，极大地削弱了机务队伍、技术能力和工作作风。把航空器材缺乏、飞机和发动机接近和超过使用寿命而导致的问题，归罪于“思想革命化”没有搞好。尤其是实行义务工役制后，机务部门业务培训工作跟不上，形成了“老的吃老本，新的没有本”的状况。

在“文化大革命”结束后，民航业重回正轨，工作开始逐步恢复。1978 年，成立航空工程部，恢复了机务系统的内、外场维修工作，并由工程部统一管理。各地的民航维修厂或机务大队不断修订和健全各项规章制度，实行岗位责任制，并加大对外场的基础工作建设，民航机务部门通过整顿、恢复，进入了新的发展时期。

从 80 年代开始，在国家支持下，通过租赁方式引进了波音 B747SP，购买了波音 B737-200、A310-200 等欧美飞机，机队数量增加到 393 架，飞机型号不断增加。各修理厂

开始整顿和扩建，维修队伍不断壮大。维修厂沿用制造厂家推荐的维修大纲进行维修，外场机务大队或中队负责飞机航前、航后、短停维护工作和除结构检查外的以下的定期检查工作，航维厂负责部附件的校验和修理，大修厂肩负机构检查和重大改装工作。维修人员开始维护新机型，学习着采用新技术、新工艺来维修飞机和发动机。但由于人才断层以及原来的维修思想与现代维修理论并不相符等问题导致维修人员技术更新能力弱，造成购买和维修欧美制飞机均依赖外国的被动局面。

1980年6月，民航局在北京首都机场组建了我国第一个综合性大型的航空维修基地。这是民航维修思想和维修组织的一次重大变革，从组织机构上实现了外场维护、内场维护合一，实现了生产、技术和航材保障合一。

80年代中期，民航总局和民航北京管理局成立了体制改革筹备组，把北京管理局所属机务大队、航修厂、航材处、机务处和总局所属的民航101厂合而为一，组成一个有机整体，建立统一的数据收集分析系统、独立的质量检验系统、健全的质量控制和技术保障系统。维修管理以确保飞行安全和航班正常为第一要务，遵循维修工作要通过对影响飞机可靠性因素的具体分析来控制可靠性的“以可靠性为中心”的指导思想，变静态管理为动态管理，变单一的物流管理为物流信息流平行管理、且信息流不断增大的格局。

随后，各管理局外场维护部门也进行改革，从空军建制形式的机务大队变更为维修厂。民航102厂和103厂也进行改革，提高企业的工作效率，创造了较好的经济效益。实践证明，这种组织形式尽管存在某些缺陷，但这种以可靠性为中心维修理念的组织形式，是维修工作在理论上和组织形式上的一大飞跃。

1983年，中国民用航空局颁发《中国民用航空机务工程条例》，并于次年实施。该条例对机务维修工作提出32个字的维修作风：实事求是、认真负责，严格要求、遵章守纪、迅速准确、周到细致、团结协作、刻苦耐劳。

80年代中期，我国引进英国产的肖特-360、空客公司的A310、苏联产的图-154、波音公司的747、757、767等机型。新型飞机的维修大纲，摒弃了“定时维修”方式，采用“以视情维修、状态监控为主，定时维修为辅”的维修理念。1986年，按民航总局要求，开始执行适航规范化管理，航空机务维修实行“许可证”制度，机务业务技术建设由此得到加强。

1987年开始，民航体制进行改革，政企分离。1988年三大航空公司（中国国际航空股份有限公司、中国东方航空股份有限公司、中国南方航空股份有限公司）相继成立，各航空公司按现代的维修理论，采用新的维修方式，民航维修领域统一归口管理，维修单位资源共享，实行标准化维修工作，逐步实现与国际民航维修的接轨。

这是中国机务维修的第三个发展时期。中国民航引进了欧美飞机,学习了新的维修方法,采用全面质量管理方式进行维修工作。同时,民航业进行了大规模的组织改革和制度建设,管理规章制度不断完善,保障安全和航班正常成为维修行业的唯一核心任务。

2.1.5 开创机务维修新纪元

随着我国改革开放政策的进一步实施,允许外资企业、民营企业等多种经济体进入航空维修领域,1989年8月,中国国际航空公司与德国汉莎航空公司以北京维修基地为基础,合资成立了北京飞机维修工程公司(AMECO)。1989年10月,由民航广州管理局与美国洛克希德国际飞机服务公司、香港和记黄埔(中国)有限公司合资经营,共同成立了广州飞机维修工程公司(GAMECO),2004年美方退出。

至2012年底,我国共有国有控股、民营、民营控股、中外合资的航空公司46家,通用航空企业146家,通用航空器1320架。获得CAAC维修许可证的国内384家,国外和地区342家。中国主要航空维修企业中,能完成飞机机体大修的有厦门太古、AMECO、GAMECO、STAECO、南航维修基地、东航维修基地、国航西南维修基地、海航维修基地等。发动机维修企业有摩天宇航空发动机维修有限公司、四川斯奈克玛航空发动机维修有限公司、AMECO、GAMECO、东航维修基地、国航西南维修基地、南航北方维修基地。部附件维修企业有GAMECO、深圳汉莎、四川海特、航新等公司。

近20年,通过不断积累维修经验,吸收和创新维修技术,中国民航维修产业飞速发展,并以全面推进高质量发展为目标,开创了中国民航维修产业的新纪元。

2.2 维修作风诠释:严谨、专业、诚信

2.2.1 概述

习近平总书记就作风建设作出许多重要论述,他所倡导的“求真务实、着眼细微、主动下访、倾听呼声、自身过硬、不断提升、问题入手、严格自律”这8种工作作风,为民航行业作风建设指明了方向。作风建设对于民航行业至关重要,关乎飞行安全与旅客生命财产安全。我们应积极践行总书记关于作风建设的理念,在日常工作中将作风建设工作经常抓、深入抓、持久抓。

在中国民航的不同发展阶段,维修作风的内涵也不尽相同。中国民航从维修老旧飞机起步,以当时的工作条件和技术手段,主要靠“吃苦耐劳、善于钻研”的优秀维修作风,保障民航机队能飞起来。随着中国民航进入快速发展阶段,工作条件和技术手段有所改善,并初步建立了规章管理制度,保障安全成为维修行业的唯一核心任务,维修作风也随之转为以“严

谨务实、遵章守纪”为内涵。

当前，中国民航运输量和安全水平都已进入世界前列，维修行业已初步建立了以保障飞行安全为底线，兼顾保障航班正常和降低成本需要的专业化分工格局，维修作风进一步转为以“严谨、专业、诚信”为内涵。严谨，是民航维修工作的基本特点和要求；专业，是指以具备专业资格为基础，明确专业角色；诚信，则是维修行业必须遵守的底线。

2.2.2 作风和工作作风

作风是指在工作中和生活中表现出的态度、行为方式和价值取向，体现了个人或组织对待工作的基本风格和原则。其反映的是按什么思维方式来研究问题，用什么态度来学习理论，在什么精神状态下进行工作，用什么方式将自己的理想和主张付诸实施，以及向外部世界展示什么样的形象等。

作风的表现形式有很多种，例如，工作严谨、办事认真，一丝不苟；讲究效率，雷厉风行；谦虚谨慎、忠于职守；勤奋好学、精通业务；遵守纪律、严守机密；尊重领导，团结群众；任劳任怨、脚踏实地；勇于开拓、顾全大局等。

个人或者组织的作风可以分为思想作风、学习作风、工作作风和生活作风。思想作风是个人或组织的世界观、人生观、价值观的反映，是理想信念、政治品格、思想道德的体现。学习作风、工作作风和生活作风是在日常生活和工作中形成的态度和行为模式。

工作作风有两个层面，即精神层面和行为层面。精神层面包含了工作态度、思想观念、思维方式、自我认知、岗位专业知识、职业素养等内容，这些都是工作作风的内涵和基础。行为层面包含有对工作的理解、计划、执行、完善、改进和评价等内容，表现为完成工作的控制性和时效性。控制性反映的是对各项任务和活动进行有效的管理、组织和协调，这包括明确工作目标和任务要求，制定合理的工作计划和流程，合理分配资源，以及对工作进展进行监控和调整；时效性反映的是工作人员具备较强的时间观念，能够合理安排工作进度，确保各项任务按时完成；这是其职业素养和专业能力的重要展现。

2.2.3 维修作风的重要性

截至当前，中国民航运输业已实现运输航空百万小时重大事故率和亿客公里死亡人数双项指标的历史低位，行业安全管理效能持续保持国际领先地位。但民航安全体系建设是一项需要持续推进的系统工程，其中作风问题在各类安全隐患中所占比重呈显著上升趋势，已构成威胁行业安全运行的主要风险源之一。这种作风问题具体表现为：部分从业人员安全意识淡薄、责任落实虚化、专业精神缺失、操作规范执行不到位等现象。

当前，数字化、网络化、智能化等新技术层出不穷，机务维修的工作模式以及要求也需

随之改变,但对工作作风的要求始终不能变。民航局要求全行业长期和持续开展工作作风建设,一是要教育养成与职业养成贯通;二是要严格约束与关心关爱并重,要做到“严管厚爱”,坚持一手抓严格管理,突出规章制度的刚性,一手抓关爱关怀,突出政治上的关爱和日常工作生活上的关怀;三是要传统手段与现代手段相结合,在保持优良传统的基础上,探索现代管理手段,善于运用信息化手段开展思想工作;四是要组织管理与自我管理同步,树立正确的职业观,强化敬业精神、敬畏之心和责任意识,要注意个人的职业道德修养,增强法纪观念,保持健康心态。

航空维修工作的特点决定了它是一个高风险、高责任的技术技能密集型行业,维修工作点多面广、工艺复杂,技术标准要求高,工作的环境复杂、条件艰苦。人员的疏忽和工作的不到位等造成的人为差错,甚至会导致航空事故。为夯实航空安全基础,民航局制定并印发了《民航局关于印发民航维修工作作风管理规范的通知》,制定了关于维修人员工作作风的相关标准和建设要求的指导意见。

许多民航单位针对工作作风建设也总结出了很多建设性的经验,比如说“机务维修 28 字作风”“机务作风 32 字”等等,这些都是加强机务作风建设的具体体现。从这些具体经验措施上来看,其中最核心最关键的就是:严谨、专业、诚信,专业是基础,严谨是保障,诚信是底线态度。

2.2.4 维修作风之严谨、专业和诚信

2.2.4.1 维修作风—严谨

严谨,指严密谨慎,常用来形容一个人做事认真,踏实、细致、周全、有责任心、严格按照程序规章办事,是一种良好的思维品质。严谨的基本特征是精、准、细。其中,精指精益求精,追求做好,准指准确的信息与决策,细指细化的工作、管理和执行。

在航空维修工作中,严谨是指以科学严谨的原则制订维修方案和工艺要求,以严密的规章、程序规范维修行为,以严格、精确的标准实施质量的测试和检验。特别是工作在一线维修岗位的员工,要一丝不苟、严格要求、谨慎操作,按要求的程序、步骤、方法和要领去实施每一项维修工作。

在航空维护工作领域,从业人员应牢固树立“四个意识”,即:规章意识、红线意识、风险意识、举手意识。这既是维修工作严谨性的具体体现,也是确保安全生产的根本要求。

2.2.4.2 维修作风—专业

专业,最早是从拉丁语演化而来,原始的意思是公开地表达自己的观点或信仰。专业也指人类社会科学技术进步、生活生产实践中,用来描述职业生涯某一阶段、某一人群,用来

谋生，长时期从事的具体业务作业规范。具体来说，专业指专门从事某种学业或职业、专门的学问，是指一种物质或某种作业的作用范围。

职业工作范畴里面的专业精神，通常引申为“工匠精神”，对工作执着于专业的规范、要求、品质化程序等，具体包括职业功能、职业道德、职业操守和奉献精神这四个层面，是在专业技能的基础上发展起来的一种对工作极其热爱、充满激情和投入的品质，对工作有一种近乎疯狂的爱，工作的时候能达到忘我的境界。

专业是航空器维修业的基础，维修人员必须在此基础上，提倡好学上进，钻研业务技术，不断提高业务素质和飞机维修质量，不断追求航空器维修理论上的精益求精，学懂弄通，同时要不断总结实践经验，追求维修工艺、操作质量的精益求精。

2.2.4.3 维修作风—诚信

诚以养德，信以立身。诚信是一个道德范畴，是人立身处世的基本规范，是社会存续发展的重要基石，是公民的第二个“身份证”，是日常行为的诚实和正式交流的信用统称。诚信主要是指两个方面：一是为人处世秉持真诚诚实，尊重事实，实事求是；二是工作生活中信守承诺，重规则，守契约，言必信，行必果。

诚信是中华民族优良的传统美德，也是建立诚信社会、诚信行业的基础，尤其是在民航维修行业，从业人员诚信与否，直接关乎航空安全。诚信工作，就是要老老实实按照工作单卡进行标准规范施工，工作中遇到问题要及时、如实报告，绝不谎报情况，绝不隐瞒差错。

“红线意识”是底线态度问题，红线是不可触碰的。“人无信不立，业无信不兴，国无信则衰”，对触碰诚信“红线”的行为要零容忍，涉及诚信、性质恶劣的无后果违章要严肃处理。在维修工作中，不诚信事件必将受到严惩并会长期记录在案。

典型的不诚信行为包括：未实施维修工作即签署记录、非工作者代他人签署维修记录、发生不安全事件后隐瞒不报、破坏现场、伪造相关证据等。

2.2.5 维修人员工作作风管理规范

2.2.5.1 概述

航空器维修工作是保障民航飞行安全发展的基础性工作，维修行业也是民航业中少数难以被自动化取代的劳动和技术密集型行业。民航局对维修工作作风建设的总体要求是贯彻“规章是底线，诚信是红线”的基本安全理念。针对典型作风问题，从细节做起，从习惯做起，将敬畏生命、敬畏规章、敬畏职责的“三个敬畏”意识融入制度、化为责任、落到日常。狠抓“三基”建设，抓基层、打基础、苦练基本功。建立优秀的维修作风，“三基”建设是基础，管理体系是保证。

民航的规章和标准不但是科学技术的成果，更是用鲜血换来的经验和教训。航空维修人员要强化按章操作意识，做遵章守规的民航机务人，坚持成为“手册型员工”，自觉养成良好的职业习惯，真正做到按手册操作、按手册运行。

2.2.5.2 机务维修工作作风管理要求

表 2-1 机务维修工作作风管理要求

	航线维修	定期检修
概念	依据 CCAR-145 部的定义，航线维修指根据相应技术文件的要求对航线运行中的民用航空器进行的例行检查和故障、缺陷的处理。	依据 CCAR-145 部的定义，定期检修指根据相应技术文件的要求，在民用航空器或者其部件使用达到一定时限时进行的检查和修理。
维修现场负责人	航线责任部门针对每次航线维修工作，均应明确指定 维修责任放行人员 。该人员负责管控当次航线维修工作，协调所有与维修相关的勤务工作，并最终签署维修放行文件。其职责范畴涵盖对旅客登机时间的协调、飞机推拖作业的安排，以及指挥机组启动飞机的决定权。	项目负责人（以下简称 项目经理 ）负责统筹制定工作计划、组织实施并协调资源配置；维修放行人员则承担技术把关职责。
总体要求	航空运营人维修单位所构建的航线维修管理体系，须全面覆盖其所有运行基地及外站，并明确规定在每个地点负责安排维修人员及下达工作指令的航线责任部门。 维修责任放行人员可以为航线维修管理体系授权的任何人员（包括外站委托维修人员），但航空运营人维修单位的维修控制中心应当掌握具体人员信息，并保障联络畅通。 维修责任放行人员在接收到任务指令后，应首先评估在同一时段是否存在其他任务冲突，并在确认无冲突后，明确答复航线责任部门。若因特殊情形无法履行责任，须立刻向航线责任部门报告，由其及时调整人员安排并更新任务指令，并向维修控制中心报告。 采取无过站维修放行的方式，航线维修管理体系应当以清晰的方式告知机组，明确无需过站维修的条件及需要时联络维修的方式。	航空运营人应当对飞机的定期检修统一计划和管理，并以定检工作包的形式下达定检指令。定检工作包应当至少明确按照维修方案执行的计划维修任务，结合执行的适航指令、服务通告和纠正运行中保留的推迟维修项目（一般均应当以工程指令的方式明确具体实施要求）。航空运营人维修单位自己实施定检工作应当统一流程和标准。 各维修单位开展定检作业时，组建专项工作团队，并明确关键岗位人员安排。其中项目经理、维修放行人员均由生产管理部门指派，应当是具有丰富定检工作经验的维修人员，且放行人员需符合资质要求（持有相应执照等）。质量监督员由质量部门指定，专门开展当次定检的质量监督，应当具有参与或支持定检工作的经验。
工作准备要求	（1）航前准备 维修责任放行人员应当在航班计划时刻前至少 1.5 小时到达机位，向航线责任部门确认到岗，并完成准备工作。维修责任放行人员应当确认参与工作的维修、勤务人员到位，设施设备、工具材料、技术文件到位，环境符合开展航线维修工作，检查确认通信畅通、设施设备摆放无风险、工具设备与清单一致，按航线维修工作单卡分配任务，明确工作协调要	（1）一般准备 项目经理接收定检任务后，应当根据定检工作包完成如下准备工作：确认机位及相关维修设施设备的可用性；确认定检团队人力资源充足，并且专业、资格授权匹配；确认维修能力覆盖所有工作任务，并且在批准的范围内；确认工具设备、器材库存充足或者能够按时到位；确认需要外委的工作具备可用的资源。 对上述任何方面存在可能影响定检工作顺利开展的情况，应当及时报告生产部门或者质量部门（如涉及维

	航线维修	定期检修
	求。 (2) 短停准备 维修责任放行人员应当提前分配工作任务,明确工作协调要求,在航班计划到达前至少 10 分钟到达机位,向航线责任部门确认到岗,并完成准备工作。 在飞机到达前,确认参与工作的维修、勤务人员到位,检查确认标记线无误、设施设备摆放无风险,检查确认指挥棒、轮挡到位。 在飞机停稳后,向机组了解飞机状况,并查阅飞行记录本及机载维护信息系统(如有)前一航段的记录,包括保留故障和缺陷情况。如有机组反映或者系统检测故障或者缺陷,报告维修控制中心,确定按 MEL 放行或增加非例行工作,并及时调整任务分配。如执行非例行工作,检查确认设施设备、工具材料、技术文件到位,环境符合开展维修工作的标准。 (3) 航后准备 维修责任放行人员应当首先了解本次航后结合的附加工作,提前分配工作任务,明确工作协调要求,在航班计划到达前至少 10 分钟到达机位,向航线责任部门确认到岗,并完成准备工作。 在飞机到达前,确认参与工作的维修、勤务人员到位,设施设备、工具材料、技术文件到位,环境符合开展航线维修工作的标准,检查确认标记线无误、通信畅通、设施设备摆放无风险、工具设备与清单一致。 在飞机停稳后,向机组了解飞机状况,并查阅飞行记录本及机载维护信息系统(如有)当天的记录,包括保留故障和缺陷情况。如有机组反映或者系统检测故障或者缺陷,报告维修控制中心,确定增加非例行工作或协调按 MEL 放行,并及时调整任务分配。如工作环境不能符合维修工作(尤其是非例行工作)的标准,协调调整至合适的机位或机库。	修能力或者外委单位的批准),协调解决或者改正。 (2) 工卡分析 项目经理首先应当组织对定检工作包中计划维修任务、工程指令、附加工作等进行工卡分析,并对没有提供执行任务详细步骤的工卡的情况、提供工卡的任务步骤不清晰或者容易产生歧义的情况、提供工卡的任务步骤不易操作和完整记录的情况协调专业工程师补充工卡。 工卡分析应当依据制造厂家或者送修人提供的有效机型技术文件进行。当发现定检工作包所提供工卡存在错误时,应当反馈送修人维修工程部门予以核实确认。 工卡分析还应同时明确执行任务的逻辑顺序、每一任务预期的计划人工时、需要多人协调配合的工作项目、需要交叉互检和质量监督员检查的工作项目(至少包括关闭开口区域的外来物控制检查),以及安全注意和警告事项。 工卡分析中还应当考虑定检团队对各项任务的经验,涉及需要专业技能或者一定熟练程度的任务,应当事先组织开展必要的培训。
工作程序要求	(1) 维修人员按照分配的任务完成航线维修工作,发现任何不正常情况应当先向维修责任放行人员报告,并由其决定处置方案,必要时应当协调技术支援或者调整航班计划; (2) 如打开口盖检查或更换零部件,需经维修责任放行人员检查后才能关闭口盖;	(1) 任务计划和控制 基于工卡分析,项目经理应当组织制定定检工作计划和排班计划,提交质量监督员并通知团队人员。 定检过程中,定检工作计划应当以看板的形式在维修现场展现,并实时标注工作进展。 当定检工作计划和排班计划需要调整时,应当及时

	航线维修	定期检修
	(3) 所有维修工作完成后, 包括不正常情况处置, 应当及时完成现场清理并清点工具, 并由维修责任放行人员逐一确认; (4) 维修责任放行人员逐一检查所有工作步骤正确完成并签署后签署维修放行, 并向航线责任部门报告; (5) 如需推拖飞机, 按任务分配由责任维修人员确认已插上前起落架转弯销, 配合拖车驾驶员及勤务人员安装牵引杆/车, 连接内话协调机组或机上维修人员, 发出开始推拖指令; (6) 推拖过程中, 责任维修人员始终保持与拖车驾驶员、观察人员的联络, 通过危险区域时, 保持喊话提醒并确认回应; 推拖到位后, 解除牵引杆/车连接并取下前起落架转弯销。	修订, 通知涉及人员, 并更新现场展现看板。 (2) 任务分配和实施 按照定检工作计划和排班计划, 项目经理应当在每一班次开工前统一发放任务工作单卡, 在完成及时签署并收回。 任务实施过程中, 对禁止同时开展的工作项目应当予以醒目提示; 对需要质量监督员专项检查的工作项目, 应当报告质量监督员完成专项检查并签署。 发现任何缺陷或者不正常情况应当及时报告项目经理, 如有必要, 由项目经理协调专业工程师处理并视需要补充非例行工作单; 涉及推迟工作项目应当报告送修人核准并获得其批准。 如涉及跨班次工作任务, 应当建立明确的任务交接制度, 防止因交接班导致的错漏和信息中断。交接班时, 个人工具应当完成清点, 现场其他工具和原材料、零部件应当逐一确认后移交。 如涉及外委工作, 应当在外委工作返回后由项目经理安排专业人员完成接收检验, 并经质量监督员核实后方可装机。 阶段性任务完成后, 应当及时清理现场工具设备、器材和杂物, 保持现场工作环境整洁。 工作任务单卡回收后, 维修放行人员应当检查维修记录和签署的规范性, 并核对实际人工时与计划人工时的偏差。当实际人工时与计划人工时偏差较大时, 应当及时了解原因并报质量监督员, 必要时应当开展相应的核实或者调查任务实施过程中涉及多人配合的复杂维修任务, 项目经理应当在现场监督并协调。 除专项检查和人工时偏差调查外, 质量监督员还应当对现场工作不定时抽查, 监督维修任务实施的规范性和现场工作秩序。 (3) 维修放行 所有定检工卡任务回收后, 维修放行人员应当完成如下工作后方可签署维修放行: 逐一与定检工作包核对确认工作的完整性; 核实所有发现缺陷或者不正常情况均已准确记录并按机型相应技术文件的标准完成处理, 包括推迟维修项目; 核实所有更换件的文件, 确认完整并符合合格航材的要求; 核实实际人工时与计划人工时偏差, 确认所有偏差均已经核实或者调查无误; 核实消耗材料、零部件使用记录, 确认在常规消耗范围; 确认定检团队所有工具完成清点、现场保存工具恢复保存、借用工具全部归还。 上述事项应当以定检工作总结的方式完整记录, 并

	航线维修	定期检修
		经质量监督员、专业工程师共同确认。上述事项中前三项的信息应当随同维修放行证明文件一同提交送修人。 (4) 收尾工作 完成维修放行后,项目经理应当及时整理维修记录,包括交付送修人的记录和本单位需要保存的记录,并将本单位保存的记录移交维修记录和档案管理部门。 维修记录和档案管理部门应当根据移交的定检记录及时更新单机档案。维修单位一般还应在每次定检工作完成后进行成本分析。
工作 标准 要求	同一人员可作为多架次飞机的维修责任放行人员,但每小时时段内,航前、短停维修不得安排超过 2 架次,航后维修不得安排超过 1 架次。 航线责任部门应及时记录维修责任放行人员到岗确认,并对没有按时确认到岗的情况及时纠正。 维修责任放行人员应当将检查发现的任何不正常情况及处理措施报告维修控制中心,包括技术支援和协调调整航班计划的需求。维修控制中心应当对主要系统故障处理情况进行复核。 维修控制中心应当按照维修责任放行人员的需求协调提供技术支援和航班计划调整,并完整记录。 维修责任放行人员应当逐一确认航线维修工作单和飞行记录本按规定完成记录和工作签署后才能签署维修放行。 推拖飞机应当遵守机型维修手册规范和公司相关规定的要求,长距离拖行应当遵守机场拖行速度的要求。 飞机滑出前,应当按规定向机组展示取下的前起落架转弯销。	对任何一次定检,项目经理、维修放行人员、质量监督员明确后即应当专职负责当次定检工作(即不能同时安排其他维修工作),专业工程师可不专职,但应当优先保障当次定检工作的技术支持。对于 A 检工作,项目经理、维修放行人员可为同一人员。 定检团队其他人员在工作时间符合 CCAR-145R4 规定的情况下可以参与其他维修工作,但应当避免临时更换人员。如确有必要,应当符合相应的资质和工卡分析产生的培训要求,并经质量监督员同意。 定检准备中需要新申请维修能力批准的事项不应当涉及《许可维修项目》的修订。 定检工作程序各步骤的工作要求均应当在维修单位手册中有明确规定,并按照手册的规范实施。 推迟维修项目除了应当符合咨询通告 AC-120-049R1《航空器推迟维修项目的管理》要求外,仅限执行定检工作任务时发现缺陷的修复或受其影响的计划维修任务。
管理 监督	航空运营人维修单位应建立能实时掌握维修责任放行人员到岗确认及维修放行信息的管理制度,并明确偏差预警机制(如计划起降时刻前的时间要求)。其质量管理部门需定期检查航线责任部门日常记录,不定期抽查航线维修现场,及时调查偏差预警,监督航线维修工作作风。监督过程应完整留痕,对发现的任何工作作风问题(含无后果违规行为),须严格按局方和公司规定处置。	维修单位生产计划部门应当建立实时掌握定检进度的管理制度,并对进展异常的情况及时进行核实或者调查。 质量监督员应当对开展质量监督的工作完整记录,发现违规的情况及时提出纠正要求,并报告质量部门。 质量部门应当对违规情况严格按公司规定给予应有的处理。

2.2.5.3 维修差错的纠正和诚信报告要求

维修人员在维修过程中发生或者发现的任何差错行为，包括本人或者他人的，应当按照如下原则处理：

（1）对未造成后果的，应当立即纠正或提醒纠正，并报告所在部门。所在部门应当如实记录并向质量部门报告差错的情况，由质量部门进行必要的核实，分析原因并制定预防措施；

（2）对造成轻微后果的（如航空器损伤或者需要返工），除立即报告所在部门外，还应当立即报告质量部门，并在质量部门的监督下修复或者纠正。质量部门应当对差错的情况及时开展调查，分析原因并制定预防措施；

（3）对造成严重后果的（如人员伤亡、航空器或者公共设施严重受损），除维修单位内部报告外，还应当按照规定及时报告局方，并由局方按规定开展相应的调查。维修单位应当按规定予以配合。

上述维修过程是指在签署维修放行前，如已经完成维修放行签署并造成后果的，无论轻微还是严重，均需及时报告局方，并由局方按规定开展相应的调查。维修单位应当按规定予以配合。

对任何维修差错，无论是否造成后果，维修人员不按上述要求向本单位内部报告和维修单位不按上述要求向局方报告的，均视为不诚信报告行为。

除局方对调查发现的涉及违规或者不诚信行为按规定给予的行政处罚外，维修单位的内部处罚制度可由维修单位自定，并支持形成鼓励诚信报告的非惩罚安全文化。

2.3 应用 APS 理论预防维修差错

2.3.1 维修系统运行水平的度量标准

现代维修系统的运行水平是从维修安全保障能力、维修质量、劳动生产率、维修成本和维修能力五个维度进行度量。

维修安全保障能力是指一个维修系统应该具备必要的主客观条件，通过对航空器及其部件的检查和维护，保证航空器持续适航；保证航班安全、正点；保证旅客生命财产安全的能力。维修安全保障能力一般采用等级事件作为评价指标。

维修质量是指所实施的维修行为满足航空器运营人明确和隐含需求，使航空器运营人持续满意的程度。

劳动生产率是指劳动者在一定时期内创造的劳动成果与其相适应的劳动消耗量的比值。

维修成本包含直接维修成本和间接维修成本。直接维修成本指机上的人工以及航材（维修检查）；机下的人工和航材（发动机翻修、部件维修）；间接维修成本包含：备件费用，发动机、地面支援设备及维修、工程、培训以及 IT 服务等。

维修能力是指为航空器运营人提供整体解决方案的能力，分为高（复合材料修理、发动机修理、结构修理、附件修理、加改装），中（A 检、航线、排故），低（飞机清洗、客舱清洁）三种类型。

APS 理论借鉴上述五个维度对维修系统的运行水平进行综合度量。APS 是指：生产有准备（Arrangements）、施工有程序（Program）、工作有标准（Standard）。由于安全是维修工作的重中之重，所以在五个度量标准中，APS 理论突出强调维修安全保障能力这个维度，并将其作为理论精髓。

APS 以过程为导向，通过对过程全面优化，保证维修质量的稳定输出；确保标准化维修过程的可监控；出现偏差后可发现并修正，充分体现过程导向思路，积极争取持续安全，保证维修系统的稳步向好。

2.3.2 APS 理论的概念和模型

2.3.2.1 APS 理论的概念

中国民航维修工程技术研究中心建立的 APS 理论，能帮助维修单位建立优秀的维修作风。APS 理论是在维修作业实施过程中，以生产准备、施工程序及工作标准构成的运行框架为基础，通过对人员资质、设备配置及技术规范等运行要素的约束条件分析，实现维修安全的全流程管控的管理理论体系。该理论的核心研究方向在于构建以维修安全为导向的差错防控体系，其实施效能通过维修安全保障能力、维修质量合格率、劳动生产效率、维修成本控制水平及技术能力提升幅度等多维度指标进行综合评估。

2.3.2.2 APS 理论的模型

APS 理论整合系统论、信息论及控制论的思想，融合系统工程、可靠性工程及 MSG-3 方法等知识，构建起具有多学科理论支撑的维修管理体系。该理论通过全面生产准备、优化施工程序、规范工作标准三大实施路径，形成以维修安全为核心，覆盖质量管控、效率提升、成本优化及能力拓展的系统化管理框架，最终达成维修过程全要素协同控制的理论架构。

APS 理论体系可采用“正四面体模型”来表达，具体形式如图 2-1 所示。

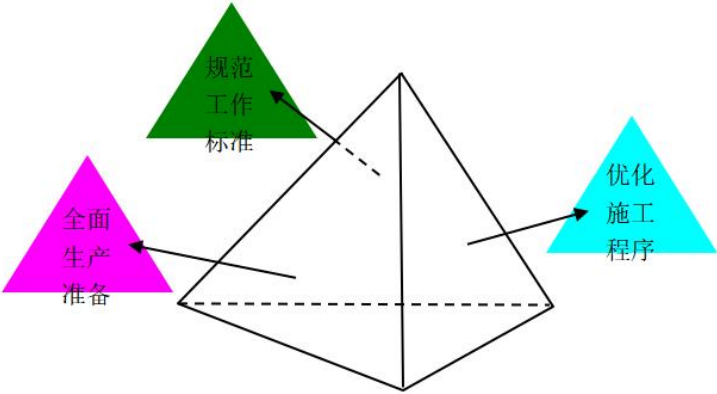


图 2-1 APS 理论的正四面体模型外视图

APS 每一个特有的“面”，即全面生产准备、优化施工程序和规范工作标准，都包含宏观和微观两个“层”。宏观层面强调的是管理与规划；微观层面强调的是技术与操作。APS 理论模型的展开效果如图 2-2、2-3 所示。

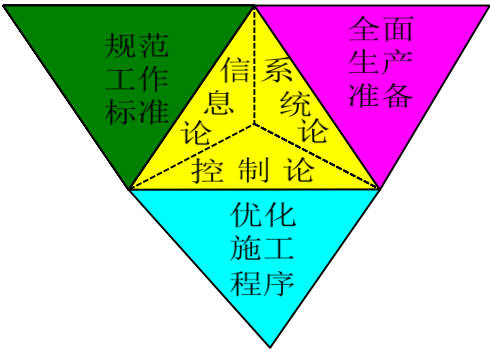


图 2-2 APS 理论正四面体模型

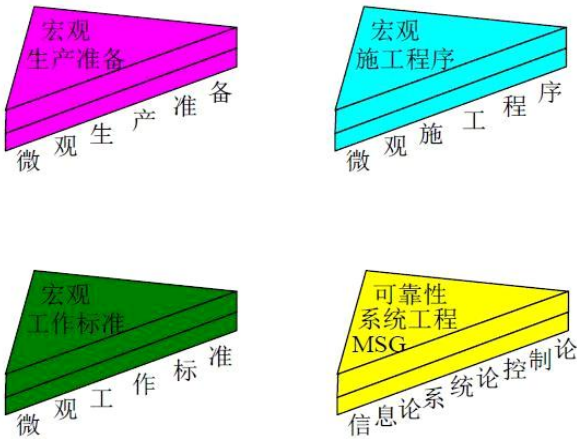


图2-3 APS理论正四面体模型分层展示

2. 3. 3 APS 理论的内容

APS 理论将全面生产准备、优化施工程序和规范工作标准作为三个直接抓手。APS 理论的内容示意如图 2-4 所示。

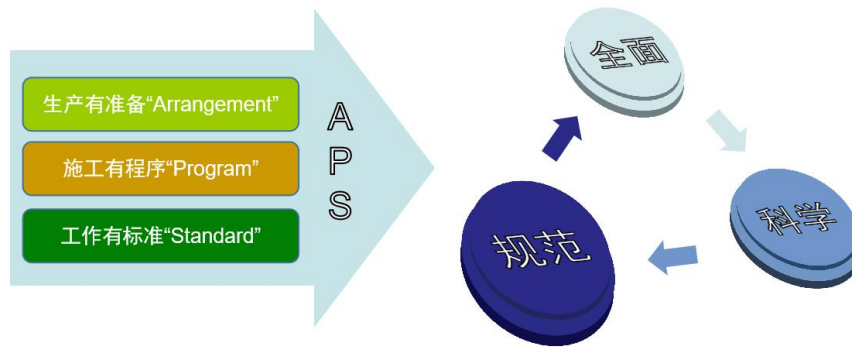


图 2-4 APS 理论内容示意图

2.3.3.1 生产有准备

1.宏观层面。APS 理论中的“A”涵盖下列四个方面内容：航空器的维修计划；维修单位生产能力分析和预测；合理的工作分解结构；航材计划与库存控制。

2.微观层面。APS 中的“A”覆盖了具体维修任务中的安全风险识别和 4M1E 准备，体现了生产准备工作的全面性。提前做好识别安全风险和 4M1E 生产准备，可有效避免由于忙乱引发的人为差错或等级事件。

（1）在识别安全风险方面的生产准备包括：风险源辨识、风险评估、风险防控。

- ① 风险源辨识，APS 理论在微观准备层面特别强调风险源辨识的完备性；
- ② 风险评估，APS 理论在微观准备层面特别强调风险评估的准确性；
- ③ 风险防控，APS 理论在微观准备层面特别强调风险防控的有效性。

（2）在 4M1E 方面的准备包括：

①人：维修人员的资质和能力准备、数量准备、人员种类准备、人员状态（生理/心理状态）良好等；

②机：工具、设备、梯子、台架、保护设备等项目，重点考察设备设施的可获得性和可用性；料：航材、耗材（机物料）及化工品等；

③料的准备分为显性和隐性两个方面，其中显性部分是工卡/手册中明确提到的项目；隐性部分是对非例行项目进行准备；

④法：技术文件、手册法规、应急程序等；

⑤环：首先明确开展维修工作的地点，如机坪、车间或者机库。其次考察该地点是否具备开展维修工作的必要条件，如水、电、气、照明等。在开展特殊类型维护工作，如喷漆、复合材料修理、补油箱等有温/湿度、通风要求的工作前，必须确认环境是否满足工作要求。

2.3.3.2 施工有程序

施工有程序，程序要科学。施工有程序是 APS 理论的关键技术，APS 理论主要是通过

优化工作流程和规范操作步骤来提升维修的科学性。

1.宏观层面。施工有程序旨在解决维修方案和生产计划控制的整体优化问题。包含两方面：一是要符合航空维修各项施工程序的规定（与局方规定的符合性），二是通过延长维修间隔、定检维修组合对维修方案实施优化，降低维修成本。

2.微观层面。施工有程序旨在解决维修任务组合和单个维修项目的具体优化问题。针对某一具体的维修任务，通过合理安排工序、时序可以有效减少维修过程中因资源冲突所造成的浪费，避免维修差错。维修资源包括工作场地（如驾驶舱、货舱等），公共资源（如工具、设备、梯子、台架）和清洁等通用工种。

为确保“施工有程序”在微观层面顺利落地，需着重解决两个问题：一是强调执行到位，维修工卡、技术手册中标准的施工作业程序需照章执行；二是强调检验复查，对于容易重复发生等级事件的维修项目，设定监督复查环节，让授权人员进行复查验证。

2.3.3.3 工作有标准

工作有标准，标准要规范。工作标准执行到位与否，直接影响最终的维修结果，也体现在宏观和微观两个层面。

1.宏观层面

维修系统需要建立符合自身特点的现代维修质量管理与监控的闭环体系。

2.微观层面

针对某一具体的维修项目，特别是高风险维修项目，应该建立具备较强针对性的工作标准，并在实际运行中贯彻和动态提升该标准。

工作标准涵盖三个方面：

（1）建立标准：APS 理论的工作标准主要有两个来源，即手册标准和实践标准；手册标准，如工作单卡、AMM 手册等，需要严格按标准工作；对尚未明确标准的维修工作，如飞机清洁，客舱修理，需要结合实际建立标准；

（2）贯彻标准：建立标准后，进行统一培训，消除因地域、人员素质差异产生的工作标准差距，尽量避免师徒传授等相对狭隘经验的缺陷；

（3）提升标准：APS 理论的工作标准需要根据运行评估的结果和技术进步不断修订。

2.3.4 APS 理论的运行特征

2.3.4.1 运行背景及推进路径

APS 理论将贯穿维修任务生命周期的“生产准备、施工程序、工作标准”并作为维修管理的运行背景。维修管理的运行背景是一个文化或制度框架，并在此背景环境之下保障安

全运营和经济效益。将运行背景作为 APS 理论的第一条特征，具有以下几点论据：

- (1) 这就是维修系统应该做的工作；
- (2) 这就是维修系统向维修人员提出的要求；
- (3) 这就是全体维修人员应具备的能力；
- (4) 这就是培养卓越维修人才的自然背景环境。

从维修单位的角度看，按照由浅入深，先易后难的原则，APS 在维修单位的推进可采用“点→线→面→体→文化”逐步推行，从而使员工掌握 APS 的思考方法，通过“识别安全风险，做好生产准备，优化工作流程，明确工作标准”的步骤思考问题、解决问题，保证维修质量输出的稳定性，顺利达成安全生产目标。在具体实施过程中，首先设计出一系列旨在改善与维修业务直接相关的单项工作，即“点”级 APS；然后设计出一系列旨在改善某项维修任务的维修质量、提升生产效率的“线”级 APS；接下来设计出一系列旨在优化核心维修流程的“面”级 APS；再设计出一套支持维修单位运营绩效持续提升的“体”级 APS；最后是丰富和充实航空公司“企业文化”级 APS。

2.3.4.2 APS 工具

APS 工具是一组具体的工程技术保障措施，通过现代化的信息传播或表达手段来实现，有助于 APS 理论在维修一线层面的高效执行，有利于充分体现新时代航空维修的特征。目前可采用的工程技术措施有很多，以下是在生产实践经验中结合 APS 理论，推荐采用的一些工程技术保障工具，各单位也可以根据生产实际需要采用其他工程技术保障工具，多种措施一起形成合力共同促进安全生产和提高工作效率。

(1) 工具一：安全风险管理（SRM）技术。针对高风险维修项目，实施专项安全风险管理，采用前瞻性的方法来识别风险，对风险进行定量和定性分类；针对识别出的风险实施减缓措施并制定相应的监测程序。例如，顶升飞机、发动机试车等。



图 2-5 采用可视化技术处理后的数据直观展示效果

(2) 工具二：可视化管理技术。利用形象直观、色彩适宜的图表，快速准确传递信息，形象直观地将潜在的问题和浪费显现出来，例如，现场工具形迹定位、现场功能分区、现场看板等。

(3) 工具三：6S 管理技术。即“整理”“整顿”“清扫”“清洁”“素养”“安全”，是维修业务管理的基础性工作，例如：现场物品清理/定置，员工习惯养成。



图 2-6 6S 管理的效果展示

(4) 工具四：大数据分析技术。采用适当的统计和分析方法对收集的大量数据进行数值分析和特征提取，找出研究对象的内在规律即知识发现。在维修工作中通过积累、统计、分析，建立涵盖航材、工具、设备等信息的生产准备数据库，作为航材部门、生产支援部门的管理依据，这也是实现成本有效控制的重要依据，例如，航材必用/常用清单确定，航材订货等。

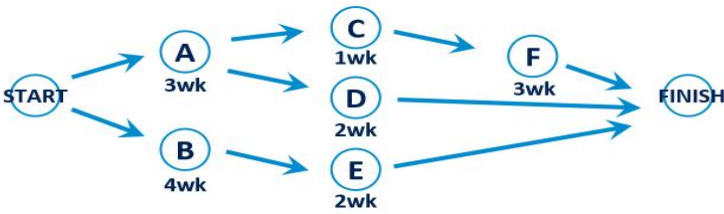


图 2-7 采用项目管理技术优化的流程分析示意图

(5) 工具五：项目管理技术。在项目活动中运用专门的知识、技能、工具和方法，使项目能够在资源有限的条件下，实现或超过设定的需求和期望的过程。具体到维修行业，重

点是研究科学的施工程序。一份工卡，一份指令，一项工作可以参照 Job card，EO， AMM 进行，而对于 C 检以上的维修，一个工作包含有成百上千份工卡以及其产生的非例行工卡，施工程序的科学性就显得更加重要。例：确定工卡执行顺序；优化停场周期。

（6）工具六：工业工程技术。对各种生产资源和环节做具体的研究、统筹分析、合理配置。其研究内容主要包括人一机关系；环境对人的影响（生理和心理）等。常见的方法：工厂布局包括布局与配置，搬运分析；方法研究包括工作分析，动作分析，经济性分析；作业测定包括时间分析，标准工时，有效工时等；生产匹配，包括瓶颈管理，生产线平衡等。例：工序平衡；现场功能规划；现场路径规划；工时测定等。

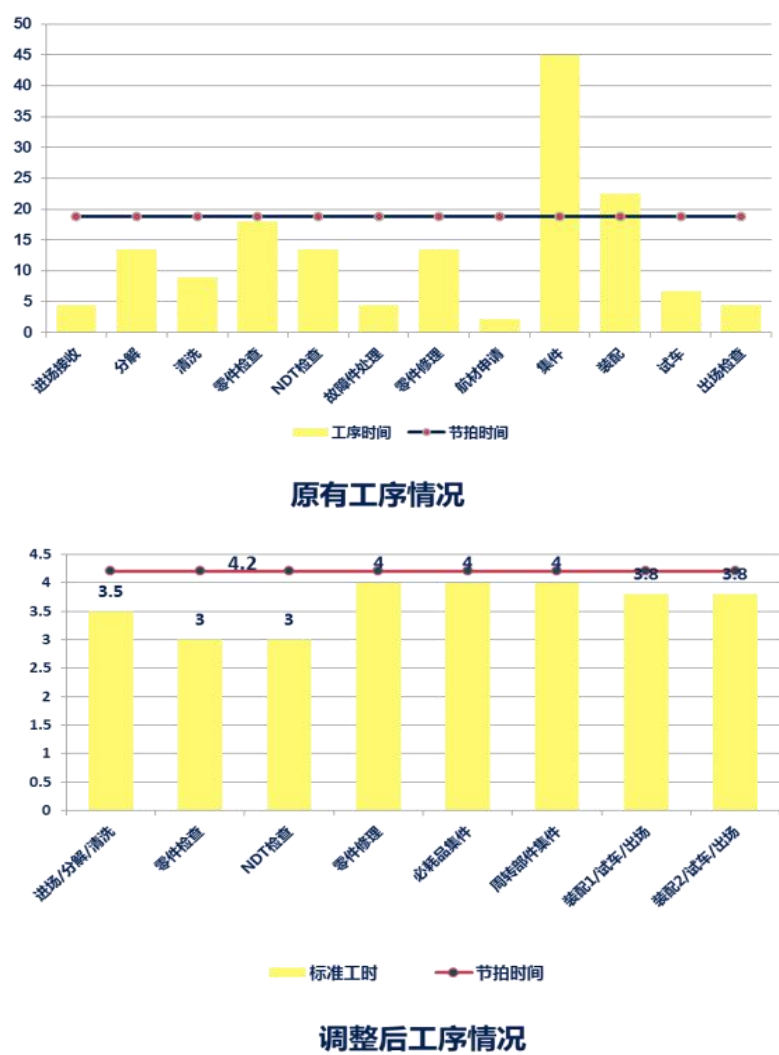


图 2-8 采用工业工程技术分析改进后的效果对比示意图

（7）工具七：价值流程图（VSM）。价值流是生产过程所需一切活动的综合，包含了增值活动与非增值活动。通过观察工作流和信息流，理解生产中的增值活动与非增值活动，发现生产中所存在的八大浪费（如图 2-9 的首字母缩写 DOWNTIME），找到浪费的根源，

确定改善点。例：维修流程改进；调整人员安排；调整信息传递路径。

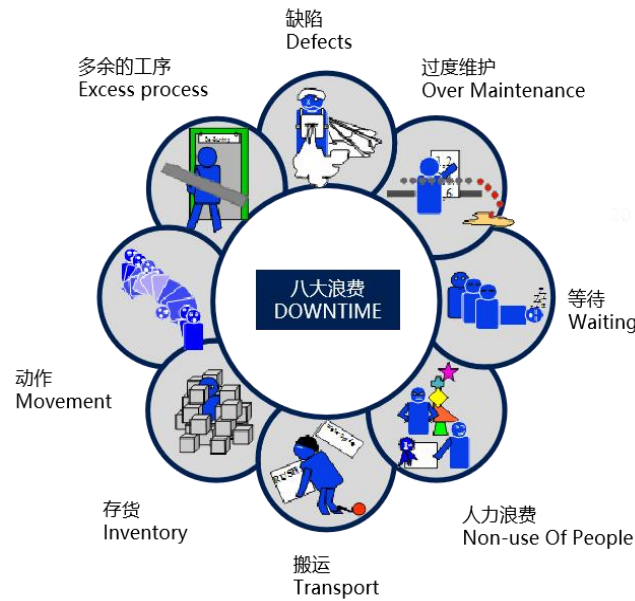


图 2-9 生产中所存在的八大浪费现象示意图

综上各种工具，在 APS 应用在生产实践过程中，各个相关环节推荐的工具见表 2-2：

表 2-2 APS 实践的对象与推荐工具

	面向的对象	推荐的工具
A	技术人员/Man	工业工程技术/班前会
	工具设备/Machine	设备管理系统（TPM）/可视化管理技术/6S
	航材物资/Mat	大数据分析/价值流程图（VSM）
	技术文件	IT 信息技术/可视化管理技术
	作业环境	6S/视觉管理/工业工程技术
P	维修品质	标准化作业/工业工程技术
	工作效率	项目管理/JIT 生产方式/价值流程图（VSM）/标准化作业
S	建立标准	标准作业流程（SOP）/6S/全面质量管理（TQM）
	贯彻标准	
	提升标准	

2.3.4.3 APS 的信息化发展方向

APS 理论是一种管理理念和方法的融合，是规范维修企业全员行为和形成文化的基础。涵盖了机务工作中管理、计划、运行、监管等各方面，可以作为飞机维修系统产业模式升级，提升整体竞争力的参考理论之一。近年来，数字化维修技术不断进步势必会为航空维修乃至整个航空业带来颠覆性的产业变革，APS 等科学维修理论本身具备了数字化的基因，这也使其可以更为有效地拥抱数字化。具体可以从以下几个方面描述：

（1）生产准备方面。未来数据管理云端化趋势为生产准备提供实时数据支撑，各环节

通过网络协同整合,生产人员可以专注于流程执行与结果反馈,从而降低前期不确定性。网络化准备不再局限于航材、人员、工具等传统资源,更强调数据资源的前置支持,使准备工作从前期延伸至全流程,实现实时化动态数智支持。

(2) 施工程序方面。智能维修模式下的生产将构建以生产者或生产单元为节点、多元协同的立体网络,依托网络终端连接生产数据库与管理体系,使管理体系全面覆盖每一个生产节点,达成生产节点、流程及突发状况的网络化及可控化。

(3) 工作标准方面。智能维修模式下,可以实现云端数据、网络终端、生产节点实时数据交互,实现维修过程的实时数据比对。飞机故障通过网络终端以标准化图文数据形式实时上传至云端故障统计数据库,云端基于实时更新的全局数据持续运算,结果动态反馈至一线维修流程中,对生产节点提供技术指导。

2.3.5 全面生产准备的实施方法

2.3.5.1 宏观层面的全面生产准备

如果生产准备不能全面到位,将对生产计划控制和维修安全带来严重打击。维修单位的维修计划和工作分解结构直至航材和机库的规划都应该纳入维修生产要做的前期准备。具体地,宏观层面的全面生产准备包括下列内容:

1.航空器的维修计划

维修计划包括定检维修计划和工程项目维修计划,分为长期计划、中期计划及短期计划三种,通常分别在每季度、每月、每周更新一次。

(1) 维修计划制定的原则是:满足航空公司营运市场的总需求;最大限度地利用飞机的使用时间和飞机的日利用率;符合各种工程技术文件、手册的要求;充分利用各维修单位的维修能力;减少飞机停场时间。工程项目维修计划工作除有特定要求外,一般视情安排结合在飞机定检中执行。

(2) 维修计划制定的依据包括(不限于):维修方案和维修任务工作计划(MTOP)要求;飞机飞行参数;适航指令(AD)/服务通告(SB)及改装要求;动力装置、起落架或其他重大部件的更换需求;称重、喷漆等需求;特殊修理、重大修理;保留工作(单/卡)以及其他维修要求。

影响维修计划制定的其他因素还包括:航线结构;航班计划;市场淡旺季;维修单位能力;航材、工具等生产准备情况;定检维修项目与工程项目的结合安排以及其他影响维修计划安排的因素。

2.维修单位生产能力分析

生产能力是指在计划期内,维修单位参与生产的全部固定资产、人力、设备等资源在既定的组织条件下所能生产的产品或提供的服务。

目前国内维修生产控制部门很多为分配某些生产任务所困扰。经常发生生产控制部门认为某车间完全有能力完成某项生产任务,可是车间却反映由于缺少人手或没有施工工作区域等原因难以完成生产任务的现象。造成这种现象的原因是生产控制部门的管理者对本单位所拥有的或者应该拥有的生产能力把握不准,不能就生产车间、工段、专业小组的生产供给能力与基层单位等达成共识,造成有时因缺少生产能力而误工,有时因配置过量的生产能力而造成浪费和生产效率降低。

维修单位可根据航空公司的运营计划或维修市场需求,正确计划和配置生产能力,充分满足市场需求,创造良好的工作环境。一方面可以使各级管理者清楚地了解各部门的生产能力,合理分配生产任务;另一方面也可以使工作者清楚自身应完成的工作量,乐于接受生产任务,这将非常有益于维修企业生产任务的完成。

3.维修生产能力的类型

为了便于计划和管理,维修单位的生产能力可参照工业界的定义标准,分为需求能力、查定生产能力、计划生产能力和设计生产能力等类型。

(1) 需求能力

当航空公司飞行总量以及与其他客户的维修协议转变成飞机维修的生产工作和机库机位需求时,这些需求可以进一步转换成各个车间、工段、专业小组的人力和设备等能力需求。上述需求被称作需求能力。

(2) 查定生产能力

查定生产能力是维修单位、车间、工段等工作单位目前所具有的、并为生产计划和控制部门接受的生产能力。

(3) 计划生产能力

计划生产能力是指维修单位在计划期内实际可能达到的生产能力,包括两方面:首先是维修单位已有的生产能力,是近期的查定生产能力;其次是维修单位在计划期内需新增的生产能力,包括维修单位通过管理手段而增加的生产能力。

(4) 设计生产能力

维修单位的设计生产能力,也有人将其称为理论生产能力,是维修单位在理论上可以达到的最大生产能力,是在航空公司飞机数量将要增加或维修市场将要增加新的需求时,维修单位根据航空公司的维修方案、机队规模规划、客户的送修协议等因素,计算出本单位在

定时期内，所能完成规定等级维修的飞机最多架数。

4. 维修生产能力的测算

通过测算维修单位的生产能力，不仅了解和掌握自身的资源情况，还可以发现生产过程中的产能瓶颈和生产裕度，这些都是科学合理地制定生产作业计划的前提和基础。维修单位的生产能力一般是以其每年所能维修的最高级别飞机修理的架数计量的，当然也可以使用较低级别维修等级的飞机维修数量作为一种当量产品来代表。

5. 维修生产能力的柔性

维修生产能力的柔性是指维修生产能力的可达性、转换性和适应性。当飞行总量增加、维修市场发生波动时，维修单位所拥有的生产能力能够迅速应变，能从一种机型的维修能力高效地转换到另一种机型的维修能力。影响生产能力的因素具体表现在两个方面：

（1）柔性机载系统测试设备

维修单位在制定企业的生产发展计划，增加维修深度，增加支援车间修理项目时，都要添置机载系统机上测试设备或者支援车间的测试台架。在购置或制作这些设备时，要考虑对现有机队的兼容和适应未来机队和机型的变化，使这些设备具有开拓其他航空公司维修市场的能力，令维修单位所拥有的设备具有较高的柔性。

（2）柔性维修人员

柔性维修人员是指维修单位的维修人员专业划分要粗略且尽量放宽对机型的限制。目前我国维修系统大部分仍划分为机械、电子、结构三个专业，并且受机型的限制。维修人员的柔性比较差，不利于制定维修计划和实施生产计划控制，对人力、物力都造成很大浪费。

6. 维修生产能力的调节

维修单位的生产能力，在一定时期内是相对稳定的，但不是固定不变的，它应该可以随着维修市场的变化而不断调整的。在日常工作中，由于机库库位、维修台架、测试设备、人员等都已相对固定，短期内难以发生大幅改变。然而维修单位的生产任务却是由于种种原因而经常发生变化的。为了按时完成生产任务而赢得市场竞争，很多时候需要对生产能力在一定的限度内进行调整，调整的方法有以下几种：

（1）利用航材库存调节生产能力

航空公司的运营有很强的季节性，况且飞机的资金成本又非常高，作为维修单位的客户都要求飞机在机库内的停放时间要尽量短，再加上一些意外情况可能对维修生产计划的干扰，要求维修单位对生产能力有很强的调节能力。方法之一是利用航材库存。例如，某维修单位在 A320 飞机大修（6 年检或 12 年检）时，客舱内的厨房、厕所等重要部件的翻修是影

响修理周期的关键因素之一，可以根据计划提前备件，保证在每次大修（6 年检或 12 年检）期间有备件先换上，让飞机按时出厂，然后再按计划修理部件进行周转。

（2）利用外部资源增加生产能力

当生产能力短期不能满足生产要求时，可以在内部重新整合系统工作人员，也可以外雇有资质的人员来充实生产线。例如，某维修单位大修部在某个月的生产任务，超过了生产能力的容限值，短期内难以解决，可事先与驻地的其他飞机制造公司或航空公司签订协议，在需要时外聘这些公司合适的人员来协助完成生产任务；在测试某些设备故障时，可以通过签订协议的方法，向其他公司租借；如果自身工作量不是很大时，可以签订对外支援协议；还可以利用维修单位所在周边城市的机库资源建设异地生产线。

7.合理的工作分解结构

工作分解结构（Work Break Structure，WBS）是以飞机为对象的树形层次结构，在维修工作中，WBS是生产计划、技术管理、航材供应、人力资源计划、生产作业控制等各方面管理工作的基础。维修单位应该综合考虑本单位的人员情况以及飞机机身结构检查、系统功能测试、区域检查、无损检测等技术性因素，针对不同的检修等级，使用不同的工作分解结构方法。目前世界范围内的民航业者采用的典型工作分解结构有以下一些。

（1）按ATA章节进行分工

上述WBS是当今航空界比较通用的方法，对于技术管理、人员培训、航材管理、机关职能划分、航线排除故障等都是非常有效的方法。但是对于飞机维修生产也有其不足之处。在进行维修生产作业控制时，按照ATA的章节将飞机分成各个系统，分工过细，各个航空公司和专门的维修单位很难应用。这种WBS使人员的柔性较差，一个专业含有简单的应知应会技能的工作，也不允许另一个专业有经验的工作者完成。且难以对关键工作或工作区域进行有效的生产作业计划，会造成几个专业的人员同时都需要集中在驾驶舱、货舱、起落架舱等区域工作，不利于对维修生产作业的有效控制。

（2）按维修任务和工作区域进行分工

吸取上述WBS的经验，目前世界上先进的飞机维修单位大都采用按任务和区域划分的WBS。维修人员的工种划分也随之大大简化了，除了无损检测（NDT）、喷漆、钣金等特殊工种外，虽然仍将维修人员分为机械、电子两大工种，但是对每一个生产作业任务并不划分机型，大大提高了人工的利用率和停机位等生产能力利用率，缩短了飞机停厂时间。

将同一个工作区域内的维修工作或系统功能校验尽可能交给一个或一组人员的做法是APS理论大力倡导的。但是这种WBS要求维修人员具备较高的业务素质和协调能力，从而

对人员培训和质量控制提出了更高的要求,编制维修方案的工程师也要有丰富的维修经验。

2.3.5.2 微观层面的全面生产准备

微观层面全面生产准备需要完成的第一项工作是识别安全风险。识别安全风险包括①风险源辨识、②风险评估和③风险防控三个步骤。对诱发维修差错的风险源进行完备的辨识,对当前维修任务面临的安全状态和隐患情况进行准确地评估,对现实的和潜在的风险事件或因素进行有效的防控。识别安全风险需要重点考虑防火、化学材料、燃油/滑油、液压/动力装置/大型机械结构、产生热源的维修工具等容易诱发维修差错或者造成人员伤害的维修行为和维修项目。

需要根据具体维修任务确定针对性地识别安全风险的内容并写入 APS 施工文件。

2.3.6 科学施工程序的实施方法

2.3.6.1 宏观层面的科学施工程序

宏观层面的科学施工程序旨在解决维修方案和生产计划控制的整体优化问题。

1.维修方案优化的主要问题—维修成本

维修方案是维修成本产生的源头,通过对维修方案进行动态管理和优化,可以有效地降低维修成本。优化维修方案是科学施工程序的前置条件,在优化维修方案方法之前需要对维修成本进行分析,这是维修方案优化的主要问题。其维修成本包括航线维修、部件修理、发动机修理、定检(A-C 检)、飞机大修等方面。

维修方案一般都包括航线维修大纲、系统维修大纲、发动机维修大纲、结构维修大纲和区域维修大纲,所以飞机的维修成本都来源于这些大纲中的维修项目,以及包括处理执行例行项目时所发现的缺陷和偏差所发生的成本。飞机的维修方案一经适航当局批准确立,所有的维修项目必须在其规定的周期内强制完成。

2.维修方案优化模型的原则

维修方案优化模型必须遵循安全性原则和经济性原则。

(1) 安全性原则是指机务维修必须确保飞机的安全飞行。在航空器使用和维修过程中,人的不安全因素是近年来引发飞行事故的主要原因。

(2) 经济性原则是通过采用先进的维修理论,在保证满足MRB最低维修要求的前提下,充分考虑航空公司的航线结构、地理位置、维修经验,在可靠性分析的基础上,对维修等级、维修间隔、维修项目、维修方式等进行科学分析和合理权衡,寻求彼此间的最佳组合,以使飞机的维修成本最低,使飞机停场的损失最小。

3.改变维修间隔对维修方案实施优化策略

飞机定检打包间隔的延长所能带来的好处：维修间隔的延伸可以减少飞机停场架次，在飞机全寿命周期内大大节约维修成本，减少飞机停场时间，提高飞机利用率。改变飞机维修间隔对维修方案实施优化，虽然工作量很大，但其对维修成本的影响却非常明显。

2.3.6.2 微观层面的科学施工程序

如前所述，针对某一具体的维修项目，改进单个维修项目的施工程序。通过合理安排工序、时序可以有效减少维修过程中因人员、资源冲突所造成的浪费，避免维修差错。

2.3.7 规范工作标准的实施方法

2.3.7.1 宏观层面的规范工作标准

宏观层面的规范工作标准是指构建现代维修质量安全管理体。质量管理概述如下：

1.总纲

维修单位建立质量管理体系。具体包括：确定质量管理体系所需的过程及其在维修单位中的应用；确定这些过程的顺序和相互作用；确定为确保这些过程的有效运行和控制所需的准则和方法；确保可以获得必要的资源和信息，以支持这些过程的运行和对这些过程的监视；监视、测量和分析这些过程；实施必要的措施，以实现对这些过程策划的结果和对这些过程的持续改进。

2.文件要求

（1）总则

维修质量管理体系文件包括：形成文件的质量方针与质量目标，质量手册，形成文件的程序和记录，维修单位确定的、为确保其过程的有效策划、运行和控制所需的文件（包括记录）。维修单位确保人员可以接触到并知道相关质量管理体系文件和更改。

（2）质量手册

维修单位建立并保持质量手册，其包括：质量管理体系的范围，包括任何删减的细节与合理性；质量管理体系编制的形成文件的程序或对其引用；质量管理体系过程之间的相互作用的表述。

（3）文件控制

质量管理体系所要求的文件应加以控制。记录是一种特殊形式的文件，应建立形成文件的程序，规定以下方面必须得到控制：文件发布前得到批准，以确保文件是充分和适宜的；必要时对文件进行评审和更新，并再次批准；确保文件的更改和现行修订状态得到识别；确保在使用处可获得适用文件的有关版本；确保文件保持清晰、易于识别；确保维修单位所确定的策划和运行质量管理体系所需的外来文件得到识别，并控制其分发；防止作废文件的非

预期使用，若因任何原因而要保留作废文件时，对这些文件进行适当的标识。

(4) 记录控制

为符合要求和质量管理体系有效运行提供证据而建立的记录，应予以控制。维修单位应编制形成文件的程序，以规定记录的标识、贮存、保护、检索、保存和处置所需的控制。形成文件的程序还应规定由设备供应商所提供的记录及其控制方法。记录应保持清晰，易于识别和检索。

2.3.7.2 微观层面的规范工作标准

微观层面的工作标准重点实现以下三个方面的目标：一是对于已明确标准的维修工作，如工作单卡、AMM 手册等，需要严格按标准施工、执行到位；二是对尚未明确标准的维修工作，需要结合实际研究建立标准；三是需要持续监督工作标准的执行情况，避免引发人为差错或等级事件。尤其是第三个方面，它是 APS 理论研究的核心问题和维修安全管理的核心目标。APS 理论特别强调检验复查，对于容易重复发生等级事件的高风险维修项目，要求设定监督复查环节，让授权人员进行复查验证。

针对某一具体的维修项目，APS 理论要求建立具备较强针对性的工作标准，并在实际运行中贯彻和动态提升该标准，促进业务水平不断提高。表 2-3 以“A320 飞机刹车毂更换”为例来说明 APS 理论在微观层面规范工作标准的实施方法。

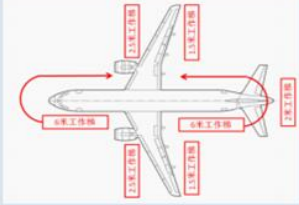
表 2-3 APS 理论在微观层面规范工作标准的实施方法

序号	科目	施工标准
1	人员资质	进入驾驶舱限动工作者要参加过机型相关培训，有相应的机型授权资格。
		参与顶飞机的工作者要参加过相关培训，有相应的上岗资格，明确过程中的危险源和相应的处理措施。
		使用力矩的工作者要参加过相关培训，有相应的上岗资格。
		对紧固件保险的工作者要参加过相关培训，有相应的上岗资格。
2	现场管理	在顶升飞机时，确保飞机是稳定的且不会移动，禁止一切勤务车辆对飞机作业、撤廊桥或登机梯。
3	风速限定	顶升飞机注意限定风速，风力超过六级禁止顶升飞机更换机轮或者刹车毂。
4	施工标准	对刹车毂进行放气测试或者对快卸接头打保险时应戴上护目镜。
		施工前对受影响的系统解除工作后要挂相应的警告牌，防止意外发生。
		严格按照规定使用化学品，在使用过程中注意人身安全。
		由于刹车毂较重，在拆卸安装运输过程中注意人身防护。
		禁止在工作中同时拆除两个机轮，防止千斤顶突然失效造成事故。
5	工作记录	由于刹车毂较烫，在施工过程中防止烫伤。
		正确签署飞行记录本及时录入ME系统

2.3.8 APS应用典型案例分析

案例 1：清洗飞机（节选）

1、清洗飞机		
A生产有准备		
技术文件	工卡：A20MEX-CLEAN	
工具设备	蓝色大托盘	1个
	白色托盘	30个
	蓝色喷壶	1个
	塑料桶	1个
	擦板	14把
	刷子	14把
	安全带	5条
	警示带	3条
	大毛垫	6条
	洗衣机	2台
	接线盘	1个
	毛巾	190条
	海绵块	5块
航材物资	TURCO5948DPM	1EA
	TURCO4460	1EA
	232-21N	1EA
技术人员	管理人员	3名
	班组长	1名
	组员	15名
工作场所	工作梯	
	相关警示标牌	
	足够的照明条件	

1、清洗飞机（续）		
P施工有程序		
序号	步骤	风险提示
4	清洁过程中共使用四种高度工作梯，两个6米工作梯用于清洗机身区域，两个2.5米工作梯用于清洗大翼上表面，两个1.5米工作梯用于清洗大翼下表面，一个2米工作梯用于清洗尾翼区域。图中箭头为6米工作梯移动线路。 	1. 清洗人员移动工作梯必须由监管人员指挥瞭望，移动6米高的双层工作梯必须由监管人员负责掌控工作梯的方向轮。 2. 保证工作梯和飞机的30cm安全距离。
5	首先用毛刷预湿表面，再用干抹布擦拭干净，确保外表无污渍和清洁剂残留物 	为防止清洁剂滴到眼内或地面上，可在毛刷杆上扎上毛巾，防止清洁剂滴落。
.....		

1、清洗飞机（续）		
P施工有程序		
序号	步骤	风险提示
1	飞机拖到清洗机位（机库或机坪）后，监管人员绕机检查，主要检查①机头区域，②发动机区域，③大翼区域，④机身区域，⑤尾翼区域，确保状态良好，填写《清洗前交接单》。 	确保发动机、APU等停止转动，轮挡放置到位后才能接近飞机。
2	组织员工进行开工前的安全教育。 	注意个人劳动保护，防止人身伤害。
3	清点工具，消耗品及检查设备可用状态。针对飞机清洗工作所需工具、消耗品较多较杂的情况，对清洁工具进行编号集中控制管理，对毛巾等消耗品进行分区定位使用，避免出现混用失控的情况发生。 	1、双人清点工具 2、确保工作梯防撞条、地脚等状态良好 3、确保毛刷无外露的尖锐硬物

1、清洗飞机（续）		
S工作标准		
所有工作请以工卡或维修手册为标准，以下仅作为补充提醒		
序号	工作标准	
1	清洗飞机前清点工具、设备	
2	迎角探测器做好保护	
3	静压孔做好相应保护	
4	禁止在发动机、APU工作，通电下清洗飞机，保证工作梯和飞机的30cm安全距离	
5	裸露在外的重要部位和结构；如钢索、导线、襟翼蜗杆、各种作动筒镜面、APU进气门等禁止用水冲洗	
6	严禁用水冲洗发动机，只能用擦洗的方法清洗发动机包皮	
7	完成清洗工作外表应无油渍、污渍、淤水和清洁剂残留物，驾驶舱、客舱玻璃应明亮	
8	完成清洗工作监管人员对飞机坐全面检查，静压孔和迎角探测器的保护已取下，发动机进气道无异常	
9	清洗飞机后清点工具、设备，将工作梯送回存放处	
10	确认清洗飞机质量符合要求，无任何外表受损及残留物后，填写飞机外表清洁验收交换单，方可撤离工作现场	

案例2：B777型飞机登机门助推气瓶电池更换（节选）

技术人员

序号	类型	专业	资质	姓名 电话	数量	备注
1	项目负责人	ME	具有 777-200 检验资质		1 名	
2	操作人员	ME	具有 777-200 放行签署		2 名	
3	辅助人员	ME	持有上岗证		1 名	

工具设备・设备及特种工具

序号	类型	名称	件号	数量	备注
1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

工具设备・常用工具

序号	类型	名称	件号	数量	备注
1	工具	十字螺刀	N/A	1EA	中号
2	工具	一字螺刀	N/A	1EA	中号
3	工具	十字螺刀	N/A	1EA	短号
4	工具	数字式万用表	STD-607	1EA	
5	工具	开口梅花套件	N/A	1EA	10 件套
6	工具	绿盒	N/A	1EA	33 件套
7	工具	登机梯	N/A	1EA	4.2 米
8	工具	力矩扳手	N/A	1EA	0-50 磅/英寸

航材物资

序号	名称	IPC 章节	件号	替代件号	数量	备注
1	电池	IPC52-11-21	Mn1604	Pc1604、V2n182、 6am6pi、V61058、 1604a、V3bgv8	2EA	N/A

耗材

序号	名称	IPC 章节	件号	替代件号	数量	备注
1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

化工品

序号	名称	IPC 章节	件号	替代件号	数量	备注
1	防腐剂	AMM52-11-20 0	MIL-C-11796	N/A	1EA	N/A

技术文件

序号	类型	章节号	标题	备注
1	手册	AMM52-11-25-000-802	铰链盖板的拆装	
2	手册	AMM52-11-20-000-805	助推气瓶电池组件的 拆装	
3	手册	AMM52-11-20-000-806	助推气瓶电池的拆装	

序号	类型	章节号	标题	备注
4	手册	AMM52-11-20-700-803	助推气瓶电池的操作 测试	
5	工作程序手册	WP6000-09F01A	拆换件提示单	

工作环境

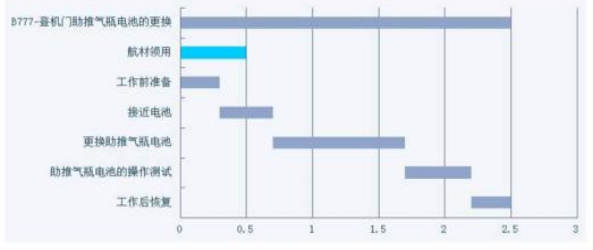
序号	类型	需求	备注
1	设施	4.2 米工作梯，安全带，确保 工作梯上无冰雪霜、油污等	注意劳动保护，防止从 工作梯上跌落
2	机坪	照明良好，工作梯稳定，恶劣 天气 注意做好安全措施	N/A
3	机库	照明良好，飞机接地	N/A

准备流程

机号	项目名称	B777- 登机门 助 推气瓶电池的更 换	
负责人	工时	2.5h	
工作流程	项目	工时	项目内容
	航材领用	0.5h	指令发料，领取助推气瓶电池
	工作前准备	0.3h	准备工卡和工具，安装起落架锁销，拔出 相应跳开关 并安装跳开关锁。
	接近电池	0.4h	拆下门上滑梯盖板，视情拆除电池组件
	更换助推气瓶 电池	1h	拆下电池，检查新电池状况是否完好，安 装新电池及 其组件

助推气瓶电池的 操作测试	0.5h	对电池进行操作测试
工作后恢复	0.3h	恢复安装，清点工具，收拾现场

流程图



施工程序

序号	步骤	程序说明和施工图示	风险提示	施工经验
1	拔出相应应急门跳开关并安装跳开关锁。		应对照工艺拔出相应急门跳开关，以防误拔	双人确认检查
2	关闭登机门，将模式选择手柄搬至人工解除预位的位置		确保预位手柄位置在解除预位，并观察下部指示销	

3	拆下相应登机门铰链盖板		拆除盖板时注意把手的位置阻挡,否则会损坏盖板	盖板上螺栓长短不一。应注意区分
4	将助推气瓶电池的安全电门扳至解除预位的位置		确保安全电门位置在解除预位	当安全电门在只是预位位置时,指示灯灭
施工程序 (P) 的剩余内容被删除				

工作标准

施工步骤	类型
1	双人检查确认拔出跳开关,并安装跳开关锁。
2	将滑梯预位手柄搬至解除预位,同时检查下方滑梯预位只是片是否指示滑梯挂杆已脱开
3	盖板上螺栓长短不一。应注意区分
5	脱下插头后不要用手去触摸插头,避免因静电触发。
7	拆下的旧电池应做好标识,与新电池区分,避免重新安装到飞机上。
8	用数字式万用表检查每一个电池的输出电压大于或等于 8.7V, 检查电池有效期至少两年, 尽量安装日期靠前的电池, 电池没有膨胀, 没有液体泄漏, 没有腐蚀, 否则不可用。
12	在安装滑梯安全销之前确保应急灯电门处于关闭位, 电池组件安全电门在解除预位, 将模式选择手柄搬至预位位需要保持门在机身内不要被推出, 保持门把手在大约 135 度, 否则滑梯将释放
12	当模式选择手柄在预位位置, 门内把手在打开位置时, 如果门超出机身 3 英寸 (76.2MM) 时, 逃生滑梯将被释放。
13	确保电池组件上绿色测试灯关闭, 将模式选择手柄移动至预位位置, 确保电池组件安全电门在解除预位。
14	在取出滑梯安全销之前确保应急灯电门处于关闭位, 电池组件安全电门在解除预位, 将模式选择手柄搬至预位位需要保持门在机身内不要被推出, 保持门把手在大约 135 度否则滑梯将释放。

案例3：V2500发动机反推平移罩更换（节选）

1 安全风险提示

序号	安全风险提示
TOP 01	当 C 通道被全打开时, 请不要将反推拉出, 它会损伤反推的同步钢索以及反推铰链盖板, 如果要在 C 通道打开时伸出反推, 就必须将铰链盖板拆除。
TOP 02	当人工摇反推时, 使用的力不要超过 275LBF.IN。
TOP 03	拆反推折流门连杆时, 请人工将反推伸出 76.2mm-101.6mm, 这样可以卸掉连杆折流门上的力, 易于拆装。
TOP 04	断开反推作动筒末端的的螺栓后, 用胶带将作动筒杆端固定住, 不要让其转动。注意衬套要串件。
TOP 05	5 个阻流门拉杆有正反, 串的时候要注意方向, 阻流门用胶带固定好, 防止损伤反推。
TOP 06	拆下平移罩, 注意不要碰到发动机, 发动机吊架, 主起落架整流门。
TOP 07	如果要串折流门, 注意最上面跟最下面的两块折流门跟其它的不一样, 要区分开来。
TOP 08	安装平移罩后, 需人工摇两个循环, 检查是否有异物卡阻, 不能直接用液压, 防止异物卡阻造成损伤。

2. A-生产有准备

2.1 技术文件/法

1st M : 技术文件/METHOD				
序号 NO	类型 TYPE	章节号 CHAPTER SECTION	标题 TITLE	备注 REMARK
1	手册 MANUAL	AMM 78-32-46	拆装左边反推平移罩	机型
2	手册 MANUAL	TASK 78-30-00-040-012	限动反推液压控制组件 (HCU)	机型
3	手册 MANUAL	AMM 54-56-00	拆装短舱下整流罩	机型
4	手册 MANUAL	AMM 78-32-42	拆装左边反推折流门连接杆	机型
5	手册 MANUAL	TASK 78-32-00-860-010-A	人工放出反推	机型
6	手册 MANUAL	AMM 78-32-43	拆装反推锁作动筒	机型
7	手册 MANUAL	AMM 78-32-48	拆装反推无锁作动筒	机型

2.2 工具设备/机

2nd M: 工具设备/MACHINE					
序号 NO.	类型 TYPE	名称 NAME	件号 PART NO.	数量 QTY.	备注 REMARK
1	专用工具	反推锁定作动筒销	IAE1N20049	1	通用
2	专用工具	平移罩吊钩工具	IAE1N20011	1	通用
3	通用工具	工具车	N/A	1	通用
4	计量工具	力矩扳手	N/A	1	量程: 50-200 lbf.in
5	常用工具	风筒包皮防撞罩两个	N/A	2	通用
6	常用工具	反推包皮泵	N/A	1	通用
7	常用工具	电钻	N/A	2	通用
8	通用工具	偏十字头	N/A	3	各型号大小
9	专用工具	反推旁通销一个	IAE1N20010	1	通用
10	劳保用品	手套	N/A	按需	通用
11	劳保用品	毛巾	N/A	按需	通用
12	劳保用品	小胶	N/A	按需	通用

2.3 航材物资/料

3rd M: 航材物资/MATERIAL							
序号 NO.	类型 TYPE	名称 NAME	IPC 章节号 IPC CHAPTER	件号 P/N	替代件号 ALT P/N	数量 QTY.	备注 REMARK
1	航材	折流门连杆开口销	78-32-45-81B	MS9245-27	N/A	5	
2	航材	反推平移门-左	78-32-45-80A	745-0006-501		1	
3	航材	凡士林		VV-P-236		按需	
4	航材	保险丝		MS20995C32		按需	

2.4 技术人员/人

4th M: 技术人员/MAN							
序号 NO.	类型 TYPE	姓名 NAME	专业 MAJOR	资质 Ability	数量 QTY	电话 TEL	备注 REMARK
1	拆装人员	N/A	机电ME	机型	5名	N/A	N/A
2	试车人员	N/A	N/A	有相应型号发动机试车资质	2名	N/A	N/A
3	检验人员	N/A	机电ME	双照资格	1名	N/A	N/A

2.5 工作环境/环

5th E: 工作环境/ENVIRONMENT			
序号 NO.	类型 TYPE	需求 REQUIREMENT	备注 REMARK
1	雷雨天气	禁止在室外雷雨天气工作	
2	照明设施	夜间或光线不足的情况下使用照明设备	
3	发动机温度	确认执行此工作之前发动机 1 (2) 已停车不少于 5 分钟, 以防高温。	
4	设施	工作梯	1/1.5/4 米工作梯

3. P-施工有程序

3.1 准备阶段

P-施工有程序		
序号	步骤	风险提示
1	工具设备准备	从工具房里借出所需的工具设备、消耗品等, 做好登记并保全好借出工具的借出单, 落实工具三清点制度以便清点工具方便、准确。      

4. S-工作有标准

注意: 所有工作请以工卡或维护手册为标准, 以下仅作为补充提醒。

S-工作标准	
序号	施工标准
1	工作前应清点所带工具是否齐全, 并检查其完好性
2	去外场工作时要穿戴反光背心
3	工作前应阅读工卡, 避免漏项、漏检, 了解工卡更新项目
4	严格执行三个好习惯
5	手持工卡逐项检查并签字, 避免漏签漏检情况发生
6	当发现缺陷时要及时上报并查阅相关技术文件
7	如无法判断缺陷是否超标应及时联系技术部门支援

2	2.1 确认在工作前做好安全防范措施 2.1.1. 通电、通压及动舵面时做好监护, 相关部门保持有效联络。 2.1.2. 有相互影响的工作时注意警告标识的使用, 尤其是驾驶舱警告标识使用。 2.1.3. 工作时注意飞机及人身安全防护。 2.2: 安全措施 2.2.1. 在中央操纵台, ENG 面板 115VU 上: · 安放警告牌告诉人们不要发动发动机。 2.2.2. 在做这程序前, 确保发动机 1 (2) 停车不低于 5 分钟。 2.2.3. 在顶部维护面板 50VU 上: · 确保 ENG/FADEC GND PWR/1 (2) 按钮电门的 ON 符号灯熄灭。 · 放置警告牌以告诉人们不要接通 FADEC 1 (2) :  	 确认执行此工作之前发动机 1 (2) 已停车不少于 5 分钟, 以防高温。
---	---	--

2.4 维修作风和诚信管理

在航空维修工作中，人的表现对维修质量与工作安全起着决定性作用。大量研究数据表明，维修作风不良是引发维修差错的主要原因之一。以下将一些因维修工作作风问题引发人为差错、导致安全事故的典型案例进行剖析说明，为从业者提供警示与借鉴，以期强化其安全意识与规范作业理念。

2.4.1 作风不严谨影响飞行安全典型案例

案例 1：2020 年 1 月 23 日，某航司一架 CRJ900 飞机更换右前轮时漏装机轮内侧防磨衬套，飞机出港滑行时前轮有异响，机组滑回。地面维修人员检查发现右前轮未装内侧防磨衬套，导致前起落架下防扭臂、轮轴与右前轮轮毂相磨。

经调查，22 日航后执行右前轮更换工作时，维修人员未严格按照工卡步骤操作，工作作风不严谨，漏装机轮内侧防磨衬套，互检人员也未落实检查职责，导致事件发生。

案例 2：2020 年 1 月 15 日，某航司一架 B737-800 飞机爬升阶段出现液压 A 系统失效警告，A 系统液压油量指示为零，机组执行“A 系统失效”检查单继续飞往目的地，进近时使用重力放起落架着陆。维修人员检查发现备用刹车选择活门输入供压管喇叭口松动漏油。

经调查，该飞机 14 日在石家庄航后检查过程中，维修人员发现主轮舱备用刹车选择活门有挂油痕迹，执行该活门更换过程中未对松开管路按要求力矩拧紧，且未按手册要求对液压 A 系统实施单独增压踩刹车测试，导致事件发生。

案例 3：2008 年 3 月 19 日，某公司一名机务驻外放行人员上午在执行飞机短停检查时，仅用 2 分钟就完成了短停检查工作，且在检查时手中未拿工作单卡，未按工作单卡的要求完成检查工作即签署放行，被局方监察员当场发现并予以批评。在下午的工作中，仍然我行我素，习以为常，同样犯上午所犯错误，该维修人员的执照被局方监察员当场没收。

究其原因，当事人安全意识薄弱、按章维修的自觉性较差，已养成了习惯性违章的作风，在外站没有监督的情况下工作随意、缺乏责任心所致。

案例 4：2016 年 5 月 13 日，民航局督查组对某公司的航前保障工作进行例行检查，现场抽查一架 737 飞机轮胎气压值，发现其右内主轮气压复测值为 196PSI（低于工卡要求），而工作者在工卡上的记录值为 205PSI，与复测值差异较大。

经调查，证实航前工作者没有对胎压认真做测量检查，就在工卡上填写一个胎压值，反映工作者随意签署工卡，不按章操作，是造成本次事件的主要原因。

案例 5：2006 年 10 月 1 日，某航司一架 B737 飞机空中左发出现“ENGRG FAILURE”

信息后自动停车，飞机安全备降。落地后检查发现左发燃调（HMU）与燃油流量传感器之间的燃油管接头的4个连接螺杆中有2个未拧紧。

经调查发现，在更换燃调过程中，其中两个螺杆难以接近，工作者在拧紧上述2个螺杆时，未认真按照AMM手册要求使用力矩扳手，致使飞机起飞后燃调漏油并最终导致左发空中停车。此案例反映了工作者未能严格按照手册进行施工，缺乏安全意识，作风不严谨。

案例6：2019年6月22日，某航空公司一架货机在执行国际航班，飞机起飞后前起落架不能收上，飞机返航，落地后检查发现前起落架安全销未拔出。

因需要更换6号主轮插了5根起落架销（前起1根、左、右主起各两根）。更换轮胎工作完成后，工作者移除起落架销时，只拔了主起落架位置的四根，遗漏了前起落架销未拔，并将四根销子放回驾驶舱。该事件反映出维修工作者工作不细致，没有严格执行工卡，放行人员未按要求进行三清点，而送机人员未认真绕机检查，工作交接不认真。

案例7：2016年8月27日，某航司一架A319飞机在执行左发进气前环更换工作。完工后工具室值班员检查工具时发现缺少一把鹰嘴钳，与工作者进行核实并查找，但并未找到。飞机于次日8:21正常起飞执行当日航班。当飞机在执行完往返航班回来后，维修人员反复检查左发，最后在风扇机匣区域发现遗失的鹰嘴钳。

工作者安全意识淡漠，没有严格执行工具三清点，麻痹大意，未按工作程序要求有效管控工具。

案例8：2014年1月6日，某航司一架737NG飞机执行航班，当爬升阶段出现高度、空速不一致的现象，右座及备用指示正常，工程师与机组沟通后确定是左侧空速、高度指示故障，机组决定继续飞行，飞机安全落地后，检查发现飞机左侧空速管套未取下。

调查发现，工作者未认真落实航前工卡工作。航前工作者和监督检查工作者均未检查确认左空速管的状态，导致橡胶套管遗留在左侧空速管上，且航前送机人员绕机检查也未发现左侧空速管套存在的异常。此案例反映工作人员规章及责任意识不强，目视检查流于形式，执行工作单卡不到位，未确认检查结果便在工卡上签字，工作草率。违背了“谁工作，谁签字，谁负责”的工作原则。

案例9：2014年5月7日，某航司在做A321飞机的牵引过程中，现场机务指挥人员被飞机前轮卷入导致挤压受伤，送往医院抢救无效死亡。

在牵引飞机过程中，相关岗位人员缺乏安全敏感性，未按手册程序要求使用轮挡，规章意识淡薄，未按维护手册和工作程序要求进行牵引工作前准备。工作者自我保护意识不足，应急处置措施欠妥。

案例 10: 某公司维修人员在拆卸 737 油箱支架时, 不慎损坏支架, 因周期紧, 库房无备件, 订货周期长, 工作人员不向相关部门报告以寻求帮助, 而擅自修理。

该案例体现出工作者执行规章意识淡薄, 工作中没按手册要求进行修理, 工作态度不严肃, 责任心不强, 没有举手意识。

案例 11: 2018 年 4 月, 某航司一架飞机在进行右发防冰管更换工作后, 因航材不足仅完成了盖板部分螺钉安装, 交接不完善, 导致配送至飞机驾驶舱的螺钉又被拿回待命室, 飞机在 45 颗螺钉未补装完成的情况下放行。

经调查, 发现工作者在工作交接和沟通不到位、检查不认真、不细致, 导致工作没完成就放行。

案例 12: 2017 年 5 月 22 日, 某公司维修人员在一架 737 飞机起飞前违反按卡作业规定, 提前签署工卡, 未发现勤务人员耳机包遗忘在前轮舱, 导致飞机挂耳机包飞到下一航站。

由于维护人员交接表述不清楚, 导致航前维修后, 未将前一班人员挂在起落架上的耳机包取下, 飞机带着耳机包飞行。工作者工作不认真、有章不循, 工作交接不落实, 安全意识差, 作风不良。

案例 13: 2017 年 4 月 20 日, 某航司派驻外站机务放行人员, 在飞行记录本上签署航后放行的同时, 在飞行记录本上提前将次日航前工作进行放行签署。

经调查发现, 已连续违规执行了 8 个班次, 另一名机务人员在本人无整机放行权的情况下, 原则性不强, 盲目听从放行人员的建议和做法, 未对放行人员的违规违章行为进行提醒和劝阻。此事反映放行人员规章意识淡薄, 组织纪律性和维修作风差, 工作中试图“走捷径”, 擅自制定规则, 违反规章和职业操守要求。

案例 14: 2018 年 4 月 17 日, 某航司一架 737NG 飞机执行航班, 在北京航后检查发现 1、2 号刹车之间连接系留钢索的螺栓未安装。工作者前一日航后更换左外刹车组件时, 工作者漏装系留钢索安装螺栓, 且复查不到位, 未及时发现漏装情况。

此案例反映工作者安全意识松懈, 注意力不集中, 没能严格执行工卡工作, 放行人员工作责任心差, 绕机检查不认真、走过场, 未发现漏装情况, 安全意识和维护作风差。

2.4.2 专业技能不足影响飞行安全典型案例

案例 1: 2016 年 9 月 15 日, 某航司一架 A321 飞机执行航班, 短停时检查发现左、右发的进气道消音层均分层超标, 飞机停场更换双发进气道。

根据调查, 发现维修人员在 9 月 14 日航后检查, 机务人员技能不足、航后检查质量不高、检查不到位, 未及时发现双发消音层分层情况。

案例 2: 2019 年 8 月 2 日, 某航司一架 737 飞机执行航班, 在飞行高度 10000 英尺左右, 机组通过甚高频反馈液压 A 系统 EDP 低压灯亮, 机组按检查单处理后, 继续执行航班。落地后, 检查发现 A 系统剩余油量 16%, 同时左发有大量液压油漏出。检查发现, 在完成《更换-EDP 壳体余油滤-系统 A》工卡后, A 系统 EDP 壳体回油滤组件装反了。

工作者经验欠缺, 尚未获得维修执照, 且从未参与过油滤组件的拆装工作, 未能充分理解手册中“CAUTION”有关防止油滤组件装反的安全提示, 作业人员资质与实际能力不匹配, 规章制度流于形式, 程序执行不到位。检验员未按要求全程监控油滤组件拆装过程, 且未对 A 系统 EDP 壳体回油滤区域的油液渗漏情况进行检查就在工卡上盖章, 作风不严谨。

案例 3: 2018 年 6 月 8 日, 某公司一架 321 飞机执行调机, 飞机航后检查发现左发动机左侧反推平移门有 3 处损伤, 最大损伤尺寸超标。在拆下该反推平移门后发现左侧反推一反推格栅撕裂丢失。

根据调查, 该机在完成 C6 检工作期间, 车间人员在不具备相关技能和经验的条件, 无工卡或手册指引的情况下擅自拆下并安装反推格栅, 固定螺钉没有拧紧, 致使反推格栅螺杆安装不到位, 振动过程中螺钉松脱, 因气流作用吹开撕裂脱落。之后该工作者也未按要求与后续人员进行书面工作交接, 工作结束后复查不到位。

案例 4: 2015 年 9 月 17 日, 某航司一架 319 飞机执行航班, 飞机在过站期间 ECAM 出现“VENT AVNCS SYS FAULT (电子舱通风系统故障)”信息, 机务在办理 MEL 保留过程中, M 项工作执行不到位, 导致飞机起飞后出现“VENT SKIN VALVE FAULT (蒙皮通风活门故障)”信息, 飞机无法增压, 返航。

根据调查, 工作者为电子专业人员, 对机电工作不熟悉, 专业知识薄弱, 业务技能欠缺, 造成其在办理 MEL 保留时, M 项工作完成不到位, 导致飞机无法增压。

案例 5: 2013 年 4 月 3 日, 某航司一架 A319 飞机执行航班, 短停时出现 ECAM 警告“PACK 1 OVHT” (左空调组件过热), 机务按 MEL21-52-01A 保留单组件放行。起飞后约 17 分钟出现 ECAM 警告“EXCESS CAB ALT” (座舱高度过大), 机组紧急下降, 按程序人工释放氧气面罩, 飞机安全备降。

工作者专业技能不足, 在定检期间安装右空调组件冷凝器与波纹软管之间的卡箍时, 错误地将卡箍上的压舌片插入另一端接耳夹层内, 导致卡箍安装不到位, 右空调组件冷凝器出口波纹管的卡箍松动漏气, 导致进入客舱的空气量明显不足, 无法满足正常的增压要求, 左组件故障保留, 仅靠右空调供气时, 从而触发座舱高度警告。

案例 6: 2016 年 3 月 30 日, 某公司一架 A320 飞机在短停期间, 地面检查发现该机左

发外侧与右发内侧的风扇包皮处于装错状态。经调查，该机在做 C6 检期间，维修人员将双发左侧风扇包皮装错。

造成本次错装事件的直接原因是工作者专业能力差，不按程序施工，安全意识不强，在安装时没有认真确认风扇包皮的正确安装位置。

案例 7：1994 年 6 月 6 日，某航司一架图 154 飞机，在执行航班时，飞机在空中出现横向飘摆，最终使飞机在空中解体，机上 160 人无一幸存。

经调查发现，工作者在维修自动驾驶仪时，安装座上控制副翼的插头（绿色）和控制航向舵的插座（黄色）两个插头相互插错，后续未进行相关的测试验证程序。反映工作者安全意识差，专业能力欠缺，不按手册进行维修，作风不严谨。

案例 8：2018 年 2 月 17 日，某航司一架 737 飞机执行航班，空中使用防冰时，右发动机整流罩防冰 TAI 指示为琥珀色，20 秒后恢复正常。航后维修人员依据 MEL30-03-03B 办理保留，放行飞机。2 月 18 日，该机继续执行航班，起飞阶段主注意灯及 COM1 ANTI-ICE（发动机整流罩防冰）灯亮。落地后检查发现由于前日执行 MEL 保留“M”项时，工作者未按 MEL 手册要求拔出防冰管道超压电门电插头，而是错误拔出防冰活门电插头，导致发动机大功率时相关警告灯亮。

根据调查，工作者业务技能不足，没有正确识别手册中相关插头，断开了错误的电插头，是导致此次事件发生的直接原因。

2.4.3 人员不诚信影响飞行安全典型案例

案例 1：2019 年 9 月 1 日，某公司一架 B737 飞机执行航班，飞机前轮转弯销未插，在推出后，拖把上剪切销断裂。

根据调查，推飞机人员未按照工作程序执行，漏插转弯旁通销，在飞机推出前，指挥员未确认转弯旁通销是否插上，这是导致剪切销断裂事件的主要原因。事件发生后，航线车间初始报告时领导隐瞒了实情，出现诚信问题。

案例 2：2018 年 5 月 8 日，某公司一架 B737 飞机执行航班，在青岛航后机务代理检查发现左发滑油箱口盖未盖，无滑油渗漏。

根据调查，机务人员执行加注双发滑油工作，工作者安全意识薄弱、维护作风差，严重违反作业程序，不按维护手册和工作单作业，工作漏项，漏盖左发滑油口盖，且未按工作程序要求进行拍照，放行人员也未进行复查，这是导致事件发生的主要原因。调查发现，工作者没按要求上传工作照片，而是使用原有的加注滑油工作旧照片上传移动维修平台上，诚信缺失，弄虚作假，有规不依，有章不循，维修单位也未按照南航安全信息管理规定上报事件

信息，安全诚信文化建设浮于表面。

案例 3：2017 年，某公司在发生不安全事件后，车间主任组织隐瞒事件真相，并伪造维修记录，管理层未及时予以制止纠正。

该案例反映维修人员串通一气，上下共同弄虚作假，诚信缺失。

案例 4：某航空公司维修人员 M、N，于 2016 年 9 月 17 日为掩盖更换错误件号的刹车组件事实，在更换回正确件号的刹车组件后，篡改有关维修记录。

地区管理局对此事进行处理，M、N 所在公司以“警告”处理，二人行在“中国民航维修人员安全/诚信记录管理系统”中记录，对每人扣诚信分值 4 分。M、N 所在公司免去 M 飞机维修中心经理职务，停止履行 CCAR-145R4 维修单位生产经理职责，留用察看 6 个月，留用察看期间暂停放行人员授权，免去 N 飞机维修中心车间主管职务，给予严重警告，留用察看 6 个月，留用察看期间暂停放行人员授权，技术等级降级。

案例 5：某地方监管局对某维修公司进行航线维修例行监察过程中，发现维修人员 W 等未持工作单检查飞机，进一步发现其在《飞机记录本》放行栏签署的记录。经核实，W 没有该机型整机放行签署和授权，同时也没有航修厂该机型的航线维修授权。局方处理结果：对直接责任人暂扣执照三个月。

案例 6：2016 年 3 月 26 日，B-XXXX 飞机在某基地实施维修的过程中工作梯与飞机发生擦碰，维修人员 C 私下组织人员对损伤进行处理，隐瞒事实不报。为此，地区管理局对该公司在整改期间停止受理新增维修能力申请；对 C 暂停行使 CCAR-66R3 执照的权利 12 个月，相关情况将记入“安全诚信管理系统”。

案例 7：2016 年 7 月 31 日，某公司维修人员 A、B 和 C 在为 B-XXXX 飞机实施梯次换发时由于违章导致飞机起飞过程中右发故障，飞机在跑道上中断起飞、机上乘员紧急撤离。

调查中发现相关人员还存在使用他人印章签署工卡等问题。为此，地区管理局暂停该公司维修许可项目中的发动机维修项目，相关人员的情况将被记入“安全诚信管理系统”。

案例 8：2018 年 10 月 23 日，根据举报信息，某飞机维修单位执行一架 737 飞机 A 检查工作，完成双发风扇叶片超声检查工作后，未将左发进气道内用于保护的黑色海绵保护垫取下进行试车。

工作者对工具三清点制度执行不到位，试车人员未能严格落实发动机试车程序，检查不仔细，事发后隐瞒信息未上报，诚信失信。

案例 9：某航空公司维修人员 P，于 2017 年 5 月 22 日在飞机起飞前违反按卡作业规定，提前签署工卡，未发现勤务人员耳机包遗忘在前轮舱，导致飞机挂耳机包飞到下一航站。

地区管理局暂停 P 行使 CCAR-66R3 执照权利 3 个月, 将其行为在“中国民航维修人员安全/诚信记录管理系统”中记录, 扣诚信分值 2 分, P 所在公司对其处以 2 年内不得晋升职务, 扣发部分个人安全奖, 取消放行权, 岗位降级, 工资待遇降级。

案例 10: 某航空公司维修人员 F, 于 2016 年 6 月在局方调查某波音飞机起落架维修有关事件时隐瞒事实, 提供虚假信息。

地区管理局将许某的行为在“中国民航维修人员安全/诚信记录管理系统”中记录, 扣诚信分值 6 分, F 所在公司对其暂停授权 6 个月, 调离维修岗位。

2.4.4 《民航行业信用管理办法》

2016 年 12 月 9 日, 习近平总书记在中共中央政治局会议第三十七次集体学习时指出: “法律是准绳, 任何时候都必须遵循; 道德是基石, 任何时候都不可忽视”, 并且强调“对突出的诚信缺失问题, 既要抓紧建立覆盖全社会的征信系统, 又要完善守法诚信褒奖机制和违法失信惩戒机制, 使人不敢失信、不能失信”。民航系统中有两条线, 一条是底线, 一条是红线。底线是遵章守纪, 是行业之本; 红线是诚实守信, 是立身之基。在任何情况下, 民航从业组织和个人都不可以跨过红线, 更不可以触碰底线。

1. 管理职责

《民航行业信用管理办法》适用于在中华人民共和国境内从事民用航空活动或者在中华人民共和国境外从事需要我国批准的民用航空活动的法人和其他组织(以下简称组织)和个人(以下统称相对人)的失信行为管理。中国民用航空局负责全国民航行业信用管理工作, 中国民用航空地区管理局负责本辖区范围内民航行业信用管理工作。

2. 内容简介

《民航行业信用管理办法》明确信用信息分为“一般失信”与“严重失信”行为两类, 其中严重失信行为涵盖伪造材料、重大安全事故、围标串标、恶意拖欠基金等 15 种情形; 对涉事主体实施分级惩戒, 包括限制行政许可、纳入联合惩戒名单、公开曝光等措施。管理体系以民航局为核心, 地区管理局负责属地监管, 建立全国统一的信用信息数据库, 并通过信用中国等平台实现跨部门信息共享。同时强调信用修复机制, 允许失信主体通过整改申请移除记录, 保障数据安全与信息主体权益。

3. 移除记录的规定

民航行政机关的法制部门负责民航行业信用信息记录的记入和移除工作, 业务部门负责相对人严重失信行为信息的认定、修复和使用等工作。相对人有一般失信行为的, 由民航行业监管执法信息系统(SIS)自动完成信用信息的认定和计入。相对人有严重失信行为的,

民航行政机关应当自发现相关行为之日起 90 日内完成认定和记入。严重失信行为的认定同相关行政处理一并开展的，工作时限从其规定。

4.失信行为认定要求

信用信息认定工作由失信行为发生地的民航行政机关或者被指定的民航行政机关负责。发生在民用航空器飞行中的失信行为，由首次降落地的民航行政机关负责认定。相对人行为发生地与其住所地不在同一民航行政辖区的，该民航行政机关还应当通报相对人住所地的民航行政机关。失信行为发生地在我国境外的，由相对人住所地的民航行政机关负责认定。行为发生地和相对人住所地均在我国境外的，由批准相对人从事该民用航空活动的民航行政机关负责认定。上一级民航行政机关根据工作需要自行开展认定工作的，应当告知有管辖权的下一级民航行政机关。

民航行政机关的信用管理工作接受社会监督，任何组织和个人可以通过执法监督信箱 zfjd@caac.gov.cn 向民航局反映情况。

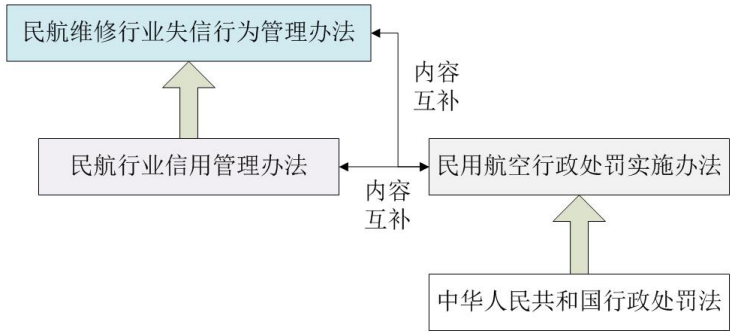


图 2-10 失信管理文件和行政处罚文件之间的关系

《民航维修行业失信行为管理办法》是《民航行业信用管理办法》在民航维修领域的细化，《民用航空行政处罚实施办法》是上述两个管理办法的执行保障，与两个管理办法中的惩戒措施形成互补。

2.4.5 《民航维修行业失信行为管理办法》

为加强民航维修行业信用文化建设，保障飞行安全，维护行业秩序，促进行业健康发展，根据《民航行业信用管理办法》（民航规〔2021〕13 号）制订了《民航维修行业失信行为管理办法》（MD-MAT-FS-001）。

《民航维修行业失信行为管理办法》适用于为中国航空运营人或者中国登记航空器实施维修、维修管理和培训业务的单位或者个人，以及为上述业务提供支持服务的第三方单位或者个人（以下简称第三方服务方）。该办法明确将维修人员、维修单位及维修培训机构的失信行为纳入管理范畴，涵盖伪造记录、违规操作、资质造假等严重失信情形，并规定了失信

信息的采集、公示及惩戒机制。

第三方服务方指为航空运营人或者运营人、维修单位、维修培训机构提供支持服务的单位或者个人，包括但不限于：承担外委维修工作；提供航材或者工具设备；提供检验、检测服务；提供专项或专业培训服务；提供审核、认证服务（作为维修以及维修管理、培训相关审核、认证服务的行业协会组织，也被视为第三方服务方）。

《民航维修行业失信行为管理办法》的维修人员、维修单位、培训机构和第三方服务方包括有行政许可和无行政许可的情况。凡有行政许可的个人或者单位，其失信行为除计入民航局行业信用记录外，还将依法依规实施必要的行政处罚；无行政许可的个人或者单位，将直接影响其获得行政许可或者为行政许可相对人提供支持服务。特别说明的是所列维修行业失信行为清单均为《民航行业信用管理办法》所述的严重失信行为，但严重失信行为不限于此，《民航行业信用管理办法》第八条所列其他严重失信行为也可能涉及维修行业。

2.4.5.1 维修行业失信行为清单

表 2-4 维修行业的不同对象的失信行为表现清单

涉及对象	维修人员	维修单位	培训机构	第三方服务方
失信行为	（1）在航空器或者航空器部件维修，相关的管理、支持或者培训工作中故意不如实记录、伪造记录或者文件的行为； （2）在向局方申请 CCAR-66R3 航空器维修人员执照过程中故意提供虚假信息或者考试作弊的行为； （3）持有航空器维修人员执照人员在明知不适合行使 CCAR-66R3 规定执照权利的情况下，仍违规行使执照权利的行为； （4）在安全、质量、差错或者举报事件调查过程中拒不配合，隐瞒事	（1）在向局方申请 CCAR-145R4 维修许可过程中故意提供虚假信息、伪造记录或者文件的行为； （2）在实施维修或者维修管理工作中故意存在组织伪造记录或者文件的行为； （3）在明知超出 CCAR-145R4 批准的维修项目或者工作范围的情况下，仍违规组织实施维修工作的行为； （4）在明知所实施维修工作不符合 CCAR-145R4 规定的	（1）在向局方申请 CCAR-147R1 维修培训许可过程中故意提供虚假信息、伪造记录或者文件的行为； （2）在维修培训或者培训管理工作中存在故意组织伪造记录、文件或者作弊的行为； （3）在明知培训学员不符合参加 CCAR-66R3 考试条件的情况下，仍违规组织培训学员参加考试的行为； （4）在明知培训学员不符合颁发 CCAR-147R1 培训合	（1）在支持服务中故意提供虚假信息、伪造记录或者文件的行为； （2）在涉及的安全、质量、差错或者举报事件调查过程中拒不配合，隐瞒事实，或者组织提供虚假材料、证明、证言等行为。

	实，或者提供虚假材料、证明、证言等行为； （5）故意提供未经核实的虚假信息举报其他单位或个人的行为； （6）组织或者协助他人实施上述失信行为的行为。	维修工作准则情况下，仍违规组织签署维修放行的行为； （5）在安全、质量、差错或举报事件调查过程中拒不配合，隐瞒事实，或组织提供虚假材料、证明、证言等行为。	格证条件的情况下，仍违规组织向培训学员颁发培训合格证的行为； （5）在举报事件调查过程中拒不配合，隐瞒事实，或组织提供虚假材料、证明、证言等行为。	
--	--	--	--	--

2.4.5.2 失信信息的采集、公布、修复和移除

失信行为除可通过民航局、民航地区管理局和各地监管局维修管理部门组织的审查、监察或者调查采集外，还可通过航空运营人或者运营人、维修单位、维修培训机构主动报告其内部人员的失信行为信息或相关举报信息等渠道初步采集失信行为信息。

对于上述采集到的失信行为信息，民航地区管理局维修管理部门及时组织进行核实取证，将采集的失信行为信息和相关证据资料提交本管理局信用主管部门，并由其统一提交民航局信用主管部门审核公布。失信行为信息可按《民航行业信用管理办法》的规定申请修复或移除，或在规定的有效期后自动失效。

2.4.5.3 失信行为信息的使用及处理原则

对于被公布失信行为信息的维修人员、维修单位或者培训机构、第三方服务方，民航局、民航地区管理局维修管理部门在失信行为信息有效期内按照如下原则处理：

表 2-5 对不同被公布失信行为信息的对象的处理原则

涉及对象	维修人员	维修单位或者培训机构	第三方服务方
处理原则	（1）涉及办理航空器维修人员执照或其机型签署的，不予颁发或者限制办理； （2）涉及以失信行为人员为主要维修管理人员办理行政许可的单位，不予颁发或者限制办理； （3）如涉及单位已获得行政许可，并继续使用已公布失信行为信息的维修人员作为主要管理人员，因其不再符合行政许可条件，应依法撤销其行政许可；	（1）涉及办理行政许可的，不予颁发或者限制办理； （2）如涉及单位已获得行政许可，应依法实施行政处罚，直至撤销其行政许可； （3）涉及实施行政处罚的，从重处罚。	（1）限制民航局行政许可相对人使用其提供支持服务； （2）如涉及行政许可相对人继续使用已公布失信行为信息的第三方服务方提供服务，应依法实施行政处罚。

	(4) 涉及对持有航空器维修人员执照人员实施行政处罚的，从重处罚。		
--	-----------------------------------	--	--

2.4.6 维修行业的行政处罚

为了规范民用航空行政处罚行为，保障和监督民航行政机关有效实施行政管理，保护公民、法人和其他组织的合法权益，根据《中华人民共和国行政处罚法》和《中华人民共和国民用航空法》，2021年9月1日经第23次部务会议通过《交通运输部关于修改〈民用航空行政处罚实施办法〉的决定》（交通运输部令2021年第30号）。

1. 行政处罚的种类

民航行政机关实施的行政处罚的种类包括：

- (1) 警告、通报批评；
- (2) 罚款、没收违法所得、没收非法财物；
- (3) 暂扣许可证件、降低资质等级、吊销许可证件；
- (4) 限制开展生产经营活动、责令停产停业、责令关闭、限制从业；
- (5) 法律、行政法规规定的其他行政处罚。

2. 行政处罚的实施主体及权限

涉及民航管理的规章制度行政处罚，应在法律、行政法规规定的给予行政处罚的行为、种类、幅度范围内作出具体规定。尚未制定法律、行政法规的，涉及民航管理的规章对违反民用航空行政管理秩序的行为，可以设定警告、通报批评或者国务院规定限额内罚款的行政处罚。法律、行政法规、规章以外的其他文件，不得设定或者规定行政处罚；设定和规定行政处罚的条款一律无效。民航地区管理局可以根据本地区管理局的具体情况制定行政处罚的具体工作程序，但不得与之抵触。

民航局和民航地区管理局依照法律、行政法规、规章的规定，以自己的名义独立行使相应的行政处罚权。民航地区管理局设立的派出机构，可以依照法律、行政法规、规章的规定和民航地区管理局的授权，以该民航地区管理局的名义行使相应的行政处罚权。民航行政机关的内设职能部门，可以具体承办处罚事项，但不得以该内设职能部门的名义实施行政处罚。

除经依法授权或者委托的外，任何其他组织不得实施行政处罚，其以行政处罚名义实施的处罚行为一律无效，有关当事人有权拒绝或者向有关部门申诉、举报。任何个人都不得以自己的名义实施行政处罚。法律、行政法规授权的其他组织实施民用航空行政处罚的，接受授权的组织应对其所作出的行政处罚行为的法律后果承担法律责任。

3.行政处罚的管辖归属

民航地区管理局依据法律、行政法规、涉及民航管理的规章的规定对本辖区内发生的违法行为实施行政处罚。对空中发生的违法行为，由违法行为首次发现后降落地所在地的民航地区管理局管辖。民航地区管理局对管辖有争议的，由民航局指定管辖。民航行政机关实施行政处罚，适用简易程序的，由有关监察员当场作出处罚决定。民航局管辖或者决定管辖的行政处罚案件，适用普通程序的，由民航局有关职能部门负责调查、取证、提出行政处罚建议，报民航局负责人作出决定。

案件办理完结后，民航行政机关法制职能部门制作《民用航空行政处罚案件结案报告》并将查处过程中的所有材料立卷归档。民航局对民航地区管理局的行政处罚活动实施监督，鼓励社会对民航行政机关和监察员的行政处罚活动实施监督。

第二部分 航空器维修法规和规范

第 3 章 航空器维修法规和规范

3.1 中国民航的维修管理和法规体系

3.1.1 中国民航的国内法律及法规文件体系

航空活动的跨国性决定了航空法包括国际法和国内法两部分。国际法的制定是通过国家间相互协商来进行，而国内法的制定是通过国内立法机关来进行。中国民航的国内法规体系采用三级安全管理模式，包括法律、法规和规章三部分，以及指导具体操作程序的规范性文件，如图 3-1 所示。法律、法规和规章为航空维修活动提供了明确的规范和准则，是保障航空维修工作安全、有序进行的重要基础。

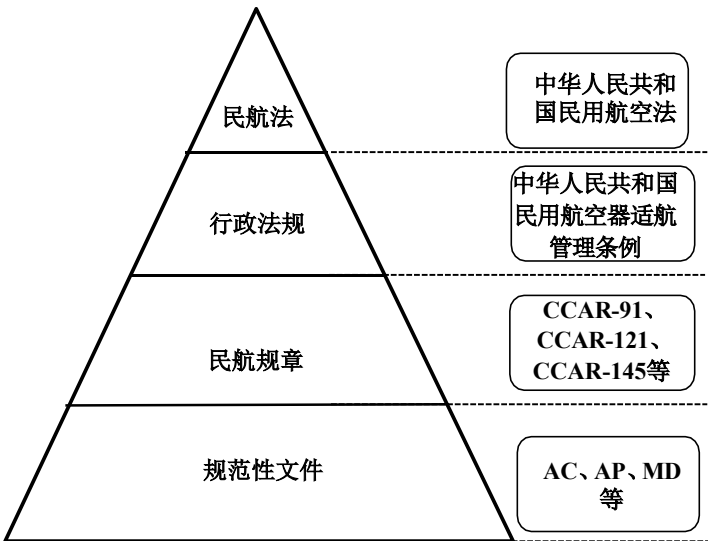


图 3-1 中国民航的国内法律及法规文件体系示意图

第一层次是由全国人大常委会通过、国家主席签署主席令发布的《中华人民共和国民用航空法》，属于国家法律，是民航法律体系的龙头，是制定民航法规、规章的依据。

第二层次是由国务院通过、总理以国务院令发布的关于民用航空行政法规，如《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》等。

第三层次是民航规章（全称是中国民用航空规章 CCAR，China Civil Aviation Regulations），是国务院各部门根据法律和国务院的行政、决定、命令，在本部门的权限范围内发布的规范性文件，经部务会议通过，部长以交通运输部令发布。民航规章用于规范行政程序规则，航空器（例如 CCAR25 部、CCAR91 部等），航空人员，空域、导航设施、空中交通管理和一般运行规则，民用航空企业合格审定及运行（例如 CCAR121 部、CCAR135

部等），学校、非航空人员及其他单位的合格审定及运行，民用机场建设和管理，委任代表规则，航空保险，综合调控规则，航空基金，航空运输规则，航空保安，科技和计量标准，航空器搜寻救援和事故调查等方面的法律文件。根据不同的工作性质，各单位选用不同的规章内容进行规范和管理。中国民航规章 CCAR 的部分号段的分类分布情况如图 3-2 所示：



图 3-2 中国民航规章 CCAR 的部分号段的分类分布情况

第四层次是规范性文件，根据《民航局行政规范性文件合法性审核管理规定》，民航局行政规范性文件是指除国务院的行政法规、决定、命令以及部门规章外，由民航局依照法定权限、程序制定并公开发布，涉及公民、法人和其他组织权利义务，具有普遍约束力，在一定期限内反复适用的公文。因此，规范性文件是一种行政公文，不是法律法规文件，其内容通常是对法律、法规、规章的具体解释、实施细则或补充规定，也可以是针对特定时期、特定问题发布的政策措施或工作要求，具有较强的时效性和针对性。主要有咨询通告（AC）、管理程序（AP）、工作手册（WM）、管理文件（MD）、和信息通告（IB）等。

3.1.2 中国民航局的组织机构和职责

中国民用航空局隶属于交通运输部，组织机构采用内设外管的组织模式。

中国民用航空局内部采取三级管理制度，局属内设机构属于行政决策层，地区管理局和安全监督管理局负责执法监督。局属内设机构中与适航直接有关的主管部门为航空器适航审定司和飞行标准司。民航局下设 7 个民航地区管理局，各地区管理局内设适航审定处、飞行标准处和适航维修处。截至 2022 年 1 月，7 个地区管理局在全国共设 40 个安全监督管理局和 1 个安全运行监督办公室（西藏区局除外），如图 3-3 所示。

中国民用航空局（以下简称民航局）和各地区管理局、监督管理部门按照各自分工，对航空器、航空器（动力装置/螺旋桨/部件）设计/制造厂家、航空器运营企业、航空器维修单位、航空器动力装置/螺旋桨/部件维修单位、航空器从业人员（包括维修人员、飞行员、

空中交通管制员等）采取审查、颁证、监督检查、行政处罚的方式进行管理。不同民航地区管理局、监督管理局之间，也根据已经确定的管理分工范围，对所在辖区内的航空器维修活动进行审查、监督、指导。

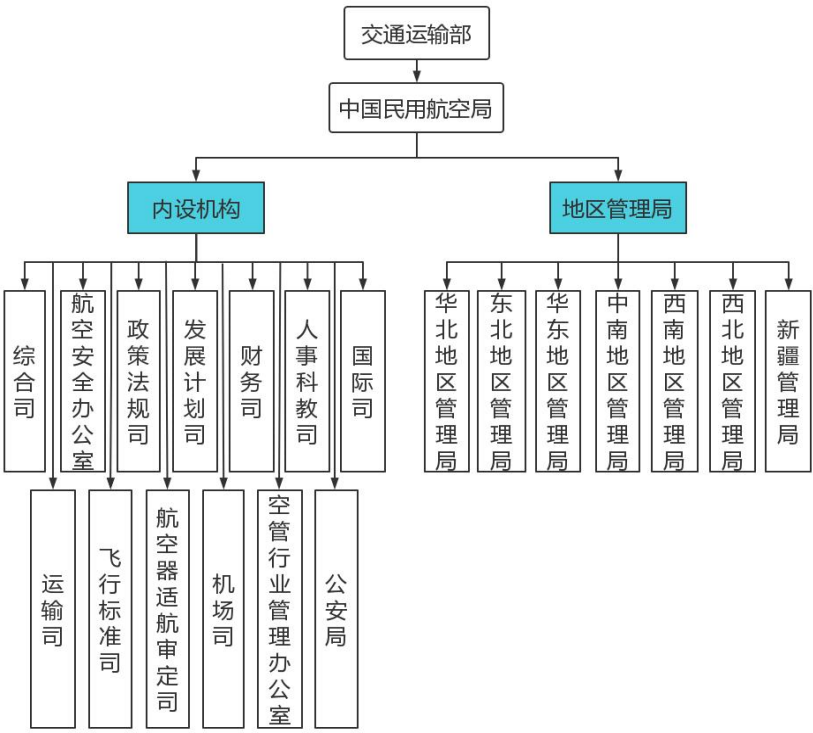


图 3-3 中国民航局组织机构

对于整个航空器维修行业来说，政府部门通过制定法规、资质审批、监督检查、违规处置的四位一体模式形成闭环管理，全面履行适航管理职责，从而保障民用航空器持续适航与飞行安全。详细的政府适航管理部门组织机构及其职责、分工，可在中国民用航空局网站和各地区管理局网站上查询。

民航局与航空维修业务直接有关的 3 类部门：飞行标准部门、适航维修部门与适航审定部门，对航空维修执照管理体系、航空维修单位管理体系和航空运营人维修管理体系的职责分别为：

- （1）飞行标准部门：负责实施民用航空器运营人的运行合格审定及补充审定并进行持续监督检查。
- （2）适航维修部门：审批民用航空器运营人的航空器维修方案、可靠性方案、加改装方案及特殊装机设备运行要求；审批民用航空器运营人在辖区内执管航空器的适航证、特许飞行证，并实施监督管理和使用困难报告的调查处理；审批辖区内民用航空器维修单位维修许可证并实施监督管理；负责维修培训机构的合格审定；负责航空器维修人员的资格管理。

（3）适航审定部门：颁发民用航空产品的适航指令；办理颁发民用航空器初始标准适航证的有关事宜；负责有关民用航空器的加改装方案、特修方案和超手册修理方案的工程审批工作。

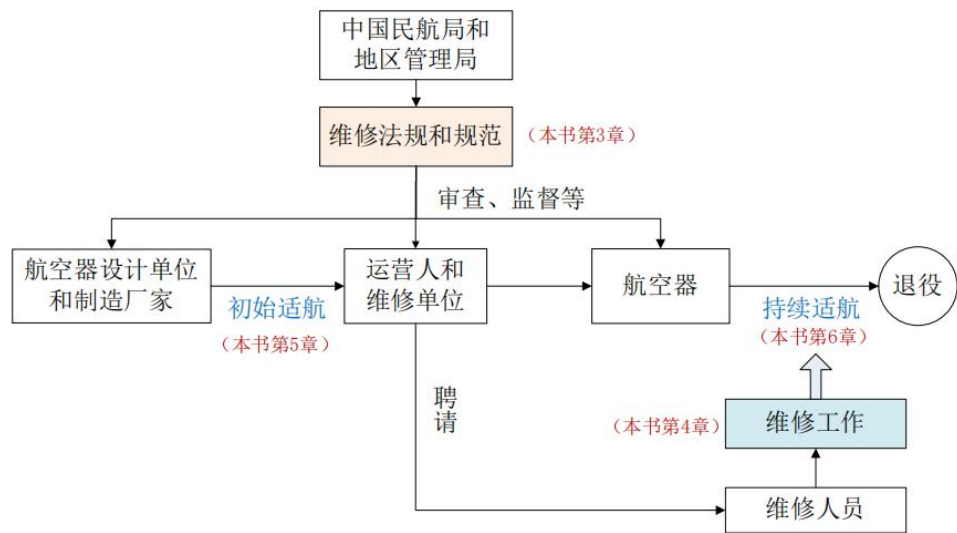


图 3-4 局方、维修法规和规范、维修工作、适航等概念的关系示意图

“适航”是指航空器（含部件、系统）在全生命周期内符合适航标准的状态，包括“初始适航”和“持续适航”。初始适航解决航空器“出生是否合法”，持续适航解决航空器“成长是否健康”，持续适航通过航空维修工作确保航空器“持续健康”。民航局依据维修法规和规范，通过审查和监督等手段，对航空器的初始适航和持续适航实施监管。

在中国民航局的内设机构中，飞行标准司既承担对航空器运营人（用户）和航空器/部件维修单位（例如：广州飞机维修公司）的持续适航维修管理职责，也参加航空器设计/制造的初始适航过程。在民航地区管理局的内设机构中，适航维修处按授权承办辖区内的航空器维修业务有关的监督、审定、检查等工作；飞行标准处按授权承办辖区内民航运营人运行合格审定及补充审定并进行持续监督检查等。

民航的各项法规是随着行业的发展和改革而与时俱进的，始终处于持续修订和完善过程中，因此本教材涉及的一些法规，仅能反映教材定稿前已实施的民航法规情况。

3.1.3 标准和规范的采用

民航业的标准和规范包括：采用的国家标准，行业标准，技术标准规定（TSO），专用条件和豁免。民航业的标准和规范之间的关系见图 3-5 所示。

由于民航维修工作的特殊性，某些国家标准和行业标准并不自动适用或全部适用于民用航空器维修单位，可能存在国家标准、厂家标准，哪个标准被采用，应以局方批准或认可的

适航性资料为准。

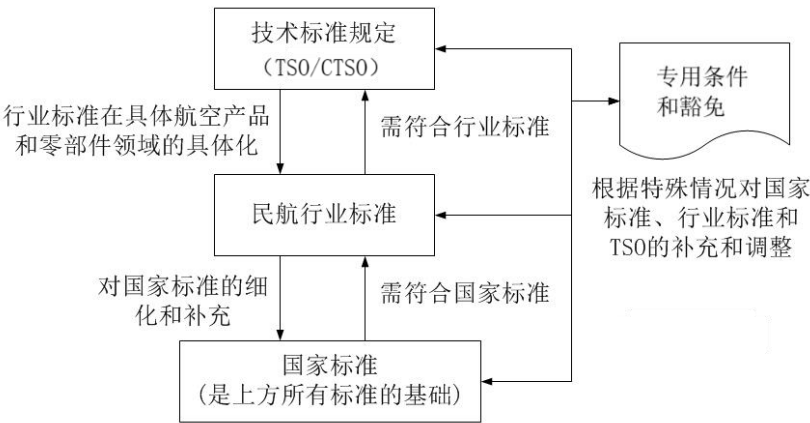


图 3-5 标准和规范之间的关系示意图

3.1.3.1 国家标准

是指国家通用的技术标准，如果采用，除非特别的豁免，在航空器运行和维修过程中必须执行，如《标准化工作指南》第2部分：采用国际标准的规则。

3.1.3.2 行业标准

通常是民航业独有的，或者高于国家标准的技术标准，构成了民航业的最低标准，如果在适航规章或者规范性文件中被引用，将作为规章或者规范性文件的一部分。

由于民用航空器维修工作的特殊性，上述国家标准和行业标准并不自动适用或全部适用于民用航空器维修单位。

3.1.3.3 技术标准规定 (TSO/CTSO)

根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21R5)的定义，技术标准规定(美国用缩写 TSO、中国用缩写 CTSO)是民航局颁布的民用航空器上所用的特定零部件的最低性能标准。

技术标准规定项目批准书(CTSOA)是局方颁发给符合特定技术标准规定的零部件(简称 CTSO 件)的制造人的设计和生产批准书。除 CTSOA 的持有人外，任何人不得用 CTSOA 标记对 CTSO 件进行标识。按照技术标准规定项目批准书制造的零部件，只有得到相应的装机批准，才能安装到航空器上使用。装机批准的形式可以是型号合格证、补充型号合格证或者改装设计批准书。

3.1.3.4 专用条件、豁免和等效安全水平 (ELOS) 结论

根据《颁发专用条件、批准豁免和做出等效安全水平结论的程序》(AP-21-AA-2023-17)中的定义：

专用条件(Special Condition)是根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21)

的要求,针对提交进行型号设计批准或设计更改批准的民用航空产品,由于一些原因使得有关的适航规章没有包括适当的或足够的安全要求,由中国民用航空局(CAAC)制定并颁发的补充安全要求。

豁免是根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21)第21.3条,受适航规章和环境保护要求中有关条款约束的型号设计批准或设计更改批准申请人,可以因技术原因向民航局申请暂时或永久不符合某些条款的情况。

等效安全水平(ELOS)结论是指当不能完全按原文表明对适航规章的符合性,但已表明设计上的补偿措施已提供等效于适航标准确定的安全水平时,局方做出等效安全水平结论。等效安全水平结论记录了一种与规章所规定的方法不同、但被民航局判断为可接受的符合性方法。

例如:中国商飞C919的飞控系统具有限制过载功能,当飞行员无意中操作失误或者遇到气流变化超出飞机规定的最大过载时会及时介入,对飞行员发出明确而又清晰的提醒,以防止飞机做出超出飞行包线的大过载动作。这是在C919上自主研发的创新功能。而局方在适航审定时发现,中国民航现有的适航标准中没有对该功能的审定条款,但飞控系统涉及飞行安全,又不能不审定这一功能。因此局方通过颁发“专用条件、批准豁免和做出等效安全水平结论”的方式,确保在民航飞机上应用新技术时可以通过该方式完成适航审定。

3.1.4 航空器维修有关的部分法规和规范

涉及航空器使用和维修的规章包括维修人员执照类(CCAR-66R3和CCAR-147R1)、维修单位管理类(CCAR-145R4)、航空运营人类(CCAR-91R4、CCAR-121R8、CCAR-135R3、CCAR-136)、无人驾驶航空器类(CCAR-92)4类,以及这些规章相关的规范性文件。

其中与民用航空器及零部件设计/制造厂家、航空器运营人(例如:中国南方航空公司)、航空器及部件维修单位(例如:GAMECO)、维修培训机构(例如:147维修培训机构)、维修人员有关的部分民航规章如下。

1.为了规范民用航空器维修人员执照的颁发和管理 and 民用航空器维修培训机构合格证的颁发和管理,保障民用航空器的持续适航和飞行安全,根据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》和《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》等法律、行政法规,制定《民用航空器维修人员执照管理规则》(CCAR-66R3)、《民用航空器维修培训机构合格审定规定》(CCAR-147R1)。

2.为了规范民用航空器维修许可证的颁发和管理,保障民用航空器持续适航和飞行安全,根据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》和《中华人民共和国

《民用航空器适航管理条例》等法律、行政法规制定《民用航空器维修单位合格审定规则》（CCAR-145R4）。

3.为规范民用航空器的运行，保证飞行的正常与安全，依据《中华人民共和国民用航空法》；为了对大型飞机公共航空运输承运人、小型商业运输和空中游览运营人、公共安全和公众利益影响较大的特殊商业和私用大型航空器运营人进行运行合格审定和持续监督检查，保证其达到并保持规定的运行安全水平，根据《中华人民共和国民用航空法》和《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》制定《一般运行和飞行规则》（CCAR-91R4）《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121R8）《小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则》（CCAR-135R3）和《特殊商业和私用大型航空器运营人运行合格审定规则》（CCAR-136）。

4.为了规范民用无人驾驶航空器的运行安全管理工作，根据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》《中华人民共和国安全生产法》《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》等法律、行政法规，制定《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》（CCAR-92）。

5.为保障民用航空产品和零部件的适航性，根据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》和《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》制定《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21R5）。

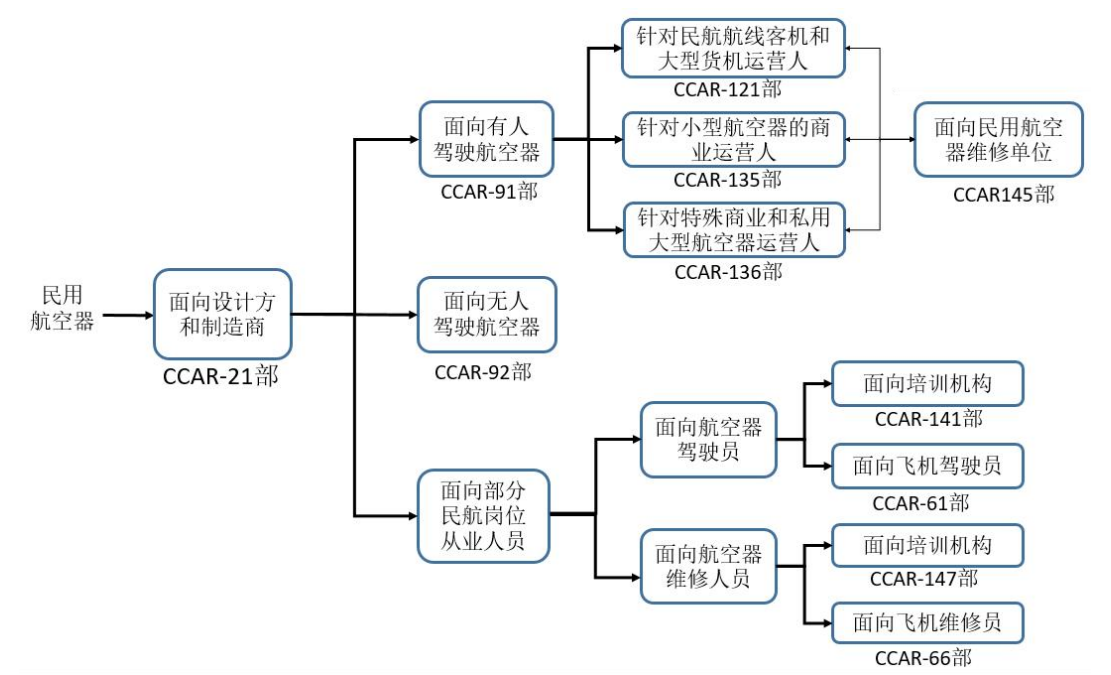


图 3-6 部分民航规章 CCAR 的关系简图

3.2 维修人员管理的法规文件

3.2.1 CCAR-66部

对各类航空人员资质实施执照管理是民航局落实安全管理职责最基本的方式之一。维修人员作为关键的航空人员之一，是最早实施执照管理的航空人员。随着航空器设计水平的不断进步，维修技术和维修管理理念的不断发展，维修人员执照的管理也不断更新。民航局制定的《民用航空器维修人员执照管理规则》（CCAR-66R3）是现行有效的维修人员执照管理规章，自 2020 年 7 月 1 日起实施。

3.2.1.1 民航维修人员执照管理体系概述

1.中国民用航空器维修人员执照管理体系

(1) 民航局的职责

民航局负责民用航空器维修人员执照相关的法规、规章、政策、标准、程序和技术规范的制定和监督执行；负责航空器维修人员执照的管理，包括执照的考核、颁发和吊销；负责维修培训机构合格证的颁发和管理，并负责国外维修培训机构的审定和监督管理；负责协调各单位编写和修订执照教材。具体工作的执行是由下设的飞行标准司总负责，协调各有关机构齐抓共管，民航局承担行政许可主体责任。

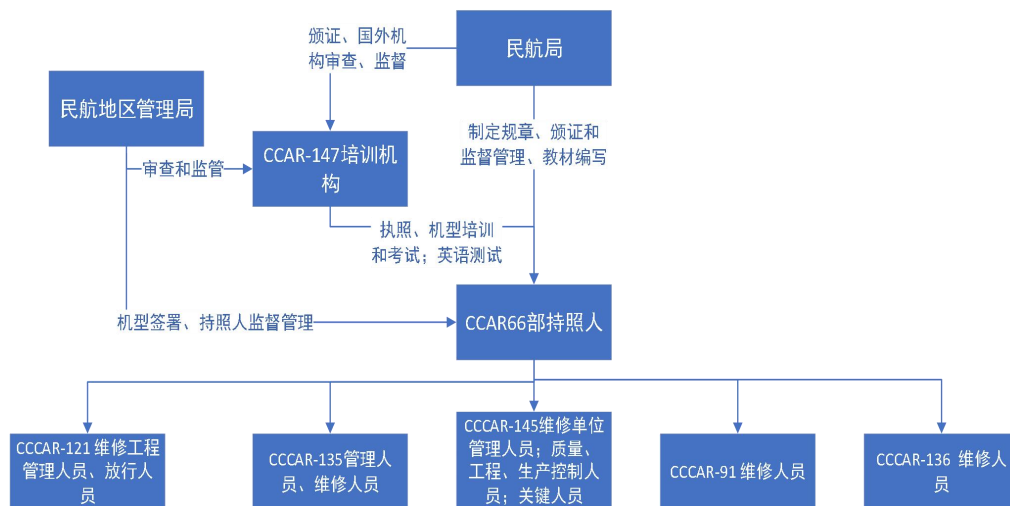


图 3-7 中国民航维修执照管理体系

（2）民航地区管理局的职责

民航地区管理局负责辖区内航空器维修人员执照的相关管理工作，依法对辖区内提出申请的 147 维修培训机构实施审定以及证后监管；现场监督培训机构组织的执照考试；负责维修执照的机型签署和续签工作以及持照人员的监督管理。具体工作的执行是由下设的适航维

修部门负责。

（3）持照人的适用岗位

符合 CCAR-66R3 规章的持照人可分别满足各类运营人的持照要求，包括①符合 CCAR-145R4 规章的单位的管理人员，质量、工程、生产控制人员，关键人员（具体参见 AC-145-FS-015R1 维修单位的质量安全管理体系）；②符合 CCAR-121R8 规章的单位的各类维修工程管理人员、飞机放行人员（具体参见 AC-121-64R1 质量管理体系）；③符合 CCAR-135R3 规章的单位的管理人员、维修人员；④符合 CCAR-91R4 和 CCAR-136 规章的单位的维修人员。

2.国外民航维修执照体系简介

国外民航维修执照主要介绍 FAA 和 EASA 的执照体系。FAA 的全称为 Federal Aviation Administration，是指美国联邦航空管理局。FAA 维修执照分为机械员执照（Mechanic certificate）和修理人员执照（Repairman certificate）两种，长期有效。

EASA 的全称为 European Union Aviation Safety Agency，是指欧盟航空安全局。EASA 维修执照分为四类，分别是：A、B1、B2 和 C 级执照，其中 A 级执照颁发给航线维修机械员，B1 级执照颁发给航线维修中的机械技术员，B2 级执照颁发给航线维修中的电子技术员，C 级执照则是颁发给基地维修工程师，有效期为 5 年。

3.2.1.2 执照类别

根据CCAR-66R3规章，维修人员执照按照航空器类别分为飞机和旋翼机，并根据发动机工作原理标明适用安装的发动机类别。按照航空器和所安装不同型号发动机分类，维修人员执照共分为四类：涡轮飞机（TA）、活塞飞机（PA）、涡轮旋翼机（TR）、活塞旋翼机（PR）。

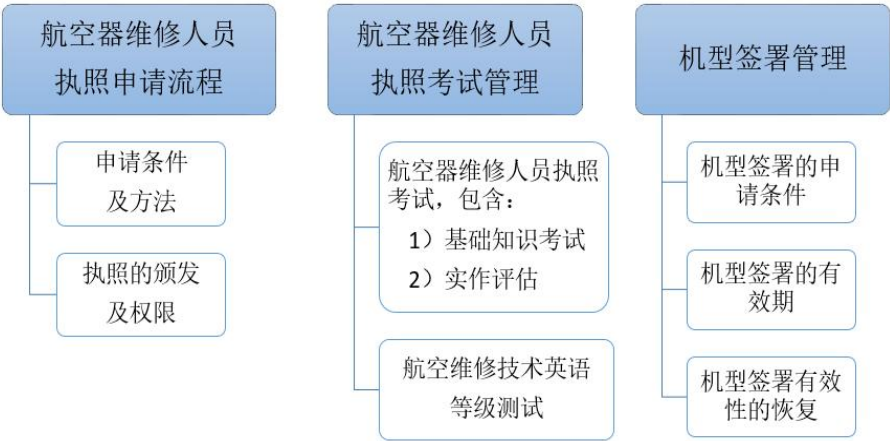


图 3-8 CCAR-66R3 规章的主要内容导读

3.2.1.3 执照的申请和颁发

1.执照的申请方法

初次申请执照的申请人，首先需要通过依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构在民航局航空器维修人员信息系统备案，然后通过网址（<http://mp.caac.gov.cn>）进入系统注册账号，完成注册后可登录个人账号选择拟申请的执照类别，并参加该 CCAR-147 培训机构组织的相应培训。

2.执照的申请条件和须提交的材料

表 3-1 执照的申请条件和申请时须提交的材料

执照的申请条件	申请执照时需提交的申请材料
(1) 年满 18 周岁； (2) 无影响维修工作的色盲或者色弱； (3) 具有理工科专业大专以上（含大专）学历； (4) 完成航空器维修基础知识培训； (5) 具备至少 1 年的经所在单位授权从事某一类别航空器机体维修实际工作经历（培训和实习不计算在内），或者为理工科专业大专以上学历人员并完成航空器维修实作培训； (6) 通过航空器维修人员执照的考试； (7) 完成航空维修技术英语等级测试； (8) 民航行业信用信息记录中没有航空器维修相关的严重失信行为记录。	(1) 身份证号码等身份信息； (2) 能证明无色盲、色弱的体检报告； (3) 学历证书； (4) 航空器维修基础知识培训证明； (5) 航空器维修相关经历证明或者实作培训证明； (6) 航空器维修人员执照考试合格证明； (7) 航空维修技术英语等级测试证明。

说明：维修人员执照的考试包括“基础知识考试”和“实作评估”两部分。对于两部分考试均通过的申请人，可上系统登录个人账号提供学历证书和无色盲、色弱的体检报告的材料，并对材料的真实性负责。

3.执照的颁发

对于符合申请条件的申请人，经飞行标准司审查合格的，民航局自受理之日起 20 个工作日内向其颁发维修人员执照。因已经全面取消了纸质维修人员执照，仅在航空器维修人员信息系统颁发电子执照。维修人员可自行下载电子执照的基本信息和二维码，通过扫描二维码获取执照信息，也可打印包含详细信息的 PDF 格式文件作为备份。

4.执照的权限

取得维修人员执照后，可以维修放行除复杂航空器之外的其他航空器。维修人员执照上加注复杂航空器的机型签署后，维修人员执照持有人方可维修放行对应型号的复杂航空器。

复杂航空器是指：

- (1) 运输类航空器（含飞机及旋翼机）；
- (2) 同时具有可收放起落架、襟翼和可变桨距螺旋桨的非运输类飞机；
- (3) 同时具有可收放起落架、襟翼和涡轮发动机的非运输类飞机；
- (4) 具有涡轮发动机且审定驾驶员数量超过 1 人的非运输类旋翼机。

6. 执照的有效期

除法律、法规、规章另有规定外，航空器维修人员执照持续有效。

3.2.1.4 培训要求

航空器维修执照的基础知识培训和实作培训应当由符合 CCAR-147R1 规章的维修培训机构实施，并且不低于现行有效的《航空器维修基础知识和实作培训规范》规定的最低培训学时要求。培训要求是具体培训内容、深度等方面的基础规范，包括知识点、培训/考试要素和培训最低学时。

1. 航空器维修基础知识（模块编号为 M1/M2/M3/M4/M5/M6）

基础知识培训最低培训学时以 1 小时为单位计算。基础知识培训分为 6 个模块，主要内容为民航及民航维修基础、民用航空器维修理论基础和专业知识等。具体模块如下：M1：航空概论；M2：航空器维修；M3：飞机结构和系统；M4：直升机结构和系统；M5：航空涡轮发动机；M6：活塞发动机及其维修。

2. 航空器维修实作（模块编号为 M7/M8）

实作培训包含 2 个模块，分别是 M7 和 M8 模块，主要内容为航空器维修基本技能和航空器维修实践。各类别执照申请人均须参加 M7 和 M8 的实作评估，如具备 1 年以上某一类别航空器机体维修实际工作经历的人员可以不参加实作培训。具备 1 年以上某一类别航空器机体维修实际工作经历是指通过维修单位的入职培训和实习后获得正式上岗资格 1 年以上，主要适用于维修单位有自己完整的上岗前培训体系的情况。

3. 执照申请人应完成培训的模块与类别的对应关系

民用航空器维修人员执照四个类别执照申请人应完成培训的模块与类别的对应关系见表 3-2 所示：

表 3-2 执照类别与培训模块对应关系

知识模块	执照类别			
	TA 涡轮飞机	PA 活塞飞机	TR 涡轮旋翼机	PR 活塞旋翼机
M1	√	√	√	√
M2	√	√	√	√
M3	√	√		
M4			√	√
M5	√		√	
M6		√		√
M7	√	√	√	√
M8	√	√	√	√

3.2.1.5 执照的考试

1.维修基础知识考试和维修实作评估

维修人员执照的申请人在维修培训机构完成航空器维修基础知识培训和实作培训后参加考试。

表 3-3 维修基础知识和维修实作评估的考试说明

	维修基础知识	维修实作评估
参加考试条件	学员在完成某一模块（M1～M6）的航空器维修基础知识培训后，通过所在维修培训机构向所在地区管理局提出申请，经批准后参加该模块考试。	满足下列情况之一，学员所在维修培训机构向所在地区管理局提出申请，经批准后可以组织开展相应模块的航空器维修实作评估： （1）已通过了适用的航空器维修基础知识考试；完成了某一模块（M7 或 M8）不少于最低学时的航空器维修实作培训。 （2）已通过了适用的航空器维修基础知识考试；虽然没有参加航空器维修实作培训，但有证明表明其具备了不少于 1 年的航空器机体维修实际工作经历的。
考试方式	考试为机考方式。	实作评估在维修培训机构所属民航地区管理局监督下，由维修培训机构授权的 2 名实作评估员分别按照经批准的程序和规范开展。
考试成绩要求	70 分及格。	当 2 名评估教员都给予“通过”的结论时才计为通过实作评估。对于 1 名评估教员给予“未通过”结论的情况可重新补充评估 1 次，2 名评估教员都给予“未通过”结论者为实作评估不通过。

不合格补考及重修要求	考试不及格者可补考 1 次，补考仍不及格者需重新参加该模块的培训后方可再次参加考试。	实作评估不通过者可以补充评估 1 次，补充评估不通过者，须重新参加维修培训机构的培训后方可再次评估，再次评估不通过视为最终评估结论。
------------	--	--

(1) 维修基础知识考试要求

航空器维修基础知识的考试由民航局飞行标准司统一组织编制题库，并建立考试系统。100 分满分制，70 分为及格。考试时将根据申请考试的模块，由考试系统按适用的最低学时随机配置试题，并由地区管理局的维修监察员监考。完成答案提交或者考试时间到时，自动显示考试成绩并记入系统。

(2) 维修实作评估要求

航空器维修实作评估应当使用真实的航空器、维修手册及航空器材，评估项目应当采用随机抽选，且应当涵盖模块 7、模块 8 的各类维修实作项目。

实作评估完成后由评估教员分别独立完成评估结论，并提交实施现场监督的维修监察员录入航空器维修人员执照管理系统。

2.维修技术英语等级测试要求

CCAR-66R3 要求的航空维修技术英语等级测试有较强的针对性，与高等教育的四、六级考试和出国留学的托福、雅思等考试均不同，也没有可替代性，因此，民航局飞行标准司精选了来源于行业的国际规范等作为素材编制了参考教材，以增强可读性，在提高航空维修技术英语的同时也丰富相关的专业知识。

航空维修技术英语等级测试题目由民航局飞行标准司统一组织编制，测试题目主要基于本文件指定的参考教材。航空维修技术英语等级测试不要求统一培训，可自学或参加任何单位组织的培训，也可直接参加测试。参加航空维修技术英语等级测试包括两个渠道：

(1) 依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构组织的测试：适用于新申请维修人员执照人员的初次测试；

(2) 民航局飞行标准司定期统一安排测试：适用于持有维修人员执照的人员。

每次测试完成后将自动生成测试成绩，并依据测试成绩评定等级。尽管航空维修技术英语等级测试不要求统一培训，但鼓励维修人员在每次参加测试前至少自学参考教材，以利于取得较好成绩。

航空维修技术英语等级测试分为综合阅读和听力测试两部分。综合阅读测试部分 60 道选择题，共 100 分。题目的形式包括：

(1) 英译汉：英文题干，中文选项；

(2) 汉译英：中文题干，英文选项；

(3) 英英释义：英文题干，英文选项。

听力测试部分 25 道选择题，共 100 分。题目形式包括句子理解、情景对话和短文，英文题干，英文选项。句子理解和情景对话的录音播放 1 遍，短文部分的录音播放 2 遍。每次测试总时长 90 分钟，其中综合阅读部分时长 60 分钟，听力部分时长 30 分钟。

批准的依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构组织的初始测试一般结合执照培训后的考试一同向民航局飞行标准司提出申请，但一般限于其登记的培训学员。

民航局飞行标准司定期统一安排测试一般每半年组织一次，具体测试地点和时间安排将至少提前 30 天公布通知。测试报名程序如下：登录民航局飞行标准司维修人员信息平台个人账户→报名参加英语等级测试→选择测试地点。

对于由批准的依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构组织的初始测试，将直接按测试成绩自动按照 CCAR-66R3 的标准评定等级。任何持有航空器维修人员执照的人员均可参加多次测试，但每次测试完成至少 6 个月后方可再次参加。最终等级评定自动按历史最好成绩评定。等级评定结果将直接显示在维修人员的电子执照上，也可通过本人账号登录维修人员信息平台后查询历次测试成绩。测试结果分为以下级别：

4 级：阅读部分 85-100 分，且听力 75-100 分；

3 级：阅读部分 85-100 分，且听力 0-74 分；

2 级：阅读部分 60-84 分，且听力 0-100 分；

1 级：阅读部分 0-59 分，且听力 0-100 分。

3.2.1.6 执照的机型签署

1. 申请条件

航空器维修人员执照的持有人已经取得依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构颁发的具体航空器型号维修培训合格证，可以申请机型签署。

航空器机型维修培训和考试由经批准的依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构组织实施，并向通过其考试的人员颁发具体航空器型号的维修培训合格证。

如果执照持有人是首次申请某一类别的机型签署的，还须完成至少连续 6 个月的机型维修实习。机型维修实习一般应当采用在职培训（OJT）的方式，由具备该机型维修放行资质或者航空器制造厂家指定的维修人员作为实习教员，并在评估通过后签署机型签署推荐函。至少连续 6 个月的机型维修实习是指从实际参加机型维修工作开始计算（不以获得培训合格

证书开始), 而且应当根据实习项目确定具体时间。即使在 6 个月内能够完成所有实习科目, 也不能少于 6 个月; 如因维修机会原因, 6 个月内没有完成所有实习科目, 则以实际完成时间为准。

2. 申请材料

申请机型签署的, 申请人应当向民航局或者民航局委托的民航地区管理局提交以下申请材料(与航空器维修人员执照的申请材料类似), 并对材料的真实性负责: ①机型维修培训合格证、②机型签署推荐函(非首次申请某一类别的机型签署的除外)。

3. 签发和要求

对于符合申请条件的申请人, 经审查合格的, 民航局或者民航局委托的民航地区管理局应当自受理之日起 20 个工作日内为其完成机型签署。机型签署应当与航空器维修人员执照的航空器类别以及发动机类别对应, 并按照民航局航空器评审报告确定的规范签署。

4. 有效性和恢复

机型签署的有效期为 24 个月, 即两年。如果机型签署有效期满需要延续的, 其持有人应当向机型签署机关提出申请, 并提交其对应机型的维修放行工作记录。可按如下两种情况保持机型签署的有效性:

(1) 连续 2 年内有不少于 6 个月有效维修经历的, 通过提交维修经历证明直接申请更新有效性;

(2) 维修经历不满足要求的, 可通过参加依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构组织的机型复训并提交复训合格证明申请更新有效性。

上述有效维修经历可为申请更新机型签署所覆盖的任一机体、发动机组合, 包括航线维修、定检维修或其维修放行工作, 但应当为取得了本单位岗位工作资格授权之后, 并且任何一个日历月内从事机型维修或者维修放行 3 次及以上(以实际签署为准)。

对于非一线专职维修人员间歇或者临时参加维修或者放行工作的情况, 不视为保持机型签署有效性的维修经历, 需通过参加依据 CCAR-147 部设立的维修培训机构组织的机型复训保持维修经历。

机型恢复提交的维修经历证明除应当包括具体维修人员的基本信息(包括所在车间、班组、岗位、有效日历月份数)外, 还应当附有本单位岗位工作资格授权和机型复训证明影印件, 并由航空营运人或者维修单位质量经理或授权其质量部门人员、托管人签署确认。

3.2.1.7 监督管理及法律责任

1. 执照持有人的权利

除法律、法规、规章另有规定外，航空器维修人员执照持有人有权从事下列航空器维修工作：

- (1) 按照执照类别，对非复杂航空器依据其持续适航文件的规范实施维修放行；
- (2) 按照执照类别和机型限制，对复杂航空器依据其持续适航文件的规范实施维修放行；
- (3) 按照维修单位的授权和管理要求，对航空器部件依据其持续适航文件的规范实施维修放行。

2. 执照持有人的义务

航空器维修人员执照持有人在从事航空器维修相关工作时履行下列义务：

- (1) 在醉酒、疾病等生理状况不适合实施维修相关工作时，不得行使维修放行的权利；
- (2) 依据航空器持续适航文件的规范开展维修工作；
- (3) 对符合标准的维修工作方可签署放行；
- (4) 在考试或者向民航局、民航地区管理局提交申请或者接受调查时，诚信考试，如实提供相关信息和材料；
- (5) 发现航空器或其部件存在缺陷或者不适航状况时，及时按照涉及民航管理的规章的有关要求报告。

3. 信用管理

航空器维修人员执照申请人或者持有人有下列行为之一的，依法记入民航行业严重失信行为信用记录：

- (1) 在维修过程中故意违法，并造成严重后果的；
- (2) 在航空器维修人员执照考试过程中作弊的；
- (3) 在申请航空器维修人员执照或者机型签署过程中申请材料造假，或者以欺骗、贿赂等不正当手段获得航空器维修人员执照或者机型签署的。

4. 法律责任

(1) 航空器维修人员执照持有人违反在醉酒、疾病等生理状况不适合实施维修相关工作但仍行使执照权利，情节轻微的，由民航局或者民航地区管理局处警告或者 500 元以下的罚款；造成航空器事故的，暂停或者撤销其航空器维修人员执照或者相应的机型签署。

(2) 航空器维修人员执照持有人未依据航空器持续适航文件的规范开展维修工作或者对不符合标准的维修工作签署放行，情节轻微的，由民航局或者民航地区管理局处 500 元以上 1000 元以下的罚款；造成航空器事故的，暂停或者撤销其航空器维修人员执照或者相应

的机型签署。

(3) 航空器维修人员执照持有人向民航局、民航地区管理局提交申请或者接受调查时,不如实提供信息和材料的,或者以欺骗、贿赂等不正当手段取得航空器维修人员执照或者机型签署的,由民航局或者民航地区管理局处 1000 元以下的罚款。以欺骗、贿赂等不正当手段取得的航空器维修人员执照或者机型签署予以撤销。

(4) 航空器维修人员执照持有人发现航空器或者其部件存在缺陷或者不适航状况后不及时按照有关要求报告,情节轻微的,由民航局或者民航地区管理局处 500 元以下的罚款;造成航空器事故的,暂停或者撤销其航空器维修人员执照或者相应的机型签署。

5.证件撤销或注销

民航局或者民航地区管理局实施监督检查时,发现航空器维修人员执照持有人不再具备安全条件的,可撤销航空器维修人员执照或者相应的机型签署。

有下列情形之一的,民航局应当依法注销航空器维修人员执照:

- (1) 航空器维修人员执照持有人死亡的;
- (2) 航空器维修人员执照被依法撤销、撤回或者吊销的;
- (3) 法律、法规规定的应当注销行政许可的其他情形。

3.2.1.8 与 CCAR-66 部有关的(部分)咨询通告

- (1) AC-66-FS-001R5 《航空器维修人员执照申请指南》;
- (2) AC-66-FS-002R1 《航空器维修基础知识和实作培训规范》;
- (3) AC-66-FS-009R1 《航空器机型维修培训和签署规范》;
- (4) AC-66-FS-010 《航空维修技术英语等级测试指南》;
- (5) AC-66-08 《维修人员机型资格规范评审及评审结论的应用》。

3.2.1.9 中国民航执照规章的发展历程

中国民航对维修人员实施执照管理始于 1983 年。1985 年,中国民航学院在天津举办了第一期维修人员执照培训班,首期有 30 名学员取得了维修人员基础执照。下面对执照最初的 CCAR-65、发展过程中的 CCAR-66 以及目前正在实施的 CCAR-66R3 分别做介绍。

1. CCAR-65 执照

1991 年 2 月 10 日,民航局发布实施《民用航空器维修人员合格审定的规定》(CCAR-65)。根据规章定义,维修人员执照共分为 6 种:航空器机体-A、动力装置-P、航空电气-E、航空仪表-I、航空无线电-R 和航空电子-AV。对申请人员的学历和经历有明确要求,取得中专以上航空技术专业学历(或同等学历)或维修上岗合格证。

1995年12月14日,民航局对CCAR-65部进行了第一次修订,修订为《民用航空器维修人员合格审定的规定》(CCAR-65AA-R1部)。在原来规定的执照基础上,增加维修人员上岗证、维修检验人员执照、维修管理人员培训证书和外籍人员认可证。

2. CCAR-66 执照

随着民航各项改革的顺利进行,民用航空器新技术的不断应用,国际民航组织对我国民航安全评估提出的要求和所造成的影响,促使民航局对维修人员的管理方法和思路提出了新的要求。

2003年1月1日,民航局将CCAR-65AA-R1部修订后更名为《民用航空器维修人员执照管理规则》(CCAR-66部),并将维修人员执照分为:民用航空器维修人员执照、民用航空器部件修理人员执照和维修管理人员资格证书。执照基础部分为航空机械专业(ME)、航空电子专业(AV);机械专业执照类别分为涡轮式固定翼飞机(ME-TA)、活塞式固定翼飞机(ME-PA)、涡轮式直升机(ME-TH)和活塞式直升机(ME-PH)。民航航空器部件修理人员执照基础部分划分为航空器结构(STR)、航空器动力装置(PWT)、航空器起落架(LGR)、航空器机械附件(MEC)、航空器电子附件(AVC)、航空器电气附件(ELC)。

2005年12月31日,民航局将《民用航空器维修人员执照管理规则》(CCAR-66部)修订为《民用航空器维修人员执照管理规则》(CCAR-66R1)。

2016年4月7日,《民用航空器维修人员执照管理规则》(CCAR-66R2)由交通运输部公布,自当年5月8日起实施。

2017年9月11日,为落实好《国务院关于取消和下放一批行政审批项目的决定》(国发〔2014〕5号)以及《民航局关于做好国务院取消下放行政审批事项有关问题的通知》(民航发〔2015〕11号)关于取消“民用航空器部件修理人员资格认定”和“国外(境外)民用航空器维修人员资格认定”两项行政许可的要求,民航局颁布了《民用航空器维修人员执照申请指南》(AC-66-01-FS-2017-001-R3)(已失效)。

CCAR-66R3是继CCAR-65部转为CCAR-66部以来,对航空器维修人员执照体系的再次重大改革,目的是为我国民航业实现运输航空和通用航空“两翼齐飞”、维修行业高质量发展打牢基础;同时,基于实事求是和强化行业主体责任的原则,适度简化政府职能,提高服务效率和水平。

3. 2. 2 CCAR-147部

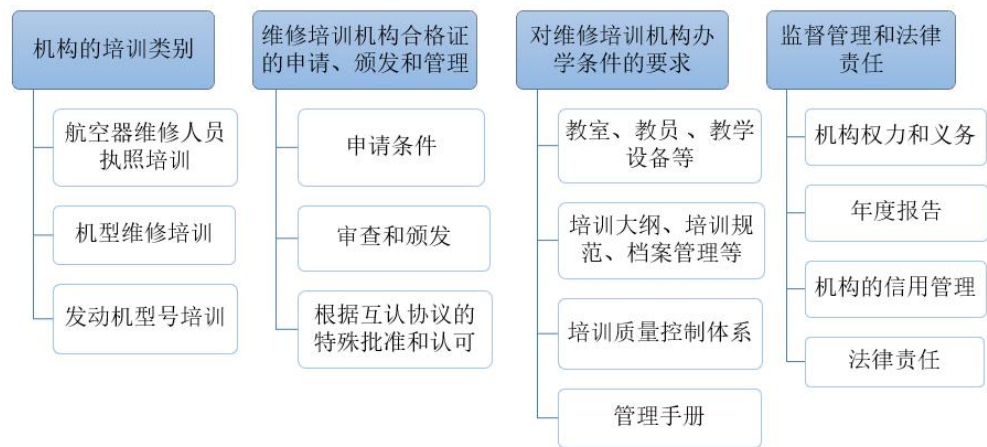


图 3-9 CCAR-147R1 规章的主要内容导读

CCAR-147R1《民用航空器维修培训机构合格审定规则》是为了规范民用航空器维修培训机构合格证的颁发和管理，保障民用航空器的持续适航和飞行安全，根据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》等法律、行政法规制定，适用于为取得民用航空器维修人员执照或者其机型签署提供培训的机构的合格审定及监督管理。

中国民用航空局统一负责维修培训机构合格证管理，并负责国外维修培训机构的合格审定与监督管理。中国民用航空地区管理局负责主要办公地点在本辖区内的国内维修培训机构合格证的合格审定和监督管理。

3. 2. 2. 1 维修培训机构合格证的申请、颁发和管理

1. 申请培训类别和执照培训方式分类

根据 CCAR-147R1 规章，申请的维修培训机构合格证包括①航空器维修人员执照培训、②机型维修培训、③发动机型号培训三种类别。其中，航空器维修人员执照培训包括涡轮飞机（TA）、涡轮旋翼机（TR）、活塞飞机（PA）、活塞旋翼机（PR）类别，并在合格证上注明具体执照类别。机型维修培训和发动机型号培训在合格证上注明具体的制造厂家、型号和系列限定。机型维修培训在合格证上注明是否包含发动机型号培训。

维修人员执照培训按照维修培训机构的性质及培训对象分为：产教融合方式、产教衔接方式和商业方式三类。具体限定如下：

（1）产教融合方式：由航空工程专业院校所属维修培训机构针对本校航空工程特色专业在校生开展的初始执照培训；

（2）产教衔接方式：由航空工程专业院校所属维修培训机构针对本校理工科专业毕业生在入职工作前开展的初始执照培训；

(3) 商业方式：以上情况之外开展的任何执照培训均属商业方式。

2. 申请条件

维修培训机构合格证申请人应当具备下列条件：

(1) 申请人为依法设立的法人；

(2) 符合本规则规定的设施设备、人员、教学大纲及维修培训机构管理手册（以下简称管理手册）等要求；

(3) 如适用，国外维修培训机构应当持有本国民航当局颁发的维修培训机构合格证书。

3. 申请材料

申请维修培训机构合格证，申请人应当按照民航局规定的格式和方法提交如下材料，并对材料的真实性负责：①申请书、②管理手册、③申请培训类别具体项目的教学大纲。如果是国外维修培训机构的申请，还应当提交本国民航当局颁发的维修培训机构合格证书（如适用）和中国用户的培训意向书材料。国内维修培训机构应当使用中文提交申请材料，而国外维修培训机构的申请材料可以使用中文或者英文。

4. 受理、审查和批准

局方收到申请人的申请材料后，在 5 个工作日内作出是否受理的答复，并以书面形式通知申请人。申请人未能提交齐全的材料或者申请书格式不符合要求，需要申请人补正申请材料的，当场或者在 5 个工作日内一次性告知申请人需要补正的全部内容。

局方在受理申请后，以书面或者会面的形式与申请人协商确定对申请人进行现场审查的日期。

对于符合要求的申请，局方在受理申请之日起 20 个工作日内向申请人颁发维修培训机构合格证，依法进行检验的时间不计入前述期限。20 个工作日内不能颁发的，经本行政机关负责人批准，可以延长 10 个工作日，并将延长期限的理由告知申请人。

5. 合格证管理

维修培训机构合格证中应当载明单位名称、地址、培训类别及具体培训项目。

(1) 合格证有效期

合格证的有效期为 3 年，维修培训机构可以申请延续有效期，每次延续的有效期最长为 3 年，超过有效期后的再次申请视为初次申请。

培训机构应当在有效期届满前至少 6 个月向局方提出延续维修培训机构合格证有效期的书面申请，并提交申请书等民航局规定的申请材料，申请的受理、审查、批准程序与初次申请相同。

维修培训机构合格证不得转让、转借、出租或者涂改，并明显展示在维修培训机构的主要办公地点。

（2）合格证变更

维修培训机构在单位名称、地址、培训类别或者具体培训项目发生变化时，应当至少提前 60 日向局方提出变更维修培训机构合格证的书面申请。申请的受理、审查、批准程序与初次申请相同。

维修培训机构如果在管理手册或者教学大纲中涉及的培训设施设备、组织机构、人员和管理流程等发生较大变化时，应当提前通知局方，由局方确定是否变更其维修培训机构合格证以及管理手册或者教学大纲。

除非结合延续维修培训机构合格证有效期一并申请，维修培训机构合格证的上述变更不改变其原有的有效期。

（3）培训机构的权利

航空器维修人员执照培训机构在获得维修培训机构合格证后，可以在许可的培训地点从事许可类别的培训。航空器维修人员执照类别的培训，在完成培训后向局方申请对培训学员的航空器维修基础知识考试和实作评估。而机型维修、发动机型号类别的培训，在完成培训后向考核通过的学员颁发培训合格证书。管理手册中如果包含机型维修、发动机型号类别异地培训管理程序时，维修培训机构可以在许可的地点以外开展限定范围内相应类别的培训。

（4）培训机构的义务

维修培训机构应保持本单位持续符合本规则的要求并按照管理手册规范管理，及时发现并改正其存在的缺陷和不足，并对所开展的维修培训满足教学大纲负责。在参加培训人员不能满足教学大纲要求时，航空器维修人员执照培训机构不得向其颁发准考证；机型维修、发动机型号培训机构不得向其颁发培训合格证书。

维修培训机构向局方如实报告年度报告和培训质量调查等信息，并保证其与培训相关的设施设备、组织机构及人员配合局方开展审查、监督和调查。

（5）认可情形

根据民航局与香港民航处、澳门民航局签订的合作安排，认可香港民航处、澳门民航局对维修培训机构的批准；根据民航局与其他国家或者地区签订的协议，认可其他国家或者地区民航当局对本国或者本地区维修培训机构的批准。

3.2.2.2 对培训机构的要求

对 147 维修培训机构的要求，可以从“五·四原则”中的五个条件，即“人机料法环”

来理解，如表 3-4 所示：

表 3-4 对 147 维修培训机构的要求

类别	航空器维修人员执照培训机构	机型维修、发动机型号培训机构
设施 设备	应具备与其培训能力和培训规模相适应的设施设备，并符合下列要求： （1）设有不受气象影响且数量充足的理论培训教室。教室照明、通风、温控良好，噪声达标，确保教学能正常开展。所在建筑应设易识别紧急通道，并向教员与学员明确告知。 （2）理论培训教室应配备教学演示设备，保证全体学员能清晰观看演示内容。 （3）具备足够不受气象干扰的维修实作培训场地，实作培训场地的工具设备、器材齐全，安全防护设施到位。培训中使用的消耗器材可用非航空器材替代，但需保证培训效果一致。 （4）拥有与培训执照类别对应的真实航空器及其维修手册。航空器可处于非适航报废状态，但其停放条件与状态应能依据维修手册开展维修实践培训，实作培训可结合部分模拟设备。维修手册可以使用非现行有效的版本，但应当保持其完整可用并注明仅供培训使用。 （5）为相关人员配备适宜办公设施，设有妥善保存培训教材、资料、人员档案及培训记录的存储设施，人员档案与培训记录严格限制非授权接触。 （6）具备充足基础知识考试和实作评估设施。培训设施可用于考试与评估，但需满足防作弊要求，实作评估必须使用真实航空器材。	应具备与其培训能力和培训规模相适应的设施设备，并符合下列要求： （1）设有不受气象影响且数量充足的理论培训教室。教室照明、通风、温控良好，噪声达标，确保教学能正常开展。所在建筑应设易识别紧急通道，并向教员与学员明确告知。 （2）理论培训教室应配备教学演示设备，保证全体学员能清晰观看演示内容。 （3）具备能够代表培训机型、发动机型号的真实航空器或者仿真、模拟设备，并配备了对应的维修手册。航空器可以使用非适航状态的报废航空器；维修手册可以使用非现行有效的版本，但应当保持其完整可用，并注明仅供培训使用。 （4）为相关人员配备适宜办公设施，设有妥善保存培训教材、资料、人员档案及培训记录的存储设施，人员档案与培训记录严格限制非授权接触。 （5）具备足够的考试设施，但应能满足防止考试作弊的要求。
人员	（1）任命责任经理、质量经理各一名。责任经理由维修培训机构的法定代表人或者其授权的人员担任；质量经理不能由责任经理兼任。上述人员应当熟悉民用航空器维修培训机构管理法规并具有维修管理工作经验。质量经理应当直接向责任经理报告并负责。 （2）具有足够的与培训执照类别相适应的理论培训教员。理论培训教员具有理工类大专（含）以上学历，具备丰富的对应专业知识并通过教学法培训。 （3）具有足够的与培训执照类别相适应的实作培训教员。实作培训教员持有对应类别的航空器维修人员执照，具备丰富的对应专业知识并通过教学法培训，并至少具有对应类别航空器 5 年（含）以上的维修经验。	（1）任命责任经理、质量经理各一名。责任经理由维修培训机构的法定代表人或者其授权的人员担任；质量经理不能由责任经理兼任。上述人员应当熟悉民用航空器维修培训机构管理法规并具有维修管理工作经验。 （2）具有足够的培训教员。培训教员应当持有具有相应机型签署的航空器维修人员执照。培训教员可以聘用所属或者合作维修单位的维修人员，但应当通过书面协议明确并纳入维修培训机构的管理。 （3）具有足够的负责培训组织和培训

类别	航空器维修人员执照培训机构	机型维修、发动机型号培训机构
	(4) 具有足够的负责培训组织和培训质量管理的人员, 其中培训质量管理人员与培训教员、培训组织管理人员不能兼任。	质量管理的人员, 其中培训质量管理人员与培训教员、培训组织管理人员不能兼任。
教学大纲	应针对所培训执照类别编制完整的教学大纲, 并符合下列要求: (1) 包括该类别航空器维修人员执照所有适用的培训模块, 并且明确每个理论培训模块所配备的书面培训教材。维修培训机构可采用民航局飞行标准司统一发布的航空器维修基础知识的通用教材, 也可自编培训教材。培训教材中的知识点和培训要素至少应当覆盖 CCAR-66R3 规章的相关要求; (2) 明确理论培训模块各知识点对应的培训课件、设备和学时要求; (3) 明确维修实作模块各培训项目对应的培训场地、设备、文件资料和学时要求以及实作评估规范。	应参照对应航空器评审报告中明确的制造厂家建议培训规范, 对每一机型、发动机型号的培训编制完整的教学大纲, 并符合下列要求: (1) 明确培训课程的进入条件, 包括持有的航空器维修人员执照类别和维修经验要求。 (2) 明确培训所需设备和参考文件要求。 (3) 明确培训模块、知识点和学时要求, 以及对应的培训课件。除经局方特别同意外, 知识点和学时要求不能低于制造厂家建议培训规范的要求。 (4) 明确培训考核方式和标准。
教学实施	(1) 维修培训机构应依自身条件与能力制定学员招收计划, 为每位学员做好入学登记并报局方备案。理论培训每班学员不超 24 人, 依分班编制教学计划; 维修实作培训每组学员不超 8 人, 按分组制定教学计划。 (2) 理论培训应按计划授课, 且需建立考勤与请销假制度。迟到、早退、旷课或请假累计超教学总时长 30% 的学员, 不得安排参加航空器维修人员执照考试。 (3) 维修实作培训需按计划教学, 针对每个维修实作项目建立教员对学员的评价机制。超 10% 项目评价不合格的学员, 不得安排参加实作评估。 (4) 航空器维修基础知识培训, 应依据涵盖各知识模块具体知识点的培训教材开展。 (5) 航空器维修实作 M7 培训, 可采用模拟培训器材与机构自编工作文件, 但需使用真实航空器维修手册。手册可为非现行有效版本, 但应是某型号航空器完整的持续适航文件。M8 培训必须使用真实航空器及其维修手册, 若因航空器状态致测试功能无法满足培训需求, 可用能实现相应功能的模拟培训设备替代。 (6) 每次培训结束后, 维修培训机构应建立各班组全体学员的完整培训记录, 含登记、考勤等记录, 并及时存入专门档案存放设施。	(1) 维修培训机构需依自身条件与能力制定学员招收计划, 为每位学员做好入学登记。课堂培训学员应合理分班, 每班不超 24 人, 并按班级制定教学计划; 实物、仿真或模拟设备培训学员应合理分组, 每组不超 8 人, 按分组制定教学计划。 (2) 培训应按计划开展课堂教学, 建立考勤及请销假制度。迟到、早退、旷课或请假累计超教学时长 30% 的学员, 不得安排参加培训考核。 (3) 每次培训结束, 维修培训机构应建立各班组学员完整培训记录, 涵盖登记、考勤、评价记录, 及时存入专门档案存放设施。

类别	航空器维修人员执照培训机构	机型维修、发动机型号培训机构
质量管理	应构建相对独立的培训质量控制体系，管理控制以下方面： （1）教学大纲自审机制。审核对应的培训教材、课件、资料，每年定期审核培训设施、场地与设备的完好状况。 （2）教员资格评估与授权机制。确保教员符合培训资质与能力，落实上岗前考核及定期复训，资格授权细化到理论培训模块与实作项目。 （3）培训计划偏离批准机制。当培训设施设备无法正常使用需调整计划时，以保证符合教学大纲要求。 （4）班组培训实施及记录审核机制。确保培训规范落实，对违规情况采取纠正处理措施。每次培训结束，质量管理人员审核学员参考资格，为通过者颁发带照片的准考证。 （5）基础知识考试与实作评估。维修培训机构对获得准考证的学员统一向局方申请执照基础知识考试与实作评估，提供符合局方要求的考场设施设备，按照与局方商定的计划组织学员参加基础知识考试。 （6）维修培训机构实作评估规范应当符合下列要求： ①明确实作评估使用的航空器、设备、器材和文件资料，并应当使用真实航空器及器材； ②明确实作评估教员安排计划，并符合交叉评估的要求； ③制定适合实作评估的项目清单，并应当涵盖航空器日常或者航线维修的所有情况； ④制定实作评估记录表格，并明确清晰的评价标准。 实作评估在局方监督下按商定计划开展，结束后当场提交完整评估记录副本。	维修培训机构建立的相对独立的培训质量控制体系至少包括如下方面的管理控制： （1）教学大纲自审机制。审核对应的培训教材、课件、资料，每年定期审核培训设施、场地与设备的完好状况。 （2）教员资格评估与授权机制。确保教员符合培训资质与能力，落实上岗前考核及定期复训。 （3）培训计划偏离批准机制。当培训设施设备无法正常使用需调整计划时，以保证符合教学大纲要求。 （4）班组培训实施和培训记录审核机制，以确保落实培训实施规范的要求，并对违反培训实施规范的情况采取必要的纠正和处理措施。 维修培训机构在完成每次培训后，培训质量管理人员逐一审核学员是否符合参加基础知识考试或者实作评估的要求，并允许审核通过的学员参加考核。
档案和记录	（1）应当建立每名培训教员的档案，至少包括身份信息、工作和教学经历、培训记录和证书复印件、培训资格授权记录、实施培训记录、参加实作评估记录等内容。 （2）应当建立每名学员的培训记录，至少包括身份信息、学习和工作经历、培训起止日期和执照类别、理论培训模块/教员、实作培训项目/教员/教员评价（如适用）、参加基础知识考试时间/成绩和实作评估记录等内容。 （3）以上档案和培训记录由专门的档案存放设施或	（1）应当建立每名培训教员的档案，至少包括身份信息、航空器维修人员执照号码、工作和教学经历、培训记录和证书复印件、培训资格授权记录、实施培训记录等内容。 （2）应当建立每名学员的培训记录，至少包括身份信息、工作经历、培训起止日期和机型、发动机课程、培训教员、考核时间和成绩、培训合格证书复印件等内容。

类别	航空器维修人员执照培训机构	机型维修、发动机型号培训机构
	者系统妥善保存，其中教员档案保存至其离职后至少 3 年，培训班组记录和学员培训记录保存至其完成培训后 3 年。	（3）以上档案和培训记录由专门的档案存放设施或者系统妥善保存，其中教员档案保存至其离职后至少 3 年，培训班组记录和学员培训记录保存至其完成培训后 3 年。
管理手册	（1）管理手册应当至少包括责任经理声明、手册的编写/修改/分管理、培训设施设备、组织机构和人员、培训能力和规模、教学大纲/教材和课件管理、培训实施规范、培训质量控制、基础知识考试和实作评估的申请和实施、档案和记录管理等内容； （2）为具体落实本章规定的管理要求制定必要的工作程序或者管理制度，并将工作程序或者管理制度文件清单作为管理手册的附录。	（1）管理手册应当至少包括责任经理声明、手册的编写、修改、分管理、培训设施设备、组织机构和人员、培训能力和规模、教学大纲和课件管理、培训实施规范、培训质量控制、考核和培训合格证书、档案和记录管理等内容； （2）为具体落实本章规定的管理要求制定必要的工作程序或者管理制度，并将工作程序或者管理制度文件清单作为管理手册的附录。
培训考核和培训合格证书	维修人员执照的考试包括“维修基础知识考试”和“维修实作评估”两部分。 航空器维修基础知识的考试由民航局飞行标准司统一组织编制题库，并建立考试系统。 航空器维修实作评估应当由维修培训机构授权的 2 名实作评估员分别按照经批准的程序和规范开展，并由地区管理局的维修监察员现场监督。	维修培训机构应针对所培训的机型、发动机型号建立考核题库，题量须满足每学时不少于 1 题的标准。采用随机抽题方式对符合考核条件的学员进行考核，抽题范围应覆盖全部培训模块，并与学时占比相匹配。考核过程由质量管理人员监督，应有效防止作弊行为。考核合格的学员，将获发由责任经理签发的培训合格证书。培训合格证书应当至少符合下列要求： （1）清晰标注维修培训机构名称和标志； （2）学员姓名和具体参加并考核通过的机型、发动机型号培训课程，如机型维修培训课程已经包含了发动机部分，则必须注明； （3）维修培训机构责任经理姓名、职务和颁发日期； （4）责任经理签名。 对于考核未通过或者发现考试作弊行为的学员不得颁发培训合格证书。

3.2.2.3 监督管理和法律责任

1.监督管理

维修培训机构在每年 2 月 1 日前按照民航局规定的格式向局方报告上 1 年度培训实施情况，机型维修培训机构和发动机型号培训机构还应当将上 1 年度颁发的培训合格证书复印件一并报送局方。

局方对维修培训机构的监督检查可以采取下列方式：

- （1）对维修培训质量管理进行抽查；

(2) 因培训学员涉及不安全事件进行相关调查；

(3) 根据其他维修培训质量信息开展检查或者调查。

维修培训机构合格证申请人或者维修培训机构违反本规则，有下列情形之一，并造成严重后果的，依法作为严重失信行为记入民航行业信用记录：

(1) 在申请维修培训机构合格证过程中提供虚假材料、故意隐瞒有关情况，或者以欺骗、贿赂等其他不正当手段获得或者试图获得维修培训机构合格证的；

(2) 在培训过程中伪造或者协助伪造培训记录的；

(3) 明知培训学员不符合条件，仍违规组织参加考试或者颁发培训合格证书的；

(4) 在局方开展检查或者调查工作时，提供虚假材料、虚假证言证词的。

2. 法律责任

申请人隐瞒有关情况或者提供虚假材料申请维修培训机构合格证的，局方不予受理或者不予许可，并给予警告；自该行为发现之日起 1 年内申请人不得再次申请维修培训机构合格证。

申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得维修培训机构合格证的，由局方撤销相应的维修培训许可，处警告或者 1 万元以下的罚款；情节严重的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款；申请人在 3 年内不得再次申请维修培训机构合格证。

维修培训机构不能保持本机构持续符合要求和不如实向局方报告本规则所需要的信息，由局方处警告或者 1 万元以下的罚款；情节严重的，处以 1 万元以上 3 万元以下的罚款。因不满足要求，不再具备安全生产条件时，局方撤销其维修培训机构合格证或者相关培训项目。

3.2.2.4 与 CCAR-147 部有关的（部分）咨询通告

AC-147-FS-001R1 《维修培训机构申请指南》

AC-147-FS-002R1 《航空器维修人员执照培训实施规范》

AC-147-FS-004R3 《机型、发动机型号维修培训实施规范》

AC-147-05 《民用航空器维修培训机构管理手册编写指南（中英文）》

AC-147-06 《民用航空器维修培训机构年度报告填写指南》

3.3 维修单位管理的法规文件

3.3.1 CCAR-145部

3.3.1.1 历史及概述

CCAR-145 部《民用航空器维修单位合格审定规则》是中国民航在持续适航管理方面第一次修订

早的一部规章。从它制定颁布之初,就引导了机务维修系统的管理理念、管理政策和管理方式。CCAR-145 部第一个版本是 1988 年 11 月 2 日生效的《维修许可审定》,是以美国 FAA 的 FAR-145 部为蓝本同时吸收原《中国民用航空机务工程条例》的适用部分,结合我国当时的国情而制定的。第二个版本是 1993 年 2 月 3 日颁发的《民用航空器维修许可审定的规定》。它吸收了国际民航组织和当时欧洲民航机构的法规经验并结合了中国特点,同时把全面质量管理的概念引申到维修单位的审定中,提出了“五·三管理原则”。即三个系统建设,五个方面的管理。三个系统指质量系统、工程技术系统、生产控制系统。五个方面包括厂房设施、工具设备、适航性资料、合格人员、器材。这次修订基本上确定了中国民航在维修单位管理方面的长期目标和方向,规章的框架和结构也基本稳定成型。

2001 年 12 月 21 日对 CCAR-145 部再次进行了修订,这次修订在结构和框架上没有大的改变,主要是针对运行规章(CCAR-121 部)和维修人员执照规章(CCAR-66 部)的协调等方面的要求等提出了相关的细化要求,改动了有关质量系统中的检验方面的要求,取消了对检验人员及维修人员上岗证的要求,增加了处罚的条款。在此次修订中,增加了培训系统和维修设施的要求,因此把过去的“五·三管理原则”修改为“五·四原则”。

对于“五·四原则”“五”即指五个条件:人员(人)、工具设备(机)、器材(料)、技术文件(法)、厂房设施(环);“四”是指四大系统:工程技术系统、质量安全管理系统、生产控制系统和培训管理系统。

2005 年 8 月 22 日再次对 CCAR-145 部发布了修订版本,即 CCAR-145 部的第三次修订。此次的修订,贯彻了行政许可法的规定,细化了人为因素的管理,强化了维修培训的管理,完善了行政处罚法的落实,增加维修人员体检与工时限制,对可操作性不强的条款等进行修正和进一步阐述。

2022 年,依据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》和《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》等法律、行政法规再次将修订为 CCAR-145R4,自 2022 年 7 月 1 日起施行。CCAR-145R4 根据行政许可法要求规范了涉及法律责任的专用名词,在维修许可证受理、审查和批准、认可环节做了更详细的限定;更新了手册管理、申请人及申请材料的要求和有关的术语定义;取消了有关填写《重要修理及改装记录》的要求。删除自我质量审核系统的同时,根据国际民航组织要求,在原有质量系统的基石之上融合了安全管理系统(SMS),升级为质量安全管理体系(QSMS),提出了安全/质量的内部审核系统、安全/质量监督和保证体系、事件和危害报告系统、风险管理系统以及调查与差错管理机制等概念,明确了安全管理体系可以结合原有质量管理体系一同建立的思路;在第一次修订

145.35 条还增加了信用管理，阐明了严重失信行为记入民航行业信用记录的诚信红线；并在第六章以法律责任的理念取代了罚则的概念，将原本以处罚结果为主的方式，转变为对违规行为实施惩戒的方式。

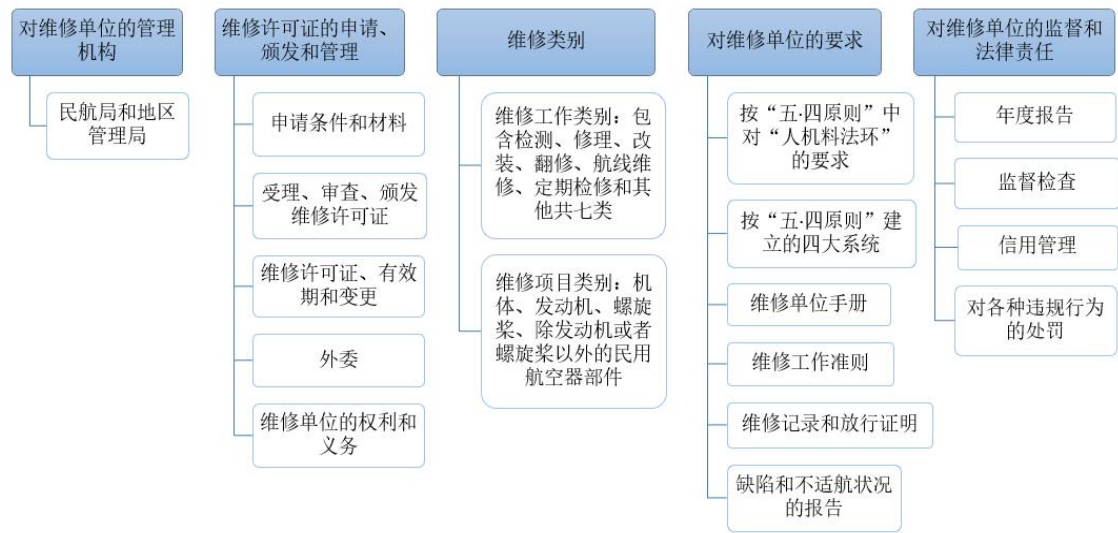


图 3-10 CCAR-145R4 规章的主要内容导读

CCAR-145R4《民用航空器维修单位合格审定规则》全文共 7 章 43 条，内容包括：

- 第一章 总则（145.1～145.3）
- 第二章 维修许可证的申请、颁发和管理（145.4～145.15）
- 第三章 维修类别（145.16～145.17）
- 第四章 维修单位的基本条件和管理要求（145.18～145.32）
- 第五章 监督管理（145.33～145.35）
- 第六章 法律责任（145.36～41）
- 第七章 附则（145.42～43）

另外，针对审查收费、表格填写、航线维修、部件维修、维修技术文件使用、自制工具设备管理、双边合作、机体项目维修、航空器拆解、基本维修技能、维修工时管理、质量管理体系、多地点维修单位和异地维修、维修管理手册和培训大纲编写等具体工作还发布了相关的咨询通告。

CCAR-145R4 适用于为了取得民用航空器维修许可证的单位（以下简称维修单位）的合格审定及监督管理。维修单位包括独立的维修单位和航空器运营人的维修单位；独立的维修单位包括国内维修单位和国外维修单位。例如：广州飞机维修工程有限公司（GAMECO）、东方航空技术有限公司、中国南方航空股份有限公司工程技术分公司等，均是获得

CCAR-145 部维修许可证的单位。

民航局统一负责维修许可证管理，并负责国外维修单位的合格审定和监督管理。中国民用航空地区管理局（以下简称民航地区管理局）受民航局委托，负责主要办公地点和维修设施在本辖区内的航空器运营人的维修单位、国内维修单位的合格审定和监督管理。

3.3.1.2 维修许可证的申请、颁发和管理

1.申请条件和申请材料

根据 CCAR-145R4 规章，维修许可证申请人应当具备表 3-5 所列条件。申请维修许可证时，申请人应按民航局规定的格式和方法提交下列材料，并对材料的真实性负责。国内维修单位应当使用中文提交申请资料。国外维修单位的申请材料可以使用中文或者英文。

表 3-5 维修许可证的申请条件和申请材料要求

申请条件	申请材料
(1) 申请人为依法设立的法人单位，具备进行所申请项目维修工作的维修设施、技术人员、质量管理体系等基本条件； (2) 国外维修单位申请人申请的项目应适用于具有中国登记的民用航空器或其部件。	(1) 申请书； (2) 培训大纲和维修管理手册； (3) 对本规则的符合性说明，包括有关支持资料； (4) 国外维修单位申请人初次申请的还应当提交中国用户的送修意向书。

2.受理、审查、批准

(1) 受理

局方收到申请人的申请材料后，应当在 5 个工作日内作出是否受理的答复，并以书面形式通知申请人。如果申请人未能提交齐全的材料或者申请书格式不符合要求，需要申请人补正申请材料的，局方应当当场或者在 5 个工作日内一次性告知申请人需要补正的全部内容。

(2) 审查

局方在受理申请后，以书面或者会面的形式与申请人协商确定对申请人进行现场审查的日期。

(3) 批准

对于符合要求并交纳了规定审查费用的申请，局方应当在受理申请之日起 20 个工作日内向申请人颁发维修许可证，依法进行检验的时间不计入前述期限。20 个工作日内不能颁发的，经本行政机关负责人批准，可以延长 10 个工作日，并应当将延长期限的理由告知申请人。

3.维修许可证有效性

(1) 维修许可证：维修许可证由《维修许可证》页和《许可维修项目》页构成。《维修许可证》页应当载明单位名称、地址及维修项目类别；《许可维修项目》页标明具体维修项目及维修工作类别；维修许可证不得转让、转借、出租或者涂改；维修许可证应当明显展示在维修单位的主要办公地点。

(2) 有效性：维修许可证自颁发之日起3年内有效。维修单位可以申请延续有效期，但是应当在有效期届满前至少6个月向局方提出延续维修许可证有效期的书面申请，并提交申请书等民航局规定的申请材料。申请的受理、审查、批准程序与初次申请相同；每次延续的有效期限最长为3年。超过有效期后的再次申请视为初次申请。

(3) 撤销/注销：维修单位不再具备安全生产条件的，局方撤销其维修许可。有下列情况之一的，局方应当办理维修许可证的注销手续：维修许可依法被撤销，或者维修许可证依法被吊销的；维修单位依法终止的；法律、行政法规规定的应当注销行政许可的其他情形。

(4) 变更申请和办理：维修单位在名称、地址、维修类别发生变化时，应当至少提前60日向局方提出变更维修许可证的书面申请。申请的受理、审查、批准程序与初次申请相同；维修单位在厂房设施、人员、组织机构、维修能力和管理要求等情况发生较大变化时，应当提前通知局方，并按照局方要求及时修改维修单位手册。

4. 维修单位资质和人员执照互认

在下列情形下，民航局可以对维修单位及其维修能力进行认可：

(1) 根据民航局与香港民航处、澳门民航局签订的合作安排，认可香港民航处、澳门民航局批准的维修单位；

(2) 根据民航局与其他国家或者地区签订的协议，认可其他国家或者地区民航当局批准的维修单位。

5. 维修人员执照互认的背景及进展

为促进航空安全，强化在航空器维修相关领域的合作及提高效率，避免重复的技术检查、监管、培训和考试，以减轻航空企业和人员的经济负担，中国民用航空局（CAAC）、中国香港特别行政区政府民航处（HKCAD）和中国澳门特别行政区民航局（AACM）三方于2001年开始筹划实施联合维修管理（JMM），成立联合维修管理委员会。先后于2002年和2013年签署了《相互认可航空器维修单位批准合作安排》及《相互认可维修培训机构批准合作安排》，2021年11月30日签署《联合维修管理合作安排》，各局方认可在持续适航体系的规章、标准、做法、程序及其执行方面充分等效，彼此可以相互认可此体系。

按照该合作文件，除非局方之间在特定情况下另有决定，航空器维修人员执照持有人无

需转换执照或认可执照的情况下在维修单位履行职责,但仅在航空器维修人员执照持有人满足以下条件下有效:①被位于所批准局方管辖区域内的维修单位雇佣并授权;②完成了由维修单位提供的针对本地航空法规/要求的培训。

2023年8月10日,26家来自粤、港、澳三地的单位在广州召开大湾区民航维修产业联盟成立大会,该联盟的成立是落实民航局相关实施意见的实践,深化内地与港澳三方联合维修管理合作,未来将助力打造世界一流大湾区维修产业集群。

6.维修单位的权利

维修单位在获得维修许可证后具有下列权利:

(1) 在维修许可证限定的维修范围内按照维修合同或者协议,进行民用航空器或其部件的维修工作;

(2) 在维修许可证限定的地点以外进行应急情况支援和简单的售后服务工作。除上述情况外,在维修许可证限定的地点以外一次性或者短期从事批准范围内的维修工作项目时,应当在其维修单位手册中说明其确保符合本规则第四章要求的程序,并在获得局方的批准后方可进行;

(3) 维修单位可以授权维修放行人员对按照相应技术文件的要求完成的某项完整维修工作签发维修放行证明文件。

7.维修单位的义务

维修单位应当保持本单位持续符合本规则的要求并按照管理手册规范管理,及时发现并改正其存在的缺陷和不足。

维修单位应当对民用航空器或其部件所进行的维修工作满足相应技术文件的要求负责。在送修人提出的维修要求不能保证满足相应技术文件的要求时,维修单位应当告知送修人实际情况,并不得签发维修放行证明文件。

对于不具有维修许可证的外委单位,应当对外委的维修工作满足相应技术文件的要求承担全部责任。

维修单位应当如实向局方报告以下信息:

- (1) 按年度报告本单位按照本规则对民用航空器或者其部件实施维修的情况;
- (2) 本规则第145.32条规定的缺陷和不适航状况报告;
- (3) 局方要求的与维修质量和民用航空器事件调查有关的其他信息。

维修单位应当配合局方审查、监督和调查。

8.外委

除主要维修工作、最终测试及放行工作外，维修单位可以对维修许可证限定范围内维修工作中个别专业性较强的工作环节或者子部件修理等部分维修工作选择符合局方要求的外委维修单位进行维修。

维修单位选择外委维修的，应当建立质量系统控制下的评估制度。

9.等效安全情况

维修规模较小或者在其他特殊情况下，维修单位在保证所维修的民用航空器或其部件具有同等安全性的前提下，可以就本规则的某些条款向局方提出如下等效的符合性方法：

（1）规模较小的维修单位或者仅从事特种作业或者航线维修工作的维修单位，其责任经理、质量经理和生产经理可以由一人兼任；其维修管理手册和工作程序手册可以合并为一册。

（2）对于有多个维修地点的维修单位，如果能表明建立了有效的统一管理和手册体系，可以颁发一个维修许可证并注明每一地点的维修能力。

（3）航空器运营人的维修单位基地或者分基地以外的航线维修可以不限定地点，通过外站管理体系，由其自行管理。

（4）局方认为可以接受的其他等效的符合性方法。

3.3.1.3 维修类别

1.维修工作类别

维修工作分为如下类别：

（1）检测：指不分解民用航空器部件，而根据相应技术文件的要求，通过离位的试验和功能测试来确定航空器部件的可用性。

（2）修理：指根据相应技术文件的要求，通过各种手段使偏离可用状态的民用航空器或者其部件恢复到可用状态。

（3）改装：指根据相应技术文件的要求对民用航空器或其部件实施的各类设计更改。此处所指的改装不包括对改装方案中涉及设计更改方面内容的批准。

（4）翻修：指根据相应技术文件的要求，通过对民用航空器或者其部件进行分解、清洗、检查、必要的修理或者换件、重新组装和测试来恢复民用航空器或者其部件的使用寿命或者适航性状态。

（5）航线维修：指根据相应技术文件的要求对航线运行中的民用航空器进行的例行检查和故障、缺陷的处理。下列一般勤务工作不视为航线维修：航空器进出港指挥、停放、推、拖、挡轮档、拿取和堵放各种堵盖；为航空器提供电源、气源、加（放）水、加（放）油料、

充气、充氧；必要的清洁和除冰、雪、霜；其他必要的勤务工作。

（6）定期检修：指根据相应技术文件的要求，在民用航空器或者其部件使用达到一定时限时进行的检查和修理。定期检修适用于机体和发动机项目，不包括翻修。

（7）其他维修工作类别。

2.维修项目类别

维修项目分为下列类别：

- （1）机体；
- （2）发动机；
- （3）螺旋桨；
- （4）除发动机或者螺旋桨以外的民用航空器部件。

注：机体、发动机和螺旋桨项目可以包括民用航空器部件的离位或者不离位维修，但当民用航空器部件离位的维修工作不以恢复安装为目的时，应当按照除发动机或者螺旋桨以外的民用航空器部件项目申请。

3.3.1.4 维修单位的基本条件和管理要求

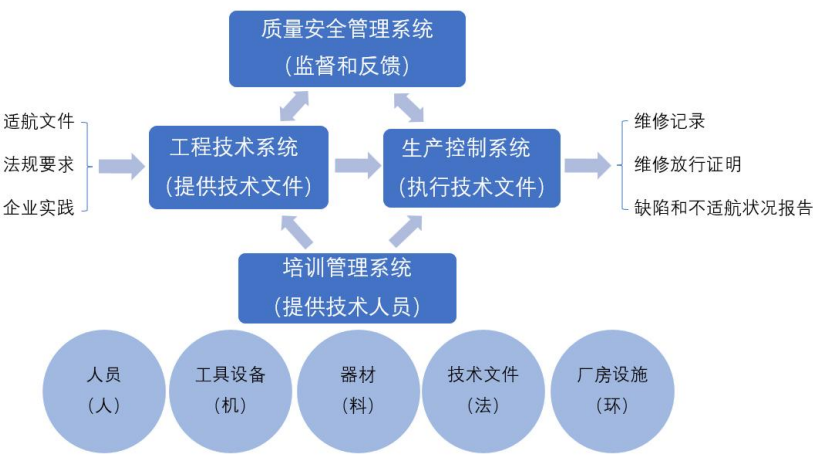


图 3-11 维修单位的基本条件和管理要求简明示意图

基本条件和管理要求是按照“五·四原则”建立，五是指“人、机、料、法、环”这五个条件，四是指四大系统。如图 3-11 所示，质量安全管理系统是四大系统的核心；工程技术系统提供维修工作的技术依据和方法；生产控制系统根据技术文件制定具体的生产流程和工时安排，确保技术要求落实；培训管理系统确保维修人员具备完成维修任务的能力。“人、机、料、法、环”是实现上述四个系统的基础。

对维修单位的要求，同样可以从“五·四原则”中的五个条件，即“人机料法环”来理解，如表 3-6 所示：

表 3-6 维修单位的基本条件和管理要求

人	机	料	法	环
责任经理、质量经理、生产经理各 1 名，足够的维修、放行、管理与支援人员。	足够的厂房与车间、维修工具设备、工具校验及管理制 度等；足够的办公 场地。	完整的厂家手册、 运营人提供的文 件、维修管理手册 （局方批准）、工 作程序手册（局方 批准）等；以及手 册内容的动态更新 机制，确保其符合 最新法规 and 标准。	建立质量系统和安 全管理体系，包括， 包括事件报告、风 险管理、内部审核、 监督机制及调查管 理等；维修工作单 卡和使用规定；生 产控制系统闭环管 理。	生产和办公场地的 照明、通风、噪声、 温度等工作环境的 舒适与合规，落实 防水、防火、防冰 等安全保护措施 等；保障员工健康； 培训管理系统。

1.人员要求

（1）维修单位应当具备足够的符合要求的维修、放行、管理和支援人员。至少雇佣责任经理、质量经理和生产经理各一名。责任经理应当由维修单位的法定代表人或者由其授权的人员担任；质量经理不能与生产经理兼职。维修、放行、管理和支援人员应当身体健康并适应其所承担的工作。

责任经理是维修企业的管理核心，对质量经理、生产经理、管理和支援人员进行领导与管理；质量经理对维修和放行人员的工作质量起监督和管理；生产经理负责组织和安排维修和放行人员的具体工作任务。管理和支援人员为其他人员提供生产支持和保障。

（2）责任经理、质量经理和生产经理应当满足资格要求：①熟悉民航维修管理法规；②具有维修管理工作经验；③国内维修单位的上述人员持有民航局颁发的民用航空器维修人员执照；④国外维修单位的上述人员持有所在国或者地区主管民航当局颁发的民用航空器维修人员执照或者符合本国或者本地区民航当局规定的资格要求。

（3）直接从事航空器或航空器部件维修的人员应当满足下列资格要求：①经过有关民航法规、国家或行业标准、专业知识、基本技能、工作程序和维修人为因素知识的培训；②独立从事维修工作的维修人员应当获得本单位的具体工作项目授权；③对于从事无损探伤等工作的人员，应当具备相应的资质水平。

（4）放行人员应当满足下列资格要求：①放行人员应当是本维修单位雇用的人员（注：航空器运营人的维修单位基地或者分基地以外的航线维修（放行人员）可以不限定地点，通过外站管理体系，由其自行管理）；②国内维修单位的维修放行人员应当持有民航局颁发的民用航空器维修人员执照，并且其维修技术英语等级与维修中使用的技术文件相匹配，对于

复杂航空器维修放行的人员还应当具有与其航空器型号对应的有效机型签署；③维修放行人员应当具有所从事放行工作对应的民用航空器或者其部件丰富的维修经验，其中航空器维修放行人员应当至少具有两年相关维修经历；④国外维修单位的维修放行人员应当符合本国或者本地区民航当局规定的资格要求，并且维修放行人员应当持有本国或者本地区民航当局颁发的符合国际民航组织标准和建议措施规定的航空器维修人员执照，具有英语的听、说、读、写能力；⑤获得本单位对具体维修放行项目的授权。

(5)从事与民用航空器或者其部件维修工作有关的管理和支援人员应当满足资格要求：①经过有关民航法规、国家标准或行业标准、专业知识、工作程序和维修人为因素知识的培训；②国内维修单位从事与民用航空器或者其部件维修工作直接有关的质量、工程和生产控制管理的人员应当持有民航局颁发的民用航空器维修人员执照，并且其维修技术英语等级与维修中使用的技术文件相匹配；③国外维修单位的相应人员应当符合本国或者本地区民航当局规定的资格要求。

2.工具设备的要求

维修单位应当根据维修许可证限定的维修范围和有关技术文件确定其维修工作所必需的工具设备，并按下列规定对其进行有效地保管和控制，保证其处于良好可用状态：

(1) 维修单位应当具备足够的工具设备，以保证其部分工具设备失效后能够在短期内恢复相关的维修工作。

(2) 维修单位可以使用与有关技术文件要求或者推荐的工具设备具有同样功能的替代工具设备，但使用前应当向局方证实其等效性并获得批准或者认可。

(3) 维修单位可以租用或者借用某些使用频率较低或者投资较大的特殊设备，但应当向局方提供有效的合同或者协议。

(4) 维修单位应当制作专用工具设备标识及清单，并建立保管制度，避免工具设备的非正常失效和遗失，保证维修工作需要的工具设备处于可用状态。

(5) 维修单位应当建立检测工具或者测试设备的校验制度，不得使用不合格的计量器具。工具设备的校验应当有详细的记录，并作为维修记录的一部分进行管理；工具设备的校验工作可以外委，但其管理和控制责任不得外委。维修单位应当建立回收、隔离、校验期管控制度，以防止维修人员使用超校验期的工具设备进行维修工作。

(6) 对于维修单位使用的个人工具，其管理也应当符合本款前述各项的规定。

(7) 维修中使用自动测试设备的，应当控制其测试软件的有效性。

3.器材要求

维修单位应当按下列规定具备其维修工作所必需的器材，对其进行有效地保管和控制，保证其合格有效：

（1）维修器材应当符合有关技术文件的规定。通过协议使用其他单位器材的，应当具有有效的正式合同或者协议。

（2）维修单位使用的器材应当具有有效的合格证件，并建立入库检验制度，不合格的或者未经批准的器材不得使用。除经民航局特殊批准的情况外，器材的有效合格证件可以采用下列形式：标准件和原材料应当有合格证或者合格证明；非标准件和非原材料的全新器材应当有原制造厂颁发的适航批准标签或者批准放行证书；使用过的器材，应当具有局方按 CCAR-145R4 批准的维修单位签发的《批准放行证书/适航批准标签》。

（3）使用非航空器制造厂家批准的供应商提供的器材时，应当告知相应的航空营运人，并通过航空营运人获得局方的批准或者认可。

（4）对于航空器营运人的维修单位，允许其按照局方批准的工作程序生产少量自制件用于其自身维修工作，但仅限于其故障、失效或者缺陷不会直接造成触发 CCAR-21R5 相关条款后果的航空器部件；非航空营运人的维修单位生产上述自制件，应在使用前告知相应的航空营运人，并通过航空营运人获得民航局或者民航地区管理局批准。自制件不得销售。

（5）维修单位应当建立在质量系统控制下的器材供应商评估和入库检验制度，以防止来源不明或者不合格的器材在维修工作中使用；对库存的器材应当建立有效的标识、保管和发放制度，以防止器材混放和损坏，保证器材完好，使用正确。

（6）对于具有库存寿命的器材，应当建立有效措施防止维修工作中使用超库存寿命的器材。

（7）对于化学用品及有防静电要求的器材，应当根据原制造厂家的要求采取有效的安全防护措施。

（8）维修单位应当建立不可用器材的隔离制度及报废器材的销毁制度，防止在维修工作中使用不可用的或者报废的器材。

4.技术文件的要求

（1）维修单位在实施航空器维修时，应当具备下列技术文件：①与航空器维修有关的涉及民航管理的规章、民航局颁发的咨询通告、管理文件及其他形式的文件，包括上述文件所引用的有关国家标准；②维修工作所必需的航空器或者其部件制造厂家规定的有关技术文件，包括与航空器或其部件维修有关的各类手册、文件、服务通告、服务信函以及上述资料中所引用的有关国际组织和行业标准；③送修人按照维修合同中的维修项目提供的有关技术

文件,包括航空器运营人的维修方案、手册和工作单卡等。

(2) 维修单位应当按照下列方式对技术文件建立有效的控制,保证相关技术文件的有效和方便使用:①建立一套集中保管的技术文件主本和有效的资料管理程序,保证控制分发的技术文件与主本一致。②使用计算机系统保存技术文件的,应当建立有效的备份系统;技术文件主本应当通过定期获得文件目录索引或者直接向文件发布单位核对的方法确定其有效性。③使用由送修人控制其有效性的技术文件的,使用前应当获得送修人提供的有效性声明;④非现行有效的技术文件及其他非控制性的技术文件应当与现行有效的文件有明确的区分标识并避免混放;⑤确保维修人员在维修过程中能及时、方便地获得需要的技术文件,提供必要的阅读设备。

5. 厂房设施的要求

(1) 厂房要求:机库/车间面积应匹配维修项目(含飞机/发动机/部件),如租赁的厂房需提供 ≥ 2 年有效租赁证明;需配备吊挂/接近设备、水电气源及充足照明;具备防雨/尘/温湿度控制等环境防护,2米以上高空作业设安全保护;特殊作业区应配备静电/辐射防护及急救设施。

(2) 办公与培训区域:办公区满足资料查阅/记录填写,对航线维修人员需设就近休息区;培训设施应满足法规要求。

(3) 器材存储区域:工具/器材分可用和不可用隔离存放,特殊品按厂家标准存储;器材仓库需防火/防水/防盗,技术文件/维修记录应当能够防范水、火、丢失、非法修改等不安全因素。

6. 质量安全管理系统

(1) 建立质量系统

维修单位应当建立一个由责任经理负责的质量系统,质量系统应当符合以下规定:①由责任经理发布明确的质量管理政策,并根据此管理政策明确各部门和人员的职责。②各部门和人员的职责应当避免重叠和交叉;③根据各类人员的职责明确其资格要求并建立人员岗位资格评估制度,对于满足资格要求的人员应当以书面的形式进行授权。④各类维修人员的授权可以由质量经理或者其授权的人员签署;⑤维修放行人员的授权应当由责任经理或者由其授权的质量经理签署;⑥在质量部门应当保存一份完整的对各类维修人员授权的记录,在相关的工作现场应可获取相关授权信息;⑦建立必要的工作程序,明确各部门和人员的职责。⑧工作程序应当涵盖本规则的适用要求,制定和修改工作程序应当由责任经理或者由其授权的质量经理批准。

（2）建立质量管理体系

维修单位应当建立符合下列规定的质量管理体系：①质量部门由质量经理负责，应当独立于生产控制系统之外，其主要责任是监督质量管理政策的落实；②质量经理直接对责任经理负责；③质量经理不能由生产经理兼任。④质量部门的人员应当独立行使质量管理职能，在职责上不得与生产控制系统交叉。⑤质量部门人员对维修工作的质量具有否决权；⑥质量经理认为某种情况直接影响航空器或者航空器部件的适航性时，可以直接向局方报告。

（3）建立安全管理体系

维修单位应当以质量系统为基础，建立满足下列要求的安全管理体系：①建立事件和危害报告系统，并对报告的信息进行必要的整理和分析，识别出潜在或者已经发生的风险；②建立风险管理系统，包括风险分析评估、风险控制和风险监控，并作为安全、质量管理政策和措施的基本依据；③建立有计划地评估本单位安全、质量管理有效性的内部审核系统，验证并进行自我完善；④建立安全、质量监督和保证体系，对安全和质量水平实施有效的监控和测量，监督相应的责任部门和人员对存在的各种隐患进行有效的评估并及时采取有效的改正措施，降低安全风险，预防安全、质量问题的发生；⑤建立高效的调查与差错管理机制，对维修过程中或者已经放行维修工作出现的安全、质量问题及时开展调查，如实反映情况，分析根本原因，并提出预防措施建议。

维修单位可以以质量系统为基础另行建立安全管理体系，也可以在质量系统的基础上建立安全管理体系。

7.工程技术系统

维修单位应当建立一个落实其工程管理责任的工程技术系统，包括制定与其维修工作有关的下列技术文件：

①根据有关技术文件及送修人的要求制定符合下列规定的维修工作单卡，工作单卡可以由本单位制定或者由送修人提供，但应当具有设定并记录工作顺序和步骤的功能。②在有关技术文件修改时，应当评估工作单卡是否需要修订并记录，需要修订的，应当及时进行修订。③工作单卡中涉及参考资料的，应当标明文件号和名称；工作内容的规定应当具体、清晰；要求填写实测值的，应当给出计量单位；要求使用有关器材或者专用工具设备的，应当标出件号或者识别号。④国内维修单位的工作单卡应当至少使用中文，在国外/地区送修客户提出要求的情况下，实施国外/地区注册的民用航空器以及其上安装的或者即将安装的部件的维修，工作单卡可以采用英文，但维修单位必须确保本单位的维修人员能够正确理解工作单卡的内容；国外维修单位应当确保本单位维修人员能够正确理解工作单卡的内容。

根据有关技术文件制定维修工作实施依据文件。维修工作实施依据文件是指载明某一具体维修工作实施方法和标准的技术文件。维修单位在已核准其适用性并且保证维修人员能够正确理解的情况下，维修工作实施依据文件可以直接使用有关技术文件中的内容。国内维修单位制定的维修工作实施依据文件应当至少使用中文。

8.生产控制系统

维修单位应当建立一个由各有关生产部门及维修车间共同组成的生产控制系统。生产控制系统由生产经理管理日常生产控制工作，责任经理对生产经理的工作进行监督和指导，质量部门监督维修过程和最终质量。生产控制系统应形成闭环管理系统，如图 3-12 所示：

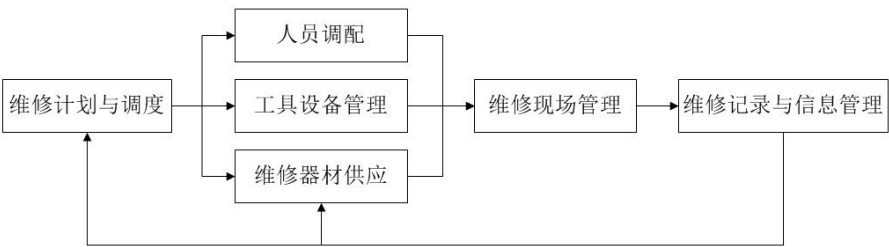


图 3-12 形成闭环管理的生产控制系统示意图

生产控制系统包含以下内容：

- （1）维修计划与调度：根据航空器的维修需求、航班安排等因素，制定合理的维修计划；维修计划包括维修任务的分配、维修时间的安排等，并对维修工作进行有效的调度，确保维修工作按时、有序进行。
- （2）人员调配：根据维修任务的要求，合理安排维修人员，确保每个维修任务都有具备相应资质和技能的人员负责。
- （3）工具设备管理：对维修工作所需的工具、设备进行管理，包括工具设备的采购、验收、校准、维护、保养和报废等环节，确保工具设备的完好性和准确性，能够满足维修工作的需要。
- （4）维修器材供应：负责维修器材的采购、存储、发放和管理，确保维修工作所需的器材及时、充足供应，并且器材的质量符合要求。
- （5）维修现场管理：对维修工作现场进行管理，包括维修场地规划、维修工作组织和实施、维修过程监督和检查等，确保维修工作在安全、有序的环境下进行，保证维修质量。
- （6）维修记录与信息的管理：负责维修记录的填写、收集、整理、保存和管理，以及维修信息的统计、分析和反馈，为维修工作的评估、改进提供依据。

生产控制系统应当符合下列规定：

(1) 生产控制系统在实施每项维修工作前应当确认具备维修工作所需要的厂房设施、工具设备、器材、合格的维修人员、技术文件；维修计划应当与本单位维修工时资源相适应，维修工时资源应当根据本单位的人员素质、倒班制度等确定。

(2) 生产控制系统应当对每项具体的维修工作建立维修工时管理制度，记录实际维修工时，并与标准工时进行对比，以控制维修工作的完整性。维修工时管理应当以人·小时为单位。标准工时的确定应当依据工作内容、人员素质、工具设备的状况和工作条件等有关因素。在保证维修工作完整性的前提下，初始标准工时可参考航空器或者航空器部件制造厂家推荐的数据或同类维修单位的经验，并通过统计分析不断调整标准工时。

9.培训管理系统

需按 CCAR-145R4 制定含内容/目标/学时/形式/考试/机构/职责的培训大纲，修订大纲需局方批准；维修单位的各类人员在独立从事每个维修项目或者维修管理、支援工作前应当至少经过培训大纲中规定的项目培训并合格，并经过 CCAR-145R4 要求的更新培训或再培训。

应制定年度培训计划（可调整），及时更新人员技术档案/培训记录，以保证其有效性；人员技术档案及培训记录应当妥善保存，防止非授权人员接近和修改。人员技术档案在其离职后至少保存 2 年。

10.维修单位手册

维修单位应当制定完整的手册以阐述满足本规则要求的方法。维修单位手册由维修管理手册和工作程序手册组成，局方可以提出修订要求。维修单位应当集中保存一套完整、有效的维修单位手册作为主手册，局方的签署页应当为原件。

维修管理手册应当至少分发至责任经理、质量经理和生产经理；工作程序手册可以根据各部门和系统的具体工作职责全部或者部分分发至有关部门或者系统，必要时应当给某一部门或者系统分发多份；维修单位手册修订时应当对分发下去的维修手册和工作程序手册进行及时修订。

(1) 维修管理手册：手册应当按照规定的格式和要求编写、修订和分发，可采用一本完整手册，或者多本分册的形式。采用多本分册形式的，应当在维修管理手册中有参照说明，不得在管理上出现空缺内容；国内维修单位的手册应当至少使用中文，国外或者地区维修单位的手册可以使用中文或者英文；采用活页的形式并包括有封面、目录、修订记录和有效页清单；手册每页中应当至少含有公司名称、手册名称、章节号、颁发或者修订日期、页码等。

维修管理手册应当载明维修单位实施所有经批准的维修工作的总体要求和基本依据并

应当获得局方批准。至少包括下列内容：责任经理声明、修订和分发控制、维修基本条件说明、组织机构、主要管理人员、职责分配、维修能力说明、各项管理要求、质量安全管理体系统、授权的维修放行人员的名单以及签字或者印章的样件、外委单位及外委项目清单、使用表格、标牌的样件。

(2) 工作程序手册：手册的形式可以由维修单位自行制定，但应当便于存放、查找、修订及管理。

工作程序手册应当根据维修管理手册载明部门或者车间的具体工作程序并应当获得局方认可。至少包括下列适用的项目：依据、适用范围、人员岗位资格、需要的工具和器材、工作或者操作程序、工作标准、工作记录要求、使用的表格/标牌样件。

11. 维修记录

维修记录至少应当包括填写完整的工作单卡、发现缺陷及采取措施记录、换件记录及合格证件、执行的适航指令和服务通告清单、保留工作、测试记录、维修放行证明等。维修工作应当保证记录完整并按照下列规定记录：

(1) 同一工作的记录应当使用统一的单卡或表格，除国外送修客户提出要求和某些自动生成的测试记录可使用英文外，国内维修单位的维修记录应当至少使用中文；国外/地区维修单位的维修记录（除工作单卡外）应当至少采用英文；

(2) 维修记录的填写应当清晰、整洁、准确，测试数据应当填写实测值，任何更改应当经授权人员签署；

(3) 维修记录可以使用书面或计算机系统记录的形式。使用书面形式的，使用的纸张应当保证其在传递和保存期间不致损坏；使用计算机系统记录的，应当保证信息能有效传递并建立与人员授权匹配的操作权限控制系统。

(4) 保存维修记录完成后应建立避免水、火毁坏或者丢失等管理制度，使用计算机系统保存维修记录应当建立有效的备份系统及安全措施，防止未经授权的人员更改；航线维修工作的记录应当至少保存 30 天，其他维修记录应当至少保存两年。

(5) 维修单位终止运行时，其在运行终止前两年以内的维修记录应当返还给相应的送修人。

12. 维修放行证明

维修单位完成民用航空器或其部件的维修工作后，应当由授权的放行人员按照民航局下列形式要求签发维修放行证明：①航线维修或者结合航线维修完成的其他非定期检修工作，可以在完成后由授权的维修放行人员在飞行记录本上签署放行。②定期检修工作及结合完成

的其他维修工作，维修放行表格可以由维修单位自定。③民用航空器部件的维修放行证明采用由授权的维修放行人员签署《批准放行证书/适航批准标签》的形式。④但是当任何部件的维修是为了本单位的另一项完整的维修工作需要时，其维修放行证明可以采用本单位内部合格证件的形式。

维修单位签发维修放行证明应当遵守下列规定：

- (1) 只能对本单位维修的民用航空器或者其部件签发维修放行证明；
- (2) 维修放行证明不得任意更改或者挪作他用；
- (3) 维修单位可以根据具体情况对维修放行证明进行调整以保证填写内容的完整性，但不得对其原有的内容进行任何删改。

经批准的维修单位应当至少向送修人提供维修放行证明并附有有关实施维修工作的说明。①国内维修单位提供的维修放行证明以及有关实施维修工作的说明应当至少使用中文，但是在国外送修客户提出要求的情况下，维修放行证明以及有关的说明可以使用英文；②国外维修单位为中国登记注册的民用航空器及其部件提供的维修放行证明和有关实施维修工作的说明应当至少使用英文。③维修放行证明的复印件应当与维修记录一同保存。

13.缺陷和不适航状况的报告

维修单位应当将维修过程中发现或者出现的下列影响安全运行和民用航空器或者其部件适航性的重大缺陷和不适航状况以及其他重要情况在发现或者事件发生后的 72 小时之内向局方报告：

- (1) 航空器、发动机、螺旋桨或者直升机旋翼系统结构的较大的裂纹、永久变形、烧蚀或者严重腐蚀；
- (2) 发动机系统、起落架系统和操纵系统的可能影响系统功能的任何缺陷；
- (3) 任何应急系统没有通过试验或者测试；
- (4) 维修差错造成的航空器或者其部件的重大缺陷或者故障。

缺陷和不适航状况的报告按照民航局规定的格式报告，并如实填写要求填报的内容。在规定的期限内不能完成全部信息填报的，应当先用传真、电报、电话及电子邮件等形式报告，并在随后按照民航局规定的格式提出正式书面报告。

缺陷和不适航状况应当同时通知送修人。当维修单位认为是设计或者是制造缺陷时，还应当将有关情况通知航空器或者其部件的制造厂家。

14.维修工作准则

- (1) 遵循符合相应技术文件的维修工作实施依据文件进行。

(2) 维修工作超出相应技术文件要求，维修单位应当报告航空器运营人，并通过航空器运营人向局方申请批准其修理方案。

(3) 工具设备符合相应技术文件的要求并处于良好可用状态。其计量工具精度应当符合技术文件的要求。复杂的设备，应当进行必要的维护并有操作说明。

(4) 维修中使用符合民航局规定的合格器材并处于良好可用状态；使用经本单位维修的以恢复安装为目的的可用作件应当具有本单位的可用作件挂签；外委修理的可用作件应当按照外委厂家的证件要求提供相应的维修放行证明；维修现场存放的民用航空器部件应当具有明确的标识，可用作件与不可用作件应当隔离存放并且在运输过程中妥善保管。

(5) 各类人员所从事的工作内容与其授权的工作范围相符，未经授权人员应当在具有相应工作授权人员的指导下工作。

(6) 充分考虑人为因素对维修工作的影响，避免提出超出维修人员正常能力范围的要求。原则上，直接从事航空器及其部件维修工作的人员，每日工作时长不超过 8 小时，每周累计不超过 40 小时。特殊情况下可适当延长工时，但每日不得延长超过 3 小时，每月加班累计不得超过 36 小时。同时，维修单位须确保各类人员工作期间不受毒品、酒精、药物等神经性刺激因素干扰。

(7) 逐一及时记录维修工作的完成状态，以保证维修工作的连续性和完整性。

(8) 维修工作中涉及的装配工作及打开口盖区域，在装配工作完成后或者关闭口盖前应当检查是否有外来物遗留在航空器或者其部件上；航线维修中每次放行前应当清点确认现场使用的工具没有遗留在航空器上。以防止外来物遗留在航空器或者其部件上。

3.3.1.5 监督管理

表 3-7 监督管理的项目和内容

监督项目	年度报告	监督检查	信用管理
实施方式	维修单位应当按年度向民航局报告本单位的下列情况	局方结合下列工作监督维修单位对本规则要求的符合性情况	维修许可证申请人或者维修单位有下列行为之一的，局方依法将其作为严重失信行为记入民航行业信用记录
具体内容	(1) 在厂房设施、人员、组织机构、维修能力和管理要求等方面发生的较大变化情况； (2) 除航线维修外，按照本规则对民用	(1) 当维修单位发生名称、地址、维修类别变化时，申请维修许可证变更的审查； (2) 维修单位在厂房设施、人员、组织机构、维修能力和管理要求等情况发生较大变化时，对维修单位手册修改的审	(1) 拒绝接受或者拒不配合局方依法开展的监督检查的； (2) 拒不执行局方依法作出的改正或者限期改正要求的； (3) 在维修许可证的申请、变更、延续等工作过程中，有欺骗、伪造、非法更改或者故意提交虚假材料等行为

	航空器或者其部件 实施维修并签署维 修放行证明的情况。	查； （3）涉及维修质量和民用航空 器事件的调查； （4）其他计划和非计划监督检 查。	的； （4）在明知超出批准的维修项目或者 工作范围及维修工作不满足相应技术 文件的要求，仍违规组织签署维修放 行，造成严重后果的。
--	-----------------------------------	---	---

3.3.1.6 法律责任

1.未取得证件的处罚

违反本规则规定，未取得相应的维修许可证或者超出许可维修范围，擅自从事维修活动，民航局可以责令其停止维修活动或者吊销其维修许可证，处 1 万元以下的罚款；情节严重的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款。

2.提供虚假材料的得罚

申请人隐瞒有关情况或者提供虚假材料申请维修许可证的，局方不予受理或者不予许可，并给予警告；自该行为发现之日起 1 年内申请人不得再次申请维修许可证。

3.欺骗、贿赂取得许可的处罚

申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得维修许可证的，由局方撤销相应的维修许可，处警告或者 1 万元以下的罚款；情节严重的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款；申请人在 3 年内不得再次申请维修许可证。

4.不能保持本单位持续符合本规则要求的处罚

维修单位违反规定的维修单位义务，不能保持本单位持续符合本规则要求的，由局方处警告或者 1 万元以下的罚款；情节严重的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款；因此造成事故且维修单位负有责任的，依法暂扣或者吊销其维修许可证或者相关维修项目。

5.维修工作不满足相应技术文件要求

维修单位违反规定的维修单位义务，对民用航空器或者其部件所进行的维修工作不满足相应技术文件要求的，由局方处警告或者 1 万元以下的罚款；情节严重的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款；因此造成事故且维修单位负有责任的，依法暂扣或者吊销其维修许可证或者相关维修项目。但是法律、行政法规有规定的，从其规定。

6.不如实报告信息的处罚

维修单位违反规定的维修单位义务，不如实向局方报告本规则所要求信息的，由局方处警告或者 1 万元以下的罚款；情节严重的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款。

3.3.1.7 典型的 145 维修单位的管理体系

维修单位管理体系的规章是由 CCAR-145R4 及其咨询通告（AC）等组成的。典型 145

维修单位体系如图 3-13 所示。为了便于理解，对图中的框内项目进行了编号，以大写字母和数字来表示。图中，责任经理、质量经理和生产经理属维修单位的最高管理层；且根据 CCAR-145R4 规章列出了共 15 项管理要素，总体参照各个要素在 CCAR-145R4 规章中的条款顺序（图中括号内数字为 CCAR-145R4 规章内的条款号）列出。

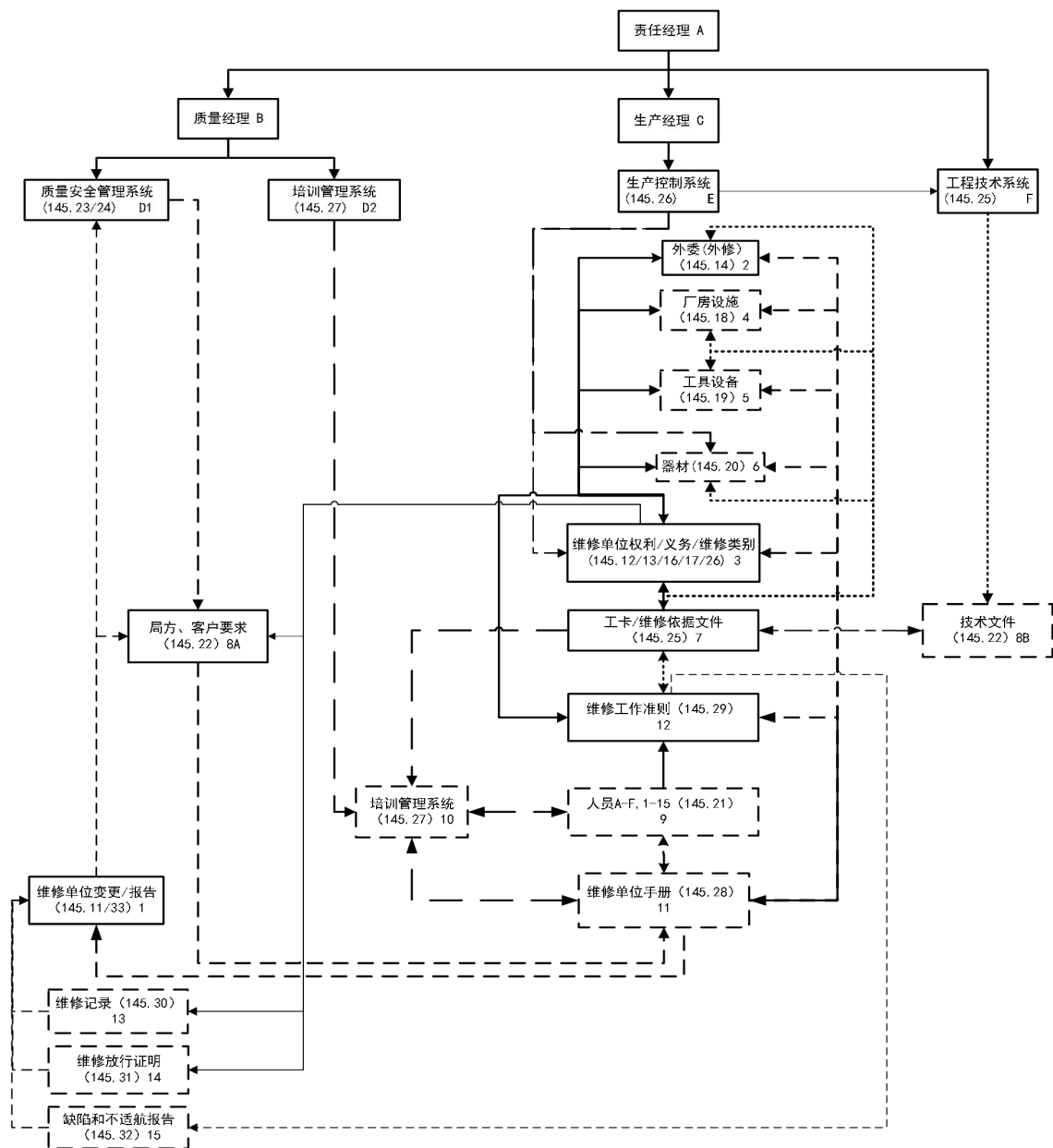


图 3-13 典型 CCAR-145R4 维修单位的管理体系

现简要介绍如下：图中虚线方框及编号与后文航空运营人维修管理体系图一一对应，表明管理要素相同（但管理范围和要求不同）；各个要素方框与生产控制、工程技术、质量安全和培训管理 4 个管理系统的所属关系分别以其所在系统下方的位置，及其连接该方框的连线和箭头来表示；各要素方框的相互关系用连线和箭头方向表示，连线虚、实采用目的为简

要区分维修、技术、质量和培训流程。

3.3.1.8 CCAR-145R4 规章中涉及的定义

(1) 局方：包括民航局和民航地区管理局。除非特别注明，对于国内维修单位而言，一般指主要办公地点所在地的民航地区管理局；对于国外维修单位而言，一般指民航局。

(2) 民用航空器：是指除用于执行军事、海关和警察飞行任务以外的航空器。

(3) 民用航空器部件：是指除民用航空器机体以外的任何装于或者准备装于民用航空器的部件，包括发动机、螺旋桨和设备。

(4) 维修：是指对航空器或者航空器部件所进行的任何检查、测试、修理、排故、换件或者翻修工作。对于已经获得适航审定部门批准的设计更改的实施，也视为维修工作。(5) 独立的维修单位：是指独立于航空器运营人的维修单位。

(6) 航空器运营人的维修单位：是指航空器运营人自己建立，或者与他人联合组建但由航空器运营人控股或者实际管理，指定为本运营人的航空器或者其部件提供维修服务的维修单位。航空器运营人的维修单位在为其他航空器运营人提供维修服务时视为独立的维修单位。

(7) 国内维修单位：是指管理和维修设施在中国境内的维修单位。

(8) 国外维修单位：是指管理和维修设施在外国的维修单位。

(9) 责任经理：是指在维修单位中能对本单位满足本规则的要求负责，并有权为满足本规则的要求支配本单位的人员、财产和设备的人员。

(10) 质量经理：是指维修单位中由责任经理授权对维修工作质量进行管理和监督并直接向责任经理负责的人员。

(11) 生产经理：是指维修单位中对维修工作的整体计划和实施负责的人员。

(12) 维修放行人员：是指维修单位中确定航空器或者其部件满足相应技术文件的要求，并签署批准维修放行的人员。

(13) 维修人为因素：是指航空器维修工作过程中，应当考虑人的行为能力和局限性对航空器或者其部件的维修的有效性和安全性的影响，以及考虑人与其他因素的协调关系的基本原则。

(14) 自制件：是指不是依据航空器或者其部件的制造厂家公开发布的持续适航性文件中给定的设计数据、材料或者加工方法制造的航空器部件。

(15) 维修人员的工作时间：也称为维修人员的值勤时间，是指维修人员在接受维修单位安排的工作任务后，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时间），到工作任务完成或者解除时刻为止的连续时间段。

(16) 外委：除主要维修工作、最终测试及放行工作外，维修单位可以对维修许可证限定范围内维修工作中个别专业性较强的工作环节或者子部件修理等部分维修工作选择符合局方要求的外委维修单位进行维修。

(17) 通用工具设备：制造厂家没有推荐，仅提出了尺寸、精度和范围要求的工具或设备。

(18) 专用工具设备：制造厂家技术文件中推荐的专门用于某航空器或航空器部件维修使用的，仅用于维修过程，而非用于确定航空器或航空器部件最终放行的工具或设备。

(19) 测试设备：制造厂家技术文件中推荐的专门用于某航空器或航空器部件维修使用的，用于确定航空器或航空器部件最终放行的设备。

(20) 多地点维修单位：是指在同一维修许可证下包含多个维修地点的维修单位。多个维修地点是指地理位置不同并能够独立实施某项维修工作的不同地点，每个维修地点的维修能力可以相同或不同。

(21) 异地维修：是指持有维修许可证的维修单位在批准的维修地点之外实施维修工作的情况。多地点维修单位在某维修地点实施。

(22) 合格证管理局：是指维修单位主办公和维修地点所在民航地区管理局。一般情况下为维修单位最初获得维修许可证时负责维修许可审查和批准的民航地区管理局，但也可能随维修单位主办公地点转移。危害：可能导致危险或严重后果（但未发生）的某种状态或行为。

(23) 主运行基地：是指航空运营人主要机队运行始发点所在地。航空运营人的主要管理体系一般都设立在主运行基地。

(24) 分运行基地：是指航空运营人部分机队固定运行始发点所在地。分运行基地一般都设有固定的运行和运行保障机构、人员。

(25) 外站：航空运营人除主运行基地、分运行基地之外的运行地点。

(26) 电子记录：是指以电子形式创建、生成、发送、通信、检索或存储的文件或其他记录。

(27) 签署：是指签名人对所完成的工作及录入的信息的一种认可形式，可以是手写的也可以是由电子签名系统生成的，并能够通过签名追溯到签署人。

(28) 电子签名：是指以电子形式所含、所附用于识别签名人身份并表明签名人认可其中内容的数据。

(29) 电子记录系统：是指创建、生成、录入、存储和管理本文件所涉及的相关电子记录的计算机系统。

(30) 电子手册：是指以电子媒介形式分发、浏览的手册，可以是 CDROM、基于网络的在线系统或其他可接受的形式。

(31) 电子签名认证证书：是指可证实电子签名人与电子签名制作数据有联系的数据电文或者其他电子记录。

(32) 事件：已经发生的某种不正常情况或结果，虽未造成严重影响，但有可能导致严重后果。

(33) 风险：综合考虑严重性和可能性，而对某一危害可能导致危险或严重后果的一种衡量。

(34) 风险管理：识别、分析、排除各种危害及其带来的风险或将风险降低到可接受程度的管理方法。

(35) 维修差错：可能导致危害航空器的故障或缺陷发生的不合适的维修活动。

在民航维修管理工作开展的实际过程中，无论局方监管人员还是民航企业内部，广泛使用咨询通告（AC）、管理程序（AP）、管理文件（MD）、工作手册（WM）和信息通告（IB）指导开展适航工作。简要介绍如下：

AC-145-FS-001R1 《国内维修单位的申请和批准》

AC-145-FS-002R2 《国外维修单位的申请和批准》

AC-145-3R1 《民用航空器维修单位批准清单》

AC-145-04 《维修记录与报告表格填写指南（中英文）》

AC-145-05 《维修单位手册编写指南（中英文）》

AC-145-FS-006R3 《航空器航线维修》

AC-145-FS-008R1 《航空器及其部件维修技术文件》

AC-145-10 《维修单位的自制工设备（中英文）》

AC-145-FS-013R2 《维修单位培训大纲的制定》

AC-145-14 《维修工时管理》

AC-145-FS-015R1 《维修单位的质量安全管理体系》

AC-145-FS-016R2 《多地点维修单位和异地维修》

AC-145-FS-2019-017 《航空器拆解》

3.4 运营人/运营人维修管理的法规文件

与航空运营人管理相关的法规包括 CCAR-91 部、CCAR-121 部、CCAR-135 部、CCAR-136 部等，四部法规构建了中国民航有人驾驶航空器运行的“分类分级”的监管体系。其中 CCAR-91 部是航空运行的基础法规，覆盖所有商业运行和非商业运行的有人驾驶民用航空器；CCAR-121/135/136 部是针对特定商业运行的民用航空器的细化法规，其内容均需遵守 CCAR-91 部的基本原则。



图3-14 有人驾驶航空器的运营人维修管理法规之间关系示意图

四部法规的相同点：内容均涵盖飞行安全规范、航空器适航性、人员资质、应急程序等方面的要求，均涉及航空器设备安装、载重平衡、飞行数据记录等技术要求。

本章介绍的内容仅限于讨论四部法规中与航空器维修有关的管理规定。例如 CCAR-91R4 中的 G 章,CCAR-121R8 的第三章,CCAR-135R3 的 J 章,CCAR-136 的第 136.105 条、第 136.107 条、第 136.109 条等。

CCAR-121 部、CCAR-135 部、CCAR-136 部用以保障不同风险等级的商业活动有人驾驶航空器的飞行安全和有序运行，它们之间的差异如表 3-8 所示：

表 3-8 三部法规之间差异说明

对比维度	CCAR-121 部	CCAR-135 部	CCAR-136 部
适用范围	适用于大型飞机公共航空运输运营人	适用于小型航空器商业运输	特殊高风险作业
典型机型	A320、B737、C919	运-12、AC311、罗宾逊 R44	运-5、罗宾逊 R44、运-12
典型场景	定期客货运航班	公务机包机、空中游览	农林喷洒、跳伞服务
运行管理	最严格	相对灵活	严格

如表所示，同一机型（例如 R44、运 12）在不同运行场景（如商业运输或特殊作业）使用时，需分别遵循不同运行规则（CCAR-135 部或 CCAR-136 部）进行管理。基于此，许

多国内通用航空企业会申请共同取得 CCAR-135 部与 CCAR-136 部运行合格审定，以实现业务范围的多元化拓展。

3.4.1 CCAR-91部

《一般运行和飞行规则》CCAR-91R4 是规定在我国境内（不含港、澳）民用航空器（系留气球等除外）一般运行和飞行的基本规则，涵盖航空器适航性、人员资质、飞行前准备、飞行过程、特殊飞行运行、维修以及设备仪表等方面的要求，用以保障飞行安全和有序运行。

CCAR-91R4 的 G 章涉及航空器维修管理规范，适用于除依据 CCAR-121R8、CCAR-135R3、CCAR-92 实施运行的航空器，以及取得型号合格证前开展飞行试验的航空器外，所有在中华人民共和国注册的航空器（包括但不限于固定翼飞机、旋翼机、滑翔机等）的维修活动。不包括系留气球、风筝、无人火箭和无人自由气球的维修。

3.4.1.1 G章概述

1.航空器的运营人对保持航空器的适航性状态负责，并按照下列要求指定实施航空器维修的责任人或者单位：

（1）运动类航空器可以由持有按照 CCAR-61 部颁发的民用航空器驾驶员执照的运营人自己实施维修或者由持有按照 CCAR-66R3 颁发的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-66R3 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-66R3 颁发的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 CCAR-145R4 获得批准的维修单位实施维修。

2.上述指定的航空器维修责任人均可以由具有对应机型维修能力的按照CCAR-145R4获得批准的维修单位代替。

3.航空器的运营人应当将指定实施航空器维修的责任人或者单位报局方备案，并在发生变更时重新报局方备案。

4.当航空器飞行到异地需要临时维修时，可以由指定的航空器维修责任人或者单位之外的人员或者单位负责实施维修，但应当符合运动类航空器、复杂航空器、非复杂航空器规定的资质要求。

5.对于航空器飞行手册中的维修任务，除非明确必须由维修人员实施，可以由持有按照 CCAR-61部颁发的民用航空器驾驶员执照的人员按照航空器飞行手册实施。

6.航空器部件的维修除以恢复安装为目的的简单检查和零件更换外,应当由具有对应部件维修能力的按照CCAR-145R4获得批准的维修单位实施维修。

3.4.1.2 维修要求

1.航空器的维修要求包括下列适用持续适航文件中规定的维修任务:

- (1) 局方发布的适航指令中要求的维修任务;
- (2) 航空器制造厂家发布并按照 CCAR-21R5 型号审定要求批准或者认可的适航性限制中要求的维修任务;
- (3) 航空器制造厂家发布并按照 CCAR-21R5 运行评审要求批准或者认可的计划维修文件中要求的维修任务;
- (4) 航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家发布的维修手册中建议的计划或者非计划维修任务;
- (5) 航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家发布的服务文件中建议的计划或者非计划维修任务。

2.航空器维修责任人或单位可直接运用上述持续适航文件规划维修工作,也可依据这些文件,针对其负责维修的航空器制定独立的维修方案以规划维修工作,并需满足以下要求:

- (1) 除非获得适航审定部门的批准,不得更改或者超出适航指令或者适航性限制中要求的维修任务;
- (2) 初始建立的维修方案不得低于上述持续适航文件中要求或者建议的维修任务。

3.在建立维修可靠性管理体系并基于可靠性分析的基础上,航空器维修责任人或者单位可以调整上述持续适航文件中要求或者建议的维修任务,但不得更改或者超出适航指令或者适航性限制中要求的维修任务,包括任务间隔和内容。

4.当局方发布基于事故、事件或者报告调查提出其他维修要求时,航空器维修责任人或者单位应当严格按照要求执行。

3.4.1.3 维修实施

1.航空器维修责任人或者单位应当按照下列要求实施计划维修工作:

- (1) 建立有效的维修计划控制,确保计划维修任务在规定的间隔前完成;
- (2) 在实施计划维修任务前,确认航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家发布的持续适航文件齐全有效,并根据持续适航文件的要求准备合适的计划维修任务工作单卡;
- (3) 提前准备需要的工具设备和器材,并妥善保管;
- (4) 按照本规章 G 章的维修工作准则完成维修工作,并对发现的故障或者缺陷进行修

复。

2.当航空器报告或者发现故障或者缺陷时,应当在下一次飞行前完成修复。当因不具备条件而无法及时完成修复工作时,可以在确认故障或者缺陷符合下列条件下推迟修复,并在具备条件时及时完成修复:

- (1) 故障造成的设备或者功能不工作符合航空器适用并经批准的 MMEL 的规定;
- (2) 缺陷造成的外形缺损符合航空器飞行手册的规定。

3.当航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家发布的持续适航文件为英文版本时,应当按照下列要求实施维修工作:

(1) 按照 CCAR-66R3 规定的维修技术英语等级为 3 级或者以上的维修人员可以直接使用英文版本文件;

(2) 按照 CCAR-66R3 规定的维修技术英语等级为 2 级的维修人员应当在英语等级为 3 级或者以上维修人员指导下使用英文版本文件;

(3) 按照 CCAR-66R3 规定的维修技术英语等级为 1 级的维修人员应当使用中文翻译版文件。

4.对于上述维修工作中涉及需由具有对应部件维修能力的按照CCAR-145R4获得批准的维修单位实施的部件维修,应当由航空器运营人直接送修,或者委托航空器维修责任人或者单位送修。

5.除了明确可以由飞行人员完成的维修工作外,任何维修工作完成后应当对所做的维修工作签署维修放行。

3.4.1.4 维修工作准则

1.对航空器或者航空器部件实施任何维修工作时,都应当遵守下列工作准则:

(1) 按照准备的工作单卡并依据航空器、发动机、螺旋桨或者部件制造厂家发布的现行有效的持续适航文件中规定的方法、程序和标准实施;

(2) 正确使用上述持续适航文件中规定的工具设备,并确保工具设备的可用状态;

(3) 使用上述持续适航文件中规定的器材,并确保器材合格状态;

(4) 工作环境应当满足确保维修工作质量的要求,当因气温、湿度、雨、雪、冰、雹、风、光和灰尘等因素影响而不能保证维修工作质量时,应当在工作环境恢复正常后开始工作;

(5) 保持维修工作现场整洁有序,临时拆下的航空器部件应当合适保护以防止意外损伤。恢复安装应当检查防止外来物进入航空器或者航空器部件;

(6) 维修人员应当采取合适的安全防护措施,并严格遵守安全注意事项。

2.当使用航空器、发动机、螺旋桨或者部件制造厂家发布的现行有效的持续适航文件规定之外的方法、程序、标准、工具设备或者器材时，应当获得符合局方规定的要求。

3.4.1.5 维修记录和放行证明

1.维修记录应当符合下列要求：

(1) 计划维修工作应当采用签署工作单卡的方式记录具体完成的维修工作和依据的持续适航文件；

(2) 故障或者缺陷的修复应当采用在飞行记录本直接填写的方式记录完成的维修工作和依据的持续适航文件；

(3) 准确记录每项维修工作完成的人员和日期。

2.按照 CCAR-145R4 获得批准的维修单位实施的维修工作应当按照 CCAR-145R4 的要求签署维修放行证明；按照 CCAR-66R3 颁发航空器维修人员执照的人员实施的维修工作应当由本人在飞行记录本上签署维修放行证明。

3.维修记录和维修放行证明应当由航空器运营人妥善保存，一般维修记录应当至少保存两年，但记录的保存应当符合下列要求：

(1) 涉及适航指令中要求的维修任务的记录和放行证明应当在航空器全寿命周期一直保存；

(2) 对航空器重量、平衡、结构强度、性能、动力装置工作、飞行特性有显著影响的重要修理或者改装的记录和维修放行证明应当在航空器全寿命周期一直保存；

(3) 航空器部件维修记录应当至少保存至安装后再次拆下。

3.4.1.6 航空器技术状态记录

1. 航空器运营人应当为拥有的每一架航空器建立航空器技术状态记录，连续记录航空器的技术状态信息，并至少包括下列内容：

(1) 航空器的型号、制造厂家、出厂日期、购买日期；

(2) 国籍登记证、适航证件号及有效期；

(3) 购买前航空器所有权人以及累计使用时间；

(4) 购买后累计使用时间，包括日历时间、飞行小时和起落次数；

(5) 购买后完成的计划维修工作的日期、累计使用时间、项目、实施人员或者单位、批准恢复使用人员（包括姓名、签名和执照编号）；

(6) 适航指令执行记录，包括自出厂以来完成的所有适航指令；

(7) 重要修理和改装记录，包括自出厂以来完成的所有重要修理和改装；

(8) 局方要求的其他技术信息。

2. 航空器运营人应当妥善保存航空器技术档案, 并且建立有效的备份措施, 以保证记录丢失或者损毁后的可恢复性。

3.4.1.7 适航状态年度评估

1. 航空器运营人指定的航空器维修责任人或者单位应当对每架航空器在每连续12个月之内开展一次适航状态评估。涉及指定的航空器维修责任人或者单位更换时, 应当由当前指定的航空器维修责任人或者单位开展评估。

2. 适航状态评估应当基于航空器技术状态记录、维修记录和维修放行证明开展, 确认航空器当前状态和是否完成了维修要求。

3. 完成适航状态评估后, 航空器维修责任人或者单位应当及时向航空器运营人、局方如实报告下列信息:

(1) 年度累计飞行时间和起落次数;

(2) 当前状态, 如运行中、停场待修、油封、拆解储存等;

(3) 是否完成了维修要求, 如有未完成的计划维修任务、长期未修复的故障或者缺陷, 应当具体说明;

(4) 是否完成适航指令, 如有未完成的, 应当具体说明;

(5) 是否有重要修理和改装, 如有, 应当具体说明。

4. 对于适航状态评估报告反馈存在未完成的计划维修任务、长期未修复的故障或者缺陷、未完成适航指令的情况, 航空器运营人应当及时安排纠正, 并且应当在纠正前停止运行该航空器。

3.4.1.8 报告和自愿报告

1. 航空器维修责任人或者单位在航空器实施维修的过程中发现影响航空器安全飞行的故障、失效或者缺陷时, 应当及时报告航空器运营人, 并自愿报告局方。

2. 当认为是设计或者制造缺陷时, 航空器运营人也应当将具体情况及时向航空器制造厂家报告。

3.4.1.9 飞行记录本

1. 航空器运营人应当对于每一航空器建立飞行记录本, 记录与飞行安全有关的信息、飞行机组和维修人员需要了解的有关数据和信息, 包括发现的缺陷和工作不正常情况、所进行的维修工作和推迟维修项目、维修放行签署。

2. 飞行记录本的格式应当满足记录本所要求的内容。如使用纸质记录, 各项内容应当使用墨水或者不可以更改的书写工具及时填写, 并且有足够的复页以保证满足使用和保存要求。

3.除电子飞行记录本外,航空器运营人应当在驾驶舱或者其他飞行机组成员易于取用的地方放置一份航空器飞行记录本原件,其中至少记录包括每次飞行前三次飞行期间填写内容的连续记录,并且每次起飞前在地面保存一份记录上一次飞行和本次飞行前填写内容的航空器飞行记录本的复页。

3.4.2 CCAR-121部

3.4.2.1 概述

根据《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》(CCAR-121R8)的要求,我国公共航空运输承运人需完成运行合格审定程序方可开展商业运营。在CCAR-121R8中涉及“飞机的适航性和维修”的章节,要求按照CCAR-121R8运行的合格证持有人应符合以下要求:

(1)合格证持有人应当建立一个维修系统来保证其飞机持续符合型号设计要求及有关涉及民航管理的规章中的维修要求。

(2)按照本规则运行的合格证持有人的飞机及其部件的维修工作应当由获得CCAR-145R4批准的维修单位承担。

(3)合格证持有人应当保证其飞机及其部件、维修系统接受局方为保证其对规章规定的符合性而进行的检查和监督。

3.4.2.2 维修系统

(1)任何合格证持有人应当建立一个由维修副总经理负责组织落实其飞机适航性责任,并由总工程师负责落实其飞机工程技术管理责任的维修系统。维修系统应当具备必要的机构、设施、工具设备、器材、人员和工作程序来实施或者安排实施维修工作,合格证持有人可以通过外委的方式来符合上述要求。

(2)维修系统应当至少包括一个获得CCAR-145R4航线维修批准的维修单位,这个维修单位可以是自己建立的,也可以是通过协议委托的其他维修单位(简称协议维修单位)。

3.4.2.3 维修工程管理手册

合格证持有人的维修系统须制定获得局方的批准或者认可并在实际工作中执行的维修工程管理手册。维修工程管理手册是指航空运营人编制的有关航空器维修实施、计划、控制和工程技术管理的说明文件,该文件将包括相关的原则、管理要求、技术标准和实施程序等方面的内容,并以此来确保运营人航空器相关的所有计划和计划外维修能够得到有效的控制,并得以及时、满意地执行。

维修工程管理手册应当包括以下内容:

(1) 概述部分：其中至少包括维修系统的总体状况及政策、维修副总经理签署的符合性声明、对本手册的符合性和有效性控制方法；

(2) 维修系统的组织机构和设施：其中至少包括组织机构图及其必要说明、厂房设施图及其必要的说明（包括主基地以外的航线维修设施）；

(3) 人员和部门职责说明：其中至少包括维修副总经理、总工程师及相关要求的部门主管的名单和技术经历；维修系统中各部门、人员及其包含的维修单位或者协议维修单位的职责说明；维修放行人员清单及其授权的放行范围；

(4) 工程技术管理：其中至少包括编制维修方案和最低设备清单相关部分、制定具体维修技术要求和改装方案的要求和程序说明；

(5) 维修计划和控制：其中至少包括飞机使用和维修计划、选择和安排实施维修工作、器材供应、统计和监控飞机及其部件的使用状况、飞机放行的要求和程序说明；

(6) 协议维修：其中至少包括协议维修单位说明、协议委托工作范围、协调方式和对协议维修单位的监督管理的要求和程序；

(7) 质量管理：其中至少包括质量管理政策、对各类人员和单位评估、单机适航性状况监控、质量审核、维修差错管理和质量调查的管理要求和程序；

(8) 可靠性管理：其中应当至少包括可靠性管理的机构、可靠性控制体系及可靠性方案的管理要求和程序；

(9) 人员培训管理：其中应当至少包括培训大纲的制定，培训计划和实施，人员技术档案和培训记录的管理要求和程序；

(10) 维修工程管理外委：其中至少包括承接外委工作的机构说明、外委工作范围、职责和分工、联络协调方式和对承接外委工作机构的监督管理要求和程序；

(11) 有关附件：其中至少包括实际使用的表格标牌样件，工作程序清单和其他必要的附件；

(12) 符合性说明。

3.4.2.4 飞机维修方案

1. 制定飞机维修方案的要求

飞机维修方案是指一整套文件体系，该套文件体系是航空公司（合格证持有人）负责编制，根据计划维修文件（MPD）、结合自身机队构型、运行环境及可靠性数据制定的该航空公司的个性化文件，需经民航局（或地区管理局）批准后生效。

维修方案的制定必须以 MPD 为基础，不得违反维修审查委员会报告（MRBR）中的强

制性条款（如适航限制项目 ALS），同时航空运营人还应当结合设计批准持有人推荐的维修计划大纲、航空器的实际运行环境、运行种类、使用特点以及局方的强制性要求等。

合格证持有人应当为其所运营的每架飞机编制飞机维修方案。飞机维修方案需经 AEG 评审和局方适航机构依据 CCAR-121 等规章审核，局方审查批准后按照方案准备和计划维修任务。

2. 飞机维修方案应当至少包括下列基本信息

- （1）维修方案的使用说明和控制；
- （2）载重平衡控制；
- （3）飞机计划检查和维修工作；
- （4）飞机非计划检查和维修工作；
- （5）发动机、螺旋桨、设备的修理或者翻修；
- （6）结构检查或者机体翻修；
- （7）必检项目；
- （8）维修资料的使用。

3. 其他要求

当合格证持有人的飞机从一个已批准的维修方案转为另一个经批准的维修方案时，应当对飞机利用率、使用环境、安装的设备和维修系统的经验进行评估，进行必要的转换检查，并经局方批准后方可转换。

当合格证持有人使用其他合格证持有人经批准的维修方案时，应当通过书面的协议进行，并经局方批准后方可使用。

在合理的不可预见情况下导致无法按照计划实施维修方案规定的维修工作时，其对维修方案的偏离应当在局方规定的范围内，并向局方报告。

3.4.2.5 可靠性管理体系和可靠性方案

1. 可靠性管理系统

合格证持有人应当建立可靠性管理体系来持续监控维修方案的有效性，对于机队较小的飞机可以采用加入其他合格证持有人或者飞机制造厂的可靠性管理体系的方法。可靠性管理体系监控的项目应当至少包括飞机各主要系统、维修重要项目和结构重要项目。可靠性管理体系中应当包含一个以维修副总经理或者其授权人员为首的、由维修系统中各有关部门参加的可靠性管理机构，并明确其成员的职责和工作程序。

2. 可靠性方案

合格证持有人应当制定可靠性方案来说明可靠性管理体系的工作方式。可靠性方案可以是一个复杂的整体方案，也可以按照机型或者监控对象各自单独制定可靠性方案。可靠性方案的内容应当至少包括：方案说明、可靠性管理机构和从数据收集、数据分析、改正措施、性能标准、数据显示和报告、维修间隔调整和工作内容（或者方式）变更，到可靠性方案修订等可靠性控制体系的说明。可靠性方案及其任何修订应得到局方的批准；可靠性管理机构应根据局方的要求定期向局方报告其活动情况并提交有关的报告。

3.4.2.6 维修系统的机构和人员

1. 机构设置

合格证持有人的维修系统应当按照下述要求设置机构：

（1）一个工程技术部门，负责制定维修方案和最低设备清单的相关部分，并制定具体的飞机维修技术要求或者改装方案；

（2）一个维修计划和控制部门，负责制定维修方案、维修技术要求和改装方案选择和安排实施维修工作，保证飞机运行和维修中供应必要的合格器材，统计和监控飞机及其部件的使用和维修状况。维修计划和控制部门可以是自己建立的，也可以是通过协议委托的协议维修单位；

（3）一个质量部门，对各类人员和单位进行评估、对单机适航性状况进行监控，并实施维修差错管理和质量调查。质量部门应当具有独立的质量审核职能；

（4）一个培训管理部门，执行维修系统的培训政策，组织实施对维修系统的人员（包括协议维修单位中的有关人员和合格证持有人授权的维修放行人员）的培训，并建立和保存人员技术档案和培训记录。

2. 人员要求

维修系统的人员应当满足如下资格要求：

（1）工程技术部门、维修计划和控制部门、质量部门的主管应当具备维修管理经验，接受过局方认可的相关法规的培训并合格；

（2）工程技术部门、维修计划和控制部门、质量部门中从事工程技术管理、维修质量管理和飞机放行的人员应当具有《民用航空器维修人员执照管理规则》的《维修人员执照》，其专业和机型类别应当与所从事的工作相适应；

（3）维修系统的所有人员应当经过与其从事工作有关的专业知识、专业技能、工作程序、维修人为因素及新技术应用等内容的培训并经相应的工作项目授权后才能上岗，并且至少每两年进行一次必要的再培训。

3.4.2.7 培训大纲和人员技术档案

1. 培训大纲

(1) 合格证持有人应当针对培训内容制订培训大纲, 其中应当至少明确培训对象、培训目标学时要求、培训形式、考试制度及培训机构、培训管理职责等内容。培训大纲及其任何修订应当经过局方的批准。

(2) 专业知识和技能的培训应当由局方批准或者认可的培训机构实施, 但合格证持有人的培训管理部门应当对其培训进行监督, 并确保能满足合格证持有人的培训大纲要求。

2. 人员技术档案

(1) 维修系统应当建立并保存其所有人员的技术档案及培训记录, 并对其及时修订, 以保证现行有效。人员技术档案至少应当包括: 现任职务或者工作范围; 按照年月填写的技术简历; 参加过的培训课程、培训形式、培训学时及考试成绩(如适用); 学历证明及合格证件的复印件。

(2) 维修人员技术档案及培训记录应当妥善保存, 防止非授权人员接近和修改。技术档案应当在维修人员离开合格证持有人后至少保存 2 年。

3.4.2.8 飞机的修理和改装

(1) 按照本规则运行的合格证持有人在对其飞机及其部件实施设计更改(改装)时, 如果对飞机的重量、平衡、结构强度、性能、动力装置工作、飞行特性有显著影响或者影响适航性的其他特性, 应当按照《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21)的规定申请批准。

(2) 按照本规则运行的合格证持有人在对其飞机及其部件实施超过持续适航文件规定的修理或者除上面说的(1)条款的改装时, 应当向局方申请批准, 并提交证明性和说明性资料。

3.4.2.9 飞机放行

CCAR-121R8 中所提及的“飞机放行”是指飞机的维修放行。维修放行是指通过一套包括相关证书和证明材料的文件, 以证实相关的维修工作已经按照经局方批准的数据, 以及相关的规定、标准、程序或与之等效的要求得以满意地完成。

合格证持有人在每次完成维修工作和对任何缺陷、故障进行处理后, 在满足放行条件后由合格证持有人授权的维修放行人员在飞机飞行记录本上签署飞机放行。

飞机放行的条件如下:

(1) 维修工作是按照合格证持有人的要求进行的;

(2) 所有的工作项目都是由合格的维修人员完成, 并按照相关规章颁发了维修放行;

(3) 没有已知的飞机不适航的任何状况;

(4) 至目前所完成的维修工作为止, 飞机处于安全运行的状态。

在规定的使用限制条件下, 合格证持有人可以在符合局方批准的最低设备清单 (MEL) 和外形缺损清单 (CDL) 时放行带有某些不工作的设备或者带有缺陷的飞机。

对于航线维修、A 检或者相当级别 (含) 以下的飞机定期检修工作及结合其完成的改装工作, 飞机放行结合 CCAR-145R4 维修放行证明一同进行, 则无需重复签署。

3.4.2.10 维修记录

1. 合格证持有人应当保存能表明飞机放行满足 CCAR-121R8 要求的所有详细维修记录。

记录的内容包含下述信息:

(1) 机体总的使用时间;

(2) 每一发动机和螺旋桨的总使用时间;

(3) 每一机体、发动机、螺旋桨和设备上的时寿件的现行状况;

(4) 装在飞机上的所有要求定期翻修项目自上次翻修后的使用时间;

(5) 飞机的目前维修状态, 包括按照飞机维修方案要求进行的上次检查或者维修工作后的使用时间;

(6) 目前适用的适航指令的符合状况, 包括符合的方法和数据, 如果适航指令涉及连续的工作, 应当列明下次工作的时间和日期;

(7) 目前对每一机体、发动机、螺旋桨和设备进行的重要改装的情况。

2. 合格证持有人应当按照下述期限要求保存维修记录:

(1) 除飞机、发动机、螺旋桨和设备上一次翻修的记录外的维修记录应当保存至该工作完成后至少 2 年;

(2) 飞机、发动机、螺旋桨和设备上一次翻修的记录应保存至该工作被等同范围和深度的工作所取代;

(3) 除表明飞机放行满足 CCAR-121R8 要求的所有详细维修记录以外的, 其他维修记录应当保存至飞机出售或者永久性退役后一年, 飞机出售时维修记录应随同飞机转移。

3. 合格证持有人终止运行时, 其保存的所有维修记录需移交新合格证持有人。如果将飞机干租给另一合格证持有人超过 6 个月, 维修记录也应移交; 若干租租赁期不足 6 个月, 须向承租方移交必要维修记录或提供副本。合格证持有人应确保局方及国家授权的安全调查机构可查阅所有维修记录。

3.4.2.11 使用困难报告

运营人应监控和评估局方规定的持续适航方面的维修和运行经验,并将信息提供给局方及型号合格证持有人(如适用)。信息包括已经或可能威胁运行安全,或者可能导致不安全状态的任何失效、故障或缺陷,并统一采用的使用困难报告(SDR)形式,在故障/事件发生或发现后的24小时内,在飞行标准监督管理系统(FSOP)中专门的维修信息系统(MIS)提交上报以下两类使用困难报告。

1.运行类使用困难报告:(CCAR-121R8 V 章 记录和报告 第121.707条)

- (1) 飞行中的失火以及有关火警系统工作不正常;
- (2) 飞行中的假火警信号;
- (3) 在飞行中引起发动机、相邻结构、设备和部件损坏的排气系统故障或者失效;
- (4) 飞行中引起烟、蒸汽、有毒或者有害烟雾在驾驶舱或者客舱积聚或者流通的飞机部件的故障或者失效;
- (5) 飞行中或者地面发动机熄火或者停车;
- (6) 螺旋桨顺桨系统失效或者在飞行中该系统控制超速的能力不正常;
- (7) 飞行中燃油系统或者应急放油系统的故障或者渗漏;
- (8) 飞行中非正常的起落架收放或者起落架舱门的开启和关闭;
- (9) 刹车系统的失效或者故障;
- (10) 飞机系统及其部件的故障或者失效导致中断起飞或者在飞行中采取紧急措施的情况;
- (11) 在实际撤离、培训、测试、维修、演示或者无意使用时,任何应急撤离系统或者其部件(包括应急出口、旅客应急撤离灯系统、撤离设备)的缺陷或者不能完成预定的功能;
- (12) 自动油门、自动飞行或者飞行操纵系统或者其部件的缺陷或者不能完成预定的功能;
- (13) 其他已经危及或者可能危及飞机的安全运行的故障或者缺陷。

2.结构类使用困难报告:(CCAR-121R8 V 章 记录和报告 第121.708条)

- (1) 结构腐蚀、裂纹、或者开裂导致要求更换有关的零部件;
- (2) 结构腐蚀、裂纹、或者开裂因超出制造厂家规定的允许损伤限度导致要求修理或者打磨;
- (3) 在复合材料结构中,制造厂家指定作为主要结构或者关键结构件的腐蚀、裂纹或者开裂;

(4) 根据未包含在制造厂家的维修手册中的经批准资料修理的情况；

(5) 其他飞机结构中已经或者可能危及飞机安全运行的失效或者缺陷。

3.4.2.12 持续适航与安全改进要求

为消除“老龄飞机”在结构损伤、电气线路故障起火和燃油箱爆炸带来的航空器高等级安全风险等方面存在的安全隐患，局方分别在初始适航和持续适航方面做出相关规定。2017年CCAR-121部修订增加了附件J飞机的持续适航与安全改进，内容包括飞机的检查与记录审查、飞机机身增压边界修理评估、补充检查、电气线路互联系统EWIS维护大纲、燃油箱系统维修方案、降低可燃性措施，明确了航空公司有关航空器持续适航和安全管理的要求，形成了有效的闭环管理。针对飞机实施ETOPS延程运行，此次修订也提出了延程运行关键系统双重维修项目的持续适航与安全的限制。

3.4.2.13 航行新技术应用

近年来中国民航陆续出台了多部运行管理咨询通告，以指导相关航行新技术的补充审定及应用推广工作。同时，为进一步推动航空公司新技术应用工作，规范合格证持有人的新技术运行管理，结合中国民航运行实际及国际民航组织最新标准和建议措施，2017年CCAR-121部修订中增加“特殊运行”，对基于性能的导航运行（PBN）、广播式自动相关监视（ADS-B）、管制员—飞行员数据链通信（CPDLC）、平视显示器（HUD）或等效显示器、增强视景系统（EVS）、增强飞行视景系统（EFVS）、合成视景系统（SVS）、组合视景系统（CVS）、电子飞行包（EFB）等特殊运行提出了具体要求。

3.4.2.14 典型的CCAR-121航空运营人的维修管理体系

航空运营人的维修管理体系是航空器运输经营企业运行管理体系的一部分。典型的CCAR-121R8航空运营人的维修管理体系，如图3-15所示。

为了便于说明，给图中各框内的管理要素加上编号：A 维修副总、B 总工程师，D1 质量管理部门、D2 培训管理部门、D3 可靠性管理部门、E 维修计划控制部门和F 工程技术部门是航空运营人维修管理体系的5个管理系统，其中质量管理与可靠性管理同属质量部门（因其管理的一个是维修工程管理系统，一个是航空器及部件适航性，因此分别绘出）。

为与维修单位管理体系质量系统（编号D）对应，质量管理体系编号为D1，培训管理系统编号为D2，可靠性管理系统编号为D3，D1和D2与维修单位D在维修管理任务上有重叠之处，D3在维修单位没有对应的维修管理任务，但通常要求维修单位设置相应岗位或职责满足营运人的可靠性信息收集和处理任务。

同样是为与维修单位生产控制系统（编号E）和工程技术系统（编号F）对应，航空运

营人维修管理体系维修计划和控制系统编号同为 E，工程技术系统编号同为 F，表明与维修单位 E 和 F 管理任务有交集。

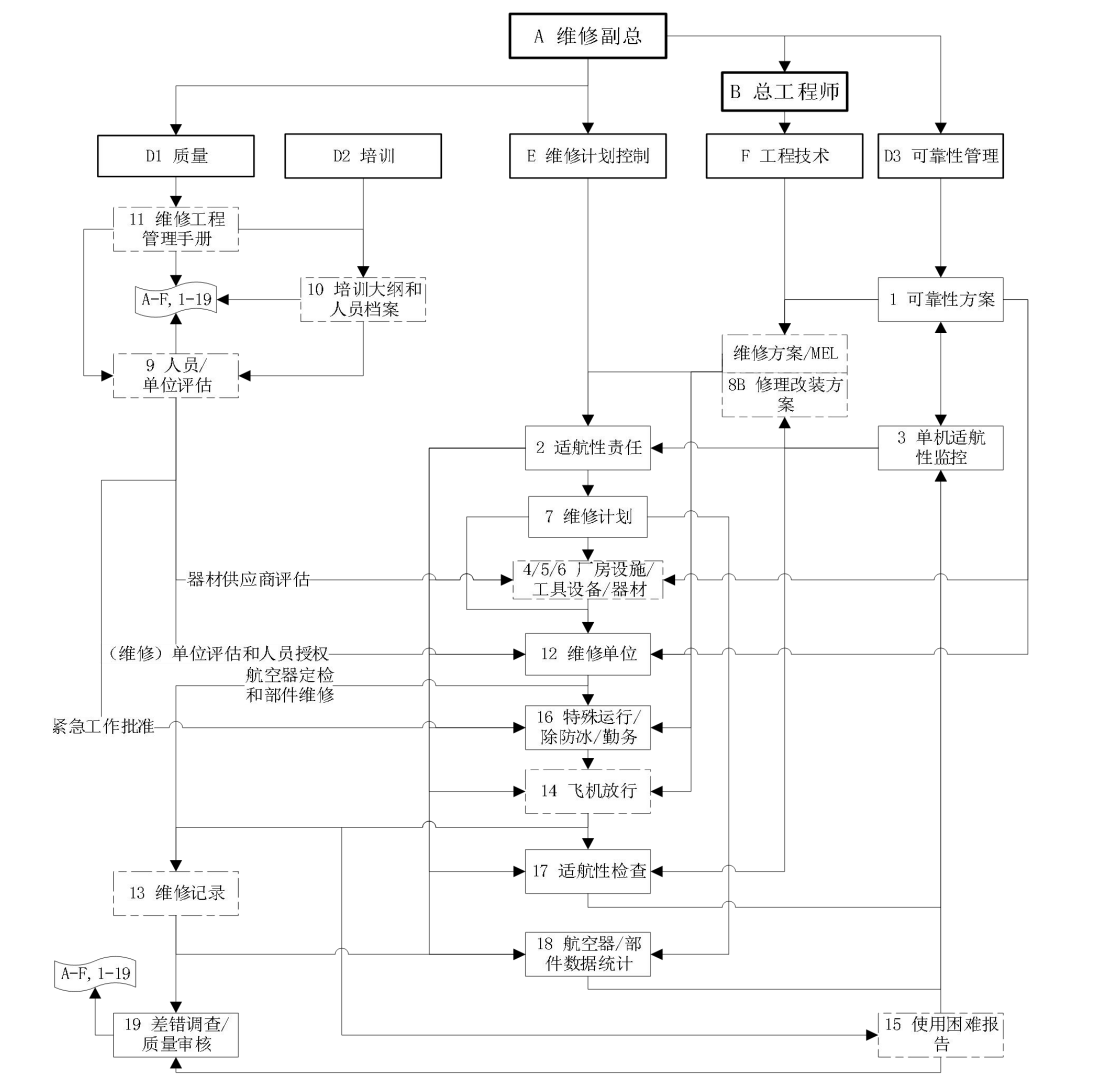


图 3-15 典型 CCAR-121R8 航空运营人的维修管理体系

图中，编号 1-19 共 19 个管理要素来自 CCAR-121R8 及其咨询通告（AC），各个要素方框与 D1、D2、E、F、D3 共 5 个管理系统的所属关系分别以其所在系统下方的位置及其连接该方框的连线和箭头来表示；各要素方框的相互关系用连线和箭头方向表示；非实线方框内管理要素与维修单位对应管理要素工作任务有交集，编号一一对应。

以上是 CCAR-121R8 航空运营人的维修管理体系介绍，CCAR-135R3 航空运营人的管理系统和管理要素与 CCAR-121R8 基本类似，主要差异是：最高管理层无需总工程师，不必设置完全独立的质量系统，没有可靠性管理系统的要求（无需可靠性方案），针对某些规定型号的航空器只要求编制检查大纲，不需要编制维修方案，在此不做详细介绍。

3.4.3 CCAR-135部

CCAR-135 部是针对在我国境内（不含港澳台）以取酬或出租为目的的小型航空器商业运输运营所制定的运行规则，涵盖航空器、人员资质、运行控制、维修管理、应急程序等多方面要求，以保障此类商业飞行活动安全、有序开展。规章中的小型航空器定义为：最大起飞全重不超过 5,700 千克的多发飞机、单发飞机及旋翼机；或旅客座位数量不超过 30 座且最大商载不超过 3,400 千克的多发飞机。

按照现行有效的《小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则》CCAR-135R3 的适用运行种类共划分为 3 类：①小型航空器实施的定期/不定期载客或者载货飞行、②运输类飞机实施的载货或者不定期载客飞行、③运输类直升机实施的定期/不定期载客或者载货飞行。对于上述不同运行类型的航空器的维修要求，在 CCAR-135R3 的部分章节做了详细的描述。

与 CCAR-121 部运行的航空器类似，按照 CCAR-135 部运行的运输类飞机/直升机的维修均应当按照运营人为每架航空器编制的维修方案由获得 CCAR-145 部批准的维修单位实施维修。本节主要介绍按照 CCAR-135 部运行的小型航空器的维修要求。

3.4.3.1 概述

根据 CCAR-135R3 的要求，合格证持有人应当对保持航空器的适航性负责，按照下列要求建立由维修主管负责的维修系统，以保证落实维修责任和保持航空器的适航性：

（1）具有足够的由持有按照 CCAR-66R3 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组成的维修队伍，配备了必要设施、工具设备、器材实施航空器维修工作。或者具有对应机型维修能力的按照 CCAR-145 获得批准的维修单位实施航空器维修工作。

（2）具有直接向维修主管报告的工程技术、生产计划和质量管理部门，对维修系统符合本章的要求实施管理。

上述按照 CCAR-145 获得批准的维修单位可以是自建的，也可以是与他人合作共同组建的。对于与他人合作共同组建的情况，合格证持有人应当以与维修单位签署协议的方式委托维修。

当维修系统不具备飞机或者部件维修能力时，应当将相关航空器或者部件送至具有相应维修能力且按照 CCAR-145 批准的维修单位实施维修。

C 章所述维修工作类型包括对航空器或者部件所进行的任何检查、测试、修理、排故或者翻修工作。对于已经获得适航审定部门批准的设计更改的实施，也视为维修工作。

3.4.3.2 维修要求

1.航空器的维修要求包括合格证持有人适用持续适航文件中规定的维修任务：

- (1) 局方发布的适航指令或者其他强制性要求中规定的维修任务。
- (2) 航空器制造厂家发布并经局方批准的适航性限制要求和计划维修文件中规定的维修任务。
- (3) 航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家发布的维修手册和服务文件中建议的维修任务。

2.合格证持有人的维修系统可以直接使用上述持续适航文件计划维修工作，或者基于上述持续适航文件制定所负责维修航空器单独的维修方案来计划维修工作，并符合合格证持有人要求：

(1) 仅当获得适航审定部门的批准，方可更改或者超出适航指令或者适航性限制中要求的维修任务。

(2) 初始建立的维修方案不得低于上述持续适航文件中要求或者建议的维修任务。

3.在建立维修可靠性管理体系并基于可靠性分析的基础上，可以调整上述持续适航文件中要求或者建议的维修任务，但不得更改或者超出适航指令或者适航性限制中要求的维修任务，包括任务间隔和内容。

4.如计划允许航空器带故障放行，合格证持有人应当根据航空器型号适用的 MMEL 制定 MEL，并获得局方批准。

5.对于按照仪表飞行规则（IFR）进行载客运行的单台发动机航空器，合格证持有人还应当根据航空器制造厂家的建议建立发动机监控大纲。

6.当局方基于事故、事件或者报告的调查，提出其他维修要求时，飞机维修责任人或者单位应当严格执行。

3.4.3.3 维修管理要求

1.维修系统应当满足合格证持有人管理要求：

(1) 确保包括航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家公开发布资料在内的经局方批准或者认可的持续适航文件齐全有效，并根据持续适航文件的要求准备合适的计划维修任务工作单卡。

(2) 建立有效的维修计划控制，确保计划维修任务在规定的间隔前完成。

(3) 合理安排维修任务，提前准备需要的工具设备和器材，并妥善保管。

(4) 建立维修人员资质评估制度，确保维修人员在实施维修任务前熟悉相关的维修工

作内容；如采用制定的维修方案，应当配备足够的具有相应机型的维修经验和英语等级 4 的专业技术人员。

（5）按照维修工作准则完成维修任务，对发现的故障或者缺陷进行修复，并规范签署维修放行。

（6）当航空器报告或者发现故障或者缺陷时，应当在下一次飞行前完成修复。当因不具备条件而无法及时完成修复工作时，可以在确认故障或者缺陷符合局方批准的 MEL 或者航空器飞行手册规定的条件下推迟修复，并控制在具备条件时及时完成修复。

（7）建立供应商和对外送修的评估制度，确保维修中使用工具设备、器材的合法性和对外送修的维修质量。

2. 如合格证持有人采用指定的所负责维修航空器的单独维修方案，并计划在建立维修可靠性管理体系和调整制造厂家持续适航文件中要求或者建议的维修任务，维修系统还应当配备足够的专业技术人员。专业技术人员应当具备相应机型的维修经验，并且具有按照 CCAR-66R3 规定的 4 级航空维修技术英语等级。

3. 为落实上述管理要求，维修系统应当明确各部门或者人员职责，建立有效的质量管理规范和工作程序。维修系统的质量管理人员或者部门应当对质量管理规范和工作程序进行审核，监督其落实情况，并定期检查每架航空器的适航性状态。

4. 当航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家发布的持续适航文件为英文版本时，维修系统应当按照合格证持有人要求安排符合航空维修技术英语等级要求的人员实施维修工作。

3.4.3.4 维修管理手册

合格证持有人应当就如何落实适航性责任并符合 CCAR-135R3 规章的要求制定维修管理手册，并应当获得局方批准。

维修管理手册应当至少包括以下内容：维修主管声明、维修系统总体介绍、机构和人员职责、持续适航文件和维修工作单卡管理、维修方案和可靠性管理（如适用）、最低设备清单和推迟修复控制（如适用）、维修计划控制、维修人员资质管理、工具设备和器材管理、维修实施管理、供应商和送修评估管理、安全质量管理、相关工作表格样式和附件。

3.4.3.5 其他相关要求

因为小型航空器大都由合格证持有人授权的维修人员维修，而非是经批准的 CCAR-145 部维修单位实施维修，所以 CCAR-135R3 通过专门章节对实施航空器维修相关的维修工作准则和维修记录和放行证明做了专门规定。对于按照 CCAR-136 部运行的航空器，合格证持有人应当按照 CCAR-91R4 的 G 章的要求对所使用的航空器进行维修。

3.4.4 CCAR-136部

CCAR-136 部即《特殊商业和私用大型航空器运营人运行合格审定规则》，适用于在中华人民共和国境内依法登记的运营人实施的以取酬为目的的农林喷洒作业飞行、直升机机外载荷作业飞行、跳伞服务飞行，使用航空器代管人代管航空器实施的私用飞行以及使用大型航空器实施的私用飞行，运行合格审定要求相对宽松。

3.4.4.1 概述

民航局为落实“放管结合、以放为主、分类管理”的通用航空发展思路，推进通用航空法规体系重构工作，将原中国民用航空规章《一般运行和飞行规则》（CCAR-91 部）中运行许可和特殊业务运行种类剥离，新构建了 CCAR-136 部运行审批类规章。同时，根据业务属性，将 CCAR-136 部运营人分为“特殊商业运营人”和“私用大型航空器运营人”两大类。其中“特殊商业运营人”中包含了原 CCAR-91 部中的“农林喷洒作业”“直升机机外载荷作业”“跳伞服务飞行”和“航空器代管”。

为了方便理解并有效指导 CCAR-136 部运行合格证和相关运行规范的应用，根据具体事项，将运行许可申请分为初始申请和变更申请。CCAR-136 部运营人运行合格证和相关运行规范的应用，均在民航飞行标准监督管理系统（FSOP 系统）完成，网址为 <https://fsop.caac.gov.cn/>。

3.4.4.2 章节简介

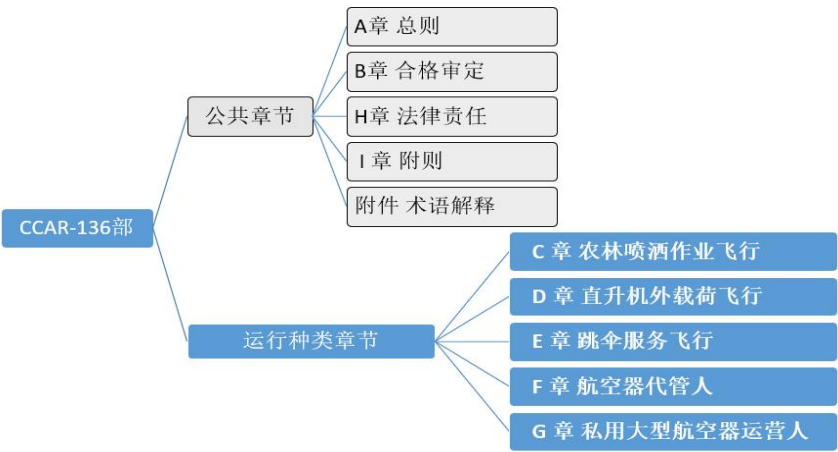


图 3-16 CCAR-136 部章节概况

CCAR-136部的 A 章、B 章、H 章、I 章等4章和附件内容为公共章节，作为运营人按136部实施相关运行时需要满足的一般规则和要求。C 章、D 章、F 章、G 章是从原 CCAR-91R3 中移入的章节，加上新增的 E 章，运营人根据“运行种类”“运行航空器种类”和“实际运行需要”，选择相应章节的实施运行合格审定。其中 C 章、D 章、E 章、F 章和 G 章这几

章，每一章都对应着一种“以取酬为目的的商业飞行”的类型或者岗位。

3.4.4.3 主要内容简介

CCAR-136部主要包括：

一是明确了特殊商业运营人的范围，其中包括源自《一般运行和飞行规则》的农林喷洒作业和直升机机外载荷作业运营人及航空器代管人，又增加了商业跳伞服务运营人。

二是明确了特殊商业运营人运行合格审定的基本条件、审批流程、管理要求和法律责任。

三是落实“放管服”改革要求，对私用大型航空器运营人和航空器代管人运行合格审定实行告知承诺制。

四是以附件形式明确了特定用语的含义，方便相对人理解和使用。

3.4.4.4 适用范围

本规则适用于在中华人民共和国境内依法登记的运营人所实施的下列飞行活动：

1.以取酬为目的的下列商业飞行活动：

- (1) 使用航空器实施的农林喷洒作业飞行。
- (2) 使用直升机实施的机外载荷作业发现。
- (3) 使用航空器实施的跳伞服务飞行。

2.使用由航空器代管人代管的航空器实施的私用飞行。

3.使用大型航空器实施私用飞行。

本规则不适用于无人驾驶航空器。

3.4.4.5 维修要求

在航空器维修方面，规章要求运营人按照《一般运行和飞行规则》（CCAR-91部）G章的要求对所使用的航空器进行维修。

1. 运行手册在维修方面的要求

运营人应为从事飞行、维修及其他地面工作的人员制定运行手册，并按照实际情况及时更新手册。上述相关工作人员应持有一套完整的运行手册或与其工作相关部分的手册，并应及时按运营人要求更新手册。如果在备有运行手册的指定维修地点检查或维修航空器，飞往该地时无需随机携带手册。

2. 运行手册在维修方面的内容

运营人应当按照其实际的运行情况，在运行手册中包括以下与维修工作相关内容：①明确航空器完成维修并获放行批准的告知程序；②制定机长对飞行前、中、后机械异常情况的报告与记录流程，以及确认上次飞行故障修复的程序；③规定航空器非计划地点维修服务及

仪表设备故障时的运行、判断放行和继续飞程序；④建立符合局方要求的维修记录存储与查询系统（含电子系统）。

3.5 无人驾驶航空器的法规文件

为推动低空经济健康发展，规范无人驾驶航空器飞行以及有关活动，促进无人驾驶航空器产业健康有序发展，维护航空安全、公共安全、国家安全，国家颁布了《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（后简称 CCAR-92部），民航局还颁布了一系列相关规章及规范性文件《民用无人驾驶航空器系统空中交通管理办法》《民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定》《民用无人驾驶航空器经营性飞行活动管理办法（暂行）》等，各地也在积极完善相关地方性法规。

CCAR-91部是规范有人驾驶民用航空器一般运行和飞行规则的基础规章，CCAR-92部是在无人驾驶航空器领域的基础规章，虽然无人驾驶航空器的配套法律法规和监管规则更新很快，但均以 CCAR-92部为基础，因此本教材仅介绍 CCAR-92部的相关内容。

3.5.1 CCAR-92部

3.5.1.1 概述

CCAR-92部的颁发施行，旨在配合国务院、中央军委公布的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》施行，是民航业坚决落实党中央决策部署的重要体现，是对我国无人机监管的一次重大升级，是推动无人机产业高质量发展的关键一步。

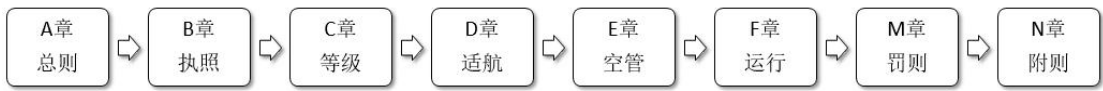


图3-17 CCAR-92部章节概述

无人驾驶航空器目前已广泛应用于农林植保、物流配送、地理测绘、安全巡查、文化娱乐乃至载人运输等领域。但目前因无人驾驶航空器违规飞行导致影响航空安全、公共安全甚至国家安全的事件时有发生，因此 CCAR-92部的颁布是为了确保民用无人驾驶航空器在适航管理、人员资质、登记管理、飞行活动等管理链条上形成“闭环”而出台的配套规章。该规章的主要特点包括：

- 1.规范民用无人驾驶航空器的运行安全管理工作；
- 2.明确无人驾驶航空器操控员和安全操控要求、登记、适航、空中交通、运行与经营等管理要求；

3.按照面向运行场景、基于运行风险、分级分类管理的原则，将民用无人驾驶航空器运行分为开放类、特定类和审定类；

4.根据重量和载人数量，将中、大型民用无人驾驶航空器系统类型划分为正常类、运输类和限定类；

无人驾驶航空器的分类如表3-9所示：

表3-9 无人驾驶航空器的分类
(依据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》)

分类	微型	轻型	小型	中型	大型
空机重量	< 250g	≤ 4kg	≤ 15kg		
最大起飞重量		≤ 7kg	≤ 25kg	≤ 150kg	> 150kg
最大飞行真高	≤ 50m				
最大平飞速度	≤ 40km/h	≤100km/h			

5.确定构建以无人驾驶航空器运行管理平台为核心的监管支持系统。

该规章涉及的内容较多，下文仅从中选取和持续适航相关的部分内容予以介绍。

3. 5. 1. 2 民用无人驾驶航空器运行的持续适航要求

对于民用无人驾驶航空器运行的持续适航，必须满足 CCAR-92 部第 92.619 条持续适航要求：

1.运行人应当对持续保持民用无人驾驶航空器系统的适航状态负责，并在实施运行时确保：

- (1) 民用无人驾驶航空器系统的适航证件持续有效。
- (2) 民用无人驾驶航空器处于适航状态，应急救生设备工作正常。
- (3) 遥控站以及指挥和控制链路设施设备处于确保特定民用无人驾驶航空器安全飞行的工作状态。

2.为确保民用无人驾驶航空器系统的适航状态，运行人应当指定符合本条（c）款规定资质的维修人员或者单位实施如下要求的维修工作：

- (1) 民用无人驾驶航空器系统及其部件制造厂家发布持续适航文件中的维修要求。
- (2) 民用无人驾驶航空器系统及其部件制造厂家发布服务文件中的强制性维修要求。
- (3) 如带着有故障或者不工作设备运行，《主最低设备清单》中规定的维修程序。
- (4) 局方基于事故或者事件调查发布的其他维修要求。

3.除基于传统航空器设计的民用无人驾驶航空器的维修人员或者单位资质应当符合《一般运行和飞行规则》（CCAR-91）的相关要求外，对民用无人驾驶航空器系统实施维修工

作的人员或者单位资格要求如下：

（1）对于中型、大型民用无人驾驶航空器及其部件的非复杂维修工作，应当至少由按照制造厂家建议的规范通过了机型维修培训的人员实施。

（2）对于小型民用无人驾驶航空器的维修工作，应当至少由通过了必要的无人驾驶航空器维修知识和机型维修培训的人员实施。

（3）对于任何按照《民用航空器维修人员执照管理规则》（CCAR-66）取得维修人员执照的人员，视为符合本款第（1）项、第（2）项的资质要求。

（4）对于中型、大型民用无人驾驶航空器及其部件的复杂维修工作，应当由按照《民用航空器维修单位合格审定规则》（CCAR-145）获得相应批准的维修单位实施。

（5）对于遥控站和控制链路的维修工作，应当由通过了民用无人驾驶航空器系统制造厂家或者其服务提供商建议专项培训的人员实施。

4.上述维修工作包括对民用无人驾驶航空器及其系统或者部件所进行的任何检查、测试、修理、排故、换件或者翻修工作。对于已经获得适航审定部门批准的设计更改的实施，也视为维修工作。

5.对民用无人驾驶航空器系统或者其部件实施任何维修工作时，都应当按照民用无人驾驶航空器系统及其部件制造厂家发布的持续适航文件、服务文件中规定的方法、程序和标准实施，并遵守下列工作准则：

- （1）准备合适的工作单卡，以记录所实施的维修工作。
- （2）正确使用规定的工具设备，并确保工具设备的可用状态。
- （3）使用规定器材，并确保器材的合格状态。
- （4）确保工作环境满足要求，并保持现场整洁有序。
- （5）采取了必要的安全防护措施，并遵守安全注意事项。
- （6）如实规范填写维修记录，并在完成后签署维修放行证明。

6.运行人应当妥善保存维修记录和维修放行证明，直至被下一次维修工作全部覆盖。

3.5.1.3 民用无人驾驶航空器适航所面临的挑战

经过近些年高速发展，当前民用无人驾驶航空器适航面临着社会保有量高、产品多样、运行复杂、新技术层出不穷、产品迭代快、运营模式多样等复杂情况。相对于传统的航空器，民用无人驾驶航空器的运营主体、运行环境更加复杂，民众对民用无人驾驶航空器的安全性要求更高，要求覆盖的安全维度更广，其中涉及民用无人驾驶航空器系统与载荷的设计、制造、维护维修、保障、试飞、运行机场、空域、气象、航路以及综合监管等服务。此外，民

用无人驾驶航空器系统对支持网络的安全性、稳定性的依赖更强；民用无人驾驶航空器运营根据运行场景、运营规则等不同情况，适航管理时会覆盖传统航空器相关的 CCAR-91 部、135 部、121 部、61 部、147 部等规章，复杂的运行情况导致民用无人驾驶航空器适航管理尚无法形成明确标准和实施路径，相关规章制度正处于探索阶段，并在实践中不断接受检验与完善。

3.5.1.4 报告和自愿报告

根据 CCAR-92 部规定，在实施维修的过程中，如发现可能普遍影响民用无人驾驶航空器系统安全飞行的故障、失效或者缺陷时，运行人应当及时向无人驾驶航空器制造厂家报告，并自愿向局方报告。

3.6 国际相关法规文件

3.6.1 国际民航组织的标准和建议措施

3.6.1.1 国际民用航空组织成立

民用航空产业具有高度的国际化特征，早在 1919 年，根据《巴黎公约》（即《关于管制空中航行的公约》）创建的国际空中航行委员会（ICAN），被视为现在的国际民用航空组织的前身，是第一次世界大战后大规模国际重组的一部分。

第二次世界大战期间，航空器的技术发展获得了巨大推动，各国建立了旅客及货物运输的庞大网络，战后，如何将飞机技术及航线发展应用在民用领域，成为摆在全世界面前的新课题。

1944 年，应美国政府邀请，54 个国家的代表出席在芝加哥召开的国际民用航空会议。其中的 52 个国家于 1944 年 12 月 7 日会议结束时，签署了会议达成的《国际民用航空公约》，如今被普遍称为《芝加哥公约》。这一重大协定，确立了开展国际航空运输的核心原则，为全球和平开展空中航行的标准和程序奠定了基础。它确定了国际民用航空“按照安全和有秩序的方式”发展作为其首要目标，并使航空运输业务建立在“机会均等的基础上，健康地和经济地经营”。

按照《芝加哥公约》规定成立了临时国际民航组织（PICAO），作为临时的咨询和协调机构，以便组织并支助全球新兴航空运输网络需要开展的大量国际合作。临时国际民航组织包括一个临时理事会和一个临时大会。自 1945 年 6 月起，临时理事会便在加拿大蒙特利尔连续举行了会议。它由来自 21 个成员国的代表组成。临时国际民航组织临时大会——如今

国际民航组织三年一届大会之前身的第一届会议，是 1946 年 6 月在蒙特利尔召开的。

1947 年 4 月 4 日，在《芝加哥公约》正式生效后，临时国际民航组织（PICAO）更名为国际民用航空组织（ICAO），国际民航组织第一届正式大会于同年五月在蒙特利尔举行。与目前一样，国际民航组织的核心使命就是帮助各国实现民用航空规章、标准、程序和组织方面的最大程度的统一。1947 年 10 月，国际民航组织通过协议成为联合国的一个专门机构，但它并不是联合国的附属机构，而是在整个联合国体系中享有自主地位。截至 2022 年，国际民航组织共有 193 个缔约国。

我国是国际民航组织的创始成员国之一，于 1944 年 11 月 9 日签署《芝加哥公约》，并于 1946 年 2 月 20 日提交批准书，成为国际民航组织的创始成员国。1974 年我国恢复参加国际民航组织活动，并于 2004 年 9 月举行的第 35 届国际民航组织大会上，竞选成为一类理事国。随着我国航空运输保持高速发展，中国民航也开始更多地参与到国际民航组织的标准制定、修订和建议活动中。

3.6.1.2 国际民用航空组织的主要机构

国际民航组织的总部设在加拿大蒙特利尔，由大会、理事会和秘书处三级框架组成。

1.大会

由国际民航组织所有成员国组成的大会，是国际民航组织的最高权力机构。每三年至少召开一次，应理事会或五分之一以上的成员国要求还可以召开特别会议。参加大会的每一个成员国具有一票表决权，大会决议一般以超过半数通过。但在某些情况下，如《芝加哥公约》的修正案，则需三分之二多数票通过。

大会的权利和职责包括：在国际民航组织成员国中选举理事会成员国；审查、处理理事会报告并裁决理事会报告事项；通过国际民航组织的财政预算等。大会在其自由裁量权范围内，可以处理理事会及其下属委员会或组织内其他机构的所有事务。它有权授权理事会必要或合适的权力以履行国际民航组织的职责，并可随时撤销或变更这种权力。大会还处理没有指派给理事会的国际民航组织内的所有事务。总体来说，大会要详细审查国际民航组织在技术、管理、经济、法律和技术合作领域的各项工作。此外，大会还有权批准各成员国认可的《芝加哥公约》的修正案。

2.理事会

理事会是向大会负责的常设机构，由大会选出的 36 个成员国组成。理事会成员国分为三类：第一类是在航空运输领域居特别重要地位的成员国，第二类是对提供国际航空运输的发展有突出贡献的成员国，第三类是区域代表成员国。分配比例为 11:12:13。理事会设主席

一名。主席由理事会选举产生，任期三年，可连选连任。

理事会每年召开三次会议，每次会议会期约为两个月。理事会下设财务、技术合作、非法干扰、航行、新航行系统、运输、联营导航、爱德华奖八个委员会。每次理事会开会前，各委员会先分别开会，以便将文件、报告或问题提交理事会。

理事会的主要职责包括：向大会提交年度报告；执行大会指示；履行《芝加哥公约》规定的权利和义务。理事会还管理国际民航组织的财务，任命并确定航空运输委员会、空中航行服务联合支持委员会、财务委员会、非法干扰委员会、技术合作委员会和人力资源委员会的职责。同时，任命空中航行委员会成员，并选举爱德华·华纳奖委员会成员。

理事会为国际民航组织的工作提供持续的指导，它在这方面的主要职责之一是批准国际标准和建议措施（SARPs），并将其纳入《芝加哥公约》的附件。同时，理事会还可以根据需要对现有附件进行修订。此外，理事会将在成员国之间就航空和《公约》条款的执行情况担任仲裁，并对可能危害国际航空发展的任何状况进行调查。总的来说，它会采取必要的措施来维持国际航空运输的安全和有序。

3.秘书处

秘书处是国际民航组织的常设行政机构，由秘书长负责保证国际民航组织各项工作的顺利进行，秘书长由理事会任命。秘书处下设空中航行局、航空运输局、法律事务与对外关系局、技术合作局、行政服务局五个局以及财务处、评价和内部审计办公室、全球航空培训办公室和战略规划、协调和伙伴关系办公室。此外，秘书处有七个地区办事处，即泰国曼谷的亚太地区办事处；肯尼亚内罗毕东部和南部非洲办事处；塞内加尔达喀尔的中西部非洲办事处；埃及开罗中东办事处；法国巴黎欧洲和北大西洋办事处；秘鲁利马南美办事处；以及墨西哥墨西哥城的北美，中美洲和加勒比地区办事处。地区办事处由秘书长直接领导，其主要任务是建立和帮助各成员国实行国际民航组织制定的国际标准和建议措施以及地区规划，开展空中航行、航空运输、技术合作、地区机构、法律、航空安保等职能。

4.空中航行委员会

理事会下可设立各种专业技术委员会辅助理事会进行各项工作，其中，空中航行委员会（ANC）因涉及标准和建议措施（SARPs）及空中航行服务程序（PANS）的审议及修订，在国际民用航空组织中起着举足轻重的作用。

根据《芝加哥公约》，航委会由“具有充分航空科学知识和实践经验”的十九名成员组成。尽管航委会的委员由国际民航组织的具体成员国提名并由理事会任命，但他们不代表任何特定国家或地区的利益，而是为国际民用航空界的整体利益独立工作并发挥其专长。自成

立以来，航委会共计审议并推行了《芝加哥公约》19个附件当中的17个，包括最新的附件19《安全管理》。

根据理事会的批准，航委会通常每年召开三届会议，以处理其工作方案内的各种事项。航委会面临的主要挑战包括根据国际民航组织全球航空安全计划（GASP）和全球空中航行计划（GANP），维护和加强航空安全及空中航行效率，同时将增加的业务量纳入现有的航空基础设施、引入先进的系统、积极主动地查明各种风险并制定应对措施。

3.6.1.3 国际民用航空组织的标准和建议措施

国际民航组织的法规体系架构分为4个层级：《国际民用航空公约》（Doc 7300/9）；《公约》的附件；空中航行服务程序（PANS）/地区补充程序（SUPP）；指导材料。

国际民航组织以《公约》附件的形式制定了各种国际标准和建议措施（SARPs），是实施《国际民用航空公约》所述原则的具体规定，标准和建议措施属于国际公共航空法律。空中航行服务程序（PANS）是经理事会批准并建议各成员国采纳和应用的文件，内含配合国际标准和建议措施的具体操作程序，是对附件具体规定的细化。建立和维护国际标准和建议措施以及空中航程序，是《国际民用航空公约》的基本宗旨，也是国际民航组织使命和作用的核心。

地区补充程序目前仅颁布一份，即《地区补充程序》（Doc 7030）。是由国际民航组织理事会批准仅ICAO各分支地区范围内适用，是为了满足特定分支地区的特定要求而制定的程序和规定，建议成员国在与他们相关的区域内实施。

指导材料是除上述层级以外的出版物，包括技术手册、空中航行规划、通告等。其中：技术手册是为了补充国际标准和建议措施及空中航行服务程序并促进其执行而制定的，是帮助各成员国具体实施的指导文件；空中航行规划是对国际民航组织各区域国际空中航行的设施和服务提出的具体要求；通告是对成员国有参考意义的专门资料，通常是基于所提供的统计资料做出的研究或说明，以及成员国提交的文件分析等。

国际标准和建议措施（SARPs）和空中航行服务程序（PANS）对于国际民航组织成员国和其他相关方至关重要，因为它们为协调全球航空安全和效率，以及全球航空导航设施和服务的性能要求标准化提供了基础，确保航空运输有序发展。在向现代航空运输迈进的这一进程中，《公约》附件的数量有所增加，其中的所有内容均经过国际民航组织目前193个成员国的协商并一致同意，以支撑一个安全、有效、可靠、经济上可持续和对环境负责的民用航空业。具体如下：

附件 1 人员执照的颁发

附件 2 空中规则

附件 3 国际空中航行气象服务

附件 4 航图

附件 5 空中和地面运行中所使用的计量单位

附件 6 航空器的运行

第 I 部分 国际商业航空运输 — 飞机

第 II 部分 国际通用航空 — 飞机

第 III 部分 国际运行 — 直升机

附件 7 航空器国籍和登记标志

附件 8 航空器适航性

附件 9 简化手续

附件 10 航空电信

第 I 卷 无线电导航设施

第 II 卷 通信程序 — 包括具有 PANS 地位的程序

第 III 卷 通信系统

第 IV 卷 监视和防撞系统

第 III 卷 航空无线电频谱的使用

附件 11 空中交通服务

附件 12 搜寻与援救

附件 13 航空器事故和事故征候调查

附件 14 机场

第 I 卷 机场设计和运行

第 II 卷 直升机场

附件 15 航空情报服务

附件 16 环境保护

第 I 卷 航空器噪声

第 II 卷 航空器发动机的排放物

第 III 卷 飞机二氧化碳排放

第 IV 卷 国际航空碳抵消和减排计划 (CORSIA)

附件 17 保安：保护国际民用航空免遭非法干扰行为

附件 18 危险品的安全航空运输

附件 19 安全管理

如今,国际民航组织在《国际民用航空公约》的 19 个附件和 6 个空中航行服务程序(PANS)中管理着超过 12000 个国际标准和建议措施(SARPs)。国际民航组织成员国使用这些标准和建议措施及政策来确保其本地民用航空运行和规章符合全球规范,保证了全球每天 10 万多架次航班在世界各个地区安全、可靠地运行。

3.6.2 美国FAA的法规体系

3.6.2.1 FAA的发展历程

美国对民航飞机的适航管理萌芽于 20 世纪 20 年代,航空业领导人认为,如果联邦政府不采取改善和维持安全标准的行动,民航飞机将无法发挥其全部的商业潜力。在他们的敦促下,美国于 1926 年通过了《商业航空法(Air Commerce Act)》。这项具有里程碑意义的立法责成商务部新成立一个航空部门负责航空监管、促进民航发展、发布和执行空中交通规则、颁发飞行员执照、对飞机进行认证、建立航线以及运营和维护导航设施。

1934 年,美国商务部将航空部门改名为航空商务局(Bureau of Air Commerce),以反映航空对国家日益重要的地位。在商务部致力于推进航空发展的同时,许多备受瞩目事故的发生使商务部的监管能力遭到质疑。

1938 年,为了确保美国对航空安全的重视,时任总统富兰克林·罗斯福签署了《民用航空法(Civil Aeronautics Act)》,建立了独立的民用航空管理局(Civil Aeronautics Authority, CAA),同时组成航空安全委员会负责事故调查并提出预防方法。该立法还通过赋予 CAA 管制机票价格和分配航线资源的权力,扩大了政府在民航领域中的职能作用。1940 年,CAA 分拆为两个机构:新的 CAA(Civil Aeronautics Administration)回归商务部管辖,负责空管、飞行员资格认证、飞机取证、航空安全和航线开发; CAB(Civil Aeronautics Board)负责安全规则制定、事故调查和航空公司的运营管理。

1956 年发生了大峡谷空中相撞事件,联合航空和环球航空的两架飞机在非拥挤空域按目视飞行规则运行时相撞,乘客及机组人员共 128 人全部罹难,该事故暴露了当时空中交通管制方式的缺陷和不足。

1958 年,《联邦航空法(Federal Aviation Act)》颁布,联邦航空管理局(Federal Aviation Agency, FAA)正式成立并开始运营。

1966 年,交通运输部(Department of Transportation, DOT)成立,将 FAA 纳入其管辖范围。同时,联邦航空管理局更名为 Federal Aviation Administration,即现在 FAA 的全称。

同时，CAB 的事故调查职能移交给了新成立的美国国家运输安全委员会（NTSB）。

3.6.2.2 FAA的组织体系

FAA 隶属于美国交通运输部（DOT），除 FAA 外，DOT 的下属部门还包括：部长办公室（OST）、监察长办公室（OIG）、联邦公路管理局（FHWA）、联邦汽车运输安全管理局（FMCSA）、联邦铁路管理局（FRA）、联邦运输管理局（FTA）、海事管理局（MARAD）、美国公路交通安全管理局（NHTSA）、管道和有害物质安全管理局（PHMSA）以及圣劳伦斯海路开发公司（SLSDC）。

FAA 的组织体系由总部、地区办事处和地方机构所构成。

FAA 总部位于华盛顿，负责制定民用航空政策、颁布航空规章制度、处理国际民用航空事务、领导本系统内各地区办事处和地方机构工作。总部设有：机场部（ARP）；空中交通组织（AJO）；审核与评估办公室（AAE）；航空安全部（AVS）；总顾问办公室（AGC）；公民权利办公室（ACR）；商业航天运输办公室（AST）；通信技术办公室（AOC）；财务与管理办公室（AFN）；政府与产业事务部（AGI）；人力资源管理部（AHR）；下一代航空系统办公室（ANG）；政策、国际事务与环境部（APL）；安全和危险品安全部（ASH）。

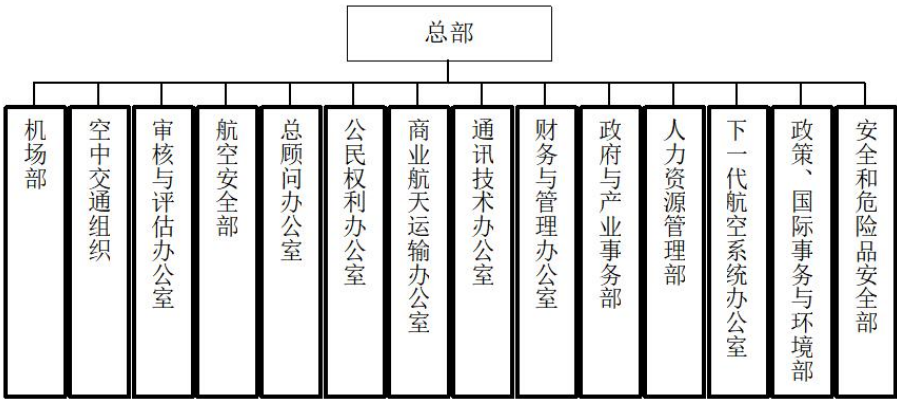


图 3-18 FAA 组织机构

其中，航空安全部（AVS）负责：航空器的认证；型号许可和持续适航管理；飞行员、机械员和其他与飞行安全相关人员的认证；美国民航运营及维修企业认证；制定法规。航空安全部（AVS）下设 8 个办公室，职能分别为：事故调查与预防、航空医学、空中交通安全监管、航空器认证（AIR）、飞行标准、质量整合与执行、法规制定、无人机系统（UAS）。

在美国本土，FAA 按照区域划分，共设置 9 个地区办事处（Alaskan、Central、Eastern、Great Lakes、New England、Northwest Mountain、Southern、Southwest、Western-Pacific），以管理本地区民用航空业务。其职能包括对辖区民航机构的指导和管理，以及审查、颁发各类合格证和人员执照等。

此外，还为以下部门设置多个地方机构：航空器认证办公室（ACO）、机场地区办公室、飞行标准地区办公室（FSDO）、制造及检验地区办公室（MIDO）、航空器评审部（AED）、国际飞行标准办公室（IFO）、认证管理办公室（CMO）、安全及危险品办公室、迈克·蒙罗尼航空中心、威廉·休斯技术中心。

其中，国际飞行标准办公室（IFO）负责授权外国航空运营人前往美国运营；批准维修计划和最低设备清单，授权外国航空承运人使用的美国注册飞机的其他业务；对进入美国的外国航空承运人进行监管；对 FAA 海外维修站进行认证和监督。IFO 共设置 4 个办事处，我国相关的业务范围由洛杉矶办事处和纽约办事处负责。

3.6.2.3 FAA 的法规体系

管理 FAA 事务的最高级别政府法律为《运输部法》，收录于美国法典第 49 卷（49 U.S.C.:Transportation），相应内容由 1958 年颁布的《联邦航空法（Federal Aviation Act）》重新整理而来，该法授权 FAA 对美国民用、军用航空产业及国家空域进行监督和管理。

FAA 法规条例载于《联邦法规汇编》14 篇（14 CFR）。法规由五卷组成，前三卷载有涉及联邦航空管理局的 75 项现行条例；第四卷涉及运输部部长办公室（航空诉讼）和商业航天运输；第五卷涉及美国航空和空间管理局（NASA）和航空运输系统稳定。法规可分为以下三类：行政管理、适航认证以及适航运营。FAA 法规条例也简称为 FAR（Federal Aviation Regulations），但因其与《联邦法规汇编》48 篇（Federal Acquisitions Regulations）存在缩写混淆风险，故而使用“14 CFR 第 xx 部”来标识具体条例。

表 3-10 FAA 法规组成

标题	卷	章	部	监管部门
标题14 (14 CFR) 航空航天	一	I	1-59	联邦航空管理局（FAA）
	二		60-109	
	三		110-199	
	四	II	200-399	运输部部长办公室（航空诉讼）
		III	400-1199	联邦航空管理局（商业航天运输）
	五	V	1200-1299	美国国家航空和空间管理局（NASA）
		VI	1300-1399	航空运输系统稳定委员会

《联邦法规汇编》共 50 篇（title），是美国政府参照《美国法典》的模式对联邦法规进行的编撰，其内容涉及多个领域，以联邦机构管理的内容作为分类标准。与《美国法典》相同，《联邦法规汇编》有些篇设有分篇（subtitle），每篇分为若干章（chapter），通常以法规颁发机构的名称为标题，有的章还设有分章（subchapter）；每章包含特定法规领域的若干部分（part），有的部分由于内容多，又分为分部（subpart）。每部则由包含具体法规

的若干节(section)以及段(paragraph)组成。按照内容的多少,联邦法规被整理成卷(volume)。

在 14 CFR 内包含的法规条目众多,涉及航空器适航管理的主要法规有三项:14 CFR 第 21 部 航空产品和零部件合格审定;14 CFR 第 43 部 维修、预防性维修、翻修和改装;以及 14 CFR 第 91 部 一般运行和飞行规则,其他适航管理相关法规均与这三部法规相关联。

其中,航空器维修涉及的条例如下:

14 CFR Part 1 定义和缩写

14 CFR Part 21 航空产品和零部件合格审定

14 CFR Part 23 适航标准:普通型、功能型、杂技型和通勤型飞机

14 CFR Part 25 适航标准:运输类飞机

14 CFR Part 27 适航标准:普通旋翼机

14 CFR Part 29 适航标准:运输类旋翼机

14 CFR Part 33 适航标准:飞机发动机

14 CFR Part 35 适航标准:螺旋桨

14 CFR Part 39 适航指令

14 CFR Part 43 维修、预防性维修、翻修和改装

14 CFR Part 45 识别和登记标识

14 CFR Part 47 飞机注册

14 CFR Part 65 认证:除机组人员以外的飞行相关人员

14 CFR Part 91 一般运行和飞行规则

14 CFR Part 119 认证:航空公司和商业运营人

14 CFR Part 121 运行要求:国内、挂旗和补充运行

14 CFR Part 125 认证和运行:座位容量为 20 人或以上,或最大载荷容量为 6000 磅或以上的飞机;以及相关机上人员规则

14 CFR Part 135 运行要求:通勤和按要求运行,以及相关机上人员规则

14 CFR Part 145 维修单位

14 CFR Part 147 航空器维修技术培训机构

14 CFR Part 183 管理人代表

除联邦航空条例外,FAA 也会针对某一特殊情况,发布具有时效性的特别联邦航空条例(SFAR)。其法规体系的支持性文件还包括咨询通告(AC)、适航指令(AD)、手册(Handbooks & Manuals)、航空情报(NOTAM)、指令和通知(Order & Notice)、政策

和指导文件（Policy & Guidance）、临时飞行限制（TFR）等。其中，适航指令和咨询通告最为常见。

适航指令（AD）：FAA 根据 14CFR 第 39 部分，为纠正在机体、发动机、螺旋桨或其他飞机部件中发现的缺陷和/或不安全状况，要求同型号所有飞机或部件必须采取的纠正措施。适航指令属于法规性文件（具有强制性）。

咨询通告（AC）：咨询通告不创造或改变任何法规要求，而是为用户遵守适航条例提供指导。咨询通告提供可以接受的方法、程序和做法等指导，以帮助用户满足条例要求。咨询通告还可能包含对航空界现有条例、其他指导材料、推荐方法或信息的解释。咨询通告属于非法规性文件（不具有强制性）。

3.6.3 欧洲EASA的法规体系

3.6.3.1 EASA 的成立

欧盟航空安全局（European Union Aviation Safety Agency, EASA）是欧盟的代理机构，受欧洲公法管辖，在民用航空安全和环境保护领域承担了特定的监管和执行任务。EASA 成立于 2002 年，其前身是联合航空局（Joint Aviation Authorities, JAA），EASA 的总部位于德国科隆。从 JAA 过渡到 EASA，使得欧盟相关法规的制定和执行取得了重大改进。此后，JAA 仅保留培训部门职能，现称为 JAATO。EASA 目前拥有 31 个成员国（英国在 2020 年 12 月 31 日脱欧过渡期结束后不再是 EASA 成员国），其中 27 个为欧盟成员国，4 个为非欧盟成员国。EASA 的主要职责包括：

- （1）法规制定：EASA 负责制定成员国内统一的民用航空安全法规、标准和程序，涵盖飞机设计、制造、维护、运营以及人员资质等各个方面并向欧盟和成员国提供技术咨询；
- （2）检查、培训并建立标准化程序，以确保所有成员国执行统一的欧洲航空安全法规；
- （3）航空器，发动机和零件的安全和环境型号认证；
- （4）认证第三方国家（非欧盟成员国）的飞机设计、生产和维护机构；
- （5）授权第三方国家（非欧盟成员国）的运营人；
- （6）针对欧盟境内的第三方国家的飞机安全性，协调欧盟计划 SAFA（外国飞机安全性评估）；
- （7）数据收集、分析和调查研究，以改善航空安全。

3.6.3.2 EASA 的组织体系

EASA 的组织体系包括：执行局（Executive Directorate）下设 4 个业务部门：战略与安全管理局（Strategy & Safety Management Directorate）、认证局（Certification Directorate）、

飞行标准局 (Flight Standards Directorate) 和资源与支持局 (Resources & Support Directorate)。

如图 3-19 所示：

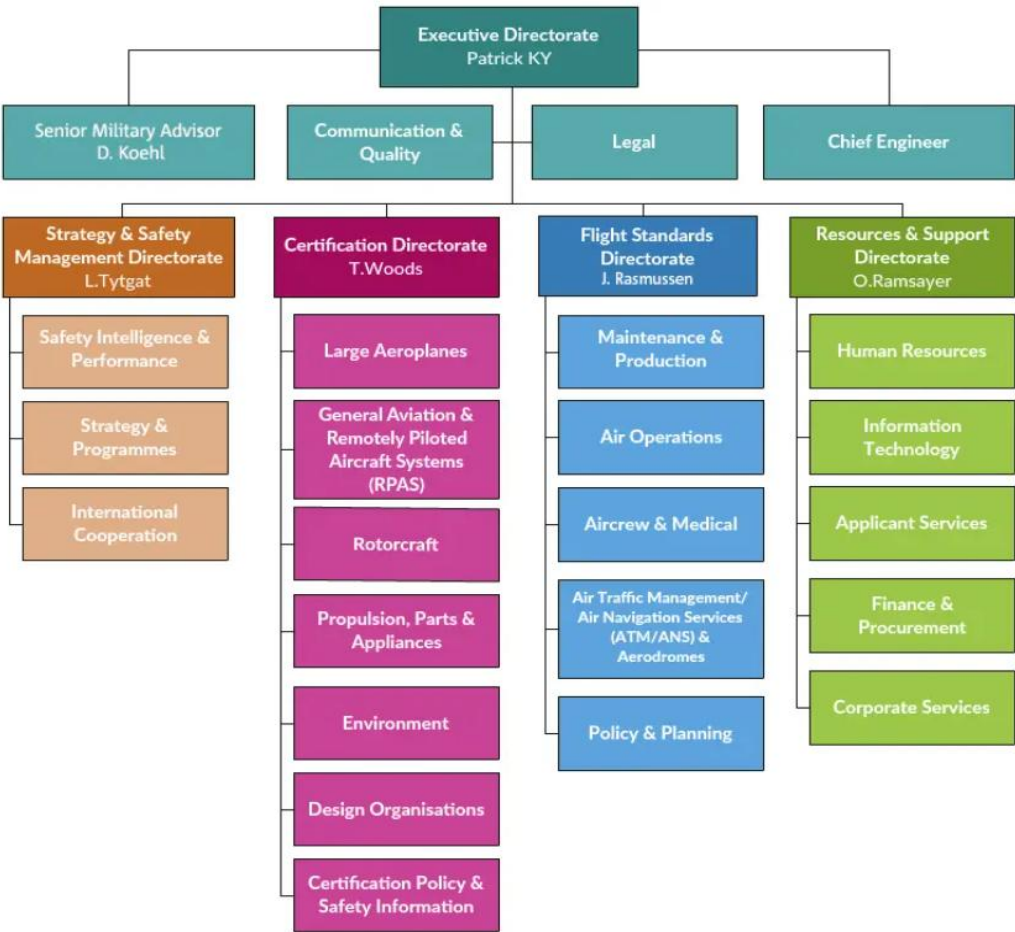


图 3-19 EASA 组织机构

其中，战略与安全管理局设有：安全情报与绩效部、战略与计划部、国际合作部；认证局设有：大型飞机部、通用航空及垂直起降（VTOL）部、环境与推进系统部、政策、创新与知识部、设计组织及 ETSO 部；飞行标准局设有：维修与生产部、飞行业务部、机组人员与医疗部；资源与支持局设有：人力资源部、信息技术部、关系与企业服务部、财务部。

3. 6. 3. 3 EASA 的法规体系

EASA 法规体系分为三层，第一层是基本法规（Basic Regulation），第二层是实施条例（Implementing Regulation），第三层是局方规则（Agency Rules）。

1.基本法规

2002 年 7 月 15 日，Regulation（EC） No 1592/2002 正式表决通过，该法规确立了欧洲民航领域的共同规则并建立了欧洲航空安全局（EASA）。基本法规具有强制性，适用于所有 EASA 成员国，它阐述了其成员国采用统一的民用航空规则的必要性，是 EASA 的第一次修订

本立法文件。EASA 成立以来，基本法规有过数次修改和更新，法规的管辖范围逐步扩大，EASA 的机构职责也随之增加。现行有效的基本法规为 Regulation (EU) 2018/1139，于 2018 年 9 月 11 日生效。

基本法规规定了对民用航空安全和环境可持续性进行监管的共同要求，它赋予了 EASA 权力以通过制定具体条例来实施该法规。

2. 实施条例

基于基本法规赋予的权力，EASA 针对民航各领域制定具体规章，经欧洲议会和欧盟理事会表决通过后，形成实施条例。与基本法规一样，实施条例也具有强制性。实施条例目前包括如下部分：初始适航、附加适航规范、持续适航、机组人员、航空运行、第三国运营人、空中交通管制/空中导航服务、空中交通管制员、空域使用要求、标准化欧洲空中规则、机场、无人机系统、上诉委员会、收费、处罚、标准化检查、安全性关键性能指标以及其他。

在 EASA 法规体系中，具体规章通常会有一个或多个附录。以航空器维修相关持续适航（Continuing airworthiness）规章为例，该规章的实施条例为（EU）No 1321/2014，用于阐述规章的合法性、修订历史以及某个民航领域的通用规则和要求；该规章共包含 5 个附录，用于说明具体可用的实施细则，分别是 Part-M、Part-145、Part-66、Part-147 和 Part-T。

3. 局方规则

局方规则包括符合性方法（Acceptable Means of Compliance, AMC）、指导材料（Guidance Material, GM）、认证规范（Certification Specifications, CS）等。

符合性方法（AMC）是局方发布的非强制标准，所有受监管人员和主管当局都可以使用 AMC，并可以认定其遵守基本法规和相应的实施条例。符合性方法代表了一种遵守规则的方法，但不是唯一的方法，用户也可以选择其他方式来证明自己对相关法规的符合性。

指导材料（GM）是局方编写的非强制材料，辅助说明一项要求或规范的含义，用于支持对基本法规及其实施条例、认证规范和符合性方法的解释。EASA 发布的符合性方法和指导材料的对象，一般是基本法规及其实施条例，例如 AMC and GM to Part-145。

认证规范（CS）是局方采用的非强制技术性标准，阐明了表明对基本法规及其实施条例符合性的方法，并且能被机构用于合格审定的目的。EASA 发布的认证规范，通常分为两个部分：一是审定规范，二是对该认证规范的符合性方法和指导材料。

为方便用户使用，EASA 还将实施条例及与其相关的局方规则混编成册，即便捷准入规则（Easy Access Rules），如与航空器维修工作相关的持续适航便捷准入规则（Easy Access Rules for Continuing Airworthiness），包含了涵盖 Part-M、Part-145、Part-66、Part-147 和 Part-T

的所有实施条例以及局方规则。

4.其他安全相关文件

EASA 其他安全相关文件包括强制和非强制持续适航信息，以及与操作、ATM/ANS、机场和冲突区域相关的安全文件。具体如下：

适航指令（AD）：EASA 发布的适用于相同型号设计的航空器，强制执行。

建议适航指令（PAD）：可以在 PAD 咨询期间向 EASA 提交意见和建议。

安全信息公告（SIB）：包含机场，适航性，ATM/ANS 和运行；国外设计安全咨询文件，如 FAA 未批准零件通知（UPN），FAA 特殊适航性信息公告（SAIB），FAA 运营人安全警报（SAFO），巴西民航局（ANAC）飞行警报和加拿大运输部民航安全警报等。

冲突区域信息公告（CZIB）。

第三部分 航空器维修基础

第 4 章 维修工作

上一章介绍的航空器维修法规和规范是本章介绍的维修工作的准则和依据，是用来定义维修工作标准、规范维修工作流程、保障维修安全底线，为维修工作划定红线，确保每一步维修操作都有章可循，目的是保障航空器的安全运行。本章介绍的维修工作是依据现行有效的 CCAR-145 部、CCAR-121 部等规章，其中所指的维修工作类别包括校验、改装、修理、翻修、航线维修、定期检修和其它维修工作类别，所指的维修项目类别包括机体、动力装置、螺旋桨、无线电设备、仪表、附件、特种作业以及民航局认为合理的其它项目。

4.1 维修技术文件

维修技术文件包含上一章介绍的维修法规和规范。维修技术文件中所包含的维修法规和规范是维修时“做什么”的法律约束；维修技术文件中的标准、规范和流程则是维修时“怎么做”的技术指南。维修技术文件包括局方批准的技术资料、航空器及其部件制造厂家技术资料、航空运营人的维修文件和维修单位的维修手册。本章节所指的维修技术文件是根据 CCAR-145R4 和《航空器及其部件维修技术文件》（AC-145-FS-008 R1）等的相关内容编写。

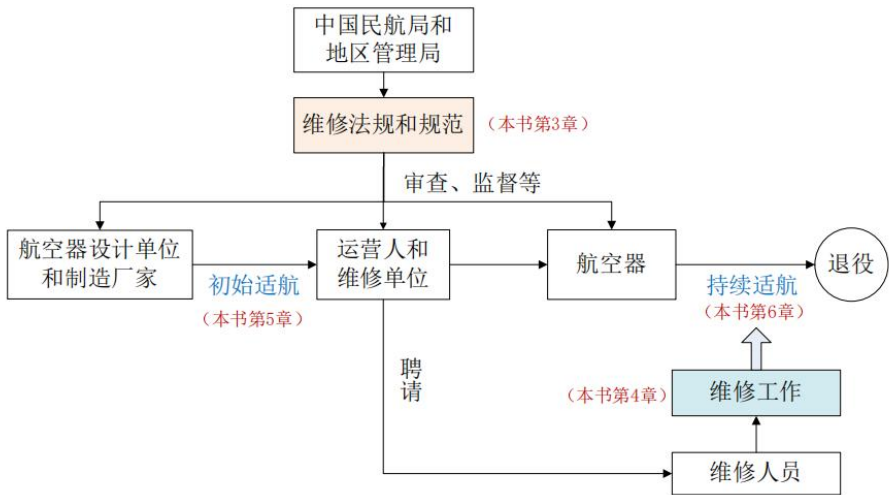


图 4-1 局方、维修法规、维修工作、适航等概念的关系示意图

4.1.1 局方批准的技术资料

局方颁发和提供与维修相关的文件有：中国民用航空规章（CCAR）、规范性文件（包括咨询通告（AC）、管理程序（AP）、管理文件（MD）、信息通告（IB）等）、适航指令（AD）等。

局方批准的持续适航技术资料包括：适航性限制项目（ALI）、计划维修要求（SMR）、审定维修要求（CMR）、主最低设备清单（MMEL）、结构修理手册（SRM）、重要修理和改装方案等。

4.1.2 航空器及其部件制造厂家技术资料

航空器及其部件制造厂家发布的维修技术文件包括如下适用文件：

- 1.航空器原制造厂家按照 CCAR-21 要求获得批准或者认可的持续适航文件 [具体可参考机型的航空器评审报告（AER）或者型号合格证数据单（TCDS）]；
- 2.航空器设计更改批准持有人按照 CCAR-21 要求获得批准或者认可的持续适航文件；
- 3.发动机、螺旋桨、部件制造厂家按照 CCAR-21 要求获得批准或者认可的持续适航文件，包括单独申请适航批准及结合航空器适航审定随机批准的情况；
- 4.航空器、发动机、螺旋桨、部件制造厂家基于其工程批准编制的服务文件；
- 5.航空器原制造厂家非公开发布，但基于协议提供授权用户的工程或者维修数据。

厂家持续适航性技术资料（厂家服务文件）包括：飞机维修手册（AMM）、原理图手册（SSM）、线路图手册（WDM）、故障隔离手册（FIM）、故障报告手册（FRM）、图解零件目录（IPC）、结构修理手册（SRM）、主最低设备清单（MMEL）、签派偏差指南（DDG）、外形缺损清单（CDL）、维修计划文件（MPD）、供应商手册（VM）、储存与恢复文件（SRD）、工卡（TC）等。

需要说明的是，适航性限制项目（ALI）是持续适航文件（ICA）的一部分，由厂家编写，局方批准。结构修理手册（SRM）也由厂家编写，局方批准，二者同属厂家持续适航性技术资料。重要修理和改装方案通常由航空运营人依据厂家提供的技术资料编写，由局方按照适航标准要求进行批准。

4.1.3 航空运营人维修文件

航空运营人（通常指航空公司）的维修文件包含维修工程管理手册、维修方案、技术资料等。维修工程管理手册规定了航空运营人维修工作的政策、目标、组织机构、职责分工以及维修工作的总体流程和要求等，为维修工作提供了宏观的管理框架和指导原则。与维修工作直接相关的内容主要是：维修方案（独立成册）、技术资料（工卡等）、维修和改装的执行三部分。

4.1.3.1 维修方案

包括对 AD、SB/SL、寿命件、时限件、特殊检验、检查或测试、润滑和勤务、MRBR、ALS/ALI/AWL、CMR、SSID（补充结构检查文件）、EWIS 共 12 类信息的识别、并确定第一次修订

维修任务类型（来源）和任务频次，CAAC 要求将必检项目（RII）列入维修方案；维修方案的目标是用最小经济成本确保航空器的固有可靠性和持续适航性；编制维修工卡时需将维修任务类型（来源）标出，便于维修人员执行和可靠性跟踪。维修方案还需规定维修任务所依据的技术资料。

航空运营人（航空公司）一般拥有若干种机型的机队，例如中国南方航空公司拥有波音 B737、B787，空客 A320 和中国商飞 C919 等机型。为了保证各种型号飞机的安全运行，飞机制造厂家会提供给运营人对应型号飞机（例如 C919）的维修计划文件（MPD），运营人收到 MPD 后，其所属的维修单位（例如中国南方航空股份有限公司工程技术分公司）按照 CAAC 的 CCAR-91、CCAR-121 部规章要求，依据 MPD 并结合该机型机队的实际技术状态和该型飞机的运营维护经验，编写一套关于该机型飞机的维修文件，这一套维修文件就是“飞机维修方案”。新编写好的“飞机维修方案”需要获得地方民航管理局或其委任代表批准后才能生效。

4.1.3.2 技术资料

技术资料包括维修资料和适航指令（AD），工卡是维修方案和技术资料的整合性文件。其中维修资料可直接采用厂家的持续适航资料（厂家服务文件），或由运营人自行编制（或授权维修单位编制，运营人批准）。维修资料包括用于航空器特殊维修任务（校水平和称重、千斤顶顶升、顶起和支撑、停放和系留、封存、牵引、滑行、发动机试车、增压、冬季运行、清洗等）方面的技术资料；还包括用于航空器维修方案内的计划维修、非计划维修、动力装置/螺旋桨维修等方面的技术资料。未列入维修方案的部件/设备维修通常直接采用厂家的部件修理手册（CMM）实施。

AD 作为技术资料，在运营人维修工程手册中有完整的闭环管理程序，即收到 AD→评估其对飞机运行的影响→制定相应的维修方案并予以执行→对执行效果进行监督与验证。通过这样一个完整的闭环管理程序，确保 AD 所要求的改进或维修措施能落实到位。通常情况下，工程指令（EO）是一种执行 AD、SB 时的特殊类别的工卡；非例行工卡（NRC）是一种执行非计划维修任务时使用的工卡。

4.1.3.3 维修和改装的执行

维修和改装的执行包括航空器维修、部件/设备维修和重要修理/重要改装三部分的程序。航空器维修包括计划维修、非计划维修、动力装置/螺旋桨维修三方面；其中鸟击、雷击、危险品泄漏、海鲜泄漏，硬/重着陆、飞越火山灰、尾部擦地、发动机超温、飘摆下降、剧烈颠簸、空中机动过载、超速、重失速抖振等重要事件的处置（非计划维修）要求需在维

修工程手册中单独规定，采用的特殊检验方法需在维修方案中规定。

部件/设备维修需航空运营人列出送修计划由维修单位执行；重要修理和重要改装需要建立单独的程序，通常采用厂家提供的技术资料，由局方批准或认可。

必检项目（RII）清单、记录和报告也是航空运营人维修手册的一部分。必检项目（RII）指的是在维修工作中，如果某项工作实施不正确或使用了不适当的零部件和材料，则可能会造成工作失效、机械故障或危及飞行安全。这些项目必须由授权的人员实施检查。

4.1.3.4 补充要求

工程技术部门应当具备符合如下条件的专业技术工程师队伍：

- 1.持有航空器维修人员执照，并且航空维修技术英语等级为4级（如制造厂家发布的持续适航文件为英文）；
- 2.具有在特定航空器或其部件上进行维修工作的年限达到五年或以上，其中从事工程技术工作至少两年以上；
- 3.熟悉对应航空器产品制造厂家发布的维修技术文件及相关的行业标准或者规范。

4.1.4 维修单位的维修手册

各航空运营人（航空公司）下属的飞机维修部门（如南航工程技术分公司等）或维修单位（如GAMECO、Ameco等）除了要落实局方规章和规范性文件，还要落实飞机所属航空公司层面的政策。航空运营人通过把局方的规章转化为自身的维修政策→将政策细化为可执行的流程，并在流程中明确出各部门的生产节点→将各生产节点编写出可量化、可操作的工作标准→然后把工作标准落实到员工实施的各个岗位→形成该航空运营人的维修技术资料。此外，通过运用安全管理体系（SMS）以及对不安全事件案例教训进行剖析等方式，梳理出各岗位员工工作流程中的风险源，并实施针对性的风险控制措施，以及识别现有手册中存在的漏洞并持续对其进行修订与完善。

维修单位在实施维修项目时，不但要满足适航规章的要求，还要满足航空运营人的要求，因此无论是维修方案、技术资料，还是维修和改装的执行，都需向航空运营人获取合法且有效的维修资料和技术资料。

4.2 典型维修单位的维修手册

维修手册是指一整套用于飞机及部附件维护/维修相关的手册体系，手册提供了维护/维修过程中的工作程序、标准和说明等其他相关信息，通过合格的维护/维修使飞机得以持续适航。

4.2.1 手册与适航关系

1. 手册与适航

适航是指航空器（含部件、系统）在全生命周期内符合适航标准的状态，包括初始适航和持续适航。初始适航解决航空器的“出生是否合法”，持续适航解决航空器“成长是否健康”。持续适航通过航空维修工作确保航空器“持续健康”。局方依据相关法规，通过审查和监督等手段，对航空器的初始适航和持续适航实施监管。

航空器的持续适航需要通过维修作业等活动来实现，维修作业必须严格依据维修技术资料（含手册、工卡等）执行。维修活动应遵循的法规包括国家法规、行业标准及局方发布的适航规章（如 CCAR-121R8、CCAR-145R4、CCAR-135R3、CCAR-136 等）、规范性文件及咨询通告等。同时还需符合维修单位和运营人的运行手册（如飞行运行手册、航空安全管理手册、工程技术手册）、管理程序及质量控制文件要求。维修技术资料作为维修作业的工作依据，为具体操作提供标准化程序与技术规范。

2. 对手册的要求

客户得到的维修技术手册应当有合法的途径，不能非法获取手册。维修工作中使用的手册必须最新有效且必须完整不能缺损不全。

4.2.2 手册的管理

客户对于维修技术资料中包含的手册必须严格按照规定进行控制和管理，得到手册后有责任和义务来管理好相关的手册，应在相关的程序管理文件对手册的管理有明确规定。

1. 手册有效性控制

手册的有效性需要定期核对。使用者有责任使用最新版本的手册，并在每次使用手册前核对版本的有效性。通常核对的频度为每三个月一次，可以通过制造厂家网站上手册的版次进行在线核对或者通过制造厂家的出版物索引核对，并且要保存好核对记录以便备查；如发现手册失效则要及时从制造厂家处索要到最新版手册，同时也要定期检查是否有临时修订，临时修订是手册完整性的一部分。

2. 手册的发放和借阅

手册可以通过内网访问或者直接下发的方式提供给手册的使用者，下发的手册除了最新有效外要确保手册的完整性，不能有缺页，纸板不能破损，并且要有下发清单和发放签字记录；手册要有借阅规定和审批流程以确保借出的手册得到有效控制和归还，要有借阅的签字记录，拷贝借出的手册要严格控制。

3. 手册的备份

电子版手册需要定期备份以便服务器上手册丢失时的恢复,备份后的硬盘或者光盘要远离服务器存放保管。

4. 手册存放要求

手册要存放在防潮、防火等干净的房间中,有效和失效的手册要分开存放并加以标识,对存放的手册要有专人负责。

5. 手册问题的反馈

由于种种原因,使用中的手册会出现各式各样的错误信息,使用者一旦发现手册错误要立即把信息反馈给手册管理部门,手册管理部门要把手册错误问题反馈给飞机或部件制造厂家并监控手册问题的最终解决。

4.2.3 ATA技术规范

4.2.3.1 概述

ATA 即美国航空运输协会(Air Transport Association of America),它是航空领域的商业协会,由众多跨国航空公司共同组建而成。该协会主要为航空公司制定飞行、航行运作以及技术方面的标准。ATA 规范是用于手册或资料编写、出版的规范性文件。其中 ATA 100 是航空产品技术资料编写规范,ATA 200 是综合数据处理规范、ATA 300 是航空产品包装规范、ATA 2100 是飞机保障数字化规范、ATA 2200 是航空维修资料规范、ATA 2300 是飞行操作数据交换规范等。在 2000 年,ATA 100 和 ATA 2100 合并,共同形成了 ATA 2200 规范。美国波音、欧洲空客、中国商飞的航空器技术出版物(手册体系)均采用 ATA 规范,但具体实施细节可能因机型、地域、历史版本或特殊需求存在一些差异。

美国波音所有现役机型(如 737、787 等)的技术出版物(如 AMM、WDM、FIM 等)均基于 ATA100 规范构建,章节编号、术语和图示与 ATA 标准完全一致。波音的电子技术出版物(如 MyBoeingFleet)采用 ATA 2200 规范,支持交互式操作和动态链接。

欧洲空客 A320、A350 等机型和中国商飞 C919 客机的技术出版物也完全符合 ATA 100 规范,章节划分(如第 28 章燃油系统)与波音手册结构兼容;按照欧洲适航当局(EASA)的要求,空客的手册可能有补充特定条款(如材料认证标准),核心框架仍以 ATA 为基础;中国商飞为符合中国市场需要,部分文档补充了中文注释或本地化适航条款(如高原机场运行维护指南),但整体结构仍为 ATA 框架。中国商飞 C919 客机的技术出版物全面 ATA 标准化,也标志着中国航空制造业在技术文档领域已融入国际体系。

ATA 2200 是技术出版物的一个标准和规范,如图 4-2 所示,规范中规定了手册的结构、内容、布局、出版及修订服务等。一些主要手册,例如 AMM/AIPC/CMM/TEM/ASM/AWM/

AWL/SRM/NDT 等都是按该规范来编写的。所以手册格式、分类、版面设计、页面印刷、编号、大小等都是标准化的。



图 4-2 ATA 2200 规范

4.2.3.2 系统章节划分

ATA2200 对各章进行了如下细分：

chapter 00 INTRODUCTION 引言

chapter 05 TIME LIMITS/MAINTENANCE CHECKS 时限/维护检查

chapter 06 DIMENSIONS AND AREAS 尺寸和区域

chapter 07 LIFTING & SHORING 顶升和支撑

chapter 08 LEVELING & WEIGHING 校水平和称重

chapter 09 TOWING & TAXIING 牵引和滑行

chapter 10 PARKING, MOORING, STORAGE & RETURN TO SERVICE 停放，系留，封存和恢复使用

chapter 11 PLACARDS AND MARKINGS 铭牌和标志

chapter 12 SERVICING 勤务

chapter 18 VIBRATION AND NOISE ANALYSIS 振动和噪声分析

chapter 20 STANDARD PRACTICES-AIRFRAME 标准施工—机身

chapter 21 AIR CONDITIONING 空调

chapter 22 AUTO FLIGHT 自动飞行

chapter 23 COMMUNICATIONS 通信

chapter 24 ELECTRICAL POWER 电源

chapter 25 EQUIPMENT/FURNISHINGS 设备/装饰

chapter 26 FIRE PROTECTION 防火

chapter 27 FLIGHT CONTROLS 飞行操纵

chapter 28 FUEL 燃油

- chapter 29 HYDRAULIC POWER 液压
- chapter 30 ICE AND RAIN PROTECTION 防冰防雨
- chapter 31 INDICATING/RECORDING SYSTEMS 指示/记录系统
- chapter 32 LANDING GEAR 起落架
- chapter 33 LIGHTS 灯光
- chapter 34 NAVIGATION 导航
- chapter 35 OXYGEN 氧气
- chapter 36 PNEUMATIC 气源
- chapter 37 VACUUM 真空
- chapter 38 WATER/WASTE 水/污水
- chapter 39 ELECTRICAL-ELECTRONIC PANELS AND MULTIPURPOSE
COMPONENTS 电—电子面板和多用途部件
- chapter 40 MULTISYSTEM 多系统
- chapter 41 WATER BALLAST 压载水
- chapter 42 INTEGRATED MODULAR AVIONICS 综合模块化航空电子系统
- chapter 44 CABIN SYSTEMS 客舱系统
- chapter 45 DIAGNOSTIC AND MAINTENANCE SYSTEM 诊断和维护系统
- chapter 46 INFORMATION SYSTEMS 信息系统
- chapter 47 NITROGEN GENERATION SYSTEM 氮气生成系统
- chapter 48 IN FLIGHT FUEL DISPENSING 飞行燃油分配
- chapter 49 AIRBORNE AUXILIARY POWER 机载辅助动力装置 (APU)
- chapter 50 CARGO AND ACCESSORY COMPARTMENTS 货物和附件舱
- chapter 51 STANDARD PRACTICES AND STRUCTURES – GENERAL 标准施工和结
构—概述
- chapter 52 DOORS 舱门
- chapter 53 FUSELAGE 机身
- chapter 54 NACELLES/PYLONS 短舱/吊架
- chapter 55 STABILIZERS 安定面
- chapter 56 WINDOWS 窗
- chapter 57 WINGS 机翼

- chapter 61 PROPELLERS 螺旋桨
- chapter 70 STANDARD PRACTICES - ENGINES 标准施工—发动机
- chapter 71 POWER PLANT 动力装置
- chapter 72 ENGINE 发动机
- chapter 73 ENGINE FUEL AND CONTROL 发动机燃油和控制系统
- chapter 74 IGNITION 点火系统
- chapter 75 AIR 空气系统
- chapter 76 ENGINE CONTROLS 发动机操纵系统
- chapter 77 ENGINE INDICATING 发动机指示系统
- chapter 78 EXHAUST 排气系统
- chapter 79 OIL 滑油系统
- chapter 80 STARTING 起动系统
- chapter 81 TURBINES 涡轮机
- chapter 82 ENGINE WATER INJECTION 发动机注水
- chapter 83 ACCESSORY GEARBOXES 附件齿轮箱
- chapter 84 PROPULSION AUGMENTATION 推力增强
- chapter 85 FUEL CELL SYSTEMS 燃料电池系统
- chapter 89 FLIGHT TEST INSTALLATION 飞行试验装置
- chapter 91 CHARTS 图表
- chapter 92 Electrical System Installation 电气系统安装

上面没有定义的章号为预留备用章号，其中 5-18 和 89 章为一般性工作，20-50 章为飞机系统，51-57 章为飞机结构，61-85、91-92 章为动力总成。

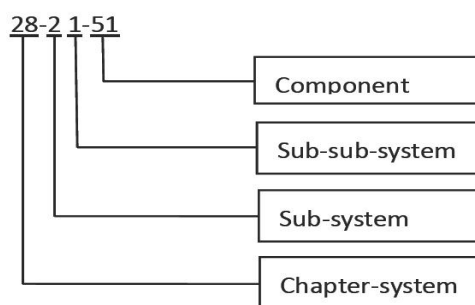


图 4-3 系统章节定义

除了章以外，对节也进行了细分。以图 4-3 所示 ATA 28-21-51 为例说明，ATA 章节分

为 6 位数，（例如 28-21-51），前 2 位数为章（定义为系统，28 为燃油系统），第 3 位数定义为子系统，前 3 位数由 ATA 2200 指定；第四位数为子系统中的分系统，第 5、6 位数为部件，后 3 位数由生产厂家自己指定。

下面以 ATA 29 章节细分情况说明 ATA 标准编码系统（SNS）的四层级结构，如图 4-4 所示，以红色代表系统的各个层次，第一层，表示系统章，如 29 为液压系统；第二层为节，即子系统，如 29-10 为主液压系统，29-20 为辅助液压系统；第三层为小节，即子子系统，如 29-11 为主液压的绿系统，29-12 为主液压的蓝系统，29-13 为主液压的黄系统；第四层为部件，如 29-11-17 为主液压绿系统中的发动机泵，29-11-21 为主液压绿系统中的空气储压器，29-11-32 为主液压绿系统中的释压活门。

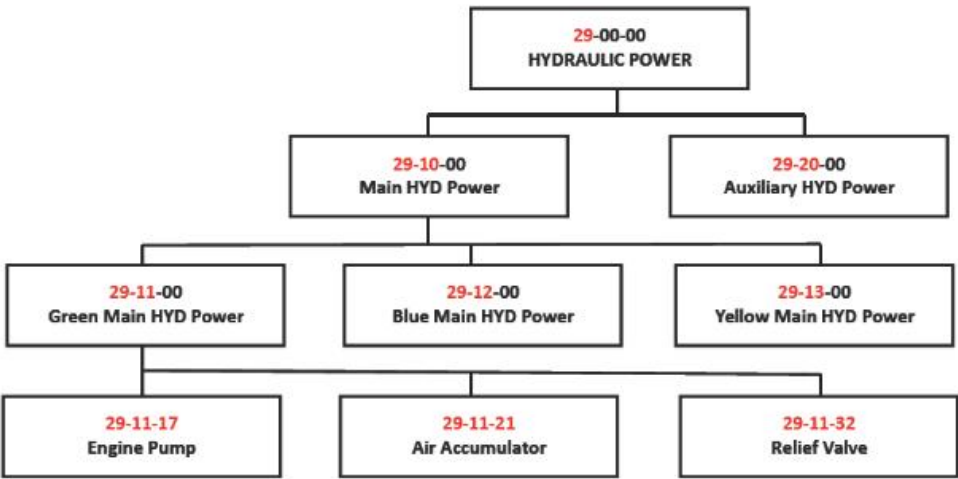


图 4-4 液压系统章节划分

4.2.4 手册的获取

制造厂家手册如何提供及提供哪些手册通常在购买飞机的合同中有相关条款，通常涉及三个制造厂家：飞机制造厂家、发动机制造厂家、零部件制造厂家。手册目前大部分为电子版格式，制造厂家通过光盘邮寄或者通过网站在线提供。

图 4-5 展示了制造厂家是如何向航空公司（客户）提供手册的：

1. 飞机制造厂家手册

在新飞机投入运行前，飞机制造厂家通常会向航空公司（客户）提供一整套手册，这些手册能满足维护计划文件（MPD）对飞机的各种维护/维修工作，如：AMM、TSM、IPC、AWM、SRM、TEM 等，这些手册也会包含发动机制造厂家、零部件制造厂家手册的有关内容，在日常的航线维护、定检、大修工作中会使用这些手册。

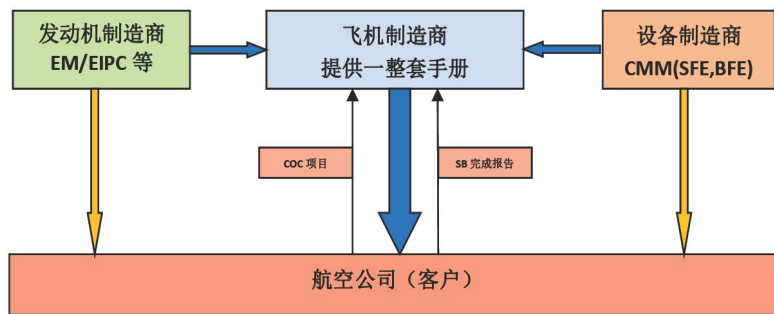


图 4-5 手册获取流程

2. 发动机制造厂家手册

发动机制造厂家向飞机制造厂家提供手册以便把发动机手册的相关内容加到飞机制造厂家手册中，如 AMM/IPC 的 70-80 章中内容大部分来自发动机制造厂家手册。此外，发动机制造厂家也会向航空公司（客户）提供发动机制造厂家的手册，如发动机手册（EM）/发动机零部件图解目录（EIPC）等，用于发动机的离位修理，如飞机进场大修等。

3. 零部件制造厂家手册

零部件制造厂家向飞机制造厂家提供手册以便把零部件制造厂家手册的相关内容加入飞机制造厂家手册中（包括 BFE 项目手册）；此外，零部件制造厂家也会向航空公司（客户）提供手册，这些手册主要用于零部件的离位修理，如零部件的翻修等。

4. COC 项目

客户发起的更改（COC - Customer Originated Change）是指飞机运行期间，如航空公司（客户）提出的更改若超出原厂设计范围（如加装新型卫星通信设备），需通过 STC（补充型号合格证）获得适航批准后才能实施更改。这类项目叫 COC 项目。

局方（如 CAAC、FAA、EASA）颁发的法规文件中，允许对已获得型号合格证（TC）的航空器进行非原厂设计的更改，但要通过 STC 适航批准。STC 批准相当于进行“改装合法性”认证，未经 STC 批准的更改属于非法改装，可能导致航空器适航状态失效。

COC 项目申请流程：航空公司（客户）提交更改方案→航空器原设计单位/维修单位评估可行性→申请 STC→局方适航审查认证→批准后才能实施更改。

COC 项目通常涉及的手册和文件包括：原厂设计与维护手册（TC、AMM、SB、SL 等），改装设计手册，STC，施工手册等。所有手册均需经局方批准，确保 COC 项目的安全性、合规性和可追溯性。需要说明的是，COC 项目属于航空公司（客户）加改装内容，相关的手册及修订由 STC 持有人负责。

5. 服务通告（SB）报告

服务通告（SB）通常由航空产品设计、制造厂家负责编写和发布。如果飞机制造厂家

发布服务通告（SB）要求改装，航空公司（客户）可直接执行，无需通过 COC 项目单独申请 STC。例如：波音 737MAX 针对两起空难暴露的 MCAS 防失速系统设计缺陷，波音发布服务通告（SB），要求全球运营商更新 737MAX 飞行控制软件逻辑，增加飞行员手动干预权限，并修订培训手册。

服务通告（SB）报告是指航空公司（客户）在完成服务通告（SB）相关内容后飞机的构型可能会发生变化，所以对应的手册也应该做修订，这就需把 SB 完成状态信息报告给飞机制造厂家，以便飞机制造厂家对手册进行修订，使手册内容与飞机的实际构型一致。

飞机制造厂家、发动机制造厂家、零部件制造厂家对其手册拥有版权，用户严禁私自外传手册或者提供给其他用户，用户要有相关的规定对手册进行控制和管理。

4.2.5 手册的分类与修订

4.2.5.1 手册的分类

将维修技术资料中包含的手册进行分类，有利于查找使用、提升维修效率、确保维修质量、助力人员培训以及满足管理与法规要求等。飞机手册通常有两种分类方式：一是按使用对象和定制化程度分类，二是按用途和功能分类。

1.按使用对象和定制化程度分类，手册可以分为以下几类：

（1）客户化手册：手册包含的信息只适用于某一特定的客户或航空公司，通常在光盘或者内容上有客户代码，有效性以 FSN（机队序列号）表示。常用的客户化手册有飞行机组操作手册（FCOM）、主最低设备清单（MMEL）、快速参考手册（QRH）、飞机维修手册（AMM）、排故手册（TSM）、图解零件目录（IPC）、飞机原理图手册（ASM）、飞机线路图手册（AWM）、飞机线路图清单（AWL）等。客户化手册通常专用于某一客户或航空公司的机队。

（2）机型手册：手册包含的信息适用于所有航空公司的一个或多个机型，通常在光盘或者内容上有机型，有效性以 MSN（生产序列号）表示。常用的机型手册有结构修理手册（SRM）、无损检测手册（NTM）、飞机适航性限制手册（AC）、飞机恢复手册（ARM）等。机型手册用于某种机型系列，同一机型不分客户都能使用。

（3）通用手册：手册信息适用于所有航空公司的所有机型，常用的通用手册有标准电子施工手册（ESPM）、标准手册（SM）、消耗材料清单（CML）、工艺和材料规范（PMS）等。通用手册用于所有的机型，如空客的 ESPM/PMS 等可用于空客的所有飞机。

2.按用途/功能分类，手册可以分为六大类：①飞行类手册、②维护类手册、③结构修理类手册、④大修类手册、⑤工程类手册、⑥其他类手册。

4.2.5.2 手册的修订

手册是按照 ATA 规范编写出版的, ATA 规范对手册的修订有明确要求, 对常用手册要定期进行修订。飞机制造厂家、发动机制造厂家手册通常为定期修订, 如 A320 AMM/IPC/TSM/AWM/SRM 每 3 个月修订一次, V2500 EM/EIPC 每 3 个月修订一次; 其他手册定期修订或按需修订, 如空客 PMS 每年修订一次, 零部件制造厂家手册 CMM 通常按需修订; 在两次正常修订改版之间, 如某些手册中可能影响到飞行或维护安全, 或影响到飞行操作的内容需要更改, 则颁发临时修订, 临时修订的内容将编入下一次正常更改版当中。

4.2.6 按用途/功能分类的手册介绍

4.2.6.1 飞行类手册

1. 飞行手册 (Flight Manual, FM): 飞行手册是飞行时的参考手册, 该手册不能直接用于机组人员操作飞机, 手册反映了飞机交付时的构型, 是飞机量产前获取型号合格证 (TC) 的适航取证手册。手册的附录中包含了“构型缺损清单 (Configuration Deviation List, CDL)”, CDL 是航空公司编写“放行标准手册”的依据之一。

2. 机组操作手册 (Flight Crew Operation Manual, FCOM): 是指导机组人员安全驾驶航空器的标准化技术文件, 内容涵盖正常操作程序、性能数据、应急处置和适航限制等, 为机组提供有关飞机操作、技术、程序和性能特性等所有必要信息, 以便机组安全有效地操作飞机, 包括在地面和空中的正常、非正常和应急状态下。内容包括:

FCOM1: 系统描述—对飞机系统描述 (CHAPTER 1)

FCOM2: 飞行准备—性能信息加上装载数据 (CHAPTER 2)

FCOM3: 飞行操作—操作程序、技术和性能信息 (CHAPTER 3)

FCOM4: FMGC 飞行指南—FMGC 使用程序指南 (CHAPTER 4)

3. 快速检查单 (Quick Reference Handbook, QRH): 是机组人员在应急情况下执行关键操作的简明指南, 以标准化流程确保快速响应和安全处置, 内容通常只包含紧急或异常情况下需要立即采取行动的关键步骤和检查单。

4. 主最低设备清单 (Master Minimum Equipment List, MMEL): 是由制造厂家制定并经适航批准的文件, 明确规定了航空器在特定条件下允许存在不工作设备时的运行限制与安全要求, 通过限定失效设备数量、规定替代程序或维护措施, 确保飞机在不影响适航性和飞行安全的前提下完成必要飞行任务。手册反映了飞机交付时的构型及加改装后的构型。手册规定了飞机的离场条件包括要完成的维护程序 (M) 和操作程序 (O)。航空公司必须根据主最低设备清单 (MMEL) 并根据公司的政策及飞机的状态来编写自己的“最低设备清单

(MEL) ”。

航空公司编写的放行标准手册由最低设备清单 (MEL) 和构型缺损清单 (Configuration Deviation List, CDL) 两部分组成。

5.载重平衡手册 (Weight and Balance Manual, WBM)：是指导机组人员及地面人员确定飞机重量分布、计算重心位置并确保符合适航标准的重要技术文件，通过提供重量限制、装载方案及配平调整方法，保障飞机在飞行中保持安全平衡状态，避免因超载或重心偏移导致的操纵性下降、结构损伤或燃油效率降低，同时确保符合运营规范与安全法规要求。手册提供飞机的一些通用数据、载重平衡限制以及有关飞机载货量的详细信息；提供飞机交付时的载重平衡报告和载重检查单。通过手册提供的信息，航空公司编写自己的载货说明和重量平衡表和称重报告。

6.乘务员操作手册 (Cabin Crew Operation Manual, CCOM)：手册提供飞机标准构型下由乘务员所操作的设备的说明信息、操作使用，功能恢复指导，提供了在正常、非正常和应急飞行时操作方法。

4.2.6.2 维修类手册

维修类手册与一线维修人员的工作直接相关。在民航局推进的维修作风建设中，鼓励维修人员争做“手册型员工”，所指的手册主要就是维修类手册，“手册型员工”体现了工作的合规性原则，要求维修人员所有操作必须与手册中的步骤、参数、工具要求完全一致。

1.飞机维修手册 (Airplane/Aircraft Maintenance Manual, AMM)：提供了飞机维护必要的说明和程序以满足飞机的持续适航，以及航空器各系统及部件的维护程序、检查方法、故障隔离步骤和修理规范，涵盖航线维护、定检维护及部件更换等操作指南。该手册为维修人员提供飞机概述性资料（如区域、站位、发动机危险区、结构尺寸、勤务等）、系统和安装说明（如系统基本组成和工作原理、各部件的功能、部件的工作原理等）、使用和操作说明，以及维护程序。是维修人员执行维护任务的最主要依据。

维护程序包括：计划的维护程序 (MPD)、非计划的维护程序（如硬着陆）、非例行维护程序（如来自 MMEL/CDL 程序）、排故程序（来自 FIM 或 TSM），AMM 中提供了 MPD 中对应的所有 TASK（工卡）。TASK 内容覆盖拆卸/安装、解除/恢复、调节/测试、清洁/喷涂、检查/检验、勤务、批准修理等程序。

维修人员在使用手册过程中，要注意内容的有效性和完整性，工作前要阅读 TASK 的“警告”“告诫”“提示”信息，要严格按照 TASK 的程序和步骤完成维护/维修工作。

2.故障隔离/排故手册 (Fault Isolation Manual, FIM) / (Trouble Shooting Manual, TSM)：

波音公司和中国商飞提供的手册称为 FIM，空客公司的称为 TSM。该手册用于对飞机系统故障的隔离和排除，包括机组报告和维修人员发现的故障。手册通过逻辑化流程引导维修人员快速定位并排除飞机系统故障，内容包含故障代码索引、症状分析、排查流程、测试步骤与方法、部件更换建议、系统原理图与历史维护记录等。维修人员通过故障代码或者根据故障描述，查询索引找到故障对应的隔离程序，然后按照隔离的步骤顺序执行，最后排除故障。

3.零部件图解目录（Illustrated Parts Catalog, IPC）：用于提供航空器部件装配、更换的上一级/下一级装配件（零件）关系的图解及其对应的零部件目录，并提供零部件识别、供应、储备和领取的索引。列出每一个可以分解、修理、重新装配或替换的具体零件。详细零件目录列出零部件件号以及有关该部件件号的信息，如互换性（单向或双向）、适用性、供应商代码、技术规范、尺寸、安装数量、位置等。在维护/维修过程中更换机上部件时要使用此手册查询相关件号，使用中要注意有效性、互换性、等效替代的条件。该文件帮助维修人员快速识别部件外观、确认型号规格，同时为航材管理、备件采购提供直观依据。

4.系统简图手册/飞机图解手册（System Schematics Manual, SSM）（Aircraft Schematics Manual, ASM）：波音公司提供的手册称为 SSM，空客公司的称为 ASM。该手册提供电子电气系统的方块图、简图、原理图用于理解整个系统和系统之间的接口和相互连接关系，帮助排查和维护工作。方框图是对系统总体概述，也包括部件的位置；简图是对某一功能的一般描述；原理图是对整个系统功能的描述，以及与其他设备系统的关联。

5.线路图手册（Wiring Diagram Manual, WDM）/飞机线路图手册（Aircraft Wiring Manual, AWM）：波音公司提供的手册称为 WDM，空客公司的称为 AWM。该手册用于提供航空器电子电气线路的图解，并对相应的电路进行详细的描述，供维修过程中对相关系统进行排查和维修时使用。给出的连接信息包括：区域数据；线号、类型、规格、走向；导线束布线（以区域/功能排序）；（线路）板（VU/VE）；天线位置等。某些线路手册还包含有各种清单，如设备清单、导线清单、连接清单等。线路图手册是排除线路故障时的重要参照手册。

6.线路标准施工手册/电气标准施工手册（Standard Wiring Practices Manual, SWPM）（Electrical Standard Practices Manual, ESPM）：波音公司提供的手册称为 SWPM，空客公司的称为 ESPM。该手册提供飞机线路维护工作中需要的重要数据和环境、修理导线及导线终端需要的工具、设备和修理方法等相关内容。包括电插头/插钉/导线/电缆修理、更换的说明、程序和标准。维修人员在更换导线、插头、插钉时要严格按此手册中的程序进行。在某些飞机手册中，线路标准施工手册的内容是线路图手册（WDM）的一部分。

7.最低设备清单（Minimum Equipment List, MEL）：是航空公司依据 MMEL 制定的运行文件，是飞机放行的重要依据，用于规定飞机在特定条件下允许存在不工作设备时的放行标准与操作限制。MEL 的操作限制包含：维护程序（M）标记，表示飞机带故障/缺陷放行时，为合理配置飞机而必须采取的措施，通常由维修单位和维修人员执行；操作程序（O）标记，表示飞机带故障/缺陷飞行时，须对正常的机组飞行操作程序进行修改或补充。

例：在某航空公司维修手册中关于 MEL 的表述为：“依据 MEL 第 3.2 条，当某设备标注（M）时，维修人员需完成《维护程序手册》第 5 章规定的检查后放行；标注（O）时，机组应执行《飞行运行手册》第 7 章的监控程序。”

8.外形缺损清单（ Configuration Deviation List, CDL）：是指航空器允许缺损机体或者发动机次要零部件继续飞行的清单，通常作为飞行手册的单独附录。

9.维修计划文件（Maintenance Planning Document, MPD）：是由航空器制造厂家制定并经适航当局批准的基础文件，用于指导航空公司（客户）确定飞机各系统和部件的维护任务、检查周期及维修要求等。包含根据 MRB/ALS/AD/ASB 等文件要求提供的大部分间隔维修工作任务。该手册是航空公司（客户）编写“维修方案”的重要参考之一，维修方案是飞机维护/维修的依据，需经局方批准方可使用。

10.飞机恢复手册（Aircraft Recovery Manual, ARM）：用于指导维修人员在完成飞机重大维修、结构损伤修复或停场维护等复杂维修项目后恢复适航状态的标准化流程，内容涵盖详细的检查程序、测试方法、部件校准要求及最终验证步骤。

11.工具设备手册（Tool and Equipment Manual, TEM）：提供用于飞机勤务、修理、排故所需特种工具和地面设备的相关信息。手册主要用于查询工具设备信息及订购工具设备。

12.消耗性材料清单（Consumable Material List, CML）：列出了飞机、部件维护修理时使用的消耗性材料信息。在日常维护/维修中如涉及消耗性材料则需要用此手册来查阅相关信息。

4.2.6.3 发动机类手册

1.发动机手册（Engine Manual, EM）：是由发动机制造厂家编写并经适航当局批准的技术文件，用于未安装在飞机上的发动机维护，规定了航空发动机的维护、检查、故障诊断、修理及部件更换的标准化程序，内容涵盖结构分解、性能测试、润滑系统维护、部件寿命限制及紧急排故指南等，是维修人员执行发动机定期维护、航线检修和深度维修的依据。

2.发动机装配手册（Power Plant Buildup Manual, PBM）：是由发动机制造厂家编制并经适航当局批准的技术文件，用于未安装在飞机上的发动机维护，提供航空发动机及其附属

系统的装配、拆卸、部件组装与调试的详细分步程序，涵盖部件定位要求、紧固件扭矩标准、系统校准方法、密封工艺及安全操作规范，用于指导维修人员在发动机大修、部件更换或改装过程中严格遵循设计标准完成机械与系统集成，确保发动机结构完整性、性能参数及适航性符合型号认证要求。

4.2.6.4 结构类手册

1.结构修理手册（Structure Repair Manual, SRM）：用于指导飞机结构损伤（如裂纹、腐蚀、凹痕等）的评估、修理及验证流程，涵盖金属与复合材料结构的修理方案、材料选择标准、工艺规范、紧固件安装要求及最终检查程序，确保维修后的结构强度、密封性及适航性符合型号设计标准。飞机结构损伤如没有超标则按结构修理手册进行修理，如结构损伤超标则必须报飞机制造厂家批准才能进行修理。

2.无损探伤手册（Non-Destructive Test Manual, NDTM）：用于规范飞机结构、部件及材料的无损检测（NDT）流程，涵盖超声波检测、射线检测、磁粉探伤、渗透探伤等方法的操作标准、设备参数、人员资质要求及缺陷判据，确保在不破坏检测对象的前提下识别内部或表面缺陷（如裂纹、腐蚀、分层等），为维修决策提供数据支持。

3.腐蚀防护手册（Corrosion Prevention Manual, CPM）：手册规定了飞机结构及部件的腐蚀预防、检测与控制程序，涵盖腐蚀类型识别、防护材料选择、表面处理工艺、密封剂应用、定期检查周期及腐蚀损伤修复方法，适用于机身、机翼、起落架等易受环境侵蚀的关键部位。手册明确腐蚀防护的操作标准（如清洁频率、涂层维护）和检测技术（如目视检查、电化学测试）等。

4.2.6.5 大修类手册

1.翻修手册（Overhaul Manual, OHM）：用于指导飞机部件（如发动机、起落架、液压系统等）达到使用寿命或损伤后的深度修复与翻新流程。内容涵盖部件分解、损伤评估、可修复性判断、修理工艺（如焊接、机加工）、部件更换标准、组装与测试要求，以及适航性验证方法，确保翻修后的部件恢复原设计性能并符合型号认证标准。文件包括：操作步骤、工具设备、材料规格及人员资质要求。

2.部件修理手册（Component Maintenance Manual, CMM）：提供与部附件修理相关程序和说明。包括原理 / 功能和操作说明、测试和校验程序、修理和翻修程序、材料和工艺规程等。零部件在离位翻修等修理时需要按 CMM 手册中相关程序进行修理。CMM 手册通常由零部件供应商提供，手册要按规定进行控制和管理。

3.管路修理手册（Duct Repair Manual, DRM）：用于指导维修人员进行飞机液压、燃

油、气动等管路系统的损伤评估、修理及验证流程。手册涵盖管路泄漏检测、裂纹修复、部件更换、密封工艺及压力测试等操作规范，明确材料选择标准（如管材类型、密封剂型号）、连接方式（如焊接、法兰安装）及工具使用要求，确保维修后的管路系统密封性、承压能力及适航性符合设计标准。

4.燃油管路修理手册（Fuel Pipe Repair Manual, FPRM）：提供对从飞机上拆下的燃油管路修理数据和程序。

5.钢索装配手册（Cable Fitting Manual, CFM）：提供更换机械操纵钢索必要的操作和数据信息。

4.2.6.6 工程类手册

1.工艺材料规范（Process Material Specification, PMS）：提供与飞机构件有关的制作工艺、材料、材料处理指导信息。在航空公司（客户）制造自制件时会用到此手册。

2.电气负载分析（Electrical Load Analysis, ELA）：提供飞机各系统在飞机不同飞行阶段和构型下使用的工作/最大电气负载。在进行 STC 等加改装时会用到此手册。

3.飞行数据记录参数库（Flight Data Recorder Parameter Library, FDRPL）：用于检索和解码下面的数据：所有传送到 FDIU（飞行数据接口组件）的数字和离散数据、飞行数据记录器的数据帧、飞机状态监控系统（ACMS），电子专业维修人员在对飞行数据记录器译码时会用到此手册。

4.ECAM 系统逻辑数据（ECAM System Logical Data, ESLD）：提供计算机输入数据和类型、ECAM 系统逻辑、警告和状态信息、信息颜色和飞行阶段信息的抑制等。

5.标准手册（Standard Manual, SM）：提供标准件相关的标准信息。在查询空客标准件信息时使用此手册。

6.各类图纸（DRAWING）：在线提供各类图纸，通常包括 Mechanical（机械图纸）、Tool（工具图纸）、Repair（修理图纸），图纸都以在线使用的方式提供给航空公司（客户）。

4.2.6.7 其他类手册

1.飞机检查报告（Aircraft Inspection Report, AIR）：用于查询飞机交付时的状态，以便追溯选定的装配件、主要设备以及飞机交付时的改装状态。

2.动物运输手册（Live Animal Transportation Manual, LTM）：提供诸如货舱尺寸、气流变化率等飞机数据，以及合适的装卸动物的参考方法和指导。

3.运输手册（Transportation Manual, TM）：提供货舱门尺寸、载货量等信息用于装运空客的备件，也提供特殊集装箱的图解尺寸用于装运大备件。

4. 供应商信息手册（Vendor Information Manual, VIM）：提供主要设备供应商的联系信息。

随着科技和互联网的发展飞机制造厂家提供了交互式数据库手册系统，它查询快速，手册间的超链接大大方便了工作者的查阅，极大地提高了工作效率。

空客公司交互式数据库手册系统称为AirN@v3/AirN@v-X；波音公司交互式数据库手册系统称为Toolbox。

4.2.7 工程类技术文件

飞机交付后，飞机的持续适航由航空公司（运营人）负责，在飞机运营期间如发现飞机、发动机、部附件存在缺陷或者加改装升级等则通过以下方法通知航空公司（运营人），航空公司（运营人）需要对相关文件进行评估处理以纠正缺陷或者完成加改装等。

1. 服务通告（Service Bulletins, SB）

SB 是飞机制造厂家颁布服务通告以建议航空公司（运营人）对在役飞机进行改装或检查，一般要求执行是非强制性的。

服务通告案例：ARJ21-700 飞机机身紧固件检查与安装

服务通告编号：SB-A21-53-0189-R00

发布时间：2024 年 6 月 21 日

涉及问题：因制造质量疏漏，ARJ21-700 飞机机身 SD913.88 框左侧 15、17 长桁之间存在紧固件漏铆现象，可能影响机体损伤容限。

措施及结果：要求运营商在 4000 飞行循环/小时内完成紧固件检查与补装。该服务通告被中国民航局（CAAC）引用为适航指令（CAD2025-AJ21-01），成为强制性措施。

紧急服务通告（Airworthiness Service Bulletin, ASB）是一种特殊形式的需要引起紧急关注的服务通告，其要求的措施一般有完成整改的时间节点，需要在 ASB 颁布后几个星期或几个月内完成；有限定范围，一般指定适用的飞机注册号或批次；一般情况下 ASB 的执行是强制性的。

2. 厂家服务通告（Vendor Service Bulletins, VSB）

厂家服务通告（VSB）由发动机、部件制造厂家颁布，通知飞机制造厂家/航空公司/用户有关部件的改装。

3. 信函（Service Information Letter, SIL）

提供非紧急性质的技术信息。信息涉及产品的改进，维护及运行，通用的信息或政策（如 SB 器材包的价格政策，SB 报告政策等），强调已编入或即将编入技术手册中的技术信息等。

4. 用户信息电传（Operator Information Telex，OIT）

传递需要快速通知客户但不需要实施特别措施的信息。通知客户在维护运营中发生的重要事件以引起特别关注。

5. 所有用户电传（All Operators Telex，AOT）

由于重要的事件或异常发现，可能会影响到适航或对用户的运营产生严重影响，飞机制造厂家颁布 AOT 以建议采取非常紧急的措施，此措施将于收到 AOT 起在限定日期内执行。

4.2.8 适航指令（AD / CAD）

适航指令（Airworthiness Directive，AD）是由局方发布，针对在民用航空产品在使用过程中出现的不安全状态所采取的一种强制性检查要求、改正措施或使用限制。适航指令必须在期限内按指令规定的要求完成。

适航指令案例：空客 A350 引擎零部件故障

背景：2024 年 9 月，欧洲航空安全局（EASA）针对罗尔斯·罗伊斯遄达 XWB-97 发动机发布紧急适航指令，源于某航司一架 A350-1000 客机因引擎零部件故障折返香港。

原因：发动机翻新过程中的清洁工艺可能导致燃油歧管主燃油软管降解，存在起火风险。该故障为全球首例，涉及所有配备同款发动机的 A350 客机。

措施：要求航司检查并更换相关部件。该航司已提前完成旗下 48 架 A350 的检查，其他航司需同步执行。

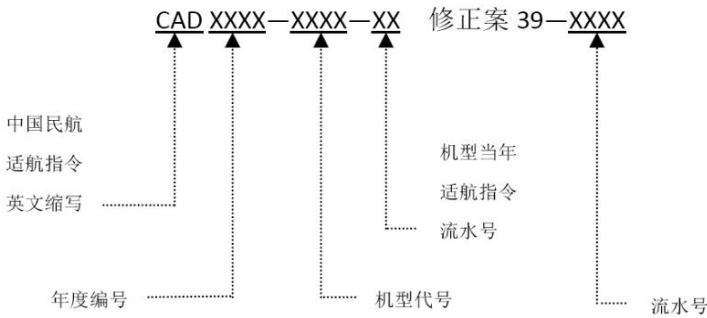


图 4-6 CAD 指令编号方法（CAD2005-B737-08，修正案 39-4950）

中国民用航空局颁发的适航指令的编号开头是（CAAC Airworthiness Directive，CAD），依据《民用航空器适航指令规定》（CCAR-39AA）和具体实施规范文件 AP39-AA-2023-01R2，局方根据规章所描述的航空产品（包括航空器、发动机、螺旋桨及机载设备）出现任一不安全情况颁发适航指令，明确要求民用航空产品在未满足所有有关适航指令的要求之前，任何人不得使用。每一份适航指令均有统一的编号，CAD 指令编号方法如图 4-6 所示。在适航指令的评估和处理过程中，如果出现相关联的其他 AD（如 FAA 或 EASA 颁发的）和 CAD 第一次修订

之间内容或要求存在差异，应以 CAD 为准。

CAD 适航指令案例：中国民航局对波音 737 MAX 发布的适航指令

2018 年至 2019 年，波音 737 MAX 系列飞机因机动特性增强系统（MCAS）缺陷导致印尼狮航和埃塞俄比亚航空两起重大空难，使该系列飞机全球停飞、整改，中国民航局于 2019 年 3 月率先停飞国内所有 737 MAX 飞机（共 96 架）。波音经过两年多的整改和审查，中国民航局于 2021 年 12 月 2 日发布《机动特性增强系统（MCAS）不安全状态的改正》适航指令（CAD2021-B737-01），确认波音的整改措施有效，为该机型复飞提供法规依据。

4.2.9 工程指令（EO）

工程指令（Engineering Order, EO）是用于对航空器、发动机或零部件实施专门的检查、改装更换以及修理等非例行维修工作的指令，是航空运营人根据 AD（适航指令）、SB（制造厂家服务通告）、SIL（服务信函）、AOT（电传）等经航空公司（客户）工程部门评估需要执行的工程文件，是未加入航空运营人维修方案的航空器维修任务的特殊类型工作单卡，维修单位以此为依据完成飞机、发动机、部件的改装或检查工作。

4.2.10 工作单/卡

工作单/卡依据维修方案/维修要求工作单、飞机制造厂提供的原版维护工作单/卡、飞机维修手册（AMM）、维修计划文件（MPD）、飞机零部件图解目录（IPC）、部件修理手册（CMM）、大修手册（OHM）、适航文件等编写的可执行文件。工作单/卡是航空运营人或者维修单位执行维修任务的具体、详细工作记录，可以分为例行工卡和非例行工卡，维修工作人员必须严格按照工作单/卡完成工作并在工作单/卡上签字，签字要求干完一项签署一项。

4.3 航空维修工作概述

典型的航空维修工作场景：一架飞机降落停场后，地面勤务人员负责拖拉飞机、加油、清洁（地面勤务）、补水等；航线维修人员检查飞机外观、起落架和液压系统等；如果飞机已飞行满 500 小时，由定期检修人员进行 A 检（定期检修）等。

航线维修、定期检修、飞机地面勤务有什么不同？依据现行有效的CCAR-145部定义：

航线维修是指根据相应技术文件的要求对航线运行中的民用航空器进行的例行检查和故障、缺陷的处理。

定期检修是指根据相应技术文件的要求，在民用航空器或者其部件使用达到一定时限时进行的检查和修理。

下列一般勤务工作不视为航线维修：

- 1. 民用航空器进出港指挥、停放、推、拖、挡轮档、拿取和堵放各种堵盖；
- 2. 为民用航空器提供电源、气源、加（放）水、加（放）油料、充气、充氧；
- 3. 必要的清洁和除冰、雪、霜；
- 4. 其他必要的勤务工作。

表 4-1 航空维修工作各层级的岗位工作内容对比说明

维修工作分类	工作内容	差异
飞机地面勤务	涉及的范围较广，包括组织旅客登机、安排行李或者货物装机等运营相关工作，和客舱清洁、加（放）水、补充供应品（如航食）、飞机地面通电、加油和充气、拖拉飞机、除冰防冰等工作。	操作人员无需持有航空器维修人员执照，但需要接受相应岗位的基础操作培训（如安全规范、设备使用）。
航线维修	按运营人提供的工作单对航空器进行例行检查。通常分为三个阶段：航前、航后和短停（过站）。	不是计划维修。操作人员通常需具备维修人员资质授权或持有航空器维修人员执照。
A 检以下工作范围的计划维修	飞机飞行小时数或起降循环次数等未达到 A 检标准时所实施的日常维修。工作内容部分与航线维修重合，其计划维修项目包括：航前、航后、短停、日检/周检。	是计划维修。操作人员通常需具备维修人员资质授权或持有航空器维修人员执照。
定期检修	依据飞机满足多少飞行小时、起降循环等数据实施的有计划的维修，通常分为 A 检、B 检、C 检、D 检等。	是计划维修。操作人员通常需具备维修人员资质授权或持有航空器维修人员执照。

4.4 飞机地面勤务和航线维修

4.4.1 飞机地面勤务

飞机地面勤务工作是飞机在机坪上所有保障工作的统称，也是保证航班正常运行和飞行安全的最基础工作之一。飞机地面勤务工作涉及的范围较广，既包括组织旅客登机、安排行李或者货物装机等运营相关工作，客舱清洁、加（放）水、补充供应品（如航食）等服务相关工作，也包括加油、航线维修等安全相关的工作，以及为飞机提供地面电（气）源、为飞行或者停放需要的推（拖）飞机等。这些工作虽然由航空运营人和航空器所停机场单位的不同部门负责，但一个共同的特点是围绕飞机开展工作。一方面，各自独立工作，但需要一定的协同；另一方面，有些工作设备需要接近或者连接飞机，有可能对飞机或其设备造成损伤

而产生适航性影响。

4.4.1.1 地面勤务人员的要求

针对不同岗位的飞机地面勤务工作，其人员资格要求如下：

1.给飞机加（放）燃油由相应的油料工作人员进行；

2.对飞机堵放各种堵盖、加液压油和滑油、充气、充氧、航线腐蚀预防与维护工作应当由经过相应培训的航空器维修人员进行；

3.其他飞机地面勤务工作可由经过相应工作培训的勤务人员进行。

4.4.1.2 飞机地面勤务的外委

符合现行有效CCAR-121部的航空运营人，可将部分或全部飞机地面勤务工作委托航空运营人或者航空运营人的维修单位以外的单位进行，但应当与外委单位直接签订明确的飞机地面勤务协议。飞机地面勤务协议应当至少包括下述内容：

1.航空运营人提供的技术文件、资料和管理程序及控制有效性的说明；

2.航空运营人提供的工具对借用工具、设备和器材的说明；

3.人员资格要求及航空运营人提供的培训说明；

4.航空运营人委托工作范围及授权说明；

5.记录和报告方式；

6.其他有关说明。

如在某一地点的地面勤务工作委托多个外委单位进行须分别签订飞机地面勤务协议。

4.4.1.3 记录和工作单卡

1.为飞机加（放）油料、充气、充氧应当有加（放）时间和记录。

2.除冰、雪、霜和航线腐蚀预防与维护工作应当制定相应的工作单卡，并按照工作单卡进行工作。

4.4.1.4 飞机地面勤务标准操作程序（SOP-GH）

在进行飞机地面勤务工作时，发现或发生的任何不正常情况和差错应当立即向飞机放行人员或机长报告，当因飞机勤务工作的差错造成飞机地面损伤时，还应当报告勤务工作地点所在地区民航管理局。

1.一般操作

飞机地面勤务的一般操作程序如下：

（1）进港前准备：①指定绕机资源管理（ARM）责任人并提供其勤务信息，包括各项勤务工作需要的车辆、人员；②ARM责任人确认内话耳机、轮挡、前轮转弯销、起落架安

全销（如需要）、尾撑杆（如需要）等设备、技术文件和工具到位，并检查机位区域内无障碍物和可能造成飞机损伤的外来物，灭火设备在位。

（2）飞机接近停机位时，指挥飞机滑入停机位（也可由飞行机组跟随自动泊位系统信号）。

（3）发动机关车后，安装前轮转弯销（按需）和起落架安全销（按需），按照机型维修手册的规定放置轮挡（放入前轮轮挡后，方可放置主轮轮挡）、反光锥，并连接内话耳机联络机组松开刹车。

（4）根据需要接通地面电源、气源，并通过耳机联络机组关闭APU（按需）后，取下内话耳机盖好盖板（按需）。

（5）各类勤务车辆、人员按需接近飞机并开展飞行后勤务工作。如发现涉及飞机适航性的情况及时报告ARM责任人。

（6）按需完成航线维修工作，并在完成后清点工具、整理现场，防止外来物遗留在飞机上。

（7）飞机离港前，各类勤务车辆按需接近飞机并开展飞行前勤务工作。如发现涉及飞机适航性的情况及时报告ARM责任人。

（8）舱门关闭后，联络机组确认APU工作，关闭地面电源、气源并取下接头（盖好盖板）等。

（9）按需连接拖车，取走轮挡、反光锥，通过内话耳机联络机组配合推飞机至滑行位。

（10）确认起动发动机安全区域内无障碍物和可能造成飞机损伤的外来物，灭火设备在位，发动机起动正常后，取下前轮转弯销和内话耳机（盖好盖板）。

注：对于推出过程中起动发动机的情况，需遵守机场和航空公司的安全操作规定，具备条件后，方可起动。

（11）出港前，向机组展示前轮转弯销，并通过手势信号指挥滑出。如飞机离港前停放时间较长（如停放过夜），应当关断地面电源、气源并取下接头（盖好盖板），关闭并锁好驾驶舱侧窗和飞机舱门，按照飞机维修手册的规定盖好各种布罩、堵盖，并按需系留。如遇特殊气象条件（如大风、沙尘天气等），应当按照航空运营人或者机场管理方制定的预案采取特别防护和系留措施。

注：尽管航空运营人或者机场管理方已经制定了预案，但遭遇某些极端天气时，仍旧无法防止对飞机造成一定甚至严重的损伤，最为稳妥的措施就是尽可能避免，如收到预警后及时改航或者飞走。

2.与驾驶舱的联络

飞机地面勤务工作过程中与驾驶舱（包括飞行机组或者机上勤务人员）的联络包括通过语音和手势信号两种联络方式。语音联络是指通过地面耳机与驾驶舱进行的联络；手势信号联络是指通过约定含义的手势与驾驶舱进行的联络。手势信号联络的规范详见《飞机地面勤务》（AC-121-FS-057R1）附录C。

3.推拖飞机

推飞机是指用拖车推动飞机向后移动，主要用于飞机退出停机位的操作；拖飞机是指用拖车拉动飞机向前移动，主要用于将飞机移动到另一个停机位的操作。推拖飞机的标准操作程序如下：

（1）推拖飞机前，完成如下准备工作：①指定具备资质的指挥人员、机上人员（如驾驶舱无飞行机组）、拖车司机及监护人员；②指挥人员确认已具备合适的拖车、牵引杆（如需要）、前轮转弯销（按需）、内话耳机、轮挡、地面人员及通信联络设备，并对地面通信联络设备进行必要的测试；③指挥人员核实推拖路线无障碍物及与其他飞机刮碰风险、地面无影响刹车效能的冰雪；④如无飞行机组参与的推拖操作，指挥人员确认按飞机维修手册做好推拖前的准备工作。

注：如无飞行机组时，指挥人员、机上人员均应当至少为维修人员。

（2）指挥人员确认牵引杆（如需要）、拖车已正确连接，监护人员就位后，联络机上人员松开刹车，发出推拖指令。

（3）开始推拖后，指挥人员需随时保持与机上和机下人员的通信联络，如监护人员无通信联络设备，需密切观察其发出的手势信号。

（4）推拖过程中，应当缓慢加减速，并遵守如下速度限制：①任何区域推飞机和拖飞机通过复杂区域时速度不超过1.5公里/小时；②在停机位区域滑行道拖飞机速度不超过3公里/小时；③拖飞机转弯速度不超过3公里/小时；④需观察员跟随区域拖飞机速度不超过5.5公里/小时（快步行走平均步速）；⑤长距离拖飞机进入开阔区域（无需观察员跟随）速度不超过15公里/小时（抱轮牵引车不应超过25公里/小时）。

注：推拖飞机时的最大转弯角度需参见各机型维修手册。

（5）通常情况下，推拖过程中出现不正常情况时，指挥人员应当首先指挥拖车及飞机停住再进行后续处置。

（6）推拖到位后，指挥人员通过内话耳机联络机上人员刹车，指挥放置轮挡，断开拖车、牵引杆。

对于机场管理方明确因雨、雪、雾或者大风天气对推拖飞机限制或者对拖行速度有特殊要求，应当遵守机场管理方的规定。

4.除冰/防冰

除冰/防冰操作的具体要求参见AC-121-FS-050R1《地面结冰条件下的运行》。

5.工作单卡制度

飞机地面勤务工作均应当以合适工作单卡的方式进行必要的记录并予以保存。除航线维修的工作单卡需符合现行有效的CCAR-145部规定由航空运营人的维修单位制定外，其他飞机地面勤务工作可以使用航空运营人制定的工作单卡，也可经航空运营人确认后使用被委托服务方制定的对应工作单卡。

任何用于飞机地面勤务工作的工作单卡，在符合记录与保存相关要求的同时，应避免出现因未填写或签署而致使工作连贯性受影响，或导致工作人员精力分散的情形出现。

4.4.2 航线维修

航线维修是按照符合现行有效的CCAR-121、CCAR-135、CCAR-136等规章的航空运营人提供的工作单对航空器进行例行检查和按相应型号飞机、发动机的维护手册等在航线进行故障和缺陷的处理，包括换件和按照航空运营人机型最低设备清单、外形缺损清单保留故障和缺陷的维修工作。通常航线维修作业分三种：航前、航后和短停（过站）。对三种维修作业的要求，请参考本教材第二章的“机务维修工作作风管理要求”相关内容。

飞机地面勤务与航线维修之间是什么关系？二者相互独立，分工不同，是并列的地面保障环节，工作中存在信息交互和操作互补关系，但职能和技术复杂度存在差异。飞机地面勤务工作属于航班运行支持类工作，地面勤务人员通常只需接受基础操作培训（如安全规范、设备使用），无需持有航空器维修人员执照；航线维修工作属于技术维护类工作，维修人员需要具备资质授权才能上岗，维修放行人员需持有航空器维修人员执照和对应机型签署。

例①：飞机加油员在加油时发现机翼表面有液体渗漏，应立即通知航线维修人员；航线维修人员检查后确认液压系统管路破裂，更换密封圈并进行压力测试后恢复正常。

例②：在飞机短停期间，地面勤务人员负责推拖飞机入位、搭建工作平台等；航线维修人员负责飞机检查、故障诊断、飞机部件更换等。

4.4.3 特殊维修任务

特殊维修任务包括校水平和称重、千斤顶顶升、顶起和支撑、封存、滑行、发动机试车、增压、冬季运行、清洗等。特殊维修任务通常需要具备资质授权的维修人员才能实施，维修放行人员需持有航空器维修人员执照和对应机型签署（如需要）。

1. 校水平和称重

确定航空器的静态平衡状态和重心位置,为航空器运行提供相应载重平衡数据的维修任务,通常在进行高级别定期检修(大修或翻修)或者进行修理和改装后需要执行,需要专门的测试设备和受训的人员完成,需按航空运营人和厂家手册要求执行,并填写维修记录(工卡)并填报测试数据。

2. 千斤顶顶升



图4-7 飞机顶升千斤顶

采用千斤顶在航空器三个顶升点顶起航空器,用于模拟飞机的空中状态进行相应的测试工作,如起落架的收放;需按航空运营人工作程序和厂家手册要求执行。千斤顶的顶起后需要用机械锁定的方式保持状态,防止液压锁定失效导致航空器下沉损伤结构。

3. 顶起和支撑



图4-8 更换飞机轮胎的千斤顶

当需要更换机轮或刹车组件,使用轮轴千斤顶顶升飞机。顶升点位置应依据该型航空器制造厂家的维修手册确定,顶升时要确保飞机重心在规定的限制范围内,每次操作只能顶起一个起落架,轮轴顶点上的载荷不得超过最大允许载荷。

4. 封存

航空器长期处于退出运行状态时需要进行的维护工作，需要按航空器运营人和厂家手册要求进行封存、定期检查保养和启封工作，发动机油封工作属于此维修任务的子任务，需要确保航空器在封存过程中不受自然环境影响造成损伤和腐蚀。

(1) 封存要求：客舱内部不发霉、飞机外表不生锈、油箱水箱不生菌、飞机部件不损坏。如定期转动机轮、对部件进行封罩保护、阶段维护时进行测试检查。

例如，对进气道进行封堵时，可按照以下要求安装塑料膜：

- ①将塑料薄膜用胶带贴到进气道内表面，唇口后部；
- ②胶带贴到进气道结构框上，尽量不要盖住铝合金唇口，以及不要贴在消音网上；
- ③进气道唇口防腐及防潮砂的放置和检查需根据相应的手册要求进行；
- ④按照手册定期检查进气道封存状况；
- ⑤雨后需要立即检查、除湿、通风，发动机干燥后重新封好。

(2) 定期检查：封存期间，必须进行详细的定期地面检查：对于停留周期“不超过一个月”或者“超过一个月”的地面检查，参考相关的AMM执行。

每隔7天按停留7天定期地面检查；每隔15天按停留15天定期地面检查；每隔30天按停留30天定期地面检查；每隔45天按停留45天定期地面检查；更多期限的程序参考AMM手册。

5. 滑行

滑行是小型航空器由维修人员操作的带动力移动工作，通常大型航空器此类维修任务需要飞行员的参与。滑行工作必须由经过滑行培训并授权的人员完成，必须获得地面控制部门的批准才能执行，滑行工作需要严格按照手册要求操作。

6. 发动机试车

试车是当更换发动机或执行较大维修任务后，按厂家手册规定和航空运营人工作程序要求在地面启动发动机测试发动机性能的维修任务，需要授权的维修人员执行，并填写航空运营人要求格式的试车记录。试车过程中需要遵守当地机场的规定和厂家手册以及航空运营人的规定确保航空器、发动机和周边人员、设施设备的安全。

7. 增压

增压是通过关闭航空器所有舱门，起动发动机对客舱提供压力气源，测试航空器气密性的维修任务，需按厂家手册和航空运营人的工作程序执行并填写维修记录；增压过程中需遵守发动机试车的相关安全要求，并需做好机上维修人员的劳动保护，防止损伤耳膜。

8. 冬季运行

航空器在低温结冰天气运行时对航空器饮用水/污水系统的维护、航空器的除冰/除雪、以及根据航空运营人的可靠性方案要求对低温敏感系统、部件增加预防性监控和维修的各类维修任务，需要按照厂家手册和航空运营人的工作程序执行。

除冰雪霜任务在本节前述的内容中列入勤务工作，但需要经过培训和授权的地面人员完成，需要说明的是，除冰雪霜工作被列为运行规章（如CCAR-121R8）条款，同时局方颁布的相应的咨询通告AC-121-50R1《地面结冰条件下的运行》，并针对除防冰液的制造、配比、使用、记录进行明确规定，因此除冰雪霜工作是航空器冬季运行安全的重要维修任务。

9. 清洗

清洗是对航空器外表进行清洁的维修任务，该任务在本节前述内容中列入地面勤务工作，由于清洁液、清洁工具、清洁人员的状态会对航空器外表和暴露部位造成长期潜在危害，因此需遵守厂家手册要求和必要的建议以及航空运营人的工作程序执行。

对航空器驾驶舱的清洁需要维修人员完成，如果必须由勤务人员完成需在维修人员监督下完成。

4.4.4 A检以下工作范围的航空器计划维修

4.4.4.1 计划维修概述

飞机及其部附件经过一定时间的飞行之后，可能发生磨损，松动，断裂，腐蚀等现象，所以每间隔一段时间之后要进行一些检查和修理，称为计划维修。计划维修是按照预先制定的维修计划和程序，依据飞机的飞行小时、日历时间、起降循环等参数，定期对航空器实施的一系列维护、检查和修理工作，包含定期检修。按照航空器制造厂家制定的持续适航文件，其中维修手册中的定期检修计划，明确规定A检、B检、C检、D检等不同级别检修的具体内容、间隔时间、工作流程和技术标准等，其中A检为基础检修，D检为最高级别的检修。在每级别内，进一步按照飞机使用的不同时长进行数字编码的再细分（如1A，2A，3A，1B等）。

业界通常将A检、B检、C检、D检称为定期检修，但在飞机制造厂家（如波音、空客等）提供的持续适航文件的维修计划和维护手册中，会详细规定不同级别维修工作的内容和间隔等，其中还包括了“低于A检级别的计划维修”的相关要求和内容，因此为了便于工作开展，在很多技术资料上将“A检以下工作范围的航空器计划维修”单列，但该分类方式无官方文件明确。

可以这样认为，计划维修包含：①定期检修、②A检以下工作范围的航空器计划维修、③其他一些按照预先制定的维修计划和程序实施的维修任务。其中A检以下工作范围的航空

器计划维修因未达到法规要求的A检所需飞行小时数（如未满400飞行小时）或起降次数等，所以其检修周期更短（包括日检、周检、月检等），时间安排较为灵活，周检一般在每周航班运营的间隙进行，月检根据日历时间在每月的特定时间进行，通常不会对航班运营造成较大影响，不需要专门安排较长时间的停场维修；对维修人员要求也没那么高，只需具备基础的机务维修知识和技能，熟悉飞机的基本结构和系统，能够进行简单的检查、测试和维护工作即可。

航线维修不是计划维修，但与A检以下工作范围的航空器计划维修在实际工作中存在很多交叉的地方，例如维修作业都包括航前、航后、短停；检查任务都包括外观检查、起落架检查、发动机检查等，部件更换都包括易损件更换、消耗性部件更换等。

4.4.4.2 A检以下工作范围的航空器计划维修

A检以下的计划维修的维修作业包括：航前、航后、短停、日检/周检（或类似检查周期维修任务），通常会在航空运营人的维修方案或者检查大纲中定义。

1.航前维修（每日首次飞行前）

航前维修是指飞机当日执行首次飞行前所进行的例行检查、勤务和排除故障、缺陷的作业。维修责任放行人员应该在航班计划时间前至少1.5小时到达停机位，向航线责任部门确认到岗，并完成如下准备工作：

（1）确认参与工作的维修、勤务人员到位，设施设备到位、工具材料、技术文件到位，环境符合开展航线维修工作的标准；

（2）检查确认通信畅通、设施设备摆放无风险、工具设备与清单一致；

（3）按照航线维修工作单卡分配任务，明确工作协调要求。

维修和勤务人员按照工卡的要求，开始围绕飞机检查路线对飞机进行目视检查、润滑或勤务、操作检查、以及排除故障、缺陷工作。

工作结束并签署放行，飞机所有舱门关闭后，维修责任放行人员绕机一周，检查并确认航空器舱门/盖板已关好，确认电缆、气源管路或装载传送带等连接装置脱离飞机，确认机坪无障碍物。飞机滑出后，送机人员清理维修现场，按规定摆放地面设备，飞机起飞后10分钟送机人员方可离开维修现场。

2.短停维修（经停站快速检查）

短停维修是指飞机在执行两段不同计划飞行之间所需执行的维修作业，维修责任放行人员应当提前分配工作任务，明确工作协调要求，在航班计划到达前至少10分钟到达机位，向航线责任部门确认到岗，并完成如下准备工作。

在飞机到达前：

- (1) 确认参与工作的维修、勤务人员到位；
- (2) 检查确认停机位清洁、无障碍物；确认标记线无误、设施设备摆放无风险；
- (3) 检查确认指挥棒、轮挡到位。

在飞机停稳后：

(1) 向机组了解飞机状况，并查阅飞行记录本及机载维护信息系统（如有）前一航段的记录；

(2) 如有机组反映或者系统检测故障或者缺陷，报告维修控制中心，确定按MEL放行或增加非例行工作，并及时调整任务分配；

(3) 如执行非例行工作，检查确认设施设备、工具材料、技术文件到位，环境符合开展维修工作的标准。

维修和勤务人员按工卡要求围绕飞机进行目视检查，排除故障、缺陷并放行。

无过站放行是指根据MRBR和航空运营人的维修方案，可以不执行短停维修工作的情况，需在航空运营人的运行规范里注明并获得局方的批准。

3.航后维修（每日最后一次飞行后）

航后维修是指飞机在完成每日最后一次飞行（包括跨零点飞行）所进行的维修作业。维修责任放行人员应当首先了解本次航后结合的附加工作，提前分配工作任务，明确工作协调要求，在航班计划到达前至少10分钟到达机位，向航线责任部门确认到岗，并完成如下准备工作。

在飞机到达前：

(1) 确认参与工作的维修、勤务人员到位，设施设备、工具材料、技术文件到位，环境符合开展航线维修工作的标准；

(2) 检查确认停机位清洁、无障碍物；确认标记线无误、通信畅通、设施设备摆放无风险、工具设备与清单一致。

在飞机停稳后：

(1) 向机组了解飞机状况，并查阅飞行记录本及机载维护信息系统（如有）当天的记录，包括保留故障和缺陷情况；

(2) 如有机组反映或者系统检测故障或者缺陷，报告维修控制中心，确定增加非例行工作或协调按MEL放行，并及时调整任务分配；

(3) 如工作环境不能符合维修工作（尤其是非例行工作）的标准，协调调整至合适的

机位或机库。

维修和勤务人员按照工卡要求，围绕飞机检查路线对飞机进行目视检查、润滑或勤务、操作检查和排除故障、缺陷工作。

4. 日检/周检维修

日检/周检维修是MRBR或者航空运营人维修方案或检查大纲中定义的需每日或每周完成的计划性维修作业，通常结合航后维修作业完成，一般不涉及检验/功能检查、报废维修任务类别。实际工作中可能还存在其他的类似计划维修任务，但其维修周期均应低于A检。

5. 结合航线维修完成的AD、SB作业

如本节前述，执行AD、SB时通常采用EO的形式，有时也需根据航空运营人的维修计划安排结合航线维修任务完成，此种情况下，维修单位需按照航空运营人的程序由质量部门评估自身的维修能力是否满足EO的工作要求后，方可实施。

4.4.5 A检以下工作范围的动力装置/螺旋桨计划在翼维修

动力装置/螺旋桨的计划在翼维修作业通常是结合航空器的航前、短停、航后、周检等维修作业同时完成的，与航空器的航线维修不同之处在于：

1. 鉴于发动机、螺旋桨的特殊性，航空运营人通常在维修方案基础上，针对不同型号的发动机、甚至是某台、某几台特殊性能参数的发动机制定特殊的维修计划，如提取发动机滑油中微小颗粒的含量进行持续监控，以判断发动机内部部件的可靠性趋势，就需要执行一些特殊的计划性维修任务。

2. 按照人为差错控制方法中的包容差错理论要求，通常对于双发（或多发）飞机，不得由同一维修人员在同一维修任务时间段，执行两发（或多发）上相同的维修任务，如关闭发动机滑油箱口盖，防止因人为差错造成的双发（或多发）同时故障。

3. 由于季节性、重复性故障等原因，航空运营人也会根据可靠性方案对某一部件可靠性进行跟踪并在航前测试其工作状态，这些需要执行一些特殊的计划性维修任务。

4.4.6 航线工作能力范围内的非计划维修

首先需要说明的是，从民航法规角度看，对于航线维修工作能力范围的界定，并没有非常明确的划分。但是在实际工作中，一旦出现较大故障、缺陷、损伤，飞机就需要停场修理，但不是每个机场都有定检能力，这就需要当地航线维修人员应急处理，而航线维修人员通常是按倒班制度轮流上班，当班人员可能没有充足时间对故障、缺陷、损伤进行处理；同时，对于飞机较大故障、缺陷、损伤的排除工作，可能需要执行检验或功能检查、恢复、报废等维修任务，这些维修任务可能会使用一些专用的工具设备且需要维修人员有较丰富的操作经

验，而航线维修人员执行类似维修任务的频率通常不是很高，可能会存在经验不足问题；因此航空运营人和维修单位通常会选派从事定检维修任务的人员介入并主导这类较大的飞机故障、缺陷、损伤的排除工作。

案例：飞机发动机突发严重故障排除

某航司客机在起飞过程中，发动机突然出现异常声响，飞行机组立即中断起飞并滑回停机坪。航线维修人员赶到现场初步判断，发动机内部部件可能出现严重损坏。此故障较为复杂，需要拆解发动机进行详细检查和维修。而航线维修工作中，很少有机会进行如此深度的发动机维修操作，当班人员在时间和经验上都难以应对。

航司和维修单位迅速调配定检维修专家前往现场。专家团队携带设备到达后，首先使用内窥设备，对发动机内部进行观察，发现发动机的一组叶片严重变形，部分叶片甚至出现断裂。维修专家按照维修手册拆解发动机、更换受损叶片，并对发动机的其他相关部件进行全面检查和测试。维修完成后，通过发动机试车，各项参数正常，飞机恢复适航状态。

实际工作中将航线非计划维修工作划分为航线工作能力范围内和范围外两类，但针对某一项特定的维修任务如何区分？简单的、未成文的判断标准是：若飞机维修手册（AMM）中所列维修任务属于航线维修工作能力范围内的，则视为航线可执行任务；反之则不属于。但这个判断标准不是绝对的。

航线工作能力范围内的维修工作包括：排故（排除故障和缺陷）、修理和改装等。

4.4.6.1 排故

排故工作，航线维修人员根据机组报告、目视检查或操作检查发现的故障、缺陷，按照航空运营人和/或制造厂家的手册进行故障、缺陷排除工作，包括更换件，通常是标准件或航线可更换件（LRU），然后将排故过程和结果记入飞机的飞行记录本（或者其他类似文件）。需要说明的是，此时会涉及检验/功能检查、恢复、报废类别的维修任务。

4.4.6.2 修理和改装

在实施排故工作中的恢复类维修任务时，修理与改装作业应遵循以下原则：所有操作必须符合航空运营人及航空器制造厂家技术文件规定的经批准的修理和改装方案，具体实施方式包括但不限于对导线、管路磨损部位采取包裹防护、增设固定支点等措施；或者按制造厂家手册标准调整导线走向或弯曲半径；或者依据航空运营人手册使用PMA件（零部件制造人批准件）或自制件。

上述操作的实施前提是确保航空器持续适航性不受显著影响。若维修人员判定该操作可能对航空器适航性产生显著影响，则应依据《民用航空器维修管理规定》及相关技术文件，

由授权人员或技术支援团队评估其是否属于重要修理或重要改装。

某些情况下修理需要特种作业（无损检测、热处理和表面处理、外部喷漆、复合材料修理）维修时，则需航线维修人员填写非例行卡，由特种作业维修人员完成相应维修工作。

因为航线维修工作的修理和改装工作可能会涉及重要修理或重要改装，同时也可能涉及特种作业、PMA件/自制件的使用，因此将其单独列出；另外，在航空运营人的手册中，通常是将修理和改装要求单独规定的，尤其在执行下述特殊检验工作时更需将其单独列出以突出其重要性。

4.4.6.3 特殊检验

特殊检验，也称意外伤害维修任务，是指航空器遭遇鸟击、雷击、危险品泄漏、海鲜泄漏，硬/重着陆、飞越火山灰、尾部擦地、发动机超温、飘摆下降、剧烈颠簸、空中机动过载、超速、重失速抖振等特殊情况下的维修工作任务。

特殊检验维修任务很多会涉及重要修理和重要改装工作，且重要修理和重要改装工作通常被划入到预防性维修（可定期检修）的工作范围，但航线维修人员仍需要具备能力完成以下工作：对于特殊检验工作的识别、目视检查、损伤尺寸测量、故障参数获取和整体状况描述；判断特殊检验工作是否涉及重要修理或重要改装；对判断不属于重要修理或重要改装的缺陷、损伤完成修复工作，配合定检维修人员完成重要修理和重要改装工作。

上述特殊检验工作通常涉及隐蔽损伤检验工作，也就是除明显缺陷、损伤部位临近结构、系统、部件的隐藏性缺陷和损伤，必要时需要采取特殊的检验手段，如无损检测、远距孔探等。其维修工作主要是检查和修复对飞机/发动机结构性的损害。

1. 鸟击检查

如果发现鸟击，应第一时间举手报告信息，同时向机组了解有关鸟击详细信息，包括发生地点、时间和飞行阶段，发动机振动等参数是否异常，是否喘振，引气有无异味，是否遭群鸟袭击等。当发现有鸟击时，应保留鸟击的痕迹，在检查证明该发动机可以继续使用前不要清洁鸟击的痕迹。

维修人员必须按相关机型手册和工卡对飞机迎风面进行全面彻底检查以确定鸟击区域。检查时要佩戴手套，如果在发动机进气道检查要做好保护措施，进气道要垫好毯子。检查内容包括但不限于以下内容：雷达罩、风挡玻璃、前、主起落架及舱门、大翼、尾翼、发动机、皮托管、天线等。对于双发同时遭受鸟击的情况，不论是否进入内涵，都需要立即停场，且至少对其中一台发动机进行孔探检查，另外一台发动机也需尽快安排孔探检查。

对发现的缺陷或损伤必须按照SRM、AMM和EM等相关手册进行彻底地检查和处理。

对飞机舵面、发动机等区域进行检查时需完成相关限动工作，以免人员或设备损伤。在使用工作梯时，要注意飞机及人身安全防护，防止高空坠物。对相应的损伤进行测量，参考相关手册，避免超标放行。当完成鸟击检查后按要求填写工卡检查记录。

2. 雷击检查

地面检查发现有雷击现象时，及时举手上报信息，同时向机组了解详细的飞行状况，以确定是否遭受雷击或穿越过雷雨区。维修人员必须按手册和工卡要求，对飞机进行全面彻底检查以确定雷击区域，然后仔细检查雷击区域，确认雷击点的数量和损伤状况，对发现的缺陷或损伤参阅相关手册进行修理和处理。

目视检查必须在近距离进行，要求伸手可以触及。对于飞机的金属结构，通常在雷击点金属表面的漆层会由于高温颜色变黑，鼓泡、脱落；金属表面会出现凹坑、突起或者小圆孔，呈烧熔状；蒙皮搭接处或口盖处边缘材料可能会丢失、缺损；蒙皮上的紧固件头部有小坑或突起，呈烧熔状；金属导电条部分缺失或变形翘起。这些损伤可能集中在一个较小的区域，也可能分散在一个较大的区域内。对于飞机的复合材料（非金属）结构，雷击通常造成分层，或蜂窝结构的漆层变色，也可能导致蒙皮穿孔，烧蚀。复合材料的损伤不易发现、并且可能范围很大，需要用敲击法或NDT检测分层，以确定损伤区域。在飞机的支撑结构的连接处也可能由于雷击而出现电弧及燃烧过的痕迹。

当发现雷击点时，尽快确定站位、损伤区域，测量尺寸要求包含损伤区域的长度宽度信息，金属材料还要有深度信息，复合材料损伤需要测量出分层区域最大直径。当完成检查后按要求认真填写工卡检查记录。

3. 硬/重着陆

硬/重着陆指飞机着陆时超出重量限制或重心处的垂直加速度和垂直速度超出了限制。

（1）分类：重着陆按着陆方式分为高阻力或高侧载荷着陆、主起落架重着陆（机组报告，弹跳）、前起落架重着陆（机组报告，弹跳，前起落架先着地）、超重着陆。如果按严重程度分为重着陆、严重重着陆、超重重着陆、严重超重重着陆。

（2）重着陆报信息来源：有四种来源，机组报告（飞机着陆时的姿态：直线、飘降、低翼、尾重或头重；着陆时是主起落架先触地还是主起落架和前起落架同时触地；还是起落架高俯仰率着落；着陆时飞机重量、每个燃油箱燃油量、仪表指示情况，以及其他异常情况，如是否有听到结构失效产生的异响等）、局方和安监部门监控报告、触发着陆载荷报告、下载QAR和DFDR数据。当信息数据来自QAR和DFDR时，应报告工程部门或厂家以获取检查方案和技术指导。

(3) 检查：依据手册和工卡，按相应的硬/重着陆要求进行全面检查项目。检查时一定要光源充足，如果需要顶飞机时应注意危险源，如果发现损伤一定要进一步检查，甚至要进行无损探伤。

根据检查方案确认是否需要顶升飞机和进行发动机孔探。当发生重着陆时，一定要判断是否需要顶飞机和孔探，只顶升前起落架或者顶升三个起落架。

检查的区域有：前起落架和前机身区域、主起落架区域、机身腹部、短舱、吊架、发动机、大翼、尾部、电子舱、客舱、货舱装载系统和水箱区域。

(1) 前起落架区域：检查所有部件是否损伤、轮胎是否损伤、减震支柱压力、安全销是否能正确安装、结构连接部件是否连接牢固、变形等。

(2) 主起落架区域：检查减震支柱压力、部件是否有损伤和油液渗漏、轮胎是否正常。

(3) 短舱区域：主要是包皮外表面检查，打开包皮检查内部、打开反推检查、人工放出反推检查，以确认是否有裂纹、紧固件脱落、曲折、表面不正常间隙或面板松动，如有任何损伤或异常则参考手册完成进一步工作。

(4) 发动机吊架区域：检查吊架面板、释压门、辅助结构、主结构、和吊架下部区域，所有能看见的部件是否有裂纹，曲折或紧固件丢失；如有损伤则参考手册完成进一步工作。

(5) 发动机区域：目视检查进气道有无损伤或材料丢失、风扇模块和前后吊点、发动机附件和管路连接有无损伤或渗漏、检查低压涡轮叶片。如果发现损伤，要按手册进行孔探。

(6) 大翼区域：检查大翼顶部蒙皮盖板和连接部件，检查大翼下部蒙皮。如发现问题严重的，还要检查前后梁。其他区域也要按要求做全面检查。

4.危险品泄漏、海鲜泄漏：在航空运输过程中，当飞机运载海鲜产品、活体动物、水银、化学品等物品时，一旦发生泄漏或外溢情况，极有可能对飞机货舱壁板乃至周边结构造成腐蚀或其他形式的损伤。一旦出现此类泄漏事件，除需对泄漏部位进行彻底清洁外，还必须对周边结构、导线、管路以及部件展开全面检查，并视情开展进一步的修理或改装工作。在本教材中，此类维修任务被归类为勤务工作范畴。

5.飞越火山灰：航空器在火山灰弥漫的空域飞行时，火山灰会附着于航空器表面，并进入航空器与大气相通的开口部位。这会对航空器表面造成腐蚀、磨损、蚀刻或类似喷丸处理的效应，致使表面涂层脱落；若火山灰进入航空器内部，可能导致诸多系统及过滤器元件出现异常磨损与污染现象。需按厂家的手册和建议进行检查、清洁，一般不使用水洗方式进行清洗，以防止对开口部分造成二次污染。

6.尾部擦地：是航空器在起飞或着陆过程中尾部与跑道接触损伤航空器外表或结构，需

要对航空器损伤部位进行检查和修理。飞机尾部擦地有多种原因，常见在起飞或着陆时的擦碰机尾情况。

当发生飞机尾部擦地时，通过检查确定有哪些部件可能出现损伤或损坏，检查尾部的外部勤务面板、蒙皮及起到固定作用的部件；检查内部的部件是否损坏，如隔框、连接部件、固定部件；检查从机尾后面直至格档后压力的结构部件等。常见的损伤有磨损、变形、固定部件脱落、裂纹等。维修时要按手册要求或厂家的维修意见或维修方案进行修理。

7.发动机超温：超温是航空器发动机因内外各种因素导致排气温度超出厂家手册规定数值的现象，会对发动机的可靠性、寿命和安全性造成严重影响。一旦发现超温事件，除需根据厂家手册或建议对发动机核心机部件进行结构检查外，还需分析导致超温的原因并消除，并持续按航空运营人可靠性方案要求监控发动机的参数，且增加检查频率。

8.飘摆下降、剧烈颠簸、空中机动过载、超速、重失速抖振等特殊检验维修情形，通常源于飞机在各种复杂状况下，其姿态或速度超出设计允许范围，进而需对飞机进行全面检查与必要修理。此类情况常见于小型航空器运行过程中。

4.4.7 维修放行

维修放行是指在对航空器等进行维修保养后，经过一系列的检查、测试和评估，确认其符合相关的安全标准、技术规范和使用要求，允许其重新投入使用的过程。规范的维修放行流程一般涵盖维修前期筹备、维修作业实施、维修质量检查、文件签署与记录存档以及最终放行核准等环节。维修放行是依据CCAR-145部、《航空器航线维修》（AC-145-FS-006R3）等法规实施。

有一种特殊的放行称为“带故障保留放行项目”，是当航空器上某些非关键设备或系统出现故障或失效时，经过评估，只要满足MEL和CDL中规定的条件和限制，仍然可以批准航空器继续飞行的一种放行方式。MEL和CDL属于航空运营人的“放行标准”，即航空器因工具设备、器材短缺或停场时间不足等原因，允许带故障或缺陷飞行的技术依据文件。航空运营人会制定详细的工作程序规定MEL/CDL的使用，包括对操作程序（O）和维修程序（M）的要求，即“保留故障”要求。同时也对故障或缺陷的修复周期提出了明确的规定，不允许航空器带故障或缺陷一直运行。故障保留需要按保留程序要求执行。

案例：某航空公司航班B-6811飞机在某机场短停时，机组反映ECAM出现“air eng1 leak det fault”信息，即左侧发动机引气探测系统故障。机场维修人员在完成相应检测后，故障依旧存在。此时，维修人员参照MEL进行评估，发现若执行维修程序（M）项解除左侧发动机吊舱引气探测环路，飞机是可以放行的。确认符合MEL放行条件后，机场第一时间组织

维修人员，完成打印手册、工具设备借用、系统隔离等准备工作。维修过程中，维修人员严格按照手册逐项进行准备、拆装、测试，最终在短时间内克服困难，高效完成了（M）项，并依据MEL保留放行，保障了飞机航班的正常运行。

需要说明的，对于一些故障、缺陷没在MEL/CDL规定范围之内的，也要航空运营人制定详细的工作程序确保航空器适航性和故障、缺陷的及时修复，如客舱座椅，服务设施的不影响飞机和乘员安全的故障和缺陷通常不会列入MEL/CDL规定范围，但会影响客舱乘务员的服务和旅客的使用，也需及时修复。

4.5 预防性维修工作

4.5.1 概述

1. 广义的预防性维修

广义的预防性维修是一种维修思想，早期的预防性维修思想是基于飞机或部件到达某一时限或某一状态后就会出现较大的性能衰减，因此提前采取更换或修理的方式预防这种性能衰减，先后产生了 MSG-1 和 MSG-2 分析方法。MSG-1 设定了初始最低计划维修要求，其目标是用最小的花费来达到安全可靠的目的。包含了大修和视情维修项目，是以预防性维修思想制定的。MSG-2 是基于 MSG-1 发展的维修分析方法，是以可靠性为中心思想的前身。后期发展出了 MSG-3，MSG-3 是基于以可靠性为中心的思想，目前被广泛采用。关于 MSG-3 分析在本书的持续适航相关章节有详细介绍。

2. 狭义的预防性维修

狭义的预防性维修是指为了防止航空器设备或系统出现故障，按照预定的计划和程序，在设备或系统尚未出现明显故障迹象之前所进行的一系列维护和修理活动。它主要通过定期的检查、保养、更换零部件等手段，来保持设备或系统处于良好的运行状态，降低故障发生的概率，延长设备使用寿命。

3. 预防性维修工作项目

本教材中的预防性维修工作除包括日常勤务和维修工作、定期检修工作外，还包括了航线维修过程中出现的超出航线维修能力的非计划维修工作，这部分是根据实际的维修情况划分的，划分的理由已在前面航线工作能力范围内的非计划维修中说明。现对不同类型的预防性维修工作做简要介绍。

4.5.2 A检或以上工作范围的航空器定期检修

航空器定期检修是按照航空器制造厂家的建议和相关法规要求，依据一定的时间周期、

飞行小时数或起落架次等标准，对航空器进行的全面、系统的检查、维护、测试及必要的修理工作，旨在确保航空器持续符合适航标准，保障飞行安全。在民航法规及行业惯例中，通常将 A 检、B 检、C 检、D 检等称为航空器定期检修，即 A 检或以上工作范围的航空器定期检修，定期检修典型操作流程包括八个步骤：

1. 接收检查

是指飞机到场后，由生产人员和维修人员共同完成的接收和检查任务，主要检查飞机外表状态。某些航空运营人编制了飞机进场检查单。

2. 工作指令确认

主要是由生产控制人员确认飞机状态、构型及需要完成的维修任务。

3. 初始检验（初检）

针对航空运营人报告和接收检查过程中发现的故障、缺陷和损伤，需要检验人员进行初步的检验，主要是确认和记录故障、缺陷和损伤的状态，并签字记录，针对确定需要处理的故障、缺陷或损伤，则需开出非例行工卡进行下一步的处理。

需要说明的是，在开具非例行工卡过程中，要遵照航空运营人工作程序的要求，编制工卡步骤，对于需要检验的项目进行标注。

4. 隐蔽损伤检验

根据初始检验确定的结论，对隐蔽损伤进行检验，此工作需在非例行工卡上签字记录，视需进一步开具非例行工卡。

5. 过程检验

无论是例行工卡（计划维修）还是非例行工卡（非计划维修），对于需要检验的工作步骤，按规定的检验标准进行检验并签字记录。

6. 最终检验（终检）

针对所有例行工卡和非例行工卡，对每一单独维修任务完成情况进行检验，确保符合维修资料和工卡要求，没有错漏情况发生，并签字记录。

以上各类检验过程需由维修单位授权的检验员或者高级别维修人员完成。

7. 维修放行

维修放行是一项由维修单位的质量管理人员与生产控制人员协同完成的工作步骤，放行工作在于确认整个维修作业过程符合航空运营人合同（工作指令）、既定工作程序以及维修单位内部程序的各项要求。

对于部分计划性维修任务（例行工作），若因器材短缺、工具设备故障等客观因素而无

法按时完成,维修单位必须按照航空运营人的既定工作程序,办理保留工作项目的申报手续。一般而言,对于非计划维修任务(非例行工作)中所确定的故障、缺陷以及损伤,在尚未排除的情况下,原则上不允许放行航空器。但在极为特殊且经严格评估必须放行的情况下,维修单位则需在维修放行证明文件上清晰标注相关情况,并将后续对故障、缺陷和损伤的跟踪责任移交至航空运营人,由其负责后续的跟踪处理工作。

在所有定检工卡任务回收后,维修放行人员应当完成如下工作后方可签署维修放行:

- (1) 逐一与定检工作包核对确认工作的完整性;
- (2) 核实所有发现缺陷或者不正常情况均已准确记录并按机型相应技术文件的标准完成处理,包括保留维修项目;
- (3) 核实所有更换件的文件,确认完整并符合合格航材的要求;
- (4) 统计实际人工时与计划人工时偏差,确认所有偏差均已经核实或调查无误;
- (5) 统计消耗材料、零部件使用记录,确认在常规消耗范围;
- (6) 确认定检团队所有工具完成清点、保存、借用工具全部归还。

上述事项应当以定检工作总结的方式完整记录,并经质量监督员、专业工程师共同确认。上述事项中(1)(2)(3)项的信息应当随同维修放行证明文件一同提交送修人。

8. 记录和报告

在完成某一架航空器的维修放行工作后,项目经理应及时整理维修记录,维修记录包含交付送修人的记录及本单位按规定需保存的记录。整理完毕后,将本单位保存的记录移交至维修记录与档案管理部门。维修记录与档案保管部门则应依据所接收的定期检修记录,及时对该架航空器的档案予以更新。

以上所有例行工卡、非例行工卡、可能执行的EO(AD、SB执行记录),可能执行的重要修理和重要改装记录,保留工作项目审批表,更换件清单、更换部件的合格证件、维修放行证明,以及航空运营人或维修单位规定的其他维修资料或记录,都需包含在一个工作文件包中保存。

对于定检维修过程中发现的被局方定义为缺陷和不适航报告范围的故障、缺陷和损伤,需根据适航规章和航空运营人的双重要求进行报告。

4.5.3 A检或以上工作范围的动力装置/螺旋桨/部件在翼定期检修

航线计划维修对应的发动机在翼维修,通常是不对发动机的内部部件、系统和结构执行维修任务的,也就是说,通常不打开发动机的整流罩。

动力装置和螺旋桨的定期检修与航线计划维修有较大不同,尤其是在定期检修执行发动

机双发（或多发）同一相同类型维修任务时，需安排不同维修人员（包括检验人员）执行，这需要生产控制人员在安排工作计划时，根据航空运营人或者维修单位编制的工卡上的标注安排足够数量的维修人员。

如果出现更换发动机（换发）的维修任务，需要对发动机的核心机和螺旋桨、前环（发动机风扇）等进行装配（有的厂家手册称之为快速发动机匹配（QEC））后，再行安装发动机，这部分工作通常不是由定期检修人员完成的，是由车间维修人员完成。

另外，换发工作可能是计划性维修任务，也可能是非计划性维修任务，换发完成后，均需要试车，如前所述，需要按厂家的手册和航空运营人的工作程序执行并记录。

类似的，对灭火瓶、氧气瓶定期称重或静压测试的维修任务，也需由车间维修人员完成。

4.5.4 航线工作能力范围外的非计划检修

航线工作能力范围外的非计划检修通常指超出了航线维修人员的技能、设备或时间等资源限制，需要专门的技术支持、特殊设备或较长时间停场才能完成的，且在飞机维修手册（AMM）中所列维修任务不属于航线维修工作能力范围内的非计划维修工作。

无论维修任务源自航线维护还是定期检修，也无论其属于计划性维修任务或非计划性维修任务，特殊检验与重要修理和重要改装工作通常会与非例行工卡结合在一起执行，除非航空运营人已出具完整的修理方案及工卡。非例行工作卡从生成、执行到最终存档的整个流程，均包括前文提及的：接收检查、工作指令确认、初始检验、隐蔽损伤检验、过程检验、最终检验、维修放行、记录和报告这八个基本工作步骤。

1. 特殊检验和超差修理

特殊检验，包括鸟击、雷击、危险品泄漏、海鲜泄漏，硬/重着陆、飞越火山灰、尾部擦地、发动机超温、飘摆下降、剧烈颠簸、空中机动过载、超速、重失速抖振等，在本教材前述内容已做过介绍。

经航线维修人员检查后，如果特殊检验维修任务超出航空器厂家持续适航性技术资料中给出的航线修理范围，或者无法判断其损伤程度，或者不具备修理损伤的条件，需上报航空运营人，由航空运营人指派维修专家团队或定检维修人员介入进行深入的检验和修理。一旦特殊检验维修任务转给专家团队或定期检修人员承担，往往意味着该维修任务可能涉及重要修理或重要改装工作。

超出航空器制造厂家持续适航性技术资料的损伤，称之为超差。对超差的修理，称之为超规范修理或超差修理。

2.正常检修流程

正常操作情况下,专家团队或定检人员首先是对损伤进行专业的检查,必要时使用特殊的检查设备和方法;其次是根据厂家或航空运营人给出的检查和修理方案进行检查和修理并对修理质量进行检验;第三是根据厂家、航空器运营人的方案对检查和修理区域、部位进行持续的跟踪并不断采取检查和修理措施。

3.不涉及重要修理或重要改装的超差修理

如果相关特殊检验维修任务经维修人员判断不涉及重要修理或重要改装,则应依照航空运营人的工作程序编制修理方案。编制时通常需要厂家提供技术资料支持。编制完成后,需由航空运营人授权的工程师批准,并需要维修单位的质量部门对自身的修理能力进行评估,评估通过后方可开展修理工作。该修理方案可以直接编写于非例行工卡上,但多数情况下是以厂家技术资料附在非例行工卡后面的形式提供给维修人员。

若特殊检验修理涉及特种作业维修任务,通常需制定额外的工卡,以执行和记录特种作业维修任务,此额外工卡作为非例行工卡的支持性文件。若该特种作业维修任务需委托维修单位的外委厂家执行,则应遵循维修单位的外委工作程序。

4.涉及重要修理或重要改装的超差修理

如果特殊检验维修任务涉及超规范重要修理或重要改装,则需按航空运营人的工作程序由(或代表)航空运营人向局方适航审定部门申请修理/改装方案(通常需要厂家技术资料的支持)的批准。

国产航空器的修理/改装方案可以由航空器制造厂家向局方适航审定部门申请批准,并由航空器制造厂家向航空运营人提供经局方批准的修理/改装方案。

进口航空器的修理/改装方案通常先由航空器制造厂家向本国局方适航审定部门申请批准后再向航空运营人提供,航空运营人向中国局方提交已获制造国局方批准的修理/改装方案后,中国局方可按照有关适航双边协议对相关修理/改装方案进行认可或接受。重要修理和重要改装需要维修单位质量部门进行维修能力评估后方可实施。

5.其他情况说明

需要特别说明的是,除了上述特殊检验维修任务,其他来源的航空器损伤也会产生修理、改装、重要修理、重要改装;除航空器损伤会产生改装、重要改装外,执行 AD、SB 也会产生改装和重要改装,此种情况下,航空运营人发布的 EO 及其所依据的 AD、SB 即可视为已获局方批准或认可的维修资料和技术资料。

4.6 发动机和零部件维修工作

4.6.1 概述

航空发动机通常工作在高温、高压、高转速的条件下，而且工作环境恶劣、工作状态不断变化。为了保证发动机的性能稳定可靠，延长工作寿命，及早发现、处理发动机故障，避免发生非安全事件，需要对发动机及其部附件进行维修。

1. 一些概念说明

此前介绍的航线维修和定期检修过程中动力装置/螺旋桨/部件（包括机载设备）相关的维修任务，这些维修任务是在翼完成或者拆下后经车间修理好后原位回装（可视为在翼维修）的，且是列入维修方案范围的。

前文介绍的快速发动机匹配（QEC）装配、灭火瓶静压测试虽然属于离位（发动机离开机翼）维修任务，但这项维修任务通常是属于航空器维修单位的“车间修理”工作范畴，车间修理是指航空器维修单位在进行航空器维修过程中必须具备的一些离位维修能力，但其维修项目类别不属于航空器维修项目范围，属动力装置/螺旋桨、部件或特种作业维修项目范围，且离位维修后须原位回装，这种类别的离位维修就属于车间修理。

特种作业维修任务通常也需离位维修，其维修任务性质与车间修理类似。

2. 发动机和零部件的单独维修工作共性内容

本节仅介绍发动机和零部件的单独维修工作（即离位不回装，且未列入航空器维修方案），而螺旋桨和 APU 的维修任务不作介绍，但可参照本节介绍的内容类推。

发动机和零部件（包括机载设备）的单独维修工作类别，包含 CCAR-145 部规章第 145.16 条中的：检测（检查或测试）、修理、改装（不包括设计）、翻修。

工作步骤同样包括：接收检查、合同（工作指令）确认、初始检验（初检）、隐蔽损伤检验、过程检验、最终检验（终检）、放行（包括保留项目）、记录和报告这八个步骤；也包括所有维修单位均适用的“人机料法环”相关要素：厂房设施（工作环境）、工具设备、器材、维修依据文件和工卡、工作程序、记录和报告、人员。

下文对以上检测、修理、改装、翻修四个类别需要特别说明的步骤、要素进行重点介绍。没有进行特别说明的视为遵循上述四个类别的普遍步骤和要素。

4.6.2 发动机单独维修工作

发动机单独维修是指发动机所有人或营运人，遵守经批准的维护手册和维修大纲，判断发动机处于不适航状态、或处于安全风险状态下、或在规定的发动机时间、循环等条件满足

限制条件时，拆下发动机送到符合中国民用航空局和企业规章规定资质的修理厂修理。

下面简单介绍一下发动机的单独维修工作任务，但不包括 QEC 装配。

1. 正常工作步骤

在基本的维修任务工作步骤基础上，进一步细化的工作步骤如下：发动机进厂初检→试车（视需）→发动机进厂详细检查（包括孔探检查等）→分解→清洗→部件检查/无损探伤→修理→检测→部件组装→单元体组装→发动机整机组装→发动机测试→出厂检查（包括出厂孔探检查等）。

2. 检测

发动机的检测包括发动机上各个组件（一组部件的组合）检测和发动机整体的检测，需要测试的车台，综合的校验设备，模拟的负载，详细的测试步骤和数据记录。测试工作需由授权人员完成。

发动机及其组件的测试车台、校验设备、模拟负载需要定期的校准、检定和标定，都需要符合厂家确定国家或国际标准资格的组织完成。

在部件组装环节，会产生测量、匹配检测、平面度检测、同心度检测、跳动检测、流量检测、真空度检测、渗漏检测、同步检测等检测工作。

发动机及其部件的测试（含试车）会使用大量燃油，也会产生很大噪声，因此需做好防火和人员安全防护工作。

3. 修理、改装、翻修

发动机的修理级别包括：

（1）小修是指组件拆下后做目视检查并附带个别零件修理或更换；

（2）中修是指对组件做部分拆解，对拆下来的零部件做检查、修理或者改装、更换，以达到发动机性能恢复要求；

（3）大修，也称翻修，是指把组件分解到零部件，对拆开的零部件做检查、修理或者改装、更换，以达到发动机修后寿命重新计算的目的。

发动机结构件的修理，会产生大量特种作业维修任务，如打磨、表面处理、热处理等，表面处理和热处理工作需遵从发动机厂家手册中引用的技术标准（工艺），这些技术标准的源头或其通常是国际行业协会制定的、被普遍遵循的标准。

更换或报废发动机组件、部件、管路、导线，也属于修理工作范围。

发动机的超规范修理（超差修理），与前文介绍的特殊检验的超差修理类似。

发动机改装的前提是厂家手册和航空运营人手册规定了改装的技术资料和方法，超出厂

家持续适航性技术资料的改装也视为超规范修理。发动机超规范修理，参照本教材前面的特殊检验。

维修前，发动机维修人员需判断修理任务是否属于重要修理或重要改装。

4. 维修放行

发动机的维修放行证明是 AAC-038《批准放行证书/适航批准标签》，这是代表局方签署的发动机适航性声明，同时还需编制出厂报告，详细地记录整个维修过程，AD 和 SB 的执行情况，发动机上的时限件和寿命件情况等。

如果维修单位已知发动机有未执行的 AD，不得对其进行适航性放行。

5. 检修报告

发动机检修报告是重要技术文件，是发动机检修适航运行的技术依据。通常包括如下要素：发动机修理适航批准标签（必须有发动机营运所在国适航标签、FAA（视需）适航批准标签、EASA（视需）适航批准标签）、重大修理表格、单元体状态表、AD状态清单、SB状态清单、寿命件清单、试车单、附件清单、需要跟踪的未完成事宜清单、寿命件/新件适航批准标签、附件修理适航批准标签、缺件清单、重要零件状态表等。

发动机修理过程中的工卡等文件一般保存在修理厂，有需要时可以调取。

4.6.3 零部件单独维修工作

零部件维修包括：①机载设备、②发动机附件（包括 QEC）维修。

机载设备是指除航空器型号合格审定时批准安装的部件之外的，为符合航空器运行而安装的设备，如应急设备、救生设备等，同样被列入维修方案，同样需要执行单独的修理任务。

修理零部件需要严格按零部件修理手册（CMM）进行。修理程序为：进厂检查→详细目视检查→台架测试→功能测试→分解→清洁→特殊检查→修理→组装→出厂测试。

4.6.4 发动机、零部件维修大纲

发动机、零部件（包括机载设备）维修大纲是航空运营人维修工程管理手册“修理和改装的执行”中的一部分，主要以工作程序的形式规定发动机、零部件如何完成在翼维修（结合维修方案一并实施），以及如何完成离位车间修理任务，至少需要规定发动机、零部件的清洁、检验、调节、测试和润滑的周期。

单独维修任务的落实一般由航空运营人的维修计划部门与航材管理部门共同完成，根据航空运营人工程技术部门提出的计划性维修要求，以及可靠性部门提出的附加维修要求，产生合同或者工作指令给发动机、零部件维修单位由其实施。

第四部分 航空器适航

第 5 章 航空器的适航性与初始适航

5.1 概述

维修法规和规范是确保航空器适航性的重要保障，明确规定了航空器在维修、保养、检查等方面需要达到的具体标准和要求，这些标准是判断航空器是否适航的重要准则。相关法规和规范还详细说明了航空器进行适航检查的程序和方法，规范了适航检查流程。

5.1.1 适航性的概念

对于民航业来说安全是头等大事，那么飞机的安全性是如何保证的呢？答案是通过适航性。那什么是适航性？适航性（Airworthiness）指航空器、发动机、螺旋桨或零部件符合经局方批准的设计，并处于满足安全运行的状态。适航性是航空器（包括其部件及子系统整体性能和操纵特性）在预期运行环境（包括：大气、机场、航路、空中交通管制）和在经申明并被核准的使用限制（包括：速度、高度、重心、重量以及发动机和其他设备的使用限制）下的安全性和物理完整性的一种品质。这种品质要求航空器应始终处于保持符合其型号设计和始终处于安全运行状态。

可见，适航性的目的是保证飞行安全、维护公众利益和促进行业发展；适航性分为航空器的本体属性和使用属性，详见表 5-1。

表 5-1 适航性的属性示例

航空器	本体属性	使用属性
性能	部件及子系统整体性能	操纵特性
条件	使用限制下	预期运行环境
品质	物理完整性	安全性
要求	符合其型号设计	始终处于安全运行

表 5-1 说明适航性的要求具体体现在技术方面的系统安全性与物理完整性，体现在管理方面是技术状态（本体属性→初始适航）与过程控制（使用属性→持续适航）的管理（适航管理）。可见适航性包括初始适航性和持续适航性。初始适航性保证飞机在设计和研制阶段满足适航性指标和要求，飞机通过初始适航审定就可取得适航证；持续适航性是飞机交付使用以后适航性的保持，其核心是为了保障飞机的使用安全性。可以说适航性是通过航空器全寿命周期内的设计、制造、试验、使用、维护和管理各个环节来实现和保持的，适航管理

是保证适航性的有效手段。

民用航空器适航性本质上是航空器的固有性能及其外部环境特性之间的关系,同时航空器作为在天空、陆地、跨越江海运行的公共交通运输工具,对其乘员和运行区域有着显著的影响。因此国际社会达成普遍共识,各个国家政府制定或采用了全面的、严格的法律法规指导和约束航空器固有特性提供者、外部环境特性协调者、以及固有特性和外部环境特性之间的一切元素和活动,主要包括:(1)国际民用航空协会和各国政府部门;(2)空中交通管制方(包括军方);(3)机场管理部门;(4)航空器设计厂家;(5)航空器制造厂家;(6)航空器和部件维修单位;(7)航空器运营人;(8)机组乘员;(9)乘务员或乘客;(10)行李和货物。

5.1.2 航空器维修活动涉及的主要部门及其职责

1.涉及的主要部门

针对航空器维修活动,涉及的主要部门及其职责如下:

- (1) 中国政府部门(航空器管理方面的立法、执法管理);
- (2) 航空器设计厂商(航空器设计,包括兼容动力装置、零部件、机载设备);
- (3) 航空器制造厂家(航空器制造,包括匹配动力装置、零部件、机载设备);
- (4) 航空器运营人(航空器适航性管理以及维修要求的规定和维修组织);
- (5) 航空器和部件维修单位(航空器维修要求的落实单位);
- (6) 航空器维修培训机构

2.涉及部门的职责

我们以航空器从设计到投入运行期间所需完成的工作为例,简单介绍上述各部门的职责,对于设计、制造、生产航空产品或零部件的制造厂家而言,任何一款新型号民用航空产品或零部件在投入市场运营前,首先要取得“适航三证”,即型号合格证(Type Certificate, TC)、生产许可证(Production Certificate, PC)、适航证(Airworthiness Certificate, AC)。

其中完成型号合格审定、获取型号合格证(TC)是最为关键、难度最大的环节,TC由中国民用航空局或民航地区管理局(简称局方)依据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21R5)审批合格后颁发,是证明民用航空产品的设计符合相应适航规章的证件。

PC是局方对飞机制造符合性的批准,获取PC体现了一家航空制造企业的生产组织及控制、质量管理和综合管理水平。从原材料控制、供应商管理到生产环节的划分及控制、生产质量管控,再到飞机出厂测试、售后维修维护等,每个细节都有章可循、有据可查,航空

制造企业可严格按照程序组织各个生产环节，确保安全受控。

获得 PC 后，飞机制造厂家就可以开始批量生产，但生产出来的飞机还不能投入商业运营，还要再取得 AC。AC 是指局方对每架飞机制造符合性的批准，该证件是在飞机生产完成后，正式交付给用户（例如航空公司）之前，由用户向局方申请的一种适航证件。

例如：国产民航飞机 C919 于 2022 年 9 月完成全部适航审定工作后获中国民用航空局（CAAC）颁发型号合格证（TC），这意味着 C919 完成了历时 5 年多的取证之旅，向局方证明了该飞机的设计符合中国民用相关航空规章的要求。在取得 TC 之后，C919 才能进入批量生产阶段，这时飞机制造厂家需要向局方申请生产许可证（PC），2022 年 11 月，局方向中国商飞公司颁发 C919 的 PC。一个完整的型号从设计到最终投入商业运行的主要流程如图 5-1 所示。

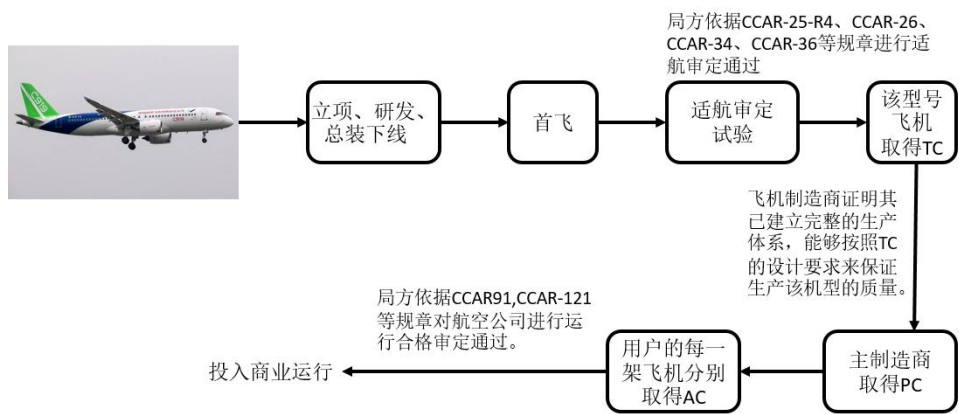


图 5-1 C919 飞机适航审定过程示意图

TC 和 PC 两证是颁发给型号的，即 C919 飞机；而 AC 证是颁发给每一架飞机的。每一架民航飞机在获取 TC、PC、AC 之后还不能投入商业运行，还需进行最后一个阶段审查，即局方依据《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121）等运行规章要求对航空公司进行运行合格审定通过后才能进行商业运行。投入商业运行后，运营人需要将航空器交给拥有维修许可证的航空器维修单位实施维修。航空器维修人员则需要在拥有 CCAR-147 资质的航空器维修培训机构培训、考取维修执照或机型签署。

5.2 适航管理

5.2.1 概述

中国民用航空局和各地区管理局、监督管理部门（后简称局方）通过制定法规标准、进行审定监管、开展持续适航管理等方式实施民用航空器的适航管理。

适航管理是局方在制定了各种最低安全标准的基础上,通过法规、机构、流程,对民用航空器的设计、制造、使用和维修等环节进行的科学统一的审查、鉴定、监督和管理。根据国际民航组织(ICA0)民航安全标准体系系列文件之一《航空器适航性》(附件8)(Annex 8-Airworthiness of Aircraft)中对“型号合格审定”和“持续适航监督”的要求,以及《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》,局方对民用航空器的适航管理分为两大类:“初始适航管理”和“持续适航管理”。

1.初始适航管理:主要针对的是民用航空器的设计和制造环节,在航空器交付使用之前,由适航部门依据各类适航标准和规范性文件,对民用航空器的设计、制造进行型号合格审定和生产许可审定,以确保航空器满足适航要求。

2.持续适航管理:主要是在民用航空器的设计和制造已获得局方批准后,对已获得适航证并投入运营的飞机,为持续保持其在设计和制造时所达到的基本安全标准适航水平,始终处于安全运行状态而进行的管理。持续适航管理主要是对民用航空器的使用和维修的管理。

5.2.2 适航管理的法规体系

鉴于航空器系统的复杂性、新兴技术的迭代应用及运行环境的动态变化,航空器的适航管理需依托政府部门、企事业单位及专业人员的跨部门、跨领域协同实施。为此,民航主管部门构建了层级分明的适航管理法规体系,基于分级分类管理理念,通过制度设计、标准制定、过程监管及持续改进等方式予以落实。具体如下:

1.初始适航管理:由局方适航审定部门依据 CCAR-21R5、CCAR-25R4、CCAR-27R2、CCAR-29R2 等及相关适航标准,对航空器设计、制造实施型号合格审定。

2.持续适航运行监管体系:局方适航管理部门依据 CCAR-121R8、CCAR-135R3、CCAR-136、CCAR-91R4 等进行航空器运行过程监管,构建覆盖运输航空、通用航空、特殊作业等全领域的运行安全管理框架。

3.持续适航维修保障体系:局方适航管理部门依据 CCAR-145R4(维修单位资质)、CCAR-147R1(维修人员培训)、CCAR-66R3(维修人员资质)进行管理,确保航空器在运营阶段的持续适航性。

初始适航管理是连接“从图纸到蓝天”的关键环节,与后续的持续适航管理(如维修、运行监管)共同构成全生命周期安全保障体系。上述系列法规的协同实施,构建起覆盖设计认证、运行监管、维修保障的全生命周期适航管理框架。

每一部适航管理法规,就好似一部人类航空史的错题本,目前使用的大多数适航管理法规总结了 20 世纪 50 年代以来,民航业遭遇的所有空难的血泪教训。每多一起空难,法规可

能就会增加一条。每增加一条，民航飞行安全的保障就又多一分。这些法规条款虽然读起来冷冰冰，但每一条每一款都有其相对应的来源。因此，在航空器的设计、制造、维修、运行过程中，但凡涉及适航条款的要求，没有任何商量余地，必须严格执行。

5.2.3 依据法规实施的适航管理

中国民航局及其地区管理局相关司局和业务处室依据相关法规，全面实施适航管理，以及对航空器维修单位、航空器运营商和维修人员的管理工作。局方依据《民用航空器适航审定规定》（CCAR-21）实施新型号航空器初始适航审定工作；依据《民用航空器适航管理规定》（CCAR-39），监督航空器的适航状态，例如发布适航指令或检查航空器的运行安全；依据《民用航空器维修单位合格审定规定》（CCAR-145），对维修单位进行资质审定和监督，确保其维修工作符合标准，例如检查维修记录和设施设备。

对于航空器运营商，局方依据《民用航空器运行适航管理规定》（CCAR-121），监督其制定和执行维修大纲，确保航空器在运行中保持适航。依据《民用航空器维修人员执照管理规定》（CCAR-66），对维修人员的培训和执照进行管理，例如审核培训机构的资质和颁发维修人员执照。依据《民用航空器维修培训机构合格审定规定》（CCAR-147），要求培训机构需取得合格资质，并确保培训设施、设备和师资符合要求，例如提供模拟机或实际飞机用于实操训练。

局方依据《CCAR-13》行政处罚程序，对违反《CCAR-145》的维修单位实施罚款或吊销维修许可证。依据《CCAR-93》安全监管规则，对维修人员执照造假行为启动失信联合惩戒机制。通过这些法规，民航局和地区管理局确保航空器的安全运行和持续适航。通过依法对航空器的全生命周期实施证书管理，可以展示政府公信力，且符合国际惯例，有利于规范行业秩序。

5.3 适航标准和初始适航规章

5.3.1 适航标准

适航标准是为保证实现民用航空器的适航性而制定的最低安全标准，是一种技术性法规，明确民用航空器在结构、性能、系统等方面的最低安全要求。适航标准是国家法规的一部分，适航管理必须严格遵守适航法规和标准。适航标准是通过长期工作经验的积累，吸取了历次飞行事故的教训，经过必要的验证或论证及公开征求公众意见不断修订而成的。我国的适航标准是参照国际惯例又结合国情而制定的，通过《中国民用航空规章》（CCAR）系列来体现。

适航标准是航空器设计、制造和运营必须遵守的技术规范，是制定 CCAR 规章的技术支撑，CCAR 规章明确了适航标准的执行和监督机制以确保标准得到有效落实，通常由民航局制定并通过 CCAR 规章强制执行。适航管理是确保航空器在其生命周期内持续符合适航标准的过程，是民航局执行适航标准的具体手段。

5.3.2 初始适航规章

5.3.2.1 《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21R5）

1.为保障民用航空产品和零部件的适航性，根据《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国行政许可法》和《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》制定了 CCAR-21R5。其中民用航空产品是指民用航空器、航空发动机或者螺旋桨；零部件是指任何用于民用航空产品或者拟在民用航空产品上使用和安装的材料、零件、部件、机载设备或者软件。

民用航空产品和零部件的设计、生产、制造、投入运行，都需要获得相应的批准，即都需要“适航取证”，基于以下两个条件批准：

（1）满足 CCAR-21R5 中的：合格审定程序和职责、豁免、飞行手册、故障、失效和缺陷的报告、ETOPS 报告要求、零部件的批准、替换件和改装件等适用条款，并满足适用的标牌或者标记、设计保证系统、运行符合性评审要求。

（2）满足下列一个或多个适用的适航标准（称之为：型号合格审定基础）

CCAR-23R4《正常类飞机适航规定》；

CCAR-25R4《运输类飞机适航标准》；

CCAR-26《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》；

CCAR-27R2《正常类旋翼航空器适航规定》；

CCAR-29R2《运输类旋翼航空器适航规定》

CCAR-31R1《载人自由气球适航规定》；

CCAR-33R2《航空发动机适航规定》；

CCAR-34R1《涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定》；

CCAR-35《螺旋桨适航标准》；

CCAR-36R3《航空器型号和适航合格审定噪声规定》；

CCAR-37AA《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》；

CCAR-39AA《民用航空器适航指令规定》。

上述规章均为对航空器进行型号合格审定时审定基础。型号合格审定基础（Type Certification Basis）是经型号合格审定委员会（Type Certification Board, TCB）确定的、对

某一民用航空产品进行型号合格审定所依据的标准。型号合格审定基础包括适用的适航规章、环境保护要求及专用条件、豁免和等效安全结论。

2.局方依据 CCAR-21R5 的审定可分类为：型号合格审定（型号审定）、生产许可审定（生产审定）和适航合格审定（适航审定）。如图 5-2 所示。

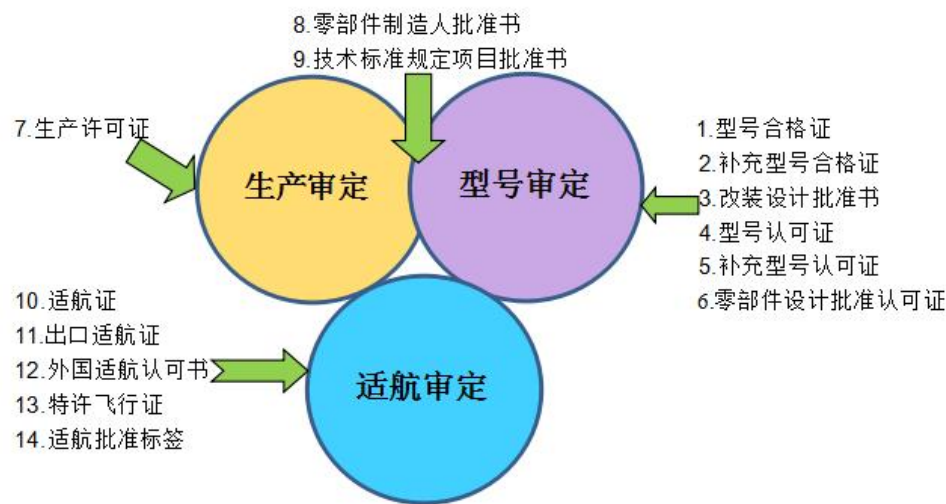


图 5-2 三个分类及其对应颁发的证件

3.局方依据 CCAR-21R5 审定批准后颁发的一些证件及说明如表 5-2 所示：

表 5-2 局方根据 CCAR-21R5 审定批准后颁发的一些证件及说明

分类	相关概念	说明或举例
型号合格审定 类适航	1. 型号合格证（Type Certificate, TC）： 在民用航空产品的型号设计符合相应适航标准中的适用要求和适航当局规定的专用条件或具有适航当局认可的等效安全水平，其持续适航文件已获得批准，在运行中没有不安全的特征或特性时，由适航当局向申请人颁发的证明性证件。	例如：中国商飞公司的 C919 飞机由中国民用航空局给它颁发 TC，美国波音公司的 B787 飞机由美国联邦航空管理局（FAA）给它颁发型号合格证，欧洲空客公司的 A320 飞机由欧洲航空安全局（EASA）给它颁发型号合格证。
	2. 补充型号合格证（Supplemental Type Certificate, STC）： 型号合格证持有人以外的任何人对经过批准的民用航空产品型号设计进行大改时由适航当局向申请人颁发的证明其型号大改符合适用的适航标准和适航当局确定的专用条件，或具有与原型号设计等同的安全水平，在运行中没有不安全的特征或特性的证件。	申请 STC 需要按民航局发布的、2022 年 9 月 10 日起生效的《民用航空产品补充型号合格证和改装设计批准书合格审定程序》（AP-21-AA-2022-14R1）要求办理， 适用于补充型号合格证（STC）和改装设计批准书（MDA） 的申请、受理、审查、颁证及证后管理。 典型改装申请流程：改装项目设计→符合性测试→STC/MDA 方案设计→功能验证测试飞行→颁发 STC/MDA 证书。 例如：国内某 MRO 公司希望给一架

分类	相关概念	说明或举例
证件		A320 飞机客舱加装 Wi-Fi，加装方案需要包含 1 台 CNSU 和 2 台 CWAP3500 设备，该加装项目需要向所在地的地区管理局（例如民航中南管理局）申请并通过认证后获得 STC 才行。
	3. 改装设计批准书（Modification Design Approval, MDA）： 已获得 CAAC 设计批准或认可的有人驾驶航空器、发动机、螺旋桨的设计小改（含仅构成设计小改的超手册修理）/“小的改装&小修”，但不适用于无人驾驶航空产品。	例如：国内某 MRO 公司在接到客户的一架波音 777F 货机三证支架改装项目需求后，该公司完成改装方案设计后，需向所在地的地区管理局（例如民航华东管理局）申请 MDA 审查，取得 MDA 后才能实施改装项目。 简单来说，STC 是对航空产品非实质性大改的一种设计批准方式；MDA 是对航空产品小改的一种设计批准方式。对某型号航空器加装或改装机载设备需要通过 STC/MDA 取证，且针对不同飞机型号，需要分别取得 STC/MDA 证。
	4. 型号认可证（Validation of Type Certificate, VTC）： 对于进口到中国的民用航空产品，在中国适航当局按其规定审查后，确认该产品满足中国的有关适航要求，由中国适航当局对该产品的型号合格证持有人颁发的证件。	例如：欧洲空客公司如果想把 A320 型民航飞机出口到中国，中国民用航空局就要对 A320 这个飞机的型号合格证（TC）进行认证，该型号飞机经中国民用航空局认可后，会对欧洲空客公司颁发 A320 的 VTC，这样空客公司才能把 A320 型飞机销售到中国来。
	5. 补充型号认可证（Validation of STC, VSTC）	现阶段，航空器在获得 FAA 或 EASA 认证的 STC 后，如果要在国内运行，还必须获得 CAAC 认证，通过认证后 CAAC 颁发 VSTC。STC 与 VSTC 的关系类似 TC 与 VTC。
	6. 零部件设计批准认可证（VDA）	VDA 用于和中国具有双边适航协议的国家设计和制造的零部件进行审定后对其设计进行批准。VDA 用于生产取得 CTSOA 的航空产品。
生产许可审定类适航证件	7. 生产许可证（Production Certificate, PC）： 在适航当局审查了申请人的质量控制资料、组织机构和生产设施后，认为其已经建立并能够保持一个合格的质量控制系统，能够确保所生产的每一产品均能符合型号合格证的设计要求，由适航	TC 是对航空产品设计的批准，而 PC 是对航空产品生产的批准。而生产的过程中最重要的是制造人的质量控制体系，生产许可审定的目的是为了要确认民用航空产品制造人能够建立并保持符合相关规定的质量控制系统，按照批准的设计标准进

分类	相关概念	说明或举例															
	当局向申请人颁发的证明其生产能力的证件。	行重复、高质量和稳定可靠的生产。															
机载设备零部件类适航证件	8. 零部件制造人批准书（Parts Manufacturer Approval, PMA）：用于对已获型号合格证的民用航空产品上作为加改装或更换用零部件，或者已获装机批准的技术标准规定项目的零部件的替换件的批准。	PMA 与 CTSOA 的区别，PMA 包含零部件设计、制造和安装的批准，生产 PMA 件的主要目的是在已获得型号合格证的产品上作为替换件，是主流零部件的批准方式。 CTSOA 是航空材料、零部件、机载设备装机的最低性能标准，CTSOA 只批准上述航材的设计和生 产，但装机需要另行批准。 如果某个航空零部件希望批量装机，需要分机型取得 STC 或 MDA 证书，且分机型取得该零部件的 PMA 证书后方可进行批量装机。															
	9. 技术标准规定项目批准书（Chinese Technical Standard Order Authorization, CTSOA）：用于民用航空器上所用的某些材料、零部件或机载设备(以下称项目)的最低性能标准。 <table><tr><th>地区</th><th>审 批 机构</th><th>技术标准规定简称</th><th>技术标准规定批准书简称</th></tr><tr><td>美国</td><td>FAA</td><td>TSO</td><td>TSOA</td></tr><tr><td>中国</td><td>CAAC</td><td>CTSO</td><td>CTSOA</td></tr><tr><td>欧洲</td><td>EASA</td><td>ETSO</td><td>ETSOA</td></tr></table>	地区	审 批 机构	技术标准规定简称	技术标准规定批准书简称	美国	FAA	TSO	TSOA	中国	CAAC	CTSO	CTSOA	欧洲	EASA	ETSO	ETSOA
地区	审 批 机构	技术标准规定简称	技术标准规定批准书简称														
美国	FAA	TSO	TSOA														
中国	CAAC	CTSO	CTSOA														
欧洲	EASA	ETSO	ETSOA														
适航合格审定类证件	10.适航证（Airworthiness Certificate, AC）：适航证分为标准适航证、限制适航证和实验类适航证。标准适航证颁发给按照 CCAR21.24 取得型号合格的航空器；限制适航证颁发给按照 CCAR21.24、21.25 和 21.26 取得型号合格证的初级类、限用类、轻型运动类航空器；实验类适航证主要用于航空爱好者自己制造、自行组装，以个人娱乐和飞行体验等活动为目的的轻型、超轻型等类别的航空器。	适航证是对某一架航空器通过适航当局的适航审定后所颁发的证件，用以表明该航空器符合经过批准的设计并且处于安全可用的状态。 对于发动机、螺旋桨产品或者拟在民用航空产品上使用和安装的材料、零件、部件、机载设备或者软件来说，其适航批准是通过颁发“适航批准标签”（AAC-038）的形式来体现。															
	11.出口适航证（ECofA）：用于出口已有型号合格证书的民用航空产品。仅用于出口，不能作为批准航空器运行的文件。	中国自主设计和生产的民用航空器（例如 C919、ARJ21、新舟 60、运 12 等）需要出口到国外的，制造厂家应当向 CAAC 申请领取“出口适航证书”。															

分类	相关概念	说明或举例
	12.外国适航证认可书： 针对在外国登记注册，持有外国适航当局颁发的现行有效适航证，且型号设计已经获得 CAAC 认可，并由中国占有人或使用人运行的航空器颁发的证件。	目前国内有些航空公司以“干租”或“湿租”飞机的方式来进行业务运营。没有在中国注册的“干租”或“湿租”的航空器应当具有其注册国颁发的符合国际民航组织公约要求的标准适航证，并获得民航局颁发的“外国适航证认可书”。
	13.特许飞行证（Special Flight Permit, SFP）： 用于对尚未取得有效适航证（AC）的民用航空器或暂不符合有关适航要求下，在需进行特殊飞行作业时的批准。	例如：只拥有临时国籍证的航空器不能申请适航证，但可以申请“特许飞行证”后才可实施试飞。
	14.批准放行证书/适航批准标签（Authorized Release Certificate/Airworthiness Approval Tag）（简称 AAC-038 表格）： 根据不同法规要求，批准放行证书/适航批准标签体现形式也不尽相同，典型的如 CAAC 通过 AAC-038 表进行签发，FAA 通过 8130-3 表进行签发，EASA 通过 FORM 1 表进行签发等。 该证书是设备符合性或适航性证明依据。对于航空公司等企业，发动机、螺旋桨和零部件等装机航材是否合格，首先必须具备完整、有效的合格证明文件表明其符合民航法规中关于适航性的规定。	例如：某航空公司将航空器上拆下的部件送至经批准的维修单位 A 进行维修，在维修过程中，维修单位 A 又将送修部件中的子部件送至维修单位 B 进行维修，最后送修人是否应该同时索要维修单位 A 和 B 的放行证明？ 按照 CAAC 规定，当任何部件的维修是为了本单位另一项完整的维修工作需要时，可以采用本单位的维修放行证明。即送修人只需要维修单位 A 提供的“批准放行证明”（AAC-038 表）即可。

5.3.2.2 《运输类飞机适航标准》（CCAR-25R4）简介

CCAR-25R4 是运输类飞机的适航标准，包括对飞机的飞行、结构、设计与构造、动力装置、设备、使用限制和资料、电气线路互联系统（EWIS）的要求。美国联邦航空局(FAA)采用 FAR25《Airworthiness Standards:Transport Category Airplanes》，欧洲航空安全局(EASA)则采用 CS25《Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes》。

例如：国产 ARJ21 和 C919 等运输类飞机要取得商业营运资格，首先是证明该型号飞机的安全性设计符合中国民航 CCAR-25 部的要求。CCAR-25 部规定了对运输类飞机安全性设计的最低要求。申请取证的飞机必须按这一要求完成一系列符合性验证，即适航取证试飞，以此取得适航三证之一的型号合格（TC）。

CCAR-25R4 附录包括：

- (1) 大气结冰条件用于表明/对 B 分部（飞行）的符合性的机身冰积聚条件；
- (2) 确定最小飞行机组的准则；
- (3) 装有助推动力的飞机重量增量和装有助推动力的运输类飞机性能；
- (4) 表明符合 CCAR-25R4 第 853 条（座舱内部设施）或 CCAR-25R4 第 855 条（货舱和行李舱）的（阻燃）试验准则和程序；
- (5) 突风和连续湍流设计准则；
- (6) 持续适航文件；
- (7) 应急撤离演示；
- (8) 起飞推力自动控制系统（ATTCS）的安装；
- (9) 延程运行（Extended-Range Operations, ETOPS）；
- (10) 高强辐射场（High Intensity Radiated Field, HIRF）环境和 HIRF 设备测试水平；
- (11) 燃油箱系统降低可燃性的措施、燃油箱可燃性暴露和可靠性分析。

附录中所列内容，多为与航空器适航性，尤其是与安全有关的适航性相关，持续适航性文件也列在其中，与航空器维修活动息息相关，将在持续适航文件中介绍。

5.3.2.3 《民用航空器适航指令规定》（CCAR-39）

适航指令（AD）是局方发现某一民用航空产品存在不安全状态，并且这种状态很可能存在或发生于同型号设计的其他民用航空产品之中，或发现民用航空产品没有按照该产品型号合格证批准的设计标准生产，所制定的强制性检查要求、改正措施或使用限制。其内容涉及飞行安全，如果不按规定完成，有关航空器将不再适航。常见的适航指令通过对结构和系统的改装、拆换以消除原始设计中的缺陷，对航空器运行安全和持续适航有直接影响。

民用航空器产品的设计、制造单位和个人，必须保证其设计、制造的民用航空产品符合现行的中国民用航空适航标准和 CCAR-39 部的有关要求。

当民用航空产品处于下述情况之一时，颁发适航指令：

- (1) 某一民用航空产品存在不安全的状态，并且这种状态很可能存在于或发生于同型号设计的其他民用航空产品之中；
- (2) 当发现民用航空产品没有按照该产品型号合格证批准的设计标准生产；
- (3) 外国适航当局颁发的适航指令涉及在中国登记注册的民用航空产品。

适航指令均以书面形式颁发；紧急情况时，以电报的形式颁发，但随后应补发书面适航指令。

5.3.2.4 其他初始适航规章

1. 《民用航空用化学产品适航规定》（CCAR-53）用于对民用航空用化学产品的适航管理，包括但不限于除冰/防冰液、厕所卫生剂、清洗剂/蜡/粉、积碳清除蜡/剂、褪漆剂、抛光蜡/剂及除锈剂以及空气清新剂、杀虫剂、消毒剂、除臭剂等。

2. 《民用航空油料适航规定》（CCAR-55）对民用航空油料的适航管理，适用于民用航空油料及其供应企业、民用航空油料检测单位和民用航空油料试验委任单位代表的适航审定和管理。

3. 《民用航空适航委任代表和委任单位代表管理规定》（CCAR-183AA-R1）是为委派民航行政机关以外的人员和单位从事有关民用航空适航审定和检查工作，及时有效地实施民用航空适航管理而制定，规定了民航行政机关委派的适航委任代表和适航委任单位代表的权限和行使权限。

5.3.3 适航证件体系简介

1. 与航空器维修相关视需申请的证件

（1）补充型号合格证与改装设计批准书：在航空运营人对飞机进行改装，如客机改为货机时，需要申请；

（2）特许飞行证：在航空运营人在特殊情况下申请飞行，如为改装、修理航空器而进行的调机飞行。需要说明的是，在航空器设计、试验阶段，特许飞行证用于新飞机或新的机载设备的验证飞行。

2. 与航空器维修相关必须检查确认的证件

（1）适航证，被列入航线维护检查内容，确认其完好有效；

（2）适航批准标签，装机的部件均需适航批准标签，包括修理过的部件；

（3）零部件制造人批准书，简称 PMA 件，航空运营人经常采用。

第 6 章 持续适航

6.1 航空器维修中的持续适航管理

6.1.1 概述

民用航空器的适航管理分为初始适航和持续适航。什么是航空器的持续适航？持续适航是指航空器在取得初始适航认证后，通过持续地维护、检查、修理和改进，确保其在全生命周期内始终符合适航标准的过程。

持续适航的目的是确保航空器在整个使用寿命内，确保航空器安全性与适航性不随时间下降，能够安全、可靠地执行飞行任务，能够及时应对设计缺陷、环境变化等新风险，维持航空器持续合法运营的能力。

从航空器维修的角度看，构建能有效运行的维修管理机制是航空器持续适航管理的重要保障，该维修管理机制包含：

1.建立维修管理法规框架体系。即国际层面为 ICAO 的《芝加哥公约》附件 8（航空器适航），国家法律层级为《中华人民共和国民用航空法》，国家行政法规方面为《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》，民航部门规章为 CCAR-121（大型飞机运营）、CCAR-145（维修单位）、CCAR-66（维修人员资质）等，以此构建符合中国民航持续适航管理要求的法规框架体系。

2.建立维修技术文件管控机制。通过系统化流程对航空器的维护、修理、改装等技术文件（如 AMM/IPC/AD/SB/MPD 等）实现从技术文件创建、修订到废止的全生命周期管控，确保其准确性、完整性、可追溯性。实施动态更新管理以支撑航空器维修活动严格遵循最新的适航标准，确保维修任务与航空器实际使用状态匹配。

3.建立维修人员资质管理制度。通过 CCAR-66 部执照要求构建分级培训机制，实现维修人员技能与复杂航空器系统维护需求的精准对接。

4.形成多方协同机制。建立由航空公司工程部门、授权维修单位、局方适航代表组成的联合审查制度，确保维修方案的合规性与可行性。

6.1.2 维修管理法规框架体系

6.1.2.1 基本概念

民航维修管理法规框架体系是指以保障民用航空器全生命周期安全为目标，由国家法律、行政法规、部门规章、技术标准和管理程序、咨询通告等构成的多层次制度体系。该框架通过明确政府监管职责、企业主体责任和技术实施路径，构建覆盖航空器设计、制造、运营、维护到退役的全链条管理机制。

该体系的作用在于为守住民航安全底线提供保障，通过强制标准消除系统性风险（例如2019年波音 737MAX 失事事故后，全球修订 AD 管理程序）；加强国际竞争支撑；通过与 ICAO/EASA/FAA 等国际体系互认提升产业话语权；深化技术创新引导，为新能源航空器等新兴领域的适航标准（例如：2022 年 8 月 1 日开始施行的《正常类飞机适航规定》（CCAR-23R3）增加了“H 章 电动飞机动力装置补充要求”）。

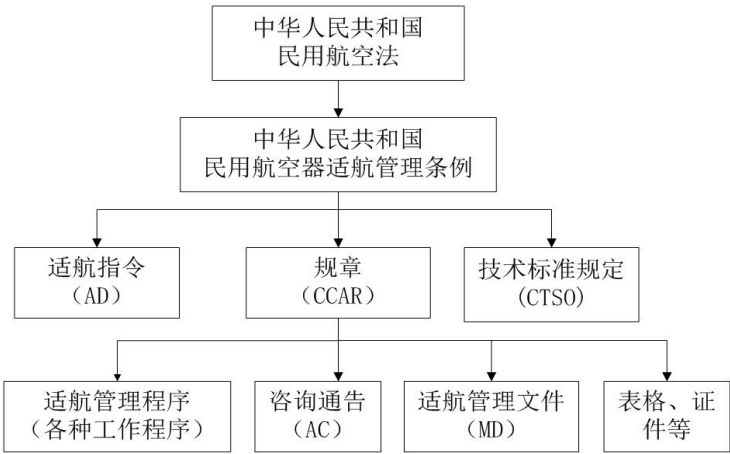


图 6-1 民航维修管理法规框架体系示意图

6.1.2.2 局方依据法规实施管理的过程

1.航空器设计阶段：局方通过型号合格审定（TC）来进行管理，航空器设计单位需要提交《持续适航文件》。《持续适航文件》是指航空器在取得初始适航认证后，为确保其在全生命周期内（从使用到退役）始终符合适航标准而编制的技术文件体系（包括飞行、维修等）。这些文件由制造厂家和运营人(航空公司)共同维护,其中维修技术文件涵盖适航指令(AD)、维修手册（AMM）、服务通告（SB）、维修计划文件（MPD）等内容，用于指导维修活动、记录适航状态，并通过动态更新机制（如 AD 执行、SB 采纳）确保维修操作与最新法规要求一致，最终保障航空器持续安全运行。例如：C919 飞机设计单位在申请 TC 审定时，提交了包含三千多页内容的持续适航文件资料。

2.航空器生产阶段：局方通过审定生产许可证（PC）和标准适航证（AC）来进行管理。生产许可证（PC）的审定，是局方对航空器生产厂家生产系统和质量控制系统的深度核查，只有当厂家在生产能力、技术水平、质量管控等各方面均满足严格的适航要求时，才会被授

予该证。而标准适航证（AC）的审定，则是针对每一架具体生产出来的航空器，局方依据相关适航法规、标准与审定程序，对航空器的设计、制造、安装以及各项性能等进行全方位检查评估，只有完全符合要求的航空器，方可获得标准适航证，证明其处于安全可用状态，才能够投入民用航空运营。

3.航空器运营阶段：局方主要通过审定维修单位资质与维修方案来进行管理。对维修单位资质审定，局方依据 CCAR-145 部执行；在维修方案审定环节，局方借助对维修计划文件（MPD）施行动态管理机制的方式管理，要求航空器运营人基于维修审查委员会报告（MRBR）持续动态更新 MPD。该机制要求运营人通过分析实际运营数据（如故障统计、部件寿命周期）、整合最新适航指令（AD）和服务通告（SB），结合行业对安全标准的最新要求，对原有的 MPD 持续进行修订，确保维修任务（如检查周期、部件更换阈值）始终与航空器当前技术（如新飞机、老龄飞机等）状态和适航要求保持一致。

例如：某型客机在运营中发现主起落架作动筒故障率异常，经制造厂家评估后更新 MRBR，发布 SB 要求缩短检查间隔，此时航空公司需将该要求纳入 MPD 并修订后，调整维修计划并报局方批准后实施。

4.航空器退役阶段：需保存该航空器完整的维修记录一定时期。

6.1.3 维修技术文件管控机制

6.1.3.1 典型的维修技术文件组成

什么是航空器的维修技术文件？是指为确保航空器在运营阶段始终符合适航标准而制定的在航空器维修领域的系统性技术规范文件集合，该文件集合的内容涵盖维修策略、操作程序及质量控制要求等。其作用是通过科学的维修计划和标准化流程，保障航空器在全生命周期内的安全性与可靠性。主要包括以下一系列文件：

1.维修审查委员会报告（MRBR）

航空器制造厂家负责 MRBR 的初始编制及后续修订更新，并基于 MSG-3 逻辑分析和运营人（航空公司）反馈更新内容。编制完成和修订更新后的 MRBR 需经适航当局审查批准后方可生效，确保其符合最新适航标准。运营人在运营中发现问题或提出改进建议，可反馈至制造厂家来推动 MRBR 更新。

MRBR 的内容规定了最低维修要求（如检查周期、部件更换阈值），是制造厂家编写维修手册 AMM 等和航空公司编写计划维修文件（MPD）的基础依据，为其提供标准化的维修策略框架。

MRBR 的更新无固定周期，是个动态调整过程。主要依据以下触发条件：

(1) 适航指令 (AD)：当适航当局发布新 AD 时，制造厂家需同步修订 MRBR 中的相关维修要求。

(2) 运营数据与故障统计：若某部件故障率超出预期或发现设计缺陷，需重新评估维修间隔或任务类型。

(3) 服务通告 (SB)：制造厂家发布 SB 建议改进措施后，可能需将其纳入 MRBR 的强制要求。

(4) 技术进步：新材料、新工艺的应用可能促使维修策略优化。

例如：某新型涡扇发动机轴承因设计问题频发故障，制造厂家经分析后建议缩短其更换周期并发布 SB，局方评估后将此要求纳入 AD，这样制造厂家就要更新 MRBR 并提交局方批准后，强制所有该型发动机执行新的维修间隔。可见 MRBR 的更新是“事件驱动”的。

2. 计划维修文件 (MPD)

MPD 用来明确航线检查、定检、部件翻修等任务的执行标准。航空公司参考 MRBR，结合机场条件（如高原起降）、气候因素（如高湿度导致的腐蚀风险）及航线结构（如短程高频次飞行）调整等任务参数，通过分析历史故障统计（如某部件故障率超阈值）、部件寿命周期（如轮胎磨损率）及适航指令 (AD) 执行记录等，编制和动态调整 MPD。

例如：某航空公司针对 B737-800 机队编制 MPD 时，结合其高原航线运营数据，将原 MRBR 建议的起落架检查间隔 2000 飞行小时缩短至 1800 飞行小时，形成符合该航空公司实际需求的个性化维修方案。

3. 维修手册 (AMM) 等

制造厂家负责编制的维修程序类手册有很多种，相关说明详见本书第四章，例如：飞机维修手册 (AMM)、系统原理手册 (SSM)、结构修理手册 (SRM)、发动机装配手册 (PBM)、故障隔离手册 (FIM) 等，我们以维修手册 (AMM) 为例进行说明。例如：空客 A350 的 AMM 由空客公司的工程团队牵头，联合材料、系统专家共同完成。

AMM 等手册的内容需整合设计数据、试验结果及维修审查委员会报告 (MRBR) 要求等，需按 ATA 规范采用标准化的系统/结构划分章节（如：ATA 21 章空调系统、ATA57 章机身结构），应包含维护步骤和技术参数，规定标准化的维修操作流程。

编写完成的 AMM 等手册需通过局方的适航审查，重点验证其对 CCAR-25/43 部条款的符合性。AMM 等手册的编写质量直接影响航空器维修效率与安全性，与一线维修人员的工作直接相关。在民航局推进的维修作风建设中，鼓励维修人员争做“手册型员工”，其中的手册主要就是 AMM 等维修手册，“手册型员工”体现了工作的合规性原则，要求维修人

员所有操作必须与手册中的步骤、参数、工具要求完全一致。例如：更换飞机轮胎时，必须按维修手册规定扭矩值（如 $150\pm 5\text{ N}\cdot\text{m}$ ）使用指定型号的力矩扳手，而非凭借经验调整。

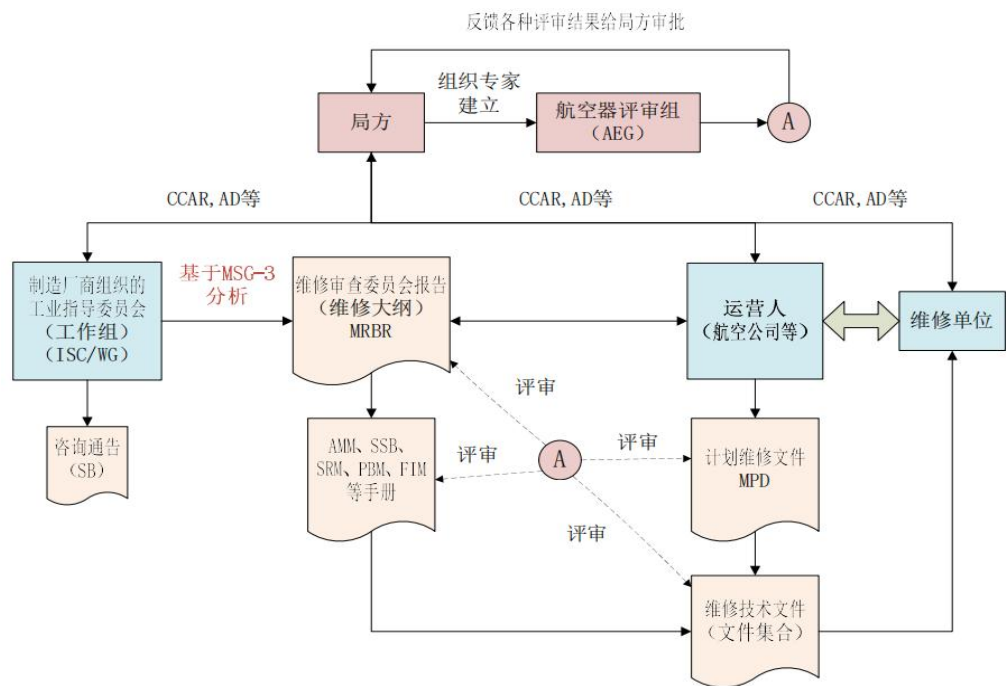


图 6-2 维修技术文件组成及相互关系

4.适航指令（AD）与服务通告（SB）

AD 是由适航当局发布的强制性措施，必须执行。

SB 通常由航空器制造厂家（如波音、空客）发布，用于向用户（航空公司、维修单位等）建议或通知关于产品改进、改装或维修的信息。若制造厂家发现某部件存在潜在缺陷但尚未构成安全风险，可能先发布 SB，后续局方根据风险评估决定是否升级为 AD。若 SB 内容被纳入某航空公司的维修计划文件（MPD）或局方审查要求，就成为该航空公司在维修工作中的必做项目。

例如：某新机型的燃油泵设计缺陷导致多起空中停车事件，制造厂家最初发布 SB 建议提前更换。后续调查发现，未执行该 SB 的飞机故障率显著高于已改装机队，局方评估后认为此问题已构成重大安全隐患，遂将 SB 升级为 AD，要求所有该型号飞机在规定时限内完成改装，否则禁止飞行。

表 6-1 部分维修技术文件的编写负责单位情况示例

编制负责人	文件名称	用户
制造厂家	维修审查委员会报告（MRBR）	编写完 MRBR 需通过局方评审并批准后才生效，运营人基于 MRBR 编写 MPD，制造厂家基于 MRBR 编写 AMM 等手册

	服务通告（SB）	运营人和维修单位
	飞机维修手册（AMM）、系统原理手册（SSM）、结构修理手册（SRM）、发动机装配手册（PBM）、故障隔离手册（FIM）等	运营人和维修单位
局方	适航指令（AD）	所有民航业制造厂家、运营人和维修单位
	规章（CCAR）	所有民航业制造厂家、运营人和维修单位
运营人 （航空公司）	计划维修文件（MPD）	MPD 是连接 MRBR、技术手册（AMM 等）、运营维修一线之间的枢纽

6.1.3.2 如何编写维修技术文件

1.需求分析与规划

首先需要明确编写目标，即识别适航法规要求（如：CCAR-145 部、CCAR-121 部等）、制造厂家建议（如：MRBR、SB 等）以及运营人（航空公司）是否有特殊需求（如：是否高原机场运行环境）。

其次是根据任务类型选择需要编写的维修技术文件，包括：

- （1）维修计划文件（MPD），基于 MRBR 制定航线检查、定检周期；
- （2）维修手册（AMM）、系统原理手册（SSM）、故障隔离手册（FIM）等，用于细化维护步骤与技术参数，以及构建排故逻辑树等。

2.数据收集与整合

数据来源包含 MRBR、服务通告（SB）、适航指令（AD）等法规文件；历史故障统计、部件寿命监控记录、特殊运行环境数据等运营数据；法规的更新计划及说明等。

制造厂家牵头组织的工作组（WG/ISC）将收集到的数据，使用可靠性分析工具（如：波音的 eBRAM 系统）验证制造厂家建议的维修间隔是否符合实际运营需求，并根据分析结果进行内容调整和整合。例如：某机型起落架作动筒在高原机场故障率高于平原，需缩短 MPD 中的检查周期。

3.文件编制格式要求

要求采用标准化的文件编写规范，按照规定的格式，使用标准术语。即遵循 ATA100 规范来划分内容和编写格式（如：ATA 章节 28-燃油系统），采用标准术语编写内容（如：使用“扭矩值”而非“松紧度”）。

4.评审与批准

编写完成的维修技术文件，提交 AEG 组织专家评审会，AEG 通过会议评审、现场验证等方式评估文件的技术准确性和可操作性。若 AEG 评审认为文件不符合要求，WG 需修订

后重新提交；最终通过评审的文件定稿，由 AEG 签署批准后，提交文件至民航地区管理局审批，通过后获得批准号（如：CAAC-MPD-2025-003），文件才正式生效并向用户发布。

航空器评审组（AEG）在编写维修技术文件（如 MRBR、AMM 等）时所起的作用是什么？维修技术文件是由制造厂家牵头组织自己的专家团队负责编写，该团队成员包括设计人员、维修工程师、适航专家等，该团队被称为工作组（WG）或称为工业指导委员会（ISC），由制造厂家和用户代表主导，也可能邀请局方专家提供指导。另外，由民航局飞行标准部门建立的航空器评审组（AEG），不负责编写维修技术文件，而是负责评审由 WG 编写的文件是否符合适航标准。

例如：哈飞厂在编写运 12F 的 MRBR 时，抽调厂里的结构、系统、航电等科室的设计员，并邀请用户代表和民航维修专家参与组成工作组（WG/ISC）。哈飞厂家团队完成文件初稿后，提交 AEG 进行合规性审查。

例如：局方在对 ARJ21 飞机 AMM 手册评审时，AEG 组织 MRB 专家评审后，认为 AMM 中的“APU 更换程序”需补充内容，要求中国商飞的 WG/ISC 补充高原环境下的维修注意事项，确保符合 CCAR-121 运行要求。

5.发布与实施

使用电子文档管理系统进行版本标识，并通过网络平台推送至维修站点。例如：新修订的 FIM 手册章节更新内容需在 24 小时内同步至全球维修基地。

6.培训与生效

要求用户及时开展维修人员专项培训。并设定生效日期，旧版本文件同步废止。

7.持续更新

当满足触发更新的条件时，需要及时更新有关维修技术文件，触发条件包括：法规变更（如局方发布新 AD 要求）；运营反馈（如运营人在实际维修中发现手册步骤可以改进）；制造厂家更新（如制造厂家发布 SB，修订起落架润滑程序）。

6.1.4 维修人员资质管理

依据《民用航空器维修人员执照管理规则》（CCAR-66 部）（该规章内容已在其他章节介绍）构建的航空器维修人员培训和管理体系，通过法规强制的执照分级制度（基础执照+机型/部件签署），结合航空器维护复杂度的层级划分，实现人员技能与岗位需求的精准匹配，有效降低人为差错风险。

例如：某航空公司为应对 B787 复合材料机身的维护需求，首先对持有 B1 执照（飞机机体结构）的人员进行超声探伤专项培训，通过实操考核后才授予复合材料结构维修签署。

6.2 适航性限制简介

6.2.1 概述

适航性限制（Airworthiness Limitations, AWL）是指航空器设计、制造、运营和维护过程中，为保障飞行安全而设定的法定技术边界与管理规则。这些限制通过法规条文、技术标准、操作规范等形式固化而形成文件中规定的强制性任务，具有强制性和动态更新特征。目的是防止航空器因超出设计能力、维护不当或运行环境变化而丧失适航性。

案例：2019 年埃塞俄比亚航空公司 737MAX8 机型执飞的航班坠毁事故后，中国民航局依据 CCAR-21 和 CCAR-25，暂停受理该机型适航证申请，要求波音完成 MCAS 系统设计更改并通过审定。该事故原因是波音 737MAX8 的 MCAS 系统设计缺陷，MCAS 系统错误激活导致飞机俯仰失控，超出正常飞行包线。这违反了 CCAR-21 中“型号合格审定”的“系统设计缺陷”相关强制要求和 CCAR-25 中“规定航空器需在安全包线内运行”。因此，民航局依据 CCAR-21.175 和 CCAR-25.1521，暂停受理该机型的适航证申请，以防止存在安全隐患的飞机进入运营环节。这个过程就是将适航性限制（技术边界）通过法规条文（CCAR-21、CCAR-25）固化，局方依法执行的适航管理过程。

在持续适航管理中，适航性限制是局方或制造厂家根据技术评估而强制规定的不可逾越的维修技术底线，是连接飞机设计安全性与运营安全性的强制性纽带。具体表现为：

1.通过强制约束维修行为（如规定“某结构裂纹必须在 50 飞行小时内按 MRBR 完成修理”“发动机叶片磨损超过 0.2mm 必须更换”），防止因维修延迟或方法不当导致的安全风险；

2.作为适航合规的法律红线，违反适航性限制（如超期未执行 MRBR 规定的检查或修理任务）将直接导致飞机停飞或面临行政处罚。

3.适航性限制为航空公司提供了统一的技术基准（如在 AMM 中明确的“起落架探伤方法”），确保不同维修单位的操作一致性。

4.为事故调查提供直接追溯依据（通过 MPD 记录的任务执行情况验证是否遵守限制）。

有些文献将适航性限制的强制性任务中的具体检查任务称为适航限制项目（Airworthiness Limitation Item, ALI），即一个 AWL 中可包含多个 ALI。例如燃油系统 AWL 包含定期检查点火源风险等多个 ALI 项目。

适航性限制是通过“适航标准（设计、改装、制造）→运行规章（运营）→持续适航文件（维护）→适航证件（准入）”形成适航管理的闭环，确保航空器在全寿命周期内符合安

全要求。

6.2.2 包含适航性限制内容的规章

参照 FAA 和 EASA 的相关做法，为了便于适航管理，中国民航将适航性限制分为 4 类核心要素：①技术参数限制，②操作规范限制，③维护周期限制，④适航证件限制。这 4 类限制构成航空器全寿命周期的适航管理体系：技术参数限制（硬件设计）→适航证件限制（合法准入）→操作规范限制（运行行为）→维护周期限制（持续可靠性）。参照该分类，将适航性限制通过法规条文固化，各核心要素和适航法规的对应情况，如表 6-2 所示：

表 6-2 适航性限制的核心要素与适航法规的对应情况示例

核心要素	对应的部分法规 (未包含技术标准、操作规范等)	管理对象	失效后果
技术参数限制	(1) 《正常类飞机适航规定》(CCAR-23) 适用于乘客座位≤19座、最大起飞重量≤8,618公斤的飞机，规定了飞行性能、结构强度、飞行控制系统等技术参数标准（如失速速度、爬升梯度、飞行包线保护）。 (2) 《运输类飞机适航标准》(CCAR-25) 针对大型运输类飞机（如波音737MAX8），明确飞行控制系统安全性（如故障容错能力）、飞行包线限制、应急程序等技术要求。 (3) 《航空发动机适航规定》(CCAR-33) 对发动机性能、可靠性、排放等技术参数进行约束。	飞机、部件设计与其他硬件等	飞机结构破坏或失控等
操作规范限制	(1) 《一般运行和飞行规则》(CCAR-91) 规定飞行操作规范，包括驾驶员资质、飞行手册修订、紧急处置程序等（例如埃塞俄比亚事故后的整改中增加对737MAX8驾驶员的MCAS系统专项培训要求）。 (2) 《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》(CCAR-121) 针对航空公司运行规范，涉及机组分工、飞行计划审批、应急程序等操作限制。	飞行机组与运行流程等	操作失误导致事故等
维护周期限制	(1) 《民用航空器适航指令规定》(CCAR-39) 通过适航指令(AD)强制要求航空器定期维护、改装或更换部件（例如737MAX8的MCAS系统软件升级）。 (2) 《民用航空器维修单位合格审定规定》(CCAR-145) 规范维修单位资质，明确维护周期、技术标准和记录要求。	维修单位与设备部件维护、延寿等	维修差错引发失效
适航证件限制	(1) 《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21) 规定型号合格证(TC)、生产许可证(PC)、适航证(AC)	监管机构与航空公	非法运营、违规操作

核心要素	对应的部分法规 (未包含技术标准、操作规范等)	管理对象	失效后果
	等证件的颁发条件。例如：埃塞俄比亚事故后，中国民航局依据CCAR-21等暂停737MAX8适航证受理。 (2) 《民用航空器国籍登记规定》(CCAR-45) 明确航空器登记与适航证件的关联要求。	司、维修单位等	或资质吊销

6.3 MSG-3 分析简介

6.3.1 概述

MSG-3 分析方法有什么用？带着这个问题，我们先举个例子：

在维修单位，维修人员定期为起落架的活动部件润滑是 1 项计划性维修任务（如每飞行满 100 小时），定期为某型发动机更换滑油滤芯是 1 项计划性维修任务（如每飞满 500 小时）。

起落架的活动部件定期润滑这项维修任务来自哪里？是谁决定这个间隔周期？该维修任务来自维修技术文件（AMM 等），该维修任务的维修间隔周期来自 MRBR。那么是谁将“起落架的活动部件定期润滑”这项工作确定为一项“计划性维修任务”？是飞机制造厂家组织的专家团队（WG/ISC）。

结合上面问题，当制造厂家研制出一款新型号民航飞机（如 C919）后，需通过以下流程确定其计划性维修任务体系，以保障运营期间的持续适航性：

第一步：牵头成立专家团队（WG/ISC），成员涵盖设计工程师、可靠性分析师、航空公司代表及适航当局观察员等。

第二步：专家团队首先参照同系列或类似机型（如 B737NG、A320 等）的故障维修历史数据库，结合当前新材料/新技术特性，以及当前法规要求（如 CCAR 系列规章），初步罗列出所有潜在维修任务（包括起落架润滑、发动机滤芯更换等）。

第三步：专家团队采用 **MSG-3 分析方法**，将所有潜在维修任务按以下四个维度归类：

- 1.系统/动力装置（如发动机滑油更换、航电系统校准等）
- 2.结构分析（如机翼蒙皮裂纹探伤）
- 3.区域检查（如电子舱线束老化检查、货舱烟雾探测器检查）
- 4.闪电/高强辐射场防护（如雷达罩防雷条测试、机身接地电阻测试）

表 6-3 潜在维修任务归类四个维度的原则示例

潜在维修任务出现后导致的维修行为	归类的维度
功能检查（FC）、恢复（RTS）等维修行为	1.系统/动力装置
无损检测（NDI）、结构修复（STR）等维修行为	2.结构分析
一般目视检查（GVI）、详细检查（DET）等维修	3.区域检查
接地检查（GRD）、HIRF 敏感设备测试（HST）等维修任务	4.闪电/高强辐射场防护

第四步：专家团队对每组潜在维修任务开展四问题（安全/隐蔽/运行/经济四个维度）准则筛选与逻辑决断图（LRG）分析，判断其是否满足：

- 1.安全性（失效是否导致灾难性后果）；
- 2.隐蔽性（是否涉及隐藏在航空器内部或不易被日常检查发现的部件或系统故障）；
- 3.运行性（是否引发航班延误）；
- 4.经济性（维修成本与故障损失的平衡）。

表 6-4 四问题筛选分析过程示例

用于筛选的四问题	某个潜在维修任务示例	分析结果
1.故障是否会影响安全性（空中或地面）？	起落架失效	灾难性后果，强制保留任务
2.故障对履行正常职责的机组人员来说是否无法察觉？	发动机轴承磨损	通过定期更换避免失效
3.故障对正常运行是否有重大影响？	复合材料结构损伤	需专用无损检测设备
4.故障对于运行经济性是否有重大影响？	该设备或部件现有周期的检查成本>故障损失	调整检查间隔

第五步：经多轮技术论证与局方评审后，专家团队将通过筛选的任务整合为《维修审查委员会报告》（MRBR）文件，并明确任务类型（如润滑、更换、检查）、间隔（飞行小时 / 循环）及执行标准等。

表 6-5 通过 MSG-3 分析确定维修任务示例

潜在任务名称	起落架定期润滑	发动机滤芯更换	雷达故障排故
任务内容	每飞行 100 小时，维修人员按《飞机维修手册（AMM）》要求，用指定润滑油为起落架的活动部件(如活塞杆、铰链)加油。	当某型发动机累计飞行 500 小时后，按《维修审查委员会报告（MRBR）》要求，拆下发动机滑油滤芯，更换为新件并记录到《飞行记录本》。	飞行员报告“气象雷达图像异常”，维修人员按《故障隔离手册（FIM）》，先测试雷达天线电缆，发现短路后更换损坏的线束，并通过功能测试验证修复效果。

为什么做	防止起落架因长期摩擦生锈、卡阻,避免起降时无法正常收放(可能导致飞机坠毁)。	滤芯堵塞会导致滑油流通不畅,发动机过热抱死。更换滤芯是“到期必换”的安全措施。	雷达失效会导致飞机在雷雨天气中无法规避危险气象,属于影响飞行安全的“保留故障”,必须在规定时间(如72小时)内修复。
MSG-3 分析	属于 MSG-3 系统分析中的“润滑任务”,通过定期保养降低功能失效概率。	属于 MSG-3 结构分析中的“安全寿命项目”,按设计寿命强制更换以避免疲劳失效。	属于 MSG-3 系统分析中的“故障检测任务”,通过排故确保系统恢复适航状态。
维修任务属性	可预计的计划性维修任务	可预计的计划性维修任务	无法预计的临时性随机任务

6.3.2 MSG-3的四个分析维度

根据以可靠性为中心的维修理念(RCM),结合适航法规、航空器设计特性及运行需求,通常将MSG-3分析按四个维度进行:①系统/动力装置(包括部/附件和辅助动力装置)、②结构分析、③区域检查、④闪电/高强辐射场(L/HIRF)。

表 6-6 MSG-3 与 MRBR 关系示例

四个分析维度	MSG-3 分析步骤	输出的维修任务类型
1. 系统/动力装置	上层分析(四问题准则筛选 MSI)→下层分析(逻辑决断图确定任务类型)	功能检查(FC)、恢复(RTS)等维修任务
2. 结构分析	损伤容限分析(DTA)→耐久性分析(DDA)	无损检测(NDI)、结构修复(STR)等维修任务
3. 区域检查	标准区域分析(SRA)→增强区域分析(ERA)	一般目视检查(GVI)、详细检查(DET)等维修任务
4. 闪电/高强辐射场	防护设计特性分析(PDC)→屏蔽效能测试(SET)	接地检查(GRD)、HIRF 敏感设备测试(HST)等维修任务

6.3.3 历史回顾

1960 年,美国联邦航空局与联合航空公司代表组建了一个维修指导小组(Maintenance Steering Group, MSG),下设结构、机械系统、发动机及辅助动力装置、电气与航空电子系统、飞行控制与液压系统、区域监督六个工作组,开展可靠性与拆修间隔期之间的关系研究。1968 年,美国各航空公司的代表从可靠性方案管理经验出发,合作编写了一本书《维修研究和方案拟定》(MSG-1 手册),提出逻辑分析技术(逻辑分析决断法)和维修大纲制定程序。航空公司与飞机制造厂家共同为世界上第一架宽体民航飞机 747 拟定了初始维修

大纲的逻辑决断和各航空公司/制造厂家程序。采用 MSG-1 方法为波音 747 飞机制定维修大纲，取得了巨大成功。

在 MSG-1 实践基础上，航空公司总结经验，更改逻辑决断法并删去仅适用于 B747 的内容，于 1970 年 3 月 25 日发布 MSG-2《航空公司/制造厂维修大纲计划文件》。该文件经美国联邦航空局推荐，成为新飞机维修大纲制定指导文件。1979 年，美国航空运输协会（ATA）组织工作组对 MSG-2 进行评审与修订，强化逻辑决断法的严密性，明确经济性与安全性区别，规范隐蔽功能故障处理；同时强调新飞机研制中维修工作的重要性，纳入损伤容限设计、老龄飞机附加结构检查等新规，并指出燃油与器材成本上涨对维修大纲制定的影响，要求仅选取能维持安全性与可靠性、具备经济效益的维修工作。

基于 MSG-2 方法的维修属于面向过程的维修模式，旨在制定能够“维持飞行安全原有设计水平”的预定维修大纲，为航空公司编制维修方案提供基础框架。航空公司制定维修方案的核心目标，是以最低成本保障飞行安全，防止可靠性固有水平下降。

运用 MSG-2 方法制定维修大纲时，针对飞机各类组件（系统、部件或设备）采用“自下而上”的分析方式，通过定时（HT）、视情（OC）和状态监控（CM）三种方式实施计划性维修：①定时维修（HT）：作为故障预防手段，要求按既定时间间隔将项目从飞机拆卸，进行大修、部分修复或报废处理，属于先天开路控制模式；②视情维修（OC）：通过定期依据物理标准（如损耗、衰变）对部件进行检查或测试，判断其能否继续使用。发现故障后，需对部件大修、修复或更换超差零件，形成闭环控制；③状态监控（CM）：适用于无固定寿命周期或明显磨损规律的部件与系统，通过监测故障率、更换频率等数据实施管理，由可靠性部门进行后台开路控制。

1979 年，工作组对 MSG-2 进行研究，发现 MSG-2 存在以下缺点：

- （1）MSG-2 未谈及维修周期的原则；
- （2）结构检查大纲制定法较粗，在安全性和经济性方面缺乏明确的区分；
- （3）对具体的做法缺乏解释性的说明；
- （4）对隐蔽故障缺乏恰当的处理；
- （5）未论及怎样根据使用经验改进维修大纲和改进产品。

根据上述问题，结合诺兰等提出的 RCM 逻辑决断图和决断法，在美国联邦航空局主持下，工作组制定了 MSG-3《航空公司/飞机制造厂家维修大纲的制定文件》，用于指导制定维修大纲，于 1980 年 9 月颁布实施，并于 1988 年进行了第一次修订，颁布了 MSG-3R1；1993 年进行了第二次修订，颁布了 MSG-3R2。

MSG-3 文件是美国航空运输协会（ATA）为航空器制造厂家和航空器运营人制订“初始计划维修检查要求”而编写的规范性文件。虽然该文件只是建议性的标准或规范，但由于主要的航空器制造厂家都采用该文件作为编制航空器“初始计划维修检查要求”的指导性文件，MSG-3 已逐渐被大多数国家的适航管理当局、航空器制造厂家和使用人接受从而成为事实上的分析方法，直升机和运输类以外的小型航空器也开始使用 MSG-3 的逻辑决断方法来制订“初始计划维修检查要求”。由于每次修订，均使 MSG 思想不断发展和完善，同时，新的咨询通告规定，因此在制订新飞机的维修大纲时，应使用最新的 MSG 文件。

6.3.4 一些文件之间关系

“维修审查委员会报告（MRBR）”“计划维修要求（SMR）”“维修计划文件（MPD）”“维修大纲”之间的关系是什么？

表 6-7 几类文件之间关系示例

文件名	MRBR	SMR	MPD	维修大纲
制定机构	AEG 的 MRB	航空器制造厂家或型号合格证持有人	飞机制造厂家	航空公司
概念	规定了特定飞机型号的最低维护要求。	指飞机在运营过程中需要定期执行的维护任务和要求，包括检查、修理和更换等。	飞机制造厂家提供的维护计划建议文件，包含详细的维护任务、间隔和程序。	航空公司根据 MRBR、MPD 和 SMR 等文件制定的具体维护执行计划。
作用	确保飞机在投入运营时满足持续适航的基本要求。具有强制性，是维修大纲的基础。	确保飞机各系统和结构在规定的间隔内得到适当的维护。作为维修大纲的一部分，需符合适航要求。	为航空公司制定维修大纲提供参考。作为建议性文件，不具有强制性，但通常被航空公司采纳。	指导航空公司的日常维护操作，确保飞机持续适航。需经适航当局批准，但可根据运营需求调整。

6.4 AEG 评审

6.4.1 概述

6.4.1.1 AEG 组成及工作情况介绍

航空器评审组（Aircraft Evaluation Group，简称 AEG）是由资深航空设计师、民航工程师、适航审定专家、飞行运行专家等组成的专业团队，其职能贯穿航空器全生命周期。在中国民航，AEG 是由中国民航局飞行标准司组建，为局方飞行标准部门、适航审定部门以及航空运营人（如航空公司）提供技术支持与监督服务。

1.初始适航阶段

AEG 的工作始于航空器的“出生证”审定，即适航三证审定。当飞机设计制造厂家设计出新机型，AEG 的专家会对飞机的空气动力学设计、结构强度、航电系统等进行全面审查。不仅要验证飞机在理想状态下的性能，还要模拟极端天气、设备故障等突发场景，确保设计符合适航标准。例如：C919 飞机的 AEG 评审自 2016 年起与其适航审定同步进行，2022 年完成 T5 测试后获颁 AEG 评审报告。

2.运行评审阶段

新机型获得适航三证后，当航空公司引入该新机型前，新机型还要经过运行评审，评审通过才能获得“上岗证”，才能投入运营。此时 AEG 会深入评估其运行体系：从飞行员的改装培训方案，到维修部门的备件储备；从飞行手册的操作程序，到应急演练的模拟场景。例如：中国东方航空的首架 C919 飞机进入市场运营前，要为其编制配套的运行文件并通过评估和局方审批。包括配套的飞行训练规范，用于飞行员完成机型转换训练、复训并取得审定执照的必要前提；配套的 MRBR 是航空公司制定维修方案的依据；配套的主最低设备清单（MMEL）是为飞机在特定设备故障时的安全运行提供合规依据；配套的持续适航文件体系（包括 AMM、SSM、IPC 等）是保障飞机维护、修理工作有序开展的技术基础。

在运行评审时，AEG 会通过分阶段评审和最终报告的形式，对其运行安全性进行全面把关。具体流程包括：

（1）分阶段评审结论

AEG 会针对不同评审项目（如飞行训练、维修方案、设备故障放行等）分节点召开评审会议，每次评审结果会以会议纪要或正式公函的形式书面记录，明确当前阶段的审查意见和整改要求。例如：在飞行训练规范评审中，若发现某机型模拟机训练时长不足，会议纪要会直接要求补充相关课程。

（2）最终评审报告的生成

所有分阶段评审完成后，AEG 会汇总各专业委员会（如飞行、维修、适航等领域专家）的意见，起草《航空器评审报告》。这份报告主要包含两个内容：①批准文件清单（如主最低设备清单（MMEL）、维修审查委员会报告（MRBR）等）；②认可文件信息（如飞行员训练大纲、应急程序指南等）。

（3）报告签发与公布

报告需经民航局飞行标准司的航空器评审部门审核，最终由飞行标准司司长签字批准。签发后的报告将通过民航局 AEG 官方网站（<http://aeg.caac.gov.cn>）统一向社会公开。例如

C919 大型客机的评审报告，就是在 2022 年通过该平台发布。

获得航空器评审报告和结论是某一型号航空器投入运行的必要前提条件。

3.投入运行阶段

在新机型服役后的“职业生涯”中，AEG 始终承担着“照看者”的角色，直至该型航空器退役。通过日常分析全球事故案例、跟踪部件可靠性数据等，AEG 会给局方发布 AD 和飞机制造厂家发布 SB 提供建议和技术支持。例如：某型发动机在一段时间内频繁出现空中停车故障，AEG 就会迅速组织专家开展失效模式分析，并建议局方发布 AD 强制要求该型发动机实施部件升级和维护间隔调整，结果使同类故障发生率下降 87%。

按照 CCAR-23、25、27、29 部为审定基础申请型号合格证的航空器，AEG 评审包括如表 6-8 所示的适用项目：

表 6-8 AEG 评审的主要内容

首次投入运行前 ，按照 CCAR-23、25、27、29 部为审定基础申请型号合格证的航空器，应当经过 AEG 的运行符合性评审项目。	投入运行后 ，AEG 将根据下述情况进行运行符合性的持续评审，并贯穿于航空器型号运行的全寿命。
(1) 运行相关的型号设计信息； (2) 驾驶员资格规范； (3) 维修人员资格规范； (4) 主最低设备清单； (5) 计划维修要求； (6) 运行和持续适航文件； (7) 申请人提出并经局方同意的其他项目。	(1) 对航空器型号进行的设计更改； (2) 航空器实际运行反馈的信息； (3) 法规要求的修订。

6.4.1.2 历史回顾

1971 年，美国在 FAA 的飞行标准部门建立了 AEG，多年来为美国的航空制造业发展和运行安全管理做出了重要贡献。我国在 1992 年与美国 FAA 合作的 Y-12 飞机型号合格证影子审查中，第一次接触了国际上的 AEG 工作；2003 年，民航局为应对我国航空运输业运行安全管理的挑战、支持和促进国产航空制造业的发展，明确飞行标准司负责航空器型号审定中的 AEG 工作；同年，飞行标准司参与了美国 FAA 对 B-787 飞机的 AEG 工作，并开始了国产 ARJ21-700 飞机的 AEG 工作；2007 年，民航局在飞行标准司成立了专门的航空器评审处，并分别在航空安全技术中心、上海航空器适航审定中心和沈阳航空器适航审定中心成立了相应的支持机构，至此形成了我国的 AEG 管理体系框架；2008 年和 2009 年又在上海和沈阳航空器适航审定中心相继成立了专门的 AEG 执行机构。

6.4.1.3 AEG 评审的组织形式

除特殊情况外，AEG 通常会成立三个专业委员会：飞行标准化委员会（FSB）、维修审查委员会（MRB）和飞行运行评审委员会（FOEB）。

例如：在对国产运 12F 飞机的 AEG 评审工作中，FSB 负责型别等级和训练要求、驾驶舱观察员座椅评审，FOEB 负责主最低设备清单（MMEL）、运行符合性清单评审，MRB 负责计划维修要求（SMR）、持续适航文件（ICA）评审。

6.4.2 飞行标准化委员会（FSB）评审工作

1. FSB 的组成和职责

飞行标准化委员会（Flight Standardization Board, FSB）由飞行运行专业人员组成，负责评审如下项目：

- （1）驾驶员资格规范；
- （2）运行文件；
- （3）驾驶舱观察员座椅；
- （4）机组睡眠区；
- （5）电子飞行包（EFB）；
- （6）应急撤离演示。

FSB 评审结论将纳入飞行标准司颁发的航空器评审报告统一公布。

2. 驾驶员资格规范的评审

航空器型别等级和机型训练要求，通常由 AEG 组织 FSB 评审确定。

对于全新型号的航空器（如 C919），型号合格证（或认可证）申请人（如中国商飞）应当向 AEG 提出至少包括如下内容的驾驶员机型资格计划建议：

- （1）按照 CCAR-61 部要求的驾驶员型别等级建议；
- （2）根据培训需求分析确定的转机型飞行训练规范。

FSB 评审申请人的驾驶员机型资格计划建议，并依据评审结果开展测试或验证。FSB 在完成驾驶员机型资格计划评审和上述测试或验证后，将以 FSB 测试报告的方式形成评审结论，包括确定型别等级要求、认可的飞行训练规范。

3. 运行文件的评审

航空器制造厂家在所申请型号航空器交付时，应当向航空器所有人或运营人提供经局方批准的运行文件。按照实际的用途，除《飞行手册》（在型号合格审定过程中批准）外，航空器的运行文件一般包括：

- (1) 飞行机组操作手册;
- (2) 快速参考手册;
- (3) 载重平衡手册;
- (4) 偏差放行指南;
- (5) 客舱机组操作手册。

4. 其他项目的评审

驾驶舱观察员座椅、机组睡眠区、电子飞行包、应急撤离演示等项目，不同机型的适用性不同，由申请人提出经 AEG 同意后纳入评审范围，评审的主要目的都是为了安全运行。

6.4.3 飞行运行评审委员会（FOEB）评审工作

1. FOEB的组成和职责

飞行运行评审委员会（Flight Operations Evaluation Board, FOEB）的主要职责是评审并批准航空器制造厂家提出的 MMEL（主最低设备清单），为航空运营人（航空公司）制定 MEL 提供基础，满足航空器在某些设备项目不工作，但仍能提供可接受的安全水平的情况下继续运行。

FOEB 一般在首架航空器交付前完成批准。但如果 MMEL 没有在交付前获得批准，仅意味着即使交付也不能带故障放行，并不直接限制航空器的交付。

2. MMEL的定义

MMEL（Master Minimum Equipment List）确定了在保持航空器可接受安全水平的情况下，哪些设备项目可以处于不工作状态，简单说就是“哪些设备坏了飞机还能飞”的清单。尽管这种状态能保证可接受的安全水平，但通常都会带来一定的运行限制或增加机组工作负荷，而且属于对经批准的航空器设计状态的偏离。因此，各民航当局需要对 MMEL 进行批准，以严格控制这种偏离。

“不工作”是指某一系统或者其部件因发生故障已不能完成预定的任务或者不能按照它原来经批准的工作极限或容差范围持续正常地工作。

3. MMEL的分析和评审

评审时，FOEB 先收到飞机制造厂家提供的初始 MMEL，内容包括“哪些设备坏了飞机还能飞”“哪些设备必须修好后飞机才能飞”的建议项目。专家们先组织“笔试”，即将上述建议项目逐条回答下列三类提问进行分析：

(1) 安全性：设备故障后，飞机还能安全降落吗？比如空调坏了在高原机场会不会有风险等

(2) 操作性：飞行员遇到故障后，操作步骤是否简单明了？有没有漏掉应急程序？

(3) 通用性：规则是否适合中国的机场、天气等实际情况？比如北方冬天结冰设备的特殊要求等。

通过“笔试”的建议项目，进入“实操”，内容包括模拟飞行、历史事故数据复盘等，甚至让飞行员“演练”故障场景，看看 MMEL 规定的“带病飞行”是否真的可行。例如：模拟单发失效时，飞机是否能在规定时间内安全备降。

FOEB 根据评审中发现的问题，要求制造厂家补充细节（如增加故障后油耗限制）或收紧规则（如某设备故障必须在 24 小时内修复），确保“带病飞行”的风险被控制。经过多轮修改后的 MMEL 才能通过 FOEB 评审。

上述评审中制定的消除安全性影响的措施包括具有备份功能的部件或系统，运行限制，调整操作程序（O）和维修程序（M）等，并同步考虑对飞行政程序和机组工作负荷的影响。

需注意，飞行或客舱机组完成应急程序所涉的仪表、设备、系统及部件，不得列为 MMEL 建议项目；且 MMEL 建议项目内容不得与飞行手册限制、延程运行的构型维修程序（CMP）或适航指令冲突。MMEL 项目修复期限按字母分为 A、B、C、D 四类，具体规定如下：

A 类：须在限定时间内完成修复。（适用于飞行限制大且显著增加机组工作负荷的建议项目）

B 类：在 3 个连续日历日（72 小时）内完成修复。（适用于飞行限制大或显著增加机组工作负荷的建议项目）

C 类：在 10 个连续日历日（240 小时）内完成修复。（用于飞行限制较小，并且仅轻微增加飞行机组工作负荷的建议项目）。

D 类：应在 120 个连续日历日（2880 小时）内完成修复。（适用于无飞行限制且不增加机组工作负荷的建议项目）

上述连续日历日是指从发现不工作项目次日的午夜零时起计算。例如：某 B 类故障是在 1 月 26 日上午 10 点做的记录，则从 1 月 27 日零时起算，至 1 月 29 日 24 时截止。

完成所有评审工作后，FOEB 将组织 MMEL 最终评审会议，对于运输类飞机，FOEB 将邀请航空运营人（确定或潜在用户）的代表参加，并充分听取航空器运营人反馈的意见。最终由 FOEB 主席对评审通过的 MMEL 签署批准，作为 AEG 评审报告的输入，并在 AEG 评审报告发布之日起正式生效。

批准后的 MMEL 由航空器制造厂家向运营人分发（包括 FOEB 主席签署的批准页）。MMEL 是动态修订的，航空器制造厂家可以根据设计更改或运行情况，提出修订需求（新第一次修订

增、修改或取消），FOEB 也可根据需要（放行标准改为更严格）向航空器制造厂家提出 MMEL 的修订要求，MMEL 修订的评审流程与上述相同。MMEL 的任何修订都需报 FOEB 批准。

4. 运营人对 MMEL 的使用

运营人为了运行带有不工作设备项目或者设备项目缺损的航空器应当编制 MEL，并在获得局方的批准后按照 MEL 运行。

最低设备清单（Minimum Equipment List，MEL）是运营人基于 MMEL 制定的，考虑自身机队构型（包括选装设备）、运行条件、维修条件、所飞航路等具体情况，确定在特定条件下允许不工作并继续运行的设备项目清单。MEL 经局方批准后，允许航空器在规定条件下，所列设备项目不工作时继续运行。MEL 应当遵守相应航空器型号 MMEL 的限制，或者比其更为严格。

制定 MEL 时，应当充分考虑航路结构、地理位置、具有备用航材和维修能力机场的数量，并且不得低于 MMEL 的限制。MEL 应对 MMEL 中标注出操作程序（O）和维修程序（M）的设备项目进行明确说明，包括完成每一程序必须的具体步骤的描述，如果这些程序不包括在 MMEL 中，MEL 中应当标明具体参考文件的位置。

对于某些航空器，通常这些程序会直接包括在制造厂家的资料中，例如签派偏离程序指南（DDPG）、签派偏离指南（DDG）等，如果制造厂家没有提供这些资料，则应当由运营人负责制定适合自己的程序。

6.4.4 维修审查委员会（MRB）评审工作

6.4.4.1 MRB 的组成和职责

维修审查委员会（Maintenance Review Board，MRB）由维修专业人员组成，负责评审如下项目：

- （1）计划维修要求（SMR）；
- （2）持续适航文件（ICA）；
- （3）维修人员资格规范（MPQS）。

6.3.4.2 计划维修要求（SMR）的评审

1. 说明

航空器的维修工作可以分为计划维修任务和非计划维修任务，其中计划维修任务是保证航空器固有设计水平和持续适航性的基础，例如 A 检、D 检等定期检修。因此，各民航当局的适航标准都将计划维修要求（SMR）作为持续适航文件的重要内容，编制 SMR 文件也

是航空器制造厂家或者型号合格证持有人的责任。

国际上的行业通行做法是将 SMR 分为适航性限制和制造厂家建议两部分组成。适航性限制部分主要是为满足适航标准而确定的结构适航性限制项目、审定维修要求和时寿件等要求，由适航审定部门结合型号合格审定过程批准；制造厂家建议部分则一般由航空器评审组（AEG）负责评审，针对一些较大型的航空器还成立专门的维修审查委员会（MRB），并以发布维修审查委员会报告（MRBR）的方式予以批准或公布。

2. 运输类航空器计划维修要求（SMR）的编制和批准

在中国民航，运输类航空器的 SMR 编制和批准流程如下：制造厂家首先制定政策和程序手册（PPH）→然后牵头组织由用户、供应商组成的维修技术委员会（MTC）和维修工作组（WG）→WG 基于 MSG-3 逻辑分析制定维修审查委员会报告（MRBR）→MRBR 经维修审查委员会（MRB）评审后提交局方→经局方审批通过后成为法规性文件 SMR→地区管理局负责监督运营人执行。SMR 经批准后由航空器制造厂家发布，后续计划维修要求（SMR）的任何修订都需报 MRB 批准。

上述 MTC 在国际上一般称为工业指导委员会（ISC），但不影响其组成的实质。政策和程序手册（PPH）用来指导和规范 MTC、WG 应用 MSG-3 的分析方法开展维修任务分析，并明确相应的管理要求。

3. 非运输类航空器计划维修要求（SMR）的编制和认可

对于非运输类航空器，航空器制造厂家在编制 SMR 前，应组建专职任务分析工作组，依据 MSG-3 逻辑制定经 MRB 认可的维修任务分析流程规范。完成 MSG-3 分析后，由责任管理人员编制 SMR 文件，提交 MRB 评审，最终经局方批准发布。SMR 初始编制无需运营人参与，交付后需结合运营人使用反馈优化，以保障维修任务的适用性与安全性。

非运输类航空器的 SMR，可采用单独文件形式发布，或纳入航空器维修手册第五章（该章通常是关于飞机的定期维护和检查要求的内容）。除通勤类飞机的 SMR 须经 MRB 批准外，其余非运输类航空器的 SMR 无需 MRB 单独批准，将与其他持续适航文件一并完成认可流程。

5. 运营人对计划维修要求（SMR）的使用

SMR 是航空公司（运营人）制定航空器初始维修方案的基础与主要依据。运营人可结合运行环境、特点及可靠性方案等因素，对维修方案（MP）进行调整，该维修方案需经局方批准。需要说明的是，SMR 作为持续适航文件的组成部分，因其编制流程和批准方式与其他持续适航文件存在差异，因此作为 AEG 评审项目之一单独列出。

6.4.4.3 持续适航文件（ICA）的评审

1.持续适航文件的定义和分类

航空器的持续适航文件是民航规章（CCAR-21R5，CCAR-23R4、CCAR-25R4、CCAR-27R2、CCAR-29R2 1529 条款、CCAR-26 部 11 条款，相关附录等）要求的飞机保持适航性所必不可少的资料的统称。CCAR-21.50 规定“型号合格证或者型号认可证持有人向用户交付取得适航证的第一架航空器时，应当同时提供至少一套适航规章要求制订的完整的持续适航文件，并应当使得这些持续适航文件可以被那些被要求符合它的其他人员或者单位获得”。

无论航空器的初始设计水平和可靠性多高，一旦投入使用后，正确地使用和维修是保持其固有设计水平和可靠性的基础，正确地使用和维修则需要通过航空器制造厂家制定准确详尽、便于使用的持续适航文件来保证。

在航空器维修领域，持续适航文件按实际用途主要包括如下文件：

（1）维修要求类文件，主要目的是向航空器使用人或者运营人提供保持航空器的持续适航性和飞行安全的维修任务要求，一般包括计划维修要求（SMR）、维修计划文件（MPD）、审定维修要求（CMR）和适航限制部分（ALS）；

（2）维修程序类文件，主要目的是向航空器所有人或者运营人提供一套维护说明书，以保证航空器的正常维护和落实具体的维修要求，一般包括：飞机维修手册（AMM）、系统原理手册（SSM）、结构修理手册（SRM）、发动机装配手册（PBM）、故障隔离手册（FIM）、零部件维修手册（CMM）、无损探伤手册（NDT）、工具设备手册（TEM）等；

（3）构型控制类文件，主要目的是规定航空器的构型设计标准，以保证在航空器维修过程控制中，符合经批准的设计规范。一般包括：图解零件目录手册（IPC）、线路图手册（WDM）等。

2.AEG 对持续适航文件的评审和监管要求

在航空器维修领域，AEG 关于持续适航文件的评审和监管工作是由 MRB 具体负责实施。MRB 的评审工作将从以下几个方面展开。

（1）文件管理要求

航空器制造厂家通过管理体系文件的方式建立了持续适航文件管理规范，明确持续适航文件管理的责任部门和人员，以及相关部门的支持和配合要求；建立规范的工作流程和标准，一般包括编制、验证、分发和修订等，并具体落实。

（2）编制和内容要求

持续适航文件的编制应当基于合适的源头文件，源头文件包括：航空器的设计定义和图纸，系统安全分析文件，结构分析和试验报告，部附件供应商的分析和实验报告，其他适用的工程设计文件。

所有的持续适航文件还应当参考航空器型号统一的名词术语规范和构型控制文件。

不同型号的航空器（如 A320 和 C919）在设计、结构、性能等方面存在差异，其持续适航要求也各不相同，因此需要有专门为其定制的文件。同一型号航空器的不同构型（如 A320 和 A321）可以使用通用的文件，但必须在文件中具体注明和体现其构型差异的要求。各手册之间相互引用、引用国家或者行业标准、引用发动机、机载设备制造厂家单独编制的文件时，必须保证内容的连贯性和协调一致，并且避免造成不便于使用的连续或者多层次引用。对各手册的内容要求参见 AC-91-11R2。

（3）验证要求

验证是独立于持续适航文件正常编校审流程之外的独立环节。验证的核心在于从使用人的角度对持续适航文件的设计符合性、可用性和准确性进行确认，侧重于对实际可操作的审查。持续适航文件草稿形成后，制造厂家应提供给预期使用人员（如试飞维修人员、教员、工程支援人员等）进行必要的验证，确认持续适航文件的内容可被正确理解和具备可操作性。

（4）分发要求

持续适航文件应当在航空器交付时将适用的持续适航文件一同提供给航空器所有人（或运营人），并进行客户化或单机化出版编辑，同时还应当建立出版编辑规范以实施有效控制，保证内容的适用性。为保证制造厂家内部相关部门和航空器的所有人（或运营人）及时获得和使用最新有效的持续适航文件，应当建立一个持续适航文件分发清单，并以合适的方式提供查询现行有效版本的渠道，包括定期提供持续适航文件有效版次清单或通过网络更新通知等方式。

（5）修订要求

航空器投入使用后，航空器制造厂家应当对持续适航文件的准确性、可用性和与设计的符合性进行全寿命的持续跟踪，定期修订（一般每季度或 4 个月修订改版一次，也有部分手册的修订周期更长）。对于可能影响飞行安全的修订内容，应当以临时修订的方式及时提交局方。同时，做好构型管理和数据管控，及时、准确地将最新有效的相关设计信息落实到持续适航文件中，持续保持手册的有效性。

4.持续适航文件的批准和认可

对航空器持续适航文件的批准和认可是适航审定部门和飞行标准司航空器评审（AEG）

部门的共同职责。上述持续适航文件中，CMR、ALS、SRM 和其他适航审定部门要求批准的文件（如 ETOPS 运行涉及的构型、维修和程序，CCAR-26 部涉及的特殊持续适航文件等）由适航审定部门批准，作为支持型号合格证颁发的条件，一般必须在颁发型号合格证之前完成；其他持续适航文件由飞行标准部门 AEG 负责批准或认可，在作为支持型号合格证颁发条件的同时，还是支持航空器投入运行的条件，如果在颁发型号合格证时没有全部完成，首架航空器交付或者颁发标准适航证前必须完成。

MRB 在认可制造厂家的管理规范 and 流程的基础上，通过抽查对持续适航文件进行准确性、可用性和与设计的符合性的评估和验证。完成 ICA 的评审后，评审结论作为 AEG 报告的输入，包括具体的持续适航文件信息。需要说明的是，计划维修要求（SMR）虽然是 ICA 的一种，但需要 MRB 的单独批准（具体可参见 AC-91-026R1）。

除航空器制造厂家外，补充型号合格证（STC）或重要改装方案批准持有人应当负责对持续适航文件中其更改所涉及部分进行影响评估和必要修订，在申请批准时，应当同时提交其更改对持续适航文件的影响评估。

5.运营人对持续适航文件的使用

航空公司（运营人）是持续适航文件的直接使用者，是确保航空器安全的最后一环。为了更好地使用和管理持续适航文件，运营人一般通过编制公司技术文件和建立文件管理体系等手段落实持续适航文件的要求。

（1）编制公司文件

因各航空公司经营理念、运行环境与技术能力存在差异，通常不直接使用制造厂家提供的持续适航文件，而是以此为基础，结合自身运行实际，编制符合实际的公司级技术文件。例如，以计划维修要求（SMR）和维修计划文件（MPD）为依据编制维修方案（MP），参照飞机维修手册（AMM）、结构修理手册（SRM）等编写工卡（TC）和工程指令（EO）。经航空公司二次开发，使持续适航文件更贴合运营实际，也更便于执行落实。

（2）文件管理体系

在文件管理方面，航空公司（运营人）通常会设立专职持续适航文件管理部门，配备专人负责各类（含持续适航）文件接收、分发与更新，确保其有效性。在文件执行环节，通过制定维修操作程序，将文件技术要求融入维修工作。若发现文件存在错误、遗漏等问题，统一由该部门反馈至制造厂家。

6.总结

持续适航文件是贯彻航空器全寿命的重要文件之一，其产生和使用的过程涉及局方、制

造厂家、运营人、MRO 等各个环节，是民航飞机维修保障的主要技术指导，也是民机安全飞行的基石，需要各方的通力协作和有效沟通。

6.5 老龄飞机的适航要求

1.概述

“老龄飞机”（Older Aircraft）的概念起源于 20 世纪 80 年代，随着全球民航机队老龄化问题凸显，国际民航组织（ICAO）和各国适航当局逐步建立专项管理体系。该术语首次明确于 1991 年 ICAO 发布的《持续适航管理手册》（Doc 9760），用于描述超过设计服役年限或出现显著老化特征的运输类飞机。

目前 ICAO 未统一老龄飞机的机龄界定标准，只是建议成员国结合机型设计寿命、使用环境等因素制定各自的标准。例如：美国 FAA 通常将机龄 14 年以上的波音 737、空客 A320 系列纳入老龄飞机管理；欧盟 EASA 则基于飞行循环次数（如超过 3 万次起降）和日历寿命综合判定。中国民航局的法规中也没有关于标准的说明，但文件及行业实践大多沿用 14 年作为老龄飞机管理起点（如波音 737NG、空客 A320neo 等机型）。

2.CCAR-26 部简介

为了规范运输类涡轮动力飞机（满足最大载客量 30 人以上，或最大商载 3400 公斤以上，例如：B737 等大型客机）在设计使用寿命中后期的持续适航管理，包括结构完整性、维修方案、安全改进措施等。中国民航局颁发了《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》（CCAR-26 部），现行有效版本为 2016 年版，主要参考国际民航组织（ICAO）相关标准及美国联邦航空局（FAA）的老龄飞机管理经验制定，要求飞机制造厂家、运营人、维修单位建立起全生命周期适航管理体系。

CCAR-26 部的管理要求：

（1）电气线路互联系统（EWIS）

要求加强 EWIS 管理，对特定型号飞机（如波音 737-300、767-200 等）的 EWIS 系统进行专项维护，确保线路安全，防止因线路老化或故障引发事故。制定详细的维护大纲，定期检查和更新线路（如增加腐蚀检查频次）。

（2）燃油箱可燃性

要求加强对燃油箱内燃油蒸汽可能因火花点燃导致爆炸方面的研究并制定可行的维修方案，包括分析燃油箱可燃性暴露水平，如超过 7%需改进；采用降低可燃性措施（如设计为空油箱）或减轻点燃影响措施（如主油箱防渗漏改装）；更新维护手册，明确检查和维修

要求。

（3）损伤容限资料

要求针对腐蚀、疲劳裂纹等老化问题制定专项检查和维修方案。目的是确保飞机结构在修理或改装后仍具备足够的安全性，防止疲劳裂纹或腐蚀导致灾难性故障，且确保维修工作的及时性、充分性及可追溯性。需要采取的措施包括评估修理或改装对飞机关键结构的影响（如裂纹扩展速率评估）；制定损伤容限检查计划，明确检查方法、周期和标准（如增加腐蚀检查频次）；要求制造厂家和运营商记录并提交相关资料，确保维修有据可依。

CCAR-26 部对相关方的要求

（1）飞机制造厂家需提交飞机系统的安全性分析报告、维护手册更新内容，并确保新设计或改装符合安全标准。

（2）运营商需按要求执行维护计划，记录维修历史，确保飞机始终适航。

（3）维修单位需按照批准的维修方案进行作业，保存维修记录。

3.其他相关法规及要求

（1）CCAR-121R8 附件 J 中明确规定，要求航空公司建立老龄飞机持续适航与安全改进体系，内容包括：针对腐蚀、疲劳裂纹等老化问题制定专项检查与维修方案；保障维修工作的及时性、充分性及可追溯性；对电气互联线路（EWIS）、主油箱防渗漏、操纵钢索等关键系统实施重点管控。航空公司应通过补充合格审定，构建全生命周期管理体系，鼓励运用数字化管理工具（如 ASMS 系统）提升管理效能。

（2）CCAR-145R4 要求，维修单位须取得 CCAR-145 资质，且维修能力需覆盖老龄飞机特殊维修项目，如结构改装、腐蚀处理等。针对老龄飞机复杂的维修历史与构型差异，维修单位需加强维修记录管理、构型控制及外委维修评估。

上述法规以 CCAR-26 部为核心，融合运行规则（CCAR-121R8）与维修资质（CCAR-145R4）管理，构建起中国民航老龄飞机全生命周期管理框架。CCAR-121R8 明确航空公司对老龄飞机结构完整性与持续适航的主体责任，CCAR-145R4 则通过规范维修单位资质审定与监督，确保维修工作合规开展。

附 录

英文缩写及其含义汇总表

英文缩写	英语含义	中文解释
4M1E	Man, Machine, Material, Method, Environment	人、机、料、法、环境
AAC-038	Approved Release Certificate/Airworthiness Approval Tag	批准放行证书 / 适航批准标签
AACM	Civil Aviation Authority of the Macao Special Administrative Region	中国澳门特别行政区民航局
AC	Advisory Circular	咨询通告
AC	Airworthiness Certificate	适航证
ACO	Aircraft Certification Office	航空器认证办公室
AD	Airworthiness Directive	适航指令
AEG	Aircraft Evaluation Group	航空器评审工作组
AER	Aircraft Evaluation Report	航空器评审报告
AFM	Aircraft Flight Manual	飞机飞行手册
ALI	Airworthiness Limitation Item	适航性限制项目
ALS	Airworthiness Limitation Section	适航性限制章节（不同厂家缩写可能不同）
AMECO	Aircraft Maintenance and Engineering Corporation	北京飞机维修工程公司
AMM	Aircraft Maintenance Manual	飞机维修手册
AMM	Airplane/Aircraft Maintenance Manual	飞机维修手册
ANC	Air Navigation Commission	空中航行委员会
AP	Administrative Procedure	管理程序
APL	Policy, International Affairs and Environment	政策、国际事务与环境部
APS	Arrangements, Program, Standard	一种维修管理理论，即生产有准备、施工有程序、工作有标准
APU	Auxiliary Power Unit	辅助动力装置
ASB	Emergency Service Bulletin	紧急服务通告
ASH	Security and Hazardous Materials Safety	安全和危险品安全部
ASM	Aircraft Schematics Manual	飞机图解手册（空客公司）
AST	Commercial Space Transportation	商业航天运输办公室
ATA	Air Transport Association	美国航空运输协会
ATM/ANS	Air Traffic Management/Air Navigation Services	空中交通管理/空中导航服务
ATTCS	Takeoff Thrust Automatic Control System	起飞推力自动控制系统
AV	Aviation Electronics	航空电子
AVC	Aircraft Electronic Accessories	航空器电子附件
AVS	Aviation Safety	航空安全部
AWL	Airworthiness Limitation	适航性限制
AWM	Aircraft Wiring Manual	飞机线路图手册（空客公司）
B747	Boeing 747	波音747（飞机型号）
BAC	British Aircraft Corporation	英国飞机公司
BFE	Buyer Furnished Equipment	客户提供设备

英文缩写	英语含义	中文解释
CAAC	Civil Aviation Administration of China	中国民用航空局
CAB	Civil Aeronautics Board	民用航空委员会
CAD	Civil Aviation Administration of China-issued Airworthiness Directive	中国民用航空局发布的适航指令
CCAR	China Civil Aviation Regulations	中国民用航空规章
CCAR-121R 8	Rules for the Certification of Large Aircraft Public Air Transport Carriers' Operations (Revised Version 8)	《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（修订版本8）
CCAR-135R 3	Rules for the Certification of Small-scale Commercial Transportation and Aerial Sightseeing Operators' Operations (Revised Version 3)	《小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则》（修订版本3）
CCAR-136	Rules for the Certification of Special Commercial and Private Large-scale Aircraft Operators' Operations	《特殊商业和私用大型航空器运营人运行合格审定规则》
CCAR-145R 4	Rules for the Certification of Civil Aircraft Maintenance Organizations (Revised Version 4)	《民用航空器维修单位合格审定规则》（修订版本4）
CCAR-147R 1	Certification Regulations for Civil Aircraft Maintenance Training Organizations	《民用航空器维修培训机构合格审定规定》（修订版本1）
CCAR-21R5	Regulations for the Certification of Civil Aviation Products and Parts	《民用航空产品和零部件合格审定规定》（修订版本4）
CCAR-23R4	Airworthiness Standards: Normal Category Airplanes	《正常类飞机适航规定》（修订版本4）
CCAR-25R4	Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes	《运输类飞机适航标准》（修订版本4）
CCAR-26	Continuous Airworthiness and Safety Improvement of Transport Category Airplanes	《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》
CCAR-27R2	Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft	《正常类旋翼航空器适航规定》（修订版本2）
CCAR-29R2	Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft	《运输类旋翼航空器适航规定》（修订版本2）
CCAR-31R1	Airworthiness Regulations for Manned Free Balloons	《载人自由气球适航规定》（修订版本1）
CCAR-33R2	Airworthiness Regulations for Aero-Engines	《航空发动机适航规定》（修订版本2）
CCAR-34R1	Turbine-Engine-Powered Airplane Fuel Exhaust and Exhaust Emissions Regulations	《涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定》（修订版本1）
CCAR-35	Airworthiness Standards for Propellers	《螺旋桨适航标准》
CCAR-36R3	Aircraft Type and Airworthiness Certification Noise Regulations	《航空器型号和适航合格审定噪声规定》（修订版本3）
CCAR-37AA	Technical Standard Regulations for Civil Aviation Materials, Parts and On-Board Equipment	《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》
CCAR-39AA	Airworthiness Directive Regulations for Civil Aircraft	《民用航空器适航指令规定》
CCAR-53	Airworthiness Regulations for Civil Aviation Chemical Products	《民用航空用化学产品适航规定》
CCAR-55	Airworthiness Regulations for Civil Aviation Fuels	《民用航空油料适航规定》
CCAR-61	Regulations Governing the Certification of Civil Aircraft Pilots	《民用航空器驾驶员合格审定规则》
CCAR-65	Regulations on the Certification of Civil Aircraft Maintenance Personnel	《民用航空器维修人员合格审定的规定》（已废止）

英文缩写	英语含义	中文解释
CCAR-66R3	Regulations on the Management of Civil Aircraft Maintenance Personnel Licenses (Revised Version 3)	《民用航空器维修人员执照管理规则》（修订版本3）
CCAR-91R4	Rules for the Certification of General Aviation Operations (Revised Version 4)	《一般运行和飞行规则》（修订版本4）
CCAR-92	Rules for the Operation Safety Management of Civil Unmanned Aerial Vehicles	《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》
CCOM	Cabin Crew Operation Manual	乘务员操作手册
CDCCL	Critical Design Configuration Control Limitation	关键设计构型控制限制
CDL	Configuration Deviation List	构型缺损清单
CFM	Cable Assembly Manual	钢索装配手册
CM	Condition Monitoring	状态监控
CML	Consumable Material List	消耗性材料清单
CMM	Component Maintenance Manual	部件修理手册
CMO	Certification Management Office	认证管理办公室
CMR	Certification Maintenance Requirement	审定维修要求
COC	Customer-Originated Change	客户发起的更改
CPDLC	Controller-Pilot Data Link Communication	管制员-飞行员数据链通信
CS	Certification Specifications	认证规范
CTSO	Civil Technical Standard Order	民用技术标准规定
CTSOA	Chinese Technical Standard Order Authorization	技术标准规定项目批准书（中国版本）
CZIB	Conflict Zone Information Bulletin	冲突区域信息公告
DDG	Dispatch Deviation Guide	签派偏差指南
DDPG	Dispatch Deviation Procedure Guide	签派偏离程序指南
DET	Detailed Examination	详细检查
Doc	Document	文件
DOT	Department of Transportation	交通运输部（美国）
DRM	Duct Repair Manual	管路修理手册
DS	Discard	报废
EASA	European Union Aviation Safety Agency	欧盟航空安全局
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitor	飞机电子中央监控系统
ECofA	Export Certificate of Airworthiness	出口适航证
EDP	Engine Driven Pump	发动机驱动泵
EFB	Electronic Flight Bag	电子飞行包
EFVS	Enhanced Flight Vision System	增强飞行视景系统
EGT	Exhaust Gas Temperature	排气温度
EIPC	Engine Illustrated Parts Catalog	发动机零部件图解目录
ELA	Electrical Load Analysis	电气负载分析
ELC	Aircraft Electrical Accessories	航空器电气附件
EM	Engine Manual	发动机手册
ENG	Engine	发动机
EO	Engineering Order	工程指令
ESLD	ECAM System Logic Data	ECAM 系统逻辑数据
ESPM	Electrical Standard Practices Manual	电气标准施工手册（空客公司）

英文缩写	英语含义	中文解释
ETOPS	Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards	双发飞行器延程运行
EU	European Union	欧盟
EWIS	Electrical Wiring Interconnection System	电气线路互联系统
FAA	Federal Aviation Administration	美国联邦航空管理局
FADEC	Full Authority Digital Engine Control	全权数字式发动机控制
FAL	Fuel Airworthiness Limitation	燃油适航限制
FAR	Federal Aviation Regulations	联邦航空条例
FCOM	Flight Crew Operating Manual	飞行机组操作手册
FDIU	Flight Data Interface Unit	飞行数据接口组件
FDRPL	Flight Data Record Parameter Library	飞行数据记录参数库
FEC	Failure Effect Category	失效影响类别
FHB	Federal Highway Administration	联邦公路管理局
FIM	Fault Isolation Manual	故障隔离手册（波音公司）
FM	Flight Manual	飞行手册
FMGC	Flight Management and Guidance Computer	飞行管理和引导计算机
FOEB	Flight Operations Evaluation Board	飞行运行评审委员会
FPRM	Fuel Pipe Repair Manual	燃油管路修理手册
FRA	Federal Railroad Administration	联邦铁路管理局
FRM	Fault Report Manual	故障报告手册
FRM	Flammability Reduction Measures	降低可燃性措施
FSB	Flight Standardization Board	飞行标准化委员会
FSDO	Flight Standards District Office	飞行标准地区办公室
FTA	Federal Transit Administration	联邦运输管理局
FTC	Flight Technical Committee	飞行技术委员会
GAMA	General Aviation Manufacturers Association	通用航空制造厂家协会
GAMECO	Guangzhou Aircraft Maintenance Engineering Co., Ltd.	广州飞机维修工程公司
GANP	Global Air Navigation Plan	全球空中航行计划
GASP	Global Aviation Safety Plan	全球航空安全计划
GM	Guidance Material	指导材料
GVI	General Visual Inspection	一般目视检查
HCU	Hydraulic Control Unit	液压控制组件
HF	High Frequency	高频
HIRF	High Intensity Radiated Field	高强度辐射场
HKCAD	Civil Aviation Department of the Hong Kong Special Administrative Region Government	中国香港特别行政区政府民航处
HMU	Hydromechanical Unit	燃调（燃油液压机械组件）
HT	Hard Time	定时（维修）
IB	Information Bulletin	信息通告
ICA	Instructions for Continued Airworthiness	持续适航文件
ICAN	International Commission for Air Navigation	国际空中航行委员会
ICAO	International Civil Aviation Organization	国际民用航空组织
IDG	Integrated Drive Generator	整体驱动发电机
IFO	International Flight Standards Office	国际飞行标准办公室
IMM	Ignition Mitigation Measures	减轻点燃影响措施

英文缩写	英语含义	中文解释
IMPS	International MRB Process Standard	国际维修审查政策委员会流程标准
IMRBPB	International Maintenance Review Policy Board	国际维修审查政策委员会
IPC	Illustrated Parts Catalog	图解零件目录
ISC	Industrial Steering Committee	工业指导委员会
IT	Information Technology	信息技术
JAA	Joint Aviation Authorities	联合航空局
JAATO	Joint Aviation Authorities Training Organization	联合航空局培训组织
JIT	Just In Time	准时制生产方式（一种生产管理理念和方法）
K/S/A	Knowledge/Skill/Awareness	知识/技能/意识
L/HIRF	Lightning/High Intensity Radiated Fields	闪电/高强辐射场
L/HSI	Lightning and High Energy Radiation Protection Items	重要闪电和高能辐射防护项目
LGR	Aircraft Landing Gear	航空器起落架
LRU	Line Replaceable Unit	航线可更换件
LTM	Live Animal Transportation Manual	动物运输手册
LU/SV	Lubrication/Servicing	润滑/勤务
MCC	Maintenance Control Center	维修控制中心
MD	Management Document	管理文件
MD	McDonnell Douglas	麦道飞机制造公司（已被美国波音公司兼并）
MDA	Modification Design Approval	改装设计批准书
ME	Maintenance Engineering (Aviation Mechanical)	航空机械专业（维修工程）
MEC	Aircraft Mechanical Accessories	航空器机械附件
MEL	Minimum Equipment List	最低设备清单
ME-PA	Maintenance Engineering (Piston-engine Fixed-wing Aircraft)	活塞式固定翼飞机（航空机械专业）
ME-PH	Maintenance Engineering (Piston-engine Helicopter)	活塞式直升机（航空机械专业）
ME-TA	Maintenance Engineering (Turbine-engine Fixed-wing Aircraft)	涡轮式固定翼飞机（航空机械专业）
ME-TH	Maintenance Engineering (Turbine-engine Helicopter)	涡轮式直升机（航空机械专业）
MMEL	Master Minimum Equipment List	主最低设备清单
MP	Maintenance Program	维修方案
MPD	Maintenance Planning Document	维修计划文件
MPQS	Maintenance Personnel Qualification Specifications	维修人员资格规范
MRB	Maintenance Review Board	维修审查委员会
MRBR	Maintenance Review Board Report	维修审查委员会报告
MSG	Maintenance Steering Group	维修指导小组
MSG-3	Maintenance Steering Group-3	维修大纲制定方法（一种确定飞机维修要求的方法体系）
MSI	Maintenance Significant Item	重要维修项目
MTC	Maintenance Technical Committee	维修技术委员会
MTOP	Maintenance Task Operations Plan	维修任务工作计划
N/A	Not Applicable	不适用

英文缩写	英语含义	中文解释
NASA	National Aeronautics and Space Administration	美国国家航空和空间管理局
NDT	Non-Destructive Testing	无损检测/无损探伤
NDTM	Non-Destructive Test Manual	无损探伤手册
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration	美国公路交通安全管理局
NRC	Non-Routine Card	非例行工卡
NTSB	National Transportation Safety Board	美国国家运输安全委员会
OC	On-Condition	视情（维修）
OHM	Overhaul Manual	翻修手册
OIG	Office of Inspector General	监察长办公室
OIT	Operator Information Telex	用户信息电传
OP/VC	Operation Check/Visual Check	操作检查 / 目视检查
OST	Office of the Secretary	部长办公室
P/N	Part Number	零件编号
PAD	Proposed Airworthiness Directive	建议适航指令
PANS	Procedures for Air Navigation Services	空中航行服务程序
PBM	Power Plant Buildup Manual	发动机装配手册
PBM	Propulsion Build Manual	发动机装配手册
PC	Production Certificate	生产许可证
PHMSA	Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration	管道和有害物质安全管理局
PICAO	Provisional International Civil Aviation Organization	临时国际民航组织
PMA	Parts Manufacturer Approval	零部件制造人批准书
PMEL	Proposed Master Minimum Equipment List	主最低设备清单建议项目
PMS	Process Material Specification	工艺材料规范
PPH	Policy and Procedure Handbook	政策和程序手册
PWT	Aircraft Powerplant	航空器动力装置
QC	Quality Control	质量控制
QEC	Quick Engine Change	快速发动机匹配
QRH	Quick Reference Handbook	快速检查单
QTY	Quantity	数量
RCM	Reliability-Centered Maintenance	以可靠性为中心的维修
REM	Remark	备注
RII	Required Inspection Item	必检项目
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems	遥控驾驶航空器系统
RS	Restoration	性能恢复
SARP	Standards and Recommended Practices	标准和建议措施
SB	Service Bulletin	服务通告
SDI	Special Detailed Inspection	特别详细检查
SEMR	System Equipment Maintenance Requirements	系统设备维护要求
SES	Safety Enforcement System	民航行业监管执法信息系统
SFAR	Special Federal Aviation Regulation	特别联邦航空条例
SFE	Supplier Furnished Equipment	供应商提供设备
SFP	Special Flight Permit	特许飞行证

英文缩写	英语含义	中文解释
SIB	Safety Information Bulletin	安全信息公告
SIL	Service Information Letter	服务信函
SM	Standard Manual	标准手册
SMR	Schedule Maintenance Requirements	计划维修要求
SMS	Safety Management System	安全管理系统
SOP	Standard Operating Procedure	标准作业流程
SRM	Safety Risk Management	安全风险管
SSA	System Safety Analysis	系统安全分析
SSID	Supplementary Structural Inspection Document	补充结构检查文件
SSM	System Schematic Manual	系统原理手册（波音公司）
STC	Supplemental Type Certificate	补充型号合格证
STR	Aircraft Structure	航空器结构手册
SUPP	Regional Supplementary Procedures	地区补充程序
SWPM	Standard Wiring Practices Manual	线路标准施工手册（波音公司）
TC	Task Card	工卡
TC	Type Certificate	型号合格证
TCB	Type Certification Board	型号合格审定委员会
TCDS	Type Certificate Data Sheet	型号合格证数据单
TEM	Tool and Equipment Manual	工具设备手册
TFR	Temporary Flight Restriction	临时飞行限制
TLB	Technical Log Book	技术日志
TM	Transportation Manual	运输手册
TNA	Training Needs Analysis	培训需求分析
TPM	Total Productive Maintenance	全员生产维护（一种设备管理系统）
TQM	Total Quality Management	全面质量管理
TSM	Trouble Shooting Manual	故障排除手册（空客公司）
TSO	Technical Standard Order	技术标准规定
TSOA	Technical Standard Order Authorization	技术标准规定项目批准书
UAS	Unmanned Aircraft Systems	无人机系统
VDA	Validation of Design Approval	零部件设计批准认可证
VIM	Vendor Information Manual	供应商信息手册
VS	Vendor Service Bulletins	厂家服务通告
VSM	Value Stream Mapping	价值流程图
VSTC	Validation of STC	补充型号认可证
VTC	Validation of Type Certificate	型号认可证
VTOL	Vertical Take-Off and Landing	垂直起降
WBM	Weight and Balance Manual	载重平衡手册
WBS	Work Break Structure	工作分解结构
WDM	Wiring Diagram Manual	线路图手册
WDM	Wiring Diagram Manual	线路图手册（波音公司）
WG	Working Group	维修工作组
WM	Work Manual	工作手册

参考文献

- [1] 中国南方航空飞机维修 APS 理论 航空工业出版社, 2017.
- [2] ATA MSG-3 运营人/制造厂家预定维修大纲制订文件[S], 2009.1.
- [3] ATA MSG-3 Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development, Volume 1-Fixed Wing Aircraft[S]. America: Air Transport Association of America. 2013.
- [4] ATA MSG-3 Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development, Volume 2-Rotoraircraft[S]. America: Air Transport Association of America, 2013.
- [5] 王勇, 徐志锋, 王莹. MSG-3 系统失效影响分析原理[J]. 航空维修与工程, 2013 (2): 71-74.
- [6] AC-121/135-67 维修审查委员会和维修审查委员会报告[S]. 北京: 中国民用航空局飞行标准司. 2006.
- [7] 中国民用航空局. AC-91-26 航空器计划维修要求的编制[S]. 2015.05.
- [8] 耿端阳, 左洪福, 刘明等. 民用飞机计划维修工作决策支持方法研究[J]. 航空学报, 2006, 27 (5): 861-863.
- [9] 徐超群, 闫国华. 航空维修管理.
- [10] 中国南方航空. 维修可靠性维修方案.
- [11] 张连明. 科普中国. 预防性维修. 第 6 版.
- [12] 闫锋. 民用航空器维修管理.
- [13] Jiang W U, Plant O. Health State Evaluation Method for Light Aircraft [J]. Mechanical Research & Application. 2017 (1): 11.
- [14] Gonçalves F C C, Trabasso L G. Aircraft Preventive Maintenance Data Evaluation Applied in Integrated Product Development Process [J]. Journal of Aerospace Technology and Management. 2018, 10.
- [15] Gerdes M, Scholz D, Galar D. Effects of condition-based maintenance on costs caused by unscheduled maintenance of aircraft [J]. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2016. 22 (4): 394-417.
- [16] 常士基、刘延利、郭润夏. 民用航空维修工程[M]. 航空工业出版社. 2018.
- [17] 邢丞. 探索低成本航空的维修计划执行方案[J]. 航空维修与工程. 2009 (04): 76-78.
- [18] 江曦. 中小型航空公司维修可靠性管理解决方案[D]. 成都: 电子科技大学. 2013.

- [19] 马嘉. 中小航空公司可靠性方案的制定与数据分析[D].北京: 北京邮电大学.2011.
- [20] 装备质量管理术语.GJB 1405A-2006.2006 .
- [21] 朱丽君, 刘珂.人为因素与航空法规[M].北京:兵器工业出版社.2006.
- [22] 张铁纯, 刘珂.人为因素与航空法规[M].北京:清华大学出版社.2017.
- [23] 维修人员执照（人为因素 2015 年修订版）.
- [24] 中国民航持续安全理念青年读本.
- [25] 中华人民共和国民用航空法, 1995.
- [26] Civil Aviation Authority. An Introduction To Aircraft Maintenance Engineering Human factors for JAR66（CAP715）, 2002.
- [27] CCAR-21R5.民用航空产品和零部件合格审定规定.
- [28] CCAR-23R4.正常类飞机适航规定.
- [29] CCAR-25R4.运输类飞机适航标准.
- [30] CCAR-26.运输类飞机的持续适航和安全改进规定.
- [31] CCAR-27R2.正常类旋翼航空器适航规定.
- [32] CCAR-29R2.运输类旋翼航空器适航规定..
- [33] CCAR-31R1.载人自由气球适航规定.
- [34] CCAR-33R2.航空发动机适航规定.
- [35] CCAR-34R1.涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定.
- [36] CCAR-35.螺旋桨适航标准.
- [37] CCAR-36R3.航空器型号和适航合格审定噪声规定.
- [38] CCAR-37AA.民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定.
- [39] CCAR-39AA.民用航空器适航指令规定.
- [40] CCAR-53.民用航空用化学产品适航管理规定.
- [41] CCAR-55.民用航空油料适航规定.
- [42] CCAR-66R3 .民用航空器维修人员执照管理规则.
- [43] CCAR-91R4.一般运行和飞行规则.
- [44] AC-91-11R1 .航空器的持续适航文件.
- [45] CCAR-135R3.小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则.
- [46] AC-121-53R1.民用航空器维修方案.
- [47] AC-121-65.航空器结构持续完整性大纲.

- [48] AC-121-71.修理和改装的损伤容限检查要求.
- [49] AC-121-72.航空运营人将电气线路互联系统持续适航要求纳入维修方案的指南.
- [50] AC-121-73.航空运营人将燃油箱系统持续适航要求纳入维修方案的指南.
- [51] AC-121-74.航空运营人满足燃油箱可燃性降低（FTFR）要求的指南.
- [52] AP-21-AA-2011-03-R4.航空器型号合格审定程序.
- [53] MD-FS-AEG003.MSG-3.实施指南.
- [54] CCAR-121R8.大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则.
- [55] CCAR-145R4.民用航空器维修单位合格审定规则.
- [56] AC-66-FS-002R1.航空器维修基础知识和实作培训规范.
- [57] CCAR-183AA-R1.民用航空适航委任代表和委任单位代表管理规定.
- [58] CCAR-147R1.民用航空器维修培训机构合格审定规则.
- [59] CCAR-21R5.民用航空产品和零部件合格审定规定.
- [60] FAA_Order_8110.54 <Instructions for Continued Airworthiness Responsibilities, Requirements and Contents>
- [61] 社会信用体系建设规划纲要（2014—2020 年）.（国发（2014）21 号）.
- [62] 国务院关于建立完善守信联合激励和失信联合惩戒制度加快推进社会诚信建设的指导意见.（国发（2016）33 号）.
- [63] 民航行业信用管理办法.（民航规〔2021〕13 号）.
- [64] 关于近年维修人员违章、不诚信事件的通报.〔2017〕1919 号.
- [65] 民航维修人员工作作风建设.2018.5.
- [66] ATA2200.REV. 2012.2
- [67] MD-MAT-FS-001《民航维修行业失信行为管理办法》2021.6.
- [68] CCAR-136.特殊商业和私用大型航空器运营人运行合格审定规则.
- [69] 人为因素和航空法规（第二版），张铁纯，刘珂，清华大学出版社.
- [70] 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（国令第 761 号）2023.5.
- [71] CCAR-92.民用无人驾驶航空器运行安全管理规则. 2024.1.