民用航空器维修基础系列教材·共 8 册

（第 2 册）

航空器维修

Aircraft Maintenance

中国民用航空维修协会推荐

内容简介

本书为民用航空器维修基础系列教材之一。全书共分为三部分，第一部分是航空器适航性；内容共1章；第二部分是航空器维修基础，内容共分5章，第2章是持续适航文件、第3章是维修工作、第4章是维修管理体系、第5章是维修中人的因素、第6章是维修作风管理；第三部分是航空器法规和规范，内容共1章。本书在以下几个方面作了阐述：一是航空器适航，讲述了航空器适航的要求、适航的管理以及与适航维修有关的规章；二是航空器维修，内容包括了民航维修发展历程、维修工作的类型、维修依据的文件和维修方法，以及如何管理维修；三是维修人员，论述了维修人员应具备的资质、维修作风和工作要求，并进行了维修中人为差错的分析。编者在编写中力求做到言简意赅，深入浅出，着重于清晰透彻的定性分析，力求做到所有内容尽量与目前我国民航机务维修人员的实际工作紧密结合。

本书内容图文并茂通俗易懂，是民用航空器维修执照人员必须掌握的基本知识。通过学习，机务维修人员不但易于掌握教材中的内容，而且能够起到提高其自身的素质和业务水平的作用。本书适合在职飞机维修人员学习和相关院校专业做专业教材。

本教材的著作权归中国民用航空维修协会所有，任何单位和个人不得以营利为目的使用本教材，侵权必究。

民用航空器维修基础系列教材编写委员会

主任委员：吴溪浚

副主任委员：杨卫东、刘英俊、杨国余、徐建星、蒋陵平、罗亮生、刘韬然

编委：王会来、刘韬然、安辉、李珈、杨国余、何冠华、罗亮生、贺建坤、董红卫、蒋陵平、樊智勇（按姓氏笔画排名）

序 言

民用航空器维修基础系列教材是由中国民用航空维修协会民用航空器维修培训机构工作委员会依据中国民航局规章 CCAR-66R3《民用航空器维修人员执照管理规则》，并按照中国民航局咨询通告 AC-66-FS-002 R1《航空器维修基础知识和实作培训规范》组织民用航空器维修领域的工程师、专家、学者编写的系列教材。教材包括《航空概论》《航空器维修》《飞机结构和系统 》《直升机结构和系统》《航空涡轮发动机》《活塞发动机及其维修》《航空器维修基本技能》《航空器维修实践》，共计 8 本教材。教材紧密围绕 AC-66-FS-002 R1《航空器维修基础知识和实作培训规范》维修基础知识和维修实作的培训模块内容，涵盖了飞机维修的基本知识、基础理论、飞机结构与系统、维修技能与维修实践等方面。在编写过程中，编者力求做到概念清楚、理论正确、知识点全面、突出维修实际应用，注重理论和实践相结合，力求深入浅出,图文并茂，通俗易懂，符合机务维修人员学习和使用习惯。本套教材是民用航空器维修执照人员必须掌握的基本知识和基本技能，主要作为 CCAR-66R3 执照考试和 CCAR-147 维修培训教材，也适合在职飞机维修人员学习和相关院校专业做专业教材。

本套教材是在中国民航局飞行标准司的直接领导下编写的，教材的编写得到了中国民航大学、中国民用航空飞行学院、中国南方航空股份有限公司、东方航空技术有限公司、广州民航职业技术学院、北京飞机维修工程有限公司(Ameco)、广州飞机维修工程有限公司(GAMECO)、海南海航汉莎技术培训有限公司、山东航空股份有限公司、厦门航空有限公司、东航江苏有限公司、海直通用航空有限责任公司、深圳航空有限责任公司、成都航空职业技术学院、北大荒通用航空有限公司、中航西飞民用飞机有限责任公司等单位以及航空器维修领域专家的大力支持，在此一并表示感谢！

本套教材由广州民航职业技术学院罗亮生教授负责统稿。

由于编写时间仓促和我们的水平有限，书中难免存在诸多不足，请各位专家和读者及时指出，以便再版时加以改进。

“民用航空器维修基础系列教材”编委会

2020 年 2 月 10 日

前 言

本书是民用航空器维修人员执照系列教材之一，是按照中国民航局规章CCAR-66R3《民用航空器维修人员执照管理规则》，并按照中国民航局咨询通告AC-66-FS-002 R1《航空器维修基础知识和实作培训规范》维修基础知识培训模块M2航空器维修编写的。

本书共计三部分7章，介绍民用航空器维修基础知识的内容，主要包括航空器适航管理、适航标准、持续适航文件、维修工作、维修理论体系、维修中的人为因素、应用APS理论预防维修差错、维修作风管理、维修法规和规范体系、维修人员管理的法规文件、维修单位管理的法规文件、运营人/运行人维修管理的法规文件、国际相关法规文件等。本书内容完全覆盖了中国民航AC-66-FS-002 R1《航空器维修基础知识和实作培训规范》M2模块的相应要求。

本书由杨国余、罗亮生主编，杨国余负责整理统稿。本书第1章航空器适航性、第2章第1节持续适航文件介绍、第2节对制造厂家的要求、第3节适航性限制项目、第4节MSG-3分析的维修任务、第4章第1节维修管理体系的构成、第3节维修单位的管理体系、第4节航空营运人的维修管理体系、第5节民航局的组织机构和职责和第7章第1维修法规和规范体系由胡魁武编写；第2章第5节AEG评估由中国民用航空上海航空器适航审定中心范静珠编写；第3章第1节概述、第2节维修文件、第3节典型维修手册体系由闵平玉编写；第3章第4节日常勤务和维修工作由贾志远编写；第3章第5节预防性维修工作由李一鸣编写、赵岩和王俊辉审校；第3章第6节发动机和零部件维修工作由管学东编写，第3章整章由胡魁武作修改；第4章第2节维修人员执照管理体系由张蓉编写；第5章第1节人的因素概述和第2节维修差错分析理论由徐卫维编写，王晓芸和何艳斌对第5章人为因素部分进行了审核；第5章第4节典型案例分析由徐卫维和陈来鸽共同编写；第5章第3节应用APS预防维修差错由郑仲编写；第6章第1节中国民航机务维修史、第2节维修作风诠释和第3节维修作风直接影响飞行安全典型案例由詹锦文编写；第6章第4节维修行业的行政处罚和诚信管理和第7章第2节维修人员管理的法规文件、第3节维修单位管理的法规文件、第4节运营人/运行人维修管理的法规文件由胡懂华和叶猛共同编写；第7章第5节国际相关法规由曹宇博编写。此次改版由樊智勇、闫锋、吴春宝、等对全书进行了审校，并提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢！

本书可以作为CCAR-147部维修培训机构的培训教材，也可供航空公司、航空器维修单位、部件修理维修单位的维修技术人员培训和自学使用，也可作为大、中专院校飞机维修基础知识、民用航空法规基础、航空人为因素基础课程的教材。

本书在编写过程中参考了很多有关资料、相关的中文教材、英文原版教材，参阅了飞机维修中各种维修差错案例和数据等，同时得到了各级领导的大力支持和帮助，在此表示最诚挚的谢意。

由于编写的时间仓促和编者能力有限，书中不足在所难免，恳请各位专家和读者批评指正。

编者

2020年2月10日

目 录

前言.....I
第一部分 航空器适航性.....1
第1章 航空器适航性.....2
1.1 概述.....2
1.1.1 适航性定义.....2
1.2 适航管理.....4
1.2.1 适航管理介绍.....4
1.2.2 适航管理组织机构.....4
1.2.3 适航管理法规体系.....6
1.3 适航标准.....6
1.3.1 适航标准介绍.....6
1.3.2 适航证件体系.....9
1.3.3 持续适航要求.....9
第二部分 航空器维修基础.....11
第2章 持续适航文件.....12
2.1 持续适航文件介绍.....12
2.2 对制造厂家的要求.....13
2.2.1 持续适航文件编写要求.....13
2.2.2 持续适航文件控制要求.....15
2.3 适航性限制项目.....17
2.3.1 适航限制概述.....17
2.3.2 适航限制规章.....17
2.3.3 适航性限制项目的识别和要求.....17
2.3.4 适航性限制项目的检查、维修程序和信息.....18
2.3.5 适航性限制项目加入航空运营人维修方案.....19
2.4 MSG-3分析的维修任务.....20
2.4.1 概述.....20
2.4.2 维修类别.....20
2.4.3 结构任务MSG-3分析过程.....20
2.4.4 区域检查任务MSG-3分析过程.....21
2.4.5 增强区域分析流程.....22
2.4.6 维修检查任务的整合.....24
2.4.7 L/HIRF MSG-3分析过程.....25
2.5 AEG 评审.....27
2.5.1 总体概述.....27
2.5.2 飞行标准化委员会（FSB）评审工作.....29
2.5.3 飞行运行评审委员会（FOEB）评审工作.....31
2.5.4 维修审查委员会（MRB）评审工作.....32
第3章 维修工作.....40
3.1 概述.....40
3.2 维修文件.....40

3.2.1 局方批准的技术资料.....40
3.2.2 厂家技术资料.....41
3.2.3 航空运营人维修文件.....41
3.2.4 维修单位的维修手册.....42
3.3 典型维修手册体系.....42
3.3.1 手册与适航关系.....42
3.3.2 手册的管理.....43
3.3.3 ATA技术规范.....43
3.3.4 手册的获取.....47
3.3.5 手册的分类与修订.....48
3.3.6 手册的介绍.....48
3.3.7 工程类技术文件.....51
3.3.8 AD（适航指令）.....52
3.3.9 EO（工程指令）.....52
3.3.10 工作单卡.....52
3.4 维修任务类别.....53
3.5 日常勤务和维修工作.....54
3.5.1 概述.....54
3.5.2 日常勤务.....55
3.5.3 特殊维修任务.....57
3.5.4 A检或以下工作范围的航空器计划维修.....58
3.5.5 A检或以下工作范围的动力装置/螺旋桨计划在翼维修.....61
3.5.6 航线工作能力范围的非计划维修.....61
3.5.7 维修放行.....64
3.6 预防性维修工作.....65
3.6.1 概述.....65
3.6.2 预防性日常勤务和维修工作.....66
3.6.3 A检或以上工作范围的航空器定期检修.....66
3.6.4 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.....68
3.6.5 航线工作能力范围外的非计划检修.....68
3.7 发动机和零部件维修工作.....70
3.7.1 概述.....70
3.7.2 发动机单独维修工作.....70
3.7.3 发动机重要修理和重要改装工作.....72
3.7.4 零部件单独维修工作.....72
3.7.5 发动机、零部件维修大纲.....72
第4章 维修管理体系.....73
4.1 维修管理体系的构成.....73
4.2 维修人员执照管理体系.....74
4.2.1 执照的概述.....74
4.2.2 执照规章的发展历程.....75
4.2.3 CCAR-66部与各规章之间关系.....76
4.2.4 人员执照的管理.....77
4.2.5 维修人员执照互认.....78

4.3 维修单位的管理体系.....79
4.3.1 维修单位管理体系介绍.....79
4.4 航空营运人的维修管理体系.....82
4.5 民航局的组织机构和职责.....86
第5章 维修中人的因素.....88
5.1 人的因素概述.....88
5.1.1 概述.....88
5.1.2 研究人为因素的必要性.....88
5.1.3 人为因素的SHEL模型.....90
5.1.4 其他典型的模型.....93
5.2 维修差错分析理论.....98
5.2.1 差错模式及理论.....98
5.2.2 维护维修工作中的差错类型.....99
5.2.3 差错的征兆.....104
5.2.4 避免差错及差错管理.....104
5.3 应用APS理论预防维修差错.....113
5.3.1 维修系统运行水平的度量标准.....113
5.3.2 APS理论的定义和模型.....114
5.3.3 APS理论的内容.....117
5.3.4 APS理论的内涵.....119
5.3.5 APS理论的运行特征.....121
5.3.6 全面生产准备的实施方法.....128
5.3.7 科学施工程序的实施方法.....132
5.3.8 规范工作标准的实施方法.....133
5.4 典型案例分析.....135
5.4.1 机务维修典型案例归类与分析.....135
5.4.2 与人为因素/人为差错有关的事故症侯和事故.....137
第6章 维修作风管理.....144
6.1 中国民航机务维修史.....144
6.1.1 机务维修概述.....144
6.1.2 机务维修队伍的建立.....144
6.1.3 以苏制飞机维修模式为基础开展维修.....145
6.1.4 机务维修逐步与国际接轨.....146
6.1.5 开创机务维修新纪元.....148
6.2 维修作风诠释：严谨、专业、诚信.....149
6.2.1 概述.....149
6.2.2 工作作风.....150
6.2.3 维修作风重要性.....151
6.2.4 维修作风之严谨、专业和诚信.....152
6.2.5 维修人员作风建设总体要求.....154
6.3 维修作风直接影响飞行安全典型案例.....154
6.3.1 作风不严谨影响飞行安全典型案例.....154
6.3.2 技能专业不足影响飞行安全典型案例.....157
6.3.3 人员不诚信影响飞行安全典型案例.....158

6.4 维修行业的行政处罚和诚信管理.....160
6.4.1 维修差错的纠正和诚信报告要求.....160
6.4.2 《中国民航维修人员不安全事件及工作诚信记录管理规定》.....161
6.4.3 《民航行业信用管理办法》.....164
第三部分 航空器维修法规和规范.....167
第7章 航空维修法规和规范.....168
7.1 维修法规和规范体系.....168
7.1.1 涉及维修的规章体系框架.....168
7.1.2 民航局的法规文件体系.....170
7.1.3 行业标准和规范的采用.....171
7.2 维修人员管理的法规文件.....172
7.2.1 民用航空器维修人员执照管理规则（CCAR-66部）.....172
7.2.2 民用航空器维修培训机构合格审定规定（CCAR－147部）.....177
7.3 维修单位管理的法规文件.....183
7.3.1 民用航空器维修单位合格审定规定（CCAR-145部）.....183
7.3.2 与CCAR-145部有关的咨询通告.....195
7.4 运营人/运行人维修管理的法规文件.....196
7.4.1 与CCAR-91、121、135部相关的内容.....196
7.4.2 与CCAR-121部有关的（部分）咨询通告.....203
7.5 国际相关法规文件.....204
7.5.1 国际民航组织的标准和建议措施.....204
7.5.2 美国 FAA 的法规体系.....208
7.5.3 欧洲 EASA 的法规体系.....211
参考文献.....215

第一部分 航空器适航性

第 1 章 航空器适航性

1.1 概述

1.1.1 适航性定义

适航性指航空器（包括其部件及子系统整体性能和操纵特性）在预期运行环境和在经申明并被核准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。

这是适航性的书面定义。为便于理解，我们用表格把定义分解，如表 1-1-1 所示：

表 1-1-1 适航性

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

从表中知道：航空器性能在一定使用条件下要达到的品质要求；部件及子系统整体性能在使用限制下物理完整性符合其型号设计；操纵特性在预期运行环境下始终安全运行。也就是说，航空器性能符合型号设计并安全运行。

因此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，同时航空器做为在天空、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、极大的影响。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）航空器运行人；

（8）机组乘员；

（9）乘员；

（10）行李和货物。

与航空器维修活动有关的主要部门是（括号中为其主要职责）：

（1）中国政府部门（航空器的设计、制造、运行、维修的立法、执法管理）；

（2）航空器设计厂家（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）航空器运行人（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）。

针对航空器维修活动，它们的关系是：航空器设计/制造厂家制造的航空器只有在额外满足了航空运行人所在国对航空器运行仪表、设备、设施、标识标志、证书等要求后方可在该国运行，航空器维修单位需要按所在国的航空器和部件维修法律法规和航空器运行人的维修要求，对航空器及其运行仪表、设备、设施、标识标志、证书等进行维修（确认）活动。

中国民用航空局（简称局方，包括各地区管理局及其派出机构都统称为局方）对航空器及零部件设计/制造厂家、航空器运行人、航空器及部件维修单位的基本规定如下：

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 CCAR-21 部《民用航空产品和零部件合格审定规定》。

2）为了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》制定 CCAR-91 部《一般运行和飞行规则》。航空器运行人的适航性责任：

(1) 航空器的所有权人或运营人对保持航空器的适航性状态负责，包括机体、发动机、螺旋桨及其安装设备的适航性。

(2) 为落实航空器的适航性责任，航空器的所有权人或者运营人应当按照第 91.303 条（总则）的规则保证其使用的航空器完成如下工作：

① 按照第 91.307 条（要求的维修）的规定完成要求的维修；

② 除第 91.443 条（不工作的仪表和设备）允许不工作的任何仪表或设备外，在每次飞行前对于影响安全运行的有关缺陷和损伤进行处理并达到经批准的标准；

③ 完成适航指令和局方要求强制执行的任何其他持续适航要求。

(3) 上述工作可以通过签订协议的方式进行委托，但航空器所有权人或运营人负有同样的适航性责任。

3）为保证民用航空器的持续适航性和飞行安全，规范民用航空器及其部件的维修和改装工作，依据《中华人民共和国民用航空法》制定 CCAR-43 部《维修和改装一般规则》。

任何人在对航空器或者航空器部件进行维修或改装工作时，都应当遵守如下准则：

（1）使用航空器制造厂的现行有效的维修手册或持续适航文件中的方法、技术要求或实施准则。当使用其它方法、技术要求或实施准则时，应当获得中国民用航空局的批准，并且不得涉及航空器持续适航文件中规定的适航性限制项目。

（2）使用保证维修和改装工作能按照可接受的工业准则完成所必需的工具和设备（包括测试设备）；如果涉及到制造厂推荐的专用设备，工作中应当使用这些设备。当使用制造厂推荐专用设备的替代设备时，应当获得中国民用航空局的批准。

（3）使用能保证航空器或者航空器部件达到至少保持其初始状态或者适当的改装状态的合格航材（包括气动特性、结构强度、抗振及抗损性和其它影响适航的因素）。当使用航材的替代品时，应当获得中国民用航空局的批准。

（4）工作环境应当满足维修或者改装工作任务的要求；当因气温、湿度、雨、雪、冰、雹、风、光和灰尘等因素影响而不能进行工作时，应当在工作环境恢复正常后开始工作。

对于按照 CCAR-91 部、CCAR-121 部和 CCAR-135 部获得批准的运营人，其获得批准的运行规范中包含的工作准则视为符合本条要求。

综上，针对航空器及零部件维修活动，满足以上规定中的要求，即视为满足了航空器的适航性要求。本教材按以上规定的排列次序，逐一介绍适航管理、适航标准、航空器维修基础、航空器维修法规和规范。

1.2 适航管理

1.2.1 适航管理介绍

适航管理官方定义是：政府适航部门（局方）在制定了各种最低安全标准的基础上，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。

与本节此前对航空器适航性的介绍部分对比，此处的适航管理定义是针对航空器维修活动而言的。

定义中的最低安全标准将在随后逐一介绍；民航业内将民用航空器的设计、制造称之为初始适航管理，使用和维修称之为持续适航管理；定义中的审查、鉴定环节通常称之为证前管理，监督称之为证后管理，也就是说在各个环节结束之后，局方都颁发相应的证书批准其从事相应环节活动的资格，以展示政府公信力。

鉴于航空器系统复杂性、新技术的应用、运行环境的多变性，航空器适航管理必须由不同类型的政府、企业和人员类型以分别满足本章前述的 CCAR-21 部、CCAR-91 部和 CCAR-43 部的管理要求。

1.2.2 适航管理组织机构

民用航空器适航管理关系，如图 1-1-1 所示。图中局方一共 6 个方框，最上二层方框分别为中国民用航空局的适航审定司、飞行标准司和飞行标准司派出的航空器评审工作组（AEG）；第三层方框分别为民航地区管理局的适航维修处、适航审定处和飞行标准处。其他三个方框分别为航空器设计/制造厂家、航空器运行人和航空器/部件维修单位。图中连线上标注的 CCAR 编号，表示所依据的 CCAR 规章。为了便于说明相关的工作任务，以大写英文字母和数字（如 A1、A2、A3、B1、B2、C、D、E1、E2、F）作为任务标记，来表示不同的任务步骤，现介绍如下：

（1）A1/A2：适航审定司邀请飞行标准司派出的 AEG 联合对航空器进行型号合格审定颁发型号合格证；

（2）A3：首架航空器交付给航空运行人（CCAR-23/CCAR-25/CCAR-27/CCAR-29)之前组织对运行人进行运行符合性评审。

以上两个步骤属初始适航，由适航审定司和飞行标准司共同完成；

（3）B1：航空器运行人向地区管理局或其委任代表申请赴航空器制造厂家接收新飞机；

（4）B2：适航审定处或授权委任代表颁发国际登记证并签发标准适航证，适航维修处或授权委任代表在标准适航证上背书；

以上两个步骤可能有航空器维修单位人员参加，但仍代表航空器运营人。以上两个步骤属初始和持续适航的过渡步骤。

（5）C：航空器运行人向航空器/部件维修单位发出维修要求并监管其落实情况。这个过程可能提前于步骤 B。

（6）D：航空器/部件维修单位按航空器运行人维修要求和局方规章进行维修工作，并将结果报告航空器运行人。

以上两个步骤属持续适航任务。

（7）E1：当发生超出航空器设计/制造人持续适航文件的修理或改装时，航空器运行人向适航审定处申请报批或认可修理或改装方案。

（8）E2：当发生 E1 情况时，航空器/部件维修单位向适航维修处申请报批或认可维修能力。

以上两个步骤属初始适航和持续适航任务的结合。

（9）F：飞行标准处组织对航空器运营人的（补充）运行合格审定，确认是否按局方要求向航空器/部件维修单位编发了合法有效的维修要求。

综上，飞行标准司既承担对航空器运行人和航空器/部件维修单位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；同时，航空器运行人介于初始适航和持续适航范畴，以及航空器设计/制造厂家和维修单位之间，起到了连接政府、航空器设计/制造人、航空器运行人和航空器/部件维修单位，以及本章前述 CCAR-21 部、CCAR-91 部和 CCAR-43 部三个管理要求的作用。

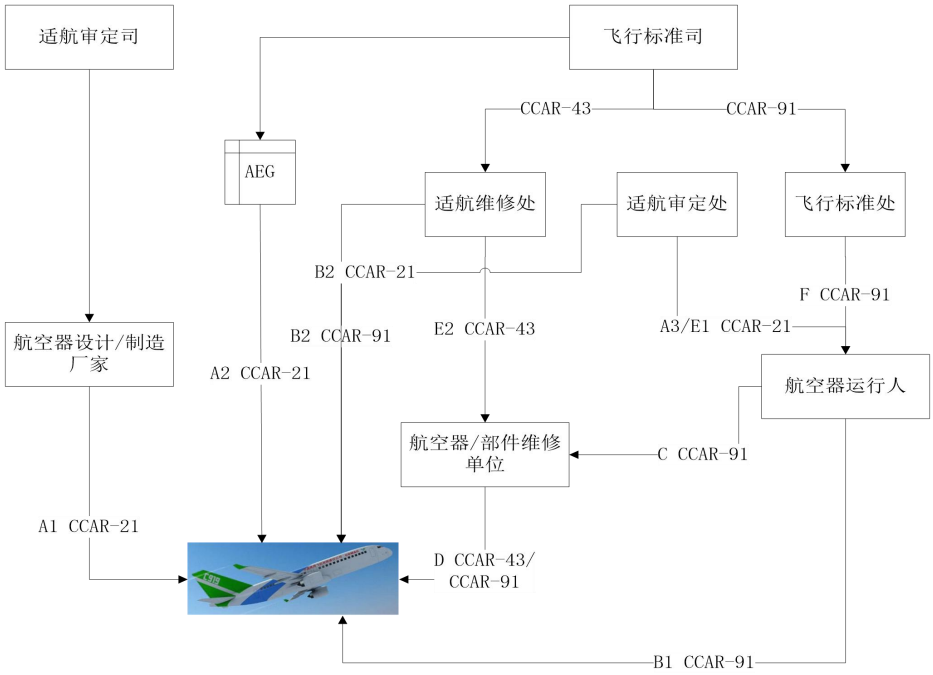


图 1-1-1 民用航空器适航管理关系

1.2.3 适航管理法规体系

基础的适航管理法规体系，也可从民用航空器适航管理关系图看出。图中 CCAR-21 部是初始适航的基础规章，也称之为适航标准，将在后面介绍；CCAR-43 部和 CCAR-91 部是持续适航的基础规章，将在本教材 7.1.1 维修管理体系中介绍。全部的适航管理法规体系将在 7.1.2 维修法规和规范体系介绍。

1.3 适航标准

1.3.1 适航标准介绍

1. CCAR-21 部《民用航空产品和零部件合格审定规定》与适航标准的关系

1）在 CCAR-21 部中，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。民用航空产品的设计、生产、制造、投入运行，都需要获得相应的批准；零部件如果要用于民用航空产品也需获得相应的批准。批准基于两个条件：

（1）满足 CCAR-21 部中的：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-23《正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定》；

CCAR-25《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-27《正常类旋翼航空器适航规定》；

CCAR-29《运输类旋翼航空器适航规定》

CCAR-31《载人自由气球适航规定》；

CCAR-33《航空发动机适航规定》；

CCAR-34《涡轮发动机飞机燃油排泄和排出物规定》规定了发动机燃油、气态排出物及烟雾排放的标准和测试要求；

CCAR-35《螺旋桨适航标准》；

CCAR-36《航空器型号和适航合格审定噪声规定》；

CCAR-37《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》为使用于民用航空器上指定的航空材料、零部件或机载设备符合适航要求，能够在规定的条件下，满足工作的需要或完成预定目的，局方制定并颁发的"项目"技术标准规定（CTSO），每一个技术标准规定都是 CCAR-37 部的组成部分，将在本章的维修法规和规范体系中进一步介绍。

CCAR-39《民用航空器适航指令规定》，将在本节随后介绍。

以上，均为航空器进行型号合格审定时的审定基础。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，简称 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）批准的过程可分为：型号合格审定、生产许可审定和适航合格审定。

3）批准的形式，包括以下证件：

（1）型号合格证；

（2）补充型号合格证；

（3）改装设计批准书；

（4）型号认可证；

（5）补充型号认可证；

（6）零部件设计批准认可证；

（7）生产许可证；

（8）零部件制造人批准书；

（9）技术标准规定项目批准书；

（10）适航证；

（11）出口适航证；

（12）外国适航证认可书；

（13）特许飞行证；

（14）适航批准标签。

批准的过程和形式汇总如下图 1-1-2 所示：

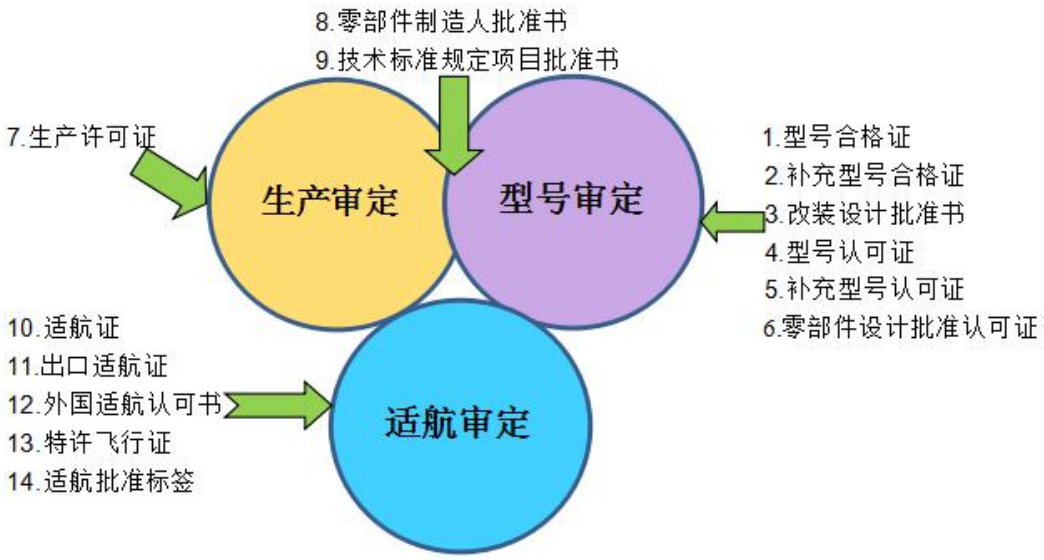


图 1-1-2 批准的过程和形式

2. CCAR-25 部《运输类飞机适航标准》简介

CCAR-25 部是对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。

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装有助推动力的运输类飞机性能；

（4）表明符合CCAR-25第853条（座舱内部设施）或CCAR-25第855条（货舱和行李舱）的（阻燃）试验准则和程序；

（5）连续突风设计准则；

（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（ETOPS）；

（10）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的，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。

3. CCAR-39部《民用航空器适航指令规定》

适航指令：适航当局发现某一民用航空产品(包括航空器、航空发动机、螺旋桨及机载设备)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它民用航空产品之中，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。

紧急情况时，以电报的形式颁发，但随后补发书面适航指令。

4. 其他初始适航规章

CCAR-53部《民用航空用化学产品适航管理规定》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。

CCAR-55部《民用航空油料适航规定》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。

CCAR-183部《民用航空器适航委任代表和委任单位代表的规定》及时有效地保证了适航部门以外的人员和单位作为局方的代表从事有关适航工作。

1.3.2 适航证件体系

现简要介绍上节提及的初始适航证件。

1. 与航空器维修相关性较强的证件

1）补充型号合格证、改装设计批准书：在航空运行人对飞机进行改装，如客机改为货机时，需要申请；

2）特许飞行证：在航空运行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。

2. 与航空器维修相关性很强的证件

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，如使用 PMA 飞机客舱内饰替代原装。

1.3.3 持续适航要求

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。

1. 在初始适航方面

首先于 2011 年发布 CCAR-26 部《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》对上述高风险适航性项目进行了规定：

1）飞机系统的增强型适航项目（EWIS）

老龄飞机由于长期使用，飞机电子设备的连接导线因其金属材料的腐蚀、非金属材料的氧化、磨损导致线路老化，同时其电子设备内部电路特性也会随之退化。其设备和线路的抗振、防潮和防腐能力均有所下降，从而使电子系统线路故障有普遍和多发的特点，并且很难发现。因此局方要求相关型号合格证/型号认可证持有人和申请人建立电气线路互联系统（EWIS）维护大纲，以减少故障的发生。

相关型号合格证/型号认可证持有人和申请人在符合 CCAR-26 部《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》条款后，最迟在 CCAR-26 部规定的日期前为相应的每种型号设计编制其“代表型飞机”的电气线路互联系统（EWIS）持续适航文件（ICA），并将持续适航文件提交局方批准。另外，需对点火源防护安全对燃油箱系统的持续适航文件进行评估或修订，确保这些持续适航文件与 EWIS 的持续适航文件兼容，并将冗余要求减至最小。

2）燃油箱可燃性

一些老龄飞机经过长期的飞行后，油箱内的封严胶受到环境和温度变化以及交变载荷和微生物作用的影响而发生老化和龟裂的现象，从而导致燃油不同程度的渗漏。还有些早期生产的飞机在机翼结构油箱的结构设计上存在着缺陷造成燃油渗漏。而燃油渗漏是造成燃油箱爆炸的潜在隐患之一。因此主要针对已获得型号合格证/型号认可证飞机燃油箱的安全，局方提出用以降低运输类飞机燃油箱可燃性的要求。

（1）影响燃油箱可燃性的设计更改和服务指令须按照 CCAR-26 部规定的符合性计划日

期的要求，相关人必须将辅助燃油箱或其它受影响的燃油箱的可燃暴露分析和按照设计更改进行改装后的燃油箱系统提交局方批准。

（2）在审型号和新生产的飞机的燃油箱可燃性所有标准的燃油箱必须具有降低可燃性措施（FRM）或减轻点燃影响措施（IMM）并满足 CCAR-25 部《运输类飞机适航标准》的要求。

3）老龄飞机安全—修理和改装的损伤容限资料

飞机的疲劳裂纹是航空安全多年来所关注的问题，由于疲劳裂纹导致了多起飞机的灾难性事故。如 1988 年，Aloha 航空公司的一架波音 737 飞机结构失效发生事故。因此，加强对老龄飞机的安全管理作为局方的一项重要工作，为航空公司和维修企业开展老龄飞机的运营和维修工作提出要求以及符合性计划。

其型号合格证/型号认可证持有人或申请人在飞机修理时，必须建立疲劳关键基准结构清单、发布的修理资料和修理评估指南；在飞机改装和对改装的修理时，必须建立疲劳关键改装结构资料、损伤容限资料、改装和修理资料。

其次，随后先后对各类别航空器的适航标准进行了修订，将 CCAR-26 部要求加入到相应适航标准中，如此前介绍的 CCAR-25 部《运输类飞机适航标准》，在适航标准正文条款和附录均有上述持续适航要求。

需要说明的是，这些持续适航项目同样适用于正在运行的飞机，需要补加相应工作满足适航标准要求，目前，针对老龄飞机结构损伤和评估，国内各航空运行人已进入或完成补充合格审定阶段。

2. 在持续适航方面

局方随后修订了适航规章 CCAR-121 部《大型飞机公共航空运输承运人合格审定规则》加入了上述持续适航维修要求，并发布了若干咨询通告，针对 CCAR-121 部和 CCAR-135 部《小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则》运行人规定了上述持续适航维修要求，将在第 2 章的持续适航维修文件中详细介绍。

总之，上述持续适航要求，规定在航空器持续适航文件中的适航性限制项目中，也要求加入航空器运行人的维修方案中，对这些高风险项目进行持续的跟踪，高质量的维修，确保将风险控制在范围内。

第二部分 航空器维修基础

第 2 章 持续适航文件

2.1 持续适航文件介绍

持续适航文件是由民用航空产品（航空器、发动机、螺旋桨）制造/修理/改装的设计证书持有人发布的，经局方批准或认可的，用于在民用航空产品整个运营寿命周期内确保其适航性的，由维修要求、维修程序、支持信息和产品目录/图册组成的一套文件，应在民用航空产品最终交付前或者颁法适航证书前发布，其随后的更改也应发布给民用航空产品所有人和占有人。

1. 持续适航文件发布要求

持续适航文件通常由以下类别的证书持有人发布：

(1) 型号合格证；

(2) 补充型号合格证；

(3) 改装设计批准书；

(4) 型号认可证；

(5) 补充型号认可证；

(6) 零部件设计批准认可证；

(7) 零部件制造人批准书；

(8) 技术标准规定项目批准书；

(9) 重要改装或超持续适航文件修理方案。

2. 持续适航文件的规定

CCAR-21 部第 21.50 条持续适航文件规定：

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被那些被要求符合它的其他人员或者单位获得。该持续适航文件应当按照如下规章进行编写：

(1) CCAR-23 部《正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定》的第 23.1529 条；

(2) CCAR-25 部《运输类飞机适航标准》的第 25.1529 条、第 25.1729 条；

(3) CCAR-27 部《正常类旋翼航空器适航规定》的第 27.1529 条；

(4) CCAR-29 部《运输类旋翼航空器适航规定》的第 29.1529 条；

(5) CCAR-31 部《载人自由气球适航规定》的第 31.82 条；

(6) CCAR-33 部《航空发动机适航规定》的第 33.4 条；

(7) CCAR-35 部《螺旋桨适航标准》的第 35.4 条或者 CCAR-26 部《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》。

(8) 对于特殊类别航空器，应当按照 CCAR-21 部第 17 条第（二）款规定的适用适航要

求编写。此外，这些持续适航文件的修订应当可被要求符合它的任何人员或者单位获得。

本节仅对航空器持续适航文件的编制、报批和发布做简要介绍。

2.2 对制造厂家的要求

持续适航文件应当获得局方的批准或认可。航空器制造厂家在所申请型号航空器交付或者首次颁发标准适航证时，应当向航空器所有人或运营人提供持续适航文件。持续适航文件必须是专用的，同一型号航空器的不同构型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。

2.2.1 持续适航文件编写要求

1. 文件的编写范围

航空器持续适航文件的范围包括：

(1) 航空器使用、维修及其他保持航空器持续适航的限制、要求、方法、程序和信息。

(2) 航空器所安装的发动机、螺旋桨、机载设备与航空器接口的信息。

(3) 航空器机载设备和零部件的维修方法、程序和标准。

2. 需局方批准的文件

需要局方单独批准的持续适航文件包括：

(1) 适航性限制项目（ALI）；

(2) 审定维修要求（CMR）；

(3) 维修审查委员会报告（MRBR）；

(4) 结构修理手册（SRM）；

(5) 其他局方要求批准的文件（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）。

3. 文件编写要求

持续适航文件的每本手册都应当有便于使用者查阅、修订控制（包括临时修订）和了解其修订历史的手册控制部分。持续适航文件各手册之间中相互引用、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。

4. 维修文件编写的目的

维修要求的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，航空器的维修要求一般包括：

(1) 航空器系统和动力装置（包括部件和 APU）重要维修项目的计划维修任务和维修间隔；

(2) 航空器结构重要项目的计划维修任务和维修间隔；

(3) 航空器各区域的计划检查任务和检查间隔；

(4) 特殊检查任务（如闪电和高辐射防护）及其检查间隔；

(5) 审定维修要求（CMR）；

(6) 适航性限制项目（ALI）。

维修要求应当根据航空器型号审定中明确的系统、设备和结构的预期可靠性水平确定，涵盖航空器所有的系统、设备和结构，并考虑以下（但不限于）特定运行环境的影响：

(1) 潮热气候；

(2) 含盐腐蚀气候；

(3) 风沙和（或）灰尘；

(4) 寒冷天气。

维修要求应当具体指明维修任务的类别、适用的项目或区域（系统、设备和结构项目以ATA 章节的方式标明），并以飞行小时、飞行循环、日历时间或者其组合的方式明确维修或检查间隔。

维修要求的维修任务应当采纳 MSG-3 的逻辑分析流程予以确定。对于运输类航空器和通勤类飞机，还需要邀请航空器运营人参与 MSG-3 的逻辑分析流程，并形成经局方批准的维修审查委员会报告（MRBR）。

维修要求可以包括在航空器维修手册中（通常第四章为适航性限制章节，第五章为根据MSG-3 逻辑分析产生的维修任务），也可以编制单独的文件，如维修计划文件（MPD）。

5. 维修程序编写

航空器持续适航文件维修程序的主要目的是向航空器所有人或者运行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，航空器维修程序的主要内容应当至少包括：

(1) 概述性资料；

(2) 系统和安装说明；

(3) 使用和操作说明；

(4) 故障处理说明；

(5) 维修实施程序；

(6) 维修支持信息。

上述内容可分为多本手册的形式（如 AMM、EBM、FIM 等），但不同航空器制造厂家的手册划分可不必相同。

6. 机载设备/零部件维修程序编写

航空器持续适航文件机载设备和零部件维修程序的主要目的是向航空器所有人或者运行人提供一套机载设备和零部件的维护说明书，以确保落实具体的维修要求。

机载设备和零部件维修程序的编制责任属于航空器制造厂家，航空器机载设备和零部件维修程序一般以部件维修手册（CMM）的形式编制。对于航空器维修要求中涉及执行离位维修任务的机载设备和零部件，航空器制造厂家应当编写机载设备和零部件的维修程序。

航空器制造厂家可以选择直接使用机载设备和零部件制造厂家编制的单独手册或结合航空器维修程序一同编制。

机载设备和零部件维修程序应当至少包括下述适用内容：

(1) 原理、功能和操作说明；

(2) 测试和校验程序；

(3) 修理和翻修（如适用）程序；

(4) 图解零件目录和线路图；

(5) 材料和工艺规程。

尽管可以直接使用机载设备和零部件制造厂家编制的单独手册，但机载设备和零部件维修手册的编制责任仍然属于航空器制造厂家。

2.2.2 持续适航文件控制要求

1. 产品构型控制文件

航空器持续适航文件产品构型控制文件用于规定航空器的构型设计标准，以保证在航空器维修过程中，符合经批准的设计规范。产品构型控制的主要内容包括：

(1) 图解零件目录；

(2) 线路图册。

图解零件目录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，并提供零部件识别、供应、储备和领取的索引。

线路图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故和维修时使用。

2. 源头文件

持续适航文件的初始编制应当基于合适的源头文件，包括：

(1) 航空器的设计定义和图纸；

(2) 系统安全分析文件；

(3) 结构分析和实验报告；

(4) 部附件供应商的分析和实验报告；

(5) 其他适用的工程设计文件。

持续适航文件在草稿和初稿阶段一般应当是以型号审定包括的航空器所有构型为基础的主手册，在定稿后可以根据客户的选装构型编制客户化手册。

3. 文件的形式及分发

航空器持续适航文件在编制完成后（包括草稿和初稿阶段）应当及时分发给制造厂家内部相关部门，以便在相关的工作中参考并实施验证。

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航空器的所有人（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。

持续适航文件可以以纸质、电子文档（光盘、网络）或者其组合的方式分发，但以电子文档方式提供时应当保证任何人在无意或者有意的情况下都不能修改其内容。

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。

4. 文件修订

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，并在发现或者得到下述情况反馈时及时修订涉及的持续适航

文件内容：

(1) 存在错误或不准确的情况；

(2) 存在缺乏内容的情况；

(3) 存在不可操作的情况；

(4) 制造厂家对航空器进行了设计更改后。

制造厂家也可以根据使用经验对持续适航文件进行改进。

为保证持续适航文件持续跟踪和修订工作的有效进行，航空器制造厂家应当建立有效的信息收集方式和渠道，并制定符合以下原则的修订工作规范：

(1) 对于不影响飞行安全的修订内容，可以结合定期修订计划（如每季度、每半年、每年等）一并进行修订；

(2) 对于可能影响飞行安全的修订内容，应当以临时修订页的方式及时进行修订，并结合下一次定期修订计划完成正式修订。

持续适航文件修订内容的编制流程和分发控制与初始编制的要求相同，但每次修订的内容都应当清晰记录摘要并突出显示或标记。

针对已交付航空器因设计更改或使用困难而影响到持续适航文件的情况，在持续适航文件定期修订前，应当以服务通告的方式快速通知运营人（或所有人）所涉及的持续适航文件内容修订，以保证及时引起注意。

服务通告一般应当以内部工程处理的相关文件或指令为依据而颁发，内部工程处理的相关文件或指令应当获得适航审定批准，服务通告仅作为获得适航审定批准的条件之一，而不作为适航部门直接批准的文件。

5. 文件管理

为保证上述持续适航文件编制、分发和修订责任的落实，航空器制造厂家应当通过管理体系文件的方式建立满足下述要求的持续适航文件管理规范：

(1) 明确持续适航文件管理的责任部门和人员，并明确相关部门的支持和配合要求；

(2) 建立规范的工作流程和标准。

6. 局方认可文件

除局方批准的文件或文件内容外，局方将在评估确认满足下述条件的情况下对航空器型号的持续适航文件及其持续修订予以认可：

（1）航空器制造厂家建立了合适的持续适航文件管理规范；

（2）有记录表明持续适航文件的编制、分发和修订管理符合相应的管理规范；

（3）通过抽查对持续适航文件完成了准确性、可用性和与设计的符合性的评估和验证。

7. 设计更改的评估

除航空器制造厂家外，下述航空器的设计更改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：

（1）补充型号合格证（STC）；

（2）重要改装方案批准。

上述设计批准持有人在申请批准时，应当同时提交其更改对持续适航文件的影响评估。如有影响，应当附有修订内容；如不影响或不更改现有的持续适航文件，也应附有现有持续适航文件仍然适用的声明。

航空器制造厂家之外的设计更改持有人对相应持续适航文件所做修订的认可，如未包含在适航审定部门设计更改批准数据包中，则可以由设计更改持有人向局方航空器评审部门提出认可申请，或由实施该设计更改的运营人（或所有人）向其主管运行监察员提出认可申请。。

航空器维修过程中，如果航空器修理方案超出了航空器或者航空器部件制造厂家持续适航文件的规定，但无需申请设计大改批准时，航空运营人应当就修理方案的内容向局方申请批准后才能实施。

修理方案批准持有人应当为修理过的航空器的每一运营人至少提供一套由于修理方案产生的持续适航文件的修改部分，包含描述资料和需要完成的指令。修理过的民用航空产品或者零部件可以在提供持续适航文件的修改部分之前交付使用，但是应当限制使用时间并经局方批准。任何需要符合持续适航文件的修改部分中的要求的人都应当可以获得持续适航文件的修改部分。

首次批准修理之后修理方案批准持有人对持续适航文件的修改部分进行更新时，这些更新应当提供给每一运营人，并且任何需要符合持续适航文件的修改部分中的要求的人都应当可以获得这些更新。表明如何发放更新的持续适航文件的修改部分的程序应当提交局方。

2.3 适航性限制项目

2.3.1 适航限制概述

适航性限制（ Airworthiness Limitation Item/Section） ：是指在持续适航文件中规定的强制性维修任务，包括所有强制的更换时限或检查门槛值、重复检查间隔和检查程序。适航性限制的要求应得到型号审定部门的批准，其更改应由型号审定部门作出。不同的民用航空产品厂家针对适航性限制可能有不同的英文缩写，如 ALS/ALI/AWL 等。

2.3.2 适航限制规章

民用航空产品适航标准规定了《正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定》（CCAR-23）、《运输类飞机适航标准》（CCAR-25）、《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》（CCAR-26）、《正常类旋翼航空器适航规定》（CCAR-27）、《运输类旋翼航空器适航规定》（CCAR-29）、《载人自由气球适航规定》（CCAR-31）、《航空发动机适航规定》（CCAR-33）、《螺旋桨适航标准》（CCAR-35）要求的持续适航文件中的适航性限制部分，CCAR-21 部第 21.17 条第（二）款中定义的特殊类别航空器适航要求中规定的持续适航文件中的适航性限制部分。

2.3.3 适航性限制项目的识别和要求

1. 针对航空器

CCAR-25 部 H25.4，适航限制部分规定：持续适航文件必须包含标题为适航限制的部分，该部分必须单独编排并与文件的其它部分明显地区分开来。该部分必须规定：

1）按第 25.571 条（结构的损伤容限和疲劳评定）批准的每一个强制性的更换时间、

结构检查时间间隔以及相关结构检查程序；

2) 对燃油箱系统的每一个强制性的更换时间、结构检查时间间隔以及按第 25.981 条（燃油箱点燃防护）批准的所有关键设计构型控制限制。

飞机上可预见的维修行为、修理或改装会危及关键设计构型控制限制（CDCCL）的区域内，必须设置识别这些关键设计特征的可视化措施（如用导线的颜色编码识别隔离限制）。这些可视化措施也必须被认定为 CDCCL。

3) 第 25.571 条（电气线路互联系统）定义的 EWIS 部件的任何强制更换时间。

通过增强区域分析程序制定的，EWIS 的维护和检查要求，包括：

(1) 飞机每个区域的识别；

(2) 含有 EWIS 的每个区域的识别；

(3) 含有 EWIS 以及易燃材料的每个区域的识别；

(4) EWIS 与主用和备份液压、机械或电气飞行控制和管线都密切接近的每个区域的识别。

如果持续适航文件由多本文件组成，则本节要求的这部分内容必须编在主要手册中，必须在该条显著位置清晰说明："本适航限制部分经过适航当局批准，并规定了中国民用航空规章有关维护和营运的条款所要求的维护，如果适航当局已另行批准使用替代的大纲则除外"。

2. 针对发动机

CCAR-33 部第 A33.4 条，适航限制条款规定：持续适航文件必须包含题为适航性限制的条款，该条应单独编排并与文件的其它部分明显的区分开。

1) 对于所有发动机：

（1）适航限制条款必须规定强制性的更换时间、检查时间间隔和型号合格审定要求的有关程序。如持续适航文件由多本文件组成，则本节要求的条款必须编在主要手册中；

（2）必须在该条显著位置清晰说明："本适航限制条款业经中国民用航空局批准，规定了中国民用航空规章有关维护和营运的条款所要求的维护，如果中国民用航空局已另行批准使用替代的大纲则除外"。

3. 针对螺旋桨

CCAR-35 部有对应的适航性限制条款。

4. 针对 PMA 件、CTSO 件和关键件

CCAR-21 部第 21.423 条规定：在制造人的维修手册或者持续适航文件的适航限制部分中规定有更换时间、检查间隔或者相关工作程序的关键件，除了应当按照本条为其设置标牌或者标记之外，还应当将序列号永久性地和清晰可辨地标记在零部件上。

其中，关键件是指失效会对继续安全飞行和着陆产生直接危害性影响的零部件。

2.3.4 适航性限制项目的检查、维修程序和信息

1. 针对航空器结构

CCAR-25 部第 25.571 条，必须制订为预防灾难性破坏所必须的检查工作或其它程序，并必须将其载入第 25.1529 条要求的"持续适航文件"中的"适航限制章节"中。

2. 针对航空器燃油箱可燃性

CDCCL、检查和程序必须纳入第 25.1529 条所要求的持续适航文件的适航限制部分。

3. 针对航空器 EWIS

申请人必须准备第 25.1701 条定义的，适用于 EWIS 的持续适航文件，经局方批准，并包含下列内容：

1）通过增强区域分析程序制定的 EWIS 的维护和检查要求，包括：

（1）飞机每个区域的识别；

（2）含有 EWIS 的每个区域的识别；

（3）含有 EWIS 以及易燃材料的每个区域的识别；

（4）EWIS 与主用和备份液压、机械或电气飞行控制和管线都密切接近的每个区域的识别；

（5）以下任务识别：

① 减少点火源和易燃材料积聚可能性的任务，执行这些任务的间隔；

② 如果没有有效减少易燃材料积聚可能性的任务，则有效清除 EWIS 部件易燃材料的程序，并执行这些程序的间隔。

（6）在进行维护、改装或修理过程中，对 EWIS 造成污染和意外损坏降至最低的保护和告诫信息。

2）标准格式的可接受的 EWIS 维护措施；

3）第 25.1707 条确定的线路分离要求；

4）说明 EWIS 识别方法的信息，以及按第 25.1711 条对 EWIS 更改识别的要求；

5）电气负载数据和更新该数据的说明。

按 H25.5(a)(1)条要求制定的 EWIS 持续适航文件，必须用适合于提供信息的文件形式，并容易被作为 EWIS 的持续适航文件所识别。该文件必须包含要求的 EWIS 持续适航文件，或明确提及包含该信息的持续适航文件的其他部分。

2.3.5 适航性限制项目加入航空运营人维修方案

局方于 2011 年发布了《运输类飞机的持续适航和安全改进规定》，对航空器证书持有人的持续维修文件中的适航性限制项目进行了规定，随之相应适航标准进行了修订。

2017 年局方先后修订/发布以下文件，要求航空器运营人将适航性限制项目加入其维修方案：

(1) CCAR-121 部附件 J，飞机的持续适航与安全改进；

(2) AC-121-65 航空器结构持续完整性大纲；

(3) AC-121-71 修理和改装的损伤容限检查要求；

(4) 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；

(5) 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；

(6) AC-121-74 航空运营人满足燃油箱可燃性降低（ FTFR）要求的指南。

同时规定了对已运营航空器的适航性限制项目的补充适航审定要求，要求航空运营人持续的满足适航性限制规定。

2.4 MSG-3分析的维修任务

2.4.1 概述

MSG-3（Maintenance Steering Group-3)文件是美国航空运输协会（ATA）为航空器制造商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商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、航空器制造商和使用人接受从而成为事实上的制订标准，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”。

MSG-3 文件为航空器制造商提供相关的规范和指导，一方面，对于制定维修审查委员会报告（MRBR）的航空器，在制定《政策和程序手册》（PPH）时可参考本文件落实运用 MSG-3 文件的逻辑决断方法来制订航空器的维修审查委员会报告的要求；另一方面，对于无需制定 MRBR 的航空器，可直接应用本文件分析和制订计划维修任务。

MSG-3 着眼于确定整个航空器系统或分系统的维修工作，遵循自上而下，从大到小的分析顺序。对航空器的维修任务，从系统/动力装置、结构分析、区域检查和闪电/高强度辐射场（L/HIRF）四个方面进行分析。分析后得到不同的任务周期或及维修类别（包括其组合），针对本节前述持续适航文件中定义的适航性限制项目，要按局方提前批准的适航性限制要求执行。

2.4.2 维修类别

维修类别包括：润滑/勤务（LU/SV）、操作检查/目视检查（OP/VC）、检查/功能测试（包括一般目视检查（GVI）、详细检查（DET）、特别详细检查（SDI））、性能恢复（RS）和报废（DS）等维修工作。其中详细目视检查可能需要工作梯，手电、反光镜、清洁、触碰检查部位；特别详细检查可能采用无损检测方法或者孔探、录像、敲击测试等方法，必要的清洁和辅助工具设备是需要的。性能恢复是包括从清洁、修理、到翻修的各种可能任务类型。

航空器系统/动力装置通常是润滑/勤务、操作/目视检查、检查/功能检查、恢复、报废或以上 5 种维修工作的组合。

对于结构项目的维修任务一般有一般目视检查、详细检查和特别详细检查。区域检查任务有一般目视检查、详细检查，对于 L/HIRF 防护最常用的检查方式是一般目视检查。

现简要介绍结构、区域和 L/HIRF 任务的分析过程，便于在执行维修任务时抓中重点、提高维修任务质量。

2.4.3 结构任务 MSG-3 分析过程

结构项目的主要结构（PSE）的确定通常是型号审定过程中由制造厂的工程设计部门完成并得到型号审定部门的批准，重要结构项目（SSI）的确定通常由制造厂的维修工程部门根据 MSG-3 分析的需要完成。为完成后续的分析工作，需要定义 SSI 并说明每一 SSI 的编号、

组成、区域、边界等信息。一个 SSI 可能包含多个 PSE。

航空器制造商可以按照 MSG-3 的分析逻辑和流程，基于损伤容限分析和疲劳试验的结果，制订关于疲劳损伤的维修检查要求。其结果涉及 PSE/ALI 的需要经过型号合格审定部门的批准并列入适航性限制项目文件，非 ALI 的检查要求应进入相应 SSI 的任务整合流程。

结构的抽样检查：对于疲劳损伤来说，由于实际的疲劳试验和损伤容限分析结果在航空器运营初期仍未完成，制造商应考虑制订临时的或初期的检查门槛和间隔，以监控疲劳损伤的发生情况。对于运输类飞机，对疲劳裂纹最敏感的是机队中飞行循环数最高的飞机，因此对于这些飞机制订抽样检查计划非常有助于及时发现疲劳损伤。

基于抽样检查的结果如果发现疲劳裂纹，运营人应采取相应的修订措施，如将抽样检查扩大到整个机队、降低检查间隔等。

除了起落架和发动机动力装置部分为安全寿命设计项目外，其余大部分为损伤容限设计项目。损伤容限项目指破损后仍具有承载能力的结构项目，该类项目必须制定检查要求。结构安全寿命项目是指没有损伤容限能力，部件在预期有疲劳裂纹发生之前就被更换以保证安全，更换要求包括在飞机的适航性限制内，不需要进行定期疲劳检查来保持持续适航性。对于安全寿命项目和损伤容限设计的结构，按照疲劳损伤分析给出其寿命限制和检查任务。对于 SSI 项目，结构工作组按照偶然损伤和环境恶化评级系统进行分析，得出其检查任务和间隔。

2.4.4 区域检查任务 MSG-3 分析过程

区域检查主要是对分析的区域内部和外部进行如下检查：管路、导线、附件、紧固件以及可见连接件的锁紧和连接是否牢固可靠；是否有明显的损伤、渗漏、过热或漏气膨胀、管路堵塞现象；是否有可见的裂纹变形、擦伤、磨损、焊缝和电焊失效、表面处理的恶化、腐蚀以及液体流入；对区域进行清洁、清除可燃物聚集等一系列的检查工作。

区域维修要求包括对每一区域进行的标准区域分析（SZA）和对包含电气线缆的区域进行的增强区域分析（EZA），通过为每一区域确定维修工作任务，实现对各区域内安装的所有系统部件和结构项目的基本状态和安装情况进行确认和检查；同时区域检查大纲的编制可以整合部分由 MSI 分析、SSI 分析和 L/HIRF 分析得出的 GVI 和 VCK 任务。

按照 MSG-3 的分析逻辑，区域分析涵盖的某些内容，如各种管路、线束、SSI 以外的其它结构项目等，也可能是造成系统功能失效或影响安全运行的因素，而 MSI 和 SSI 的分析过程可能无法完全涵盖对这些内容的维修要求评估，区域分析的 GVI 任务正好满足了这种需求。

区域检查将涵盖大部分 L/HIRF 的防护项目，这些项目由于其分布形式不适宜由 L/HIRF 分析来确定其检查要求；航空器的机身结构连续性作为一种 L/HIRF 防护方式，也由标准区域分析来涵盖其检查要求。

为完成区域分析，首先要描述区域特性，包括区域的边界和范围、可用的接近方式、区域内的环境特性、区域内安装的系统部件和设备、区域范围的结构项目、区域包含的 L/HIRF 防护部件，以及区域内可能的维修活动。以上信息为后续的标准区域分析和增强区域分析提供了判定依据。

区域内安装的各种设备或部件的重要性表明的是它们对航空器安全运行和维护经济性的影响程度。重要性等级高要求更高的检查频度。

区域内设备安装稠密度指对区域内各种设备或部件、组件的安装密集程度，表明了区域检查的难易程度。稠密度高的区域需要更高的检查频度。

对于环境导致性能退化（ED）和偶然损伤（AD）可能性的判定需要对各种 ED 和 AD 影响因素进行分析。通常 ED 的影响因素考虑区域的温度、振动、湿气、腐蚀性液体如除防冰液等；AD 考虑的影响因素考虑地面设备操作包括货物装载、外来物、天气（如冰雹）、液体溅洒（如运输液体货物）、区域内维修活动等。发生 ED 和 AD 可能性高则要求更高的检查频度。

以上因素的判定，通常使用等级评定表来对各种评定因素进行量化和综合评定，对于确定的最终等级，使用等级间隔确定表来确定相应的检查间隔。等级间隔评定表中的间隔需要与总体的检查间隔框架相呼应。区域检查分析如图 2-2-1 所示。

ZA-4	区域维修任务分析	区域号
机型/衍生型	**标准区域分析（SZA）**	区域名称
区域边界：	接近方式：	☐ 内部 ☐ 外部

		重要性等级		
		低	中	高
稠密度等级	低	1	2	2
	中	2	2	3
	高	2	3	3

间隔确定 间隔值为示例		暴露等级（取环境等级和 AD 等级的最高值）		
		1	2	3
稠密度/重要性等级	1	>4C	4C	3C
	2	4C	3C	2C
	3	3C	2C	A~1C

环境等级		**说明**
1. 轻微 /2. 中等/3. 严重		
温度		
振动		
腐蚀液体		
湿气		
最高等级		

偶然损伤（AD）等级		**说明**
1. 轻微 /2. 中等/3. 严重		
地面设备操作		
外来物（FOD）		
天气（冰雹、雨雪等）		
维修活动频度		
液体溅洒		
旅客活动		
最高等级		

任务编号	任务来源	接近口盖	任务描述	任务类型	间隔	备注
	SZA					

修订日期：xx 年 xx 月 xx 日	第 x 页 共 x 页

图 2-2-1 区域检查分析

2.4.5 增强区域分析流程

增强区域分析程序关注于 EWIS 系统的线缆和相关部件，对于包含电气线缆和有可燃物聚集可能性，以及电气线缆邻近关键设备或部件的区域，需要进行增强区域分析。可能的可燃物包括灰尘、纤维（如隔音棉）碎屑、燃油蒸气以及被各种液体渗漏污染的导线束等。通过增强区域分析，可以确定适用和有效的检查任务，从而降低可燃物聚集、确定重要导线束的不良安装状况，仅通过标准区域无法满足这些要求。

增强区域分析的结果包括清除可燃物聚集的清洁任务、对特定线缆的独立 GVI 任务和 DET 任务。如判断区域内包含多个特定线缆或线缆的特定部位，需要重复进行分析，以确定

各自的检查任务和间隔。

增强区域分析的任务间隔同样是基于对 ED 和 AD 可能性的分析来确定的。对于特定的线缆或线缆的特定部位，在判定 ED 和 AD 等级时，需要根据这些特定线缆的具体安装位置来进行分析和判断。增强区域检查分析如图 2-2-2、图 2-2-3、图 2-2-4 和图 2-2-5 所示。

ZA-5	区域维修任务分析	区域号
机型/衍生型	**增强区域分析（EZA）1—区域安装设备及说明**	区域名称

区域边界：	接近方式：	☐ 内部 ☐ 外部

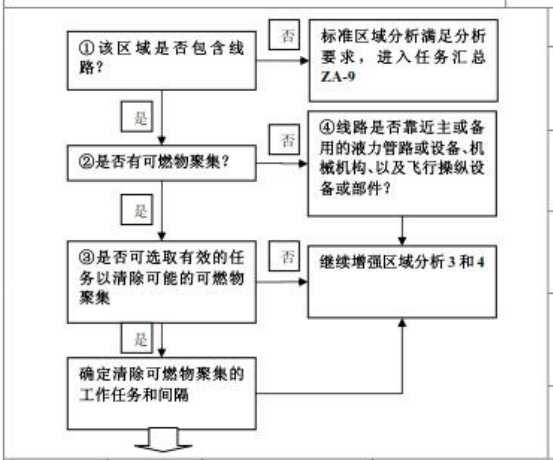
区域安装设备描述	
☐ 液力系统管路 ☐ 液力系统部件（活门、作动器、泵） ☐ 气动系统管路 ☐ 气动系统部件（活门、作动器） ☐ 电气线路—电源馈线（高压、高电流） ☐ 电气线路—马达驱动设备 ☐ 电气线路—仪表和监控设备 ☐ 电气线路—数据总线 ☐ 电气系统部件 ☐ 主飞行操纵机构 ☐ 次级飞行操纵机构 ☐ 发动机控制机构 ☐ 燃油系统部件 ☐ 隔音棉 ☐ 氧气系统部件 ☐ 饮用水系统部件 ☐ 污水系统部件	此栏用于为增强区域分析详述区域内的重要 EWIS 项目，列出左侧所选的具体项目名称，如：电气线路的具体名称、线束编号、距液力管路、气源管路的距离；等。这些描述和说明有助于分析人员清晰明确的理解该区域安装的内容，以准确判断可能的火情造成的潜在影响。

修订日期：xx 年 xx 月 xx 日	第 x 页 共 x 页

图 2-2-2 增强区域检查分析 1

ZA-6	区域维修任务分析	区域号
机型/衍生型	**增强区域分析（EZA）2—区域评估及减少可燃物聚集任务判定**	区域名称

区域边界：	接近方式：	☐ 内部 ☐ 外部



问题回答及说明
问题①
问题②
问题③
问题④
清除可燃物聚集任务间隔选取说明：

任务编号	任务来源	接近口盖	任务描述	任务类型	间隔	备注
	EZAP			RST		

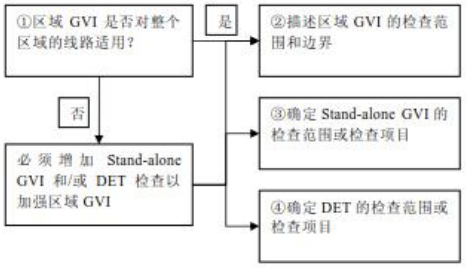
修订日期：xx 年 xx 月 xx 日	第 x 页 共 x 页

图 2-2-3 增强区域检查分析 2

ZA-7	区域维修任务分析	区域号
机型/衍生型	**增强区域分析（EZA）3—线路检查级别判定**	区域名称

评估因素		区域大小		
		小	中	大
设备稠密度	低	1	2	3
	中	2	2	3
	高	2	3	3
			等级	

检查级别判定		区域大小/稠密度等级		
		1	2	3
区域火情的潜在影响	低	Zonal GVI	Zonal GVI	Zonal GVI
	中	Zonal GVI	Zonal GVI+ Stand-alone GVI of Some Wiring	Zonal GVI+ Stand-alone GVI of Some Wiring
	高	Zonal GVI+ Stand-alone GVI of Some Wiring	Zonal GVI+ Stand-alone GVI and/or of Some Wiring	Zonal GVI+ Stand-alone GVI and/or of Some Wiring



问题①

问题② 对于整个区域的 GVI 检查应用 EZAP 表 4 以确定其检查间隔。

问题③如区域中包含多个需要指定 Stand-alone GVI 任务的检查项目，应指定多个 Stand-alone 任务，并且分别应用 EZAP 表 4 来判断其间隔。

问题④如区域中包含多个需要指定 DET 任务的检查项目，应指定多个 DET 任务，并且分别应用 EZAP 表 4 来判断其间隔。

修订日期：xx 年 xx 月 xx 日	第 x 页 共 x 页

图 2-2-4 增强区域检查分析 3

ZA-8	区域维修任务分析	区域号
机型/衍生型	**增强区域分析（EZA）4—EZA 任务间隔确定**	区域名称

偶然损伤可能性等级	
1. 轻微 /2. 中等/3. 严重	
地面操作设备	
外来物（FOD）	
天气（冰雹、雨雪等）	
维修活动频度	
液体溅洒	
旅客活动	
其它	
最高等级	

环境影响等级评定	
1. 轻微 /2. 中等/3. 严重	
温度	
振动	
化学物质（厕所液体、除冰液等）	
湿气	
污染物	
其它	
最高等级	

间隔确定		偶然损伤可能性等级		
		1	2	3
环境影响等级评定	1	4C~6C	2C~4C	1C~2C
	2	2C~6C	1C~4C	A~1C
	3	1C~6C	1C~4C	A~1C

间隔值为示例

任务编号	任务来源	接近口盖	任务描述	任务类型	间隔	备注
	EZA					

修订日期：xx 年 xx 月 xx 日	第 x 页 共 x 页

图 2-2-5 增强区域检查分析 4

2.4.6 维修检查任务的整合

区域分析可能的结果包括标准区域分析得出整个区域的 GVI、增强区域分析得出的清洁

任务（RST）、对整个区域导线的GVI、对特定线缆或线缆特定部位的GVI、对特定线缆或线缆特定部位的DET。区域检查大纲（Zonal Inspection Program）只包含GVI任务，增强区域分析得出的清洁任务（RST）、对特定线缆或线缆特定部位的GVI、对特定线缆或线缆特定部位的DET这三种任务通常归入系统和动力装置检查大纲的ATA20章(美国航空运输协会规范）部分。

增强区域分析得出的对整个区域导线的GVI需要进入任务整合流程，与系统工作组、结构工作组和L/HIRF工作组转移的GVI和VCK任务一起，考虑与标准区域分析的GVI进行整合。

系统工作组、结构工作组和L/HIRF工作组转移的区域候选任务和增强区域分析的GVI任务的整合，主要是判断标准区域分析的GVI任务是否能有效的满足转移候选任务的检查要求，检查间隔和接近要求是需要考虑的判据。如接近要求一致，且标准区域分析的GVI任务检查频度更高，可以考虑由标准区域分析的GVI完全涵盖其它转移候选任务；否则转移候选任务仍回归到产生该任务的MSI分析，增强区域分析的GVI则需要作为独立GVI（Stand-alone）与其它增强区域分析的任务一同归入ATA20章。

对于系统的VCK候选任务，由于VCK任务用于识别相应MSI的功能失效，因此整合还需要考虑区域GVI任务是否可以达成VCK的效果，即明确识别这种失效。

2.4.7 L/HIRF MSG-3分析过程

闪电和高能辐射防护（L/HIRF）维修要求关注的是全机所有的L/HIRF设计特性（Design Feature）在航空器运行使用中的维修问题，包括了对于闪电直接效应和间接效应的防护设计、高能辐射场的防护设计如何制订维修/检查要求。由于本部分关注的对象除LRU件外，多数都广布于飞机的各个区域，因此MSG-3的理念主要是由区域检查来覆盖这些防护设计；但是由于区域检查工作的深度和检查效果都受限于检查范围和GVI检查方式，对于特定的防护设计存在区域GVI不足以识别或发现这些防护设计的退化情况。因此需要L/HIRF分析来识别这些特定的防护设计，目前多数制造商都采用了确定“闪电高能辐射防护重要项目（LHSI）”的形式来明确分析对象。如图2-2-6所示。

LH-5	L/HIRF 防护系统的 MSG-3 分析	ATA 章节号：
机型/衍生型	任务间隔确定	ATA 名称：

LHSI 编号	LHSI 名称	LHSI 级别	区域	区域环境描述	安装环境（IPV/OPVP/OPVE）

对环境损伤的易感度等级		说明
1.轻微 /2. 中等/3. 严重 or N/A		
温度		
振动		
腐蚀液体		
湿气		
其它		
最高等级		

偶然损伤（AD）可能性等级		说明
1.轻微 /2. 中等/3. 严重 or N/A		
地面设备操作		
外来物（FOD）		
天气（冰雹、雨雪等）		
维修活动频度		
液体溅洒		
最高等级		

间隔确定		对环境损伤的易感度等级			
		N/A	1	2	3
偶然损伤的可能性等级	N/A	无任务	>4C	4C	3C
	2	>4C	4C	3C	2C
	3	4C	3C	2C	1C
	4	3C	2C	1C	<1C
ED/AD 等级					

对于每一 LHSI 进行 ED/AD 的等级判定，ED/AD 的等级判定依据来自 LH-2、LH-3、LH-4 的相关说明，最终的等级判定需结合各考察因素对于 LHSI 具体安装位置的情况，以及 LHSI 防护部件设计特性在环境中的耐受力来综合判定。
N/A 表示该防护部件对所处环境的 ED/AD 环境影响因素耐受力强，防护特性好，无需维修工作任务。
表格中的间隔值为示例，需根据实际情况设定。

修订日 第 x 页 共 x 页

图 2-2-6 L/HIRF 分析

对于分析对象以外的部件，其维修检查要求由区域检查来满足。MSG-3 文件提出了相应的指导原则。

MSG-3 文件中也说明对于 LRU 内部的 L/HIRF 设计特性不按照 MSG-3 所述的分析逻辑来制订相应的维修要求，至于这些防护设计是否在持续的运行中保持有效，应当由航空器制造商和 LRU 制造商来共同保证有相应的检查和维修方法，并且在 CMM 或其它文件中予以说明。

LHSI 级别可以为两级：影响正常的安全飞行和着陆的 LHSI（A 级）和其它对安全有不利影响的 LHSI（B 级）。影响正常安全飞行和着陆的 LHSI 其分析结果中的 GVI 任务不可以作为区域候选任务。

任务类型和有效性的判断需要考虑每种任务类型对 LHSI 和其安装位置的检查效果，对于搭接或接地设计时有阻抗值要求的，可以考虑测量阻抗的检查任务（任务类型为 FNC）。

如图 2-2-7 L/HIRF 分析所示。

<table>
<tr><td colspan="2">LH-6</td><td colspan="4">L/HIRF 防护系统的 MSG-3 分析</td><td>ATA 章节号：</td></tr>
<tr><td colspan="2">机型/衍生型</td><td colspan="4">任务类型选择和有效性判定</td><td>ATA 名称：</td></tr>
<tr><td>LHSI 编号</td><td>LHSI 名称</td><td>LHSI 级别</td><td>区域</td><td>区域环境描述</td><td colspan="2">安装环境
（IPV/OPVP/OPVE）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7"><table>
<tr><td colspan="2">可检性等级</td></tr>
<tr><td>考察因素</td><td>等级</td></tr>
<tr><td>接近难易程度</td><td></td></tr>
<tr><td>设备稠密度</td><td></td></tr>
<tr><td>眼睛与 LHSI 的距离</td><td></td></tr>
<tr><td>最小等级</td><td></td></tr>
</table></td><td colspan="2">是否需要预定维修任务（是、否或者不适用）</td><td>回答</td><td colspan="2">简要说明任务选择理由</td></tr>
<tr><td colspan="2">GVI 检查是否有效？</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">DET 检查是否有效？</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">FNC 检查是否有效？</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">DISCARD 是否有效？</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">所有任务都无效时需要进行重新设计（仅 A 级）</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>工作任务编号</td><td>工作类型</td><td>间隔</td><td>区域</td><td>接近方式</td><td colspan="2">任务描述</td><td>是否区域候选任务？</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">修订日期：xx 年 xx 月 xx 日</td><td colspan="3">第 x 页 共 x 页</td></tr>
</table>

图 2-2-7 L/HIRF 分析

2.5 AEG 评审

2.5.1 总体概述

1. 背景和说明

民用航空器制造厂家取得民航当局颁发的航空器型号合格证表明该型航空器已具备基础的安全飞行适航性，但根据用途的不同，航空运营人使用该航空器运行时，局方按照运行规章规定，还要对航空器的设备、维修、训练和手册等提出要求，以确保该航空器在上述几个方面能够满足不同运行条件、环境、标准和程序的要求，最终保障公众利益和旅客生命财产的安全。因此，航空器在投入运行前，需要根据航空器未来用途选择增加相应的机载设备以及更改布局、制定运行和维修文件、确定驾驶员和其他运行人员训练标准等一系列工作，这些工作如果不在航空器交付前完成，即使航空器运营人接收了航空器，由于受到运行规章的限制，还是难以将该机型投入到运行中去。解决这一问题有效办法就是局方航空器评审组（Aircraft Evaluation Group，即 AEG）在航空器型号合格证审定过程开展相关的运行符合性评审，全面搭建起航空器制造厂家与运营人之间的桥梁，通过这一桥梁，使得航空器能够顺利交付并投入运行。

尽管经过型号合格审定和航空器评审组（AEG）评审，但由于航空器设计的复杂性、试验、验证与实际使用情况的差异、使用环境的不可预见性、运营人的因素等，航空器投入运行后仍然要出现这样那样的问题。解决这些问题的关键是航空器制造厂家，因此，AEG 还代表飞行标准部门在型号合格审定之后与制造厂家共同工作，评估设计更改对运行的影响和促进航空器使用问题的解决；同时，作为与适航审定部门联系的桥梁，为适航审定部门提供持续适航管理相关的信息。

美国在 1971 年即在 FAA 的飞行标准部门建立了 AEG 职能，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。

2. AEG评审的组织形式

针对每一国产航空器型号，飞行标准司根据责任分工将具体的AEG评审任务下达给相应的航空器适航审定中心，并组建相关型号的航空器评审组（AEG）。航空器适航审定中心的具体责任分工如下：上海航空器适航审定中心，负责运输类飞机；沈阳航空器适航审定中心，负责旋翼机和非运输类飞机。

航空器评审组（AEG）是指民航局飞行标准部门建立的、由局方专业人员组成的工作组，负责在航空器型号审定过程中开展运行符合性评审，目的是为航空器获得型号合格证（认可证）后的运行审定和监察建立标准和规范，搭建起从设计、制造到使用、维修之间的桥梁。除特殊情况外，AEG评审项目组由责任航空器适航审定中心和飞行标准司共同组成，并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）。AEG评审专业委员会一般由项目组成员作为主席，成员包括AEG评审专业人员、地区管理局或地方监管局的运行和维修监察员、型号审查组的专业人员及特邀专家。AEG 评审项目组一旦成立后将长期存在，并在航空器评审报告正式颁发后负责后续的AEG持续评审工作，直至航空器型号退出运行。

3. AEG评审的主要内容

按照CCAR-23、25、27、29部为审定基础申请型号合格证的航空器在首次投入运行前应当经过航空器评审组（AEG）的运行符合性评审（以下简称AEG评审），AEG评审包括如下适用项目：

（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。

航空器投入运行后，航空器评审组（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）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。

4. AEG评审的启动、标准和结论

AEG评审由型号审定项目启动（以正式颁发型号合格证申请受理通知书为准），并由型号合格证申请人向民航局飞行标准司联系。型号合格证申请人与飞行标准司建立联系后，将

以启动会议的方式，根据航空器的设计特征和预计用途讨论 AEG 评审的具体项目，并形成“航空器评审（AEG）项目确认单”。

对于“航空器评审（AEG）项目确认单”中确定的评审项目，飞行标准司将以“航空器评审问题纪要”的方式正式通知型号合格证申请人具体评审的标准，流程以及配合要求。针对各评审项目，飞行标准司颁发了一系列的咨询通告（AC）和管理文件（MD）来指导相关工作。

AEG 评审各项目将以节点评审的会议纪要或专门函件的方式给出阶段评审结论，并将在全部评审项目完成后以“航空器评审报告”的方式给出最终的评审结论。航空器评审报告中将给出相应的批准文件和认可文件信息。航空器评审报告由 AEG 评审项目组根据各专业委员会的评审结论起草，经飞行标准司航空器评审处审核后，由飞行标准司司长签发，签发后将由飞行标准司通过网址“http://aeg.caac.gov.cn”统一公布。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条件。

5. AEG 的持续评审

AEG 持续评审将在航空器评审报告正式颁发后开始，并通过以下方式开展：

（1）对于航空器型号设计更改的补充评审，AEG 将通过设计更改评估的方式开展；

（2）对于实际运行反馈问题涉及的持续评审，AEG 将基于制造厂家的使用问题信息收集和事件调查系统开展。对于最大客座数 10 座以上的飞机或运输类旋翼机应当成立飞行技术委员会（FTC）和维修技术委员会（MTC），AEG 将以参与 FTC 和 MTC 会议的方式开展评审；

（3）对于法规要求的修订涉及的专项评审，AEG 将通过组织专项工作的方式开展。

FTC 和 MTC 是由制造厂家负责组织，并主要由用户的相应飞行和维修专家组成的技术讨论和决策机构。FTC 和 MTC 采用定期或不定期会议的方式讨论实际运行反馈问题，并需要在 AEG 专业委员会的参与下工作。

AEG 持续评审的结果，可能会引起“航空器评审报告”的修订；若评审结果只是针对航空器评审报告中所列的批准文件或认可文件的修订完善，则仅需专业委员会主席对相应文件修订的批准和认可，无需修改“航空器评审报告”。

2.5.2 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（FSB，Flight Standardization Board）是 AEG 项目组下属的三个委员会之一，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

众所周知，航空器一旦投入运行后，驾驶员将作为保证飞行安全的最重要和最终环节，因此，国际上各民航当局历来都非常重视驾驶员的资格要求，通过颁发执照来严格管理，并且在飞行人员执照上通过不同的类别、级别和型别等级等授权来细化管理。尽管如此，由于不同型号的航空器或多或少都会有其独特的设计和操纵特点，尤其是设计复杂的航空器，不但正常操作需要驾驶员掌握大量合适的对应系统知识，非正常操作更需要较为针对性的训练，因此，各民航当局一般都会提出针对航空器型别的训练要求，并对一些特定航空器型号要求其驾驶员在执照上需获得型别等级签注，即操纵具有型别等级要求航空器的驾驶员需要通过经批准的训练课程并由局方授权的考试员或委任代表考试通过，除签注外还规定有保持相应驾驶资格的检查要求和经历规范。航空器型别等级和机型训练要求一般是通过 AEG 组织 FSB 评审来确定。

对于全新型号的航空器，型号合格证（或认可证）申请人应当向 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，并根据评审后的计划开展相应的测试或验证。对于建议具有型别等级要求或最大载客数 9 座以上的航空器型号，通过实际参加转机型飞行训练的方式测试型别等级训练规范（即 T5 测试）；对于不要求型别等级且最大载客数不超过 9 座的航空器型号，通过评估申请人组织的首批驾驶员机型飞行训练的方式验证机型飞行训练规范。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。

经 FSB 认可并由制造厂家发布的机型飞行训练规范主要目的是明确需要训练什么，并作为航空运营人或飞行训练机构编制其机型飞行训练大纲的输入。航空运营人或飞行训练机构的飞行训练大纲主要目的是明确如何进行训练和管理。

3. 运行文件的评审

航空器的运行文件是保证航空器在经批准的运行范围内得到正确使用的关键信息。航空器制造厂家在所申请型号航空器交付或者首次颁发标准适航证之前，运行文件应当获得局方的批准或认可。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行人提供运行文件。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. 其它项目的评审

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。

2.5.3 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（FOEB，Flight Operations Evaluation Board）是 AEG 项目组下属的三个委员会之一，成员包括飞行运行和维修专业人员，主席一般由飞行运行人员担任。其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，提高运行效率。

AEG 组织的飞行运行评审委员会（FOEB）结合型号审定过程评审，并一般在首架航空器交付前完成批准。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。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。

其中，“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

对申请 MMEL 批准的航空器型号，厂家将编制 MMEL 建议项目（PMMEL），并针对每一个建议项目，基于型号审定要求的系统安全分析（SSA），对不工作项目及可能继发故障的影响进行分析，并充分考虑所有预期的运行环境，评估安全性后果及影响，制定消除安全性影响的措施，以确保航空器在带有不工作项目放行及飞行中发生继发故障时，有足够的能力可以保持所要求的安全水平。上述分析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，并同步考虑对飞行程序和机组工作负荷的影响。

需要注意的是，飞行或客舱机组完成应急程序要求的仪表、设备、系统或者部件不能列为 MMEL 建议项目，且 MMEL 建议项目的内容不得与飞行手册的限制、延程运行的构型维修程序（CMP）或者适航指令发生冲突。MMEL 项目的修复期限按字母分 A、B、C、D 类，具体如下：

A 类：按照具体所限定的期限以前完成修复工作。（适用于飞行限制较大并且显著增加飞行机组工作负荷的建议项目）

B 类：在 3 个连续的日历日（72 小时）内完成修复工作。（适用于飞行限制较大或显著增加飞行机组工作负荷的建议项目）

C 类：在 10 个连续的日历日（240 小时）内完成修复工作。（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：在 120 个连续的日历日（2880 小时）内完成修复工作。（适用于没有飞行限制，并且不增加飞行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当天的午夜零时起计算。如果故障是在 1 月 26

日上午 10 点做的记录，B 类则从 26 日的午夜开始起算，到 29 日的午夜结束。

FOEB 在收到厂家提交的 MMEL 建议项目及分析文件后，将组织 FOEB 会议逐一进行评审，包括系统描述、审定基础、故障影响及继发故障影响分析、建议的消除安全性影响措施等方面。对通过评审的项目确定必要的验证计划并实施，包括对故障影响分析、操作/维修程序和飞行机组工作负荷的验证，如实记录并根据验证结果完善 MMEL 建议项目的分析文件。FOEB 根据验证结果进一步评估，必要时可目击制造厂家的验证过程或实施独立的验证。

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（MEL，Minimum Equipment List）：是指运营人依据 MMEL 并考虑到航空器的构型、运行程序和条件为其运行所编制的设备项目清单。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需的具体步骤的描述，如果这些程序不包括在 MEL 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。

2.5.4 维修审查委员会（MRB）评审工作

1. MRB 的组成和职责

维修审查委员会（MRB，Maintenance Review Board）是 AEG 项目组下属的三个委员会之一，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）。

需要特别指出的是，CAAC MRB 的职能和国外局方的 MRB 有所不同。国外局方的 MRB 只负责维修大纲的评审，CAAC MRB 的职能自 2015 年起扩展到上述三个项目的评审。我们通常

所说的维修大纲，国外一般命名为“维修审查委员会报告（MRBR）”，自 2015 年起 CAAC 将此命名为“计划维修要求（SMR ）”。目前国产机型的维修大纲，根据各机型交付时间的不同，两个名称都有用到，但其实质是一致的。

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。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。因此，各民航当局的适航标准都将计划维修要求作为持续适航文件的重要内容，编制计划维修要求文件也是航空器制造厂家或者型号合格证持有人的责任。国际上行业的通行做法是将计划维修要求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。

为编制制造厂家建议的计划维修要求，国际上一直在积极探索合适的分析方法和工具，并在行业内联合成立了维修指导小组（MSG），编制并发布维修任务分析的指导文件。在经历了基于“预防性维修”为主要维修方式的 MSG-1、MSG-2 后，1980 年 9 月首次发布了“以可靠性为中心”为主要维修方式的 MSG-3，并成为 ATA（美国航空运输协会）的正式规范之一。随着 1994 年 11 月成立的国际维修审查政策委员会（IMRBPB）将 MSG-3 文件作为各民航当局编制和批准维修审查委员会报告（MRBR）的统一分析工具，MSG-3 在民用航空器制造行业内得到普遍应用，并逐步从运输类飞机扩大到通勤类飞机和直升机。2016 年 4 月，IMRBPB 颁发了国际 MRB 流程标准（IMPS），作为各民航当局批准计划维修要求流程的参考。

2) 基本要求

除非经民航局航空器评审组（AEG）的同意，航空器制造厂家应当采用申请型号合格证（或认可证）时最新的 MSG-3 分析方法编制计划维修任务。对于运输类航空器，计划维修任务的编制过程应当组织航空运营人参与，并且计划维修要求文件必须得到 MRB 的批准。对于非运输类航空器，计划维修任务的初始编制过程可以没有航空运营人的参与，但航空器制造厂家应当在交付后根据使用反馈进行适当优化。除通勤类飞机的计划维修文件必须得到局方 MRB 的批准外，其他非运输类航空器的计划维修要求文件将随同其他持续适航文件一同认可。

3) 运输类航空器计划维修要求的编制和批准

运输类航空器计划维修要求的编制是用户、MRB、航空器制造厂家共同参与的过程，但其责任主体仍是制造厂家。航空器制造厂家应当在开始编制计划维修要求文件前组织由用户或潜在用户、供应商组成的维修技术委员会（MTC）和维修工作组（WG）共同参与维修任务的分析。维修技术委员会（MTC）由经验丰富的维修专家组成，设置主席和执行主席各一名。主席由用户方代表担任，执行主席由制造厂家的代表担任，负责共同组织 MTC 会议并指导 WG 的工作。

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。

维修工作组（WG）一般按照专业设置多个 WG 工作，分别由对应专业的维修专家组成，设置组长和执行组长各一名。组长由用户方代表担任，执行组长由制造厂家的代表担任，负

责共同组织 WG 会议。

航空器制造厂家应当在开始编制计划维修要求文件前制定政策和程序手册（PPH），以指导和规范 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。PPH 应当通过 MTC 会议的讨论，经 MTC 主席批准并获得 MRB 认可。PPH 可在开展维修任务分析后根据需要进行修订。修订的内容也需要经 MTC 批准和 MRB 认可。

航空器制造厂家应当在型号研制阶段根据设计文件的源头数据确定分析对象清单，包括重要维修项目（MSI）、重要结构项目（SSI）、重要闪电和高能辐射防护项目（LHSI）、区域等，按照 PPH 完成 MSG-3 分析文件的草稿，并按专业提交相应的 WG 讨论。WG 应当通过会议的形式对每一份 MSG-3 分析文件进行讨论，并将形成的 WG 结论或意见提交 MTC 讨论。MTC 应当通过会议的形式对 WG 提交的 MSG-3 分析结论或意见进行讨论，并及时对 PPH 或分析对象存在的问题进行修正。航空器制造厂家应当为 WG 和 MTC 会议提供相应的设施保证，并对讨论中提出的问题进行解释说明或提供技术支持。MRB 将派出代表参加 WG 和 MTC 会议，并确认 WG 和 MTC 的讨论符合 PPH 的规定。

在完成所有 MSG-3 分析文件后，航空器制造厂家应当根据 MTC 会议讨论确定的维修任务编制计划维修要求文件建议，并至少在首架航空器交付前 90 天提交 MRB。

MRB 经讨论确认计划维修要求文件与 MTC 会议讨论的情况一致并符合要求后，MRB 主席将签署批准计划维修要求文件，并向民航局飞行标准司主管部门提出颁发相应批准结论的建议。民航局飞行标准司主管部门将根据 MRB 主席的建议，在航空器评审报告中颁发 MRB 对计划维修要求文件的批准结论。计划维修要求经批准后由航空器制造厂家发布，后续计划维修要求任何修订都需报 MRB 批准。

4）非运输类航空器计划维修要求的编制和认可

航空器制造厂家应当在开始编制计划维修要求文件前组织专职的任务分析工作组。

维修任务分析工作组应当包括维修任务分析所需的各类专业人员，并明确责任管理人员。在开始编制计划维修要求文件前应制定维修任务分析流程规范，以指导和规范维修任务分析工作组应用 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。

维修任务分析流程规范应当由维修任务分析责任管理人员批准，并获得 MRB 认可。

维修任务分析流程规范可在开展维修任务分析后根据需要进行修订。修订的内容也需要经维修任务分析责任管理人员的批准和 MRB 的认可。维修任务分析流程规范的内容可参考 PPH 的要求，但无需编制与用户参与相关的内容。

航空器制造厂家应当在型号研制阶段根据设计文件的源头数据确定 MSI/SSI/LHSI/区域等分析对象清单，按照维修任务分析流程规范完成 MSG-3 分析文件。航空器制造厂应当组织内部维修部门的人员对 MSG-3 分析文件进行讨论。MRB 将视情派出代表参加上述讨论会议，并确认 MSG-3 分析文件的讨论符合维修任务分析流程规范的规定。在完成所有 MSG-3 分析文件后，维修任务分析责任管理人员应当根据讨论确定的维修任务编制计划维修要求文件。

非运输类航空器的计划维修要求文件可以是单独文件的形式，也可以结合航空器维修手册第五章的形式发布。非运输类航空器的计划维修要求文件无需 MRB 的批准，并将随同其他持续适航文件一同认可。

5）运营人对计划维修要求的使用

计划维修要求是运营人制定其航空器初始维修方案的基础和主要依据文件。运营人的维

修方案可根据其运行环境、运行特点和可靠性方案等因素进行调整，维修方案需由运营人对应的监管局方批准。需要说明的是，计划维修要求也是持续适航文件的一个组成部分，由于其编制过程和批准方式和其它持续适航文件有所不同，因此作为AEG评审项目之一单独列出。

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-21部，CCAR-23、CCAR-25、CCAR-27、CCAR-29部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被那些被要求符合它的其他人员或者单位获得”。

历史上各国民航当局对持续适航文件的理解不尽相同，一些国际组织把运行程序文件（包括AFM（飞机飞行手册）、W&B手册（重量平衡手册）等技术资料）也列入持续适航文件的范围，但目前民航界主流的理解是，持续适航文件指航空器的维修指导类文件，CAAC也是这个定义，且将运行程序文件单独分离出来（参考AC-91-024）。

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，而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。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）持续适航文件的特点

虽然持续适航文件的种类繁多、用途不同、编写格式各异，但各文件之间存在着一定的共性，即所有的持续适航文件都具有：法规性、有效性和规范性。

(1) 法规性

持续适航文件是直接由航空器制造商编制而成的，绝大部分持续适航文件是依据民航规章要求而编制的并通过民航局的批准或认可（部分为满足航空公司要求或提高运行便利行而编制的除外），是各类规章在技术操作方面的延伸，是航空公司落实持续适航责任的技术标准规范。在未经民航局批准的情况下，航空公司不得擅自更改或违背持续适航文件要求进行维修活动。这就是民航界常说的按手册操作。

(2) 有效性

由于民航客机生产周期长，各阶段改型/改装频繁，造成同一机型不同时期、不同生产

批次之间存在着构型差异。所以，持续适航文件必须表明其有效性，即该文件适用于哪些飞机。持续适航文件按照其适用范围可划分为客户化文件和非客户化文件。客户化文件是指该文件只针对某一客户的某些飞机是适用的，常见的如 AMM、WDM 等；非客户化文件是指该文件对某一型号飞机全部都适用，常见的如 MRBR、SRM 等。

(3) 规范性

持续适航文件的编写应当采用相应的国际行业标准或规范（如 ATA2200、S1000D 或 GAMA Specification 2），并建立合适的管理规范，以保证文件体系的准确、完整、可控和便于使用。民航持续适航文件的规范性，可以大大提高航空公司维修多机型的能力。

3) AEG 对持续适航文件的评审和监管要求

AEG 负责的持续适航文件具体由 MRB 来实施，具体将从以下几个方面开展评审。

(1) 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，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，包括：

① 航空器的设计定义和图纸；

② 系统安全分析文件；

③ 结构分析和实验报告；

④ 部附件供应商的分析和实验报告；

⑤ 其他适用的工程设计文件。

另外，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。

需要注意的是，持续适航文件必须是专用的，同一型号航空器的不同构型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。各手册之间中相互引用、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。具体各手册的内容要求参见 AC-91-11。

(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航空器的所有人（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、准确的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，一般必需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和流程的基础上，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-91-026）。

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

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。为了更好的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

由于各公司之间的经营理念，运行环境和技术能力水平不同，航空公司通常并不直接使用制造商提供的持续适航文件，而是以其为基础，结合自身的运行情况，编写符合自身需要的公司层面的技术文件。例如，运营人通常会以计划维修要求（SMR）和维修计划文件（MPD）为基础编写自身的维修方案（MP），以飞机维修手册（AMM）、结构修理手册（SRM）等文件为基础编写工卡（TC）和工程指令（EO）。通过航空公司的再加工，使持续适航文件更符合实际情况，更便于落实。

(2) 文件管理体系

在文件的管理方面，运营人通常会建立专门的持续适航文件管理部门，有专人负责持续适航文件的接受、分发和更新工作，以确保文件的现行有效性。在文件的落实方面，航空公司会制定相应的维修操作实施程序，以确保文件的技术要求融入到维修工作当中。对于实际工作中发现的持续适航文件错误、遗漏等情况，也由该部门统一反馈制造厂家。

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。

4. 维修人员资格规范（MPQS）的评审

1) MPQS 背景介绍

针对维修人员的资格管理，一般是通过民航当局直接颁发维修人员执照来管理，并在完成机型培训后在执照上签署具体机型。目前各培训机构主要是依据 CCAR-147 部中的说明和要求，依据教员自身经验和行业常识来制定相应的培训大纲，由于未科学合理的设置进入门槛，现有的培训大纲往往粗而泛，力求面面俱到但凸显不出机型特点，培训针对性不强，培训需求不明确，培训质量也良莠不齐。另一方面，制造厂家作为航空器技术信息的第一手掌握者，培训方面的参与度明显不够，难以适应现代民用航空器的发展形势。而且，随着航空器设计系列化发展的趋势，衍生型号众多，也给在人员执照上如何签署机型带来了挑战。

因此，维修人员机型培训迫切需要一种系统性的分析方法，来规范执照签署和培训大纲的开发。为此，航空器评审组（AEG）组织维修审查委员会（MRB）评审，与航空器制造厂家共同从源头上确定机型维修培训和维修人员执照签署规范，为后续各类维修人员资质管理提供基础。

2) 机型签署规范

维修人员执照机型签署建议应当以型号合格证为基础，参考 CCAR-66 部的相关要求，并按照如下原则提出建议：

（1）不与其它航空器的机型签署重复；

（2）能比较直观地反映出对应的航空器型号；

（3）不能使用容易产生歧义的有特殊含义的缩写。

3) 培训需求分析（TNA）

培训需求分析（TNA）是基于以建立受训者执行任务能力为目标的系统化分析方法，是在对受训者需要执行任务分解的基础上，通过回答困难性、重要性和频繁性（DIF）问题逻辑来确定需要培训才能执行的任务，并进一步分析执行任务所需的知识、技能和意识（KSA），以确定培训要素、标准和方式。

在飞行员培训方面，民航早就使用 TNA 的分析方法， EASA 在 2012 年发布了 TNA 相关运用指南，CAAC 也在 2014 年底发布了 MD-FS-AEG007《基于培训需求分析的机型飞行训练规范》，对 TNA 的过程进行了分解，从课程参数、课程提纲、知识点、结果验证、监控执行，合理安排培训时长，以精确完成培训需求。

4) 基于 TNA 的维修机型培训大纲制定方法

CAAC 在 2014 年底发布了 MD-FS-AEG005《航空器制造厂家建议的维修人员执照机型签署及培训规范》，国际上第一个对维修机型培训提出了具体指导和要求。EASA OSD 也在制定相应规章（CS-MSCD），并计划在近期发布，要求制造厂家根据机型签署建议并利用 TNA 分析方法制定对应的培训规范，结合机型特点对具体的分析逻辑进行细化，以达到预期效果。

总的来说，TNA 分析主要针对飞机航线可执行任务的特点，设置一定的受训人员门槛要求，通过任务筛选和任务分析，可以得出需要培训的各个要点，再进行一定的有机组合，最终得到适合该机型且有针对性的培训大纲。如图 2-2-8 所示。

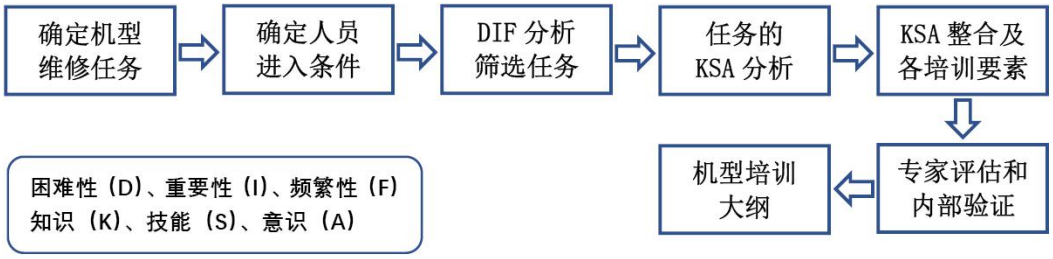


图 2-2-8 机型培训大纲制定流程

5）评审结论及应用

AEG 下属的 MRB 通过评审申请人的维修人员资格计划建议和首批机型培训的方式来评估和验证机型维修培训规范。形成的评审结论包括确定维修人员执照签署要求、认可的维修培训规范和培训特别关注科目等，并通过 AEG 报告发布。

AEG 报告确定的维修人员执照签署要求将作为飞标司执照管理的输入，纳入维修人员执照机型签署规范。航空运营人、维修单位或维修培训机构应当参考 AEG 报告中认可的机型维修培训规范编制自己的机型、差异或补充维修培训大纲，并根据机队实际构型确定适用的培训课目和培训时间，一般不应低于制造厂家发布的培训规范要求。

第 3 章 维修工作

3.1 概述

维修工作是要保持航空器满足持续适航的要求，即保证航空器在取得适航批准投入使用之后，其运行的固有安全性与适航当局批准的在设计制造时的基本安全标准的符合性。航空器在使用过程中，系统的工作会使性能变差，使用不当也会引起性能过早变差或变坏，甚至直接损坏从而产生故障，满足不了适航要求，需要对航空器进行计划性和非计划性维修，工作包括所需要的例行检查、勤务、监控、调整、更换、修理、大修、测试等项目。

从狭义上来看，民用航空器维修是指为了满足客货运输、通用航空和训练飞行等的需要，及时提供技术状态良好的飞机而进行的一切活动。民用航空器维修的目的是通过各级机务人员的维护和修理，保证飞机、发动机和机载各系统及设备的完好性和适航性，使飞机能安全、环保、可靠和经济地完成各项飞行任务。

从更为广泛的角度来看，民用航空器维修是当前民航事业中的一个大的系统工程，包括从飞机的选型、使用、维护、修理一直到飞机退役全过程的监督、实施和管理，以及与其相适应配套人员培训、考核和科研工作等。

航空器投入使用后，其初始适航性是一定的。因此，对于投入使用的航空器，如何保持和恢复其持续适航性，对航空器的安全运营就是至关重要的。尽管保持民用航空器的持续适航性是航空器研发与制造部门、适航当局和使用的维修单位(航空公司)的共同责任，但航空器使用或维修单位承担着保持航空器持续适航性的根本责任。航空器在整个运行使用过程中的基本质量，必须依靠使用、维修单位依照各种经批准的使用规范、维修规则及标准进行保持和恢复。良好的使用和有效的维修是保持航空器持续适航性的最重要的因素。

3.2 维修文件

持续适航维修文件包括厂家技术资料、局方批准的技术资料、航空运营人的维修文件和维修单位的维修手册。

3.2.1 局方批准的技术资料

局方批准的持续适航技术资料包括适航性限制项目（AL)、维修审查委员会报告（MRBR)、取证维修要求（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。

局方颁发和提供与维修相关的文件有：航空条例（FAR 或 CCAR）、咨询通告（AC）、适航指令（AD）、法规制定提议通知（NPRM）等。

3.2.2 厂家技术资料

厂家持续适航性技术资料（厂家服务文件）主要包括持续适航文件（ICA)、发动机/螺旋桨厂家维修手册/翻修手册（MM/OM）、部件维修手册（CMM)、服务通告/服务信函（SB/SL）等。

其中，ICA 所括飞机维修手册（AMM）、原理图手册（SDM）、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)、构型偏离清单（CDL)、维修计划数据（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（ALS)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行人依据厂家提供的技术资料编写，由局方批准是否符合适航标准和 AD 的要求。

3.2.3 航空运营人维修文件

航空运行人的维修手册体系由维修工程管理手册规定和展示，同时也是航空运行人运行手册的一部分。与维修工作直接相关的章节主要是：维修方案（独立成册）、技术资料（工卡）、维修和改装的执行三部分。

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、A1S、CMR、SSID（补充结构检查文件）、EWIS 共 12 类信息的识别、并确定维修任务类型（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最大的航空器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。

2. 技术资料

包括 AD 和维修资料。维修资料可直接采用厂家的持续适航资料（厂家服务文件），或由航空运行人自行编制（或授权维修单位编制，运行人批准）；工卡是维修方案和技术资料的整合性文件；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：计划维修、非计划维修、动力装置/螺旋桨维修方面的技术资料。未列入维修方案的部件/设备维修通常直接采用厂家 CMM 实施。

需要说明的是：AD 作为技术资料，在航空运行人维修工程手册中有完整的、闭环的管理程序；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的工卡。

3. 维修和改装的执行

包括航空器维修、部件/设备维修、重要修理和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/设备维修需航空运行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，通常经由厂家提供的技术资料，由局方批准或认可。

必检项目（RII）清单和以及记录和报告也是航空运行维修手册的一部分。

3.2.4 维修单位的维修手册

维修单位在完成维修时，除了要满足适航规章的要求，仍要满足航空运行人的要求，无论是维修方案、技术资料，还是维修和改装的执行，都需经由航空运行人获取维修资料和技术资料。

3.3 典型维修手册体系

维修手册体系是指一整套用于飞机及部附件维护/维修相关的手册，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。

由于制造商不一样，机型也有差别，编写的维修手册也不尽相同。在维修过程中，由于维修人员需要维修不同型号的飞机，而各飞机制造商之间相互独立，所编写的维修手册也各不相同，为了减少航线维修的混乱，美国航空运输协会（ATA）对维修手册的编排制定了统一的标准，以便于所有飞机制造商的维修手册协调一致。

3.3.1 手册与适航关系

1. 适航维修

民用航空器的适航性是指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和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始终符合其型号设计并处于安全运行状态。这种品质是通过合格的维修得以持续保持。

2. 适航与手册的关系

保证飞机持续适航应当依法维修，按手册（工卡）工作，适航离不开维修手册。维修的目的就是要保证飞机的持续适航，只有在飞机的维修过程中依法并严格按照手册（工卡）工作才能保持飞机的持续适航。法规文件包括国家法规和行业标准及局方的规定、规则和咨询通告等，如CCAR-121部（大型飞机公共航空运输承运人合格审定规则）、CCAR-145部（民用航空器维修单位合格审定规定）、CCAR-135（小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则）等，维修过程中同时也应当遵循公司的各类运行手册（如：飞行运行手册、航空安全管理手册、工程手册等）、管理程序、工作程序、质量控制程序等。维修类手册提供了工作程序和标准，它是工作的依据。

3. 对手册的要求

手册来源应当合法、手册必须最新有效、手册必须完整。维修中得到的手册应当有合法的途径，不能非法获取手册，工作中使用的手册必须是最新有效的，手册不能缺损不全。

3.3.2 手册的管理

维修手册体系中包含的手册必须严格按规定进行控制和管理。手册的提供通常在购买飞机的合同中有相关条款，通过合同形式获取的手册是合法的，航空公司（客户）得到手册后有责任和义务来管理相关的手册，对手册的管理在相关的程序中要有明确规定。

1. 手册有效性控制

手册的有效性需要定期核对。通常核对的频度为每三个月一次，可以通过制造商网站上手册的版次进行在线核对或者通过制造商的出版物索引核对，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商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手册制造商并监控手册问题的最终解决。

3.3.3 ATA 技术规范

1. ATA 规范介绍

ATA 是指美国航空运输协会(Air Transport Association of America)，美国航空运输协会是一个航空业界的商业协会，它为航空公司制定飞行、航行运作和技术上的标准，是一个跨国航空公司所共同成立的组织。ATA 规范是手册或资料编写和出版的规范性文件。

1936 年以来，ATA 便向其成员的航空公司、制造商、供应商提供技术支技和标准规范。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。其中 ATA 100 和 ATA 2100 于 2000 年合并形成了 ATA 2200 规范。下面将介绍 ATA 2200 技术标准。

ATA 2200： 是技术出版物的一个标准和规范，如下图 2-3-1 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/IPC/CMM/TEM/ASM/AWM/AWL/SRM/NTM 都是按规范来编写的。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。

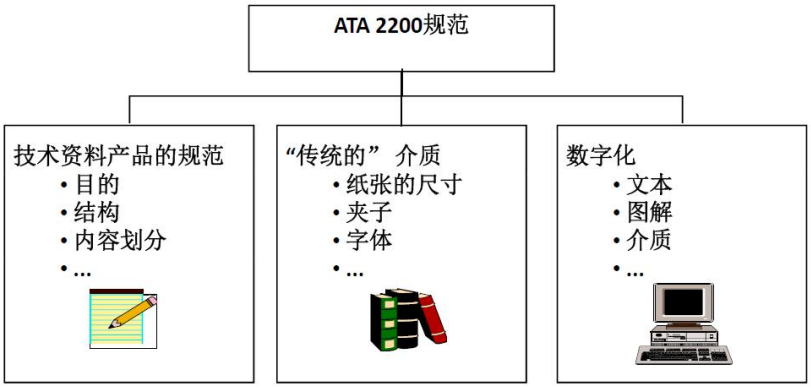


图 2-3-1 ATA 2200 规范

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 20 STANDARD PRACTICES-AIRFRAME 标准实施-机身

chapter 21 AIR CONDITIONING 空调

chapter 22 AUTO FLIGHT 自动飞行

chapter 23 COMMUNICATIONS 通讯

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 38 WATER/WASTE 水/污水

chapter 46 INFORMATION SYSTEMS 信息系统

chapter 49 AIRBORNE AUXILIARY POWER 机载辅助动力装置(APU)

chapter 51 STANDARD PRACTICES AND STRUCTURES - GENERAL 标准实施和结构-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 70 STANDARD PRACTICES - ENGINES 标准实施-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

chapter 74 IGNITION 点火

chapter 75 AIR 空气

chapter 76 ENGINE CONTROLS 发动机控制

chapter 77 ENGINE INDICATING 发动机指示

chapter 78 EXHAUST 排气

chapter 79 OIL 滑油

chapter 80 STARTING 起动

chapter 90 CHARTS 图表

上面仍没有定义的章留着备用，其中，20-49 章为飞机系统，51-57 章为飞机结构，70-80 章为发动机。

除了章外，对节也进行了细分。以 ATA 28-21-51 为例说明，如图 2-3-2 所示，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。

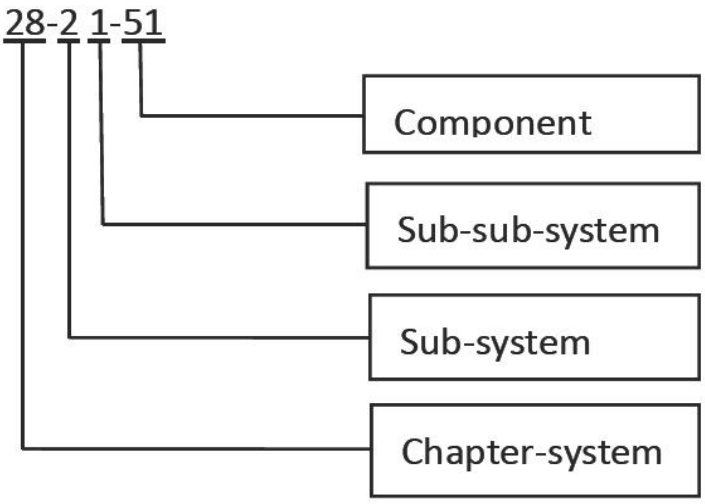


图 2-3-2 系统章节定义

下面对 ATA 29 章节细分说明，如图 2-3-3 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；第四层次为部件，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。

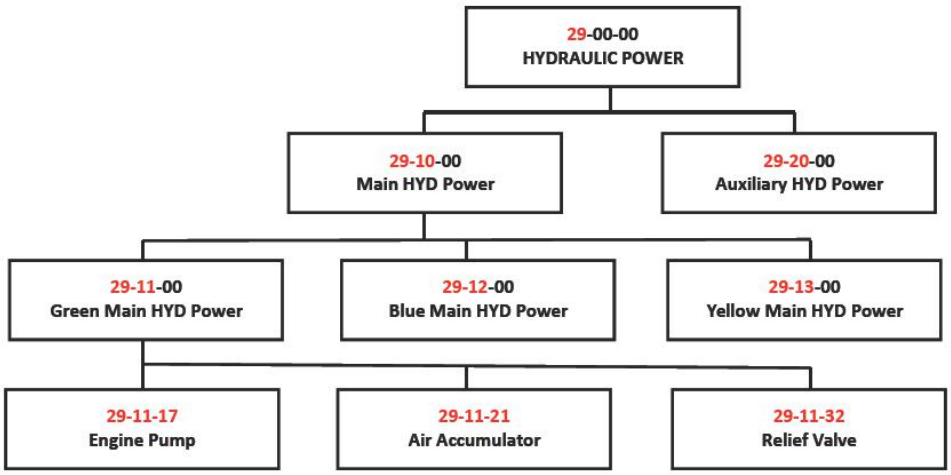


图 2-3-3 液压系统章节划分

3.3.4 手册的获取

制造商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，通常涉及三个制造商：飞机制造商、发动机制造商、零部件制造商。手册目前大部分为电子版格式，制造商通过光盘邮寄或者通过网站在线提供。

下面以图 2-3-4 为例，阐述制造商是如何向航空公司（客户）提供手册的：

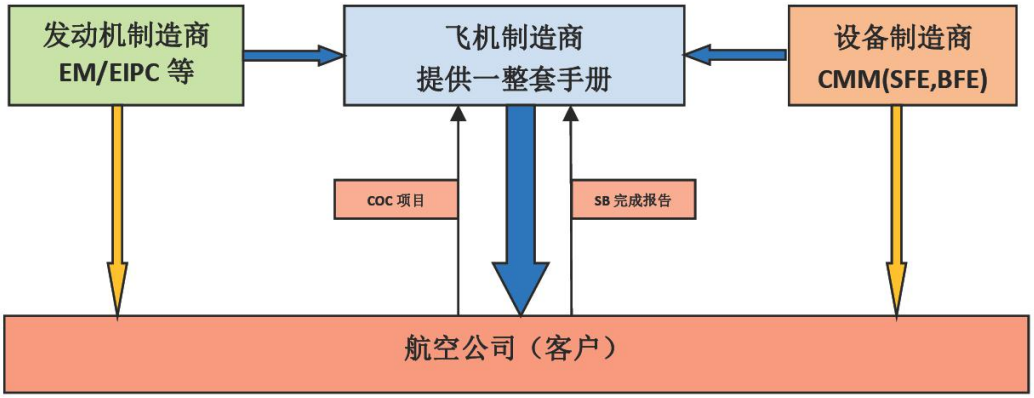


图 2-3-4 手册获取流程

1. 飞机制造商手册

在新飞机投入运行前，飞机制造商通常会向航空公司（客户）提供一整套手册，这些手册能满足 MPD（维护计划文件）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商、零部件制造商手册的有关内容，在日常的航线维护、定检、大修工作中会使用这些手册。

2. 发动机制造商手册

发动机制造商向飞机制造商提供手册以便把发动机手册的相关内容加到飞机制造商手册中，如 AMM/IPC（70-80 章中内容大部分来自发动机制造商手册）；此外，发动机制造商也会向航空公司（客户）提供发动机制造商的手册，如 EM/EIPC 等，手册主要用于发动机的离位修理，如进场大修。

3. 零部件制造商手册

零部件制造商向飞机制造商提供手册以便把零部件制造商手册的相关内容加到飞机制造商手册中（包括 BFE 项目手册）；此外，零部件制造商也会向航空公司（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

COC—客户发起的更改。飞机运行期间如有 STC（补充型号合格证）项目，则相应的补充手册或者资料需要提供给飞机制造商以便把补充资料加入到飞机制造商的手册中，或者航空公司（客户）采取其他方法控制 COC 手册。

需要说明的是，STC 项目属于航空公司（客户）加改装内容，相关的手册及修订由航空

公司（客户）负责。

5. SB（服务通告）报告

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作修订，这就需要把 SB 完成状态信息报告给飞机制造商，以便飞机制造商对手册进行修订，使手册内容与飞机的实际构型一致。

飞机制造商、发动机制造商、零部件制造商对其手册拥有版权，航空公司（客户）严禁手册外传或者提供给其他用户，航空公司（客户）要有相关的规定对手册进行控制和管理。

3.3.5 手册的分类与修订

手册的分类与修订，下面以空客 A320 系列飞机为例来说明。

1. 手册的分类

手册通常分为以下几类:

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。常用客户化手册有 FCOM、MEL、QRH、AMM、TSM、IPC、ASM、AWM、AWL。客户化手册专用于某一客户的机队。

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。常用机型手册有 SRM、NTM、AC、ARM。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，常用通用手册有 ESPM、SM、CML、PMS。通用手册用于所有的机型，如空客的 ESPM/PMS 可用于空客的所有飞机。

另外从用途/功能上手册分为六大类：飞行类手册、维护类手册、结构修理类手册、大修类手册、工程类手册、其他类手册。

2. 手册的修订

手册是按照 ATA 2200 技术规范编写出版的，ATA 2200 技术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。飞机制造商、发动机制造商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；其它手册，或定期，或按需修订，如空客 PMS 每年修订一次，零部件制造商手册 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。

3.3.6 手册的介绍

1. 飞行类手册

手册的介绍，以空客 A320 系列飞机为例作说明。

1) FM（飞行手册）－飞行手册是飞行时的参考手册，飞行中机组不能直接用于操作飞机，手册反映了飞机交付时的构型，它是飞机生产的取证手册。手册的附录中包含了“构型缺损清单 CDL”，CDL 是航空公司编写“放行标准手册”的依据之一。

2) FCOM（机组操作手册）－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的操作飞机。包括在地面和空中的正常、非正常和应急状态下。

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) QRH（快速检查单）－为机组提供 ECAM 上不显示的特定程序

4) MMEL（主最低设备清单）－手册反映了飞机交付时的构型及加改装后的构型，手册列出了所有允许运营飞行时和安全有关的项目，即使在离场时有些项目不工作。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（CDL）两部分组成。

5) WBM（载重平衡手册）－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) CCOM（乘务员操作手册）－手册提供飞机标准构型下由乘务员所操作设备的说明信息、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。

2. 维修类手册

1) AMM（飞机维护手册）－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。AMM 手册为系统和结构提供描述和操作及维护程序，它包括：计划的维护程序(MPD)、非计划的维护程序(如硬着落)、非例行维护程序(如来自 MMEL/CDL 程序)、排故程序(来自 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。

AMM 手册是维修手册体系中最主要的手册，使用手册过程中要注意内容的有效性，工作前要阅读 TASK 的“警告”、“告诫”、“提示”信息，要严格按照 TASK 完成维护/维修工作。

2) TSM（排故手册）－手册提供了对飞行或者地面报告的飞机警告和故障的系统识别、隔离和排除。TSM 手册是排故过程中的重要参考手册。

3) IPC（零部件图解目录）－提供航线更换件(LRU)的图解清单及详细的件号信息，手册中也包括与维护任务有关的发动机部分的零部件内容(PIPC)。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。

4) ASM（飞机原理线路图手册）－提供电子电气系统的方块图、间图、原理图用于理解整个系统和系统之间的连接关系，帮助排故和维护工作。（方框图－对系统总的概述，也包括部件的位置；简图－对某一功能的一般描述；原理线路图－对整个系统功能的描述，以及与其它设备系统的关联）。

5) AWM（飞机线路图手册）－提供详细的电路连接，给出的连接信息包括：区域数据；线号、类型、规格、走向；导线束（VB）（以区域/功能排序）；板(VU/VE)；天线位置。AWM 手册是排除线路故障时的重要参照手册。

6) AWL（飞机线路连接清单）－以例表方式实际描述电气设备和导线的连接，对电气设备也给出了件号。

7）MPD（维修计划文件）－提供维修计划信息，它是根据 MRB/ALS/AD/ASB 等文件要求提供的大部分间隔维修工作任务。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。

8）ARM（飞机恢复手册）－提供了用于恢复飞机的程序、计划、工具设备信息。

9）TEM（工具设备手册）－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。

10）AC（飞机特性手册）－提供和飞机相关的机场计划设施及维护计划设施信息。

11）CML（消耗性材料清单）－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到此手册来查阅相关信息。

12）ESMP（电气标准工艺手册）－提供飞机上电插头/插钉/导线/电缆修理、更换的说明和程序和标准。在更换导线、插头、插钉时要严格按此手册中的程序进行。

3. 结构类手册

1）SRM（结构修理手册）－手册提供允许损伤范围内易损结构部件的识别、典型修理相关信息，也提供替代材料和紧固件信息以及与结构修理关联的一些程序简述，如修理部件的热处理、燃油箱的封严。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要报飞机制造商批准才能进行修理。

2）NTM（无损测试手册）－提供无损测试程序和说明。

3）NSRM（短舱结构修理手册）－提供与短舱结构修理相关程序。

4. 大修类手册

1）DRM（管路修理手册）－提供对空调、防火、防冰排雨、气源管路的识别、检查、修理数据信息。

2）FPRM（燃油管路修理手册）－提供对从飞机上拆下的燃油管路修理数据和程序。

3）CFM（钢索装配手册）－提供更换机械操纵钢索必要的数据信息。

4）CMM（供应商部件修理手册）－提供与部附件修理相关程序和说明。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。

5. 工程类手册

1）PMS（工艺材料规范）－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）ELA（电气负载分析）－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）FDRPL（飞行数据记录参数库）－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)，在对飞行数据记录器译码时会用到此手册。

4）ESLD（ECAM 系统逻辑数据）－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止等。

5）SM（标准手册）－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）DRAWING（各类图纸）－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）。

6. 其他类手册

1) AIR（飞机检查报告）－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) LTM（动物运输手册）－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) TM（运输手册）－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) VIM（供应商信息手册）－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商提供了交互式数据库手册系统，它查寻快速，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。

3.3.7 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. SB（服务通告）

飞机制造商颁布服务通告以建议航空公司（运营人）对服役飞机进行改装或检查， SB 的执行是非强制性的。紧急服务通告 ASB 是一种特殊形式的需要引起紧急关注的服务通告，其要求的措施一般需要在 ASB 颁布后几个星期或几个月内完成，一般情况下 ASB 的执行是强制性的。

2. VSB（厂家服务通告）

厂家服务通告(VSB) 由发动机、部件制造商颁布，通知飞机制造厂家/航空公司/用户有关部件的改装。

3. SIL（信函）

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. OIT（用户信息电传）

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的重要事件以引起特别关注。

5. AOT（所有用户电传）

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，飞机制造商颁布 AOT 以建议采取非常紧急的措施，此措施将于收到 AOT 起几天或几个星期内执行。

3.3.8 AD（适航指令）

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。

CAD—中国民航局发布的适航指令（CCAR-39/AP39-01），根据下述任一情况颁发适航指令：

(1) 某一民用航空器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相同型号设计的其他民用航空产品之中时；

(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生产时；

(3) 民航航空产品设计或制造国的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时。

CAD 指令编号方法如下图 2-3-5 所示：

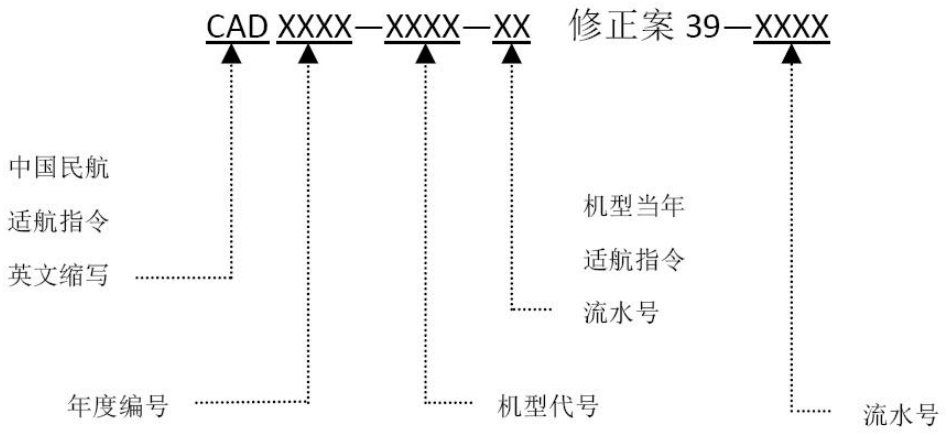


图 2-3-5 CAD 指令编号方法（CAD2005-B737-08，修正案 39-4950）

3.3.9 EO（工程指令）

EO 是根据 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，维修单位据以完成飞机/发动机/部件的改装或检查工作。

3.3.10 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、 飞机维护手册（AMM）、维修计划文件（MPD）、飞机零部件图解目录（IPC）、部件维护 手册（CMM）、大修手册（OHM）、适航文件等而编写的可执行文件。工作单卡分为例行卡和非例行卡，工作者必须严格按照工作单卡完成工作并在工作单卡上签字。

3.4 维修任务类别

维修和改装的执行中将维修任务划分为：计划维修、非计划维修、动力装置/螺旋桨维修、部件/设备维修、重要修理和重要改装共5类。为便于按实际工作情况归类，本教材将维修任务分为：日常勤务和维修工作、预防性维修工作、发动机和零部件维修三类。两种划分的方式如图2-3-6所示。

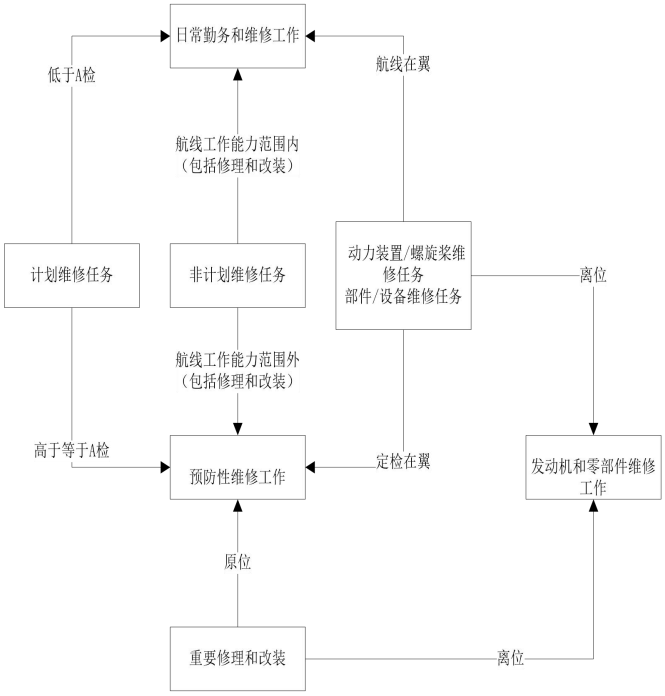


图2-3-6 维修任务类别划分

日常勤务和维修工作包括：

（1）日常勤务：包括航空器进出港指挥、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；

（2）特殊维修任务：包括校水平和称重、千斤顶升、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；

（3）A检或以下工作范围的航空器计划维修；

（4）A检或以下工作范围的动力装置/螺旋桨计划在翼维修；

（5）航线工作能力范围内的非计划维修：包括修理、改装和特殊检验（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）；

（6）使用MEL/CDL放行。

预防性维修工作包括：

（1）日常勤务和维修工作；

（2）A检或以上工作范围的航空器计划维修；

（3）A检或以上工作范围的动力装置/螺旋桨计划在翼维修；

（4）航线工作能力范围外的非计划维修：包括重要修理、重要改装和特殊检验（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）。

发动机和零部件维修工作包括：

（1）发动机离位维修工作（包括QEC装配）；

（2）发动机重要修理和改装工作；

（3）零部件离位维修工作（包括机载设备）。

需要说明的是，零部件离位维修工作通常不会存在重要修理和重要改装的情况，如果需要重要修理，通常该零部件就会被报废；如果需要重要改装，该零部件就会需要重新申请型号设计。

本节将从四个方面逐一介绍日常勤务和维修工作、预防性维修工作、发动机和零部件维修工作。

（1）维修工作类别：检测（检查或测试）、修理、改装（不包括设计）、翻修、航线维修、勤务、定期检修；

（2）MSG-3维修任务类别（针对航空器航线维修和定检维修）：润滑或勤务、操作检查、目视检查、检验或功能检查、恢复、报废；

（3）所有维修工作均适用的步骤：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；

（4）所有维修工作均适用的要素：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、人员。

在介绍过程中将对以上四个方面中需要特别说明的类别、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方面的普遍类别、步骤和要素。

3.5 日常勤务和维修工作

3.5.1 概述

日常勤务和维修工作通常是指发生在航线维修过程中的工作。对于按照 CCAR-91 运行的航空器运行人，非定期检修的航空器维修工作均可称之为日常勤务和维修工作。

航线维修应按照CCAR-121和CCAR135航空运营人提供的工作单对航空器进行的例行检查和按照相应飞机、发动机维护手册等在航线进行的故障和缺陷的处理，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。通常航线维修分为三个阶段：航前、航后和短停（过站），而维修人员需要具备资质授权才能上岗。

3.5.2 日常勤务

飞机的地面勤务工作是保证航空运营人的航班正常运行和飞行安全最基础的工作之一，虽然 CCAR-145未将地面勤务工作单独列为维修许可的项目，不作为航线维修项目，但由于大部分地面勤务工作涉及到直接接触飞机，并且其管理也同飞机维修工作的管理直接关联，有的甚至直接由维修人员进行操作，因此在 CCAR-121将地面勤务工作列入飞机维修要求中。

1. 飞机地面勤务的人员的要求

针对不同的飞机地面勤务工作，其人员资格要求如下：

（1）加（放）燃油由相应的油料工作人员进行；

（2）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。

2. 飞机地面勤务的外委

针对CCAR121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。

如在某一地点的飞机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。

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. 飞机地面勤务工作的举手报告

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。

5. 飞机地面勤务工作标准

（1）飞机的进出港指挥应当符合航空器运行人的接机送机要求，并且使用民航维修行业标准MH/T3010.9《民用航空器地面指挥的信号》规定的指挥信号和MH/T3010.10《维修人员与机组联络标准语言》与机组联络。

航空器入港应设指挥员和监护员，指挥员负责指挥航空器停放在预定停机位置，监护员负责观察和监视航空器滑行路线上障碍物。航空器出港时，指挥员负责与机组、拖车司机保持联络，并与监护员共同监控航空器的状态及周围环境的变化，确保航空器安全出港。

（2）飞机的停放时应当按照民航维修行业标准《民用航空器轮档》的规定挡、取轮挡，当过夜或更长的时间停放时还应当符合《民用航空器的停放与系留》规定的停放系留要求，但无论何种情况，如遇到预期的大风天气时应当按照《民用航空器的风害防护》的规定防止风的妨害。

航空器停放期间，应按规定放置轮档及警示锥。轮档防止航空器意外滑动，警示锥提醒人员、设备与航空器保持安全距离。轮档应采用金属或者其他等强度的非金属材料，航空器试车、防风和长期停放以及斜坡停放航空器使用的轮档应该按照维修手册的技术要求执行。

（3）推、拖飞机时应当按照民航维修行业标准《民用航空器的牵引》的规定牵引飞机。

飞机的推、拖需要安排合格的人员，包括指挥员、机上人员、监护人员和牵引车驾驶员，其中指挥员、机上人员和牵引车司机必须要有资格授权。在牵引飞机现场，任何人员发现有可能引起刮碰飞机的异常情况，都有责任和义务叫停牵引车，以避开危险障碍物或区域；除指挥员之外，任何人员不得指挥牵引飞机行进。

（4）当为飞机提供电源、气源、加（放）水、加（放）油料涉及到勤务车辆接近飞机时应当按照民航维修行业标准《勤务车辆接近民用航空器的规则》的规定接近飞机。

例如，进行发动机/发电机滑油系统的勤务工作时，检查发动机滑油油量应在维修手册规定的时间内完成。必须使用经批准的滑油，添加时需防止水份、杂物进入油箱。加油结束后要确保相关口盖、盖板处于关闭位。

（5）为飞机充气是涉及到高压气瓶使用时应当按照民航维修行业标准《地面高压瓶的充装和使用》的规定使用高压气瓶。例如，航前工作单要求测量起落架轮胎压力，如果压力不满足要求，则对轮胎执行充气勤务。

（6）为飞机充氧时应当按照民航维修行业标准《民用航空器充氧》的规定进行。

（7）对飞机进行冰、雪、霜清除时应当按照AC-121-50地面结冰条件下的运行的规定进行。

（8）在地面对飞机进行加油放油时应当按照民航维修行业标准《民用航空器的加油和放（抽）油》的规定进行，当地面发生溢油时应当按照《民用航空器地面溢油的预防和处理》的规定进行处理。

（9）拿取和堵放各种堵盖、为飞机提供电源和气源、加（放）水、飞机清洁工作，应当按照相应机型的制造厂家提供手册的要求进行。

（10）当腐蚀性货物的运输过程中发生泄漏（如运输海鲜）、酸/碱性溶液的泼溅、水银泼溅等涉及进行的航线腐蚀预防与维护工作时，应当按照相应机型的防腐手册或等效手册进行。

（11）地面勤务工作中涉及使用的设备在停机坪的摆放应当按照CCAR-140《民用机场运行安全管理规定》以及航空运行人的规定进行摆放，并按照民航维修行业标准《机坪防火》和《地面消防设施维修、使用和管理》的规定满足机坪防火要求及对防火设施进行使用和管理。

（12）当因具体机型的设计特点使上述适航规章、咨询通告、行业标准的规定在该机型上不适用时，应当按照该机型制造厂家提供的手册进行相应的地面勤务工作。

当出现适航规章、咨询通告、行业标准与飞机制造厂家的维护手册存在差异时，需要航空运行人评估差异，原则上，需按最高的标准执行，如采用的不是最高标准，需经航空运行

人维修质量部门批准并获得局方的认可。

3.5.3 特殊维修任务

特殊维修包括校水平和称重、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。

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，需按航空运行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

采用千斤顶在三个航空器顶升点顶起航空器，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；需按航空运行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

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，需要按航空器运行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。

1）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

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，必须要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

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行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，填写航空运行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行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

通过关闭航空器所有舱门，启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行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对损伤耳膜。

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、航空器的除冰雪霜、以及根据航空运行人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行人的工作程序执行。

除冰雪霜工作在本节前述被列为勤务项目，但需要经过培训和授权维修人员完成，需要说明的是，除冰雪霜工作被列为运行规章（如CCAR-121)条款，同时局方颁布的相应的咨询通告AC-121-50地面结冰条件下的运行，并要求航空器航线放行人员经过除防冰工作的培训和授权，并针对除防液的制造、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

是对航空器外表进行清洁的维修任务，在本节前述被列为勤务项目，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行人的工作程序执行。

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。

3.5.4 A检或以下工作范围的航空器计划维修

1. A检的划分

（1）针对航空器定期检修按字母检划分周期的情况，A检是指航空器系统、发动机和区域检查(非结构项目)的工作类别中的A 检(如以A, B, C, D 检划分)或1A检(如以1A, 2A、---、1C、---检划分)。

（2）针对航空器定期检修按非字母检划分周期的情况，A检是指航空器系统、发动机和区域检查(非结构项目)的工作类别中:

① 对于旅客座位数量30座(含)以上的航空器，500飞行小时(含)以下的润滑、勤务、操作检查和目视检查项目；

② 对于旅客座位数量30座(含)以下的航空器，150(含)飞行小时以下的润滑、勤务、操作检查和目视检查项目。

2. A检以下工作范围的航空器计划维修

A检以下的计划维修项目包括：航前、航后、短停、日检/周检（或类似检查周期维修任

务），通常会在航空运行人的维修方案或者检查大纲中定义。

航线维修工作应当按照如下程序实施：

（1）维修人员按照分配的任务完成航线维修工作，发现的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）如需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；

（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完成签署后签署维 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插上前起落架转弯销，配合拖车司机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司机、观察人员联络，通过危险区域或转弯时，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。

1）航前维修

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、缺陷的工作。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）检查确认通讯畅通、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

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任务，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15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飞机进行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和航空运行人维修方案，可以不执行短停维修工作的情况，需在航空运行人的运行规范里注明并获得局方的批准。

3）航后维修

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）所进行的维修工作。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15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、通讯畅通、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和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或者航空运行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工作，通常结合航后维修任务完成，一般不涉及检验/功能检查、报废维修任务类别。实际当中可能还存在其他类型的类似计划维修任务，但其维修周期必须低于A检。

需要说明的是，某些航空运行人将A检（或A检以上级别个别维修任务）拆分后在不同时段完成，这类维修任务不属于航线计划维修的工作范围，仍属于定检维修的工作范围，除非航空运行人将这些任务周期缩短到小于A检的周期，也就是说维修方案得到局方的批准后，方可按航线计划维修工作实施。

5）结合航线维修完成的AD、SB工作

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行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行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。

3.5.5 A检或以下工作范围的动力装置/螺旋桨计划在翼维修

动力装置/螺旋桨的计划性在翼维修工作通常是结合航空器的航前、短停、航后、周检工作同时完成的，与航空器的航线计划维修稍有不同之处是：

（1）鉴于发动机、螺旋桨的特殊性（发动机被称之为航空器的心脏），航空运行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）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，航空运行人也会根据可靠性方案对某一部件可靠性进行跟踪，如气象雷达在夏季雷雨季节不工作情况频繁，需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。

3.5.6 航线工作能力范围内的非计划维修

首先需要特别说明的是，从适航规章角度上讲，对于航线工作能力范围的界定，并没有明确的规定。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，而航线维修人员通常是按倒班制度轮流上班，没有充足的时间对故障、缺陷、损伤进行处理；同时更重要的是，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，且航线维修人员执行类似维修任务的频率通常是不是很高，并且CCAR-66和CCAR-145对执行这些维修任务人员的资格要高于仅从事航线维修人员的资格，因此航空运行人和维修单位，都会选派从事定检维修任务的人员介入并主导飞机较大故障、缺陷、损伤的排除工作。

基于以上原因，将航线维修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，简单的、未成文的判断标准是厂家维护手册（AMM）内列出的维修任务属于航线维修工作能力范围内的，反之，则为航线维修工作能力范围外的。而这个判断标准不是绝对的。通常情况下，对于航线维修出现的非计划维修任务，需要航空运行人根据具体的情况指派航线维修人员或者定检维修人员，或者二者配合完成。因此，航线非计划维修任务通常分为三类：排故（排除故障和缺陷）、修理和改装、特殊检验。

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，按照航空运行人和/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，此时会涉及到检验/功能检查、恢复、报废类别的维修任务。

2. 修理和改装

如果在执行排故工作中涉及到恢复类别的维修任务时，可能涉及到修理和改装工作，但一个必须的前提是这些修理和改装是航空运行人和/或厂家手册中允许的修理和改装，如对

导线、管路磨损的地方采取包裹、增加固定点的方式进行修理，又如按照厂家手册规定的标准改变导线的弧度或者走向，或者按照航空运行人的手册使用了PMA件或者自制件。这个必须的前提的目的是不会对航空器适航性造成显著影响。如果维修人员判断会对航空器适航性造成显著影响，则需要（或者求助工程师）判断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到重要修理和改装，同时也可能涉及到特种作业、PMA件/自制件的使用，因此将其单独列出；另外，在航空运行人的手册中，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。

3. 特殊检验

特殊检验，又称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。

如本节前述，需要按照航空运行人维修工程手册中规定工作程序，以及制造厂家的手册进行检查和修理工作，如果涉及到重要修理或重要改装工作，其修理方案需要厂家提供技术资料支持并获得局方的批准或认可，这里需要补充的是，维修单位质量部门需要评估自身从事重要修理和重要改装的能力；同时重要修理和重要改装工作完成后，维修单位需填报AAC-085《重要修理及改装记录》给局方。

如前所述，重要修理和重要改装工作通常被划入到预防性维修的工作范围了。但是航线维修人员仍需要具备能力完成以下工作：

（1）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；

（2）判断特殊检验工作是否涉及到重要修理或重要改装；

（3）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。

（4）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到隐蔽损伤检验工作，即除明显缺陷、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。

上述特殊检验维修工作主要是检查和修复对飞机/发动机结构性的损害，下面主要是对航空器遭遇鸟击、雷击、危险品泄漏/海鲜泄漏，硬/重着陆、飞越火山灰、尾部擦地作简要说明：

（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。当发生鸟击发生时，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，不论是否进入内涵，都需要立即停场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的检查和处理。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，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：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，以及其它异常情况，如是否有听到结 构失效产生的异响等等）、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。需要将QAR和DFDR数据，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发动机孔探。当发生重着落时，一定要判断是否需要顶飞机和孔探，只顶前起落架或者顶三个起落架 。

检查的区域有：前起落架和前机身区域、主起落架区域、机身、大翼、尾部、吊架、发动机、电子舱、客舱、货舱装载系统和水箱区域。

--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。

--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。

--短仓区域：包皮外表面，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。

--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。

--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。

--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。严重的还要检查前后梁。其它部区域也要按要求作全面检查。

（4）危险品泄漏、海鲜泄漏：飞机在运输海鲜产品、活体动物、水银、化学品等物品时，如果发生泄漏或外溢，会对货舱壁板乃至周围结构造成腐蚀或损伤。除对泄露部位进行清洁外，还需对周围结构、导线、管路、部件进行检查，视情采取进一步的修理、改装工作。本教材将此类维修任务划分为勤务工作，且要求维修人员执行航线腐蚀预防工作。

（5）飞越火山灰：航空器在火山灰弥漫空域飞行导致火山灰附着在航空器表面并进入航空器与大气相通的开口部分，会对表面造成腐蚀/磨损、蚀刻或喷丸处理，并去除表面涂层；如果进入内部，可能会造成许多系统和过滤器元件异常磨损和污染。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，通常有起飞和着陆时的擦碰机尾情况。

对于擦尾的维修检查，必须要严格按照手册的要求进行。通过检查确定有那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。维修时必须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：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，对发动机的可靠性、寿命和安全性造成严重影响，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，并持续按航空运行人可靠性方案要求监控发动机的参数增加检查频率。

（8）飘摆下降、剧烈颠簸、空中机动过载、超速、重失速抖振，这几类特殊检验维修任务来源是各种情形下的飞机姿态、速度超出设计范围，需要进行检查和修理，通常发生在小型航空器上。

3.5.7 维修放行

MEL和CDL属于航空运行人的“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。航空运行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。

需要说明的，对于一些故障、缺陷没有在MEL/CDL规定范围之内的，也需航空运行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。

3.6 预防性维修工作

3.6.1 概述

1. 预防性维修的目的

预防性维修是以预防故障为目的，通过对飞机设备的检查、检测，发现故障征兆或为防止故障发生，使其保持规定功能状态，在故障发生之前所进行的各种维修活动。在航空器的维修过程中，为了提高其可靠性能，预防性维修工作贯穿于整个过程。预防性维修是防止飞机设备故障发生的有效手段，设备的故障模式是一个发展过程，在尚未丧失其功能故障前有迹可循，可根据某些物理状态或者工作参数判断其功能故障的发生状态。潜在故障是一种指示功能故障即将发生的可鉴别的状态。通过定义潜在故障来开展预防性维修，利用潜在故障来防止功能故障的出现，使设备在不发生功能故障的前提下得到充分的利用，达到既安全又经济的使用目的。

预防性维修的作用是以最小的经济代价来保持和恢复飞机设备的固有可靠性与安全性。由于设备的可靠性与安全性是设计制造赋予的固有特性，有效的维修可以提高使用可靠性，或者防止固有可靠性水平的降低；优良的维护工作可以使设备接近或达到已经具有的固有可靠性水平，但不能超过它。假如设备的可靠性与安全性水平满足不了使用要求，只有重新设计才能提高，即维修越多不一定越安全、越可靠。

预防维修能够预防和减少功能故障的次数，但是不能改变故障的后果。故障的后果(包括安全性、使用性和经济性后果)是由设备的设计特性所决定的，只有更改设计，才能改变故障的后果。安全性后果可以通过余度技术、破损安全设计、损伤容限设计等措施而降低为经济性后果。

由此可见，预防性维修带来的长期好处:

（1）提高系统的可靠性；

（2）减少更换设备和部件所造成的成本损失;

（3）减少系统停机时间；

（4）部件的库存管理更佳。

从长期影响和成本比较看,预防性维修比设备出现故障时进行的常规维修更有意义。

2. 广义和狭义的预防性维修工作

1）广义的预防性维修工作

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，后期发现造成性能衰减的原因多种多样，只有一部分部件（包括结构）遵循这种规律，为此针对性能衰减原因和造成的安全性、运行性、经济性影响采取不同的维修方法，既更好的控制了性能衰减的速率，又降低了维修成本，MSG-3 就是基于这种预防性维修思想而制定的，目前被广泛采用。

更为重要的是，通过航空器运行人对飞机和部件服役后的持续监控，不断的调整维修间隔和维修方法，持续的控制性能衰减速率，成为航空器运行人飞机维修部门的核心任务，可靠性方案就是对这一核心任务的规定和要求。可靠性方案的制定和执行水平高低，是衡量航空运行人的航空器维修质量和航空器持续适航性的最重要指标。

因此，从维修人员角度而言，忠实地、彻底地、一丝不苟地落实维修方案中确定的维修任务方法，尤其是最基本的润滑或勤务、操作检查、清洁工作；以及检验或功能检查，这类通常发生在定检维修过程中的维修任务，意义十分重大。

因此，广义的预防性维修的主要落脚点是指定检维修，当然也包括航线维修。

2）狭义的预防性维修

狭义的预防性维修是指那些某些运行类型航空器上可以被已授权机组人员完成的维修工作，FAA 和 EASA 对此有具体的预防性维修工作的清单，机组人员仅可以执行清单中的维修任务。需要说明的是，这些工作也可以被维修人员完成。

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、定检维修工作外，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。

3.6.2 预防性日常勤务和维修工作

从事定期检修的维修人员也需要掌握日常勤务和维修工作，除了能力要求的原因外，另外一个主要原因是，定期检修人员也需要根据航空运行人的安排从事部分航线维修工作。此种情况下，如定期检修人员进行航前维修放行，放行人员必须接受航空运行人的培训并被授权。

3.6.3 A 检或以上工作范围的航空器定期检修

定检是按照飞机维修计划，根据适航性资料，在航空器或航空器部件使用达到一定时限进行的检查和修理。通过检查、测试，确定飞机、系统或部件的技术状态是否达到要求，进而执行翻修或更换处理。

高于等于 A 检的航空器计划维修（定检维修）工作与航线计划维修工作有较大不同，首先是涉及到 MSG-3 所有的维修任务类型，其次是所有的维修任务步骤都有清晰的节点和工作记录，再者会频繁的执行特种作业工作和车间修理工作（将在下节介绍），也会大量的使用专业设备和测试设备，尤其对于飞机的结构和 EWIS 检查和修理涉及到专业的检验

技能，也经常会涉及到重要修理和重要改装，包括 PMA 件、自制件的使用，以及 AD/SB 的执行（EO），还可能存在完成高级别定期检修后飞机需要试飞的情况。

现对定检的维修工作步骤做一简要介绍，为便于叙述原因，计划维修和非计划维修一并介绍。

1. 接收检查

是指飞机到场后，由生产人员和维修人员工程完成的接收和检查任务，主要检查飞机外表状态。某些航空运行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）

针对航空运行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，则需开出非例行卡进行下一步的处理。

需要说明的是，在开具非例行卡过程中，要遵照航空运行人工作程序的要求，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，此工作需在非例行卡上签字记录，视需进一步开具非例行卡。

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

放行是由维修单位质量人员和生产控制人员共同完成的工作步骤，包括保留项目。主要确认整个维修工作符合航空运行人合同（工作指令）、工作程序和维修单位程序的要求。对于部分计划性维修任务（例行工作）如果因器材、工具设备原因无法完成，需按航空运行人的工作程序进行保留工作项目申办，通常情况下，不允许非计划维修任务（非例行工作）确定的故障、缺陷和损伤未排除的情况下放行飞机，如果必须放行，则需在维修放行证明上标注，转由航空运行人对故障、缺陷和损伤进行跟踪。

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者调查无误；

（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、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

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。维修记录和档案保管部门应当根据移交的定检记录及时更新单机档案。

以上所有例行卡、非例行卡、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，以及航空运行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行人的双重要求进行报告。

3.6.4 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

如前面的低于 A 检工作范围的动力装置/螺旋桨/部件（包括机载设备）计划在翼维修所述，航线发动机的在翼维修，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，因此对发动机的计划维修任务，主要集中在定期检修任务范围内。

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，根据航空运行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 QEC（快速发动机匹配））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（将在下节介绍）。

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行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（将在下节介绍）。

3.6.5 航线工作能力范围外的非计划检修

如前所述，为叙述方便，将定期检修工作中计划维修和非计划维修一并介绍了。同样，也是为了叙述方便和实际工作原因，将定期检修人员、特种作业人员执行特殊检验以及重要修理或重要改装的情形单独介绍。

无论来自航线或者定检，属于计划还是非计划维修任务，除非航空运行人已经出具完整的修理方案和工卡，特殊检验工作和重要修理工作一定会与非例行工卡结合在一起执

行。非例行卡的产生、执行直至存档的整个流程，在前面提到的八个工作步骤全部适用。

同时，一旦特殊检验维修任务由定期检修人员执行，往往意味着可能的重要修理或重要改装。

以上两点，是执行特殊检验、重要修理和重要改装工作的两个基本原则。

1. 特殊检验

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，在本教材前面内容已对这些特殊检验维修任务做了简要介绍，同时航线维修人员检查后如果超出航空器厂家持续适航性技术资料中给出的修理范围，或者无法判断其损伤程度，或者不具备修理损伤的条件，需报航空运行人由定检维修人员介入进行深入的检验和修理。

具体来说，特殊检验有三层含义：第一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；第二是根据厂家或航空运行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、航空器运行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。

对于超出航空器厂家持续适航性技术资料的损伤，称之为超差，对损伤的修理，称之为超规范修理或超差修理，如判断不属于重要修理或重要改装，则需按航空运行人的工作程序编制修理方案，通常需要厂家的技术资料支持，由航空运行人授权的工程师批准修理方案，并经维修单位质量部门评估修理能力后方可实施修理，修理方案可能是直接编写在非例行卡上，而多数情况下是以厂家形式的技术资料附在非例行卡上的形式提供给维修人员。

如果修理涉及到特种作业维修任务，属于修理方案的子任务，通常需要额外的工卡用以执行和记录特种作业维修任务，作为非例行卡的支持性工卡；如果特种作业涉及到维修单位的外委厂家的，需要执行维修单位的外委工作程序。

2. 重要修理和重要改装

如果特殊检验维修任务涉及到超规范重要修理或重要改装，则需按航空运行人的工作程序由（或代表）航空运行人向局方申请修理或改装方案（通常需要厂家技术资料的支持）的批准，如果不属于超规范的重要修理方案的批准工作程序已经得到局方认可，则可按该工作程序执行，否则该修理方案也需得到局方的批准。

重要修理和重要改装同样需要维修单位质量部门进行维修能力评估后方可实施；修理/改装方案的形式与前述超规范修理的形式类似。

3. 特别说明

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 也会产生改装重要改装，此种情况下，航空运行人发布的 EO 及其所依据的 AD、SB 即可视为已或局方批准或认可的维修资料和技术资料。

3.7 发动机和零部件维修工作

3.7.1 概述

航空发动是结构复杂、技术密集的大型系统，是飞机的心脏。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。在发动机使用的过程中，维修和装配的质量直接影响到发动机的性能和使用寿命，甚至飞机的安全。为了保证发动机的性稳定可靠，延长工作寿命，及时发现、处理发动机故障，避免发生非安全事件，因此，需要对发动机而及其部附件进行维修。

此前介绍了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，这些任务是由航空器维修单位在翼完成或者拆下车间修理后原位回装（可视为在翼维修）的，且列入维修方案范围。

如前介绍过的 QEC 装配、灭火瓶静压测试也属离位维修任务，但这项维修任务通常是属航空器维修单位“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。

本节介绍发动机和零部件的单独（离位不回装，未列入航空器维修方案）维修工作，而螺旋桨和 APU 的维修任务不作介绍，但可参照发动机维修任务类推。

如前所述，发动机和零部件（包括机载设备）的单独维修工作类别包括：检测（检查或测试）、修理、改装（不包括设计）、翻修，并与航空器 MSG-3 维修任务类别中恢复（恢复包括清洁、检测、修理、改装、翻修）有关。

包括所有维修工作均适用的步骤：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；也包括所有维修工作均适用的要素：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。

下面在介绍过程中将对以上四个方面中需要特别说明的类别、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方面的普遍类别、步骤和要素。

3.7.2 发动机单独维修工作

发动机独立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航局和企业规章规定资质的修理厂修理。下面来介绍发动机的独立维修工作任务，但不包括 QEC 装配。

1. 修理流程

在基本的维修任务工作步骤基础上，细化了的发动机的维修任务工作步骤如下：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

发动机的检测包括各个发动机上各个组件（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、同步检测等工作。

发动机及其部件的测试会使用大量燃油，也会产生很大噪音，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。发动机超规范修理，参照本教材前面的特殊检验。

发动机改装的前提是厂家手册和航空运行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视为超规范修理。

同样的，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，详细的记录整个维修过程，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

发动机修后报告是重要技术文件，是发动机修后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，有需要时都可以调取。

3.7.3 发动机重要修理和重要改装工作

如经维修人员（或向航空运行人工程师求援）判断属重要修理和重要改装，需要与发动机厂家、局方的联络，以及相关报告等，涉及到工程资料、工艺方案等技术规范内容，必须事先取得局方的批准或认可后，方可开展维修工作。

3.7.4 零部件单独维修工作

零部件维修包括机载设备和发动机附件（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维护手册（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。

3.7.5 发动机、零部件维修大纲

发动机、零部件（包括机载设备）维修大纲是航空运行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行人的维修计划部门与航材管理部门共同完成，根据航空运行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 4 章 维修管理体系

4.1 维修管理体系的构成

航空器/部件维修管理体系由 6 部分组成，分别为：民航局及地区管理局持续适航管理部门（统称局方）、维修人员培训考试机构、航空器运营人维修工程管理部门、维修人员、维修单位、航空器/部件（部件包括动力装置、旋翼、螺旋桨）。如图 2-4-1 所示。

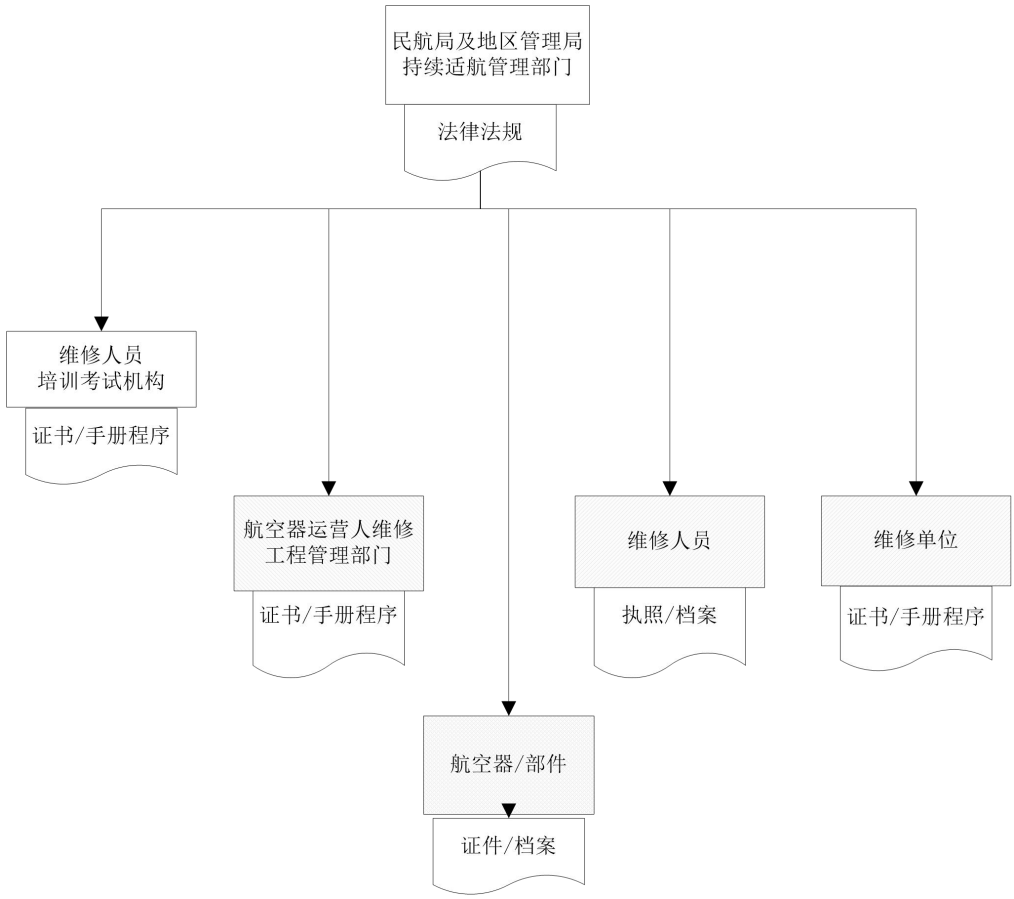


图 2-4-1 维修管理体系

局方分别对维修人员培训考试机构、航空器运营人维修工程管理部门、维修人员、维修单位、航空器/部件实施行业管理。管理方式是立法定标，资格审定，证/照颁发，监督检查。

维修人员培训考试机构负责维修人员的培训和考试。航空器运营人维修工程管理部门和维修单位中维修放行人员均需持有维修执照。

航空器运营人维修工程管理部门负责落实与航空器运行有关维修、初始适航与维修有

关、持续适航维修与工程方面的管理，以及航空器部件持续适航性的管理。

维修单位负责与航空器运行有关维修、持续适航维修工作的落实，以及航空器部件持续适航维修工作的落实。

图中，航空器运营人维修工程管理部门方框背景为左斜线，维修人员和维修单位为右斜线，航空器/部件为网格线（左/右斜线组合），以表示航空器及其部件持续适航性的运行（使用）主体责任属航空器运营人，维修主体责任属维修单位和维修人员。同时，航空器/部件的持续适航性是在航空器运营人和维修单位、维修人员合力之下，并通过局方直接/间接颁发证书的方式共同保持的。

图中，局方的法律法规，维修人员培训考试机构、航空器运营人维修工程管理部门、维修单位的证书/手册程序，维修人员执照/档案，以及航空器/部件的证件/档案，一并构成航空器/部件维修管理体系的文件管理体系。文件管理体系是维修管理体系的书面规定和静态展示，是维修管理体系的重要组成部分。

综上，维修管理体系分为维修人员执照管理体系、维修单位管理体系、航空营运人的维修管理体系、民航局的组织机构和职责 4 部分。现分别介绍。

4.2 维修人员执照管理体系

为规范民用航空器维修人员的生产，保障民用航空器持续适航和飞行安全，在满足适航规章的前提下，制定本民用航空维修人员执照管理体系。

4.2.1 执照的概述

执照指许可机关颁发的准许申请人从事某种生产、经营等活动的书面凭证。民用航空器维修人员执照是颁发给符合 CCAR-66 部标准的人员资格的凭证，是民航局对于维修人员资质管理的主要方式。

民用航空器的持续适航性是靠日常的检查和维修工作来保障的，而维修人员的知识、技能和安全意识对航空器的维修质量起着关键作用。民用航空器维修人员执照的颁发是确保维修人员具备必需的维修专业技能、懂规章、讲规矩，工作有诚信、行为有底线的前提和基础。加强民航维修人员执照管理，保障民用航空器持续适航和飞行安全，是放行人员资质的根本要求。民航局在 CCAR-145 部、CCAR-121 部、CCAR-135 部和 CCAR-91 部规章中对一些关键岗位人员（如放行人员），提出了持有 CCAR-66 部民用航空器维修人员执照的要求。为此，民航局根据《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《民用航空器维修人员执照管理规则》（CCAR-66 部），以规范民用航空器维修人员执照的管理，保障民用航空器持续适航和飞行安全。

国外主要维修执照，有 FAA 和 EASA。FAA 的全称为 Federal Aviation Administration，是指美国联邦航空管理局。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 Aviation Safety Agency，是指欧洲航空安全局。执照分为四类，分别是：A，B1，B2，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。

4.2.2 执照规章的发展历程

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管理。维修人员是关键的航空从业人员，维修执照的管理是最早实施执照管理，也是最早依据民航规章实施的规范化的行业管理。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，并以修订民航规章的方式公布实施。

中国民航对维修人员的管理从 1983 年开始，1985 年，在天津中国民航学院举办了第一期维修人员执照培训班，首期有 30 名学员取得维修人员基础执照。下面我们从中国民航维修人员执照最初的 CCAR-65 部发展到目前的 CCAR-66 部，以及将要实施的 CCAR-66R3 作介绍：

1. CCAR-65 部执照

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 部）。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、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 部执照

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和中国民航局法规体系的不断完善所面临的新形势，迫使我们必须对维修人员的管理方法和思路提出新的要求，以适应今后民航的发展。

为了 CCAR-65 部的修订工作能顺利进行，民航局于 1999 年 6 月启动准备和收集有关资料和意见，2000 年 2 月完成初稿，经研讨会后形成了征求意见稿，并于 2001 年 2 月下发，最后形成报批稿。

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），并将维修人员执照和资格证书分为：民用航容器维修人员执照、民用航空器部件修理人员执照和维修管理人员资格证书。其中，执照基础部分为航空机械专业（ME）和航空电子专业（AV）；机械专业执照类别分为涡轮式飞机（TA）、活塞式飞机（PA）、涡轮式直升机（TH）、活塞式直升机（PH）。

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 部）。

由于维修人员执照从 CCAR-65 部转到 CCAR-66 部，在执照的项目要求和考试形式方面作了很大改变，需要过渡期，因此，民航局于 2008 年 1 月 1 日宣布《民用航空器维修人员

合格审定的规定》（CCAR-65 部）废止。

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 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）。

3. CCAR-66R3 执照

为加强“三基”和人员资质建设，提高维修质量，进一步加强民用航空器维修人员资质建设，深入落实“放管服”工作要求，规范维修人员的素质和水平，夯实航空安全基础，民航局对航空器维修人员执照体系再次进行重大改革，目的是为我国民航也实现运输和通用“两翼齐飞”、维修行业高质量发展打好牢固基础，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。

近年来，局方一直在酝酿着执照的改革，在 2018 年 12 月民航维修协会 147 委员会工作会议上，民航局飞标司领导提出了对维修人员执照管理方面开启全面深化改革新的要求，并发表了“解放思想、与时俱进、勇于担当，构建服务行业的维修管理体系”的重要讲话，启动维修人员执照改革之路。

为落实民航局飞标司关于优化维修人员执照类别、扩大维修人员执照应用、强化维修人员基础培训，拓宽维修人员培养渠道，规范机型签署和培训，在民航局飞标司的领导下，民航维修协会 147 委员会于 2019 年 1 月 23 日至 24 日召开了新版执照体系文件编写研讨会，讨论维修人员执照基础培训大纲修订工作，并落实编写工作任务。经过多次讨论、征求意见，2020 年初已形成了 CCAR-66R3 相关材料的报批稿。

随着《民用航空器维修人员执照管理规则》（CCAR-66R3 部）即将颁布实施，全新的执照培训模式开启，维修人才培养得到全面拓宽，解决了维修人员执照目前限入的困境问题。

4.2.3 CCAR-66 部与各规章之间关系

与其它相关规章的关系如图 2-4-2 所示。

《中华人民共和国民用航空法》

《中华人民共和国行政许可法》

《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》

《民用航空器维修人员执照管理规则》

AC-66-FS-001R4《航空器维修人员执照申请指南》

AC-66-FS-002R1《航空器维修基础知识和实作培训规范》

AC-66-FS-009《航空器机型维修培训和签署规范》

AC-66-FS-010《航空维修技术英语等级测试指南》

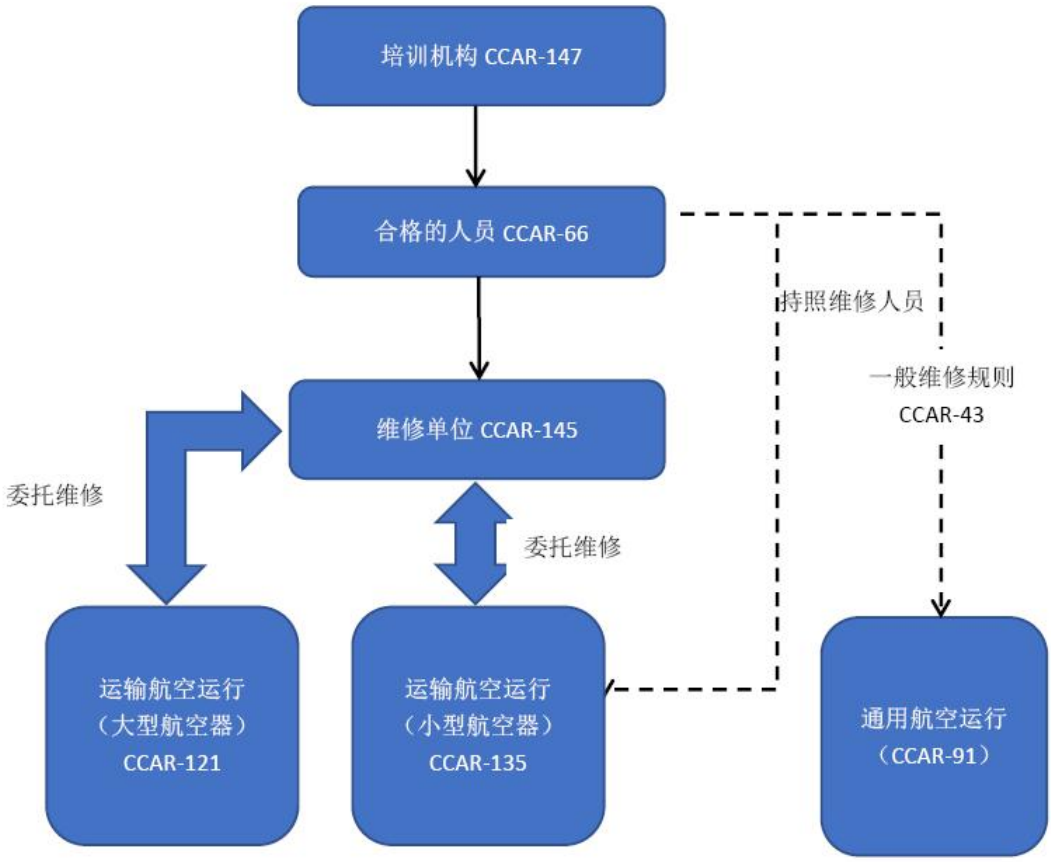


图 2-4-2 CCAR66 与各规章的关系

4.2.4 人员执照的管理

1. 执照管理机构

维修人员执照管理由民航局飞行标准司总负责，协调各有关机构齐抓共管，局方承担行政许可主体责任。民航局负责统一颁发航空器维修人员执照及机型签署。如图 2-4-3 所示。

培训机构，是指按照 CCAR-147 部获得了民航局颁发的民用航空器维修培训机构合格证的培训机构。

地区管理局负责对辖区内民航局批准的 147 培训机构组织的航空器维修人员执照培训和考试进行管理；负责执照机型签署及机型有效性延续的审核工作。

图 2-4-3 执照管理机构

2. 持照人管理要求

1）申请

执照基础部分、机型签署和机型有效性保持的申请：

维修人员初次申请执照应当首先选择计划申请执照的航空器类别，并参加按 CCAR-147 部获得批准培训机构组织的相应培训，培训完成后，在地区管理局的监督管理下在 147 培训机构参加基础知识考试、实作评估和英语测试，在满足规定的申请条件后，再向局方申请执照。

维修人员执照首次申请机型签署前应当参加 CCAR-147 部培训机构实施的机型培训，获得培训合格证，并通过机型维修实习获得实习教员签署的推荐函后方可向地区管理局申请执照签署。增加机型签署申请程序与初次申请相同，仅无需提交教员推荐函。机型签署有效期 2 年。

2）有效性

机型签署有效期的更新，申请人需满足在连续 2 年内，应当有不少于 6 个月有效经历月的维修经历（每月签署维修或者维修放行 3 次以上计为有效的经历月），经符合要求的证明人签署，在有效期到期前 30 天，向地区管理局申请执照机型签署有效期的更新。

机型签署有效性的恢复申请，在申请前应当参加 CCAR-147 部培训机构组织的机型维修的考试，通过并获得考试合格证明，方可向地区管理局申请执照机型签署有效期的恢复。

3）处罚管理

维修人员在申请 CCAR-66 部执照、机型签署或者机型有效性保持的过程中、在 CCAR-147 维修培训过程中、在从事民用航空器维修工作中发生的不安全事件及工作诚信失信记录，将依据《民航维修行业失信行为管理办法》依法进行处理。

4.2.5 维修人员执照互认

为了促进航空安全，在有关民用航空安全方面加强合作和提高效率，并考虑到尽可能地减少由于过多的技术检查、评审和测试给航空业和营运人带来的经济负担，制定了中国民用航空局与香港民航处、澳门民航局三方互认协议，根据互认协议要求，联合维修管理（JMM）批准的 145 维修单位内部，使用任一方颁发的执照可以放行任何一方的民用航空器，

但执照不能直接转换。

参与抢修或临时修理在中国注册的民用航空器的外籍或者地区维修人员可以通过该航空运营人的申请获得民航局的短期或长期执照。

中国民用航空局和任何国家都没有签订过执照互认文件。但 CCAR-66 部和 EASA 的 66 执照类似，也符合 ICAO 的有关要求。

4.3 维修单位的管理体系

4.3.1 维修单位管理体系介绍

规定维修单位管理体系的规章是 CCAR-145 部《民用航空器维修单位合格审定规定》及其咨询通告（AC）。典型的维修单位体系如图 2-4-4 所示。

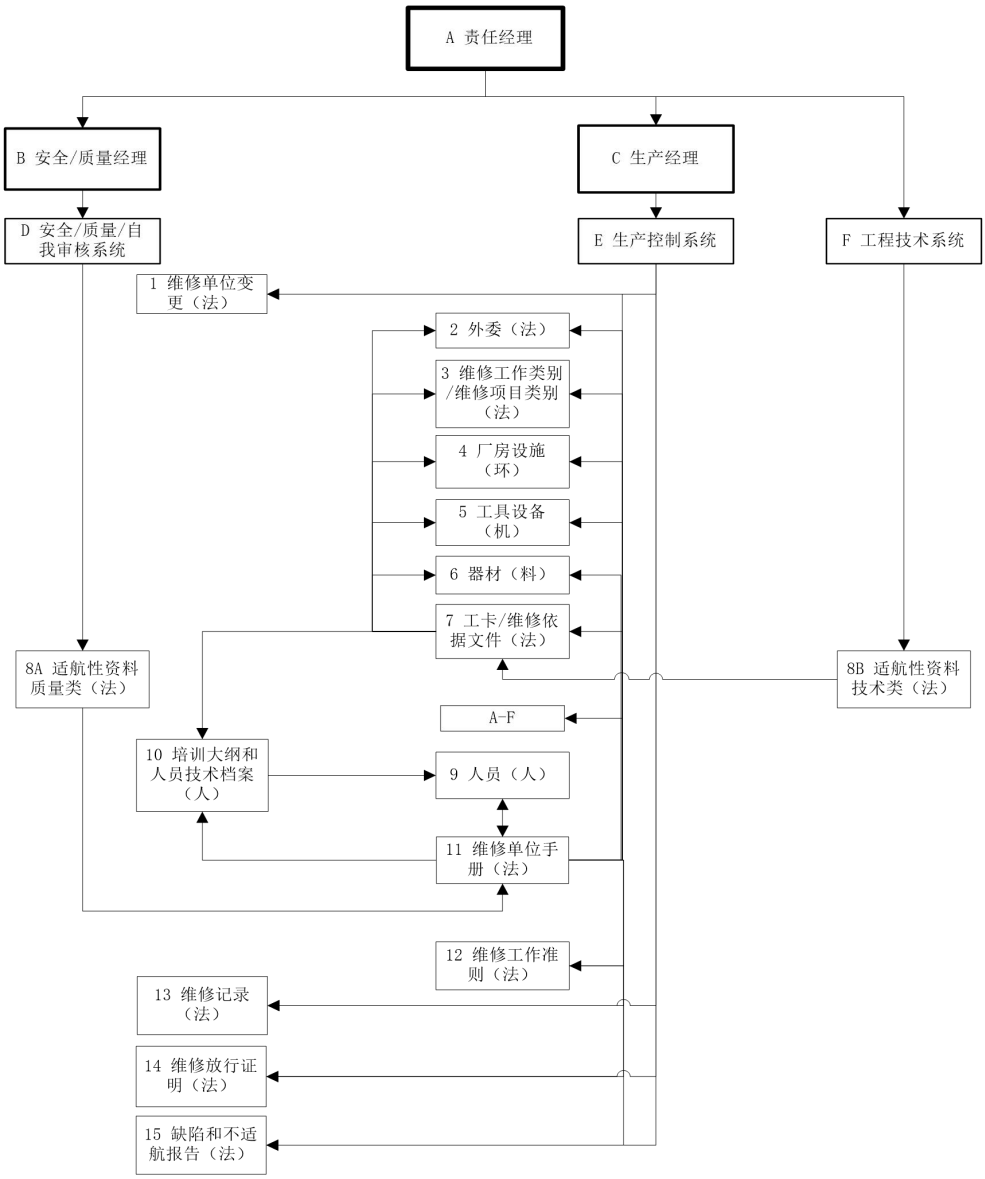


图 2-4-4 典型维修单位的管理体系

为了便于读者容易理解，对框中的项目进行了编号，以大写字母和数字来表示。图中责任经理、安全/质量经理、生产经理属维修单位的最高管理层。

传统的维修单位管理体系设计原则为“五三原则”，“五”是指人、机、料、法、环共5类管理要素，“三”是指生产控制、工程技术、安全/质量/自我审核3个管理系统。生产控制系统属于维修单位的“执法”系统；工程技术系统属于维修单位的“技术立法”系统；安全/质量/自我审核系统（以下简称质量系统）属于维修单位的“管理立法”和“执法监督”系统。

根据CCAR-145部《民用航空器维修单位合格审定规定》列出了共15项管理要素，基本参照各个要素在CCAR-145部中的条款顺序列出。现简要介绍如下：

各个要素方框的括号中标注了该要素所属的“人、机、料、法、环”中的最主要属性，如10-“培训大纲和人员技术档案”，因为培训大纲是维修单位人员培训的指导性文件，具备“法”的属性，但因其目的是培训合格的维修单位人员，同时又与“人员技术档案”（不属于“法”，属于“人”的属性）同列在一起，因此将其归属于“人”的属性范围。因此图2中属于“人”的要素共2个，分别是编号9、10；“机”编号是5；“料”编号是6；“环”编号是4，其余10个均为“法”

各个要素方框与生产控制、工程技术、质量系统3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。逐一说明如下：

1）维修单位变更

规定维修单位主要要素变更后向局方报告的内容和程序，属性为法，输出系统为质量系统，输入系统为生产控制系统。

来自于11维修单位手册的箭头表明此管理要素需在维修单位手册中规定（下同）。

2）外委

规定维修单位对一些专业性较强的（维修单位通常不从事）的工作转包给有能力的单位要求和程序，属性为法，输出系统是生产控制系统，输入系统是质量系统和工程技术系统，其输入要素关系来自于11维修单位手册和7工卡/维修依据文件的箭头，表明外委工作既要满足质量系统维修单位手册的要求，又要满足工程技术系统的来自于工程技术系统的工卡和维修依据文件的要求。

3）维修工作类别/维修项目类别

规定维修单位对从事维修工作项目、种类的管理要求和程序，属性为法，输出系统为生产控制系统，输入系统是质量系统和工程技术系统。输入要素关系来源同外委。

4）厂房设施

规定维修单位对办公场所，维修场所、环境的要求和保持程序，属性为环，输出系统为生产控制系统，输入系统是质量系统和工程技术系统。输入关系来源同外委。

5）工具设备

规定维修单位对工具设备的要求和保持程序。属性为机，输出系统为生产控制系统，输入系统是质量系统和工程技术系统。输入要素关系来源同外委。

6）器材

规定维修单位对航材、工作材料的要求和保持程序，属性为料，输出系统为生产控制系统，输入系统是质量系统和工程技术系统。输入要素关系来源同外委。

7）工卡/维修依据文件

规定维修单位对工卡和维修依据文件的要求和保持程序，属性为法，输出系统为生产控制系统，输入系统是质量系统和工程技术系统，输入要素关系来自于 8B 适航性资料技术类和 11 维修单位手册的两个箭头，输出要素关系发出到前述 2）到 6）的要素，以及要素 10 培训大纲的两个箭头，表明 7 工卡和维修依据文件是前述 2）到 6）要素依据，也是维修单位人员培训的依据。

8）适航性资料

适航性资料分为质量类（8A）和技术类（8B）两类，规定维修单位对来自于局方法律法规、航空器/部件厂家手册、客户维修要求的识别、转换和落实的要求和程序，属性为法，输入系统分别为质量系统和工程技术系统，输出系统为生产控制系统。输出要素关系分别为发出到 7 工卡和维修依据文件（8B）和 11 维修单位手册（8A）的箭头。

9）人员

规定对维修单位人员资格、授权、职责和权力的要求和程序，属性为人，输出系统为生产控制系统，输入系统是质量（培训）系统。输入要素关系来自于 10 培训大纲和人员技术档案和 11 维修单位手册的双箭头，输出要素关系通过 11 维修单位手册间接发出到各个管理要素，表明人员需按维修单位手册规定执行各项工作和任务。

10）培训大纲和人员技术档案

规定维修单位人员培训和技术档案的要求和程序，属性为人，输出系统是生产控制系统，输入系统是质量（培训）系统和工程技术系统，输入要素关系分别来自于 7 工卡和维修依据文件（8B）和 11 维修单位手册（8A）的箭头，输出要素关系发出到 9 人员。

11）维修单位手册

描述维修单位各个管理要素的情况（手册）以及如何落实这些要素的程序的汇总，属性为法，输出系统主要为生产控制系统，输入系统为质量系统，输入要素关系来自于 8A 适航性资料管理类，输出要素关系发出到 1-15 所有管理要素，以及 A-F 最高管理层和全部系统（图中有单独方框标出），需要说明的时，同 7 工卡/维修依据文件一样，到 10 培训大纲箭头，表明所有人员均需经过维修单位手册培训。

12）维修工作准则

规定维修人员执行维修工作时如何确认各个管理要素依法落实的要求和程序，属性为法，输出系统为生产控制系统，输入系统为质量系统，输入要素关系来自于 11 维修单位手册，输出要素关系通过 11 维修单位手册间接发送到 9 人员。

13）维修记录

规定维修单位维修工作记录的种类、样式、发布、填写、归档、保存的要求和程序，属性为法，输出系统为质量系统，输入系统为生产控制系统，输入要素关系为来自于生产控制系统的箭头，输出要素关系未画出，表明质量系统负责维修记录存档和提交客户。

14）维修放行证明

规定维修单位维修放行证明的种类、格式、填写和放行原则的要求程序，属性维修为

法，输出系统为质量系统，输入系统为生产控制系统，输入要素关系为来自于生产控制系统的箭头，输出要素关系未画出，表明质量系统负责维修放行证明签署、存档和提交客户。

15）缺陷和不适航报告

规定维修单位在维修过程中发现产品重大缺陷报告局方的要求和程序，属性为法，输出系统为质量系统，输入系统为生产控制系统，输入要素关系为来自于生产控制系统的箭头，输出要素关系未画出，表明质量系统负责缺陷和不适航报告提交给局方。

4.4 航空营运人的维修管理体系

航空运营人的维修管理体系属于航空器运输经营企业运行管理体系的一部分，CCAR-121 部《大型飞机公共航空运输承运人合格审定规则》、CCAR-135 部《小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则》及其咨询通告规定了航空运营人的维修管理体系。本节主要介绍 CCAR-121 部的维修管理体系。

典型的 CCAR-121 部航空运营人的维修管理体系，如图 2-4-5 所示。

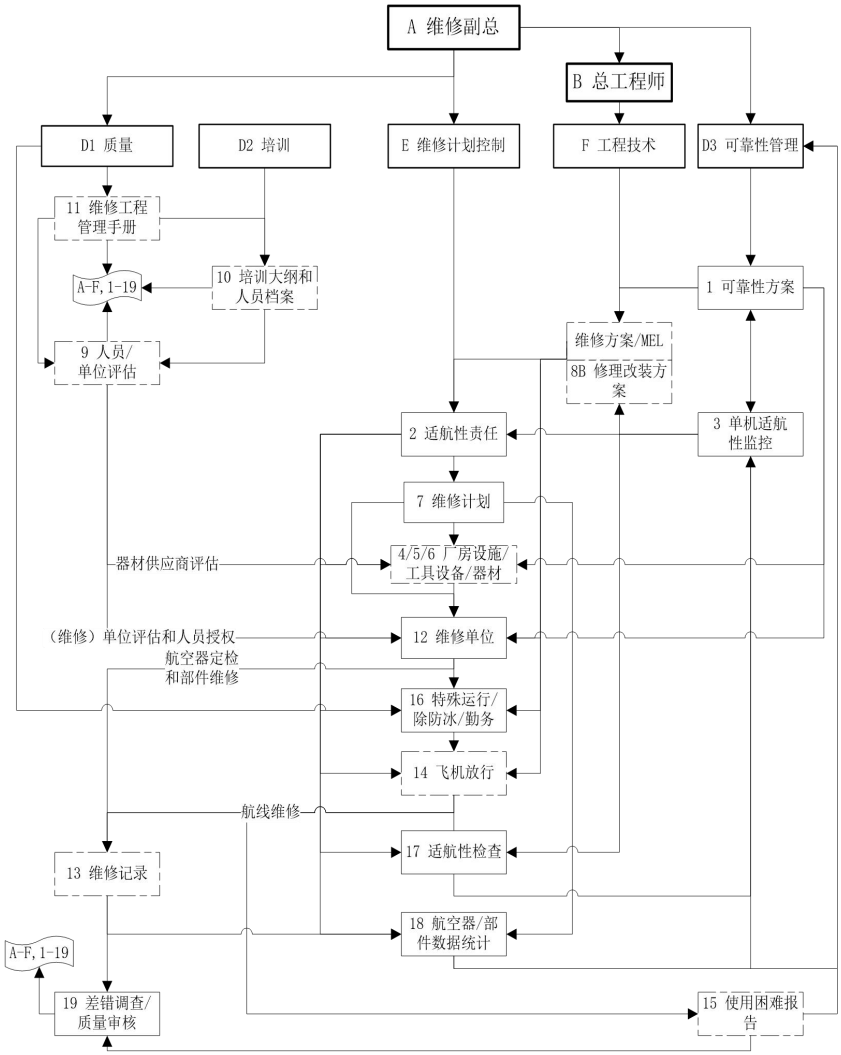


图 2-4-5 典型航空运营人的维修管理体系。

图中，为了便于说明，给各框中加上编号。A 维修副总、总工程师，B 是航空运营人维修管理体系的管理层，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、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（因其管理标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，质量管理系统编号为 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 和维修单位 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。

图中，编号 1-19 共 19 个管理要素来自于 CCAR-121 部及其 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，编号逐一对应。现将管理要素逐一说明如下：

1) 可靠性方案（CCAR-121.368 条）

规定航空器及其部件持续满足适航性要求的组织机构、管理性要求和工作程序。输入要素关系分别来自于可靠性管理系统，输出系统分别是工程技术系统和维修计划控制系统。输入关系分别来自于可靠性管理（D3）和 3 单机适航性监控方框的箭头，以及 9 培训大纲和人员技术档案、11 维修工程管理手册、10 人员/单位评估（因版面原因，未在图中画出连线和箭头，以下所有管理要素相同）；输出要素关系发出到 8B 维修方案/MEL/修理改装方案的组合方框（简称 8B 组合方框）（机队共性适航性问题）；以及通过 3 单机适航性监控发出到 8B 组合方框（单机适航性问题）、2 适航性责任（AD/SB、改装等持续适航要求）、17 适航性检查（法律适航性）方框，还有发出到 6 器材（采购部件可靠性）、12 维修单位（针对航空器维修和部件维修可靠性调查）的方框。

2) 适航性责任（CCAR-121.363 条）

规定航空器使用（运行）和维修持续适航性落实的管理原则。输出系统为维修计划控制系统，输入系统为工程技术系统和可靠性管理系统。输入要素关系来自于维修计划控制系统方框(E)、8B 组合方框和 3 单机适航性监控，表明维修计划控制工作要遵照工程技术系统的适航性资料和可靠性管理系统的持续监控管理；输出要素关系发出到 6 器材、7 维修计划、12 维修单位、16 特殊运行/除防冰/勤务、14 飞机放行、17 适航性检查和 18 航空器/部件数据统计。

3) 单机适航性监控（CCAR-121.366/371 条）

规定识别和监控管理航空器持续适航性是否落实的要求和程序。输入系统是维修计划系统和可靠性管理系统，输出系统是维修计划控制系统和工程技术系统，构成了管理闭环。输入要素关系来自于 1 可靠性方案、17 适航性检查、16 航空器/部件数据统计；输出要素

关系发出到 8B 组合方框（单机适航性问题）、2 适航性责任（AD/SB、改装等持续适航要求）、17 适航性检查（法律适航性）方框。

4) 厂房设施（CCAR-121.365 条）

规定确保厂房设施用于航空器维修（除防冰/勤务）单位的要求和提供程序。输出系统是维修计划控制系统，输入系统是质量系统（图中未直接画出）。输入要素关系来自于 7 维修计划；输出要素关系发出到 12 维修单位。

5) 工具设备（CCAR-121.365 条）

规定确保工具设备用于航空器维修（除防冰/勤务）单位的要求和提供程序。输出系统是维修计划控制系统，输入系统是质量系统（图中未直接画出）。输入要素关系来自于 7 维修计划；输出要素发出到 12 维修单位。

6) 器材（CCAR-121.366/371 条）

规定以及提供合格器材用于航空器维修（除防冰/勤务）的要求和程序。输出系统是维修计划控制系统，输入系统是质量系统和可靠性管理系统。输入要素关系来自于来自于 2 适航性性责任（针对器材）、7 维修计划、9 人员/单位评估（器材供应商评估）、1 可靠性方案（采购器材可靠性调查）；输出要素关系发出到 12 维修（除防冰/勤务）单位。

7) 维修计划（CCAR-121.366/371 条）

规定航空器维修计划和部件维修计划的制定和落实的要求和程序。输出系统是维修计划控制系统，输入系统是工程技术系统和可靠性管理系统。输入要素关系来自于 2 适航性责任（8B 组合方框工作落实）；输出要素关系发出到 4/5/6 厂房设施/工具设备/器材、12 维修单位和 18 航空器/部件数据统计。

8) 维修方案/MEL（放行标准）

修理改装方案（CCAR-121.363/366/367/371/373 条），规定识别局方、航空器厂家和航空运营人航空器维修和放行要求并编制、提供满足其要求的技术文件（维修工标准）的原则和程序。输入系统是可靠性管理系统，输出系统是维修计划控制系统。输入要素关系来自于工程技术系统方框（F）、1 可靠性方案（机队共性适航性问题）、3 单机适航性监控（单机适航性问题）；输出要素关系发出到 2 适航性责任、12 维修单位（提供适航性资料）、16 特殊运行/除防冰/勤务、14 飞机放行（提供 MEL）。

9) 人员/单位评估（CCAR-121.366/371 条）

规定对各类人员(包括维修单位航空器放行人员）的评估和授权，以及对各类航空器维修（包括除防冰/勤务(包括外站）、飞机称重、译码、物理化学材料分析）单位、器材（包括航线维护氧气、氮气、电瓶、电池、机轮）供应商/维修单位的审核和批准的要求和程序。输入系统是质量系统，输出系统是包括质量系统和各类单位在内的所有系统。输入要素关系来自于 11 维修工程管理手册、10 人员和培训大纲；输出要素关系发出到 A-F，1-19 维修管理体系内所有岗位和管理要素，以及维修管理体系内外 6 器材（器材供应商评估和批准）、12 维修单位（各类单位：包括飞机放行人员评估、批准和各类单位审核、批准）。

10) 培训大纲和人员档案（CCAR-121.371/372 条）

规定维修管理系统不同岗位人员的培训和人员档案保持的要求和程序。输入系统是质量系统和培训系统，输出系统是包括培训系统岗位、人员在内的维修管理系统所有岗位和

人员。输入要素关系来自于培训大纲（D2）、11 维修工程管理手册；输出要素关系发出到 A-F，1-19 维修管理体系内所有岗位和管理要素，以及 9 人员/单位评估。

11）维修工程管理手册（CCAR-121.362/366）

描述维修管理体系各个管理要素的情况以及如何落实这些要素的程序的汇总。输入系统是质量管理系统（D1），输出系统是包括质量系统岗位、人员在内的维修管理体系的所有岗位、人员、管理要素。输入要素关系来自于质量系统（D1）；输出要素关系发出到 A-F，1-19 维修管理体系内所有岗位和管理要素（描述岗位职责和管理要素落实原则和程序），以及 9 人员/单位评估和 10 培训大纲和人员档案（作为培训和人员、单位评估的依据）。

12）维修单位（CCAR-121.362/365/366/371/379)

规定各类单位（各类航空器维修（包括除防冰/勤务(包括外站）、飞机称重、译码、物理化学材料分析）单位、器材（包括航线维护氧气、氮气、电瓶、电池、机轮）维修单位）落实航空器适航性责任的原则和程序。输入系统是质量系统、培训系统（图中未直接画出）、工程技术系统和可靠性管理系统，输出系统是维修计划控制系统。输入要素关系来自于 9 人员/单位评估（评估、授权/审核、批准）、12 适航性责任、8B 组合方框（接收适航性资料）、1 可靠性方案（针对航空器维修和部件维修可靠性调查），4/5/6 厂房设施/工具设备/器材，7 维修计划；输出要素关系发出到 16 特殊运行/除防冰/勤务和 13 维修记录。

13）维修记录（CCAR-121.380/701 条）

规定可表明航空器持续适航性的维修数据、记录的获取、保存的要求和程序。输入系统是维修计划控制系统，输出系统质量系统。输入要素关系来自于 12 维修单位（航空器定检和部件维修）、14 飞机放行(航线维修)；输出要素关系发出到 18 航空器/部件数据统计、19 差错调查/质量审核。

14）飞机放行（CCAR-121.363/379/701 条）

规定航空器航线维修的适航性责任落实的要求和程序。输入系统为质量系统（图中未画出）、维修计划系统和工程技术系统，输出系统为质量系统，构成了闭环管理。输入要素关系来自于 2 适航性责任、16 特殊运行/除防冰/勤务、8B 组合方框，输出要素关系发出到 13 维修记录和 15 使用困难报告。

15）使用困难报告（CCAR-121.707/708/709/710 条）

规定航空运行和维修过程中出现危及或可能危及飞行安全状况的报告要求和程序；输入系统为生产控制系统，输出系统为可靠性系统。输入要素关系来自于 14 飞机放行；输出要素关系发出到可靠性管理(D3）和 19 差错调查/质量审核。

16）特殊运行/除防冰/勤务（CCAR-121.363 条（b）款/S 章/W 章/649 条，AC121-50,AC121-57）

规定航空器的特殊运行（延程运行和极地运行）、除防冰、勤务工作的落实要求和程序。输出系统是维修计划控制系统，输入系统是工程技术系统和质量系统，输入要素关系来自于质量系统（D1）方框、2 适航性责任、8B 组合方框、12 维修（除防冰/勤务）单位（包括外站），输出要素关系发出到 14 飞机放行和 15 使用困难报告。

17）适航性检查（CCAR-121.H 章/J 章/K 章/375 条）

规定配合局方进行航空器投入运行前和年度检查的规定和程序。输入系统为质量系统（图中未直接画出）和可靠性系统，输出系统维修计划控制系统。输入要素关系来自于 2 适航性责任、3 单机适航性监控；输出要素关系发出到 13 维修记录、2 单机适航性监控，构成闭环管理。

18）航空器/部件数据统计（CCAR-121.366/371 条）

规定航空器和部件的使用及维修情况的获取、统计的信息共享要求和程序。输入系统维修计划控制系统，输出系统可靠性系统。输入要素关系来自于 2 适航性责任、7 维修计划、13 维修记录；输出要素关系发出到 3 单机适航性监控、可靠性管理系统（D3）。

19）差错调查和质量审核（CCAR-121.366/371 条）

规定对航空器和部件维修发生人为差错问题的调查要求和程序，以及对维修管理系统进行内部审核的要求和程序。输入系统为维修计划控制系统和可靠性关系系统，输出系统为质量系统。输入要素关系来自于 13 维修记录和 15 使用困难报告，输出要素关系发出到 A-F，1-19 维修管理体系内所有岗位和管理要素。

以上是 CCAR-121 部航空运营人的维修管理体系介绍，CCAR-135 部航空运营人的管理系统和管理要素与 CCAR-121 部基本类似，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。

4.5 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，如下图 2-4-6 所示。

中国民用航空局内部采取三级管理制度，局属内部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。委任基础层包括各种委任代表和委任单位代表。局属内部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。目前，地区管理局在全国共设 39 个安全监督管理局和 1 个安全运行监督办公室。

中国民用航空局和各地区管理局、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。

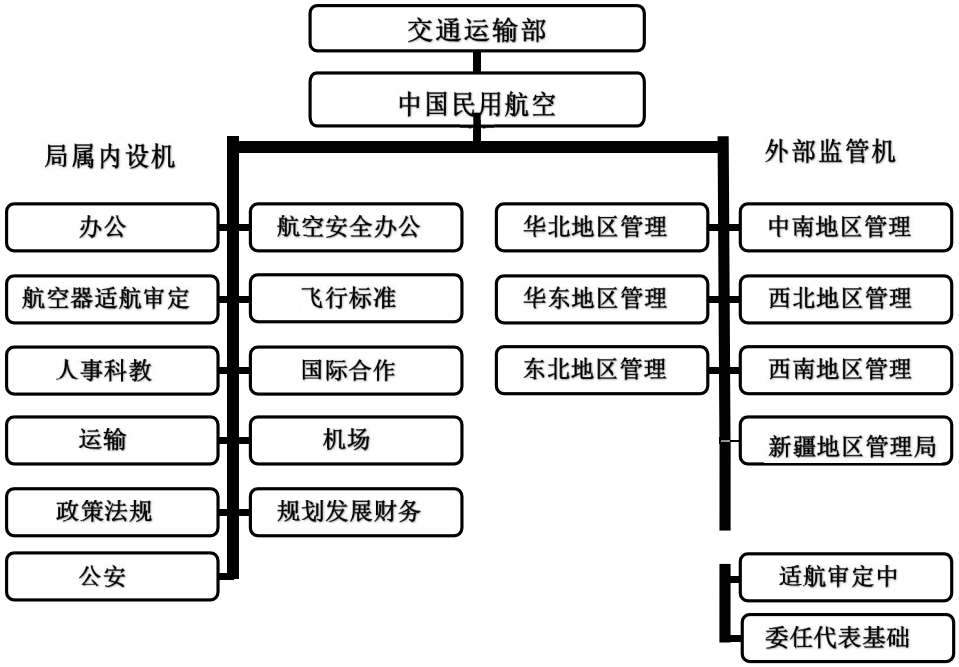


图 2-4-6 民航局组织机构

对于航空器维修行业来说，政府部门按照分工：对航空器颁发适航证，对航空器运营企业颁发运行合格证和运行规范，对航空器/部件维修部门/单位颁发维修许可证，对维修人员颁发维修人员执照（并进行审查、监督检查、行政处罚）四位一体的方式行使航空器适航管理职责。

上述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。

如本章此前所述，航空运营人在进行航空器维修组织和实施过程中，不仅需要遵照持续适航管理规章，并接受相应政府职能部门的监督检查，在涉及与航空器设计制造有关的工作时，还要遵照初始适航规章，并获得适航审定部门的认可或批准。

局方对航空器初始适航管理的组织机构和职责在前面的适航管理中已简要介绍，本节对局方的三层管理机构的飞行标准部门、适航维修部门与适航审定部门对本节维修执照管理体系、维修单位管理体系和航空运营人维修管理体系的职责如下：

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。

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；负责维修人员培训机构的合格审定；负责航空器维修人员的资格管理。

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。

第 5 章 维修中人的因素

5.1 人的因素概述

5.1.1 概述

随着航空设计和制造业的发展，加上新技术的不断应用，飞机的可靠性已得到很大提高，在飞机自身可靠性水平达到相当高的水平且不能在短期获得重大突破的情况下，实现飞机可靠性质的提高是一件十分困难的事情；从某种程度上讲,飞行安全与人的可靠性关系更大。安全和效率是航空界最为关注的两个目标，二者缺一不可，这也是人为因素研究的两个方向，在民航系统引入并深入应用人为因素显得尤为重要，优化航空人员的工作表现，是实现安全和提高效率的可靠保证。

人为因素是一门应用科学，它以人作为研究中心。应用人为因素有利于优化人的行为表现并减少人为差错。人为因素是一门综合学科，体现了行为科学、社会科学、工程学和心理学等的方法和原则。人和与人、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。由于新技术的改进和不断发展，此消彼长，飞机机械原因造成的事故已大大减少，而与人为因素相关的事故在不断地增加。

航空界对航空安全极为关注，如果没有安全，就没有航空业的生存，更何谈航空业的发展。

5.1.2 研究人的因素的必要性

在航空发展初期，由于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 2-5-1 所示。当时，人们主要关注和解决的是飞机自身的性能问题。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。

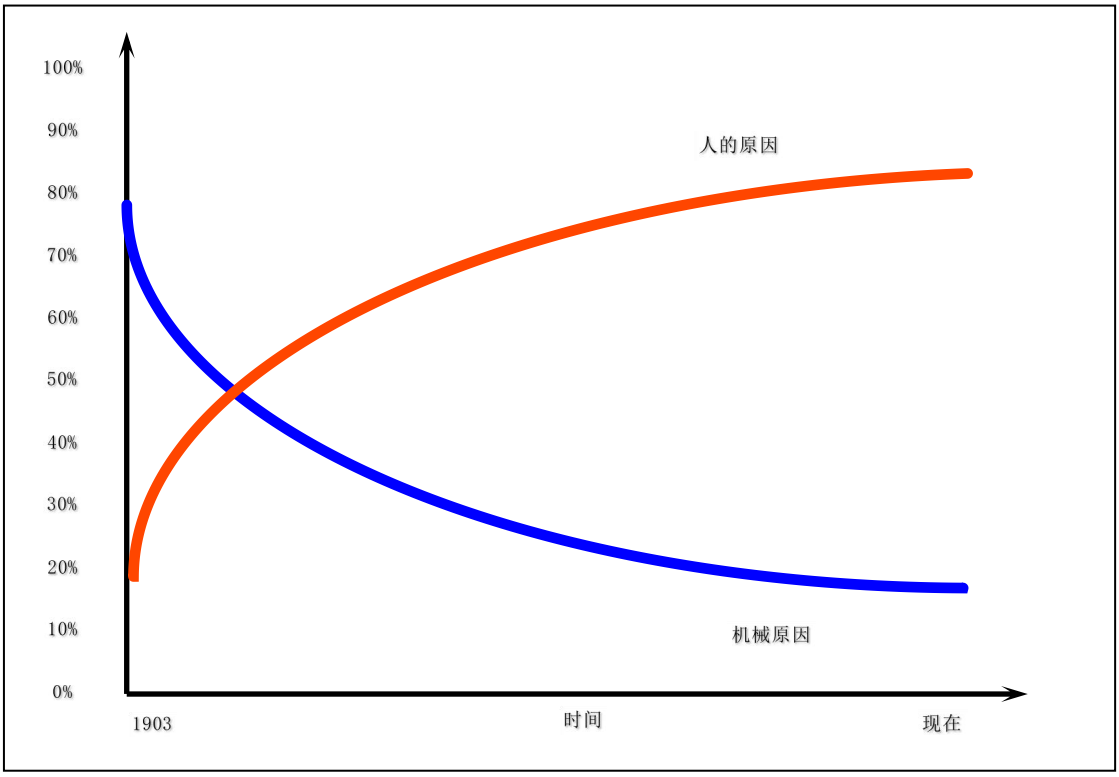


图2-5-1 事故原因分析

20 世纪 70 年代中期，由于航空器安全水平的提高，飞机的机械原因导致事故的比例，从 80%降低到 20%。但是人为差错在先进的设备下仍然出现，并且，这种情况越来越明显(占事故比例的 80%)。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，人的失误会对飞机构成更大的威胁，这使得提高航空安全的关注点逐步转移到人的身上。因此，在航空维修的领域中，研究人的因素显得更加有必要。

1. 人为因素的定义

“人为因素”，通常指与人有关的任何因素。通俗的定义有：人为因素是以人的因素为基本点，通过对事故、设备和环境进行分析，深入研究其与人的生理、心理及行为之间的相互关系，从而找出预防事故、避免人为差错的办法。

国际民航组织将人为因素定义为：人为因素是有关人的科学；关于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，通过系统地应用人的科学，以寻求人的最佳表现。其两个相互关联的目标是安全和效率。

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的边缘科学，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。在人为因素所应用领域包括控制器和显示器的设计、功能分配、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表

现的影响等。

生理学是研究生物体功能的科学。生理学关注的特定领域主要是细胞结构和化学、器官组织机构和功能、身体各部分之间的相互作用、身体系统的功能和要求。在人为因素中应用的领域包括环境系统、饮食和营养、环境因素的影响和要求的确定等。

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。人体测量学关注的特定领域主要是解剖学、生物力学、运动技能学。人体测量学在人为因素的应用领域包括地面支持设备、维修口盖的尺寸、工作站布局（可达性、座椅的调节范围）等。

工程学是将自然科学应用到工业和农业生产部门中去而形成的各学科的总称。如水利工程、机电工程、冶金工程、化学工程、生物工程等。这些学科是应用物理学、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。工程学关注的特定领域主要是结构、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。工程学在人为因素中应用领域包括，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。

医学是研究人类生命过程以及同疾病作斗争的科学体系。医学关注的特定领域主要是各种力量、射线、化学和疾病对人的影响；保持健康和身体状况良好的适当方法。人为因素中医学应用领域包括毒理学、化学、如何保持健康等。

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、发展规律的社会科学。社会学关注的特定领域主要是班组和团队的组成。

统计学是研究搜集、整理和分析大量事物变化和关系的科学。从事人为因素的研究，必须正确分析、研究或归纳调查数据，运用统计学的原理和方法进行数据分析，有助于得出科学客观的结论。

人为因素涉及多学科学术知识，但是，其主要目的是解决现实世界中的实际问题，而不是以学术为中心。

综上所述，民用航空系统中，研究和应用人为因素的主要目的是保障安全和提高效率。

5.1.3 人为因素的 SHEL 模型

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 模型是由模型中各组成部分的第一个字母构成的，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 ，如图 2-5-2 所示。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：

S——软件（Software），即手册程序，包括维修手册、检查单和 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工作方式、管理机构等。

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。

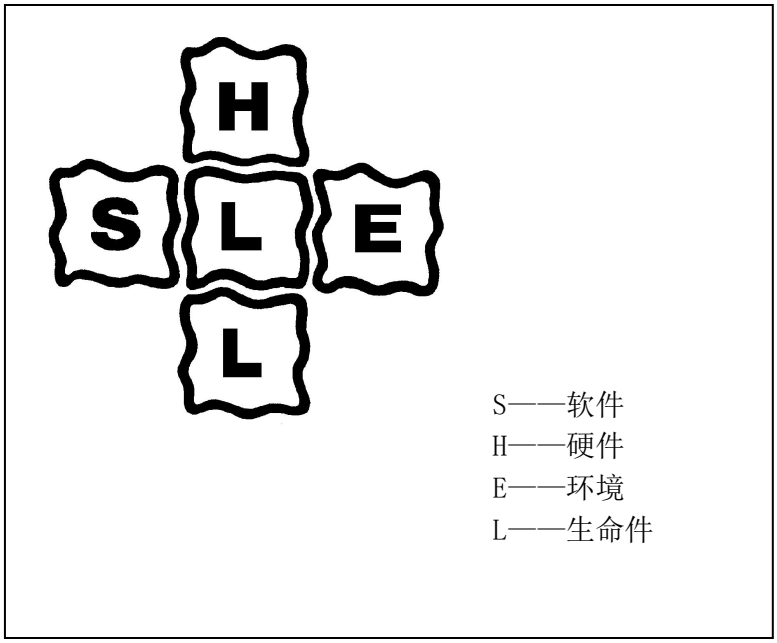


图 2-5-2 Hawkins 修改的 SHEL 模型

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的，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，有必要了解这个 SHEL 模式的“中心”的特点，诸如人体尺寸、外形和人体需求，输入特点，信息处理，输出特点和环境忍耐性等等。

2. SHEL 界面与人不匹配案例

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

人——硬件：是指系统中人与结构体之间的界面，这个界面考虑得最多，例如，座位设计要符合人体特点，显示要符合使用者的视觉和信息处理习惯等。

案例 1：1993 年 4 月 6 日，一架 MD－11 飞机执行北京至洛杉机航班，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映训练，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。旅客亡 2 人，重伤 53 人，轻伤 96 人，机组重伤 7 人。

人——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。

案例 2：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。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。

人——环境：各种自然的、非自然的环境因素将通过人——环境界面与人相互作用。

案例 3：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。所有机上人员都是溺水而死，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。

人——人：在这个界面中，应予以重视的是领导、班组合作、集体工作和个人之间的相互作用。职员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 4：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是非常好，得到了学员的一致好评，认为该教员操作水平高。公司管理层也知道该教员经常反桨着落，但是没有一人去跟他提出异议。

人为因素专注于人和 SHEL 模型其他元素之间的界面，以及从安全角度来看，各元素可能出问题的地方，例如:

人——软件：曲解程序，编写得不实用的手册，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——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——环境：不舒适的工作场地，不适当的机库空间，过高的温度，过大的噪音，照明差。

人——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。

尽管现代飞机已设计成包含有自检和诊断功能，但航空器的维修任务仍然需由人去完成，然而人是有局限性的。由于人处于模型的中心，所有其他方面（软件，硬件和环境）必须设计成适合于发挥人的能力，并注意局限性。如果忽略这两方面，就不能最好地发挥维修人员的能力，从而可能产生失误并危及安全。

随着现代设计和制造业的进步，飞机正变得越来越可靠。虽然我们不能重新设计人类来达到目的，但是能通过提供有效的培训，优化工作程序，完善设备和设施，采用重复检查等预防措施来避免差错和管理差错。学习人为因素的目的就是要帮助在维修工程环境中的所有的人(技术员、工程师、管理人员等)去认识自己和他人行为表现的局限，并能避免、发现和纠正差错或易于出错的行为和习惯。

5.1.4 其他典型的模型

1. 墨菲定律

在民航业界，墨菲定律备受推崇。这个定律揭示，如果做某件事有出现差错的可能，就一定会有人出现差错。（“If there is any way to do it wrong, he'll find it。”）。在维修领域，墨菲定律表现为：如果飞机的部件有可能以错误的方式安装，那么一定会有人以错误的方式安装。

墨菲定律的基本观点是：假设某意外事件在一次实验(活动)中发生的概率为P(P>0)，则在n次实验(活动)中至少一次发生的概率为：

$$Pn= 1-(1-P)^n$$

由此可见，无论概率P多么小(即小概率事件)，当n越来越大时，Pn便越便来越接近1，从而说明意外事件将来必定发生。简单地说，事情如果有变坏的可能，不管这种可能性有多么小，它迟早总会发生。

这符合辩证法和客观规律，一方面承认极限，承认没有绝对的安全；另一方面又认为，承认极限与强调人的主观能动性和进取精神并不矛盾。只要增强忧患意识，重视事前预防，勇于开拓创新，不断从系统上改进安全管理工作，改善安全保障条件，显性和隐性的安全风险就会得以消除和控制。如果除去不可控因素，发生安全事故的概率（P）必将持续降低，发生安全事故的周期（N）一定会越来越长，安全水平一定会逐步提高，社会公众的生命财产安全也就能持续得到保障。

墨菲定律忠告人们：面对人类的自身缺陷，最好还是想得更周到、全面一些，采取多种保险措施，防止偶然发生的人为失误导致灾难和损失。人为差错是客观事物的一部分，但也不是客观世界的全部。

2. 海恩法则

海恩法则，是由德国飞行员帕布斯·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（又可称为不安全事件）。海恩法则可形象绘制成冰山形式，如图2-5-3所示，因此又被称为“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。

对于航空维修行业来说，所有的不安全事件都是重要的，因为这些不安全事件可能是对潜在事故的警告，一旦差错发生在不同的环境下事故就可能发生。因此，所有的维修不安全事件都必须向民航主管部门进行报告。这些数据将用于进行安全趋势分析，以便在必要时采取措施降低差错的可能性或者危险性的行动。

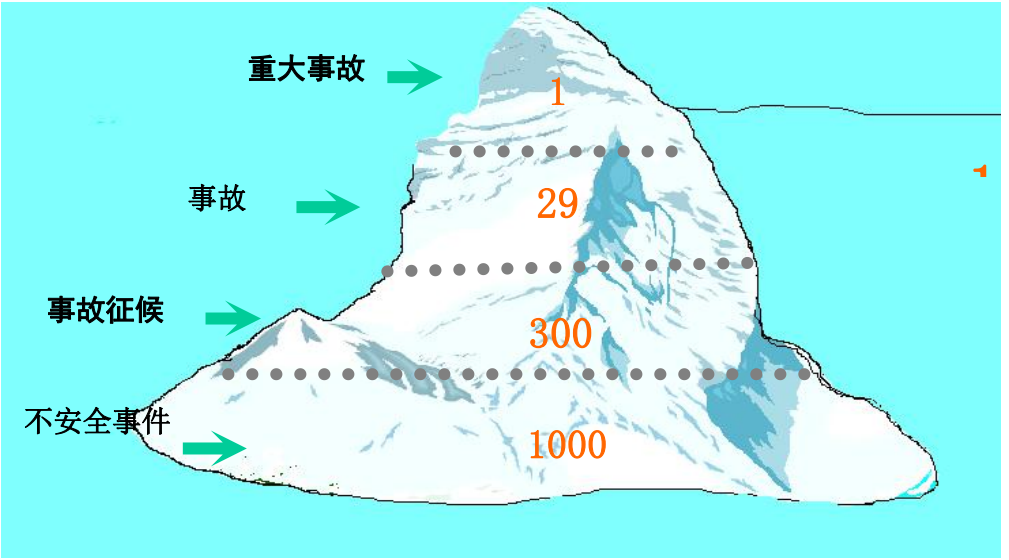


图 2-5-3 海恩法则（差错冰山理论）

航空器维修人员所犯的差错极大的一部分可能当时就被发现并得到了纠正。维修人员可以自己发现差错，同事、组长或者质量控制人员也可以帮助发现差错。在这些情况下，被发现差错的维修人员应当从自己的差错中吸取教训，并由此减少再犯同样差错的可能。航空器维修人员从自己的差错和其他人所犯的差错中吸取教训是非常关键的。这些很有说服力的教训是人为差错积极的一面。

当航空公司的维修系统中出现差错时，通常认为最后一名在航空器上工作的维修人员“有问题”。这名维修人员可能会受到责备。然而，责备维修人员并不一定起到积极的作用，相反，可能导致维修人员不承认自己差错、掩盖差错或者不报告不安全事件。如果差错是由于系统内在的失效或者不足所导致的（例如：不合理的工作程序），那么责备维修人员也是不公平的。

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查的，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，那么每一次事故都可以避免。

3. 事故链理论

航空事故调查表明：大事故极少是由一个原因引起的，而是由许多因素象链一样，把各个环节连接在一起时发生的。要防止事故的发生，只要将链条上的某一环节截断。

案例 5：2007 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，决定使用该发继续飞行。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。事后调查发现从管理到飞行，再到机务环节均一一被击穿，才形成这次人为原因事故征候事件。事件的直接原因是机械员更换滑油滤封圈时没有按工程指令进行正确安装，没有正确安装的背后原因是工程指令没有提供详细的更换步骤，而是要求工作者自行查询手册，工作者图省事未查询手册按照经验错误安装；机组方面，如滑油压力低按照检查单需要立即关车，飞行员没有直接关车的原因是公司对事故征候管控严格，当事机长还是公司飞行部的一名管理人员；公司方面，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，安全压力非常大。但按检查单空中关车本质上还是为了飞行安全，如果强行不关车，反而会造成更大的损失。

案例 5 包含了一系列人为因素问题，形成了一条事故链，如图 2-5-4 所示。如果在管理、维修和机组这些出差错的环节上，建立预防差错的有效措施，使“链条”中的任一环节断开，这些事故征候/事故就可能避免。事故的原因不是单一的，往往涉及许多人，而只要其中任何一个人对异常有反映或提出质疑，就会有不同的结果——打破事故链，从而避免差错，防止事故的发生。

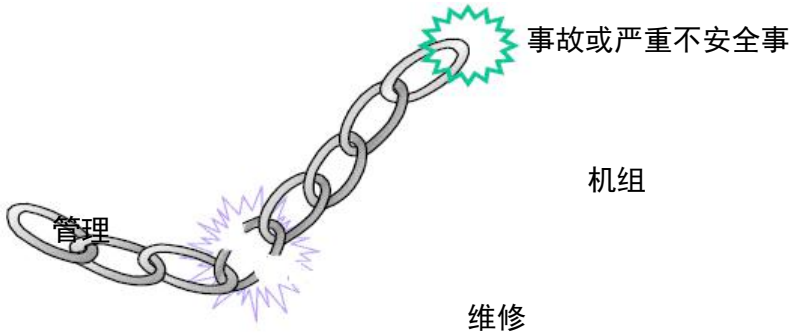


图 2-5-4 事故链理论

4. 圆盘漏洞理论

圆盘漏洞理论，是描述航空事故是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使用最为广泛的一种工具。在圆盘漏洞理论中包含有五个要素，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 2-5-5 所示。

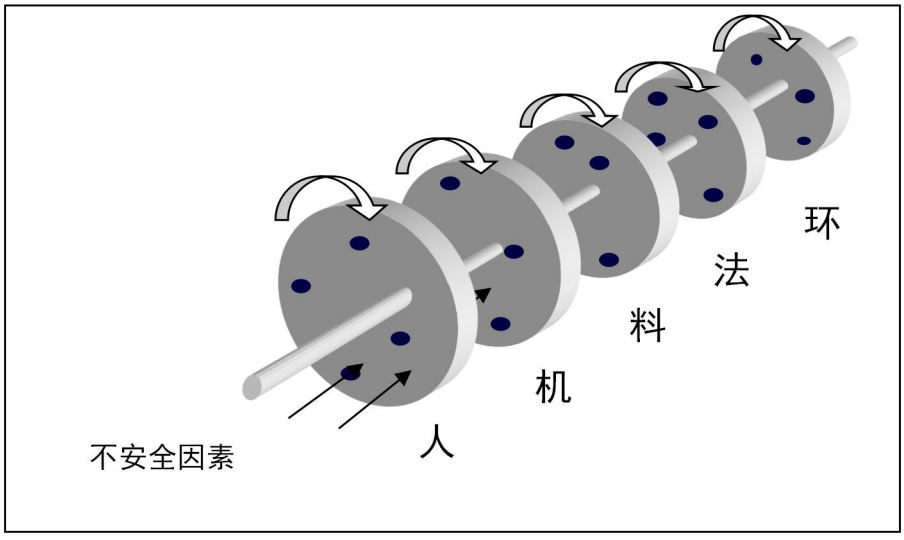


图 2-5-5 安全圆盘漏洞理论

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，规章程序不熟悉，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，如设计有缺陷、维护操作不便等；“料”的漏洞：指航材本身质量有问题；“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。

不安全因素就像一个不间断的光源，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，可降低事故发生的机率，减少事故发生。

5. Reason 模型

1991 年，英国的曼彻斯特大学的 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 2-5-6 所示。

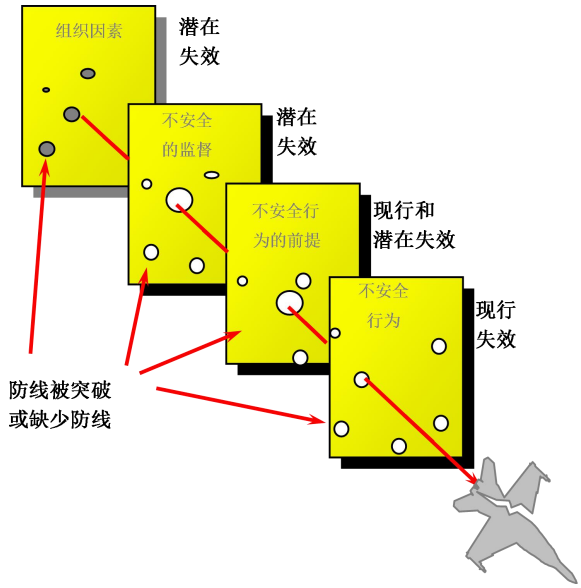


图 2-5-6 Reason 模型原型

航空系统是一个综合的生产系统，这个系统由决策者、生产管理层、一线生产层和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，以达到和平衡与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作业线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。

从系统的高度来看，各个层面的组织活动与事故的最终发生都有关系，在每个层面上都存在漏洞，不安全因素就像一个不间断的光源，刚好能透过所有这些漏洞时，事故就会

发生。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。

6. 马斯洛层次需求

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的最广泛的理论，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，图 2-5-7 描述了马斯洛需要层次的金字塔形结构。

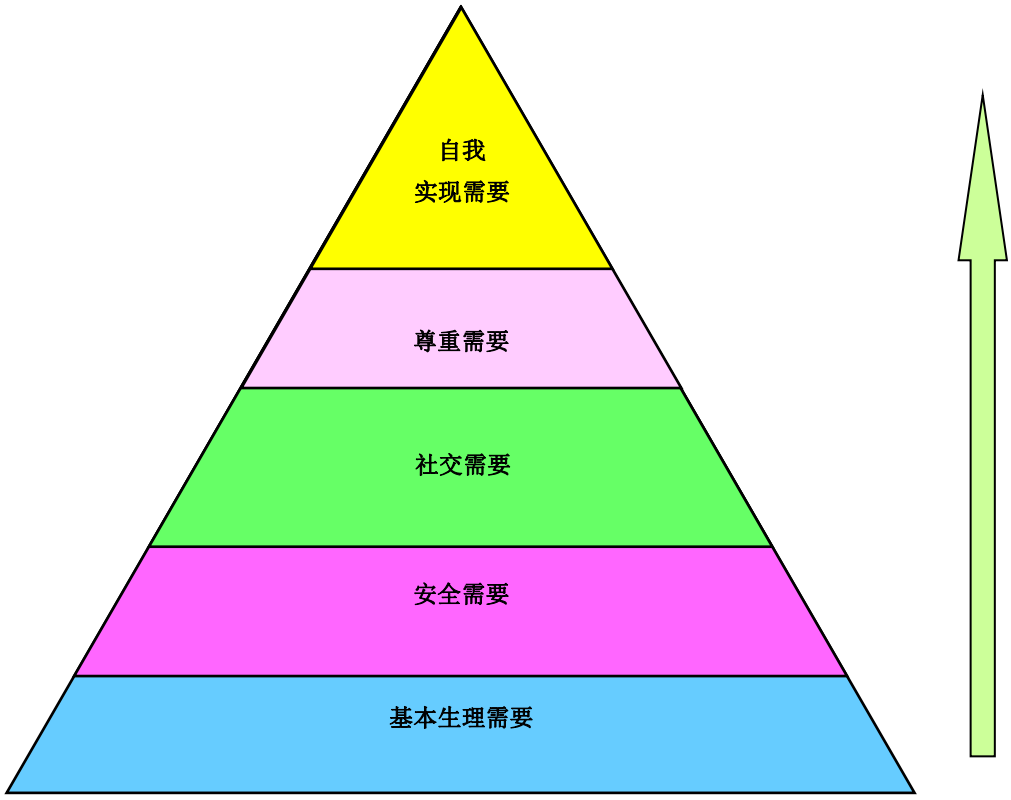


图 2-5-7 马斯洛需要层次的金字塔形结构

基本生理需要是对食物、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，马斯洛认为，整个有机体是一个追求安全的机制，人的感受器官、效应器官、智能和其他能量主要是寻求安全的工具，甚至可以把科学和人生观都看成是满足安全需要的一部分。社交需要是需要友谊和群体的归属感，需要人际交往、友情、相互帮助和信任。尊重需要，马斯洛认为，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称的一切事情的需要。

人的动机是由需要所决定的，在航空器维修中需要将“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；克服困难时无私的合作；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；夸大遇到的问题的难度和后果；遇到问题和困难时缺乏合作；无端的抗拒变化。

5.2 维修差错分析理论

5.2.1 差错模式及理论

人为差错模型可以为我们揭示人为差错发生的规律，不但可用于指导事故原因分析，更可帮助我们在工作中对人为差错进行有效预防与控制。下面运用航空事故理论模型即Reason模型来进行分析。

1. 航空事故发生机理

1）现行失效

不同层面的活动在时间、空间或逻辑上与事故的间隔有近有远。与事故在时间、空间或逻辑间隔上较近的活动对事故发生的影响是直接的、显性的，这些层面上的漏洞被称为现行失效。现行失效通常由一线人员所为，如飞行员或维修人员的疏忽大意、不恰当的处置或故意的违规等。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。

2）潜在失效

潜在失效是指远在事故发生之前所所做出的决定或者所采取的措施而导致的结果，通常产生于决策者、管理当局或生产管理部门。

3）事故机理

Reason模型的重要价值在于：它揭示了事故的发生不仅与和事故直接相关的生产活动（现行失效）有关，还与离事故较远的其他层面的活动和人员有关，这些其它层面的缺陷和漏洞被称为潜在失效。潜在失效多为管理决策缺陷，这些缺陷或漏洞在过去已经存在，一直处于潜伏状态。

系统中各个层面上不可避免地都会存在漏洞，而且这些漏洞并不是一成不变的，某些漏洞可能会闭合，在某些层面新的位置可能会出现新的漏洞。在特定的情况下，当这些漏洞恰巧串成一条线的时候，事故才会发生。从统计的角度来讲，各个层面上的漏洞越多，不安全因素光线被某个层面阻挡而不发生事故的概率就越低，不安全因素光线穿透整个系统各个层面而发生事故的概率就越高。

2. 降低事故概率途径

Reason模型启示，要最大限度地降低事故发生的概率，主要的途径有两种：减少每个

层面上的缺陷或漏洞、增加防御屏障。

3. 减少系统漏洞

在航空发展的历史上，我们曾片面地只认识到一线人员的差错（现行失效）对事故的影响，基于这种认识而采取的措施，主要是惩戒直接当事人，如：维修人员因疏忽大意而将工具遗忘在发动机内，通过惩罚粗心的维修人员，给其他员工更大压力使其更加警觉，确实具有一定的警戒作用，减少了现行失效层面的差错（即漏洞），在一定程度上减少了维修人员的差错，降低了事故率，保证了航空安全。但这种措施只是减少了现行失效层面的漏洞。随着航空业的发展，我们发现，即使实行严格惩戒制度，仍然有类似的疏忽、遗忘等差错不断发生，这促使航空界进行更深入的研究，人的疏忽、遗忘除了和人自身的生理、心理状况有关外，企业的管理还对其有着潜在的影响。若维修人员的疏忽大意主要是由不合理的倒班休息制度导致的疲劳造成的，不合理的倒班休息制度不改变，维修人员类似的疏忽大意导致的事故就会重复发生，此时，对问题深入的研究使我们认识到：不合理的休息制度对事故的影响是深层次的，属于潜在失效。

进一步的研究还发现：不合理的维修人员倒班休息制度是由于维修人员短缺造成的，维修人员短缺是因为该企业维修人员的薪酬水平不具有同行业竞争力，使大量维修人员流失。此时，企业战略决策对事故的影响是更深层次的，也属于潜在失效。显而易见，仅仅认识到现行失效，惩罚差错的当事人，只能在一定程度上降低事故率。若要最大限度地降低事故率，必须挖掘在时间、空间和逻辑上远离事故现场的深层次各个层面上的漏洞，并修复它们，这样才能更彻底地完善系统，降低事故率。

4. 增加防御屏障

Reason 模型还强调了在系统内增加或强化人为差错防御屏障的概念，尤其是深层的防御屏障(如：重复检查、飞行员起飞前的功能测试等)。这些防御屏障的增加将进一步降低不安全光线穿过系统的概率，进一步避免人为差错产生的不良后果，减少事故的发生。但防御屏障并不表示可以完全杜绝事故，当这些防御屏障被削弱（漏洞增多）或突破的时候，人为差错将造成事故。在事故调查的时候通常会发现经常是不止一个人犯下了不止一个错误。而这些差错恰巧结合在一起，差错“防御屏障”又被突破了，才会危及安全。

5.2.2 维护维修工作中的差错类型

当人的行为与客观定义的标准行为发生偏差时，称之为差错。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。近年来统计结果显示：民航约四分之三的事故都是由于人的表现不佳而导致的。研究人为因素的主要目的就是为了提高人的可靠性，预防和控制人为差错的发生。

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，它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) 执行了未赋予的份外职能；

(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，对其进行有针对性的训练等措施，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。

一些差错是由粗心、疏忽或者判断力不佳造成的，而另一些差错是由于设备设计差或人对特殊情况的正常反应引起的。后一种差错可能重复出现，它的发生是可以预计的。

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，而固定的差错遵循某种规律的（然而是错误的）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。如果我们足够了解所完成的任务、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，我们就很可能预见差错。

(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他应该携带的燃油量，他可以转向一个更近的机场降落；但如果他意外地放光了燃油，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。这样的话，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程序也可能导致运行中的问题。这就是所谓的设计引发的差错。

4) 人为差错形式

基本差错包括失误、遗忘和错误三种形式：

(1) 失误

失误可以被认为是没有按照预定或者计划实施的行为，例如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

在工作中因信息追溯或回忆而产生的差错，如机械员给 3 个螺栓中的 2 个磅完力矩后，被叫去干其它工作，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，例如在安装飞机风挡的时候，由于错误的判断，选择了错误的螺栓。

一般来说，失误通常发生在工作执行阶段，遗忘通常发生在记忆阶段，而错误通常发生在计划阶段。

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。捕获差错策略的例子包括：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）

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。容错设计的例子：航空器上装有多套液压系统或多套电气系统（这样，单个人为差错只能引起一个系统故障），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。维修系统容错设计的例子：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。

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，多数违规都来源于把工作做好的真实心愿。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，他们还会为这些习惯找出许多理由。比如抄近路是为了节省时间和体力等。习惯性违规的例子还有：在孔探发动机以后不进行试车（因为“从没有泄漏过”），或者在孔探以后不更换发动机齿轮箱驱动衬垫上的“O”型密封圈（因为“从没有被损坏过”）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。处境违规的例子：在非常紧的时限情况下，按要求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的规定他就不会完成这项工作，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、避免单调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追求最快的速度，这是肆无忌惮地放纵自己争强好胜的本能。这种违规容易导致差错，而且这差错可能导致严重的后果。违规加上差错意味着灾难。

在维修中，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。开玩笑或者提出某种倡议都是这类违规的形式。追求快乐等非工作目标可能成为个人工作的一部分，这对于男性青年来说更有可能。因为挑战极限是他们的一种本能。18 至 25 岁年龄段的男性青年发生道路交通事故死亡的危险性最高，这绝非偶然。

(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。

3. 维修差错

维修差错是航空维修活动中出现的差错，以下定义可以帮助读者界定维修差错的范畴：

维修差错是指在维修活动中，由于维修责任造成的威胁飞行安全，违反适航规章或具有一定直接经济损失的航空器、航空器部件、车辆、设备、设施损坏和人员受伤，但其程度未构成维修事故征候的事件。

1）维修差错的特征有：

（1）必然性

即某项维修工作，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。

（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。

（3）可积性

维修作业中，前一个差错可以诱发后一个差错，后一个差错可以发展前一个差错，即差错可以积累，而且具有跃变和非线性的特征。

（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）维修差错类型

按发生差错的主导原因，可以将维修差错分为 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：

① 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；

② 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。熟练维修人员多发。

（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：

① 发生差错者多为熟练且工作责任心较强的维修人员；

② 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：

① 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；

② 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。其主要特征是：

① 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。

② 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。

5.2.3 差错的征兆

在实际维修中，员工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。

变化就会带来差错的风险。在 SMS 中，有“变化管理”（Change Management）的要求，主要涉及“4M1E”（人、机、料、法、环境）的变化，一旦遇到变化的情况，维修人员就应该警觉。

违章违规就是差错的征兆，甚至直接酿成差错。维修人员在工作中往往有“走捷径”、“图省事”的想法，比如说机械部件涉及的注油、维修工卡手册不带/不看，这也是不负责任的做法。

5.2.4 避免差错及差错管理

1. 维修差错管理原则

差错管理应该遵从以下原则：科学对待差错，打破责备怪圈；系统管理差错，不断改进系统；合理调配资源，关注可管理因素。

（1）科学对待差错，打破责备怪圈

人为差错不是道德问题。它的后果可能是令人感到不快甚至极具破坏性，但他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

当我们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差错），我们通常的反应是奇怪，做出这种有重大安全问题的人是多么愚蠢、不仔细、不计后果。我们自然的倾向是找到操作人员并追究他头脑中的原因（即操作人员想得到这样的结果）和直接避免这种差错行为（即操作人员不会做）的措施。通常是指导有问题的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。理由是差错并不是由于操作人员的大脑独立失灵时发生的，它还与现场因素有关，甚至与组织因素有关。也就是说：差错是在系统中发生的，对待差错要采用系统方案。如果能够理解这些系统因素（组织因素和现场因素）的重要性，就会将大脑出错作为一个整体来思考。

（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管理可管理的事情。

差错管理中最常见的错误是想要竭力控制不可控的因素。与一个差错直接相关的精神状态（例如：急切、分心、遗忘等）是一系列致因因素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、组织机构等要比不可避免的、不可预测的、暂短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，就是说差错的发生很难预测；而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。将这些重复发生的差错类型锁定为解决的目标，是利用有限的资源进行差错管理的最有效方法。

人们普遍认为大部分差错是少数无能的人造成的。若是如此，差错的解决就相对容易了。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。但是不安全行为更经常是由于情景和任务具有差错倾向，而不是由于人有差错倾向所导致的。大量的统计数据表明，严重事故经常是由那些有着丰富工作经验并且长期以来无不良记录的人导致的。

2. 人为因素的“十二条陷阱”

(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地倾听技巧。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。前面章节已经对沟通问题做过较详细的陈述讲解。如图 2-5-8 给出了维修工作中沟通不良的示例。

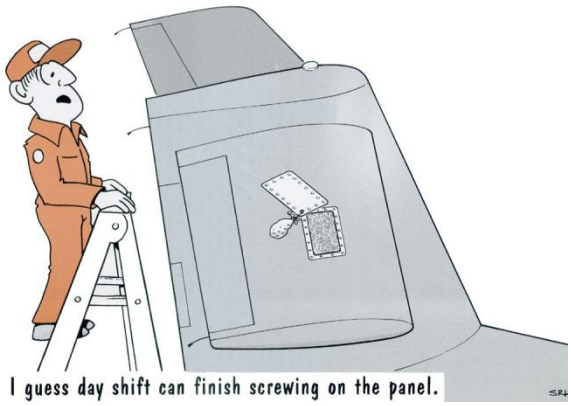


图 2-5-8 沟通不良示例

要把由于缺乏沟通而产生的差错减少到最低，推荐的安全措施如下：

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，不能不假设任何事情；

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、简介的语言，保证阅读的人正确理解。

(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，而不是实际存在的东西。如果这时存在其他的因素，比如疲劳、缺乏资源或压力，那么出错的机会就会变得更大。如图 2-5-9 给出了骄傲自满的示例。

图 2-5-9 骄傲自满示例

要把骄傲自满产生的差错减少到最低，推荐的安全措施如下：

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 2-5-10 给出了缺乏专业知识的示例。

图 2-5-10 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如下：

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) 分心

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，但是如果它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 2-5-11 给出了分心的示例。

图 2-5-11 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如下：

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

缺乏团队合作是团队缺乏为达到共同目标而一起合作。团队合作对于安全高效地完成维修任务是十分重要。前面章节对团队合作的重要性已经做过详细的陈述。如图 2-5-12 给出了缺乏团队合作的示例。

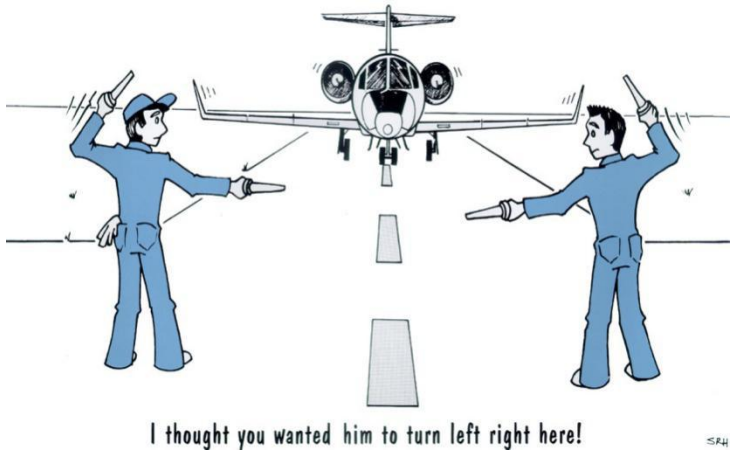


图 2-5-12 缺乏团队合作

要把由于缺乏团队而产生的差错减少到最低，推荐的安全防范措施如下：

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。前面已经对疲劳问题做过较详细的陈述。如图 2-5-13 给出了疲劳的示例。

图 2-5-13 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如下：

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。航空人员总是会遇到在资源不充足的情况下设法勉强地完成工作，这就经常导致了差错和违规。图 2-5-14 给出了资源不足的示例。

图 2-5-14 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，推荐安全防范措施如下：

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

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我们激发去做这项工作的部分动力，这是人的天性。有时时间压力来自我们自己。即使我们有两周时间去完成一项只需两小时的工作，我们通常会拖到最后时间才去做。原因很简单，因为直到最后时间，压力才会变得足够强大，迫使我们去完成工作。你的领导也许会要求“换班前就要完成这项工作”。但是如果规定的时限不合理，而你又没有提出异议，那么更多责任是你而不是你的领导。前面章节已经对时间压力问题做过较详细的讲解。如图 2-5-15 给出了时间压力的示例。

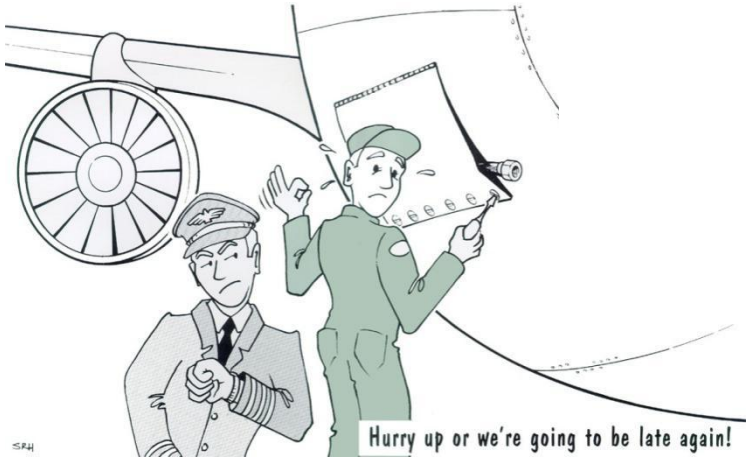


图 2-5-15 时间压力示例

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如下：

① 确定时间压力不是自己引起的；

② 把所担忧的事情清晰的表达出来；

③ 请求额外的帮助；

④ 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。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，行为果断的是最理想的类型，是我们应该努力去达到的。

如图 2-5-16 给出了缺乏主见的示例。

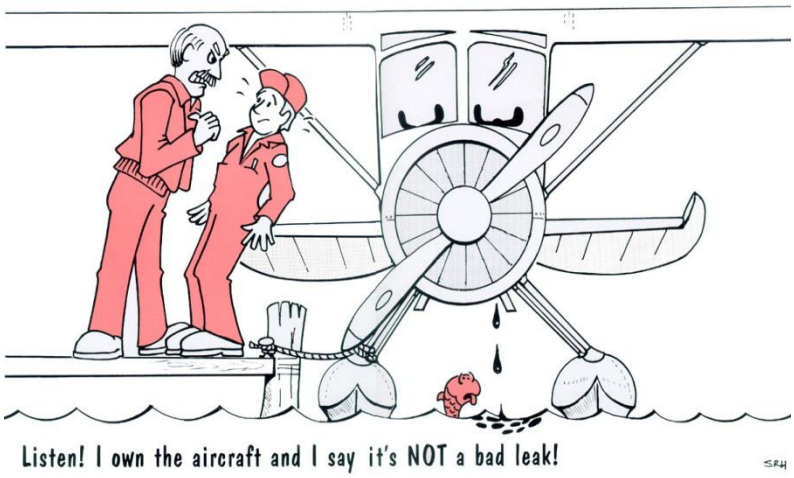


图 2-5-16 缺乏主见示例

要把缺乏主见的差错减少到最低点，推荐的安全防范措施如下：(请添加序号)

明确工作标准，并拒绝在标准上妥协；

如果涉及安全，必须坚持立场；

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；

不是自己的工作，不要签字（维修签字意味者责任，签字比金子还宝贵）。

(10）紧张压力

紧张压力是由于某种压力源而导致的心理上和有时身体上的状态。压力源可能是仅仅短期存在的，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。长期压力的例子包括离婚和人事关系问题。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。你必须妥善处理好。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 2-5-17 给出了紧张压力的示例。

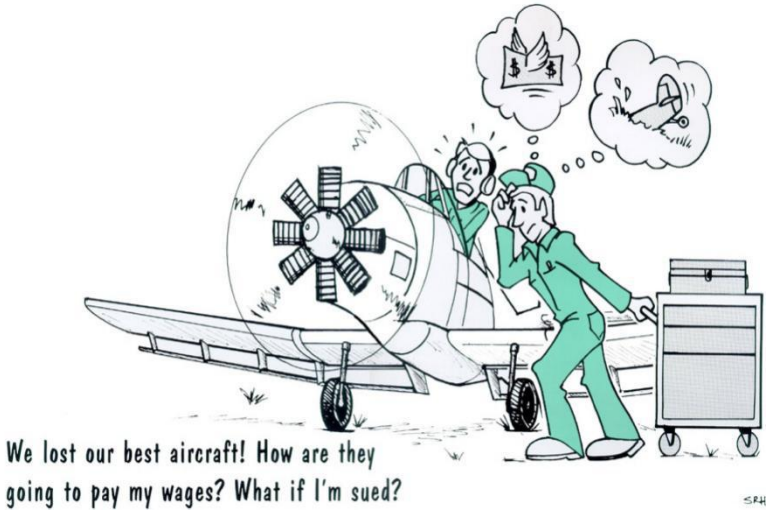


图 2-5-17 紧张压力示例

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如下：

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 2-5-18 给出了缺乏警觉的示例。

All the regulation said was, "Install Where it is Easily Accessible.

图 2-5-18 缺乏警觉示例

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。

（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。有一些惯例是好的，事实上我们也离不开它们。但是有一些惯例会影响我们的工作，并且对我们安全不利。例如：维修人员站在没有围栏的工作梯顶层工作，这种现象很普遍，这就是不良惯例，因为这样做会威胁到个人安全，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。引进新观念和创新可能能够改进工作，但是，这些新观念应该得到评估，并且确保它们是“好的惯例”，然后被有效地传播，让人人从中受益。如图 2-5-19 给出了不良惯例的示例。

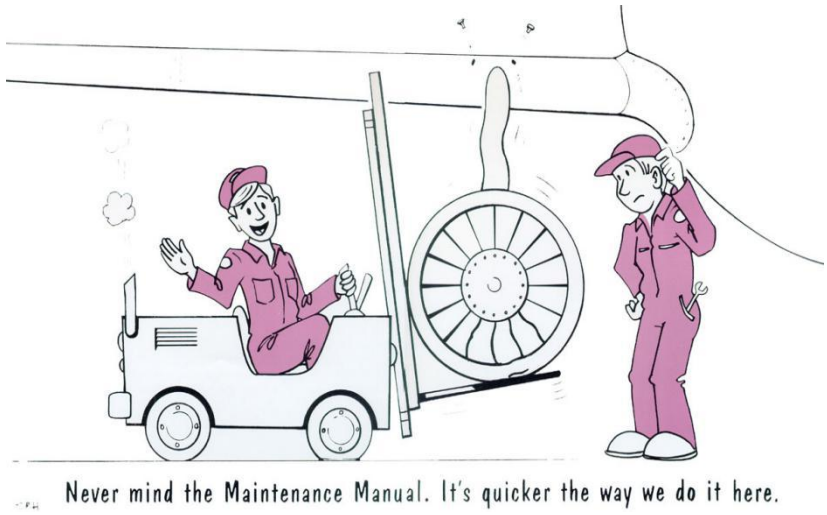


图 2-5-19 不良惯例

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如下：

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，将修订程序并获得批准）实施维修工作。

减少人为差错是每一个人的责任，每一名航空器维修人员都要在自己的工作中尽量仔细并要对差错保持警惕。航空器维修人员基本上都对自己工作的重要性非常清楚，通常都在努力避免损伤和伤害，并保障维修的航空器安全。

5.3 应用APS理论预防维修差错

5.3.1 维修系统运行水平的度量标准

考查一个现代维修系统的运行水平，一般是从五个维度进行度量，分别是维修安全保障能力、维修质量、劳动生产率、维修成本和维修能力。

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附件的检查和维护，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。维修安全保障能力是维修系统的第一要务，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。由于安全是是维修工作的重中之重，所以在上述五个度量标准中，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 是 Arrangement（准备）、Program（程序）和 Standard（标准）的英文首字母缩写。

5.3.2 APS理论的定义和模型

1. APS 理论的定义

APS 理论是在完成维修任务所需生产准备、施工程序和工作标准的运行背景下，以人员、工具和技术相关运行特征为约束，对维修安全实施源头管理和过程控制的维修管理理论。APS 理论研究的核心问题是以维修安全为目标对维修差错进行管控。APS 理论的实施效果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等维度进行综合度量。

运行背景是 APS 理论在方法论上的创新，通过生产准备、施工程序和工作标准三个直接抓手来保证维修安全。国际民航组织对安全的定义是：安全是一种状态，即通过持续的危险识别和风险管理过程，将人员伤害或财产损失的风险降低并保持在可接受的水平或其以下。APS 理论诞生于中国民航维修实践的一线，同样遵循该定义并进一步将维修安全作为自己的精髓。运行特征是 APS 理论的约束条件和内涵要求，指明了 APS 理论的实现路径。源头管理和过程控制是 APS 理论的切入点。度量标准是 APS 理论的考核指标，分成五个维度对维修系统的运行水平进行度量。

2. APS 理论的模型

APS 理论综合体现了系统论、信息论和控制论的主要思想，并且在实践过程中直接使用了系统工程、可靠性工程和 MSG-3 等针对性技术，具备坚实的理论基础。

从系统论角度来看，APS 理论研究的是维修系统在约束条件下的优化问题。这种优化既包括局部优化也包括整体优化。局部优化指的是 APS 理论力图通过生产准备、施工程序和工作标准三个直接抓手来保证工程技术、生产控制、质量和培训等各个业务板块内部的运行优化；整体优化是在局部优化的基础上，打通各种维修业务类型、部门和工作岗位之间的壁垒，使得参与到维修运行中的全部要素实现最优配置。

从信息论角度来看，APS 理论研究的是从信息采集到信息传输再到信息共享的整个过程，它是一个广义的通信系统，涵盖了某项维修任务和维修经验从一处传送到另一处所需的全部设备和人员。APS 理论的信息采集包括维修风险源辨识、风险评估和风险防控措施的制订以及对历史上宝贵维修经验的继承；信息传输指的是通过现代化网络技术将信息采集的数据高效、精准地推送给目标受众，实现“给到的正是所需要的”；

信息共享强调的是先进维修经验在中国民航的泛化，把优秀的维修经验固化下来，将处于不同地域、不同业务板块甚至不同航空公司的维修系统运行水平统一到同一个优秀标准上来。

从控制论角度来看，APS 理论研究的是以维修安全为核心目标值的维修差错控制问题。APS 理论以维修安全为核心目标，以源头管理和过程控制为切入点，对诱发维修差错的各种行为进行约束，实施维修人员、飞机和企业运营绩效的整体闭环控制，使维修系统的运行输出在动态时变环境下保持平衡或稳定状态。基于 APS 理论的维修系统闭环控制框架如图 2-5-20 所示。

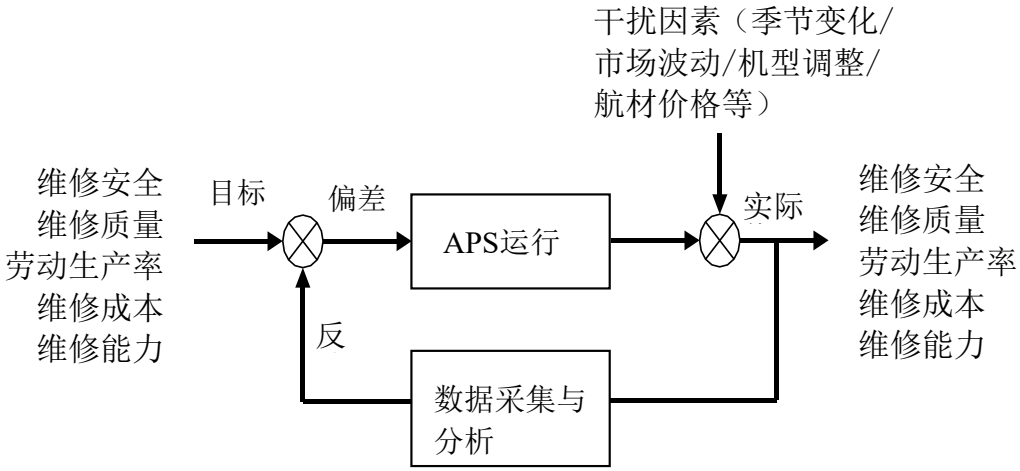


图 2-5-20 基于 APS 理论的维修系统闭环控制

另外，在具体的生产准备、施工程序和工作标准实施方法中，APS 理论使用系统工程技术对某个维修任务的构成要素、信息交换和反馈控制等功能进行分析和设计，使人（Man）、机（Machine）、料（Material）、法（Method）、环（Environment）即 4M1E 协调配合，充分发挥人力、物力的潜力，实现维修组织行为的综合最优化；APS 理论使用可靠性工程技术研究如何预防机载部件故障、故障发生的过程以及故障发生后的修理与保障的普遍规律，其目的是要使机载部件尽可能少发生故障以及故障发生后能通过维修尽快恢复原有的功能；APS 理论还使用 MSG-3 技术研究维修方案以及生产控制的优化，在飞机维修间隔的改变、定检工作包（维修组合）的优化和单个维修项目施工程序的改进等方面都会用到 MSG-3 技术。系统工程、可靠性工程和 MSG-3 等技术为 APS 理论的具体实践提供了直接支撑。

综上所述，APS 理论建构在系统论、信息论和控制论的主要思想之上，直接使用了系统工程、可靠性工程和 MSG-3 等技术，具备坚实的理论基础，并外化成全面生产准备、优化施工程序、规范工作标准三个直接抓手，旨在保障维修安全、提高维修质量和劳动生产率、降低维修成本、拓展维修能力，形成了一套完整的理论体系。

APS 理论体系可采用“正四面体模型”来表达，具体形式如图 2-5-21 所示。

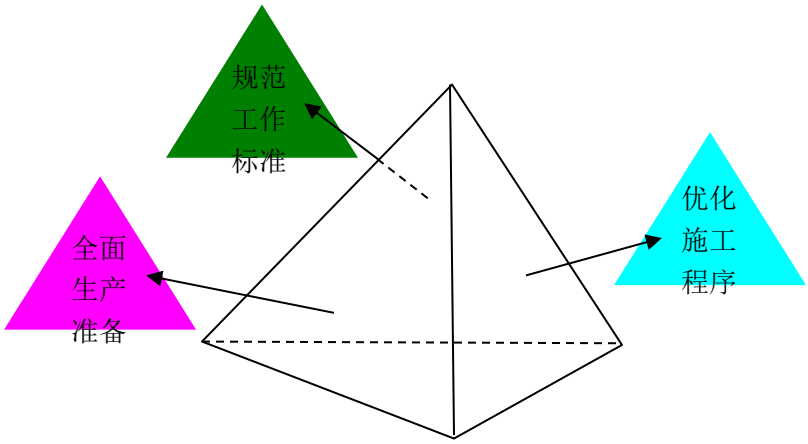


图 2-5-22 APS 理论的正四面体模型外视图

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 2-5-23、2-5-24 所示。

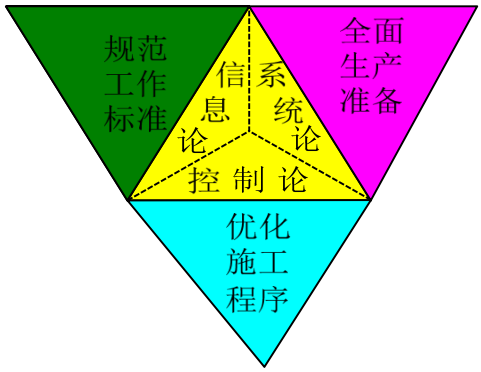


图 2-5-23 APS 理论正四面体模型

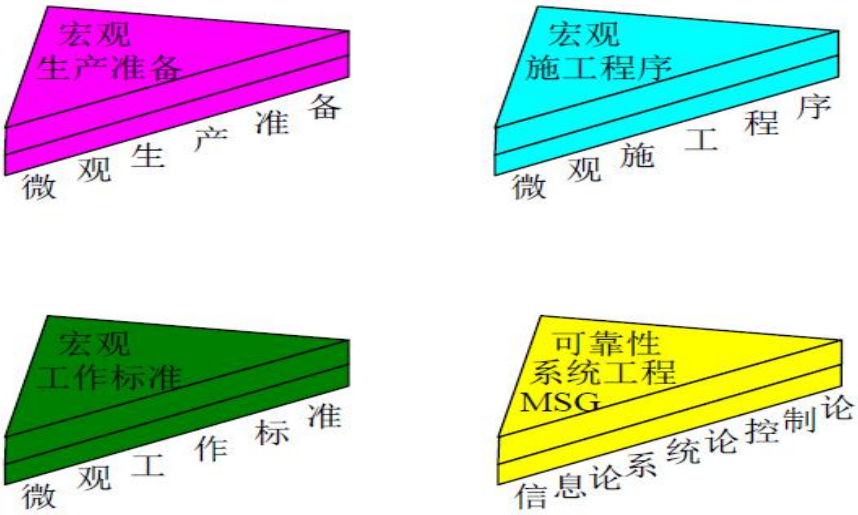


图 2-5-24 APS 理论正四面体模型分层展示

5.3.3 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。

1. 生产有准备

生产有准备，准备要全面。全面生产准备是维修工作的前提，体现在宏观和微观两个层面。

（1）宏观层面。APS 理论中的“A”涵盖下列四个方面内容：

① 航空器的维修计划

② 维修单位生产能力分析

③ 合理的工作分解结构

④ 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识别安全风险和人、机、料、法、环，体现了生产准备工作的全面性。识别安全风险，提前做好 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，具体来讲：

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 风险源辨识是指用感知、判断或归类的方式对现实的和潜在的风险事件或因素进行鉴别的过程，它是后续风险评估和风险防控的前提。APS 理论在微观准备层面特别强调风险源辨识的完备性。

② 风险评估旨在建立一套维修系统安全风险评估的指标体系，在风险源辨识的基础上，具体分析当前维修任务面临的安全状态和隐患情况，建立能够综合反映其属性的技术指标，为后续开展风险防控奠定基础。APS 理论在微观准备层面特别强调风险评估的准确性。

③ 风险防控是在风险评估的基础上，对现实的和潜在的风险事件或因素及时采取针对性的措施加以控制和预防，它是风险管理过程的最终输出环节。APS 理论在微观准备层面特别强调风险防控的有效性。

（3）4M1E

在 4M1E 方面的准备包括：人、机、料、法、环。

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。

③ 料：航材、耗材（机物料）及化工品等。料的准备分为显性和隐形两个方面，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工作进行准备。“料”的准备难点是对非例行项目进行分析和准确预测。

④ 法：技术文件、手册法规、应急程序等。技术文件包括现行维修手册，如 AMM/SRM/IPC/WM/TSM/EO 等；手册法规包括工程手册/修理站手册/质量手册等；在开展一些特殊工作前，如加油、抽油、试车、喷漆等具有消防风险的工作，应进行应急程序的准备。

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。

全面生产准备的特点主要体现在两个方面：第一，流程平顺。良好的生产准备会促进生产过程的平稳、顺畅、可控，降低生产过程中发生不可控事件的概率；第二，资源节约。APS 理论的生产准备过程是在一定资源约束条件下的优化结果，而资源约束条件包括资金、场地、时间等。对于一些使用频次较低且占用大量资金或空间的工具、设备、航材等，可以采取渠道准备替代实物准备。

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。

（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。在机队规模大、机型种类多、执管分散的情况下，同一项维修工作因作业人员文化程度、维修技能水平不同导致操作步骤不尽一致。通过总结归纳系统内的优秀维修经验，编写 APS 化的施工文件，统一规范操作步骤，并推广到全系统，从而实现“一个公司、一个系统、一个标准”，确保维修质量统一保持在高水准。

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。

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，也是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闭环控制架构，而在宏观层面指的就是构建现代维修质量管理体系。

（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。

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。首先使用手册中的明确标准，如系统维护人员的操作标准就是 AMM、ATA20 中的标准程序；修理人员的操作标准就是工艺和航材规范（PMS）等。其次，手册未提供明确标准的操作、施工，则要通过评估、拍摄或数据采集等方式制定出实践标准，如飞机清洁，客舱修理等，此类实践标准是维修单位的宝贵经验；

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。工作有标准重点考虑以下三个方面：一是对于已明确标准的维修工作，如工作单卡、AMM 手册等，需要严格按标准工作；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。

特别指出，应用 APS 理论首先需要对整体工作进行梳理，保持思路清晰，研判风险或需要关注的特别程序，然后进行 APS 三个方面（生产准备、施工程序和工作标准）的审核和完善，再按照“施工→评估→完善后续工作”的闭环路径开展相关工作，促进业务水平不断提高。APS 理论的内容示意参见图 2-5-25。

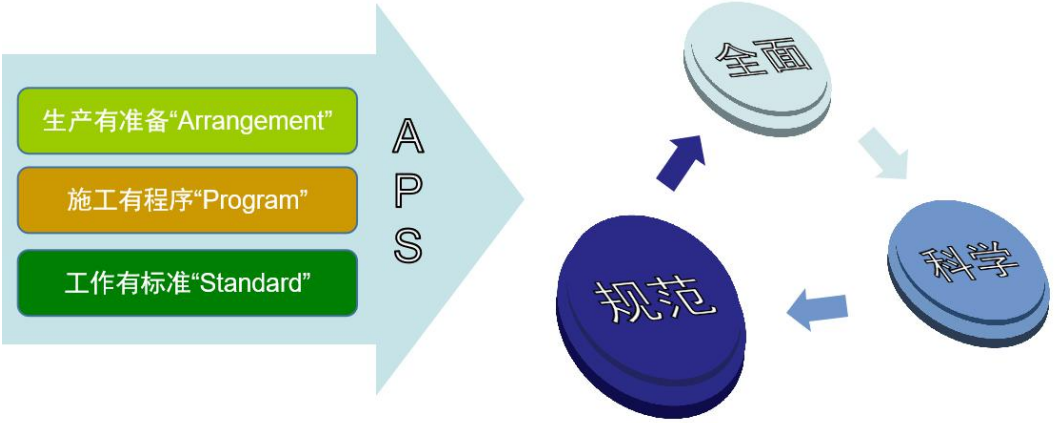


图 2-5-25 APS 理论内容示意图

5.3.4 APS 理论的内涵

站在维修安全的角度，APS 理论呈现出显著的“梯度”特征。概括地说，APS 理论既是一种理念，也是一种模式，还是一套标准。APS 理论通过理念、模式和标准这三个梯度来保证维修安全。需要强调的是，APS 理论最显著的优势是从维修实践中凝炼和总结出来的，通过实践的检验是 APS 理论的天然属性。具体分析如下：

1. 宏观：一种理念

将 APS 理论看作是一套管理策略应用于企业的宏观管理，此时 APS 就是一种理念。

理念强调引领性，APS 理念是着眼于维修系统的全局，通过严格规范行政管理、切实加强工程管理、大力推动科学维修、促进维修平台升级、不断完善基础建设和队伍建设、有效控制维修成本，实现：

（1）保障维修安全

（2）提高维修质量

（3）降低维修成本

（4）塑造优秀文化

APS 理论的核心理念参见图 2-5-26。

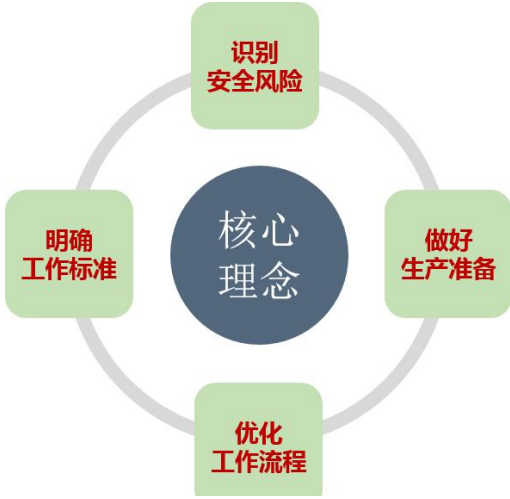


图 2-5-26 APS 理论的核心理念

在 APS 理念指引下，维修系统在做重大决策之前要求把准备工作放在第一步，不做无准备之事；在决策过程中严格程序、规范标准，坚决剔除工作中的盲目性和随意性。

APS 宏观管理的一个重大转变是从结果管理转向过程管理。结果管理的特点是时间短、见效快，但不是治本之策；过程管理的特点虽然是时间较长、见效较慢，其间存在由量变到质变过程，但能够从根本上解决维修安全问题。过程管理注重实施基础性建设，全面涉及工程技术、生产控制、质量和培训等，所以基于 APS 理念，过程管理和源头管理将是整个维修系统宏观管理工作的发展方向。

2. 中观：一种模式

将 APS 理论看作是一套工作方法应用于维修系统的中观管理，此时 APS 就是一种模式。

模式强调先进性，因此，APS 理论中的模式特别注重先进维修技术、方法和手段在维修工作中的运用。

通过在中观层面运行 APS 模式，达成 APS 理论的核心理念：

（1）识别安全风险

（2）做好生产准备

（3）优化工作流程

（4）明确工作标准

3. 微观：一套标准

将 APS 理论看作是一套作业指南应用于一线维修工作的微观管理，此时 APS 就是一套标准。在微观层面，APS 理论聚焦技术与操作，注重的是明确、具体和与时俱进，这一点主要是通过一系列 APS 施工文件来实现。

APS 施工文件是区别于现行工卡的。维修技术文件种类繁多、内容庞杂，一线维修作业人员需要掌握 AMM、CMM、IPC 和 MEL 等，尤其是 AMM 中的标准施工和安全提示。在维修过程中，由于工卡中很多的交叉参考信息，导致工作连续性不佳，工作效率下降，工作者也常常对此抱怨，甚至有些人简化程序，凭经验作业，导致发生差错。所以维修人

员需要有新型的、属于自己的作业指导文件，能够完整地、准确无误地指导工作，也就是说要把技术手册中的防差错措施和积累的维修经验写入作业指导文件中并且以图文并茂的形式呈现出来，这就是“APS 施工文件”。

APS 施工文件不要求固定的实现形式，可以由维修单位根据实际情况采用任意的纸媒、光盘或者电子介质。

进一步扩展来看，局方要求航空公司以 CCAR-121 规章为依据编写工程手册，各维修单位以 CCAR-145 规章为依据编写维修管理手册。工程手册或维修管理手册明确了维修单位各级人员和各个部门的工作职责与适航性责任，以及维修作业中的程序和标准，但这些内容是一线工作者在实际工作中不容易看到的。因此，为了明确在一线维修工作中需要遵守的管理要求和标准，迫切需要建立一套新型的作业指导文件，并把管理手册中的防差错措施也纳入其中。APS 施工文件正是一线工作人员需要的、维修单位需要的、维修行业需要的技术文件。这种技术文件弥补了现有文件体系存在的缺陷，是一线人员实用的作业指南，而且符合国际上的行业发展趋势。

标准强调可操作性，APS 标准是一套指导民航维修实践活动的施工文件，通过微观层面的标准化操作，推动：

(1) 健全安全管理，提高持续安全能力；

(2) 健全生产管理，提高运行保障能力；

(3) 健全质量管理，提高运行可靠水平；

(4) 健全技术管理，提高解决问题能力。

5.3.5 APS 理论的运行特征

1. 运行背景

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”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。

维修从业者都应该明确“生产有准备—施工有程序—工作有标准”是其在服务民航维修工作中应具备的个体特征。

一般的机务维修任务运行生命周期不是 APS 理论的运行背景，而将维修任务运行生命周期中的全部技术和管理要素合理划分之后的生产准备、施工程序、工作标准才是 APS 理论维修管理的运行背景。这彰显了中国民航维修系统的创新精神和系统思维。换句话说，APS 理论体现了对维修管理工作的最新认识，是对既有宝贵维修经验的凝练与升华，是在目前中国民航维修管理现状基础上进行的创新探索，另外，APS 理论并没有增加维修系统和维修人员的额外工作量。在这样的运行背景下，实践 APS 理论，有助于提升维修

系统安全保障能力，有助于维修人员主动的、实践的、系统的增强安全意识、提高业务能力，包括保障航空安全意识、个人服务企业意识以及专业知识技能、终身学习能力、团队沟通协作能力，营造卓越维修人才的成长环境。

APS 理论的运行背景与通用的机务维修任务生命周期运行之间的关系，如图 2-5-27 所示。

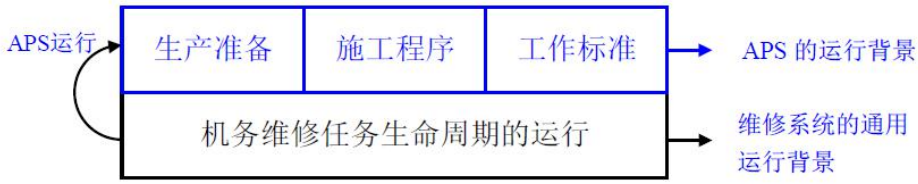


图 2-5-27 APS 理论的运行背景

依据 APS 理论运行特征 1，实施 APS 管理需要思考下列两个主要问题：

一是维修单位的管理目标在多大程度上反映 APS 的原理，即是否将“生产有准备—施工有程序—工作有标准”作为维修管理的运行背景？

二是维修人员的思想意识和技术操作在多大程度上把 APS 理论作为自己维修行为的指导？

2. APS 工具

目前主要推荐下列技术作为实践 APS 理论的辅助工具。

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；

工具二：可视化管理。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；

工具三：6S 管理。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；

工具四：大数据分析。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；

工具五：SDCA 循环，即“标准化、执行、检查、总结”模式。包括所有和改进过程相关的流程更新（标准化），并使其平衡运行，然后检查实施过程，以确保其精确性，最后做出合理分析和调整使得过程能够满足愿望和要求。其目的就是标准化和稳定现有的流程。

3. 一体化推进

一体化推进是一套实施方案，按照“点→线→面→体→文化”链条推动维修系统深度贯彻 APS 理论，使员工掌握 APS 的思考方法，按照“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、某个职能部门日常工作中提升维修质量、提高生产效率的“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。

4. 维修信息化

移动互联技术极大影响了民航维修系统的发展。APS 理论强调引入网络技术，构建统一的维修系统信息化平台，充分体现“互联网+”的时代特征，这一点对于目前的维修工作极具实际意义。

伴随 APS 理论实践的深入开展，需要充分发挥互联网和移动终端等信息化技术的优势，便捷实现维修系统的信息采集、安全提示、远程录入以及后方专家系统对一线维修人员的技术、信息支援等功能；将积累的宝贵维修经验数字化、可视化，实现信息互联互通、经验共享；运用信息化技术缩小不同维修单位之间维修能力的差距，促进不同维修业务板块甚至不同航空公司的协同发展，促进 APS 成果在中国民航内的共享共赢。

依据 APS 运行特征 4，实施 APS 管理需要思考的问题是：目前维修单位的信息化保障能力能否满足 APS 理论在实际运行中的需求？

5. APS 施工文件

某维修单位将生产准备，施工程序和工作标准各环节的关键步骤和核心生产应用转移到智能手机上。以工作者为中心，优化维修流程和相关信息精准推送，让工作者清晰地知道需要做什么，相关飞机的技术、运行状态，移动处理航材相关信息（库存查询/配送查询/签收操作/退库操作），工作现场处理故障开卡/故障处理/工时录入。在需要工作者录入数据的场合，自动获取数据或尽可能采用扫描/拍照方式，最大程度上为工作者提供方便，真正实现“一机在手，工作无忧”。系统功能界面如图 2-5-28 所示。

图 2-5-28 移动系统主页示例

1）例行维护出入卡

通过智能手机，如图 2-5-29 所示，在生产计划部门安排相应工作任务后，工作者可以随时访问移动应用获知自己及整个班组当天的工作任务及工作进度；工作完成后，也可以第一时间输入与此次工作有关的工作内容和工时，极大提高了工作效率，也增加了工时数据的准确性和及时性，实现了“任务精确到人，进度随时掌控”。

图 2-5-29 例行维护出入卡界面

2）故障开卡

移动应用上线后，如图 2-5-30 所示，工作者可以方便地通过手机拍照的方式进行故障描述，反应部件异常信息，工艺组也能更及时地响应，并提供解决方案，实现“故障及时反应，方案迅速提供”。

图 2-5-30 非例行故障开卡界面

3）我的飞机

“我的飞机”模块直接把工作者需要关注的信息全都整合在一起，把所有需要保障的、即将到港的航班信息都推送给工作者，实现“给到的正是所需要的”，功能界面如图 2-5-31 所示。

图 2-5-31 “我的飞机”界面

工作者也可以订制需要关注的飞机。

如图 2-5-32 所示，通过查看关注的飞机列表，方便地查看与此该架飞机有关的工卡（清晰知道工作内容和任务分配）、交接班本内容（重点关注和关键的安全信息）、飞机凹坑图（配合外部检查，快速识别和评估飞机外表缺陷）、排班限制和保留清单（清晰了解飞机缺陷，便于采取针对性检查限动，及与机组进行飞机技术状态交接）。

此外，此模块还提供工时填写、工卡关闭、部件拆装等功能。

图 2-5-32 “关注飞机列表”界面

4）航材申请

通过“航材申请”模块，如图 2-5-33 所示，工作者可以查询航材库存情况并完成申请工作。航材仓库收到配送申请后，安排特定的运输车，定时把航材送到工作者附近区域。工作者可以实时查询配送进度，判断航材何时到达以更好地安排工作。航材送达后，工作者还可以选择整单签收或部分签收，对于没有用完的航材，可以通过应用直接申请退库，实现了“维修无缝提速”。

截止 2018 年 12 月，移动应用功能已经在该维修单位大范围推广使用，系统用户将近 4000 人，约占公司总人数的 80%。目前大修 60%的工卡是通过智能终端进行出入卡。下一步，工作者还将通过移动应用来实现工卡电子签署、手机放行、故障保修和客户订制服务等功能，促进维修信息化水平再上新台阶。

图 2-5-33 航材申请界面

6. 运行评估

运行评估是一个对照 APS 理论前述规定的 4 条特征来评价一个维修单位，并以持续改进为目的，向一线维修人员、职能部门、管理者以及利益相关者提供反馈的过程。按照维修安全保障能力、维修质量、劳动生产率、维修成本和维修能力这五个度量标准来全面评价 APS 理论在某一个维修单位的运行质量。

运行特征 5 讨论的是通过收集数据来判断基于 APS 理论的维修管理结果是否达到了预期目标；APS 施工文件是否被有效地执行；是否合理地利用了资源；是否改进了维修单位整体运行绩效，是对 APS 实施进展情况和是否达到既定目标进行的一个总体判断。

运行评估的关键作用是确定 APS 理论实施的效果和达到预期目标的效率。评估过程所收集的数据可用于持续改善 APS 运行。

APS 运行评估的依据包括收集整理可靠性数据、各维修业务板块的总结报告、对客户的访谈、外部（局方）评审报告以及对一线维修人员的跟踪研究/抽样调查数据等。评估结果可由部门主管/责任经理定期向一线维修员工、职能部门以及利益相关者通报，这种反馈是不断更新和完善 APS 理论的必要手段。

5.3.6 全面生产准备的实施方法

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（18 月计划）、中期计划（半年）及短期计划（五周）三种，分别以每季度、每月、每周更新一次。

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；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。

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、起落架或其它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。

在满足维修安全要求的前提下，维修计划将尽量满足航班计划的需求。同时，航班计划也应根据维修计划的变化及时做出调整。

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的管理者，几乎每天都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是没有施工工作区域等原因难以完成生产任务的现象。双方争执时有发生，有时甚至影响生产周期或质量，非常不利于生产作业控制。其原因就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。

维修单位如果能够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，能使各级管理者清楚地了解车间、工段乃至专业小组的生产能力，合理分配生产任务；另一方面，能使工作者明白自己应该做的工作量，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，下面分别讨论：

（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。

在航空公司将要引进新机型扩大机队规模或者其它客户的需求增加，维修单位需要增加生产能力时，首先要对现有生产能力进行查定，以便合理设计在新条件下的生产能力。确定查定生产能力时要综合考虑所查定单位当时的维修机型种类、工作者的技能水平、生产作业计划与控制能力、生产效率等因素。由于维修单位在一定的时期内所维修飞机的数量和等级是由众多因素决定的，在许多方面会对查定生产能力具有负面影响，有时是工作者的数量问题，有时是计划安排不周，有时甚至是生产任务量不足引起，在查定时一定要做出正确判断。

（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。

计划生产能力的大小基本上决定了维修单位计划期内的生产规模。定期维修的生产计划应该尽量与计划生产能力相匹配。维修单位在制定生产能力计划时，主要考虑适应市场需求，必要时，利用生产能力的柔性，在一定范围内可以对生产能力做短期调整，以满足市场需求。

（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。它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，计算出本单位在一定时期内，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：A 检等小级别维修与 C 检、D 检等高级别检修的转换；窄体机与宽体机型的转换；空客机型与波音机型转换等，这样的变换和适应性才能体现维修单位的生产柔性。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，并且尽量放宽对机型的限制。目前我国维修系统大部分仍然划分为机械、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，但不应该是固定不变的，它应该是随着维修市场的变化而不断调整的。航空市场的变化直接影响维修市场的需求。为了适应这种变化，维修单位的生产能力也要随之变化，进行必要的调整。

在各个维修单位的日常工作中，由于机库库位、维修台架、测试设备、人员等都已相对固定，短期内难以进行新的投资，即便投资也难以很快形成生产能力。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）利用航材库存和支援车间调节生产能力

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场时间要尽量短，再加上一些意外情况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和支援车间调节生产能力。例如，某维修单位在 A320S 飞机大修（6 年检或 12 年检）过程中，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。为了缩短停场周期，一般采用提前备件的方法。每次大修（6 年检或 12 年检）时先将备件换上，让飞机按时出厂，然后再按计划修理部件进行周转。而襟翼、方向舵、副翼、升降舵等重要的舵面修理深度较浅、周期较短，并且航材价格较高，不宜备件占用库存资金，可以采取离位修理，到时按计划装机。另外还可采用安排支援车间具有机上工作资质的人员在生产线上工作等方式，提高人员利用率。

（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，一般采用临时性措施，可以缓解供需矛盾。在内部可以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，在需要时由这些航空公司补充合适的人员来完成生产任务；在某些测试设备故障时，可以通过签订协议的方法，向其他航空公司租借；如果工作量不是很大时，甚至可以签订长期支援协议，调节生产能力；至于机库问题，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（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。

目前世界上先进的维修单位大都采用按任务和工作区域划分的 WBS，将系统功能测试一类的工作任务，作为一个整体分配给某一工作小组，在同一个工作小组内则不再依据技术专业进行二次专业分工。在同一个区域完成的目视结构检查只由一组人员完成。这样既消除了由于专业分工不清造成的检查漏项，又节省了人力，提高了生产率，还便于进行生产作业控制。维修人员的工种划分也随之大大简化了，除了无损检测、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，由此加强了人员的柔性，大大提高了人工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.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。

安全是维修系统的生命线，是最大的社会效益，是提高经济效益的前提。识别安全风险的直接目标是避免维修差错，创立符合 APS 内涵要求的维修安全文化，最终目标是为社会提供安全可靠的航空运输服务和为提高航空公司的经济效益提供可靠的保障。

APS 理论坚持始终把安全放在首要地位的政策，要求逐步建立起一套全面和标准化的的安全风险识别方法，并写入到 APS 施工文件中（建议放在施工文件的第一部分）。

识别安全风险包括风险源辨识、风险评估和风险防控三个步骤。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的评估，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的识别安全风险的内容并写入 APS 施工文件。

5.3.7 科学施工程序的实施方法

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

优化维修方案是科学施工程序的前置条件，在详细讨维修方案优化方法之前有必要分析一下维修成本，因为它是维修方案优化的主要问题。

飞机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

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。

3）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。

4）利用改变维修间隔对维修方案实施优化

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. 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。

5.3.8 规范工作标准的实施方法

1.宏观层面的规范工作标准

宏观层面的规范工作标准主要指的是构建现代维修质量管理体系。

1）质量管理概述

（1）总纲

维修单位建立质量管理体系，形成文件，加以实施和保持，并持续改进其有效性。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，规定以下方面必需得到控制：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. 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。

具体的，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。下表 2-5-1 以“A320S 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 2-5-1：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。
		对刹车毂进行放气测试或者对快卸接头打保险时应带护目镜。
		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。

4	施工标准	严格按照规定使用化工品，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。
		由于刹车毂较烫，在施工过程中防止烫伤。
5	工作记录	正确签署飞行记录本及时录入 ME 系统

5.4 典型案例分析

在机务维修领域，墨菲定律一直是让人敬畏的规律。别人出错，不吸取教训，自己也同样会出错。

5.4.1 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. 事件基本分类及所占比例

经统计分析，图表 2-5-2 所示，在 473 起事件中，刮碰飞机 199 起，占 42.5%；错误拆装 62 起，占 13.1%；误放滑梯 49 起，占 10.3%；漏拔销子/管套 35 起，占 7.4%；工具丢失 32 起，占 6.7%。上述前五类事件累计占比例达 80%。

表 2-5-2 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/管套	35 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%			

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

经统计，如图 2-5-34 所示，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下：

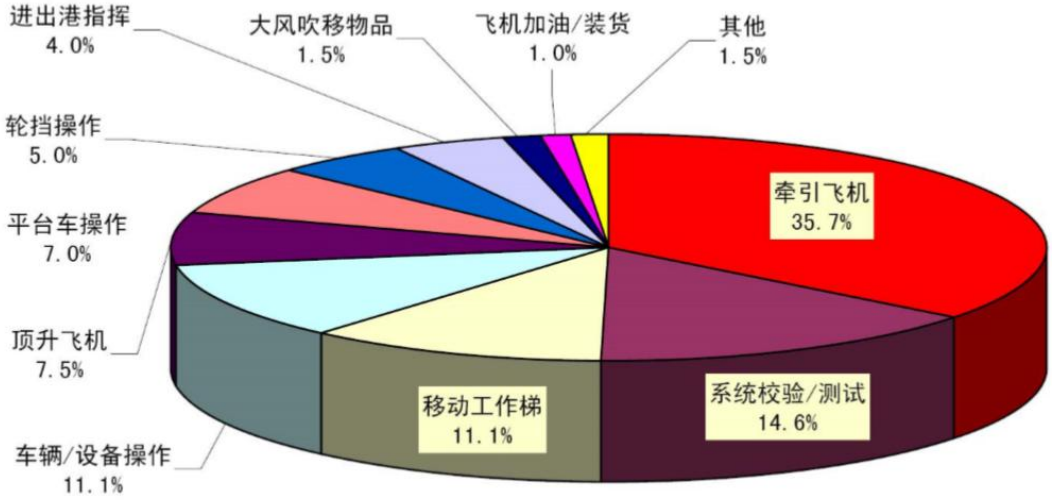


图 2-5-34 刮碰飞机比例

（2）错误拆装典型案例统计与分析

经统计，如表 2-5-3 所示，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下：

表 2-5-3 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

如图 2-5-35 所示，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。

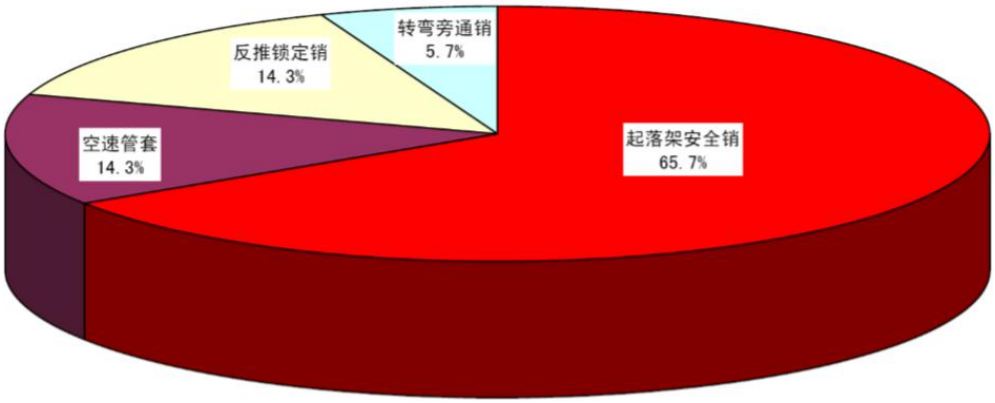


图 2-5-35 漏拔管套/销子统计

（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。

① 丢失工具种类。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%。

② 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。

5.4.2 与人为因素/人为差错有关的事故症侯和事故

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。在起飞时副驾驶作为把杆飞行员，一旦稳定爬升，机长按照营运人的正常运行程序操纵飞机。在这个阶段，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，飞机发出剧烈爆炸声，并且机身充满很浓的烟雾，情况表明，飞机发生了快速释压。驾驶舱风挡爆裂，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，并开始快速下降至飞行高度层。客舱乘务员试图将机长拉回机内，但由于气流效应的阻碍，他们没有成功。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，夜班维修值班经理早早地来到班上，为了赶上办理交接手续和校对本班工作任务。他刚休息了 4 天，这是他在 5 周中的第一个夜班。

值班经理发现任务很重，特别是因为领班和持照的维修人员都不上班。这个值班经理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。

这架飞机已被倒拖入机库，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。这一事故症侯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。

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，油门操纵钢索特氟隆衬套被烤熔将钢索粘结，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 180º。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。

3. Aloha 航空 B737 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 2-5-36 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。

图 2-5-36 B737-200 飞机前机身上半部蒙皮撕裂

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。

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人空调系统，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油路。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 M1L-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。在下一次使用时，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人红油使用。

目前，向油壶内加油由车间机械员完成，加什么油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。航前登机通电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山的区别。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 6 章 维修作风管理

6.1 中国民航机务维修史

6.1.1 机务维修概述

中国民航的机务维修历程，得先从中国航空之父冯如说起。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，是中国民航的先驱者。1906 年，冯如以“壮国体，挽利权”为宗旨，向华侨筹资，开始研制飞机。1909 年 9 月，冯如制成一架试验性飞机。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。民国时期成立的中国航空公司(简称中航)和中央航空公司(简称央航)均设有飞机维修业务。其中，中航能承担公司各机种的飞机、发动机和各种附件的大修以及飞机加改装任务。其中尤以发动机翻修工场规模最大，应推亚洲第一。央航的机务设施除发动机翻修能力较小外，其余均与中航相仿。至 1949 年 11 月 9 日中航和央航在香港宣布起义时，其机务维修队伍已有 1500 余人。参与起义的机务维修人员为新中国成立后的航空维修发展奠定了基础。虽然我国民航维修的起步较晚，但从改革开放以来，航空行业得到飞速发展，飞机维修行业也迅速成长起来，尤其是从 90 年代开始，维修行业逐步走向成熟并不断完善，维修公司不断增加，维修队伍日益壮大，维修能力不断提升，已踏入世界先行列。

随着机型变迁、机队壮大，维修理念、维修方式的不断发展，为了适应航空的发展，在航空维修方面，中国民航维修管理机构和人员都在变化。下面主要介绍新中国成立后的中国民航维修的发展历程。

6.1.2 机务维修队伍的建立

新中国成立后，从 50 年代到 60 年代，我国航空行业开始起步和发展，维修行业从无到有逐步成长，为我国航空维修的发展奠定了坚实基础。

1949 年 11 月 2 日，中共中央政治局决定：为管理民用航空，决定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。从此揭开了中国民航维修发展的新篇章。同年 11 月 9 日，“中航”和“央航”两航在香港宣布起义，共 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，并为民航增加了大批机务技术和业务人员，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，已光荣地载入了航空史册。

1950 年 8 月 1 日，国内航班业务正式开始运营，史称“八一开航”。航空的发展要求

必须要有自己的飞机维修队伍。由于航空器材和油料供应来源匮乏，如果没有维修力量，不仅无法保证飞行安全，也会在很大程度上影响航班的正常飞行。

为此，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，从此中国有了飞机维修行业。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)。两航起义人员发扬刻苦钻研技术和勤奋工作的精神，不到半年时间，共修复国民党留下来的废弃、残缺不全的破旧飞机C-46型飞机14架、C-47型飞机2架。当时维修的主要机型有C-46、C-47型、PBY型水陆两用机、DC-3、DC-4、CV-240型等，共有28架飞机。在这个时期，由于中国民航的飞机都是老旧飞机，在当时的工作条件和技术水平下，维修人员依靠顽强拼博、吃苦耐劳、勇于钻研的优秀维修作风，以保障中国民航机队能飞起来。这是中国机务维修的第一个发展时期。

6.1.3 以苏制飞机维修模式为基础开展维修

1952年5月7日，为统一民航管理，有效的调整民用航空机构与合理的使用人力物力，使民用航空成为空军的后备力量，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，以北京为基地，设有北京飞机维护队，执行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，北京飞机维护组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，维修专业人员不断增加，飞机维修队伍逐步扩大。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，此时的机务，已有能力完成200小时的定检工作；科室下设飞机维护组、内勤修理、航前、航后、电气、仪表、无线电若干组，分别负责飞机维修工作。而有些维修厂，在维护组的下面再将维修人员的专业和分工细化，有50小时以上的维护组，分管外场工作；100小时以上维护组，负责定检维护和换发动机工作；还专门设置了特设组，其中又分为无线电组、仪表组和电气组，负责航前、航后及短停维护工作。

由于两航起义飞过来的飞机主要是美制飞机，因为航材短缺被逐步被淘汰。在上世纪50年代到60年代初，我国陆续购进了一批苏制飞机，从里-2、伊尔-14飞机到伊尔-18、伊尔-62大中型客机，构成了当时中国民航的主要机群，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年又分别引进了一批苏制的大型客机伊尔-18；1961年又从英国维克斯

公司购买了 6 架子爵 843 型飞机，1963 年接收，第一次引进西方国家飞机，结束长期以来只使用苏制飞机的时代，机型也从活塞螺旋桨飞机过渡到涡轮螺旋桨飞机。机务由当时的中苏合资股份公司进行培训，培训了大批技术骨干和业务人员，公司机务人员已经能顺利接受机务工作，并不间断地执行飞机的维修任务。机务维修按照 1959 年民航总局首次颁发《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）开展各项维修工作。

1960 年初，机务科职能发生变化，由执管飞机和管理机务人员，改为由各飞行大队执管，并组建了飞机修理厂。同年 11 月，将中国民用航空局改为民用航空总局，标志着民用航空成为一个独立系统，直接领导地区民用航空管理局的工作。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，飞机维修队伍也有一定的规模，飞机维修工作基本上沿用苏联的 50\B\C\2C\3C\4C\5C\6C\D 检各种等级来维修，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。认为飞机经过使用，机件会产生磨损、老化和裂纹，如果不按时维修，将会产生故障和危及飞行安全。其理论基础就是传统的浴盆曲线可靠性模型，该模型表示每个项目在使用过程中，都要经历早期故障、偶然(随机)故障和耗损故障三个时期。传统的“预防为主”航空维修思想认为，每个项目都具有固定寿命，到使用寿命必须翻修，翻修得越彻底就越安全，维修工作做得越多就越可靠。

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。此时，机务队伍中开展学习空军“夏北浩检查法”，提高飞机维修质量，培养优良维护作风，保证飞行安全。到本年年末，中国民航拥有各类飞机 335 架，至此中国民航机务人数已经过度到具有了一定规模的专业维修队伍。

在 60 年代，中国民航的机队主要是前苏制飞机，维修方式和维修组织，在原苏联维修模式的基础上，经过不断的探索，结合多年有维修经验，维修组织的形式不断改变以之适应，维修能力得到大大的提高，逐步形成了我们自己的维修之路。在这阶段，民航维修的专业分工细致，技术水平得到不断提高，维修机构也逐步完善，并初步建立了规章管理制度，提高维修质量，保障航空安全是重要任务，这是中国机务维修的第二个发展时期。

6.1.4 机务维修逐步与国际接轨

1970 年首批从巴基斯坦引进 4 架二手“三叉戟”1E 型飞机，也是引进首款的涡扇飞机，从此中国民航的运输飞机开始从涡轮螺桨式向涡轮风扇式飞机过渡。1971 年开始，民航引进苏制伊尔-62、安－24 和英制三叉戟，1972 年，订购了 10 架波音 707，73 年 8 月到货。从此，机务人员开始了波音飞机的维修工作。

十年的“文革”浩劫，对机务工作影响具大，极大的削弱了机务队伍、技术能力和工作作风。把航空器材缺乏、飞机、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“文革”结束后，民航业重新回正轨，维修业开始逐步恢复，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。各地的航维厂或机务大队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，进行了新的发展时期。

从 80 年代开始，国家大力支持民航业，中国民航业得到大力发展，大规模引了欧美飞机，机队的型号和数量不断扩大。通过租赁方式引进了 747SP，并相继引进 737-200、A310-200，此时，机队数量增加到 393 架。维修任务重，各修理厂开始整顿和扩建，大力发展生产能力，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。修人员开始维护新机型，尝试着采用新技术、新工艺来维修飞机和发动机。

一段时期以来，中国民航一直实行“定时为主”的维修方式。为了与这种维修方式相对应，当时的维修架构设有外场维护和内场修理相对独立的组织模式，北京管理局下属的负责航线维修的机务大队，负责部附件修理效验的航修厂，负责航材供应的航材处和机务处机关；而负责飞机发动机部附件翻修（高级检修）的民航 101 厂，则直属民航总局管理。各机构职能相对独立，当发现问题时，不能及时有效沟通。这种体制结构的不合理，严重制约着维修方式的改进，影响维修质量的提高。面对这样的现状，越来越多的一线维修管理工程技术人员迫切感受到，中国民航的发展，需要对维修理论再认识，对维修方式大改进和对维修组织大调整。

1980 年 3 月 10 日，国家经委颁发了《全面质量管理暂行办法》，成为全国一切生产活动应遵循的管理原则，当然也涵盖了民航的维修管理。推行新的维修方式和维修组织的变革。

80 年代，我国逐步以欧美制造的新型飞机替代技术较为落后、机型体积小的苏联制造飞机。原来的维修思想与现代维修理论并不相符，由于体制原因，我国航空器维修企业的人员积极性和工作效率不高，技术更新能力弱，导致新型飞机的发动机、机载设备等零部件的深度修理完全依赖于欧美等国，造成我国民航运输业飞机购买和维修均依赖于外国的被动局面。

80 年代中期，民航总局和民航北京管理局组成了体制改革筹备组，经过长时间的酝酿，组织结构方案初步成型，即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，从而实现外场维护、内场修理的合一和生产、技术、航材保证的合一，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，要以确保飞行安全和航班正常为第一要务，以现代飞机设计确立的维修原则为依据，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。

为了适应飞机维修工作的需要，1980 年 6 月，民航局在北京首都机场组建了我国第一个维修基地，是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。是我国民航维修适应当代航空器科技发展、向国际水平靠近的标志，是我国民航维修史上的一件大事。

基地成立后，一方面进行整顿组织机构，另一方面，采取措施改善企业管理，在技术管理方面，加强技术管理基础工作，制定并颁发 6 种机型的维修方案，在工作方面，按系统分工组成了四个维修部：发动机、机身、附件维修部、机械加工部，各部设有 14 个生产车间。实施维修生产的有：组织外场维修，包括有航前、航后、短停及 A、B 级检查的维修大队，担负 C 检和 D 检的飞机维修部，担负发动机修理、单元体检查的发动机维修部，担负附件修理检本的附件维修部，担负零备件制造及表面处理的机械加工部。形成了实行“以可靠性为中心的维修”可行组织形式。

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，这种组织形式尽管还存在某些缺陷，但从发展看，从总体看，还是有生命力的，富有成效的，是实行以可靠性为中心维修理念的可行的组织形式，是维修工作在理论上和组织形式上的一大飞跃。

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，都摒弃了以前的定时维修方法，采用以视情维修、状态监控为主、定时维修为辅的维修方式。新机型对机务维修工作提出了更高的要求，需要我们了解现代飞机的航空技术，学习了新的维修方式和维修理念。

1983 年，中国民用航空局颁发并于次年实施《中国民用航空机务工程条例》，对机务维修工作提出了严格要求，提出了 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。加强机务作风建设，建立强有力的机务维修队伍。

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 年三大航空公司相继成立，各航空公司按先进的维修理论，采用新的维修方式，调整维修组织，民航维修领域统一归口管理，维修单位资源共享，维修业务分工合理，实行标准化维修工作，逐步实现与国际民航维修的接轨，在中国民航发展的进程中，发挥着应有的作用。

在这个时期，中国民航引进了欧美飞机，并学习了新的维修方法，通过全面质量管理进行维修工作；同时，民航企业进行了大规模的改革，维修资源灵活调配，规章管理制度不断完善，保障安全和航班正常作为维修行业的唯一核心任务，适合中国民航的维修道路，从这些方面来考虑，这属于中国机务维修的第三个发展时期。

6.1.5 开创机务维修新纪元

从 90 年代开始，随着我国改革开放政策的进一步实施，逐步开放国内民航运输维修市场，允许外资企业、民营企业等多种经济体进入航空维修领域，中国民航的维修行业得到飞速发展，众多的航空维修企业相继成立。

1989 年 8 月，国航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），使这种组织形式得以完善和深化。接着，1989 年 10 月，广州民航与外资合作，由中国南方航空公司、美国洛克斯德维修公司及香港和记黄浦飞机投资有限公司，共同成立了同类型的广州飞机维修工程公司（GAMECO）。

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 CCAC 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、四川斯奈克瑪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、航新等等公司，实现飞机维修与国际接轨。

中国改革开放以来，新中国的民航全面引入美国和欧洲等先进的民航客机，最早的波音 737-200 飞机率先进入中国，后续陆续引进了波音 737 系列/757/767/ 747/777/787，以及空中客车 A300/310/320/330/350 等机型，同时后续继续引进了巴航工业的 EMB145/190、庞巴迪的 CRJ200 等机型。到后续公务机、通航飞机引进以后，世界上几乎绝大部分飞机制造商的飞机都可以在中国找到他们的身影。截止 2018 年 4 月底的数据显示：中国民航飞机架数为：运输类航空 3,359 架、公务航空 204 架、通用航空 2,175 架，机务从业人员共 11.72 万人，取得维修执照有 44,581 人，维修人员队伍年轻化，平均年龄不到 35 岁。至 2019 年 6 月，民航局批准的境内 145 维修机构共有 524 家，境外维修机构有 434 家，持 CCAC 执照人数已增加到 57,931 人。

近 20 年，随着经济的稳定和发展，通过不断积累维修经验，吸收、创新维修技术，维修企业的维修设施、维修能力得到不断的提高。中国民航运输总量和安全水平都已经进入世界前列，航空维修业飞速发展，并以全面推进高质量发展为目标，未来将是开创了中国民航维修的新纪元。

6.2 维修作风诠释：严谨、专业、诚信

6.2.1 概述

安全是民航业的生命线和基石，飞机维修业是民航运输链条中至关重要的一个环节，维修工作与飞行安全又有着密切的关联，维修工作是保障民航飞行安全和发展的基础性工作。优良的维修作风直接决定维修工作的质量，维修质量关系到安全生产，关系民航安全发展，关系民航强国的建设。作为飞机维修人员，必须严格遵守工作纪律，大力发扬优良作风，夯实“三基”建设，以促进民航安全、高质量发展。只有保证良好的作风，才能保证航空安全。有一句名言“We must remember that these are people, not numbers!”我们飞机维修行业应该始终牢记人命关天的安全底线。

习近平总书记关于工作作风建设作了重要论述，提出了作风建设的八个方面要求：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。同时对作风建设的“三严三实”要求：既严以修身、严以用权、严以律己，又谋事

要实、创业要实、做人要实。要求要认真抓好作风建设，一定要经常抓、深入抓、持久抓。

中国民航不同的发展阶段，维修作风的内涵也不尽相同。历史上，中国民航就是从维修老旧飞机开始起步，以当时的工作条件和技术手段，主要是靠“吃苦耐劳、善于专研”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，保障安全的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行世界前列，更是以全面推进高质量发展为目标，维修行业也初步形成了专业化分工的格局，既要坚持以保障飞行安全为底线，又要兼顾保障航班正常和降低成本的需要，维修作风则需进一步转为以“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。

民航局提出，加强机务维修作风建设，倡导和建立严谨科学、诚信可靠的安全文化。适时地提出加强严谨、专业、诚实的机务维修作风建设，促进机务维修系统形成良好的安全文化和职业道德氛围。

6.2.2 工作作风

所谓作风，就是在自己的思维和活动中表现出来的行动取向和风格特点。作风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之实施，以及向外部世界展示什么样的形象，等等。

作风按类型来分，可分为思想作风、学习作风，工作作风和生活作风。思想作风是一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我们在日常生活中和工作中形成的态度和行为模式。

工作作风是人们在工作中体现出来的行为特点，是贯穿于工作中的一贯风格。作风有很多表现形式，每个人都有自己的作风特点，好的作风表现层出不穷，比如，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。中国古代传统文化就有相关的描述，比如“孙子兵法”要求五德即智、信、仁、勇、严，其中“信”和“严”就是要做到赏罚有信、诚实不欺、办事严肃、认真负责、一丝不苟。现实生活和工作也是这样，有信就有战斗力，大到一个团队小到一个人都要建立“信”，对此《淮南子》曾说：“公而无私，一言而万民齐”，德国著名音乐家理查德.瓦格纳曾有一句耐人寻味的名言：“毁掉自己名誉最不露痕迹的办法，就是不要对自己的承诺负责。”这些都是对团队和个人的作风特点提出的具体要求。

工作作风有两个层面，即精神层面和行为层面。在精神层面中包含了工作态度、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，表现为一个人或一个团体的综合素质，这些都是工作作风的内涵和基础。在行为层面，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，这些是工

作作风的实践状态，也是外在表现。

6.2.3 维修作风重要性

截止目前，中国民航行业取得了运输航空百万小时重大事故率和亿客公里死亡人数双双为“零”的优异成绩，行业安全水平稳居世界的前列，但是安全工作永远在路上，要有时刻清零的心态，既要看到我们取得的成绩，不断总结经验教训，更要正视行业安全发展中存在的主要矛盾和突出问题。当前行业发展需求与安全保障能力不足的矛盾，仍没有得到有效的缓解，安全工作中还存在诸多不平衡和不充分，行业安全发展的基础还不够牢固，虽然取得了一些成绩，但是稳中有险、稳中有忧，问题依然不少。其中有一些是管理原因，有一些是技术原因，而更多的则是工作作风的问题，工作作风已经成为当前安全工作中最突出、最大的隐患，必须引起全行业的高度重视，需要加大力气进行有效治理。

航空维修工作特点，作为一个高风险、高责任的技能密集型行业，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。经常因为人员的疏忽、检查不仔细、不到位，复查的漏洞或者是没有复查工作等，造成人为差错，甚至发生航空事故。

飞机维修工作的性质决定了维修人员维修作风的重要性。作为机务人员，应具备良好的素质，要有严谨的工作态度与高度的责任心，在工作中做到严谨、专业、诚信。始终忠于职守，严格执行规章程序，保证维修质量，严把放行关口，确保飞行安全。

当前，世界民航军转民、电子化、光纤化、网络化、智能化等技术层出不穷，机务维修的模式以及要求也随之相应的改变，但是工作作风的要求不能变，唯有确保良好的工作作风，才能保证航空安全。可以说，扎实的资质、能力、组织是保障航空安全的基础，良好的工作作风是保证航空安全的关键！对于如何开展工作作风建设，民航局要求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。

长期以来，民航维修行业始终坚守安全底线，不断强化“三基”建设，在确保民航持续快速发展的同时，实现了安全态势总体平稳向好。但在快速发展过程中，个别单位和人员依然暴露出工作作风松散的情况，发生了一些社会影响较大、后果较为严重的事件，因此亟需在行业内提升工作作风水平，夯实航空安全基础，制定并印发了《关于印发<中国民航维修人员工作作风建设指导意见>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。

许多民航企事业单位针对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个字作风”、“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：专业、严谨、诚信，专业是基础，严

谨是保障，诚信是底线态度。

6.2.4 维修作风之严谨、专业和诚信

1. 维修作风—严谨

严是指紧密、没有空隙，严肃认真，不放松；严控偏差，严格执行标准和制度；谨是指谨慎、慎重、小心，谨小慎微。严谨是指严密谨慎，严密周到。对待学习和工作的态度严肃，认真负责，一丝不苟，处事有计划、有条理、善始善终，是一种良好的思维品质。

严谨，表明一个人做事认真，踏实、细致、周全、有责任心、严格按照程序规章办事。严谨的基本特征：精：精益求精，追求做好；准：准确的信息与决策；细：工作细化，管理细化，执行细化。严谨做人的内涵：是指以严肃谨慎，细致周到，一丝不苟的态度做人，暗含细致、细心、小心翼翼、准确、精益求精等。坚持严谨做人可形成的内化能力：严谨的思维能力，具有严谨思维的人通常具有全局、系统的眼光和战略思维；严谨的行动能力，同样的一件事情来同的人做，往往会产生不同的结果。

严谨做人的体现：工作习惯要严谨，日常生活态度严谨，治学、工作态度严谨，严格遵守规章制度，思维逻辑严谨周密，礼仪体现严谨。严谨做事：关注细节：对细节一丝不苟，严肃认真；学会筹划，周密部署，有程序有章法，一步一个脚印，善始善终志把工作推向前。

注重细节，把小事做好：细节决定成败，把简单的事情做好就是不简单，不做差不多先生。学会工作，养成系统、规范、高效的工作方法。严谨是一种态度、一种品质、一种能力。

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。

严格规章、程序管理，以规章、程序作为维修工作行为准则，因此机务工作人员对工作态度要严格要求，不能“差不多”。差不多的心理，是一种惰性心理，是对工作不负责任的表现，这种心理直接导致工作标准低、缺少创造力、无生机、少活力。“差不多”其实“差很多”。不能“走捷径”，走捷径的心理，是一种图省事、怕麻烦的心理。会因此而导致省去规定的操作程序，疏于对安全制度的坚持。不能“没问题”，没问题的心理，是一种侥幸心理，是无知自大、不负责任的表现，是对工作导致不良结果把握不足、预期不够、过度自信的行为。工作中要有“规章意识、红线意识、风险意识、举手意识”，就是严谨的具体要求和体现。

2. 维修作风—专业

专：单纯、专一，集中在一件事上。业：职业、职务、学业、商业、业务、创业等。专业一词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。德语中专业一词的含义是指具备学术的、自由的、文明的特征的社会职业。同时专业也是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。比如说我们平时说这个人或者这个公司表现相当专业，

就是这个意思，这个工作交给他们让人比较放心，那么专业的人才或者公司就容易得到大家的认可和成功。

具体些就是专业是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。

职业范畴里面的专业精神，也就是我们常说的工匠精神，是指对工作是否执著于专业的规范、要求、品质化程序等。包括履行的职业功能、职业道德、职业操守和奉献精神。就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热爱，工作的时候能达到忘我的境界。表现为一种对工作的态度，在专业领域上绝对不会停止追求进步，对自己所从事的工作有着精深的学习和玫玫不倦的研究、创新，打造本行业最优的产品。

飞机技术含量越来越高，要求维修作风要更专业。专业是飞机维修业的基础，飞机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，飞机维修质量；不断追求飞机维修理论上的精益求精，学懂弄通，又要不断总结实践经验，追求维修工艺、操作质量的精益求精。作为机务人员，热爱机务工作，忠诚机务事业，发扬工匠精神，严格对待本职工作，干一行，爱一行，钻一行。任何工作都要有专业精神，在专业的基础之上要懂得知胜之道，即形成预测性思维艺术，预测是人们对所研究客观事物未来发展变化的推断测定。专业不精表现为工作时人员资质准备不到位、不符合，专业不匹配，就会盲目施工。

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的统称。泛指待人待事真诚、老实、讲信用，一诺千金等。主要是指两个方面：一是指为人处事真诚诚实，尊重事实，实事求是；二是指信守诚诺。“内诚于心，外信于形”。

诚信就是要诚实守信，重规则，守契约，言必信，行必果，是指以真诚之心，行信义之事。诚：真实、诚恳；信：信任、诚实，不欺骗，证据。诚信的基本内涵是诚实无欺，信守诺言，言行相符，表里如一，立身处世，当以诚信为本。

诚信是指树立唯物史观，诚心诚意对待工作，对待同事。培植诚信文化，提倡坦诚、坦白、坦率的做人态度，珍惜个人信用，对上级、同级和下级诚实，诚实报告工作每一程序和后果，绝不谎报情况，绝不隐瞒差错。

诚信是中华民族优良的传统美德，也是建立诚社会、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。机务维修工作者，要加强学习，提升自己的道德修养，诚信工作，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。如果不加以管控和约束，工作中出现不诚信的行为，将成为航空安全的巨大隐患。

“红线意识”就是底线态度问题。是一条不可触碰的“红线”，“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，曾出现过不诚信事件，如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，必将受到严惩。

6.2.5 维修人员作风建设总体要求

总体来说民航局对维修工作作风建设的总体要求是：

要贯彻“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，敬爱生命、敬重规章、敬仰航空。狠抓“三基”（基础、基层、基本功）建设，抓基层、打基础、苦练基本功，大力培育工匠精神，持续锤炼安全文化，不断提升机务维修人员的成就感和自豪感。

建立优秀的维修作风，“三基”建设是基础，管理体系是保证，二者既可相互促进，也会相互制约。当前维修作风中存在的问题既有“三基”不牢问题，也存在管理体系不合理情况，尤其是管理体系中存在“只关心资质，未压实责任”的突出问题，根源是基层班组建设仍旧没有脱离行政体系的局限性，造成无论是航线维修还是定检中的维修放行人员，有资质签字却无权决策，出了问题还要承担首要责任。因此，本文件借鉴飞行队伍“责任机长”的理念，打破传统组织机构意义上班组局限，扩展到以维修放行人员为首的虚拟班组， 明确与责任对应的权力，规范具体维修工作中的要求。

另外，建立优秀的维修作风并不是难不可及。按照中国民航维修工程技术研究中心建立的 APS 理论：在任何维修中，只要能够坚持做好准备（Arrangement）、遵守程序（Procedure）、符合标准（Standards），就一定能够保证维修质量，有效预防维修差错。这一理论也通过大量维修实践得到了验证，与国际同类理论主要应用于设计管理体系不同，APS 更适合应用于具体的维修活动中。因此，本文件即是把 APS 理论应用到航线维修和定检工作中，可以说，如果每一次维修工作中都把 APS 做到位，就是优秀的维修作风。

要强化按章操作意识，做遵章守规的民航机务人。民航的规矩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。大家要坚持做一名“手册员工”，弘扬手册文化、树立手册意识、遵守手册规范，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，大家共同努力，更好服务于民航安全事业。

6.3 维修作风直接影响飞行安全典型案例

航空器维修工作中，人的表现起关键决定性作用，维修人员作风不良是造成维修差错的主要原因，下面介绍在维修过程中，因工作作风问题导致人为差错甚至安全事故产生的案例。

6.3.1 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 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 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。地面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。而且，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，当事人维护作风散漫、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，维护作风不严谨，是造成本次事件的主要原因。

案例 5：2006 年 10 月 1 日，某航一架 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。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 6：2007 年 3 月 10 日，某航一架 A330 飞机在执行“应急供电系统测试”时，机务人员错按氧气面罩释放电门，导致客舱氧气面罩释放。该机型飞机“紧急供电测试按钮电门”护盖为黑色，“氧气面罩释放电门”护盖为红色，二者从外观上具有明显区别。

由于当事人安全意识薄弱、思想麻痹松懈、维护作风不严谨、工作精力不集中，导致了该事件的发生。

案例 7：2019 年 3 月 23 日，某航空公司一架 A320 飞机执行飞台北航班，落地后，机组反映有 APU 滑油低油面信息，经台北机务检查发现 APU 滑油箱口盖脱开。

调查结果为 22 日该机航后工作者在加注 APU 滑油后，没有将滑油口盖旋转手柄按压到位，也未对口盖状态进行目视确认，导致 APU 滑油口盖关闭不到位。反映该人员工作不认真负责，不脚踏实地，作风散漫。

案例 8：2019 年 6 月 22 日，某航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）。换轮工作完成后，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，工作敷衍，作风散漫，工作交接不认真。

案例 9：2016 年 8 月 27 日，某航 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，作风散漫，麻痹大意，未按工作程序要求有效管控工具。

案例 10：2014 年 1 月 6 日，某航 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。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 11：2014 年 5 月 7 日，某航在做 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 12：某航维修人员在拆卸 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 13：2018 年 4 月，某航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 14： 2017 年 5 月 22 日，某航维修人员在 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 15：2017 年 4 月 20 日，某航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，思想品德差，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 16：2018 年 4 月 17 日，某航 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。

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。

6.3.2 技能专业不足影响飞行安全典型案例

案例 1：2016 年 9 月 15 日，某航 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 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。

工作者工作经验欠缺，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，某航 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隔栅，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 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 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，某航 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。

经事故调查发现，工作者在维修时自动驾驶仪时，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 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 COML 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。

6.3.3 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 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。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 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。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。处理结果：地区管理局对此 2 人所在公司处以“警告”，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，对每人扣诚信分值 4 分；其所在公司免去 M 飞机维修中心经理职务，停止履行 CCAR-145 部维修单位生产经理职责，留用查看 6 个月，留用查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，留用查看 6 个月，留用查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 M 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 M 暂停行使 CCAR-66 部执照的权利 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 M、N 和 Q 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 737 飞机 A 检工作， 完成双发风扇叶片超声波检查工作后，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 M 航空公司维修人员 M，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。

处理结果：地区管理局暂停 M 行使 CCAR-66 部执照权利 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；M 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 M，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。处理结果：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；M 所在公司对其暂停授权 6 个月，调离维修岗位。

6.4 维修行业的行政处罚和诚信管理

民航系统中有两条线，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：

一条是底线——遵章守纪，是行业之本；

一条是红线——诚实守信，是立身之基。

2016 年 12 月 9 日，中共中央总书记习近平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”。为了更好的落实习近平总书记和李克强总理对民航安全工作的重要批示精神，民航局下发《民航行业信用管理办法（试行）》（民航发【2017】136 号），建立健全了信用管理工作流程，规范了民航行业信用管理工作。并根据国家诚信体系建设的整体要求，增加了从事民用航空活动的组织和个人(以下统称相对人)的信用管理工作，对合格证持有人诚信记录提出了明确要求。

针对诚信问题，民航局 2015 年下发过 54 号文件：民航发【2015】54 号《中国民航维修人员不安全事件及工作诚信记录管理规定》。

6.4.1 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。

上述维修过程中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。

除局方调查发现涉及对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。

6.4.2 《中国民航维修人员不安全事件及工作诚信记录管理规定》

对于维修人员不安全事件及工作诚信记录的管理是维修人员资质管理工作的重要组成部分。根据我国开展社会信用体系建设的规划纲要，为适应民航维修行业的快速发展，加强维修人员资质管理，促进维修人员不安全事件及工作诚信记录管理的规范、完整与连续性，提升航空安全水平，制订了《中国民航维修人员不安全事件及工作诚信记录管理规定》。

1. 适用范围

适用于在 CCAR-121/135/91 部航空运营人、CCAR-145 部维修单位中从事维修工作的人员；按照 CCAR-43 部从事维修工作的人员；在 CCAR-147 部民用航空器维修培训机构中参加维修培训工作的教学双方人员；在航空器（部件）制造厂中从事维修工作的人员等。还适用于上述人员在从事民用航空器维修工作和 CCAR-66 部维修人员执照申请、CCAR-147 维修培训过程中的不安全事件及工作诚信记录的管理。各机构应对维修人员的不安全事件和工作诚信情况进行记录和管理；局方对较为严重的不安全事件和工作诚信情况进行记录和管理。

2. 局方的记录要求

地区管理局负责对辖区内机构所报告的与维修有关的不安全事件或工作诚信记录进行审查与核实、并在系统中完成录入；对其在日常工作中发现的与维修有关的不安全事件或工作不诚信行为进行记录。并于工作完成后 10 个工作日内将结果书面通知相关机构，相关机构负责告知人员。

民用航空器维修人员执照考试管理中心负责对 CCAR-66 部民用航空器维修人员执照申请人在考试、执照基础部分申请及执照续签过程中的不诚信行为进行记录。并于工作完成后 10 个工作日内将结果书面通知人员。

3. 机构的记录要求

机构对本机构内适用人员在出现不安全事件及工作不诚信行为后进行记录，并对相关记录进行控制和管理，确保记录内容的真实、客观与准确性；记录内容应由该人员所在机构的维修系统负责人或其授权人员签字确认。CCAR-121/135/91 部航空运营人、CCAR-145 部国内维修单位对本机构内适用人员在其人员技术档案中对其与维修工作有关的不安全事件及不诚信行为进行记录，该记录视为人员技术档案的一部分；CCAR-147 部国内维修培训机构对本机构内适用人员在培训及考试过程中的不诚信行为进行记录，该

记录视为培训教员的档案和学员培训记录的一部分。

1)记录的格式、内容

记录的范围、格式、内容至少包含个人基本信息：姓名，身份证号等；该人员负有责任的不安全事件的时间、地点、涉及人员、事件经过、后果、调查结论等有关信息；该人员在维修工作/维修培训中的不诚信行为有关信息：时间、地点、涉及人员、事件经过、后果、调查结论等。

2)记录的保存、查询、转移

各机构采取纸质/电子介质或其他局方认可的形式进行记录和管理,妥善保存便于局方实施检查；至少保留至该人员离职后五年。

局方因工作原因可以向机构查询记录；个人可以向所在机构查询本人的记录；机构之间可以查询利益相关人员的记录。

人员与上家雇主解除劳动关系后，上家雇主应向该人员提供记录副本，下家雇主应将该记录副本的信息加入本机构为该人员建立的记录中以保证其记录的完整性与连续性；如该人员未向下家雇主提供记录副本的，下家雇主应直接向上家雇主索取。

3)记录的报告

（1）不安全事件的报告：

与维修工作有关的，依据国家关于民航业事故或事故征候的标准认定为“事故” 或“ 事故征候” 的不安全事件（参考表 4-1：不安全事件列表），各 CCAR-121/135/91 部航空运营人、CCAR-145 部国内维修单位于记录完成后 5 个工作日内向合格证管理局正式报告；上述事件之外的其他不安全事件无需向局方报告。

（2）不诚信行为的报告

维修工作/维修培训中的不诚信行为，参考表 2-6-1，不诚信事件扣分标准表。各 CCAR-121/135/91 部航空运营人、CCAR-145 部国内维修单位应于记录完成后 5 个工作日内向合格证管理局正式报告；上述事件之外的其他不诚信事件无需向局方报告。CCAR-147 部国内维修培训机构应于记录完成后 5 个工作日内向合格证管理局正式报告，涉及学员的应通报该学员的雇主。

表 2-6-1：不安全事件表

不安全事件	认定标准	事件等级	不诚信 加权扣分系数
主要由维修原因导致的，认定为“特别重大飞行事故”的事件	GB 14648-93 《民用航空器飞行事故等级》	A	6
主要由维修原因导致的，认定为“重大飞行事故”的事件	GB 14648-93 《民用航空器飞行事故等级》	B	6
主要由维修原因导致的，认定为“特别重大航空地面事故”的事件	GB 18432-2001 《民用航空地面事故等级》	C	5
主要由维修原因导致的，认定为“重大航空地面事故”的事件	GB 18432-2001 《民用航空地面事故等级》	D	5
主要由维修原因导致的，认定为“一般飞行事故”的事件	GB 14648-93 《民用航空器飞行事故等级》	E	4
主要由维修原因导致的，认定为“一般航空地面事故”的事件	GB 18432-2001 《民用航空地面事故等级》	F	3
主要由维修原因导致的，认定为“运输航空严重事故征候”的事件	MH/T 2001-2013 民用航空器事故征候	G	2
主要由维修原因导致的，认定为“运输航空一般事故征候”的事件	MH/T 2001-2013 民用航空器事故征候	H	1
主要由维修原因导致的，认定为“通用航空事故征候”的事件	MH/T 2001-2013 民用航空器事故征候	I	1
主要由维修原因导致的，认定为“航空器地面事故征候”的事件	MH/T 2001-2013 民用航空器事故征候	J	1

4. 分值管理

分值是用于评测维修人员诚信水平的量化记录指标。 每名人员的初始分值为 0 分；计算方法为：分值=现有分值-扣分分值；其中，扣分分值=不诚信加权扣分系数×扣分基数。

表 2-6-1 中的不安全事件与维修人员的工作诚信无关，仅对事件进行记录，不扣分。

表 2-6-1 中的不安全事件主要由于维修人员的不诚信因素导致，应按照表 2-6-1 中的不诚信加权扣分系数及表 2-6-2 中的扣分基数进加权扣分。

表 2-6-1 中的不安全事件的主要原因不是表 2-6-2 中所列的不诚信行为时，仅依据

表 2-6-2 中所列扣分基数进行扣分。

人员在其分值为负数期间再次出现不安全事件或工作不诚信行为，按照上述方法继续扣分。扣分遵循“一事不再罚”原则，同一事件不重复扣分；同一事件涉及多个扣分后果的，按照最大值进行扣分；本规定如有修改，按照事发当日的标准进行扣分；同一事件的责任人为多人时，视每人的情节轻重酌情进行扣分。

人员被扣分后的分数每年自动递增一分，到 0 分为止；但相关记录及扣分历史情况保留在系统中备查。

除局方监察员、人员所在机构之外，其他机构和人员不得查询维修人员的记录，分值等信息。维修人员可以在局方建立的记录管理信息系统中查询本人的记录及分值等信息。机构或本人如对记录内容、扣分等有异议的，可向局方申请复议。

表 2-6-2：不诚信事件扣分标准表

不诚信事件	认定标准	扣分基数	扣分实施
事件调查过程中提供虚假材料、证明、证言等	局方或机构的相关证明材料	6	民航地区管理局适航维修处
拒绝接受局方监察	局方的相关证明材料	5	民航地区管理局适航维修处
伪造维修记录	责任人所在机构或局方事件调查结论	4	民航地区管理局适航维修处
机型/部件项目签署申请材料(含维修经历记录)造假	局方事件调查结论	3	民航地区管理局适航维修处
执照续签申请材料(含维修经历记录)造假	局方(含考管中心)的事件调查结论	3	考管中心
CCAR-66 部执照考试作弊	局方(含考管中心)的事件调查结论	2	考管中心
维修工作中的其他不诚信行为,如:违章、违反工作程序开展维修工作，因不诚信行为被 CCAR-147 机构终止培训等	责任人所在机构或局方事件调查结论	1 至 4	民航地区管理局适航维修处

6.4.3 《民航行业信用管理办法》

为贯彻落实《 社会信用体系建设规划纲要（2014－2020 年）》（国发【2014】21 号） 和《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）的精神，加强民航行业信用文化建设，维护民用航空活动秩序，促进民航行业健康发展，民航局制定了《民航行业信用管理办法（试行）》（以下简称《管理办法》），自 2018 年 1 月 1 日试行，其中关于一般失信行为信息的规定，自 2020 年 1 月 1 日起生效。

《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组织和个人（以下统称相对人）的信用管理工作。民航局统一记录相对人基本信息和违法失信信息。违法失信信息是指相对人违反相关法律、行政法规、规章规定或者依法应当记入信用记录的失信行为信息，分为一般失信行为信息和严重失信行为信息。属于本办法规定的严重失信行为的，记为严重失信行为信息，其他失信行为记为一般失信行为信息。民航行业监管执法系统上线之前，严重失信行为信息的采集、移除、修复、变更等决定，由管理局法制职能部门通过电报方式统一报送至民航局信用主管部门。系统上线之后，通过系统完成数据交换和文件传输。一般失信行为的管理一般由各单位管控。严重失信行为包括：

（1）依据《中国民航安全管理失信行为管理办法》 （MD－AS－2016－01）被列入“安全管理失信单位黑名单”或“安全管理失信人员黑名单”的；

（2）因违规运输危险品造成危险品运输事故征候，并且拒绝采取措施加以整改的；

（3）因未履行民航局安保工作要求，导致发生劫机、炸机以及其他严重非法干扰事件，或者发生暴力恐怖事件，或者发生机场控制区非法入侵，并接触航空器的安保责任事件的；

（4）因人为因素发生特别严重安全检查事件的；

（5）存在无照经营行为的；

（6）在民航专业工程、设备招投标中围标串标的；

（7）存在价格违法、违规行为，依据《中国民用航空国内运输价格行为规则》等属于情节严重的；

（8）拖欠民航发展基金，性质严重的；

（9）因运输服务工作处置不当，严重侵犯消费者利益，并引发具有恶劣社会影响的群体性事件，责任单位拒绝采取补救措施挽回影响，或者拒绝采取措施改进服务的；

（10）被民航行政机关处以 3 万元（含）以上罚款行政处罚的、处以吊销行政许可处罚的、处以责令停产停业行政处罚的或者处以撤销行政许可的；

（11）民航行政机关作出决定后，有履行能力但拒不履行或者逃避执行的；

（12）在申请行政许可或者接受民航行政机关检查、调查、评估等工作过程中，提供虚假材料、虚假证言证词的；

（13）一年内已发生两次以上相同类型的一般失信行为的；

（14）被民航局专业领域信用评价体系认定为严重失信行为的；

（15）在从事民用航空活动过程中，存在其他被法律、行政法规或者规章认定为严重失信行为的。

信用管理部门决定将相对人严重失信行为记入信用记录的，在决定后的 5 个工作日内，书面告知当事人，并告知民航局信用主管部门统一记入相对人信用记录。信用记录

有效期为一年，但因上述第（十）项被记入信用记录的，信用记录有效期为三年。一般失信行为信息自记入信用记录之日起一年后记录自动失效，由民航局信用主管部门主动移除信用记录。严重失信行为的相对人，在有效期内未发生新的严重失信行为，可以向原信用管理部门申请，经核实确认后，报民航局信用主管部门移除该信用记录

民航局在官方网站上公布因严重失信行为被记入信用记录的相对人信息，并同步归集至“信用中国” 、“信用交通” 等网站和国家企业信用信息公示系统。民航行政机关的信用信息采集、使用、公示和管理各个环节的工作接受社会监督，任何组织和个人可以向民航局反映情况。民航局执法监督信箱为 ｚｆｊｄ@ ｃａａｃ．ｇｏｖ．ｃｎ。

第三部分 航空器维修法规和规范

第 7 章 航空维修法规和规范

7.1 维修法规和规范体系

7.1.1 涉及维修的规章体系框架

涉及维修的初始适航类规章（适航标准），已在前面的适航管理中介绍。本段主要介绍持续适航类规章-航空器的使用（运行）和维修有关的适航规章。

1. 涉及航空器维修的规章

正如维修管理体系已经提及的那样，涉及航空器使用和维修的规章包括维修人员执照类（CCAR-66 部和 CCAR-147 部）、维修单位类（CCAR-145 部和 CCAR-43 部）和航空运营人维修类（CCAR-91 部、CCAR-121 部、CCAR-135 部）3 类，以及这些规章相关的规范性文件。如图 3-7-1 所示：

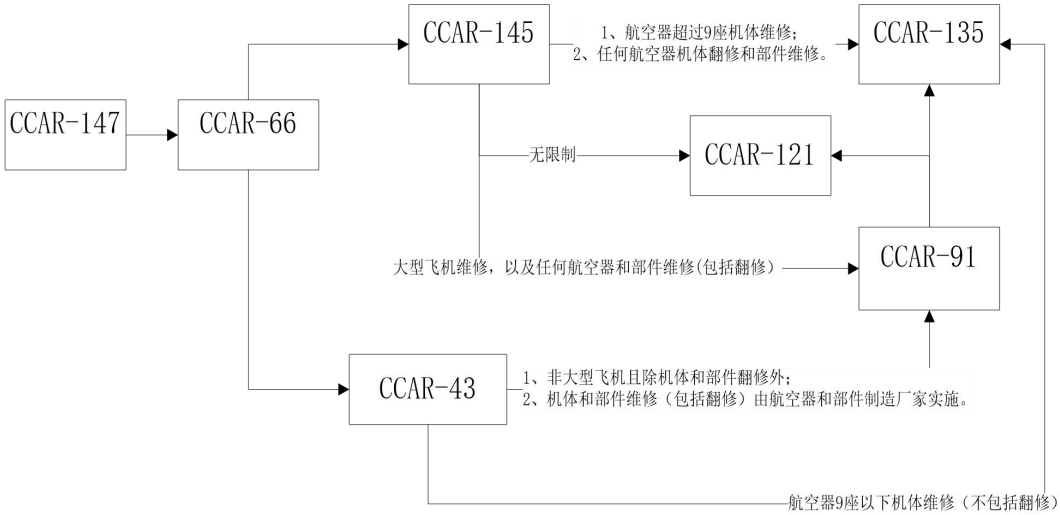


图 3-7-1 涉及航空器维修的规章

图中：CCAR-91 部《一般运行和飞行规则》、CCAR-121 部《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》和 CCAR-135 部《小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则》属运行类规章。对于公共航空运输运行，除应当遵守 CCAR-91 部适用的飞行和运行规定外，还应当根据自身运营范围等遵守公共航空运输运行规章中的 CCAR-121 部和 CCAR-135 部的规定。

CCAR-43 部《维修和改装一般规则》和 CCAR-145 部《民用航空器维修单位合格审定规定》属维修类规章；CCAR-43 部提供了比 CCAR-145 部更简化的维修检查放行规则。

2. 各类航空器运行人的维修要求

1）CCAR-91 部运行人的航空器（国内外运行的非运输航空器、私用大型航空器、农林喷洒作业飞机）维修要求：

（1）任何人（包括商业非运输运营人和航空器代管人）使用的大型航空器及其航空器部件的维修工作都应当由按照 CCAR-145 部获得相应批准的维修单位实施或者按照 CCAR-43 部由航空器或者航空器部件制造厂家实施。

（2）其他航空器的维修可以按照下述规则进行：

① 航空器机体和部件的翻修应当由按照 CCAR-145 部获得相应批准的维修单位实施或者按照 CCAR-43 部由航空器或者航空器部件制造厂家实施；

② 其他任何维修应当按照 CCAR-43 部实施。

2）CCAR-135 部运营人的航空器维修要求：

（1）对于型号合格审定为旅客座位数量(不包括机组座位)超过 9 座的航空器应当由按照 CCAR-145 部批准的维修单位按照维修方案进行维修工作;

（2）对于任何航空器的机体翻修和航空器部件维修(不包括按照检查大纲和维修方案进行的不离位检查)应当由按照 CCAR-145 部批准的维修单位进行。

3）CCAR-121 部运营人的航空器维修要求：

任何航空器和部件维修都应由按照 CCAR-145 部批准的维修单位进行。

3. CCAR-43 部和 CCAR-145 部适用的航空器运行人范围

参考上图所示，CCAR-145 针对 CCAR-135：

（1）航空器超过 9 座的机体维修；

（2）任何航空器机体翻修和部件维修。

CCAR-145 针对 CCAR-121,无限制。

CCAR-145 针对 CCAR-91，大型飞机维修，以及任何航空器和部件维修(包括翻修）。

CCAR-43 针对 CCAR-135,航空器 9 座以下机体维修（不包括翻修）。

CCAR-43 针对 CCAR-91：

（1）小型飞机且除机体和部件翻修外；

（2）任何航空器机体和部件维修（包括翻修）由航空器和部件制造厂家实施。

4. CCAR-66 部《民用航空器维修人员执照管理规则》

CCAR-66 部适用于从事在中国登记的民用航空器的维修、部件维修和维修管理工作的中国公民与非中国公民的执照和资格证书的颁发。CCAR-145 部、CCAR-121 部对人员资格要求做出了明确规定，CCAR-66 部规定了这些人员如何获取相应的资格，其目的主要是规范民航维修人员的执照管理，保障民用航空器持续适航和飞行安全，提出放行人员资质的最低要求。

5. CCAR-147《民用航空器维修培训机构合格审定规定》

用于为取得 CCAR-66 部所规定的各类维修执照的人员提供培训的机构（简称维修培训机构）的合格审定及其监督检查。CCAR-147 确定了培训机构的管理部门和形式，明确了机构类别，制定了受理、审查和批准的时限要求以及维修培训机构的合格审定要求。

除上述维修规章外，相应的规范性文件（如 AC）在本章后节介绍。

7.1.2 民航局的法规文件体系

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。中国民用航空的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 3-7-2 所示。

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或者授权交通运输部(民航局)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，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。

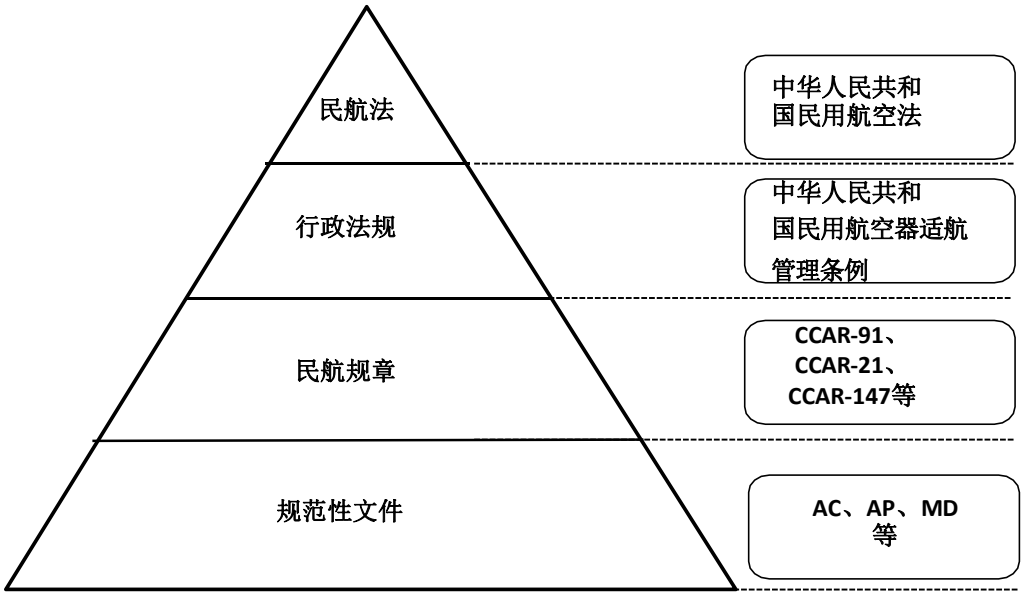


图 3-7-2 中国民航法律及其规范性文件体系

此外，民航局机关各职能部门为落实法律、法规、民航局规章和政策的有关规定，在其职能范围内制定，经民航局局长授权，由职能部门主任、司长、局长签署下发的有关民用航空管理方面的文件，称为规范性文件，用来指导开展适航工作等。主要有咨询通告（AC）、管理程序（AP）、管理文件（MD）、工作手册（WM）和信息通告（IB）（WM）和信息通告（IB）。其中，AC 是面向社会大众发布的、推荐性的、对如何落实规章提出指导的文件，在符合性层面上，具备与规章同等的法律效力。

如图 3-7-3 所示，展示了行政、机场、空管、运行、制造、维修、人员、事故等规章板块和相应规章，其中字体较大的圆框中的规章是该板块的基础性规章。本章此前介绍的适航标准（21）、运行规章（91）、维修规章（43）和人员（66）分别在图中用不同颜色表示。

与维修有关的规章将在本章随后介绍。

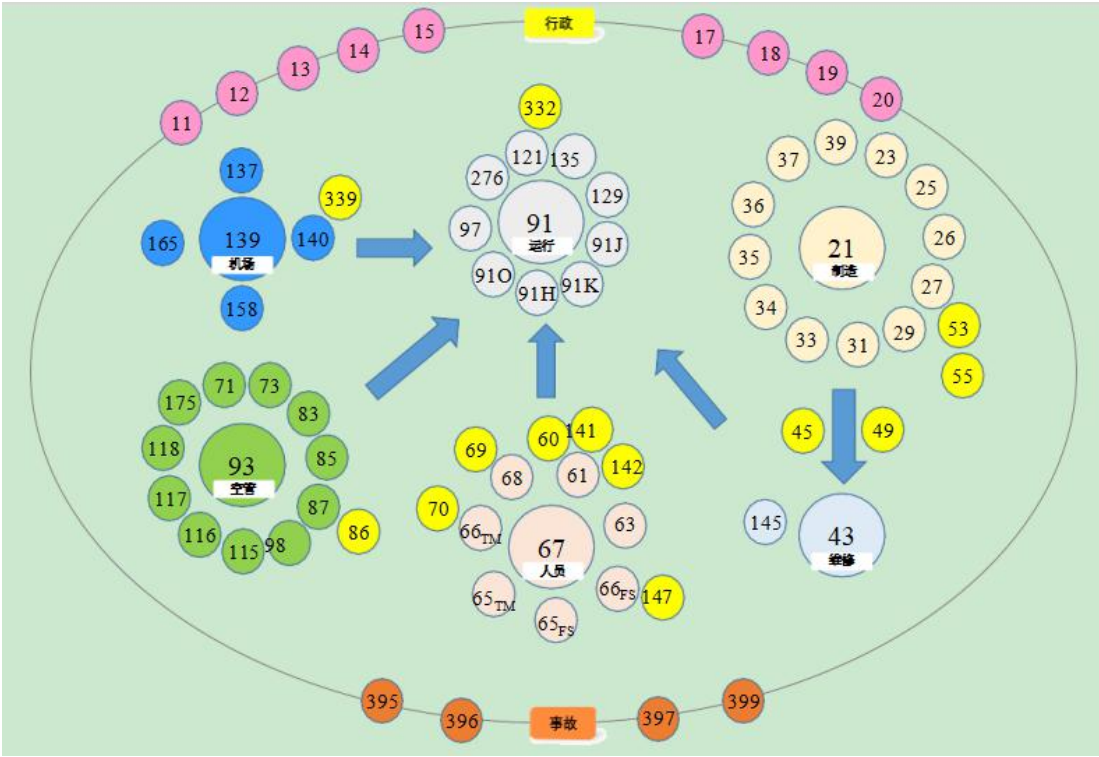


图 3-7-3 中国民航各类适航法规关系

7.1.3 行业标准和规范的采用

行业标准和规范包括：采用的国家标准，局方编制的行业标准，技术标准规定（TSO），专用和豁免条款。

由于民用航空器维修工作的特殊性，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，可能存在国际标准、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。

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《标准化作指南》第 2 部分：采用国际标准的规则。

2. 局方编制的行业标准

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文件中被引用，将做为规章或者规范性文件的一部分，如《除冰防冰液测试方法》。

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. 技术标准规定

在前面适航标准中已有简要介绍，是指 CCAR-37 部民用航空器材料、零部件和机载设备技术标准规定：

1）每一份技术标准规定的适用性应包括该技术标准规定所涉及"项目"（材料、零部件和机载设备）的名称和民航局规定该"项目"必须符合的最低性能标准名称、编号、版次和颁发日期等内容。

（1） 参照相应的国际标准制定最低性能标准，该最低性能标准应包括材料、工艺、环境、性能和试验等要求的适用内容；

（2） 最低性能标准也可由引用标准和附加要求等内容组成，该引用标准可引用已颁发生效的国家标准或行业标准，附加要求是根据实际情况对引用标准中某些条款的增、删或修正要求。

2）每一份技术标准规定应规定在每个"项目"上标注持久而清晰的下列适用的标记：

（1）制造人的名称或代号；

（2）“项目”的名称、型件号或型别代号；

（3）“项目”的标称重量，其精确度必须在实际重量的±0．09千克（0．2磅）或实际重量的±3％以内（取大者）。但是，“项目”上标注的重量与“项目”的实际重量之差不得超过±4．54千克（10磅）；

（4）“项目”的序列号或制造日期，或两者兼之；

（5）适用的ＣＴＳＯ号码；

（6）民航局规定的其它内容。

4. 专用和豁免条款

针对民用航空产品适航标准，如局方代表公众在考量安全水平情况下，认为需要对某一实施更为严格的限制，或者在特定情况下的偏离，则需由局方适航审定部门颁发《专用条件》或《豁免》。如为确保某型飞机在HIRF条件下的安全运行,制定专用条件,作为型飞机型号合格审定的审定基础的构成部分，也作为CCAR-25部补充相应条款的补充。又如为与某国适航当局已批准的应急撤离接地区域要求保持一致，在进行安全等效措施评估后对某型航空器颁发部分豁免书，作为对CCAR-25部相应条款的豁免。

7.2 维修人员管理的法规文件

7.2.1 民用航空器维修人员执照管理规则（CCAR-66部）

CCAR-66部是为了规范民用航空器维修人员执照的管理,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》《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》，制定。适用于从事在中国注册的民用航空器的维修、部件修理工作的人员的执照的颁发和监督管理。从事体育运动航空器维修工作的维修人员，由国务院体育主管部门按规定办理体育运动航空器维修人员合格证件。执照申请人的申请条件及维修经历要求要符合CCAR-66部相关规定，执照持有人应当将证件随身携带以便于接受检查。

民用航空器维修人员执照分为四个类别：涡轮式飞机（TA）；活塞式飞机（PA）；涡轮式旋翼机（TR）；活塞式旋翼机（PR）。

执照培训及考试包括：基础部分、实作部分、维修技术英语三部分（共计9个模块）。

执照基础部分（模块编号为M1\M2\M3\M4\M5\M6）、实作部分（模块编号为M7\M8）培训及考试由局方批准的 CCAR-147 维修培训机构实施，整个培训和评估过程应当符合现行有效的 CCAR-66 部规章、 CCAR-147 部规章、以及相关咨询通告的要求；航空维修技术英语（模块编号为M9），由于其测试内容、方式等与基础部分考试和实作评估差异较大，由飞标司另行规定。

1. 培训大纲

维修人员执照基础知识和实作培训是依据飞行标准司颁布的培训大纲来实施，培训大纲是具体培训内容、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)基础知识培训

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；（30学时）

M2 ：航空器维修；（52学时）

M3 ：飞机结构和系统；（178学时）

M4 ：直升机机结构和系统；（171学时）

M5 ：航空涡轮发动机；（85学时）

M6 ：活塞发动机及其维修；（58学时）

2）实作培训

实作培训最低培训学时以0.5小时为单位。实作培训包含2个模块，主要内容为航空器维修实作技能及实作规范；具体模块如下：

M7：航空器基本维修实作技能；（180学时）

（1）维修基本技能

（2）维修手册和工具设备的使用

（3）维修记录和放行

M8：航空器维修实作规范；（128学时）

（1）勤务和航线检查

（2）常见故障和缺陷的处理

（3）航线可更换件拆装

3）英语培训

M9：航空维修技术英语

民用航空器维修人员执照分为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3-7-1所示：

表3-7-1 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		√		√

各类别执照申请人均须参加 M7 和 M8，具备 1 年及以上维修经历的人员可以不参加培训，但应参加这 2 个模块的评估。实作培训等级按照培训及考试要求划分为三级，具体如表 3-7-2 所示：

表 3-7-2 实作培训等级划分与考试要求

培训等级	培训及考试要求
1 级	通过讲解或观摩，让学员了解实作规范要求、操作方法和安全事项
2 级	在教员的指导下进行操作练习，初步掌握实作操作方法、规范要求和安全事项
3 级	对实作操作方法和流程、规范要求和安全事项具备一定熟练程度，对可能存在的风险有概念

自 CCAR-66R3 发布之日起，已经按照 CCAR-66R2 获得执照的人员可按如下转换方案申请转换CCAR-66R3 执照，如表3-7-3所示。

表 3-7-3 执照转换方案

执照类别	航空器维修人员执照					航空器部件维修人员执照					
66R2	ME				AV	PWT	MEC	ELC	AVC	LGR	STR
	TA	PA	TH	PH							
66R3	TA	PA	TR	PR	备注1	备注 2					

表中备注 1：可选择转换为 TA、PA、TP、PR 任一类别，如需转换为超过一个类别的，需提供对应机型的签署经历。

表中备注 2：可选择转换为航空器维修人员执照的任一类别（TA、PA、TP、 PR），并将限制为航空器部件维修；如需取消限制，需按照全新 CCAR-66R3 实施的培训执行。

执照转换中，机型签署为 II 类的，直接签署入转换后的 CCAR-66R3 执照；机型签署为 I 类的，可签署入转换后的 CCAR-66R3 执照，但标注限航线维修。执照转换后，维修人员可在合理的情况下向民航局飞行标准司申请取消限制（如经过 II 类培训，但当时经历不符合 II 类签署条件等）。

执照转换须在维修人员信息平台（mp.caac.gov.cn）或手机 APP 登录个人账号按照期限完成执照转换。

2. 培训要求

培训的设施、设备、人员、质量控制应满足 CCAR-147 规章的要求。航空器维修基础知识的培训基于覆盖航空器维修基础知识各模块中具体知识点的培训教材开展。民航局飞行标准司统一颁发认航空器维修基础知识的通用教材，但维修培训机构也可自编培训教材。

航空器维修实作中模块 7 的培训可使用模拟培训器材和维修培训机构自编的工作文件，但应当使用真实的航空器维修手册。维修手册应可以处于非现行有效状态，但应当为某型号航空器完整的持续适航文件。

航空器维修实作中模块 8 的培训应当使用真实航空器及其维修手册。如果因真实航空器的状态导致测试功能无法满足维修实作培训的需求，可以由能够实现相应功能的模拟培训设备替代。真实航空器可以是处于非适航状态的退役或者报废航空器，但其状态应当能够满足除上述测试功能之外的维修实作培训需求。

3. 执照基础部分考试要求

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。

在完成某一模块的航空器维修基础知识培训后，由维修培训机构统一组织考试，并向所在地区管理局提出申请。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现场监考。

考试时间按照每道试题 72 秒作答计算，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。考试不及格者可补考一次，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。

考试在所在地区管理局监察员现场监察下实施；参与基础知识考试有关工作的人员要经过有关工作程序的培训，不得安排被计入或者曾被计入民航征信系统的人员从事理论考试有关的工作；考试系统的设施、设备要求符合局方要求，笔试考场在考试开展期间均录音及录像。

4. 执照实作部分评估要求

下述情况下，维修培训机构可以组织开展对的维修人员的航空器维修实作评估，并向所在地区管理局提出申请：

（1）通过了适用的航空器维修基础知识考试；

（2）完成了不少于最低学时的航空器维修实作培训，或者具备至少一年的经所在单位授权的民用航空器或航空器部件维修工作的经历；

（3）没有参加航空器维修实作培训，但有证明表明具备了不少于一年的实际航空器维

修经历。

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，但应当涵盖模块 7、8 的各类维修实作项目。

航空器维修实作评估应当由维修培训机构授权的二名教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。

实作评估的时间根据评估项目的确定，但最长不得超过 90 分钟。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民航局航空器维修人员执照管理系统。当二名评估教员都给予“通过”的结论时才计为通过实作评估。对于一名评估教员给予“未通过”结论的情况可重新补充评估一次，二名评估教员都给予“未通过”结论者需重新参加维修实作培训后方可再次参加实作评估。

5. 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作为参考教材，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知识。

航空维修技术英语等级由民航局飞行标准司统一组织测试题目，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。参见航空维修技术英语等级测试包括两个渠道：

（1）CCAR-147 部批准维修培训机构组织的测试：适用于新申请航空器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组织的测试：适用于持有航空器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，中文题干，中文选项。听力测试语速为每分钟 100-120 个单词，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。

CCAR-147 部批准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组织的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：

（1）登录民航局飞行标准司维修人员信息平台个人账户；

（2）报名参加英语等级测试；

（3）选择测试地点。

按上述程序完成报名后，将自动发送手机短信至报名参加人员，告知具体测试选择测试地点的时间安排，请注意查收并按时参加。航空维修技术英语等级测试的考试费由测试机构按照收费标准统一代民航局收取。

对于 CCAR-147 部批准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，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陆维修人员信息平台后查询历次测试成绩。

自 CCAR-66R3 施行之日起，所有新申请航空器维修人员执照和完成执照转换的人员可以通过参加新执照培训机构按照 CCAR-66R3 要求组织的英语等级考试，并按照 AC-66-FS-001R4 的流程申请英语等级标注。英语等级标注的过渡期限截止期内未完成英语等级标注的将按照相应规章限制使用英文持续适航文件实施维修工作。

6. 管理监督

考点应当建立相应的考试质量控制程序并遵照执行，以确保考试按照标准流程顺畅、平稳的开展，发现问题后要及时进行整改，重大事件要及时报告飞标司。

实施考试过程中应当保证考试平稳有序，严防作弊，并尽可能的为考生完成考试提供便利。

考试作弊由监察员负责认定，其作弊的模块成绩记为 0 分，且该次考试计入考试次数；作弊人员 3 年内不得参加民用航空器维修人员执照理论考试、实作评估、或技术英语测试；其作弊行为计入民航人员征信系统。作弊行为包括：

(1) 将任何能够存储及显示与考试有关内容、或者通信功能的电子设备带入考场的；

(2) 以获取题目答案或影响其个人成绩为目的的窥视、交头接耳等行为的；

(3) 拒不听从考试工作人员合理安排的；

(4) 故意扰乱考场正常秩序的；

(5) 其他监察员认为作弊的行为。

7. 与 CCAR-66 部有关的（部分）咨询通告

(1) AC-66-FS-001R4《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-009《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》

7.2.2 民用航空器维修培训机构合格审定规定（CCAR－147 部）

民用航空器维修培训机构合格审定规定适用于为取得 CCAR-66 部的民用航空器维修人员执照提供培训的机构（以下简称维修培训机构）的合格审定及其监督检查。任何维修培训机构在获得有效的维修培训机构合格证前，不得颁发本规定中的培训合格证书。

1. 对培训机构的管理要求

中国民用航空局采取与 CCAR-145 部相似的管理模式，统一颁发维修培训机构合格证。

民航局负责国外和地区维修培训机构合格证的签发与管理；中国民用航空地区管理局负责本地区内维修培训机构合格证的签发与管理。

1）申请类别

维修培训机构合格证包括如下类别：

(1) 民用航空器维修基础培训；

(2) 民用航空器部件修理基础培训；

(3) 民用航空器维修基本技能培训；

(4) 民用航空器机型培训；

(5) 民用航空器部件修理项目培训。

各培训类别中具体项目的专业或等级限定应当按照 CCAR-66 部的有关规定划分，机型培训还应具体限定到航空器及发动机型号。

2）申请材料

申请人应当向民航局或民航地区管理局提交下列申请材料，国内申请人的申请材料应当至少使用中文。国外或者地区申请人的申请材料可以使用中文或英文。

(1) 维修培训机构合格证申请书；

(2) 培训机构管理手册；

(3) 申请培训类别和具体培训项目的教学大纲；

(4) 国外或者地区申请人应当提交本国或本地区民航当局颁发的维修培训机构合格证书；

(5) 国外或者地区申请人应当提交国内维修人员培训意向书；

(6) 维修培训机构合格证。

维修培训机构合格证载明单位名称、地址、培训类别及具体项目限定。除非被放弃、暂停或者吊销，国内维修培训机构合格证一经颁发长期有效。国外或者地区维修培训机构合格证的有效期为两年，应当在有效期届满前至少 6 个月向民航总局提出延长维修培训机构合格证有效期的书面申请。维修培训机构合格证被放弃、吊销后，维修培训机构合格证持有人应当在 5 个工作日内将维修培训机构合格证交还民航局或民航地区管理局，逾期不交还的，民航总局予以公告注销。维修培训机构合格证不得转让或涂改。维修培训机构合格证应当明显展示在培训机构的主办公地点。

3）培训机构的权利

维修培训机构在获得维修培训机构合格证后，应当在批准的培训地点从事批准范围内的培训，并向经考试合格的学员颁发本规定附件三规定的培训合格证书。在经民航总局或民航地区管理局批准的维修培训机构管理手册中包含异地培训管理程序时，可以在批准的地点以外进行批准范围内的培训，并向经考试合格的学员颁发 CCAR-147 部规定的培训合格证书。

2. 对维修培训机构的一般审定要求

1）培训设施

维修培训机构应当具备与其培训能力相符的设施、设备，并符合下列要求：

(1) 修培训机构的建筑物应当保证培训工作不受气候因素的影响，并应当设置易于辨

别的紧急通道，确保此信息传达至所有教员和学员；

(2) 维修培训机构教室的数量和容量应当满足招生人数的要求，并且每个专业理论培训班不能超过 24 个学员；培训教室应当有适当的照明、通风、噪音和温度控制，以保证教学活动正常进行；用于考试的教室应当保证邻近相坐的学员看不到彼此的答卷内容；

(3) 用于理论教学的教室应当配备教学所需的演示设备,使所有学员都能清晰辨认所演示的内容，这些设备应当满足相应的培训要求；

(4) 维修培训机构应当为其教员和管理人员提供必要的办公室和办公设备；

(5) 维修培训机构应当为教员和学员提供一个与其申请能力相适应的图书馆或资料室，提供申请范围内的足够的技术资料；

(6) 维修培训机构应当具备状态良好可用的档案室，用于档案保存。

2) 实习设施

维修培训机构应当具有与开设课程和学员人数相适应的实习场地，实习场地应当配备足够的设备、工具、器材和维修资料并满足以下要求：

(1) 实习场地的设备、工具、器材和维修资料应当按照培训大纲所需要进行的实习内容配备；民用航空器维修基础培训、机型或部件修理项目培训的实习地点还应当提供相应的航空器、航空器部件或具有同等功能的模拟设备用于实习；

(2) 在同一组件上同时实习的学员人数不得超过 8 人，并且每位实习教员同时指导的学员人数不得超过 8 人；

(3) 实习所需的工具、器材和维修资料的存储设施应当与实习区域隔离；

(4) 不同目的的实习区域应当有明显间隔及标识，并应当配备适当的劳动保护设施；

(5) 如果实习过程中需要维修资料支持，学员应当能够方便接近；

(6) 实习应当使用与实际维修飞机同类的工具、量具、设备和器材（如不同，应加以说明）。所有仅用于实习目的的工具、设备、器材和维修资料应当标注清晰易认的“仅供培训使用”字样；

(7) 进行航空器部件拆装实习时，应当按照相应的维修手册进行并具有相应的工作单卡。

维修培训机构租用或借用航空器、航空器部件或同等功能模拟设备时，应当通过书面合同进行，并在本单位质量系统的控制下保证达到培训大纲的要求。

3) 人员

维修培训机构应当具备足够的管理人员、教员和考官，并符合下列要求：

(1) 维修培训机构应当任命责任经理、质量经理各一名；

(2) 维修培训机构应当有与所批准的培训类别相适应的足够的教员，其中持有航空器维修/部件修理人员执照基础部分的人数不能少于十分之一，每专业不得少于一人。所有理论课程教员应具有相应专业大专（含）以上学历，或取得相当于中级（含）以上技术职称；

(3) 实习指导教员应当具有至少 5 年的航空器或航空器部件维修经验，并掌握最新的航空器或航空器部件维修技术和方法；

(4) 执照基础部分的口试和基本技能考试的考官应当获得民航局的委任考官资格；

(5) 维修培训机构应建立教员的资格标准，根据标准评估并书面任命教员，其中教员

的书面任命中应当包括具有授课资格每一课程名称。维修培训机构应当为其教员提供与其教学内容相关的持续培训，并且每两年的培训时间应当不少于 70 学时。

4) 教学大纲和培训教材

维修培训机构应当对其所培训的每一专业/项目按照民航总局规定的相应培训大纲的要求编写教学大纲，教学大纲应当体现具体细化的教学要求和教学内容，包括教学时数分配和需完成的实习项目等。教学大纲应当获得民航总局或民航地区管理局的批准。

维修培训机构应当对其所培训类别中包含的每一独立专业或课程提供培训教材，培训教材应当能覆盖其经批准的教学大纲的教学内容。维修培训机构应当确保所有学员具有相应的培训教材。

5) 考试

维修培训机构应当建立规范的考试制度，对每一位完成培训的学员进行考试，并符合相应考试要求。考试内容应覆盖相应的教学大纲规定的内容，考试应当为闭卷考试，得分70%为及格。缺勤课时数超过教学大纲中规定的课时数 20%的学员不得参加考试。

培训机构发现学员在考试期间有任何作弊行为，应立即取消其考试资格，并且对于参加作弊的学员自该次考试之日起 12 个月内不得参加同类考试。考试期间，如果教员、监考人员有任何作弊行为，终止该教员、监考人员资格，培训机构应当在发现作弊 10 个工作日内上报民航局或民航地区管理局。

6) 质量系统

维修培训机构应当对其所承担的培训建立培训管理程序，以规范其所进行的培训工作，并保证符合本规定的各项要求。

维修培训机构应当建立一个独立的质量系统，来监督培训机构各项目的培训符合民航总局规定的培训大纲的要求，保证考试公正，并确保培训机构的各项管理工作持续符合培训管理程序。

质量系统应当包括一个内部审核机构，并至少制定以年度为单位的计划对培训机构的各项管理和培训工作进行审核。内部审核发现的任何不符合的缺陷和问题应当书面通知责任部门或人员，并限期改正，每次审核完成后都应当有审核过程记录、发现缺陷和问题及其整改情况的审核报告，并报至维修培训机构的责任经理。内部审核的所有记录应当在每次审核报告完成后至少保存五年。

7) 维修培训机构管理手册

维修培训机构应当建立一个维修培训机构管理手册，以阐述本单位如何符合 CCAR-147 部的各项要求及各项培训管理制度和培训管理程序，维修培训机构管理手册应当获得民航局或民航地区管理局的批准并在实际培训中按照其进行培训和管理。至少包括下列内容：

(1) 责任经理声明；

(2) 符合性说明；

(3) 手册的编写、修改、分发程序；

(4) 维修培训机构合格证复印件（颁发后）；

(5) 组织机构图说明；

(6) 主要管理人员及其职责说明；

(7) 培训和实习设施、设备和工具说明；

(8) 各类教员清单和资格说明；

(9) 学员招收计划和数量限制说明；

(10) 教员的档案管理；

(11) 教学大纲、培训教材的制定和管理；

(12) 学员培训记录的管理；

(13) 质量系统和培训管理程序；

(14) 各种使用的表格和标牌样件。

8) 培训记录和培训教员的档案

维修培训机构应当建立每期参加培训人员的清单和考勤记录，并且为每名学员建立培训记录，保存至学员完成培训后至少五年。学员培训记录中至少包含如下内容：

(1) 培训起止日期；

(2) 各培训课程名称、学时、教员；

(3) 考勤记录；

(4) 考卷及考试分数记录；

(5) 合格证书复印件；

(6) 违规处罚记录。

维修培训机构应当建立其每名教员的档案，并保存至其离职后至少两年。至少包括以下内容：

(1) 姓名和出生日期；

(2) 学历、职称证书复印件；

(3) 以往的工作经历；

(4) 所有培训记录和证书复印件；

(5) 维修培训机构书面任命其担任教员的复印件；

(6) 执照基础部分的口试和基本技能考试考官还应当具有民航局颁发的考官委任书复印件。

9) 培训合格证书

维修培训机构应当对通过考试的学员颁发培训合格证书。培训合格证书应当由维修培训机构的责任经理签发，并向培训学员提供培训合格证书的原件。

3. 对维修培训机构的特定审定要求

1) 维修基本技能的特定审定要求

基本技能培训包括航空机械专业和航空电子专业基本技能培训。航空机械专业基本技能培训应当包括常用工具设备和器材的使用、机械和电气部件拆装和检查、基本机械和电气施工、维修文件的使用等内容。航空电子专业基本技能培训应当包括常用工具设备和器材的使用、电子和电气部件拆装和检查、基本电子和电气施工、维修文件的使用等内容具体的培训内容应当至少包括民航总局规定的基本技能培训大纲的内容，并且培训学时不得少于基本技能培训大纲中规定的最低学时。

基本技能培训中学员动手实习的时间不得少于总培训课时的 70%。基本技能培训除对学

员进行技能培训外，还要培训学员的安全意识、团队精神、人为因素的影响和差错分析能力。

基本技能培训的考试应当由民航局委任的考官按照民航局规定的基本技能考试大纲进行，每次考试应当至少有两名考官同时进行。考试不及格的学员，在经过补课后，允许补考一次，若补考不及格，应当重新参加培训。

2）维修基础的特定审定要求

航空器维修基础培训包括自然科学基础知识、飞行原理、航空器维修理论、有关航空法规知识、维修人为因素知识、航空器专业知识和维修基本技能等内容。

航空器部件基础培训包括自然科学基础知识、航空器部件工作原理、有关航空法规知识、维修人为因素知识、航空器部件维修专业知识和维修基本技能等内容。

具体的培训内容应当至少包括民航总局规定的维修基础培训大纲和维修基本技能培训大纲的内容，并且培训学时不得少于其中规定的最低学时。

对于已获得理工科大专院校毕业证书的学员，如其所毕业院校的教学课程中包括了民航总局规定的维修基础培训大纲中相应的自然科学基础知识，可以免修相应的内容。

维修基础培训的考试按教学大纲进行，考题应覆盖培训内容。每次考试只能有一次补考。补考不及格的可以参加下次培训。其中基本技能考试必须由民航局委任至少有两名考官进行，考试按照 CCAR-66 部规定的基本技能考试大纲进行。

3）机型、部件修理项目培训内容

机型培训应包括航空器系统概况、工作原理、故障判断、排除和隔离方法及主要附件的位置等内容。部件修理项目培训应包括所培训项目的原理、组成、分解、修理、组装和功能测试等内容。

具体的培训内容应当至少包括民航总局规定的机型、部件修理项目培训大纲的内容，并且培训学时不得少于规定的最低学时。

机型、部件修理项目考试包括笔试和实习评估。维修培训机构应当建立每一机型/项目的笔试考试题库，每次考试保证至少每学时 1 道题，题库中试题的数量应当至少是考试试题数量的三倍，考试时由题库中随机出题并应当覆盖民航总局规定的培训大纲的内容。

维修培训机构应当建立机型、部件修理项目的实习项目清单，实习项目清单应当能够满足教学大纲的要求。

机型、部件修理项目培训的每次笔试可以有一次补考，补考不及格者应当重新参加培训。

4. 与 CCAR-147 部有关的（部分）咨询通告

(1) AC-147-01《民用航空器维修培训机构申请指南》；

(2) AC-147-02《民用航空器维修基础培训大纲》；

(3) AC-147-FS-2017-004-R2《民用航空器机型、部件修理项目培训大纲》；

(4) AC-147-05《民用航空器维修培训机构管理手册编写指南》；

(5) AC-147-06《民用航空器维修培训机构年度报告填写指南》；

(6) AC-147-07《民用航空器维修培训机构培训设施设备要求》；

(7) AC-147-08《与香港民航处、澳门民航局关于航空器维修培训机构批准的互相认

可》。

7.3 维修单位管理的法规文件

7.3.1 民用航空器维修单位合格审定规定（CCAR-145 部）

为规范民用航空器维修的管理和监督，保障民用航空器持续适航和飞行安全，制定CCAR-145 部。

1. 历史背景介绍

中国民航的法规时，我们不能不说到一部非常重要的规章，也是中国民航在持续适航管理方面最早的一部规章，CCAR-145 部《民用航空器维修单位合格审定规定》。这部法规是中国民航在机务维修系统中的一部带有纲领性的规章，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。时至今日，中国民航在法规建设方面已经相当的完善，但 CCAR-145 部的作用依然是不可忽视。一部规章，改变了整个维修系统的管理模式；一部规章，把民族维修企业推向不断发展的轨道；一部规章，使中国民航的适航管理在国际上令人刮目相看；一部规章，一直不断地在深入细化的研究和改进。

CCAR145 部第一个版本是 1988 年 11 月 2 日生效的版本《维修许可审定》。它是以美国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 日颁发的版本《民用航空器维修许可审定的规定》。它是经过当时适航司组织的修订组在经过近两年的研究和评审，无论从编写的格式到内容都对原规章进行了结构上的修改，吸收了国际民航组织和当时欧洲民航机构的法规经验，充分结合了中国特点，同时把全面质量管理的概念引申到维修单位的审定中来，提出了著名的“五·三管理原则”。即三个系统建设，五个方面的管理。三个系统指的是质量系统、工程技术系统和生产控制系统。五个方面包括厂房设施、工具设备、适航性资料、合格人员以及器材。这次的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得到了相对的稳定。

2001 年 12 月 21 日在 CCAR145 部 1993 年版本实施了 8 年后，再次进行了修订，即CCAR-145 部的第二次修订版本。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，取消了对检验人员的及维修人员上岗证的要求，增加了处罚的条款。但需要特别注意的是，在此次修订中，提出了一个新的系统要求，就是培训系统和维修设施的要求，这是此次修订的一个特色，也把过去的“五·三原则”更改为了对维修单位的“五·四原则”。

随着 2004 年，国家的行政许可法的颁布实施，2005 年 8 月 22 日再次对 CCAR-145 部发布了修订的版本，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。现行的此版 CCAR-145 部依据《中华人民共和国民用航空法》和《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》制定，全文公 6 章 39 条，内容包括：

第一章总则（145.1～145.5）

第二章维修许可证的申请、颁发和管理（145.6～145.17）

第三章维修类别(145.18～145.19)

第四章维修单位的合格审定要求(145.20～145.34)

第五章罚则(145.35～145.38)

第六章附则（145.39）

同时，CCAR-145 部的附件作为日常监督、管理的通用报告格式，清单见下表 3-7-4。

表 3-7-4 CCAR-145 部附件清单

CCAR-145 部附件清单			
附件一	维修许可证申请书	F145-1(10/2001)	共 2 页
附件二	维修能力清单	F145-2(08/2005)	共 1 页
附件三	维修许可证	F145-3(10/2001)	共 2 页
附件四	维修单位年度报告	F145-4(08/2005)	共 5 页
附件五	缺陷和不适航状况报告	F145-5(10/2001)	共 1 页
附件六	维修工作和项目分类	F145-6(08/2005)	共 3 页
附件七	批准放行证书/适航批准标签	AAC-038(12/94)	共 2 页
附件八	重要修理及改装记录	AAC-085(08/2005)	共 2 页

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、国家标准和行业标准的采用、自制工具设备管理、双边合作、机体项目维修、基本维修技能、维修工时管理、安全管理体系、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。下面，结合 CCAR-145 部及其规定，对维修单位的合格审定和管理给与介绍。

2. 定义和概念

1）定义

(1) 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。

(2) 航空器部件，是指除航空器机体以外的任何装于或者准备装于航空器的部件，包括整台动力装置、螺旋桨和任何正常、应急设备等。

(3) 维修，是指对民用航空器（以下简称航空器）或者民用航空器部件（以下简称航空器部件）所进行的任何检测、修理、排故、定期检修、翻修和改装工作。航空器或者航空器部件的制造厂家的保修或者因设计制造原因的索赔修理不属于CCAR-145部所称维修的范围。

(4) 主任适航监察员，指民航局或者民航地区管理局指定的负责对某个或者某些维修单位进行监督检查的监察员。

(5) 独立的维修单位，是指独立于航空营运人和航空器或者航空器部件制造厂家，并提供航空器或者航空器部件维修服务的维修单位。

(6) 航空营运人的维修单位，是指航空营运人建立的、主要为本营运人的航空器或者航空器部件提供维修服务的维修机构。航空营运人的维修单位在为其他航空营运人提供维修服务时视为独立的维修单位。

(7) 制造厂家的维修单位，是指航空器或者航空器部件制造厂家建立的、其主要维修和管理工作与其生产线结合的维修机构。主要维修和管理工作与其生产线分离的视为独立的维修单位。

(8) 国内维修单位，是指管理和维修设施在除香港特别行政区、澳门特别行政区或者台湾地区以外的中国境内的维修单位。

(9) 国外维修单位，是指管理和维修设施在外国的维修单位。

(10) 地区维修单位，是指管理和维修设施在香港特别行政区、澳门特别行政区及台湾地区的维修单位。

(11) 经批准的标准，是指经民航局或者民航地区管理局批准或者认可的持续适航性资料、技术文件、管理规范和工作程序。

(12) 民航局批准，是指民航局、民航地区管理局或者民航局授权的机构或者个人所进行的批准。

(13) 责任经理，是指维修单位中能对本单位满足 CCAR-145 部的要求负责，并有权为满足 CCAR-145 部的要求支配本单位的人员、财产和设备的人员。

(14) 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。

(15) 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。

(16) 放行人员，是指维修单位中确定航空器或者航空器部件满足经批准的标准，并签署批准放行或者返回使用的人员。

(17) 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航空器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。

(18) 自制件，是指不是依据航空器或航空器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、材料或加工方法制造的航空器部件。

(19) 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（不包括从居住地或驻地到报到地点所用的时间），到工作任务完成或解除时刻为止的连续时间段。

(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) 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。

(22) 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。

2) 维修工作类别的概念

(1) 检测：指不分解航空器部件，而根据适航性资料，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：指根据适航性资料，通过各种手段使偏离可用状态的航空器或者航空器部件恢复到可用状态。

(3) 改装：指根据民航总局批准或者认可的适航性资料进行的各类一般性改装，但对于重要改装应当单独说明改装的具体内容。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：指根据适航性资料，通过对航空器或者航空器部件进行分解、清洗、检查、必要的修理或者换件、重新组装和测试来恢复航空器或者航空器部件的使用寿命或者适航性状态。

(5) 航线维修：指按照航空营运人提供的工作单对航空器进行的例行检查和按照相应飞机、发动机维护手册等在航线进行的故障和缺陷的处理，包括换件和按照航空营运人机型最低设备清单、外形缺损清单保留故障和缺陷。下列一般勤务工作不作为航线维修项目：

① 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。

(6) 定期检修：指根据适航性资料，在航空器或者航空器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动力装置项目，不包括翻修。

(7) 民航总局认为合理的其他维修工作类别。

3) 维修项目类别的概念

(1) 机体；

(2) 动力装置；

(3) 螺旋桨；

(4) 除整台动力装置或者螺旋桨以外的航空器部件；

(5) 特种作业；

(6) 民航总局认为合理的其他维修项目。

4) “五·四原则”的概念

五个条件：	四大系统：
（1）人员 ————————（人）	（1）工程技术
（2）工具、设备————（机）	（2）质量和自我质量审核
（3）器材 ————（料）	（3）生产控制
（4）适航性资料————（法）	（4）人员和培训系统
（5）厂房、设施————（环）	

3. 维修单位的合格审定要求

1）针对厂房设施的要求

(1) 针对厂房的要求

① 机库和车间应当足以容纳所批准的维修项目（包括飞机、发动机、部件等）。

② 如租用上述设施，应当提供有效的租赁证明（租期一般至少 2 年）。

③ 机库和车间内应当具备与从事的维修工作相适应的吊挂设备和接近设备。

④ 机库和车间能够保证维修工作有效地避免当地一年内可以预期的雨、雪、冰、雹、风及尘土等气象情况的影响。

⑤ 机库和车间应当采取适当的温湿度控制、噪声控制和防尘措施。

⑥ 机库和车间应当具有满足维修工作要求的水、电和气源；照明应当能保证每项检查及维修工作有效进行。

⑦ 有静电、辐射、尘埃等特殊工作环境要求和易对维修人员造成人身伤害的维修工作，应当配备符合其要求的控制、保护和急救设施。

⑧ 2 米以上的高空作业应当配备相应的保护装置。

(2) 针对办公设施和培训设施的要求

① 各类管理人员可以在同一办公室工作，但应当具有足够的空间和必要的隔离。

② 具备维修人员可以有效查阅有关资料及填写维修记录的条件。

③ 从事航线维修的，还应当为连续执勤的维修人员提供适当的休息场所，休息场所至维修场所的距离不得导致维修人员疲劳。

④ 培训设施应当满足其培训要求。租用培训设施的，应当向民航总局或者民航地区管理局提供有效的租赁证明。

(3) 针对存储设施的要求

① 工具设备的存储应当保证工具设备存储的安全，防止意外损伤，特殊工具的存储应当满足工具制造厂家的要求。

② 器材存储设施应当保证存储器材的安全，可用件与不可用件应当隔离存放；器材存储环境应当满足清洁、通风及温湿度的要求；特定器材的存储应当满足其制造厂家的要求。

③ 适航性资料的存储设施应当保证能够安全存放所有适航性资料主本。

④ 维修记录的存储设施应当能够防止水、火、丢失、非法修改等不安全因素。

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适航性资料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的保管和控制，保证其处于良好可用状态：

维修单位应当具备足够的工具设备，以保证其工具设备失效后能够在短期内恢复相关的维修工作。

维修单位可以使用与有关适航性资料要求或者推荐的工具设备具有同样功能的替代工具设备，但使用前应当向民航总局或者民航地区管理局证实其等效性并获得批准或者认可。

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，但应当向民航总局或者民航地区管理局提供有效的合同或者协议，并证明有能力控制其可用性。

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。

维修单位应当建立检测工具或者测试设备的校验制度。

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。

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，对其进行有效的保管和控制，保证其合格有效：

（1）维修器材应当符合有关适航性资料的规定。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。器材的有效合格证件可以采用下列形式：

① 标准件和原材料应当有合格证或者合格证明；

② 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；

③ 使用过的器材，应当具有民航总局或者民航地区管理局按 CCAR-145 部批准的维修单位签发的 CCAR-145 部附件七规定的《批准放行证书/适航批准标签》。

使用非航空器制造厂家批准的供应商提供的器材应当告知相应的航空营运人，并通过航空营运人获得民航总局的批准或者认可。

对于航空营运人的维修单位，允许其按照民航总局或者民航地区管理局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、失效或者缺陷不直接造成 CCAR-21 部相关条款的后果航空器部件；非航空营运人的维修单位生产上述自制件的，应当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总局或者民航地区管理局批准。自制件不得销售。

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。

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。

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。

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）人员要求

（1）维修单位应当具备足够的符合下列要求的维修、放行、管理和支援人员：

① 维修单位应当至少雇用责任经理、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按照法定程序授权的人员担任；质量经理不能与生产经理兼职；上述人员不能由被吊销维修许可证的维修单位的责任经理、质量经理或生产经理调任或者继续担任。

② 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，每年度都应有

合法的医疗机构出具的体检证明。

（2）责任经理、质量经理和生产经理应当满足下列资格要求：

① 熟悉民用航空器维修管理法规；

② 具有维修管理工作经验；

③ 国内维修单位的上述人员应当完成相关法规的培训；

④ 国外或者地区维修单位的经理人员应当能正确理解 CCAR-145 部的要求并完成相关法规的培训。

（3）直接从事航空器或航空器部件的维修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且国家标准有相关资格要求的人员，还应当同时符合国家标准的要求。

（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；

② 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；

③ 国内维修单位的航空器整机放行人员除应当持有《民用航空器维修人员执照管理规则》规定的航空器维修人员执照，并且其机型部分应当与所放行的航空器一致；从事航线维修、A 检或者相当级别（含）以下定期检修和结合检修进行改装工作的放行人员至少具有 I 类签署；从事运输类和通勤类飞机 A 检或者相当级别以上定期检修和其他改装工作的放行人员应当具有 II 类签署；

④ 国内维修单位的航空器部件的放行人员应当持有按照《民用航空器维修人员执照管理规则》颁发的航空器部件修理人员执照，并且其修理项目部分与所放行的航空器部件应当一致；

⑤ 国外或者地区维修单位的放行人员应当具有本国或者本地区民航当局颁发的相应证件，并具有英语的听、说、读、写能力；

⑥ 放行人员应当具有本单位相应放行项目的授权，航线放行人员还应当获得航空营运人的授权。

（5）从事与航空器或航空器部件维修工作有关的管理和支援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、工作程序和维修人为因素知识的培训；

② 从事与航空器或航空器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《民用航空器维修人员执照管理规则》规定的航空器维修人员执照或航空器部件修理人员执照。

5）适航性资料的要求

(1) 维修单位应当备有下列与航空器维修有关的文件：

① 民航总局颁发的与航空器维修有关的中国民用航空规章、航空管理程序、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航空器部件制造厂家规定的有关适航性资料或者民航总局批准或者认可的其他资料，包括与航空器或者航空器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的标准；

③ 送修人按照维修合同中的维修项目提供的有关资料，包括航空营运人的维修方案、手册和工作单卡等。

(2) 维修单位应当按照以下方式对适航性资料建立有效的控制，保证适航性资料的有效和方便使用：

① 建立一套集中保管的适航性资料主本和有效的资料管理程序，保证控制分发的资料与资料主本一致。使用计算机系统保存适航性资料的，应当建立有效的备份系统；

② 适航性资料主本应当通过定期获得适航性资料目录索引或者直接向适航性资料发布单位核对的方法确定其有效性。使用由送修人控制其有效性的适航性资料的，使用前应当获得送修人提供的有效性声明；

③ 非现行有效的适航性资料及其他非控制性的参考资料应当与现行有效的适航性资料有明确的区分标识并避免混放；

④ 确保维修人员在维修过程中能及时、方便地获得需要的适航性资料，提供必要的阅读设备。

6) 质量系统

(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。各部门和人员的职责应当避免重叠和交叉；

② 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。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；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；

③ 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当保存一份复印件；在质量经理处应当保存一份完整的对放行人员授权的记录，在放行人员的工作场所应当保存一份授权的复印件；

④ 建立必要的工作程序，明确各部门和人员的职责。工作程序应当涵盖 CCAR-145 部的适用要求，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并且应当在批准后在实际工作中实施。

(2) 建立质量管理制度

维修单位应当建立符合下列规定的质量管理制度：

① 质量部门应当独立于生产控制系统之外并且由质量经理负责，其主要责任是监督质量管理政策的落实；

② 质量经理应当直接对责任经理负责。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。质量部门人员对维修工作的质量具有否决权；

③ 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，可以直接向民航总局或者民航地区管理局报告。

(3) 建立自我质量审核系统

维修单位应当建立一个符合下列规定的独立的自我质量审核系统，或者将自我质量审核功能赋予其质量部门，有计划地评估本单位维修工作对 CCAR-145 部要求的符合性，验证质量管理系统的有效性，并进行自我完善：

① 自我质量审核的范围应当包括本单位申请的或者被批准的有关项目涉及到的所有维修工作对 CCAR-145 部要求的符合性。

② 对于本单位任一部门或者系统的审核间隔最长不得超过 12 个月，对以往审核中发现问题较多的或者出现严重质量问题的部门或者系统，应当适当地增加审核频度。

③ 自我质量审核应当按计划进行。维修单位应当至少以年度为周期制定审核计划。年度审核计划应当包括全部审核范围。并根据本单位的具体情况进行调整，保证审核的完整性和审核效果。

④ 审核员应当熟悉民航总局有关航空器维修方面的规定和本单位的维修单位手册。审核员经过有关审核内容知识的培训后，应当具有计划、协调和分析能力。审核员可以专职或者兼职，但与被审核部门应当没有直接责任关系。

⑤ 维修单位应当制定审核项目单并按照审核项目单进行自我质量审核。制订审核项目单应当以保证自我质量审核工作的规范性和完整性为目的。审核项目单中应当列出各部门或者系统应当满足的有关要求。

⑥ 在进行自我质量审核时，维修单位应当对审核过程及发现的问题及时记录。审核记录应当包括对所有审核项目的具体评价及所发现问题的详细记录。

⑦ 审核结束后，应当以正式审核报告的形式向被审核部门或者系统的负责人通告审核中发现的问题，并要求限期纠正。维修单位对于自我质量审核中发现的问题应当及时进行改正，质量部门应当对改正的情况进行跟踪，必要时进行复核。审核中发现的问题及改正情况应当直接报告维修单位的责任经理。

⑧ 审核报告应当妥善保存。保存的期限不得少于审核报告全部内容完成后 2 年。

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）根据有关适航性资料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。在有关适航性资料修改时，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。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。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/地区注册的航空器以及其上安装的或即将安装的航空器零部件的维修，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；国外和地区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。

（2）根据有关适航性资料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适航性资料中的内容。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。生产控制系统应当符合下列规定：

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、适航性资料及技术文件；

生产控制系统安排的维修工作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；

当某些维修工作步骤同时进行可能会对施工安全性和维修质量造成不良影响时，生产控制系统应当合理安排工作顺序以避免其发生。当因休息或者交接班等需要中断正在进行的维修工作时，生产控制系统应当控制工作步骤及记录的完整性，以保证维修工作的连续性；

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）培训大纲和人员技术档案

维修单位应当根据 CCAR-145 部的要求制定本单位各类人员的培训大纲，建立各类人员的技术档案，并满足如下要求：

培训大纲中应当至少明确各类培训对象的培训内容、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民航总局或民航地区管理局批准。

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，并且经过下述要求的更新培训或再培训。

维修单位应当根据上述培训要求制定各类人员的年度培训计划。培训计划可以根据需要进行调整。

维修单位应当建立并妥善保存本单位各类人员的技术档案和培训记录。人员技术档案应当在其离开本单位后至少保存 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定要求的方法。维修单位手册由维修管理手册和工作程序手册组成。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批准；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认可。批准和认可部门可以提出修订要求。

维修管理手册和工作程序手册应当按照以下规定的格式和要求编写、修订和分发：

（1）维修管理手册和工作程序手册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；

（2）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；

（3）维修管理手册应当采用活页的形式。维修管理手册应当包括有封面、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；

（4）工作程序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；

（5）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，批准部门的批准页应当为原件；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的手册进行及时修订。

11）维修记录

维修单位的维修记录应当符合下列规定：

维修工作应当保证记录完整。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。航空器重要修理和改装工作应当填写 CCAR-145 部附件八《重要修理及改装记录》。

维修记录应当按照下列规定记录：

（1）同一工作的记录应当使用统一的单卡或表格，除国外/地区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，使用钢笔或圆珠笔，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）维修记录完成后应当按照下列规定保存：

① 维修记录应当避免水、火、丢失等造成的损失；

② 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保护措施，防止未经授权的人员更改；

③ 维修记录应当至少保存 2 年，航线维修工作的记录应当至少保存 30 天。

（5）维修单位应当采用有效的措施，使有关记录在毁坏后能够通过其他渠道恢复；

（6）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

维修单位完成航空器或航空器部件的维修工作后，应当由授权的放行人员按照民航总局批准或者认可的形式签发维修放行证明。民航总局批准或者认可下列形式的维修放行证明：

航线维修、A 检或者相当级别（含）以下的航空器定期检修工作及结合其完成的改装工作完成后可以由航空营运人授权的放行人员在飞行记录本上签署放行。

A 检或者相当级别以上的航空器定期检修及改装工作的放行表格可以由维修单位自定，但应当采用相对固定的格式并包括必要的内容。

航空器部件的维修放行证明采用由维修单位授权的放行人员签署《批准放行证书/适航批准标签》的形式。但当任何部件的维修是为本单位另一项完整的维修工作需要时，其维修证明可以采用本单位内部合格证件的形式。

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。维修放行证明的复印件应当与维修记录一同保存。

13）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外委维修。

除按照国家有关标准取得相应批准的特种作业单位外，国内维修单位的外委单位应当具有维修许可证；国外或者地区维修单位的外委单位应当获得本国或者地区民航当局的批准。

维修单位选择外委维修的，应当建立在质量系统控制下的评估制度。

14）等效安全情况

在规模较小的维修单位，严格落实 CCAR-145 部中对组织机构、人员安排和管理等具体要求，会增加许多不必要的额外工作。针对此特殊情况，维修单位在保证所维修的航空器或者航空器部件具有同等安全性的前提下，可以就某些条款向民航总局或者民航地区管理局提出等效的符合性方法： 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；其自我质量审核可以委托其他经批准的第三方机构进行，但被委托单位应当向民航总局或者民航地区管理局提供审核报告的复印件。

当航空运营人在其运行基地采用协议维修单位保障航线维修时，该协议维修单位即视为航空运营人的维修单位，因此，航线维修延伸到外站应当是协议维修单位维修能力的延伸，其工作单卡、航线维修人员的授权即可视为航空运营人等同的效力。即使以维修协议形式委托外单位，其航线维修人员的情况也需要获得运营人相关的培训和授权。并且，航空运营人的维修单位可以建立外站航线维修管理体系的基础上自行评估外站航线维修能力，以方便采取多种方式落实外站航线维修工作。

15）人为因素控制

在 CCAR-145 部中，人为因素设计的内容较多、分布较广，仅在此对涉及维修人员的一些管控要求简单归纳汇总。

在管理上应当避免对维修人员提出人的正常能力范围以外的要求，如：工作强度及连

续工作时间等；

应统计直接从事维修的工作人员的工作时间。在安排维修工作时，根据统计的维修工作人员的工作时间，确保这些人员每天工作时间不应超过 8 小时。特殊情况下，每天最多不得延长超过 3 小时。每周工作时间累计最多不应超过 40 小时。特殊情况下，每月的加班时间累计不得超过 36 小时；

执勤期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（不包括从居住地或驻地到报到地点所用的时间），到工作任务完成或解除时刻为止的连续时间段。执勤期最多不超过 13 小时；

如果维修人员正在实施的连续维修工作步骤在执勤期内不能完成，但由其继续实施对维修质量和安全有利，执勤期可以延长 2 个小时，执勤期最长不得超过 15 小时，同时实际加班时间累计算入每周和每月的工作时间；

执勤期后应安排维修人员至少 12 个连续小时的休息期，这个休息期应当安排在该执勤期结束时刻与下一个执勤期开始时刻之间。对于从事航线跟机维修的人员，跟机维修时间（包括为完成维修工作任务的往返乘机时间）可以不受值勤期限的限制，超出值勤期时限的，在跟机维修任务完成后不得安排工作任务。跟机维修时间计入每月工作时间；跟机维修过程中在外停留的非工作时间可以不计入每月的工作时间；

每七个连续日历日应保证维修人员至少休息一天；

学徒和未经授权人员应在具有相应工作授权人员的指导下工作；

在安排维修工作时，应确保各类人员在工作时不受毒品、酒精、药物等神经性刺激因素的干扰。在执勤期内，当维修人员感觉身体状况不适应其所从事的维修或者维修相关工作时，应向维修单位提出终止工作，维修单位不应强迫其继续工作。

7.3.2 与 CCAR-145 部有关的咨询通告

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，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）（WM）和信息通告（IB）指导开展适航工作。简要介绍如下：

AC-145-01《国内维修单位申请指南》

AC-145-02《国外、地区维修单位申请指南》

AC-145-03《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》

AC-145-05《维修单位手册编写指南》

AC-145-06《航空器航线维修》

AC-145-07《航空器部件维修》

AC-145-08《航空器及航空器部件维修技术文件》

AC-145-09《国家标准和行业标准的采用》

AC-145-10《维修单位的自制工具设备》

AC-145-11《与香港民航处、澳门民航局的联合认可》

AC-145-12《航空器机体项目维修类别限制》

AC-145-13R1《民用航空器维修人员培训大纲编写指南》

AC-145-14《维修工时管理》

AC-145-15《维修单位的安全管理体系》

AC-145-16《多地点维修单位与异地维修》

AC-145-017《航空器拆解》

7.4 运营人/运行人维修管理的法规文件

7.4.1 与CCAR-91、121、135部相关的内容

1. 概述

我国的航空器运行管理规章主要有《一般运行和飞行规则》（CCAR-91部）、《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121部）、《小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则》（CCAR-135部）。

CCAR-91部用于管理在中华人民共和国境内(不含香港、澳门特别行政区)实施运行的所有民用航空器(不包括系留气球、风筝、无人火箭和无人自由气球)的飞行和运行。

CCAR-121部用于在中华人民共和国境内依法设立的航空运营人实施的公共航空运输运行，包括:使用最大起飞全重超过5700千克的多发飞机实施的定期载客运输飞行、使用旅客座位数超过30座或者最大商载超过3400千克的多发飞机实施的不定期载客运输飞行、使用最大商载超过3400千克的多发飞机实施的全货物运输飞行。

CCAR-135部用于管理在中华人民共和国境内依法设立的航空运营人所实施的商业运输飞行，包括：

（1）使用单发飞机、旋翼机和最大起飞全重不超过5700千克的多发飞机实施的定期载客运输飞行，

（2）使用单发飞机、旋翼机和旅客座位数量(不包括机组座位)不超过30座，并且最大商载不超过3400千克的多发飞机实施的非定期载客运输飞行，

（3）使用单发飞机、旋翼机和最大商载不超过3400千克的多发飞机的全货机运输飞行，本节（1）和（2）规定的航空器在同一机场起降且半径超过40千米的空中游览飞行。

交通运输部2017年后对上述运行维修部分修订的主体宗旨是弥补安全风险漏洞、提升安全运行水平，同时兼顾行业发展的需要，以及落实国家关于“放管服”和“简政放权”的要求。

1）运行合格证

运行合格证是运营人遵照CCAR-91部、CCAR-121部、CCAR-135部从事特定航空运输运行的许可证书。运营人实施上述运行之前应按照适用规章要求和局方要求的格式方法提交申请书，局方按照规定条款进行受理和审查，符合条件后，向申请人颁发运行合格证。

运行合格证包含下列内容:合格证持有人的名称、合格证持有人主运行基地的地址、合格证的编号、合格证的生效日期、负责监督该合格证持有人运行的局方机构名称或代号、

被批准的运行种类、说明经审定,该合格证持有人符合适用规则的要求，批准其按所颁发的运行规范实施运行。

局方认为为了安全和公众利益需要修改或合格证持有人申请修改并且局方认为安全和公众利益允许进行这种修改时，可以修改其颁发运行合格证。

运营人必须在其主运行基地或其他局方可接受的地点保存运行合格证，以备局方检查，并在出现下列情形之一时方为失效：

（1）合格证持有人自愿放弃,并将其交回局方；

（2）局方暂扣、吊销或以其他方式终止该合格证。

2）适航性责任

航空运营人应当对飞机的适航性负责。

CCAR-91 部规定航空器的所有权人或运营人对保持航空器的适航性状态负责，包括机体、发动机、螺旋桨及其安装设备的适航性。

CCAR-121 部规定合格证持有人应当对飞机的适航性负责，包括机体、发动机、螺旋桨、设备及其部件的适航性，合格证持有人应当依据局方批准或者认可的手册、程序实施下述工作，以确保飞机的适航性和运行设备、应急设备的可用性：

（1）每次飞行前按照飞机维修方案完成所有维修任务，并进行必要的检查和放行；

（2）对于影响安全运行的有关缺陷和损伤进行处理并达到批准的标准，如该型飞机有可用的最低设备清单，应符合该清单规定的要求；

（3）依据可靠性方案分析并保持飞机维修方案的有效性；

（4）完成适航指令、飞机持续适航和安全改进要求，以及局方要求强制执行的任何其它持续适航要求；

（5）依据批准的标准完成改装,对于非强制性改装,制定具体政策。

3）在满足下述条件的情况下，合格证持有人可以通过协议工程技术、维修计划与控制、质量和培训管理职能所涉及到的具体工作进行委托：

（1）合格证持有人对飞机的适航性承担全部责任；

（2）合格证持有人应对受委托方及其委托实施的维修工程管理工作进行有效的监督，以确保落实其飞机的适航性责任；

（3）承担合格证持有人委托工作的受委托方应被视为合格证持有人维修工程管理体系的一部分，并接受局方的监督、检查。

4）CCAR-135 部规定合格证持有人对其运行的航空器，包括机体、发动机、螺旋桨、旋翼、设备和部件，承担适航性责任，并使其航空器按照相应规则的要求进行维修。合格证持有人应当按照局方批准或者认可的程序完成下列工作，确保航空器的适航性和运行设备、应急设备的可用性：

（1）每次飞行前按照相应规则要求的航空器检查大纲或者维修方案完成或者安排完成所有维修任务，并进行必要的检查和放行；

（2）对于影响安全运行的有关缺陷和损伤进行排故并达到经批准的标准，如该型航空器有局方批准的最低设备清单(MEL)和构型偏离清单(CDL)，应当符合这些清单规定的要求；

（3）完成运行指令、适航指令和局方要求强制执行的任何其他持续适航要求；

（4）依据批准的标准完成改装，对于非强制性改装，制定具体政策。

合格证持有人可以通过协议将上述条款中的全部或者部分工作进行委托，但对其航空器负有同样的适航性责任。

5）飞机的适航性检查

结合民航业的快速发展现状，将今后使用委任代表实施航空器投入运行前检查和年度适航性检查的要求纳入到规章中。

合格证持有人的每架飞机在首次投入运行前应当通过局方适航监察员或局方授权人员的检查，符合本规则的要求并获得适航证签署或者其他方式的签署后才能投入运行。按照本规则运营的飞机应当接受局方适航监察员或局方授权人员进行的年度适航性检查，符合本规则的要求并获得适航证签署或者其他方式的签署后才能继续投入运行。

合格证持有人应当接受局方适航监察员或局方授权人员在任何时间对其正在运营的飞机进行的适航性检查，对检查中发现的任何存在缺陷的飞机，应当在其改正措施满足局方的要求后方可以再投入使用。对于飞机首次投入运行的检查和年度适航性检查，合格证持有人应当按照规定支付检查费用。

6）持续适航与安全改进要求

为了进一步提高进入设计使用寿命中后期飞机的运行安全（即行业内俗称的“老龄飞机”问题），在参考、借鉴美国 FAA 有关航空器持续适航和安全改进方面的法规要求和成功做法的基础之上，结合适航审定部门在 CCAR-25 和 CCAR-26 部中提出的针对“航空器持续适航与安全改进”方面的要求，以及目前国内航空公司维修工程能力和在役飞机的实际情况和特点，2017 年修订增加了附录（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。其中，针对飞机实施 ETOPS 延程运行，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。

7）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，在国际民航公约附件 6 第一部分第 38 次修订中对新技术的应用也提出了新的要求。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 年后修订中增加“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）、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。

2. 维修系统

合格证持有人应当建立一个由维修主管负责的，落实其维修责任和保证航空器适航性的维修系统，常见的维修系统通常包括四个主要部门：

（1）工程技术部门：负责制定检查大纲或者维修方案，并提出具体维修技术要求和改装方案。

（2）维修计划和控制部门：负责根据检查大纲或者维修方案、维修技术要求和改装方案来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。

（3）质量部门：负责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。

（4）培训管理部门：负责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。

下面以公共航空运输承运人维修系统的各个要素为例进行介绍：

（1）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非计划维修能够得到有效的控制，并得以及时、满意的执行。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。

（2）维修方案

维修方案是指一套文件，该文件描述、说明了适用于特定航空器并确保其安全运行的维修任务，及其实施的周期和相关的程序等。维修方案应当基于 MRB 报告编制，同时航空运营人还应当结合设计批准书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，是维修活动的依据和标准。航空器计划维修任务的依据为计划维修要求（SMR），MRBR 只是 SMR 中的一种，但并不是唯一的。

合格证持有人应当为其所运营的每架飞机编制维修方案，并呈交给局方审查批准后按照方案准备和计划维修任务。

合格证持有人飞机的初始维修方案应当以局方批准或者认可的计划维修要求以及型号合格证持有人的维修计划文件或者维修手册中制造商建议的维修方案为基础。这些维修建议的结构和形式可以由合格证持有人重新调整，以更好地符合合格证持有人特定维修方案的执行和控制。

对于没有局方批准或者认可的计划维修要求的飞机，合格证持有人应当按照维修审查委员会的逻辑决断方法和过程制订初始维修方案。

合格证持有人应当对维修方案进行定期检查以确保其中反映出飞机使用特点、型号合格证持有人最新建议、局方批准或者认可的计划维修要求修订的评估、改装的状况以及局方的强制要求，并根据相关的可靠性方案来持续监控维修方案的有效性。维修方案的任何修订应当获得局方的批准。

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。

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以转换。

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以使用。

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）可靠性方案

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。

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。

（4）维修系统的人员培训

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，接受了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。

④ 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。

⑤ 专业知识和专业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的要求。

⑥ 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如下内容：

ⅰ）现任职务或者工作范围；

ⅱ）按照年月填写的技术简历；

ⅲ）参加过的培训课程、培训形式、培训学时及考试成绩(如适用)；

ⅳ）学历证明及合格证件的复印件。

⑦ 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. 飞机放行

CCAR-121 部中所提及的“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的完成。

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,在相关的要求后由

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和外形缺损清单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，如飞机放行结合 CCAR-145 部维修放行证明一同进行，则无需重复签署。

4. 维修记录

合格证持有人应当保存所运营的飞机的下述记录：

1）维修记录内容

能表明飞机放行满足CCAR-121部要求的所有详细维修记录,包含下述信息的记录内容：

（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）维修记录保存

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-121 部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。

合格证持有人终止运行时，所有保存的维修记录应转交给新的合格证持有人。合格证持有人将飞机干租给另一合格证持有人超过 6 个月时，所有保存的维修记录应转交给新的合格证持有人；如果干租的租赁期小于 6 个月，所有必要的维修记录都应转交给承租方或者承租方可以获取这些记录的副本。合格证持有人应当保证所有的维修记录可以提供给局方或者国家授权的安全调查机构的检查。

5. 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(节假日顺延)按照局方规定的方式(现主要采取互联网的FSOP系统）提交上报以下两类使用困难报告。

（1）运行类使用困难报告：

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：

① 腐蚀、裂纹、或者开裂导致要求更换有关的零部件；

② 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。

7.4.2 与CCAR-121部有关的（部分）咨询通告

AC-120-FS-049《航空器推迟维修项目的管理》

AC-121-50《地面结冰条件下的运行》

AC-121-51《维修工程管理手册编写指南》

AC-121-52《航空器投入运行的申请和批准》

AC-121/135-53《民用航空器维修方案》

AC-121-54《可靠性方案》

AC-121-55《航空器的修理和改装》

AC-121-56《维修系统培训大纲》

AC-121-57《飞机地面勤务》

AC-121-FS-2018-59《航空器维修记录和档案》

AC-121-FS-075《公共运输航空运营人维修系统的设置》

AC-121-62《航空器租赁》

AC-121/135-63《航空器保留故障和保留工作项目》（已失效，被 AC-120-FS-049 替代）

AC-121-64《质量管理系统》

AC-121-65《航空器结构持续完整性大纲》

AC-121-66《维修计划和控制》

AC-121-68《航空器空重和重心控制》

AC-121-FS-2018-69《飞机检查和记录审查》

AC-121-FS-2018-70《机身增压边界的修理损伤容限评估要求》

AC-121-FS-2018-71《修理和改装的损伤容限检查要求》

AC-121-FS-2018-72《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》

AC-121-FS-2018-73《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》

AC-121-FS-2018-74《航空运营人满足燃油箱可燃性降低（FTFR）要求的指南》

AC-121-FS-2019-009R2《延程运行和极地运行》

AC-121-FS-135《航空器重量与平衡控制规定》

AC-121-FS-2018-130《飞行运行作风》

AC-121-FS-2017-128《电子签名、电子记录存档系统和电子手册系统的接受与使用》

7.5 国际相关法规文件

7.5.1 国际民航组织的标准和建议措施

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，第二次世界大战期间，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，成为了摆在全世界面前的新课题。

1944 年，54 个国家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”。

《芝加哥公约》还建了一个临时国际民航组织（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。截止 2019 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 日交存批准书，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，我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。

2. 国际民用航空组织的主要机构

国际民航组织由大会、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它机构的所有事务。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对《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（SARP），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。

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. 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：《芝加哥公约》；《芝加哥公约》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《芝加哥公约》附件的形式制定了各种国际标准和建议措施（SARP），是实施《芝加哥公约》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行程序，是《芝加哥公约》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（SARP）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《公约》的 19 个附件和 5 个空中航行服务程序 (PANS)中管理着超过 12,000 个国际标准和建议措施（SARP）。这些标准和建议措施，以及航空运营人和制造商在数十年间取得的巨大技术突破和贡献，是社会经济发展重要驱动因素，也使得人类最伟大合作成就之一的现代国际航空运输网络得以成为现实。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。

7.5.2 美国 FAA 的法规体系

1. FAA 的发展历程

美国对民航飞机的适航管理萌芽于上世纪 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《空中商务法》。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》，建立了独立的民用航空管理局（CAA：Civil Aeronautics Authority）。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。

1958 年，《联邦航空法》颁布，联邦航空管理局（FAA：Federal Aviation Agency）正式成立并开始运营。

1966 年，交通部（DOT：Department of Transportation）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。

2. FAA 的组织体系

FAA 隶属于美国交通部（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）；通讯技术办公室（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）。如图 3-7-4 所示。

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）。

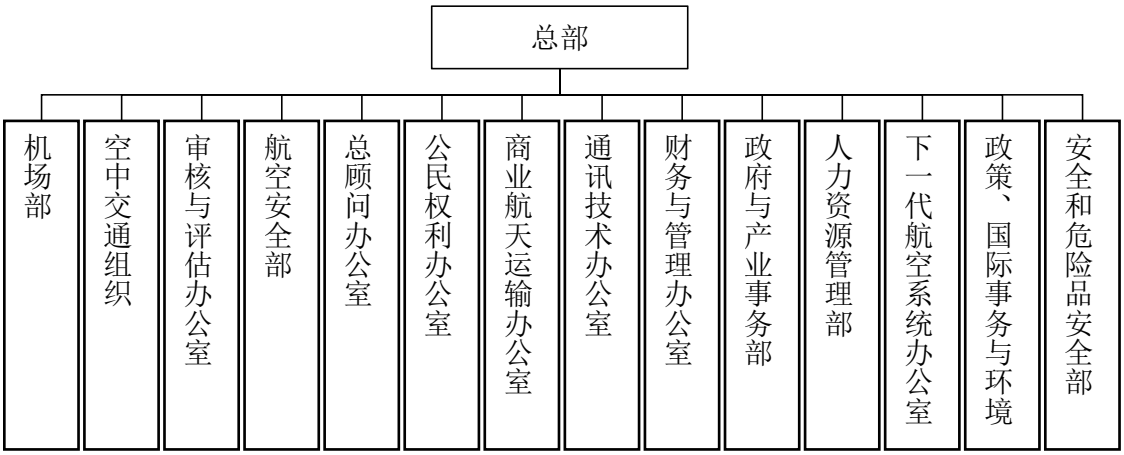


图 3-7-4 FAA 组织机构

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）、航空器评审组（AEG）、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. FAA 的法规体系

FAA 法规条例载于《联邦法规汇编》14 篇（14 CFR）。法规由五卷组成（如表 3-7-5 所示），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。

《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）。

表 3-7-5 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		110-119	
	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	美家航空和空间管理局（NASA）
		VI	1300-1399	航空运输系统稳定委员会

14 CFR 内法规条目众多，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）。

7.5.3 欧洲 EASA 的法规体系

1. EASA 的成立

欧洲航空安全局（EASA：European Aviation Safety Agency）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，是欧盟航空安全战略的核心。EASA 成立于 2002 年，其前身是联合航空局（JAA：Joint Aviation Authorities）。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 32 个成员国，其中 28 个为欧盟成员国（脱欧过渡期内英国视为欧盟成员国），4 个为非欧盟成员国。EASA 的使命是促进提升民用航空中安全和环境保护的最高通用标准。EASA 制定了欧洲通用的安全和环境法规，它通过对成员国进行检查来监督标准的实施，并提供必要的技术援助、培训和调查研究。EASA 与持续执行运行任务的国家主管部门携手开展工作，如对航空器认证或颁发飞行员执照等。其主要职责包括：

（1）法规制定：起草航空安全法规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）批准全世界的飞机设计机构以及欧盟以外的生产和维护机构；

（5）授权第三国（非欧盟）运营商；

（6）针对使用欧盟机场的外国飞机的安全性，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。

2. EASA 的组织体系

EASA 的组织体系包括：执行局（Executive Directorate）、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 3-7-5 所示

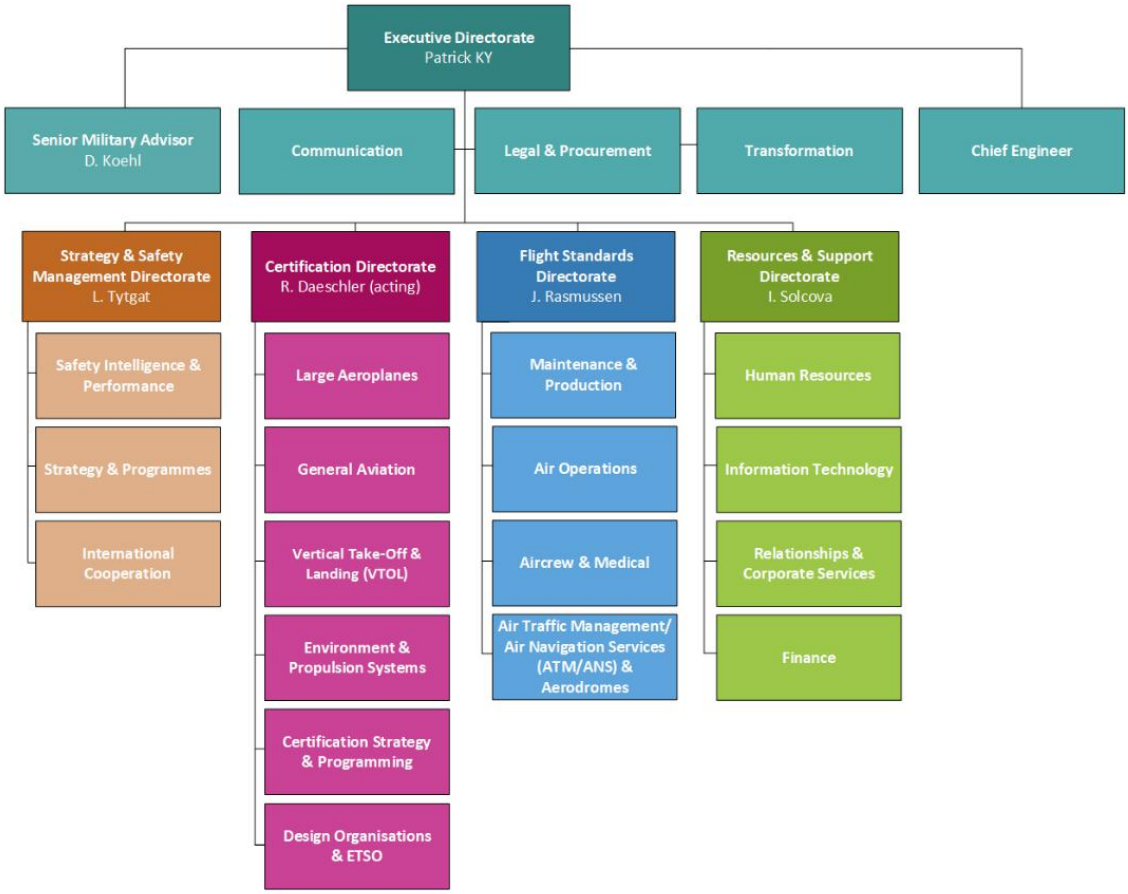


图 3-7-5 EASA 组织机构

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、通用航空部、垂直起降（VTOL）部、环境与推进系统部、认证策略与规划部、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、空中交通管理/空中导航服务（ATM/ANS）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. 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 的基本立法文件。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，实施条例也属于硬法规（hard law），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它。

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(AMC：Acceptable Means of Compliance)、指导材料(GM：Guidance Material)、认证规范(CS：Certification Specifications)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）。

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-21R4.民用航空产品和零部件合格审定规定.
[28] CCAR-23.正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定.
[29] CCAR-25.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.交运部 2016 年第 20 号令。
[31] CCAR-27.正常类旋翼航空器适航规定.
[32] CCAR-29.运输类旋翼航空器适航规定..
[33] CCAR-31.载人自由气球适航规定.
[34] CCAR-33.航空发动机适航规定.
[35] CCAR-34.涡轮发动机飞机燃油排泄和排出物规定.
[36] CCAR-35.螺旋桨适航标准.
[37] CCAR-36.航空器型号和适航合格审定噪声规定.
[38] CCAR-37.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-43.维修和改装一般规则.
[41] CCAR-45-R1.民用航空器国籍登记规定.
[42] CCAR-53.民用航空用化学产品适航管理规定.
[43] CCAR-55.民用航空油料适航规定.
[44] CCAR-66R3 .民用航空器维修人员执照管理规则（待定）.
[45] CCAR-91.一般运行和飞行规则.
[46] AC-91-11R1 .航空器的持续适航文件.
[47] CCAR-135.小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则.
[48] AC-121-53.民用航空器维修方案.
[49] AC-121-65.航空器结构持续完整性大纲.
[50] AC-121-71.修理和改装的损伤容限检查要求.
[51] 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.
[52] 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.
[53] AC-121-74.航空运营人满足燃油箱可燃性降低（ ＦＴＦＲ） 要求的指南.
[54] AC-145-9.国家标准和行业标准的采用.
[55] AP-21-AA-2011-03-R4.航空器型号合格审定程序.
[56] MD-FS-AEG003 .MSG-3.实施指南.
[57] CCAR-121-R5.大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则.
[58] CCAR-145R.民用航空器维修单位合格审定规定.
[59] AC-66/147-FS-002 R1.航空器维修基础知识和实作要求（待定）.
[60] CCAR-183.民用航空器适航委任代表和委任单位代表的规定.
[61] CCAR-147.民用航空器维修培训机构合格审定规定.
[62] CCAR-21.民用航空产品和零部件合格审定规定.

[63] CCAR-26.运输类飞机的持续适航和安全改进规定.
[64] FAA_Order_8110.54 <Instructions for Continued Airworthiness Responsibilities, Requirements, and Contents>
[65] 社会信用体系建设规划纲要（2014－2020 年）.（国发【2014】21 号）.
[66] 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）.
[67] 民航行业信用管理办法（试行）.（以下简称《管理办法》），2018.1.
[69] 关于近年维修人员违章、不诚信事件的通报.〔2017〕1919 号.
[70] 民航维修人员工作作风建设.2018.5.
[71] ATA2200.REV. 2012.2