

民航特色专业系列教材

民用运输类飞机 适航性验证技术

吴海桥 王华伟 编著



科学出版社

民航特色专业系列教材

民用运输类飞机适航性验证技术

吴海桥 王华伟 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书总结归纳适航性验证技术的范围与分类,简述国内外运输类飞机相关适航审定规章及FAA咨询通告体系;依据我国现行运输类飞机适航标准(CCAR-25-R4),讲述总体性能、结构强度、机载系统等专业适航验证所需的部分典型分析计算与试验技术,以及安全性评估技术。

本书可作为高等院校飞行器适航技术、飞行器设计与工程及相关专业本科生、研究生的教材或参考书,也可供适航审定人员、民用飞机研制人员及对适航感兴趣的读者阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

民用运输类飞机适航性验证技术/吴海桥,王华伟编著. —北京:科学出版社, 2017.1

民航特色专业系列教材

ISBN 978-7-03-051006-8

I. ①民… II. ①吴… ②王… III. ①民用飞机-适航性-高等学校-教材 IV ①V271

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第301600号

责任编辑:余江 张丽花/责任校对:郭瑞芝

责任印制:张伟/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2017年1月第一次印刷 印张:24

字数:566 000

定价:69.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

民用运输类飞机是指座位设置(不包括驾驶员)9座或以上,最大审定起飞重量5700kg(12500lb)以上的飞机。运输类飞机是研制难度最大、技术水平最高的一类民用航空器,我国正在研制的大飞机C919即属此类。运输类飞机的研制是一个国家科技水平、制造能力、经济基础和综合国力的集中体现,被誉为“现代工业的皇冠”,是衡量一个国家制造业先进水平的重要标志。

取得适航当局颁发的型号合格证是运输类飞机设计成功的重要标志,也为进入市场获得商业成功的前提。型号设计满足适航标准的要求,是适航当局颁发型号合格证的主要依据。适航验证技术系指符合性验证方法所应用的技术,即设计部门在飞机型号合格审定过程中,用于表明型号设计符合适用适航条款要求所用的技术,在民用运输类飞机设计中占据重要地位。目前,在ARJ21-700成功实践的基础上,急需进行更深入的研究与实践,以助力C919及后续型号的适航取证。

民用运输类飞机适航验证技术涉及空气动力学、飞行力学、结构力学、断裂力学、飞行试验、机载系统设计、系统安全工程等诸多领域,内容广泛,专业性强。本书从分析计算、试验、安全性评估3个方面,对部分典型验证技术进行了系统阐述,主要内容如下:

第1章介绍适航性的含义、适航的航空器以及适航性责任,总结适航验证技术的内涵与分类。

第2章介绍开展适航验证的依据,简述我国运输类飞机相关适航审定规章,说明我国规章与美国、欧洲及俄罗斯等国外主流规章的对应关系;以受到广泛认可的FAA咨询通告体系为例,列出运输类飞机相关的咨询通告。

第3~7章以国产大型客机C919的研制为背景,针对单通道、翼吊双涡轮风扇发动机、150座级、前三点式常规布局的机型,依据现行运输类飞机适航标准(CCAR-25-R4),讲述总体性能、结构强度、机载系统等设计专业适航验证所需的部分典型分析计算与试验技术。

第8章专门介绍适航验证所需的安全性评估技术。

本书编写过程中,中国商用飞机有限责任公司与中国直升机设计研究所的适航专家提出了宝贵意见;南京航空航天大学丁运亮审校全书,硕士研究生宗茜茜和王琳完成了图形绘制;同时参考了大量国内外资料,在此一并深表谢意。

适航验证技术浩如烟海,加上编者水平所限,本书难免存在疏漏与不足之处,敬请读者不吝赐教。

编 者

2016年7月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 适航性的含义	1
1.2 适航的航空器	1
1.3 适航性责任	2
1.4 适航验证技术	3
思考题	6
第 2 章 运输类飞机适航验证的依据	7
2.1 中国运输类飞机适航审定规章	7
2.2 国外运输类飞机适航审定规章	10
2.3 运输类飞机适航审定相关咨询通告	11
思考题	18
第 3 章 总体性能的典型分析计算	19
3.1 基本飞行性能	19
3.2 起飞着陆性能	26
3.3 操纵性与稳定性	38
思考题	64
第 4 章 总体性能的试验验证	65
4.1 概述	65
4.2 性能	66
4.3 操纵性和机动性	75
4.4 配平	84
4.5 稳定性	86
4.6 地面操纵特性	92
4.7 其他飞行要求	94
4.8 失速性能验证示例	99
思考题	105
第 5 章 结构强度的典型分析计算	106
5.1 概述	106
5.2 飞行总载荷	108
5.3 部件分布载荷	122
5.4 临界飞行载荷情况的筛选	128
5.5 飞行载荷计算实例	131
5.6 着陆载荷	140

5.7 地面操作载荷	153
5.8 地面维护载荷	179
5.9 多轮式起落架的轮胎载荷	182
5.10 损伤容限和疲劳评定简介	191
5.11 气动弹性稳定性简介	199
5.12 鸟撞损伤	204
5.13 应急设施	206
思考题	209
第 6 章 结构强度的典型验证试验	210
6.1 飞行载荷试飞验证	210
6.2 全机静力试验	217
6.3 全尺寸疲劳试验	223
6.4 结构刚度试验	230
6.5 结构固有振动特性试验	233
6.6 颤振试飞	235
6.7 鸟撞损伤的地面试验	240
6.8 水上迫降	241
6.9 防火	242
思考题	249
第 7 章 飞机系统验证技术	250
7.1 共性要求	250
7.2 空调	254
7.3 自动飞行	259
7.4 通信	265
7.5 电源	267
7.6 设备/装饰	271
7.7 防火	273
7.8 飞行操纵	276
7.9 燃油	282
7.10 液压	294
7.11 防冰和防雨	296
7.12 指示/记录	300
7.13 起落架	302
7.14 灯光	307
7.15 导航	310
7.16 氧气	313
7.17 引气	316
7.18 水/废水	317
7.19 辅助动力装置	318

7.20 动力装置	324
思考题	350
第 8 章 安全性评估技术	351
8.1 概述	351
8.2 安全性评估流程	351
8.3 安全性分析技术	354
8.4 飞机系统安全性评估流程示例	355
思考题	371
参考文献	372
缩略语	373
符号表	374

第1章 绪 论

1.1 适航性的含义

适航性是航空器一种属性的专用词,英文单词是“Airworthiness”,通常简称为适航。

目前,适航当局尚未发布关于“适航”的权威定义。例如,国际民航组织(ICAO)“国际民用航空公约”附件8“航空器的适航性”中未明确说明适航的定义,我国以及美国与欧洲的民用航空规章也均未明确给出适航的定义。

获得国内外适航当局与民用航空工业界广泛认可的工业标准 SAE ARP4754A “Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems”将适航定义为“The condition of an aircraft, aircraft system, or component in which it operates in a safe manner to accomplish its intended function”(飞机、飞机系统或部件以安全的方式实现其预定功能的状态);另一工业标准 SAE ARP4761 “Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment”将适航定义为“The condition of an item (aircraft, aircraft system, or part) in which that item operates in a safe manner to accomplish its intended function”[产品(飞机、飞机系统或部件)以安全的方式完成其预期功能的状态]。

国内较为统一的说法是,“航空器包括其部件及子系统整体性能和操纵特性在预期运行环境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。”

尽管上述列举的适航定义不尽相同,但有如下共同点。

(1)均以在实际飞行中所应具有的安全性为归宿。

(2)强调了综合因素,是抽象的集合概念,是航空器中每一涉及安全的部件和子系统,以及整体性能和操纵特性等安全品质的综合反映。

(3)强调了适航是以预期运行环境中航空器的使用限制为界定条件(预期运行环境包括大气、机场、航路、空中交通管制等。使用限制包括速度、高度、重心、重量以及发动机与其他设备的运行限制)。

(4)涵盖设计、制造、使用与维修的全寿命周期。

1.2 适航的航空器

什么样的航空器才算是“适航的”航空器?国际上比较普遍的看法是,倘若航空器同时满足下述各点,便是适航的航空器。

(1)航空器的型号设计符合相应的适航标准并获得适航当局的批准。

(2)航空器由取得适航当局批准的单位制造,并经过检查确认符合型号设计。

(3)航空器由持有合格证件的人员按照适航当局批准的大纲进行维修,贯彻执行了适航

当局颁发的相关适航指令。

(4) 航空器在上述检查、维修中没有发现重大故障, 不需进行大的修理或调整。

以上四个方面是互相联系而不是孤立存在的。以(1)和(4)的关系为例说明, 对于(1), 如果适航标准不充分, 则航空器的设计也不会充分。例如, 关于航空器抗疲劳的要求, 在20世纪50年代之前, 疲劳还未暴露为一个问题, 当时的适航标准还没有关于抗疲劳的要求。按照当时适航标准进行审定的某些型号, 如“鸽子”“彗星”“马丁202”等, 尽管当时都认为是适航的, 但随后却发生了灾难性事故。对于(4), 可以用存在缺陷的航空器为例来说明。有的航空器虽然长时间存在某些缺陷, 但由于没有相应的维修大纲要求, 未能及时发现这种缺陷。例如, 1974年在布鲁塞尔有一架“先锋”型飞机, 其后部隔框由于腐蚀而损坏, 发生了严重事故, 原因就是维修大纲没有提出对这些部位进行检查的要求, 而且该飞机在设计上也没有为这种检查提供条件(如可达性)。

因此, 要使航空器成为“适航的”航空器, 至少要做到两点: 一是适航标准和维修大纲要及时跟踪科学技术的发展, 不断吸取事故教训, 加以完善; 二是上述4点的每一个方面, 都应能补充其他各个方面的不足之处, 都要为其他各个方面尽量提供条件。例如, 适航标准只有在维修大纲对其进行了某些补充之后才能充分, 维修大纲则需要适航标准为之提供了必要条件之后才能适用。

在设计—制造—维修链条中, 最重要的环节是设计。对于航空器及其系统与设备的种种构思, 都密切地影响甚至决定着制造和维修这两个环节。例如, 只有在航空器结构设计时努力排除可能隐藏在任何部位的缺陷, 或者为维修检查提供必要的接近通道或窗口, 才能使维修符合规定的要求。尽管如此, 一架精心设计的、符合适航标准的航空器, 如果脱离其他两个环节同样精心的工作, 也不可能成为适航的航空器。所以, 航空器是否适航, 取决于链条的整体。

航空器的适航性不仅取决于对链条中每个环节的重视程度和每个环节的有效工作, 而且取决于对各个环节之间相互关系的深入研究与正确协调。特别是在航空器复杂程度日益增加的情况下, 环节与环节之间的“边界”问题也会增加, 更需要精心处理。为了做好每个环节的工作并协调好各环节之间的相互关系, 必须采取一套科学而又切实的办法, 或者说采用一套适当的程序, 国际上把这种程序称为适航管理系统。

1.3 适航性责任

对适航的航空器需满足的条件进行分析可知, 完善的设计、优质的制造、良好的使用和有效的维修, 是保持航空器适航性的重要因素, 因此对航空器适航性负有责任的部门如下。

航空器的设计和制造单位, 从设计图纸、原材料的选用到试验制造、组装生产, 直至取得型号合格批准和生产许可, 对航空器的初始适航性负主要责任。

航空器的使用单位(如航空公司)和维修单位(包括所属的各类航空人员——飞行人员、维修人员、检验人员等), 要保证其使用和维修的航空器始终处于安全运行状态, 对航空器的持续适航性负主要责任。

适航管理部门作为国家的政府部门, 则是在制定各种最低安全标准的基础上, 对航空

器的设计、制造、使用和维修等环节进行科学统一的审定、监督和管理。适航主管部门负责对航空器的适航性进行技术鉴定和监督检查，负责对航空器适航性负有责任的单位及其人员的监督检查，并客观地进行控制和评估。一句话，适航管理部门及其成员要对其影响适航性的所有工作负责。

1.4 适航验证技术

1.4.1 符合性验证

航空器的适航性首先是设计赋予的，为了表明航空器设计满足适航标准的要求，申请人需要运用各种技术进行符合性验证。

符合性验证是民用飞机在研制和适航取证过程中所使用的专有名词，意指型号合格审查过程中，申请人(通常是设计方)采用不同验证方法，以获取的验证结果证明所验证对象是否满足适航标准的要求，评估验证对象与适用适航标准条款的符合程度。

前述验证方法统称为符合性验证方法(简称符合性方法)。适航当局为了统一审查双方的认识，以便信息交流，通常将符合性方法分类。我国适航当局的分类如表 1-1 所示。在使用时，需根据适航条款的具体要求选取其中的一种或多种的组合来满足条款的要求。

表 1-1 符合性方法

代码	名称	使用说明
MC0	符合性声明	通常在符合性记录文件中直接给出
MC1	说明性文件	如技术说明、安装图纸、计算方法、技术方案、航空器飞行手册……
MC2	分析计算	如载荷、静强度和疲劳强度，性能，统计数据分折，与以往型号的相似性……
MC3	安全评估	如功能危害性评估(FHA)、系统安全性分析(SSA)等用于确定安全目标或演示已经达到这些安全目标的评估过程
MC4	试验室试验	如静力和疲劳试验、铁鸟试验……试验可能在零部件、分组件和完整组件上进行
MC5	地面试验	如环境试验、应急撤离演示……
MC6	飞行试验	规章明确要求时或用其他方法无法完全演示符合性时采用
MC7	航空器检查	如系统的隔离检查、维修规定的检查……
MC8	模拟器试验	如评估潜在危险的失效情况、驾驶舱评估……
MC9	设备合格性	设备的鉴定是一种过程，它可能包含上述所有的符合性方法

1.4.2 适航验证技术

概括地说，适航验证技术就是指符合性方法所应用的技术，即设计部门在航空器型号合格审定过程中，用于表明型号设计符合适用适航标准条款所用的技术。为了明确适航验证技术的内容，首先对表 1-1 所列符合性方法进行分析如下。

1. 符合性方法分析

1) 符合性声明(MC0)

多用于“总则”一类的条款,通过引用型号设计文件,定性地说明型号设计符合适用的适航标准条款要求。

例如,为了在应急情况下确保机上所有乘员都能在规定时间内撤离飞机,CCAR-25-R4 在第 25.809 条(a)规定:“每个应急出口,包括飞行机组应急出口在内,必须是机身外壁上能提供通向外部的无障碍开口的活动舱门或带盖舱口。”在验证型号设计对该条款的符合性时,可选择 MC0 方法,利用飞机的总体布置图、座舱布置图及相应图纸来说明该型飞机应急出口的设计满足要求。

2) 说明性文件(MC1)

通过向适航当局提交有关型号设计资料,由局方组织技术专家,以工程评审的形式确认有关设计是否符合适用的适航标准条款要求。

例如,CCAR-25-R4 在第 25.903 条(e)(1)规定:“必须有飞行中再启动任何一台发动机的手段。”对该条款可理解为“在发动机发生空中停车故障时,能恢复发动机的工作。”在验证型号设计对于该条款的符合性时,可选择 MC1 方法,向局方提交发动机启动和操纵系统原理图、安装图以及飞行中发动机再点火操作说明等资料,由局方组织工程评审来确认飞机具有飞行中再启动每台发动机的设备和能力。

3) 分析计算(MC2)

此类方法应用分析计算来表明相关设计符合适用的适航标准条款要求。

例如,为了使得机组成员在值勤时不致过度疲劳和不适,CCAR-25-R4 在第 25.831 条(a)规定:“通常情况下通风系统至少应能向每一乘员提供每分钟 250 克(0.55 磅)的新鲜空气。”在验证型号设计对该条款的符合性时,可选择 MC2 方法,利用飞机空调系统的图纸、说明书等设计资料,通过分析计算来表明能够提供适航条款所规定的新鲜空气量。

4) 安全评估(MC3)

此类方法应用 FTA、FMEA 等安全性分析方法,经过 FHA、PSSA、SSA 流程对飞机系统设计的安全性进行评估,表明对于相应适航标准条款的符合性。

例如,CCAR-25-R4 在第 25.1309 条(b)(1)规定:“飞机系统与有关部件的设计,在单独考虑以及与其他系统一同考虑的情况下,发生任何妨碍飞机继续安全飞行与着陆的失效状态的概率为极不可能。”在验证型号设计对该条款的符合性时,可选择 MC3 方法,根据飞机系统的设计资料、零部件失效数据、相似机型的服役经验等,参照相关工业标准(如 SAE ARP4761),利用 FTA、FMEA 完成安全性评估以证明设计满足要求。

5) 试验室试验(MC4)

此类方法是通过试验室试验,验证有关设计对于适用适航标准条款的符合性,试验可在零部件、分组件和完整件上进行。

例如,CCAR-25-R4 在第 25.723 条(b)规定:“起落架在演示其储备能量吸收能力的试验中不得损坏。”在验证型号设计对该条款的符合性时,可选择 MC4 方法,利用完整的起落架、模拟飞机上的安装情况和着陆姿态,在落振试验台上进行试验,试验后检查起落架是否损坏。

6) 地面试验 (MC5)

此类方法在飞机停放于地面的状态下进行试验来表明有关设计对于适用适航标准条款要求的符合性。

例如, 为防止由于燃油热膨胀造成燃油溢出燃油箱或损坏燃油箱结构, CCAR-25-R4 第 25.969 条要求“每个燃油箱都必须具有不小于 2% 油箱容积的膨胀空间”。在验证型号设计对该条款的符合性时, 可选择 MC5 方法, 在地面利用重力加油口加油, 到达加油口油面后, 再利用油箱通气管(其他方法)加油至油箱充满油, 后面所加的油的体积即为燃油箱的膨胀空间, 根据试验结果评定其是否符合要求。

7) 飞行试验 (MC6)

此类方法通过在飞机飞行中进行的试验, 验证有关设计对于适用适航要求的符合性。在规章明确要求时, 或用其他方法无法完全演示符合性时采用。

例如, 在验证型号设计对 CCAR-25-R4 在第 25.103 条“失速速度”的符合性时, 可选择 MC6 方法。因为失速速度是边界飞行速度, 此时飞机处于大迎角状态, 作用在飞机上的气动力和飞机的运动情况都比较复杂, 难以利用解析计算求解, 唯一可靠的验证方法是飞行试验。

8) 航空器检查 (MC7)

通过局方专家在样机或飞机上进行检查的方式, 验证有关设计对于适用适航要求的符合性。

例如, CCAR-25-R4 在第 25.812 条(d)规定对于“各主过道和出口之间通向与地板齐平的旅客应急出口的通道”的应急照明要求。在验证型号设计对该条款的符合性时, 可由适航审定人员在样机或飞机上按本款规定进行检查, 验证其是否符合要求。

9) 模拟器试验 (MC8)

此类方法是通过在工程模拟器上进行模拟试验来验证有关设计对于适用适航要求的符合性。一般不单独使用, 而是配合其他方法一起使用。

例如, 在借助飞行试验来验证 CCAR-25-R4 在第 25.672 条(b)对于增稳系统或任何其他自动或带动力的操纵系统发生故障时飞机的可操纵性之前, 可先进行模拟器试验演示, 演示通过后再进行试飞, 以尽量保证飞行安全。

10) 设备合格性 (MC9)

该方法通过向局方提交航空设备(包括材料)的合格证明文件的方式, 来表明对于相应适航要求的符合性, 一般用于装机设备(或材料)的符合性验证。

例如, CCAR-25-R4 在第 25.731 条“机轮”的验证, 表明型号设计对该条款的符合性时, 可选择 MC9 方法, 由型号合格证申请人编制机轮选择符合性说明报告并与机轮的产品合格证一起提交适航部门审批。

2. 适航验证技术的分类

通过对前述符合性方法的分析可知, 符合性声明(MC0)、说明性文件(MC1)、航空器检查(MC7)、设备合格性(MC9)多以工程评审或检查的方式完成, 一般不需要专门的验证技术; 而其余的 6 种方法所需的验证技术分类如下。

(1) 分析计算类, 用于满足分析计算(MC2)的需要, 如性能计算、载荷计算、强度计算、

疲劳分析、与以往型号的相似性分析等。

(2) 试验类，用于满足试验室试验(MC4)、地面试验(MC5)、飞行试验(MC6)、模拟器试验(MC8)的需要，如起落架减震试验、风洞试验、全机静力试验、全机疲劳试验、性能试飞、操纵性与稳定性试飞、飞机系统试飞等。

(3) 安全性分析类，用于满足安全评估(MC3)的需要，如 FTA、FMEA、CCA 等。

思考题

- 1-1 适航性的含义是什么？
- 1-2 什么是适航的航空器？
- 1-3 符合性验证的定义是什么？
- 1-4 简述各类符合性方法的适用性，并举例说明。
- 1-5 适航验证技术可分为几类？并举例说明。

第2章 运输类飞机适航验证的依据

根据国际民用航空公约的规定,缔约国应制定用于型号合格审定的适航规章,申请人或设计单位必须按照适用的规章开展设计,并利用相应方式向适航当局表明其设计满足适用规章的要求。因此,适航审定规章是航空器开展适航验证的首要依据。

适航当局颁发的咨询通告(Advisory Circular, AC)可视为,针对规章要求开展符合性验证的建议性和解释性资料。尽管局方一再申明,咨询通告提出的符合性方法并不具有强制性或者排他性;但是,型号合格证申请人通常采用咨询通告提出的方法来表明符合性,采用其他方法往往意味着需要局方事先认可以及验证成本更高等问题。因此,咨询通告是具备操作性的验证依据。

2.1 中国运输类飞机适航审定规章

我国规定,适航审定规章是适航管理部门(中国民用航空局)根据民用航空工业的发展水平及航空产品的类别而制定的最低安全标准,其根本目的是,确保航空器适航性的实现。现行规章,是国内外长期运营经验和历次飞行事故教训的总结与提升。随着科技发展及民用航空器生产、使用的国际化,适航标准还将不断发展,且日趋国际化。

本节将对我国与运输类飞机直接相关的适航标准进行简要介绍。

2.1.1 运输类飞机适航标准(CCAR-25)

CCAR-25 是用于颁发和更改运输类飞机型号合格证的适航标准。根据 CCAR-21 “民用航空产品和零部件合格审定规定”的规定,申请或更改运输类飞机型号合格证的申请人,必须表明符合 CCAR-25 中适用的要求。

运输类飞机通常指座位设置(不包括飞行员)为 9 座或以上,最大审定起飞重量为 5700kg (12500lb) 以上的飞机。

作为我国发布的第一部适航标准,CCAR-25 最初于 1985 年 12 月 31 日发布,1990 年 7 月 18 日进行了第一次修订,1993 年 12 月 28 日进行了第二次修订,2001 年 5 月 14 日进行了第三次修订。现行有效的版本是 2011 年 11 月 7 日发布的第四次修订版,即 CCAR-25-R4,该版本参考了 FAR PART 25 “美国联邦航空条例第 25 部”第 25-101 至 25-125 修正案(Amdt25-101~Amdt25-125)。CCAR-25-R4 包括 8 个分部以及 14 个附录,分别如下。

- A 分部 总则
- B 分部 飞行
- C 分部 结构
- D 分部 设计与构造
- E 分部 动力装置

- F 分部 设备
- G 分部 使用限制和资料
- H 分部 电气线路互联系统(EWIS)
- 附录 A 图解
- 附录 B 图解
- 附录 C 结冰问题
- 附录 D 确定最小飞行机组的准则
- 附录 E 助推动力问题
- 附录 F 表明符合 25.853 条或 25.855 条的防火试验准则和程序
- 附录 G 连续突风设计准则
- 附录 H 持续适航文件
- 附录 I 起飞推力自动控制系统(ATTCS)的安装
- 附录 J 应急撤离演示
- 附录 K 延程运行(ETOPS)
- 附录 L HIRF 环境和 HIRF 设备测试水平
- 附录 M 燃油箱系统降低可燃性的措施
- 附录 N 燃油箱可燃性暴露和可靠性分析

2.1.2 航空发动机适航规定(CCAR-33)

CCAR-33 规定了颁发和更改航空发动机型号合格证使用的适航标准。根据 CCAR-21 “民用航空产品和零部件合格审定规定”的规定,申请航空发动机型号合格证或申请对该合格证进行更改的法人,必须表明符合 CCAR-33 中适用的要求,并且必须表明符合中国民用航空规章 CCAR-34 “涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定”。

作为航空发动机的适航标准,CCAR-33 最初于 1988 年 2 月 9 日发布,2002 年 4 月 19 日进行了第一次修订。现行有效的版本是 2011 年 1 月 30 日发布的第二次修订版,即 CCAR-33-R2。该版本参考了 FAR PART 33 “美国联邦航空条例第 33 部”第 33-21 至 33-30 修正案(Amdt33-21~Amdt33-30)。CCAR-33-R2 包括 8 章以及 2 个附件,分别如下。

- A 章 总则
- B 章 设计与构造
- C 章 设计与构造:活塞式航空发动机
- D 章 台架试验:活塞式航空发动机
- E 章 设计与构造:航空涡轮发动机
- F 章 台架试验:航空涡轮发动机
- G 章 专用要求:航空涡轮发动机
- H 章 附则
- 附件 A 持续适航文件
- 附件 B 合格审定标准大气降雨和冰雹的浓度

2.1.3 涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定(CCAR-34)

按 CCAR-21 “民用航空产品和零部件合格审定规定”中第2章和第3章的规定,申请航空燃气涡轮发动机型号合格证、补充型号合格证、型号认可证或申请对该合格证进行更改的法人,必须表明符合 CCAR-34 中适用的要求。正在使用的航空燃气涡轮发动机也要符合本规定的适用要求。

作为航空发动机排放的适航标准,CCAR-34 于 2002 年 3 月 20 日发布,参考了 FAR PART 34 “美国联邦航空条例第 34 部”第 34-1 至 34-30 修正案(Amdt34-1~Amdt34-30)和 ICAO 国际民用航空公约“附件 16 第 II 卷航空发动机排出物”的相关要求。CCAR-34 包括 8 章,分别如下。

- A 章 总则
- B 章 发动机燃油排泄
- C 章 新的航空燃气涡轮发动机的排气排出物
- D 章 在用的航空燃气涡轮发动机的排气排出物
- E 章 备用
- F 章 备用
- G 章 发动机排气中气态排出物的测试程序(航空器和航空燃气涡轮发动机)
- H 章 发动机烟雾排放的测试程序(航空燃气涡轮发动机)

2.1.4 螺旋桨适航标准(CCAR-35)

按照 CCAR-21 “民用航空产品和零部件合格审定规定”的规定,申请或更改螺旋桨型号合格证的法人,必须表明符合 CCAR-35 中适用的要求。

作为螺旋桨的适航标准,CCAR-35 于 1987 年 12 月 17 日发布,参考了 FAR PART 35 “美国联邦航空条例第 35 部”第 35-1 至 35-11 修正案(Amdt35-1~Amdt35-11)。CCAR-35 包括 3 个分部和 1 个附录,分别如下。

- A 分部 总则
- B 分部 设计和构造
- C 分部 试验和检查
- 附录 A 持续适航文件

2.1.5 航空器型号和适航合格审定噪声规定(CCAR-36)

为减少民用航空活动所产生的噪声对周边环境的影响,规范航空器噪声的划分标准,CCAR-36 于 2002 年 3 月 29 日发布,2007 年 4 月 15 日进行了第一次修订,主要参考了国际民用航空公约“附件 16”第 4 到 7 修正案以及 FAR PART 36 “美国联邦航空条例第 36 部”第 36-23 至 36-28 修正案(Amdt36-23~Amdt36-28)。CCAR-36 规定了不同类型航空器的分级方法,以及分级时所依据的噪声标准和测量方法。CCAR-36-R1 包括 15 章(实际使用 5 个,备用 10 个)以及 10 个附件(实际使用 6 个,备用 4 个),分别如下。

- A 章 总则
- B 章 运输类大飞机和喷气式飞机

C~E 章 备用

F 章 螺旋桨小飞机和螺旋桨通勤类飞机

G 章 备用

H 章 直升机

I~N 章 备用

O 章 文件、使用限制和资料

附件 A 根据第 36.101 条航空器噪声的测量和评定

附件 B 根据第 36.103 条运输类和喷气式飞机的噪声级

附件 C~E 备用

附件 F 对在 1988 年 11 月 17 日以前进行合格审定试验的螺旋桨小飞机和螺旋桨通勤类飞机的飞越噪声要求

附件 G 对在 1988 年 11 月 17 日或之后进行合格审定试验的螺旋桨小飞机和螺旋桨通勤类飞机的起飞噪声要求

附件 H 根据 H 章的直升机噪声要求

附件 J 最大审定起飞重量不大于 3175kg (7000lb) 的直升机根据 H 章的直升机噪声合格审定的替代程序

2.1.6 民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定 (CCAR-37)

为了规范民用航空材料、零部件和机载设备(以下统称产品)的制造,保证产品在规定的条件下,满足工作的需要或完成预定目的,确保产品及航空器的适航性,CCAR-37 于 1992 年 4 月 1 日发布并实施。规章主体包括 3 章,分别如下。

第一章 总则

第二章 中国技术标准规定

第三章 附则

2.2 国外运输类飞机适航审定规章

2.2.1 美国适航审定规章

美国联邦航空局 (Federal Aviation Administration, FAA) 运输类飞机相关适航审定规章见表 2-1。

表 2-1 美国航空器适航审定规章

编 号	标 题
PART 25	Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes
PART 33	Airworthiness Standards: Aircraft Engines
PART 34	Fuel Venting and Exhaust Emission Requirements for Turbine Engine Powered Airplanes
PART 35	Airworthiness Standards: Propellers
PART 36	Noise Standards Aircraft Type and Airworthiness Certification