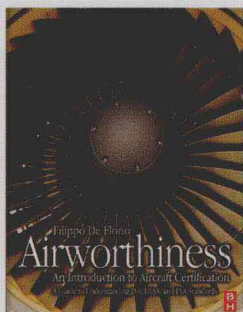




适航技术丛书

适航性： 航空器合格审定引论



Airworthiness

An Introduction to Aircraft
Certification

[意大利] Filippo De Florio 著

张曙光 柯 鹏 潘 强 陈海兵 等编译



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



适航技术丛书

适航性： 航空器合格审定引论

Airworthiness

An Introduction to Aircraft Certification

[意大利] Filippo De Florio 著

张曙光 柯鹏 潘强 陈海兵 等编译

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

航空器设计是空气动力学、飞行力学、航空器结构学等多门学科的综合。为了允许航空器在正常空中交通环境中运行,有必要证明航空器的设计和制造符合相应的要求规定,这一符合性确认的任务由国家委托管理当局执行。这样,为了共同的飞行安全目标,通过“适航性”,将设计者、制造者、运营者和管理当局联系在一起。

本书围绕“适航性”这一主题,系统介绍了与飞行安全性相关的国际组织和适航管理机构、适航规章要求及其制订、型号合格审定过程、航空器运营和持续适航监管等,其中重点对美国 and 欧盟的管理体系和方法进行了阐述。在对适航基本概念、机构、要求、系统和方法的全景式的展现中,书中融入了著者的体会,有助于读者理解“适航性”这一相对枯燥的主题;同时,译者添加了解释,补充相关社会背景,或者反映适航领域的新变化。

本书可以作为高等院校适航专业教材,也可以作为相关专业本科生、研究生与教师的参考书,同时可供适航审定人员、航空器设计、制造、运营人员及所有对适航感兴趣的读者阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

适航性:航空器合格审定引论/(意)弗洛里奥
(Filippo De Florio)著;张曙光译.--北京:北京航空航天大学出版社,2011.7

ISBN 978-7-5124-0447-2

I. ①适… II. ①弗…②张 III. ①航空器—适航性—研究 IV. ①V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 095484 号

版权所有,侵权必究。

适航性:航空器合格审定引论

Airworthiness An Introduction to Aircraft Certification

[意大利]Filippo De Florio 著

张曙光 柯鹏 潘强 陈海兵 等编译

责任编辑 李青 李徐心 李玉

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:700×1 000 1/16 印张:17 字数:324 千字

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-0447-2 定价:48.00 元

版 权 声 明

北京市版权局著作权登记号:图字:01-2011-2526

Airworthiness An Introduction to Aircraft Certification

Filippo De Florio

ISBN-13:978-0-7506-6948-1

Copyright © 2006 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

ISBN: 978-981-272-928-6

Copyright © 2011 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

All rights reserved.

Published in China by Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd.. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 授予北京航空航天大学出版社在中国大陆地区(不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区)出版与发行。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

本书封底贴有 Elsevier 防伪标签,无标签者不得销售。

适航技术丛书

编委会

名誉主任 张红鹰

主 任 丁水汀

委 员 (按姓氏拼音排序)

Dieter • Reisinger

白 杰

甘晓华

李保良 沈小明

徐超群

殷时军

曾海军 张曙光

赵越让

周燕佩

合作出版单位

北京航空航天大学出版社

北京航空航天大学 / 航空科学与技术国家实验室(筹)

适航技术研究中心

丛书总序

随着我国航空工业的发展,民航运输量的增加,特别是在当前国产大型飞机项目快速推进和通用航空蓬勃发展的趋势下,适航工作比以往任何时候都显得更加重要。适航是发展民用航空制造业的必由之路,同时民用航空器通过适航管理保障了航空器的高安全水平的成功经验也逐渐被军机所借鉴。

当前,加强适航能力建设是我国民用航空工业的当务之急,其中核心和基础是专业队伍和技术能力的建设。2008年10月,中国民航局和北京航空航天大学签署了《适航技术与管理全面合作框架协议》,李健副局长和李未校长为北航适航技术研究中心揭牌。我以北航校友和航空器适航审定司司长的双重身份主持了这个仪式。我很高兴,北航积极加入适航这个领域,并针对适航技术研究和人才培养开展工作,更希望有更多的高校和研究机构参与其中。由北航和我司共同主办的航空器适航国际会议(International Symposium on Aircraft Airworthiness)也搭建了一个国内外局方、工业界和学者之间的学术交流平台。后来,我还高兴地注意到,北航获批了国内第一个航空器适航技术本科专业,并建起了从本科到博士的完整的适航技术学历教育体系。

这次编委会策划出版一套“适航技术丛书”,恰逢其时。本套丛书以“适航技术”为主线,从航空器适航合格审定的概念开篇,涉及航空器失控、结构、载荷、人为因素、发动机、系统安全性等重要适航技术主题和规章演变的技术机理,组织了对相关主题具有深入研究心得的国内外学术力量进行图书编撰,同时引进、翻译题材合适的国外优秀著作。“管中窥豹,略见一斑”,丛书的内容还会不断完善和发展,这在适航领域是一次有益的尝试,相信这套丛书的出版发行,将对适航专业人才的培养起到促进作用,同时对工业部门适航技术能力和局方适航审定能力的提升具有积极意义。

张红鹰

2011年5月3日

译者序

国内越来越多的读者关心适航,渴望对适航审定有较准确的了解。另外,在北京航空航天大学开办航空器适航技术专业后,我们也感觉到需要给本科生、研究生提供能够涵盖航空器适航审定的基本状况和相关概念,同时又适合阅读的教材。

Filippo De Florio 先生的 *Airworthiness An Introduction to Aircraft Certification, A Guide to Understanding JAA, EASA and FAA Standards* 恰好是这样一本较合适的读物。该书写作于 2005 年 7 月,出版于 2006 年。其后,欧洲航空安全局及其规章有了不少的发展,业务职能扩展到机场、空中交通管制系统等,关注对象从最初的商业航空到通用航空,而且快速推进和包括中国在内的世界多个国家的合作。在通用航空领域,美国联邦航空局增加了轻型运动类航空器这一新类别审定和运行规则。另外,民用无人机和航天器适航要求也是近年发展的热点。

但是,作为一本侧重于适航审定基本概念的读物,该书是合适的。如作者所说,本书“不是审定手册”。而在此基础上,可以直接阅读相关法规的最新版本。因此,我们决定将其翻译,并正式出版。而对于重要的发展趋势,通过注释反映出来,供读者进一步参考。

此次翻译工作是北京航空航天大学航空器适航技术研究中心同仁们共同完成的。其中,柯鹏博士负责全书的初步协调和第 9 章翻译,潘强博士负责第 8 章翻译,陈海兵博士负责第 1、5 章翻译。另外,刘晓锋博士对第 2、6、7 章,何田博士对第 3 章,刘传凯博士对第 4 章都作出了明显贡献。全文由我校准、协调并成终稿。

翻译是大家在繁忙的日常工作中,挤时间完成的。而且作为翻译,既要尊重原作者的风格和意图,又要适合中文表达,涉及的术语还必须与国内行业习惯一致。尽管已尽了很大努力,但错误在所难免,恳请读者斧正。

该书的翻译出版,首先得到适航中心执行主任丁水汀教授的关心和高度重视;北航出版社对于本书出版给予了大力支持;另外,中国民航局周燕佩研究员等众多的专家提供了很多有用的帮助。其他给予各种支持、帮助的人,一并致以诚挚的谢意。

北京航空航天大学航空器适航技术研究中心

张曙光

2011 年 5 月

著者序

我的前一本书——《适航》(*Aeronavigabilita*)是本书的基础。该书于 2002 年完成,采用意大利语撰写并由罗马 IBN Editore 出版社出版发行。

尽管有很多共同点, EASA、FAA 及其他各国航空管理当局仍采用了不同方式来进行适航管理。为此,本书保留了通用的概念,尽可能避免参考某个特定国家的体系,或可能会很快过期的具体管理程序。

下面是我于 2002 年为《适航》一书所撰写的前言:

我做这些笔记的目的是撰写本书,此类书籍是我在“上个世纪”开始对航空器审定感兴趣的时候就希望拥有的。

本书内容丰富,全面介绍了适航各个方面,而不是一本“审定手册”。我试图从广泛的视角来阐述适航概念,而不是陷入到审定程序的细节中,要知道,这些程序发展很快,可以预料,适航审定管理当局将来必然会对其进行重大修改。不管怎样,适航的基本理念不会发生根本性改变,因此无论是从负责管理的局方,还是从航空器所有权人或运营人的角度来说,了解这些适航基本原理,都会对航空工程师,或者航空业者的工作有所裨益。适航不仅仅依赖于公式和方程,还有赖于良好的常识判断和一百多年来广大工程师和专业人士在航空活动中积累的经验。

希望本书能够成为航空器适航领域相关人员的基础用书,有助于理解并掌握可影响职业培训和实践工作的规章和程序,而这些培训和实践是适航审定管理局和航空企业审定工程师必须接受的。

2002 年 12 月

自 2003 年以来的发展

我的第一本书出版后发生了很多大事,为此,我更新并且大范围扩充了本书的内容。

正如第 3 章所提到的,欧洲航空安全局 EASA (European Aviation Safety Agency) 的成立是欧洲适航管理领域发生的最重要的事件。

同样,轻型运动航空器的批准在美国也是一起重要事件,注定会对全世界通用航空领域产生巨大影响。

另外还发生了一些关键性事件,例如无人飞行器相关规章的制订等,所有这些

事件都在本书中有所介绍。

虽然 JAR 要求的绝大部分内容都已被 EASA 的要求所替代,但本文仍然会引用 JAR 要求的一些相关内容,原因是为了保持连续性;另外在某些特定情况下,JAR 的要求仍然暂时有效,并等待对应的 EASA 要求得以批准。

本书不是审定手册。在讨论要求时,会对其进行总结,因此其措辞可能会与官方版本有所出入,甚至还可能会有所删减。其原因在于,本书的主要目的是让要求更易于阅读,使其背后的原理更易于理解。

顺便提醒一句:英式英语和美式英语对于描述同样事情的术语可能有某些不同,例如“飞机”(aeroplane-airplane)、“特技”(aerobatic-acrobatic)等;JAA/EASA 采用了英式英语的拼写方法,例如“organisation”,“authorisation”等,而 FAA 则采用了美式英语的拼写方法,如“organization”,“authorization”。为了保持一致性,本书尽可能将其统一拼写为“-ize”,在其他地方存在不同时也统一采用了美式拼写方法。尽管这明显与 JAA/EASA 的实际文件不符,但是不会影响其基本意思的表达。

Filippo De Florio

关于本书著者

Filippo De Florio 先生曾在 1992 年 11 月至 2000 年 2 月期间担任意大利 RAI-ENAC 型号合格审定部的部长。同期,他是 JAA 合格审定委员会的委员。

从 20 世纪 70 年代开始,作为 JAR 22 和 JAR-VLA(甚小型航空器)研究组的成员,De Florio 先生一直致力于此类适航标准的制订和发展。

De Florio 先生曾经有 25 年的滑翔机和飞机的飞行驾驶记录,他是 OSTIV 滑翔机研发小组的成员以及国际 UVS 组织的荣誉会员。

他与妻子 Giovanna 在法国定居。他们共育有两个孩子,分别是 Sergio 和 Francesca。

目 录

第 1 章 飞行安全	1
第 2 章 适航性	3
第 3 章 国际民用航空组织和各国民用航空管理当局	5
3.1 国际民用航空组织 ICAO(International Civil Aviation Organization)	5
3.2 各国民用航空管理当局 CAA(Civil Aviation Authorities)	8
3.3 联合航空管理当局 JAA(Joint Aviation Authorities)	10
3.4 欧洲航空安全局 EASA(European Aviation Safety Agency)	13
3.5 联邦航空管理局 FAA(Federal Aviation Administration)	19
3.6 FAA 业务活动	20
3.7 FAA 审定	22
3.8 “同一个世界,同一个目标:航空安全”	28
注 释	29
第 4 章 适航要求	31
4.1 要求、规章和标准	31
4.2 JAR 和 FAR	31
4.3 与适航审定直接或间接相关的 JAR 和 FAR 列表	32
4.4 咨询材料	40
4.5 EASA 规章	40
4.6 对适航标准的总体思考	43
4.7 JAR/FAR 21	56
4.8 EASA 21	56
4.9 航空器适航标准的结构	57
4.10 航空器适航标准的适用性	58
4.11 无人航空器的适航标准	62
注 释	66

第 5 章 型号合格审定	69
5.1 航空器、发动机和螺旋桨型号合格审定	69
5.2 零部件和机载设备批准	81
5.3 主最低设备清单/最低设备清单	85
5.4 进口产品的型号合格审定	86
5.5 型号合格证转让	89
5.6 持续适航文件	90
5.7 修 理	92
注 释	99
第 6 章 型号合格审定过程	102
6.1 JAA 联合审定和国家审定	102
6.2 JAA/EASA 型号合格审定过程的主要阶段和项目	103
6.3 FAA 型号合格审定过程	110
6.4 CPI 指南	112
6.5 FAA 8110.4 规定“型号合格审定”	117
6.6 原型机和试验件的制造	123
注 释	124
第 7 章 产品、零部件和机载设备的生产	126
7.1 JAA/EASA 生产机构	126
7.2 依据 FAR 21 部的生产	129
注 释	133
第 8 章 适航证	134
8.1 引 言	134
8.2 一般分类	134
8.3 JAR 21 适航证	135
8.4 EASA 21 适航证	137
8.5 FAR 21 适航证	140
8.6 运行附加的适航要求	154
8.7 FAA 运行标准(附加适航要求)	159

8.8 JAA/EASA 运行标准(附加适航要求).....	175
注 释.....	184
第 9 章 飞行运行——持续适航	187
9.1 持续适航	187
9.2 适航指令	211
9.3 老龄航空器	212
9.4 双发飞机延程运行 ETOPS	215
9.5 外国航空器的安全性评估	221
注 释.....	227
索 引	228
缩略语	247
参考书目	254

第 1 章 飞行安全

安全性是普遍植根于人类内心的概念；我们一般会以“免于危险”来作为它的基本定义。安全性涉及人类的所有活动，因此每个民权社会都组织（或应该组织）起来保证自身或者他人活动中的公共安全。这固然是一个道德责任，同时也是一个实际的需求，因为导致人员伤害或者财产损失的事故都需要社会付出代价。这也是为什么各国政府会通过法律规章约束可能导致人员伤害或者财产损失的人类活动。

下面将从被定义为常规主要的飞行安全因素，即人、环境和机器开始，专门描述与航空活动相关的安全特性。

1. 人

人在此处意指飞行运行中的主动部分，包括驾驶员、维修人员、空中交通管制员以及其他人员。显然，能够依赖训练有素的人员以避免在飞机运行中出现导致事故或者灾难的错误是非常重要的。至为重要的是，要对这些人员进行法定的、有规划的安排，以保证他们能够获得足够水平的职业训练，得到技术和程序更新，保持心理和生理健康。各国政府委托专门的公众机构来担当此职责。

2. 环境

环境涵盖了所有可能对航空器飞行产生影响的外部因素，包括气象条件、交通状况、通信和机场等。同样重要的是，需要避免进入可能会危及航空器自身安全的环境。因此，应该考虑正确的气象信息、航空器垂直和水平分隔的规则、合适的机场等。

3. 机器

机器并不需要定义，很容易理解良好的方案、合理的制造和与运行相关的效率的重要性。因此，各国政府同样委托公众机构负责保证方案、制造和运行规则符合飞行安全要求。

这些安全因素的一个重要特点是它们以串联的方式而非平行方式起作用。它们可以被看作是代表飞行安全的链条上的三个环节，如图 1.1 所示。

单个环节的失效足以引起事故的发生。驾驶员的一个失误就可能置最好的航空器于危险状态，最好的驾驶员也无法补救航空器的一个严重失效的影响。事故报告提供了无数此类案例，但是，事故经常是由所有这些安全因素的某种组合引起



图 1.1 将飞行安全表达成链条上的三个环节

的。无论如何,其起因总是源于上述某个环节的失效。

本书将专门涉及这些安全因素之一:机器。

书中将讨论设计的规则、规则的制订人员、规划从设计到制造的验证项目的人员以及对制造人和运营人负责组织的人员。

下面将讨论适航性。

第 2 章 适航性

适航性(Airworthiness)的一种定义见于意大利 RAI-ENAC 的技术规章:对于航空器或航空器零部件,“适航性”是指达到必要的要求,使得在许用限制内的飞行处于安全状态。

在这一定义中,有三个要素值得注意:安全状态、达到必要的要求和许用限制。

1. 安全状态

可认为安全状态的含义是与飞行于正常过程并圆满完成飞行相关的。

“安全”的一种定义是指免于导致人员死亡、受伤害或疾病,设备或财产受损坏或损失,或对环境产生损坏的状况。

2. 达到必要的要求

达到必要的要求指航空器或其任何部件都是根据经研究和已测试的判据设计并制造的,使得能够飞行在前述的安全状态下。

规章的目的是通过消除或减轻可能导致死亡、伤害或损坏的条件,来提升安全性。

谁建立规章呢?是由各国政府指派的适航管理当局来完成的,并可通过适航标准的发行而获得(详见以下各章),包含了一系列的设计要求:从结构强度到飞行要求(飞行品质和性能),设计应用是否良好的判据,系统、疲劳和颤振,必要的试验,飞行和维修手册内容等。针对不同类型的航空器有不同的标准,因为对于滑翔机、特大型喷气式飞机或直升机使用相同的规则显然是不可能的。这些标准的重要特性是它们随着时间推进而演变。一般来说,标准不能先于航空技术的进步,通常是跟随技术或者伴随技术而发展的。“封闭的”标准将阻碍航空的发展。因此,规则必须不断适应航空技术的进步。而且,对于事故的分析往往导致附加规则的出现,如果这些规则在设计时应用了,就有可能阻止事故的发生或至少限制事故发生的影响。这一过程可以被看作是“事后的考虑”,但最好是把它看作是“经验”。标准的不断变化(一般是为了增加一些新的或不同的标准)使得符合规则的设计越来越昂贵,但这是为提高飞行安全性所应付出的代价。

3. 许用限制

航空器是设计用于飞行于一定的“飞行包线”的,通常主要取决于飞行速度和结构载荷因子。此外,在不同的运行类型中,航空器具有不同的最大重量;还须建

立白天目视飞行规则,夜间飞行、仪表飞行、处于结冰/非结冰等的运行条件。如果超出这些条件和限制,可能会造成事故的发生。超重起飞、按非特技飞行载荷设计的飞机用于进行特技飞行、在结冰条件下飞行而没有适当的保护、超出飞行速度限制等就是一些超出允许限制之外飞行的重要例子。驾驶员可以根据飞行手册,通过显示在驾驶舱中的标记和标牌,当然也可以通过培训来掌握这些限制因素。

第3章 国际民用航空组织和 各国民用航空管理当局

3.1 国际民用航空组织 ICAO (International Civil Aviation Organization)

重于空气的飞行器的首次飞行纪录是怀特兄弟于1903年12月17日在北卡罗莱纳州创造的。

在航空业初创阶段,富有远见的人们意识到这是一种能够超越国界的新的运输方式。1910年,在法国巴黎召开了关于空中航行国际法的第一次会议,共有18个欧洲国家出席。

第一次世界大战极大地促进了航空技术的发展,同时也证实了航空在货物和人员运输方面的潜力。战后,这种先进的运输手段越发得到国际关注。

在1919年巴黎和会上,对相关问题进行了讨论,从而促成了航空委员会的成立。为成功达到使航空成为和平工具的目的,共有38个国家参与起草并签订了《国际航空公约》(*International Air Convention*)。公约详细涉及了民用航空业的各个领域,包括建立国际空中航行委员会 ICAN(International Commission for Air Navigation),以监控民用航空业的发展并为其发展提供方法。

在两次世界大战之间,民用航空业在技术和商业方面都有显著的发展。

第二次世界大战期间,除了由于使用日益复杂的军机带来恐慌外,还带来了飞机技术发展的重大影响,将在和平时需要1/4世纪才能发展的科技压缩为仅用6年完成。

远距离输送大批人员和货物的构想成为现实。因此,在1944年头几个月内,美国和其他盟军国家进行了探索性的讨论。基于讨论的结果,共有55个同盟国和中立国受邀于1944年11月到芝加哥会晤,其中的52个国家出席了会议。经过5个星期的讨论,与会国家共同签订了《国际民用航空公约》(*Convention on International Civil Aviation*),该公约包括了1份序言和96条条款。

1947年4月4日正式成立了国际民用航空组织(ICAO)。在加拿大政府的邀