

刘延利 周长春 杨晓强 颜 影 陈农田 / 著

民用飞机持续适航和 安全评估概论

Minyong Feiji Chixu Shihang He
Anquan Pinggu Gailun



西南交通大学出版社

文轨车书 交通天下

<http://www.xnjdcbs.com>

策划编辑 孟苏成

封面设计  XJC CULTURE

民用飞机持续适航和 安全评估概论



交大e出版
微信购书|数字资源



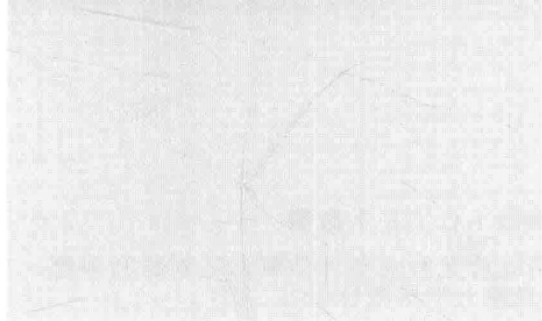
官方天猫店
上天猫 买正版

ISBN 978-7-5643-5201-1



9 787564 352011 >

定价: 50.00元



民用飞机持续适航和 安全评估概论



刘延利 周长春 杨晓强 颜 影 陈农田 / 著

MINYONG FEIJI CHIXU SHIHANG HE
ANQUAN PINGGU GAILUN



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

民用飞机持续适航和安全评估概论 / 刘延利等著.
—成都: 西南交通大学出版社, 2017.1
ISBN 978-7-5643-5201-1

I. ①民… II. ①刘… III. ①民用飞机—适航性—安全评价—概论 IV. ①V271

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 320082 号

民用飞机持续适航和安全评估概论

刘延利 周长春 杨晓强 颜影 陈农田 著

责任编辑 孟苏成

封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 170 mm × 230 mm

印 张 14

字 数 202 千

版 次 2017 年 1 月第 1 版

印 次 2017 年 1 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-5201-1

定 价 50.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

早在 20 世纪 70 年代之前,美国的航空器制造厂家就已经建立了专家队伍来评估航空器运行过程中出现的故障、失效和缺陷对飞行安全的影响,并根据评估结果制订相应改进措施,不断提高飞机的安全性和可靠性。

目前,我国国产民用飞机 ARJ21 已经取得型号合格证,已经投入航线运行,如何开展持续适航管理和运行安全评估保障是民用飞机(以下简称“民机”)能否成功的关键。

特定型号的航空器,由于在标准制定或标准符合方面可能存在未探明的变化,同时,设计缺陷和制造缺陷可能引起不可预计的综合失效,以及可能存在意料之外的操作条件或者环境条件等因素,实际的适航风险水平可能会高于设定标准。持续适航体系通过对相关信息的分析、评估和决策,并采取必要的纠正措施,达到识别并降低航空器适航安全风险水平的目的。

因此,在飞机取得型号合格证之后,建立完善的持续适航体系,尽可能全面地收集在飞机的设计、制造、运行、维修、改装过程中产生的与飞机适航性、安全性有关的信息,对这些信息进行分析、评估,并据此来精确地判断实际的适航风险水平,在此基础上决定是否采取必要的措施,才能确保飞机在其使用寿命内的任何时间都符合其型号审定(或经批准的设计更改)的适航要求,并始终处于安全运行状态。

近年来,定量分析方法在控制适航风险水平方面有了很大的发展,这种方法是通过不利于持续适航的信息进行全面的收集、分析和评估来精确地判定实际的适航风险水平,并在此基础上决定是否采取必要的措施。国外先进航空器制造厂家围绕这些方法,建立起了一套完整的标准和规范,形成了较为完善的持续适航体系。

确保民用航空器的持续适航是适航管理当局、型号合格证持有人、航空运营人、维修单位等各方的共同职责。国际民航公约附件 8 及国

际民航组织适航手册(DOC.9760)对型号合格证持有人的持续适航体系有明确的要求(型号合格证持有人应收集用户报告的失效、故障和缺陷,分析这些报告并制订改正/改进措施),型号合格证持有人的持续适航体系建设是整个持续适航体系建设中的关键环节。

完善的持续适航体系在避免事故的发生、提高航空器安全性和可靠性、改进航空器的设计、提升航空器的市场竞争力等诸多方面都发挥了不可替代的作用。我国的民机制造业正处于蓄势发展的阶段,为了充分发挥适航管理的作用,对型号合格证持有人的持续适航体系建设提出了必然的要求。

从国外民机制造商的经验来看,建立完善的持续适航体系,全面地收集持续适航阶段出现的失效、故障和缺陷等信息,与局方密切配合进行严格的分析、评估,并制订改正/改进措施,对保证飞机的安全性发挥了巨大的作用。据不完全统计,自1968年2月29日到2009年4月30日,波音公司为其B737系列飞机颁发了5990项飞机服务通告(SB),平均1.65个工作日就颁发一份SB。又如,空客公司自2008年5月19日至2009年5月19日,对A319/A320/A321飞机系列共发出134份SB,平均1.8个工作日就产生一个SB。

波音和空客等国外民机制造商能够取得商业上的成功,与其完善的持续适航体系是分不开的。然而,我国研发民用飞机的经验很少,在持续适航审查方面几乎是一片空白,因此有必要针对此问题进行专门的研究。

本书在对国内外持续适航体系、标准和程序现状研究的基础上,就民机持续适航体系建设的关键问题和安全评估的难点问题进行了阐述。本书同时给出了民机设计制造单位针对飞机取证后的适航管理工作规划建议,用于指导民机工业部门开展民机交付后的持续适航管理工作。

作 者

2016年11月

目 录

第 1 章	国内外民机持续适航管理现状	1
1.1	关于持续适航的概念	1
1.2	国内外局方和国际民航组织对合格证持有人持续适航体系的要求	4
1.3	持续适航体系的责任	9
1.4	持续适航体系建设的一般内容	11
第 2 章	国外民机制造商的持续适航管理体系	13
2.1	波音公司 COSP 体系和 ISDP (In Service Date Program) 系统	13
2.2	空客公司持续适航管理程序 (AP2020)	14
2.3	小 结	16
第 3 章	民机持续适航体系建设要求	17
3.1	民机持续适航体系的总体要求	17
3.2	民机制造商持续适航体系构架和程序文件	19
3.3	国产民机持续适航程序、标准和方法持续改进的思考	21
第 4 章	事件的判别标准	23
4.1	范 围	23
4.2	引用文件	23
4.3	术语和定义	23
4.4	事件的判断流程	24
4.5	事件判别标准	25

第 5 章	适航性事件判别标准	38
第 6 章	持续适航事件风险评估	40
6.1	事件定性风险评估	40
6.2	事件定量风险评估	58
6.3	飞机运行各阶段的风险评估	73
第 7 章	航空器不安全状态等级评估	77
7.1	不安全状态定义	77
7.2	不安全状态的后果	78
7.3	不安全状态的识别	81
7.4	导致不安全状态的失效类别	86
7.5	纠正不安全状态的措施选择	88
7.6	小 结	92
第 8 章	持续适航审查过程研究	93
8.1	适航审查会议的目的	93
8.2	适航审查会议人员	93
8.3	适航审查会议程序	94
8.4	国产民机制造商持续适航审查	99
第 9 章	民机取证后的适航管理工作	109
9.1	型号设计更改的适航管理	109
9.2	工程调查管理工作流程	129
9.3	超手册修理	135
9.4	服务通告适航审批流程	142
9.5	适航指令颁发管理	148
第 10 章	民用航空器维修单位体系建设概述	156
10.1	引 言	156

10.2	民用航空维修准入条件及申请批准程序	156
10.3	维修类别	161
10.4	维修单位的合格审定要求	165
第 11 章	持续适航文件 (ICA)	166
11.1	持续适航文件 (ICA) 的规章要求	166
11.2	ICA 的格式和资料的类型	169
11.3	要求的手册或章节	172
11.4	ACD 和 AEG 的职责	180
11.5	ICA 及其更改的分发	185
第 12 章	民机客户服务市场体系	187
12.1	总体目标	187
12.2	建设意义	187
12.3	市场研究主要业务介绍	188
12.4	民机客服市场研究体系设想	190
附 录		199
附录 1	运输类航空器的 ICA 检查单	199
附录 2	FAA 关于如何确定证后更改的航空产品的审定基础	203
参考文献		215

第 1 章 国内外民航持续适航管理现状

1.1 关于持续适航的概念

1.1.1 定义

持续适航是指涉及所有航空器在其使用寿命内的任何时间都符合其型号审定的适航要求，并始终处于安全运行状态的全部过程。

持续适航的主要任务是 2 项：

第一是符合，即飞机符合型号审定时技术状态。

第二是改正，即特定型号的航空器和产品由于在标准制定或标准符合方面可能存在未探明的变化，同时由于设计缺陷和制造缺陷可能引起不可预计的综合失效，以及可能存在意料之外的操作条件或者环境条件等因素，实际的适航安全风险水平可能会高于设定的标准。这时需要制订相应的改正措施，来保证飞机处于安全运行的状态。

为了完成持续适航第一项任务，首先要提前计划和制订保持飞机安全固有品质的方法和程序，然后按照已经制订的方法和程序运行。在飞机型号审定阶段，持续适航文件（Instruction of Continued Airworthiness）的制订就是完成这项任务的一种文件表现形式。

持续适航的第二项任务是不能预计和计划的，解决的办法是采用风险管理的方法来识别，并管理可能存在的风险。

1.1.2 初始适航

初始适航的范畴包括对航空器型号设计是否符合适航标准的确认，是否能够保证按照经批准的型号设计持续生产制造适航的航空器的确认，以及生产出来的单架飞机是否适航的确认这 3 个方面的工作，即型号合格审定、生产审定和单机适航审定的过程。这个工作的核心



就是对飞机的“适航性”进行判定，其本质是对飞机的安全性以及环境保护水平进行判定。

“型号合格审定”，就是对飞机的型号设计是否能满足最低的安全标准进行评判和审查。当然，随着对环境保护的日益重视，评判和审查飞机的型号设计是否能满足环境保护标准也成为型号合格审定工作的另一重要组成部分。根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》（民航局令第 183 号，中国民用航空规章第 21 部）第 31 条的规定，型号设计包括设计图纸、技术规范以及确定飞机结构强度所需要的尺寸、材料和工艺资料等。完成了型号合格审定过程，中国民用航空局将为飞机型号的设计单位颁发型号合格证，对该飞机型号能够满足最低的安全标准和环境保护标准予以批准和确认。

“生产审定”，就是在飞机的型号设计得到批准（即颁发了型号合格证）之后，对飞机的生产线是否能按照经批准的型号设计持续稳定地生产出合格的飞机进行评判和审查。完成了生产审定过程，中国民用航空局将对飞机型号的生产单位颁发生产许可证，对该飞机型号生产线能够按照经批准的型号设计持续稳定地生产出合格的飞机予以批准和确认。

“单机适航审定”，就是在飞机型号设计得到批准（即颁发了型号合格证）和生产线得到批准（即颁发了生产许可证）之后，对即将交付运行的单架飞机是否“适航”进行评判和审查。完成了单机适航审定过程，中国民用航空局将对该单架飞机颁发适航证，对该单架飞机的“适航性”予以批准和确认。

适航审定过程如图 1-1 所示。

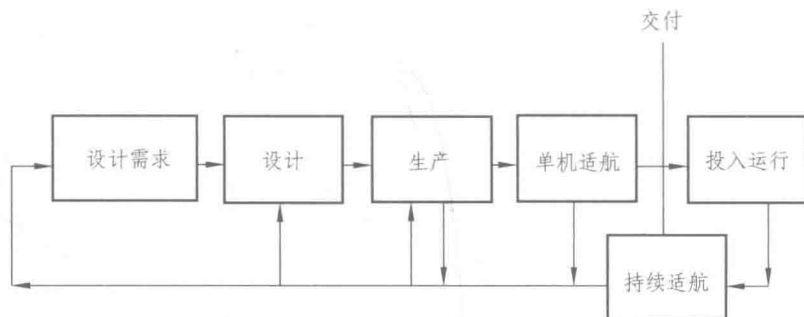


图 1-1 适航审定过程



1.1.3 全寿命适航管理

适航是航空器能在预期的环境中安全飞行（包括起飞和着陆）的固有品质。这种品质可以通过设计赋予航空器，通过适航审查予以确认，并且通过合适的维修而保持。

适航来源于保障机上和地面人员生命安全和财产安全的公众利益的需求。因此，公众这种要求确保航空器适航性的需求一方面要求设计人员严格按照适航要求设计飞机，保证飞机符合最低安全要求，向适航当局表明其符合性，并且持续保持；另一方面要求局方确认设计人的设计确实符合最低安全要求，并且持续监督管理。

如上所述，适航是航空器适合安全飞行的固有品质。这种品质的确认过程属于初始适航审定的范畴，即通常所说的适航审定过程。

而持续保持这种品质的管理过程属于持续适航管理的范畴。从初始适航审定到持续适航管理将贯穿航空器从最初型号设计到该型号最终退出运行的全寿命过程，如图 1-2 所示。



图 1-2 全寿命适航管理

民用航空产品的全寿命适航管理包含以下要素：

(1) 规章：以规章形式发布的适航标准是型号设计的基础输入之一。

(2) 审定基础：针对型号的具体设计特征确定包括适航标准、专



用技术条件等在内的审定基础，作为型号合格审定的适航准则和依据。

(3) 设计：在从概念设计到型号定型的全过程按照适航标准设计航空器。

(4) 型号/生产审定：判定航空器的设计符合审定基础和批量生产符合经批准的型号设计的初始适航管理手段。

(5) 生产制造：通过生产审定时批准的质量保证系统来保证持续生产制造适航的航空器。

(6) 运行和维修：不断持续保证航空器的适航性的过程。

(7) 使用困难报告 (Service Difficulty Report, SDR)：运行和维修过程中关于航空器使用困难的报告，是支持航空器不断持续改进的重要信息来源。

(8) 适航指令 (CAD)：当出现严重影响适航性的不安全状况时，适航当局强制要求对使用中的航空器进行设计更改的规章要求。

1.1.4 持续适航体系

国际民航公约附件 8 中要求飞机注册国和飞机设计国建立一个系统来收集故障、失效和缺陷信息，同时要求设计国分析是否需要采取适航行动，制订必要的适航措施并发布相应的信息。这个规定的实质是要求建立相应的持续适航系统来收集信息、识别风险、管理风险。也就是说持续适航体系是运用风险管理方法解决持续适航第二项任务的方法。

1.2 国内外局方和国际民航组织对合格证持有人持续适航体系的要求

国际民航组织 (ICAO) 公约附件 8 及其适航手册 (Doc.9760) 中要求型号合格证持有人建立一个体系，用于收集、分析不利于飞机持续适航的信息，并制订必要的措施。

CCAR21.8, CCAR21.99, CCAR21.120 和 CCAR21.165 条规定了持证人对其航空器故障、失效和缺陷的报告要求，并要求在规定的时限

内采取改正措施。及时正确分析这些信息并视情采取纠正措施是保持航空器适航安全风险水平的有效方法。航空器制造人对其生产的航空器的持续适航性负有责任。

1.2.1 适航规章、适航管理程序和咨询通告对持续适航体系的要求

持续适航体系在建设时需参考的 CAAC 适航规章、程序和咨询通告如表 1-1 所示。

表 1-1 适航规章、程序 and 咨询通告

序号	编 号	名 称
适 航 规 章		
1	CCAR-21	民用航空产品和零部件合格审定规定
2	CCAR-39	民用航空器适航指令规定
3	CCAR-43	维修和改装一般规则
4	CCAR-91	一般运行和飞行规则
5	CCAR-121	大型飞机公共航空运输承运人合格审定规则
6	CCAR-142	飞行训练中心合格审定规则
7	CCAR-145	民用航空器维修单位合格审定规定
8	CCAR-147	民用航空器维修培训机构合格审定规定
9	CCAR-396	民用航空安全信息管理规定
适 航 管 理 程 序		
10	AP-21-02	关于国产民用航空产品服务通告管理规定
11	AP-21-03	型号合格审定程序
12	AP-39-01	适航指令的颁发和管理程序
咨 询 通 告		
13	AC-91-10	国内新型航空器投入运行前的评审要求
14	AC-91-11	航空器的持续适航文件要求
15	AC-121/135-49	民用航空器主最低设备清单、最低设备清单的制订和批准



续表

序号	编 号	名 称
16	AC-121-53	民用航空器维修方案
17	AC-121-54	可靠性方案
18	AC-121-55	航空器的修理和改装
19	AC-121-59	航空器维修记录和档案
20	AC-121-60	民用航空器使用困难报告和调查
21	AC-121-64	质量管理体系
22	AC-121-65	航空器结构持续完整性大纲
23	AC-121-66	维修计划和控制
24	AC-121/135-67	维修审查委员会和维修审查委员会报告

1.2.2 国外局方和制造商持续适航相关规章、程序、标准

国外局方和制造商持续适航相关规章、程序、标准如表 1-2 所示。

表 1-2 国外局方和制造商持续适航相关规章、程序、标准

规章或程序编号	标 题
FAA	
CFR Part 21	CERTIFICATION PROCEDURES FOR PRODUCTS , ARTICLES, AND PARTS
CFR Part 39	AIRWORTHINESS DIRECTIVES
Order 8110.4C	TYPE CERTIFICATION
Order 8110.54	INSTRUCTIONS FOR CONTINUED AIRWORTHINESS RESPONSIBILITIES, REQUIREMENTS, AND CONTENTS
Order 8010.C	AIRWORTHINESS DIRECTIVES
FAA-IR-M-8040.1A	Airworthiness Directives Manual
Order 8040.5	AIRWORTHINESS DIRECTIVE PROCESS FOR MANDATORY CONTINUING AIRWORTHINESS INFORMATION
ORDER 8110.48	HOW TO ESTABLISH THE CERTIFICATION BASIS FOR CHANGED AERONAUTICAL PRODUCTS

续表

规章或程序编号	标 题
AC 20-114	MANUFACTURERS' SERVICE DOCUMENTS
AC39-8	CONTINUED AIRWORTHINESS ASSESSMENTS OF POWERPLANT AND AUXILIARY POWER UNIT INSTALLATIONS OF TRANSPORT CATEGORY AIRPLANES
AC 39-7D	AIRWORTHINESS DIRECTIVES
AC 25-1309-1A	SYSTEM DESIGN AND ANALYSIS
EASA	
Part 21	Certification of Aircraft and related Product, Part and Appliance, and of Design and Production Organization
Part M	On the continuing airworthiness of aircraft and aeronautical products, parts and appliances, and on the approval of organizations and personnel involved in these tasks
EU-OPS	
C.P006-01	Continuing Airworthiness of Type Design (CAP) - 相当于 AP-39 程序
波音	
	Boeing In-Service Safety Process
空客	
AP2020	Continued Airworthiness Procedure
AP2750	ENGINEERING EVENT ANALYSIS PANEL
AP2018	Criteria for reporting in-service events to Airworthiness Authorities
AP2243	Approval of Changes to the Type Design
AP2433	Structure Repairs
其他	
SAE ARP5150	商用运输飞机安全性评估指南



持续适航评估方法 (CAAM) 是一种采用定量风险评估飞机和预期后果的程序, CAAM 为解决安全相关问题而确定相应的级别和纠正措施实施计划。它专门用于动力装置和辅助动力装置。CAAM 于 1991 年由美国航天工业协会 (AIA) 的一个工作小组研发, 为发生在民用飞机发动机上的安全问题的确认、优先排序及控制提供了一套有效的方法。研究小组通过分析大量的发动机、螺旋桨和辅助动力装置的安全相关事件, 并按危险水平进行分类, 从而制订出危险比 (危害飞机和/或乘客的安全相关事件的比例)。CAAM 程序把危险比用于定量风险评估, 来预报飞机和/或乘客的风险级别。该方法可用来确定纠正安全相关问题的允许时间。之后 FAA 将该方法编写为 AC 39-8。

起初, 持续适航评估方法的结果发表在 AIA PC-342-1 和 “关于推进系统的技术报告和与 APU 相关的航空器安全风险”, 日期是 1999 年 10 月 25 日。FAA 计划在一份咨询通告上发表持续适航评估方法的程序, 最后在 2001 年作为评论发表于 AC 39.XX。航空规则制定及咨询委员会 (ARAC) 也更新了持续适航评估方法的数据库, 使之包括从 1992 年到 2000 年底发生的所有事件。

FAA/EASA 持续适航规章对比如图 1-3 所示。

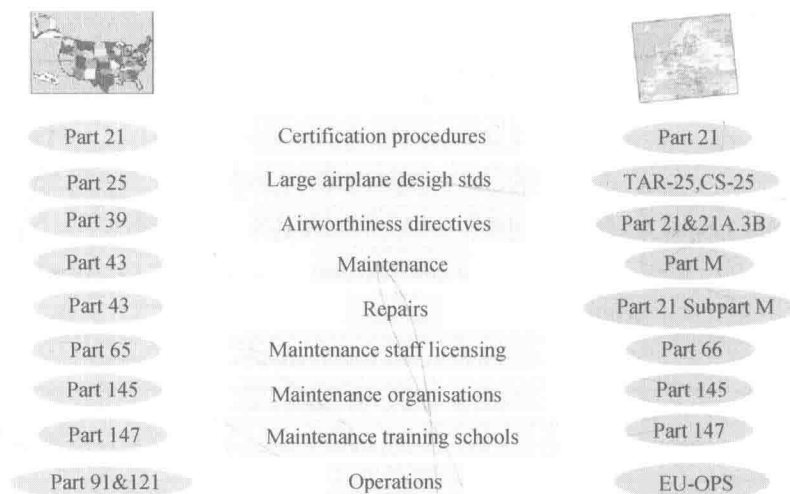


图 1-3 FAA/EASA 持续适航规章对比