

民用飞机运营支持丛书



基于S1000D规范的民用飞机 维修类技术出版物开发技术

**S1000D SPECIFICATION BASED DEVELOPMENT TECHNOLOGIES
FOR COMMERCIAL AIRCRAFT
MAINTENANCE TECHNICAL PUBLICATIONS**

马小骏 吉凤贤 宋玉起 彭焕春 等 编著



科学出版社

持丛书

基于 S1000D 规范的民用飞机 维修类技术出版物开发技术

马小骏 吉凤贤 宋玉起 彭焕春 等编著

科 学 出 版 社
北 京

内 容 简 介

本书是作者对多年工程实践工作的总结,首先系统介绍了欧洲航空航天与防务工业协会(ASD)的 S1000D 规范,在此基础上,详细阐述了基于 S1000D 规范的民用飞机维修类技术出版物的开发技术。

全书共 10 个章节。第 1 章概述了维修类技术出版物数字化发展趋势和现状;第 2 章介绍了 ASD 系列规范特别是 S1000D 规范发展历史、核心内容和基于 S1000D 规范技术出版物编制过程;第 3 章解释了业务规则及其制定过程;第 4 章介绍了利用信息集、数据模块需求清单(DMRL)规划技术出版物编写内容;第 5 章描述了技术出版物编制和管理;第 6 章讨论了技术出版物内容的验证;第 7~9 章围绕技术出版物的发布、交付和更改管理开展说明;第 10 章介绍了目前世界先进的交互式技术出版物。

本书面向航空领域的科技工作者,同时适用于高等院校航空技术及相关专业的师生和研究人员。

图书在版编目(CIP)数据

基于 S1000D 规范的民用飞机维修类技术出版物开发技术/马小骏等编著.—北京:科学出版社,2017.8

(民用飞机运营支持丛书)

ISBN 978-7-03-052707-3

I. ①基… II. ①马… III. ①民用飞机-维修-出版物-出版工作-研究 IV. ①V267 ②G255

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 099849 号

责任编辑:王艳丽

责任印制:谭宏宇 / 封面设计:殷 靓

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>

南京展望文化发展有限公司排版

苏州市越洋印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

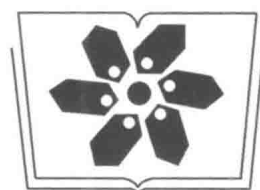
2017 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2017 年 8 月第一次印刷 印张: 16 3/4 插页 2

字数: 307 000

定价: 116.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



中国科学院科学出版基金资助出版

民用飞机运营支持丛书

专家委员会

主任委员 吴光辉

委 员 (按姓名笔画排序)

白 杰	李 军	吴希明	周凯旋	徐庆宏
黄领才	龚海平	董建鸿	薛世俊	

编审委员会

主任委员 马小骏

副主任委员 左洪福 杨卫东 徐建新

委 员 (按姓名笔画排序)

丁宏宇	王允强	石靖敏	卢 斌	冉茂江
丛美慧	吉凤贤	吕 鹭	朱亚东	任 章
刘 虎	刘 昕	关 文	苏茂根	李 怡
佟 宇	宋玉起	徐志锋	诸文洁	黄 蓝
曹天天	常芙蓉	崔章栋	梁 勇	彭焕春
曾 勇				

《基于 S1000D 规范的民用飞机 维修类技术出版物开发技术》

编写人员

主 编 马小骏 吉凤贤 宋玉起 彭焕春

参编人员 (按姓名笔画排序)

马 静	马文帅	王清森	刘瑞彩	吴朝骞
沈 萍	张晟昱	周庆钱	周寅秋	赵 鹏
胡增龙	莫 巍	凌 云	龚 艳	彭和平

民用飞机产业是典型的知识密集、技术密集、资本密集的高技术、高附加值、高风险的战略性产业,民用飞机运营支持是民用飞机产业链上的重要环节。2010年,我国工业和信息化部首次在“十二五”民用飞机专项科研领域设立“运营支持专业组”,并列入国家五年规划,将民用飞机运营支持与飞机、发动机等并列为独立专业,进行规划研究。2014年,中国民用航空局飞行标准司发布《国产航空器的运行评审》(AC-91-10R1)和《航空器制造厂家运行支持体系建设规范》(MD-FS-AEG006),对主制造商航空器评审和运营支持体系建设提出了明确的要求和指导意见,为民用飞机运营支持专业的建设和发展指明了方向。

经过改革开放数十年的发展历程,我国航空工业对市场、客户、成本的概念并不陌生,但由于缺乏固定持续的项目投入,我国在按照国际标准自主研制民用飞机方面,没有走完一个完整的研制生产和商业化运营的过程,运营支持的理论和实践都比较薄弱。随着我国自主研制的大飞机项目的推进,对标国际一流标准,面对市场化和客户化需求,运营支持专业建设的重要性愈加凸显。

民用飞机运营支持工作是民用飞机制造业与民航运输业的纽带和桥梁,既要理解和满足客户运营要求,又要满足适航和运行标准,确保客户顺畅安全运营,保障我国民用飞机产品取得技术成功、市场成功和商业成功。运营支持专业具有一定的特殊性:一是服务时间长。随着产品复杂性的提高和市场竞争的激烈化,运营支持已经贯穿于飞机研制、制造、试验试飞、交付运营的全过程;二是技术要求高。服务内容涉及设计、制造、仿真、培训、维修、物流、信息技术及适航管控等多个领域,是一项高技术综合集成、多领域高效协作的复杂



系统工程；三是服务范围广。民用飞机在使用过程中必须按照全球化运营要求，对培训、维修、备件服务、运行支援等服务链进行细分和布局，才能满足不同国家和地区，以及不同用户的各种需求；四是带动效益高。运营支持作为一种增值环节，是民用飞机产业化后的重要利润来源，同时推动飞行品质的持续改进，推动每一款新型飞机赢得忠实客户并实现市场化运作。

中国商用飞机有限责任公司作为国家大型客机项目的运作实体，已经对标国际一流先进理念，构建了以研发、生产、客服三大平台为主体的公司架构，中国商飞上海飞机客户服务有限公司作为运营支持的主体，建立了对标国际一流的运营支持体系，填补了国内运营支持领域的空白，在该专业领域开展了许多卓有成效的工作。西安飞机工业(集团)有限责任公司作为按照中国民用航空规章第 121 部运行规范管理的公共航空运输企业中运行的航空器制造商，目前也建立了自己的客户服务体系。运营支持工作不仅仅是飞机主制造商战略层面的需求，更是民用飞机产业发展的必经之路。

“民用飞机运营支持丛书”作为科学出版社重点图书出版，是我国民用飞机研制过程中的重要内容。丛书既包括领域内先进的理论方法和技术，也包括“十二五”以来民用飞机运营支持领域第一线的研究成果和工作经验。本丛书的出版将完善民用飞机专业技术体系，为我国民用飞机研制和产业发展提供有力的技术保障。丛书亦可供航空院校的学生及与航空工作相关的专业人士参考。

在此，对在民用飞机运营支持领域默默耕耘的行业开拓者表示敬意，对为此丛书的出版贡献智慧和力量的国内外航空领域专业人士表示谢意！

张彦仲

国务院大型飞机重大专项专家咨询委员会主任委员

中国商飞公司大型客机项目专家咨询组组长

中国工程院院士

二〇一七年三月

民用飞机运营支持专业是一个综合了飞机设计、制造、可靠性与维修性工程、安全工程、适航技术与管理、工业工程、物流工程、信息技术以及系统工程等专业逐渐发展形成的新兴领域,是实现民用飞机制造商产品价值增值、持续发展的关键,也是实现民用飞机运营商安全运营、持续有效创造利润的核心要素。加强民用飞机运营支持体系建设可以提高主制造商的服务水平和保障能力,增强对上下游供应链的控制能力,从而打造主制造商的品牌价值。国外一流的民用飞机主制造商早已意识到运营支持是自身品牌占据市场份额的竞争要素,运营支持的理念、模式、内容和技术不断更新,以为客户提供快速、可靠、低成本、网络化和信息化的服务为目标,建设完备先进的运营支持网络和设施。

2010年,我国工业和信息化部首次在“十二五”民用飞机专项科研领域设立“运营支持专业组”,并列入国家五年规划。经过“十二五”的预研攻关,我国民用飞机运营支持在多个前沿技术领域取得重要突破,并应用到国产支线飞机、干线飞机、直升机和通用飞机的型号研制工作中。

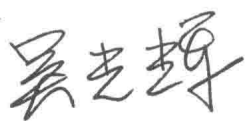
在总结民用飞机运营支持专业“十二五”工作成果和国产民用飞机投入市场运行的实践经验的同时,技术的进步和市场竞争的日益激烈,使得民用飞机运营支持专业领域涵盖的范围不断扩展,全方位、客户化的运营支持价值日益凸显。全新的客户理念推动运营支持专业迅速发展,工作内容涉及了客户培训、技术服务、备件支援、技术出版物和维修工程等多个领域,其范围也已延伸到飞机的研制前期,贯穿于飞机方案论证、产品设计、生产、试验试飞、交付运营的全生命过程。

丛书涵盖了培训工程、维修工程与技术、运行安全工程与技术、工程数据

应用等专业,涉及我国国产民用飞机、直升机和通用飞机运营支持的诸多关键技术。丛书的专家顾问、编委、编写人员由国内民用飞机运营支持领域的知名专家组成,包括我国民用飞机型号总设计师、高校教授、民航局专业人士等。丛书统一部署和规划,既从较高的理论高度关注基础前沿科学问题,又密切结合民用飞机运营支持领域发展的前沿成果,注重相关专业领域的应用技术内容。

丛书作为科学出版社“十三五”重点图书出版,体现了国家对民用飞机运营支持体系建设的高度重视,也体现了该领域迎来了前所未有的发展机遇。该套丛书的出版既可以为从事该领域研究、生产、应用和教学的诸行业专业人员提供系统的参考,又是对该领域发展极好的回顾和总结。作为国内全面阐述民用飞机运营支持体系的首套丛书,对促进中国民用飞机产业实现后发优势,填补专业领域空白,推动我国航空服务业发展,早日跻身航空大国有着重要的意义。

在此,我谨代表“民用飞机运营支持丛书”专家委员会,向耕耘在运营支持领域的广大工作者们致以敬意。同时,也愿每一位读者从中受益!



中国商用飞机有限责任公司副总经理
C919 大型客机项目总设计师、副总指挥
二〇一七年三月

无论民用飞机的初始设计水平和可靠性多高,一旦投入使用,正确使用和维修是保持其固有设计水平和可靠性的基础,而正确使用和维修则需要通过民用飞机制造厂家制定准确、详尽、便于使用的维修类技术出版物(适航规章中称持续适航文件)来保证。因此民用飞机维修类技术出版物是民用飞机适航审定和航空器评审的重要内容,是飞机运营商和维修机构对飞机、系统、部件进行维护和修理工作的工程技术基础,以及能够正确、高效运营和维修飞机的关键技术保障之一。

在民用飞机领域,维修类技术出版物逐渐由各飞机制造商独自编写,到依赖于行业内推荐规范(ATA 100)进行编写。随着技术的不断进步,技术出版物的编写也从早期使用排版工具转向使用 SGML/XML 等标记语言进行数字化编写,技术出版物的发布形式从早期的纸质手册和电子 PDF 手册升级为交互式电子技术出版物(IETP)平台。同样,技术出版物规范也顺应技术出版物数字化要求而不断发展,出现 ATA 2200 和 S1000D 规范。目前国外主要民用飞机制造商(如波音公司、空客公司、庞巴迪公司和巴西航空公司)在维修类技术出版物编制中广泛采用 ATA 2200 规范,并且在新研发机型上逐渐转变为采用 S1000D 规范。

S1000D 规范是技术出版物国际规范之一,从信息生成、交换以及在“公共资源数据库”中的管理到出版物的生成、更新和版本管理过程都在该规范管理的范围之内。S1000D 规范采用 ISO、CALS 和 W3C 标准,引入模块化概念,不仅有利于通过数据库对产品技术信息进行管理和维护,而且便于技术出版物数据的生成和使用,同时,基于数据模块的概念也符合现代民用飞机基于模块化的构型管理理念,更加有利于技术出版物全生命周期管理的要求。

全书共 10 章。第 1 章主要介绍维修类技术出版物数字化过程及国内外发展趋势；第 2 章主要介绍 ASD 系列规范特别是 S1000D 规范的发展历史、核心内容和基于 S1000D 规范技术出版物编制过程；第 3 章主要介绍业务规则和业务规则的制定过程；第 4 章主要介绍利用信息集、数据模块需求清单 (DMRL) 规划技术出版物编写内容；第 5 章主要介绍技术出版物编制和管理，包括数据模块编写、插图制作、CSDB 管理、适用性信息管理和数据交换；第 6 章主要介绍技术出版物内容验证，包括验证要求、验证方法和验证流程；第 7 章主要介绍技术出版物发布管理，包括发布要求、发布流程、换版和客户化发布；第 8 章主要介绍技术出版物交付管理，包括交付管理要求和交付管理流程；第 9 章主要介绍技术出版物更改管理，包括技术出版物更改管理要求和更改管理流程；第 10 章主要介绍交互式电子技术出版物，包括交互式电子技术出版物的发展趋势、功能要求、界面设计和两个案例分析。

本书在编写过程中，得到了国内外专家的大力支持和帮助，包括前 S1000D 协会主席 Carl Wilen 先生，在此深表感谢。

S1000D 规范在国内民用飞机应用领域刚刚起步，可供参考的书籍和案例有限，同时受作者能力、经验等限制，书中难免有不妥之处，望广大读者批评指正。

作 者

2017 年 5 月

丛书总序 1

丛书总序 2

前言

第 1 章 民用飞机维修类技术出版物数字化	001
1.1 飞机技术出版物的数字化过程	001
1.2 技术出版物数字化国内外发展趋势	005
第 2 章 S1000D 规范概述	009
2.1 ASD 系列规范	009
2.2 S1000D 规范的背景和组织架构	016
2.3 S1000D 规范的核心概念	022
2.4 S1000D 规范文档编制流程	028
2.5 S1000D 规范导读	028
第 3 章 技术出版物业务规则及业务规则制定	034
3.1 概述	034
3.2 业务规则定义	034
3.3 业务规则制定	038
3.4 业务规则应用	041
第 4 章 技术出版物内容规划	045
4.1 概述	045
4.2 数据模块定义及编码	045

4.3	信息集	052
4.4	源数据分类和分析	064
4.5	制定数据模块需求清单	068
4.6	DMRL 维护	073
第 5 章	技术出版物编制和管理	076
5.1	概述	076
5.2	数据模块 Schema	076
5.3	数据模块编写	082
5.4	CSDb 数据管理机制	086
5.5	公共信息库管理	094
5.6	适用性信息管理	100
5.7	数据交换	106
第 6 章	技术出版物内容验证	112
6.1	概述	112
6.2	技术出版物验证要求	112
6.3	技术出版物验证方法	115
6.4	技术出版物验证流程	119
第 7 章	技术出版物发布管理	121
7.1	概述	121
7.2	出版物模块编辑	121
7.3	技术出版物发布流程	124
7.4	技术出版物发布样式——PDF 样式	125
7.5	技术出版物发布样式——IETP 样式	133
7.6	技术出版物管理	142
第 8 章	技术出版物交付管理	144
8.1	概述	144
8.2	技术出版物交付管理要求	144
8.3	技术出版物交付管理流程	150

第 9 章 技术出版物更改管理	153
9.1 概述	153
9.2 技术出版物更改管理要求	154
9.3 技术出版物更改管理流程	160
9.4 源数据标识信息在更改管理工作中的应用	163
第 10 章 交互式电子技术出版物	167
10.1 IETP 系统发展趋势	167
10.2 IETP 系统功能要求	169
10.3 IETP 系统界面设计	177
10.4 典型 IETP 系统介绍	182
参考文献	187
缩略词	189
附录 A 标准编码系统定义	199
附录 B 信息编码定义	221
附录 C 功能矩阵	240
附录 D 术语定义	244

第 1 章 民用飞机维修类技术出版物数字化



1.1 飞机技术出版物的数字化过程

无论民用飞机的初始设计水平和可靠性多高,一旦投入使用,正确使用和维修是保持其固有设计水平和可靠性的基础,而正确使用和维修则需要通过民用飞机制造厂家制定准确、详尽、便于使用的维修类技术出版物(或称持续适航文件)来保证。在民用飞机制造厂家持续适航文件的重要性方面,民航当局、航空器的制造厂家和运营人员都有足够的认识,在 CCAR25 部第 25.1529 条中有明确规定,要求航空器申请人必须根据 25 部附录编制适航当局可接受的持续适航文件。在所申请型号民用飞机交付或者首次颁发标准适航证之前,持续适航文件应当获得中国民用航空局(以下简称“局方”)的批准或认可;在申请型号交付或者首次颁发标准适航证时,制造厂家应当向航空公司提供维修类技术出版物(持续适航文件)。对民用飞机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。适航审定部门批准的文件主要作为支持型号合格证颁发的条件,一般必须在颁发型号合格证之前完成;飞行标准部门 AEG 负责批准和认可的文件主要作为支持航空器投入运行的条件,如果在颁发型号合格证(type certificate, TC)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。

因此,民用飞机维修类技术出版物是民用飞机适航审定和航空器评审的重要内容,是飞机运营人运营、维护飞机,独立 MRO 厂商维修飞机、系统、部件的工程技术基础,是正确、高效运营、维护飞机的关键技术保障之一。

早期民用飞机的技术出版物都是由飞机制造商自行编写,然后交付给航空公司。由于每个制造商技术出版物编写的内容和编排

的方式各有不同,因此对于航空公司客户来说,维护各个不同制造商飞机的技术出版物成为一个难题。为此以美国几家航空公司为主要成员的美国航空运输协会(Air Transport Association, ATA)于 1956 年颁布 ATA100 规范^[1],规定民用飞机技术出版物的格式和内容标准。ATA100 规范主要由航空制造商和供应商起草,供航空公司和相应产品维修时其他工业单位使用。该规范提出了飞机各系统的标准编号系统,通常被称为系统或章号。

ATA100 规范虽然不是强制性的,但已被国际主流航空公司和飞机制造商普遍采用,并且沿用至今。制造商按照 ATA100 规范,利用传统文字处理和排版进行技术出版物的编写,并以传统的纸质手册方式交付用户。

文字处理软件及桌面排版软件的普及应用,极大地提高技术出版物编制人员的生产效率。例如,使用类似 Word 或 FrameMaker 的文字处理软件,使编制人员能够将信息内容的录入、加工和信息发布格式的编排这两项工作一同完成。能够减少工作环节,降低制作成本,缩短工作周期。然而,面对新的形势,这种传统的工作方式显露出其存在的不足。由于信息发布格式在信息创作过程中就已经确定,并且与信息内容密不可分地存储在同一个文档中(信息内容与信息格式未分离),因此当信息发布格式发生变化时,尽管内容并未发生变化,却依然需要重复整个制作过程。这无疑在全局上将使技术出版物制作部门的工作量大大增加,进而导致制作周期拖延、成本增加、信息出错率加大。飞机技术出版物的数字化编制和管理是满足客户需求、解决上述问题的必由之路,标准通用标记语言(standard generalized markup language, SGML)^[2]正是符合这种需求的信息格式。

SGML 是由国际标准化组织(ISO)于 1986 年 10 月正式发布的纯文字描述和交换格式标准。SGML 的主要特点如下。

(1) 中立。SGML 是 ISO 制定的开放性的国际标准,并不附属于某个公司。这个特点在商业上能够保证 SGML 成为不同软硬件系统之间信息交换的格式标准。

(2) 通用。SGML 通过将信息的内容结构描述与信息格式描述分离,实现了软件系统无关性。而 SGML 文档本身是纯文本文件,因此实现了硬件系统无关性。这个特点在技术上能够保证 SGML 成为异构系统之间信息交换的格式标准。

(3) 信息自解释。SGML 能够对信息的内容和结构进行详细标记,从而使被描述的信息具备自解释能力。也就是说,不仅人可以理解信息的含义,计算机系统也能通过 SGML 标记理解信息的含义。这个特点使计算机自动化信息处理成为可能。

SGML 的上述特点使其成为信息交换和信息集成的理想格式。因此,美国 ATA 已经明确地将 SGML 指定为信息存储和传递格式。当然,SGML 也有不足之处,主要是过于复杂、难以掌握,且不适用于在互联网普及。这也是 SGML 一直没有得到大范围应用的原因之一。