



航空基础技术丛书

# 航空标准化与通用技术

AVIATION STANDARDIZATION  
AND GENERAL TECHNOLOGY

中国航空综合技术研究所◎主编



航空工业出版社

014033832

F416.5  
12



航空基础技术丛书

# 航空标准化与通用技术

中国航空综合技术研究所 主编



航空工业出版社

北京



F416.5  
12

## 内 容 提 要

《航空标准化与通用技术》一书共6章,分别介绍了航空标准化、航空器适航性、可靠性工程、产品环境工程、质量工程、航空工业信息化等专业的发 展现状、基本原理、方法工具、工程应用以及发展趋势等。本书力求构建一个比较完整的航空标准化与通用技术的知识体系,各章既相互联系,又相对独立,读者可根据各自涉及的专业领域参考相关章节的内容。

《航空标准化与通用技术》可作为航空工业相关从业人员培训、高等院校相关专业本科生或研究生的基础教材,也可以作为航空工业企业事业单位相关从业人员参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

航空标准化与通用技术/中国航空综合技术研究所  
主编. --北京:航空工业出版社,2013.12

(航空基础技术丛书)

ISBN 978-7-5165-0310-2

I. ①航… II. ①中… III. ①航空工业—标准化②航空工业—通用技术 IV. ①F416.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第279692号

### 航空标准化与通用技术

Hangkong Biao zhunhua yu Tongyong Jishu

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑路2号院 100012)

发行部电话:010-84936555 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

2013年12月第1版

开本:787×1092 1/16

印数:1—4000

全国各地新华书店经售

2013年12月第1次印刷

印张:56.75

字数:1455千字

定价:218.00元

## 《航空基础技术丛书》总审委会

主 任	林左鸣				
常务副主任	谭瑞松				
副 主 任	顾惠忠	吴献东	耿汝光	李玉海	
	张新国	高建设	李方勇	孙卫福	
成 员	关 桥	曹春晓	赵振业	李 明	刘大响
	冯培德	陈祥宝	魏金钟	刘 林	周国强
	王英杰	梁丽涛	杨胜群	曹英杰	戴圣龙
	孙侠生	张 军	赵 波	夏裕彬	张振伟
	张明习	谢富原			

## 《航空基础技术丛书》总编委会

**主任** 徐占斌  
**副主任** 荣毅超 李晓红 吴世平 陈刚 刘鑫  
**成员** 向明 梅方清 姚俊臣 周宁 史晋蕾  
李小飞 徐明 吴晓峰 张力 李兴无  
杨海 李志强 李周复 黄蓝 刘恩朋  
轩立新 益小苏 段泽民

## 《航空基础技术丛书》编写办公室

**主任** 梅方清 姚俊臣  
**副主任** 周宁 史晋蕾  
**成员** 李小飞 郭晓月 熊昌友 郭倩旎 冯冰  
李亚军 李少壮 杨素玲 胡律行 王湘念  
陈玉 汪慧云 杨占才 李冬 张明  
姚红

## 《航空基础技术丛书》总序

近年来，以一批先进重点型号为代表的我国航空武器装备取得了“井喷式”的发展，航空工业实现了与发达国家从“望尘莫及”到“望其项背”的历史性跨越。但我们也要清醒地看到，面对新航空装备新一轮“井喷式”发展的需要，我们面临着加强航空科技创新的迫切需求。

党的十八大报告指出，要实施创新驱动发展战略，坚持走中国特色自主创新道路，以全球视野谋划和推动创新。航空工业作为高科技战略性新兴产业，在加强自主创新和提升创新能力方面面临三个方面的挑战：一是传统的技术跟随式发展模式已经走到了尽头；二是长期积累的技术创新成果已充分应用，技术储备急需创新实践来大量补充；三是新航空装备跨越式发展对技术和管理创新提出更高要求。

要实施创新驱动的发展战略，首先要注重原始创新。加大现象发现和原理验证力度，探索未知技术领域，积极寻求原创性突破，形成一批引领未来发展，技术成熟度在1~3级的创新成果。更要注重技术创新。航空基础技术作为航空科技的重要组成部分，发挥着重要的支撑作用，支持和引领着航空科技的发展。在国家科技重大专项、重点型号攻关、新型飞机和发动机的研制中都起着强有力的保障与支撑作用，具有重要的战略意义。随着我国从跟踪研制向自主创新、从制造大国到制造强国的转变，作为科技前沿的航空基础技术必将从服务和保障的方式向技术引领方式转变，并向社会其他国民经济领域进行技术转移和输出，为全社会的技术进步和创新发展起到强有力的推动作用。

中国航空工业集团公司基础技术研究院作为航空工业基础技术的龙头，肩负着支撑、引领型号发展的双重任务，本着“航空报国，强军富民”的理念，践行“变革为先，创新为本”的精神，以知识产权战略为抓手，牵引原始创新，推动技术创新，加强管理创新，最终实现从“型号牵引”到“牵引型号”的转变。

航空基础技术的传承与传播，与航空基础技术的研究与探索同样重要。目前，我们急需有关论述基础技术等科技前沿技术的专著。因此，在中国航空工业集团公司倡导下，由中国航空工业集团公司基础技术研究院组织所属 12 家单位联合编写了一套大型基础技术专著《航空基础技术丛书》。《航空基础技术丛书》的编写，开创了航空工业各专业板块之先河，为航空工业知识积累、传承、宣传工作，为航空科学技术服务于社会开了一个好头。这种勤勉探索，对航空工业、对全社会负责的精神，值得大力提倡。

该丛书的编写，对梳理航空工业基础技术的发展脉络，宣传航空基础技术成就，引领未来航空基础技术发展方向将起到重要作用，对政府主管部门、航空工业用户、其他工业领域用户了解航空基础技术提供了一个良好的媒介，对广大航空爱好者、尤其是青年人了解航空、热爱航空起到了宣传作用，亦对社会输出相关技术、服务于我国科技进步做出了贡献。

中国航空工业集团公司董事长  
党组书记



2013 年 8 月

## 《航空基础技术丛书》总前言

我国航空工业经过六十多年的发展，逐步形成了专业门类齐全，科研、试验、生产相配套，具备研制生产当代航空装备能力的高科技工业体系，发展了多类型多用途的飞机、直升机、发动机、导弹，研制出一批具有自主知识产权并与发达国家在役航空装备性能相当的航空器，大幅度缩小了与国外先进水平的差距，使我国跻身于能够研制先进的歼击机、歼击轰炸机、直升机、教练机、特种飞机等多种航空装备的少数几个国家之列，为我国国民经济建设、国防现代化建设、社会科技进步和综合国力的提升做出了重大贡献。

航空工业作为国家的战略性产业，决定了它的发展必须建立在牢固的基础之上。所谓跨越式发展，是长期扎扎实实、厚积薄发的结果。航空基础技术作为整个航空工业的根基，在整个航空工业的发展中起着举足轻重的作用。因此，认真梳理航空基础技术发展脉络，跟踪国际航空基础技术的发展趋势，不断创新我国航空基础技术，并为航空工业新产品研制做好技术储备，成为航空工业的一项重要任务。

为完成中国航空工业集团公司基础技术研究院“打牢基础、做强技术、支撑型号、创造财富”的使命，作为中国航空工业集团公司横向价值链的最前端，基础院承担着包括政府科研、装备预研等方面的研究任务，拥有12家科研院所和高科技企业、多个国家工程实验室和国防科技重点实验室以及航空科技重点实验室，为国防科技工业和航空科技实现长远的跨越式发展提供了技术保障，为我国航空工业又好又快发展贡献着力量。

为强化从知识创新、技术创新到成果产业化的有效传导机制，提升航空基础研究成果产业化运作能力，充分体现基础技术在基础保障、技术引领、服务支撑等方面的作用，中国航空工业集团公司基础技术研究院（简称基础院）组织编写了《航空基础技术丛书》，全面介绍了航空



基础技术的范围、内容、现状、发展趋势等，尤其对各种技术的工程化应用特点、新技术对航空装备的影响作了重点介绍，对产品设计师提高新产品设计性能，用户提升对新产品的信任起到了较大作用。通过总结经验、探索航空基础技术发展趋势，进一步构筑和完善了相关材料、制造、标准化、计量、强度、气动、测试、雷电防护等技术体系，从而夯实航空工业发展的根基，实现航空基础技术从“型号牵引”到“牵引型号”的转型升级。

《航空基础技术丛书》分为《航空标准化与通用技术》、《航空精密超精密制造技术》、《航空计量技术》、《航空材料技术》、《航空结构强度技术》、《航空制造技术》、《航空气动技术》、《航空故障诊断与健康管理技术》、《航空测试技术》、《航空电磁窗技术》、《航空复合材料技术》、《航空器雷电防护技术》12个分册，分别由基础院所属中国航空综合技术研究所、北京航空精密机械研究所、北京长城计量测试技术研究所、北京航空材料研究院、中国飞机强度研究所、北京航空制造工程研究所、中国航空工业空气动力研究院、上海航空测控技术研究所、北京长城航空测控技术研究所、济南特种结构研究所、中国航空工业集团公司复合材料技术中心、合肥航太电物理技术有限公司等12家科研院所和高科技企业负责编写。主编单位汇集了各个相关专业的一线科研骨干承担编写工作，由各相关专业的院士、专家负责审稿，并由各单位总工程师担任各分册编委会主任，意在全面、准确地介绍各相关专业的现状、发展趋势及应用特点。

该丛书适合航空工业相关部门、航空工业所属企事业单位，总装、空军、海军等装备需求部门，航天、兵器、船舶、核、电子等军工相关部门管理人员及相关技术人员，以及相关院校的师生等阅读。

由于航空基础技术涵盖范围甚广，相关科学技术发展很快，不足之处，还望广大读者批评指正。

中国航空工业集团公司副总经理

徐占斌

2013年8月

## 《航空标准化与通用技术》审委会

主任 梁丽涛

成员 赵洪岭 陈晓东 王喜力 祝耀昌 恽通世

## 《航空标准化与通用技术》编委会

主任 徐 明  
副主任 辜 希 蒋家东  
成 员 任占勇 郑朔昉 孟雪松 高星海 隋明丽  
李 岩 傅 耘

## 《航空标准化与通用技术》各章负责人及 编写人员名单

(按姓氏笔画为序)

王 欣 王春生 孙建勇 苏 多 李 明 李永红  
李旭东 李俊国 杨 帆 汪启华 金 镭 侯 崑  
姜雪峰 骆晶妍 陶 剑 曹 平 梁昭磊 梁德芳  
程丛高 曾江辉

## 《航空标准化与通用技术》前言

航空工业作为国家战略产业，经过半个多世纪的发展和积累，研制、生产与试验水平不断提高，综合实力大幅提升，一大批重大军、民用航空装备横空出世，振奋人心。伴随着航空工业的跨越发展，我国航空基础技术的研究、开发与应用也砥砺前行，不断取得新的积累和突破。当前，借鉴国外的先进经验，总结提炼我国航空基础技术多年来的研究应用成果出版成书，用于进一步指导相关科研实践具有重大意义。作为航空基础技术的重要组成部分，航空标准化与通用技术结合型号需求与实践，不断研究应用，也取得了许多重要技术成果。为此，根据中航工业基础院的总体安排，我们围绕新一代航空装备研制生产必须更加注重质量、可靠性与安全性的现实需要，立足我国航空工业信息化发展实际，从航空基础技术体系中精心挑选了标准化、信息化、适航性、可靠性工程、产品环境工程与质量工程等6大专业，构建了本书的整体架构。

航空标准化与通用技术是指为确保军、民用航空器的研制、生产与维护而发展起来的通用性工程技术、方法和工具的统称，涉及保障航空器系统安全性的适航性技术，支持航空器可靠性、维修性、测试性、保障性和安全性指标实现的可靠性工程技术，增强航空器环境适应性与耐受性的环境工程技术，提升航空器实物质量的质量工程技术，促进航空器高效设计与研制的信息化技术，以及规范航空器研制、生产、试验和使用的标准化技术。航空标准化与通用技术是航空基础技术体系及航空技术体系的有机组成部分。推动航空工业发展和航空技术进步，必须重视发展航空标准化与通用技术。本书是航空标准化与通用技术领域的专业著作，系统介绍了航空标准化与通用技术的各个组成部分的发展状况、基本原理、方法工具、工程应用以及发展趋势等。

本书共分6章，累计140余万字。其中，第1章介绍了航空标准化的有关知识，主要内容包括航空标准化的内涵、作用与发展沿革，航空

标准件,以及航空标准化的发展趋势与展望等;第2章介绍了航空器适航性的有关知识,主要内容包括民用航空器适航性的内涵、特点、要求和管理机构,民用航空产品研制、生产和使用阶段的适航性工作内容,材料、机载设备和零部件的适航性工作内容,军用航空器适航性的内涵、特点、要求和管理实践,军、民用航空器适航性的差异,以及航空器适航性的发展趋势与展望等;第3章介绍了可靠性工程的有关知识,主要内容包括可靠性工程的内涵、特点、作用与要求,可靠性工程要求(含可靠性、维修性、测试性、保障性和安全性)的设计、分析、试验与评价,可靠性工程管理,以及可靠性工程的发展趋势与展望等;第4章介绍了产品环境工程的有关知识,主要内容包括产品环境的内涵、特点、作用与发展状况,环境分析与预计,环境适应性设计,环境试验与环境工程管理,以及环境工程的发展趋势与展望等;第5章介绍了质量工程的有关知识,主要内容包括质量工程的定义、内涵与特点,质量工程技术,航空产品质量工作,以及质量工程技术的发展趋势与展望等;第6章介绍了航空工业信息化的有关知识,主要内容包括航空工业信息化的内涵、特点与作用,航空产品研制生产数字化,IT治理,信息基础设施与信息安全,国际航空制造业信息化典型应用,以及航空信息化的发展趋势与展望等。

本书的策划、编制与出版得到了方方面面的支持与帮助。中航工业基础院从选题、大纲到内容给予了明确指导,吴世平、周宁等直接参与了对本书的悉心指导和认真把关。中航出版传媒有限责任公司(航空工业出版社)从编排、格式到出版给予了支持,史晋蕾、郭倩旒等对本书的出版给予了大力帮助。中国航空综合技术研究所成立审委会、编委会和编写组,进行了全书的编写与审稿。此外,蒋家东对全书进行了统稿,曾江辉博士等对全书进行了编辑。在此,对所有指导、支持和参与本书编写、审校和出版的领导、编辑和同仁们表示感谢。

由于本书内容涉及面广,不同专业技术的研究应用不平衡,加之编者的水平有限,本书中难免存在一些疏漏与不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

《航空标准化与通用技术》编委会

2013年5月

# 目 录

第 1 章 航空标准化 .....	( 1 )
1.1 概述 .....	( 1 )
1.1.1 航空标准化发展沿革 .....	( 1 )
1.1.2 航空标准化的内涵 .....	( 4 )
1.1.3 航空标准化的作用 .....	( 6 )
1.1.4 航空标准的制定 .....	( 11 )
1.1.5 航空标准的实施与监督 .....	( 24 )
1.1.6 航空标准体系建设 .....	( 30 )
1.2 型号标准化 .....	( 33 )
1.2.1 型号标准化内涵与作用 .....	( 33 )
1.2.2 “规范树”与型号标准体系 .....	( 34 )
1.2.3 型号研制标准化工作分解 .....	( 37 )
1.2.4 型号标准化文件体系 .....	( 41 )
1.2.5 标准化大纲 .....	( 47 )
1.2.6 型号标准化组织体系和工作系统 .....	( 55 )
1.3 企业标准化 .....	( 57 )
1.3.1 企业标准化的概念 .....	( 57 )
1.3.2 企业标准的类别 .....	( 58 )
1.3.3 企业标准化的任务与管理 .....	( 63 )
1.3.4 企业标准体系建设 .....	( 69 )
1.3.5 国外典型航空企业标准化现状 .....	( 73 )
1.3.6 我国航空企业标准化的特点和定位 .....	( 77 )
1.3.7 我国航空企业标准体系的构成 .....	( 82 )
1.4 航空标准件 .....	( 85 )
1.4.1 航空标准件的内涵与特点 .....	( 85 )
1.4.2 航空标准件标准 .....	( 88 )
1.4.3 航空标准件合格鉴定 .....	( 107 )
1.4.4 航空标准件管理 .....	( 112 )
1.5 航空标准化发展趋势与展望 .....	( 116 )
1.5.1 民机标准化成为新兴领域 .....	( 116 )
1.5.2 军民通用成为重要特点 .....	( 116 )
1.5.3 综合标准化未来大有可为 .....	( 117 )
1.5.4 全球性标准成为必然趋势 .....	( 118 )
1.5.5 企业标准成为标准化主体 .....	( 119 )

1.5.6	数据库形式标准优势显现	(119)
1.5.7	标准数据成为集成的关键	(121)
1.5.8	标准化支撑工具需要创新	(121)
<b>第2章</b>	<b>航空器适航性</b>	<b>(124)</b>
2.1	概述	(124)
2.2	民用航空器适航性的内涵与特点	(125)
2.3	国际民用航空组织和各国民用航空局	(126)
2.3.1	国际民用航空组织 (ICAO)	(126)
2.3.2	美国联邦航空局 (FAA)	(127)
2.3.3	欧洲航空安全局 (EASA)	(134)
2.3.4	中国民用航空局 (CAAC)	(138)
2.4	民用航空器适航性要求	(140)
2.4.1	概述	(140)
2.4.2	适航规章介绍	(140)
2.4.3	管理程序介绍	(148)
2.4.4	适航规章结构	(151)
2.4.5	适航规章制定	(151)
2.5	民用航空产品研制阶段适航性工作	(152)
2.5.1	概述	(152)
2.5.2	研制阶段适航性工作内容	(161)
2.5.3	其他	(204)
2.5.4	民用航空产品生产阶段适航性工作	(206)
2.6	民用航空产品使用阶段适航性工作	(213)
2.6.1	概述	(213)
2.6.2	使用阶段适航管理要求	(214)
2.6.3	使用阶段研制单位适航性工作概述	(214)
2.6.4	使用阶段研制单位适航性工作主要内容	(215)
2.7	材料、机载设备及零部件适航性工作	(216)
2.7.1	技术标准规定项目批准书 (CTSOA)	(217)
2.7.2	零部件制造人批准书 (PMA)	(220)
2.7.3	随航空器 TC 或 STC 审定	(222)
2.7.4	其他审定方式	(222)
2.8	军用航空器适航性	(222)
2.8.1	军用航空器的内涵与特点	(222)
2.8.2	军用航空器适航管理	(224)
2.8.3	军用航空器适航性要求	(237)
2.8.4	军用航空器适航管理实践	(244)
2.8.5	我国军用航空器型号适航工作	(245)
2.9	军、民用航空器适航性差异	(247)

2.9.1 适航性技术要求差异	(247)
2.9.2 适航性管理要求差异	(249)
2.10 航空器适航性发展趋势与展望	(249)
2.10.1 民用航空器适航规章要求趋于统一	(249)
2.10.2 航空新技术应用带来的适航性问题	(253)
2.10.3 无人机系统适航性快速发展	(258)
2.10.4 军用航空器适航性工作大势所趋	(259)
<b>第3章 可靠性工程</b>	<b>(261)</b>
3.1 概述	(261)
3.1.1 可靠性工程基础知识	(261)
3.1.2 可靠性工程的内涵与特点	(268)
3.1.3 可靠性工程在航空型号中的作用	(273)
3.2 可靠性工程要求	(275)
3.2.1 可靠性要求	(275)
3.2.2 维修性要求	(277)
3.2.3 测试性要求	(280)
3.2.4 保障性要求	(284)
3.2.5 安全性要求	(288)
3.3 设计与分析	(292)
3.3.1 可靠性设计与分析	(292)
3.3.2 维修性设计与分析	(319)
3.3.3 测试性设计与分析	(331)
3.3.4 保障性设计与分析	(347)
3.3.5 安全性设计与分析	(361)
3.4 试验与评价	(367)
3.4.1 可靠性试验与评价	(367)
3.4.2 维修性试验与评价	(390)
3.4.3 测试性试验与评价	(417)
3.4.4 保障性试验与评价	(437)
3.4.5 安全性试验与评估	(453)
3.5 可靠性工程管理	(459)
3.5.1 型号可靠性工作系统的管理	(459)
3.5.2 型号可靠性工作计划的制订	(462)
3.5.3 对转承制方和供应方的监督与控制	(463)
3.5.4 可靠性评审	(464)
3.5.5 故障报告、分析和纠正措施系统	(468)
3.6 可靠性工程发展趋势与展望	(469)
3.6.1 概述	(469)
3.6.2 国外可靠性工程技术发展现状	(470)



3.6.3 未来发展趋势 .....	(481)
3.6.4 技术热点 .....	(482)
<b>第4章 产品环境工程 .....</b>	<b>(485)</b>
4.1 概述 .....	(485)
4.1.1 产品环境工程基础知识 .....	(485)
4.1.2 产品环境工程内涵与特点 .....	(492)
4.1.3 产品环境工程专业的发展状况 .....	(502)
4.1.4 环境工程的作用 .....	(504)
4.2 环境分析与预计 .....	(507)
4.2.1 产品寿命期环境分析 .....	(507)
4.2.2 环境数据测量与分析 .....	(523)
4.2.3 产品寿命期的环境预计 .....	(529)
4.2.4 环境适应性要求 .....	(533)
4.3 环境适应性设计 .....	(540)
4.3.1 环境适应性设计的概念 .....	(540)
4.3.2 环境适应性设计工作的内容 .....	(540)
4.3.3 振动和冲击环境适应性设计 .....	(542)
4.3.4 温度环境适应性设计 .....	(548)
4.3.5 三防设计 .....	(551)
4.3.6 低气压环境适应性设计 .....	(557)
4.3.7 防雨设计 .....	(558)
4.3.8 防沙尘设计 .....	(559)
4.3.9 防太阳辐射设计 .....	(559)
4.3.10 抗声疲劳设计 .....	(560)
4.4 环境试验 .....	(562)
4.4.1 环境试验的分类 .....	(562)
4.4.2 自然环境试验 .....	(565)
4.4.3 实验室环境试验 .....	(578)
4.5 环境工程管理 .....	(627)
4.5.1 环境工程管理组织机构 .....	(627)
4.5.2 环境工程工作规划 .....	(629)
4.5.3 环境工程工作的过程管理 .....	(632)
4.5.4 应用案例 .....	(635)
4.6 环境工程发展趋势与展望 .....	(638)
4.6.1 环境分析与预计更加倚重于内外场环境基础数据的积累和应用 .....	(638)
4.6.2 环境适应性设计更加重视新方法、新技术的应用 .....	(639)
4.6.3 环境试验使用范围和技术能力不断拓宽 .....	(641)
4.6.4 环境工程管理技术在装备研制中逐渐得到重视和应用 .....	(643)