



主编 顾诵芬
科学技术
前沿系列丛书

科学
技术
（航空卷）

科学技术前沿系列丛书
航空航天科学技术
(航空卷)

顾诵芬 主编

出版发行: 山东教育出版社
地 址: 济南市经八纬一路 321 号

出版日期: 1998 年 12 月第 1 版
1998 年 12 月第 1 次印刷
印 数: 1—2000
用纸规格: 880 毫米×1230 毫米 32 开
18.75 印张 22 插页 440 千字

制版印刷: 山东新华印刷厂临沂厂

书 号: ISBN 7—5328—2751—8/N·5
定 价: 21.00 元

科学技术前沿系列丛书

顾问：卢嘉锡

主任：王大珩

委员：(以姓氏笔划为序)

王守觉 母国光 师昌绪 苏纪兰

严陆光 何祚庥 闵桂荣 张新时

顾方舟 顾诵芬 蒋民华 翟中和

丛书编辑工作委员会：葛能全 陈 丹

刘卫卫

丛书责任编辑：韩义华 赵 猛

前 言

我应山东教育出版社之约,要在该社国家“八五”规划重点图书——“科学技术前沿系列丛书”中主编《航空航天科学技术》(航空卷)。我感到这个想法很好,因为关心我国航空事业的同志很多,经常收到他们询问航空科学技术方面问题的信件。回信很难写,因为三言两语很难说清楚,而国内目前也没有一本可推荐给非航空专业人员阅读的图书。为了推动我国航空事业的发展,能够使更多的有志于航空事业的青年学生、工程技术人员以及企业家、管理人员和各级领导干部了解航空科学技术,我便欣然应允主编此书。

本书的主题是想让读者了解当代航空科学技术,尤其是航空新技术及其发展趋向。但为易于入门起见,本书分作三部分来写。第1部分包括第1至第4章,介绍航空科学技术发展的历史,当代航空工业的状况及飞行原理,这是概论性的内容。第2部分包括第5至第8章,介绍各种飞机,即军用、民用飞机,直升机,以及航天飞机和空天飞机,并对每类飞机的现状、特点及发展做了阐述。第3部分包括第9至第17章,介绍这些飞机所需要

的关键技术,以及每种技术的基本原理、现状和发展。为了便于说明,对于文字不好描述的地方都配了插图。

需要说明的是,由于本书各章的撰写自成系统,所以在叙述发展过程时内容会有些重叠;本书限于篇幅,所以一些专门技术不可能说透,它仅仅是入门读物,读者如对专业感兴趣则可参阅引证的专著;本书所收集的材料是1994年以前公开发表的,而航空科学技术在不断发展、进步,因此几年后需要重新修订,关心航空新技术的读者请及时阅读有关的航空期刊。

本书的编写是依托中国航空信息中心进行的,中心副主任张钟林同志作为本书的副主编协助我做了大量的组织协调工作;王宗郁同志做了大量的编纂技术性工作。本书的各章都是由长期从事航空科学技术信息研究的研究员、高级工程师撰写的,他们都熟知本专业技术及其现状和发展,是该专业的专家。作为主编,我感谢各位专家的合作,并为他们利用业余时间放弃休息和在整个撰稿过程中所表现的认真态度和严谨学风所感动。

中国科学院
中国工程院 院士 顾诵芬

1995.12.

目 录

第 1 章

绪 论

2 航空科学技术在军事上的作用

2 航空科学技术将为国民经济各部门普遍采用

3 航空科学技术的发展将促进其他高新技术的发展

5 航空产品是附加值很高的高新技术产品

6 我国航空工业面对 21 世纪的思考

第 2 章

飞机发展的历史和应用

9 人类早期的飞行探索——从气球, 飞艇到飞机

9 ▶ 人类早期的飞行探索 1.

10 ▶ 从气球, 飞艇到飞机 2.

13 飞机的初期发展及其在第一次世界大战中的应用

16 两次世界大战期间飞机的发展

16 ▶ 军用飞机的削减促进了民用飞机的发展 1.

17 ▶ 航空科学技术的几项重大成就 2.

20 第二次世界大战中飞机的应用和发展

22 喷气式飞机的产生和发展

35 现代飞机的分类

35 ▶ 航空器的分类 1.

35 ▶ 飞机的分类 2.

第 3 章 飞机的飞行原理

41 作用在飞机上的空气动力

41 ▶ 流体连续性定理和伯努利定律 1.

42 ▶ 机翼上升力和阻力的产生 2.

44 ▶ 决定飞机升力的主要因素 3.

46 ▶ 飞机的气动阻力 4.

48 ▶ 飞机上力的平衡和水平直线飞行 5.

49 ▶ 表征飞机气动力特性的三条主要曲线 6.

51 ▶ 飞机的增升及增阻装置 7.

54 跨、超音速飞行的特点

55 ▶ 马赫数 (M)、激波和波阻、临界马赫数 ($M_{\text{临}}$) 1.

59 ▶ 高速飞机的气动外形特点 2.

63 ▶ 超音速飞行与“热障” 3.

64 飞机的稳定和操纵

65 ▶ 飞机的稳定 1.

69 ▶ 飞机的操纵 2.

73 飞机的飞行性能和机动飞行

73 ▶ 飞机的飞行性能 1.

76 ▶ 飞机的机动飞行 2.

第 4 章 从飞机到航空工业

80 军事应用推动了航空工业的发展

85 航空工业对国民经济和社会进步的重大作用

89 科技进步是航空工业发展的推动力

94 航空工业是典型的高技术产业

- 94 ▶ 航空产品是高度综合的现代科学技术的结晶 1.
- 95 ▶ 航空工业是高投入和高附加值的产业 2.
- 97 ▶ 航空工业是高度精密的综合性工业 3.
- 98 ▶ 航空高新技术的发展又可以向民用转移 4.

100 当今世界航空工业的现状

105 发展中的我国航空工业

第 5 章 军用飞机

110 军用飞机在现代战争中的作用

112 空军的核心装备——战斗机

- 113 ▶ 战斗机发展概述 1.
- 117 ▶ 现代战斗机的技术特点 2.
- 121 ▶ 战斗机的发展趋势 3.

128 空军进攻的“矛”——攻击机和轰炸机

- 128 ▶ 战术攻击机发展概述 1.
- 131 ▶ 战略轰炸机发展概述 2.
- 132 ▶ 现代战术攻击机和战略轰炸机的技术特点 3.

139 舰载飞机

- 139 ▶ 舰载飞机发展概述 1.
- 142 ▶ 垂直/短距起降飞机和轻型航空母舰 2.
- 146 ▶ 舰载飞机的技术特点 3.

148 其他军用飞机

- 149 ▶ 预警机 1.
- 150 ▶ 反潜机 2.

- 151 ▶ 电子干扰机 3.
- 152 ▶ 侦察机 4.
- 154 ▶ 空中加油机 5.
- 155 ▶ 军用运输机 6.

第 6 章 民用飞机

160 民用飞机的作用和特点

- 160 ▶ 民用飞机发展概述 1.
- 162 ▶ 民用飞机的分类 2.
- 163 ▶ 民用飞机的特点 3.

165 亚音速运输机

- 165 ▶ 空气动力学 1.
- 168 ▶ 推进装置 2.
- 170 ▶ 结构和材料 3.
- 174 ▶ 操纵系统 4.
- 175 ▶ 航空电子设备 5.
- 179 ▶ 噪声 6.

180 超大型亚音速运输机

181 第 2 代超音速运输机和高超音速运输机

- 182 ▶ 第 2 代超音速运输机的研制计划 1.
- 185 ▶ 高超音速运输机 2.

186 支线客机和通用航空飞机

- 186 ▶ 支线客机 1.
- 188 ▶ 通用航空飞机 2.

第 7 章 直升机

190 直升机的作用和分类

- 190 ▶ 直升机发展概述 1.

191 ► 直升机的分类 2.

192 直升机及其主要部件

193 ► 旋翼 1.

193 ► 尾桨 2.

194 ► 操纵系统 3.

196 ► 传动系统 4.

197 ► 起降装置 5.

197 ► 机身 6.

198 ► 动力装置 7.

198 直升机的技术特点

200 ► 直升机空气动力学 1.

205 ► 旋翼构造 2.

208 ► 自动倾斜器 3.

209 ► 直升机动力学、振动和减振技术 4.

211 ► 直升机噪声 5.

212 直升机的应用

213 ► 军用直升机 1.

215 ► 民用直升机 2.

217 直升机的现状与发展趋势

217 ► 机种现状与发展趋势 1.

222 ► 主要技术发展趋势 2.

第 8 章

航天飞机与空天飞机

226 空间航行、运载工具和运输系统

226 ► 航空、航天、航宇 1.

227 ► 宇宙飞船、航天飞机、空天飞机 2.

228 ► 空间运输系统 3.

228 航天飞机

230 ► 航天飞机发展概述 1.

234 ▶ 航天飞机的特点 2.



238 空天飞机

238 ▶ 兴起研制空天飞机的背景和原因 1.

239 ▶ 美国的国家空天飞机计划 2.

241 ▶ 英国的“霍托尔”空天飞机 3.

243 ▶ 德国的“森格尔”空天飞机 4.

247 ▶ 其他国家的空天飞机计划 5.



248 关键技术的进展

248 ▶ 推进系统 1.

251 ▶ 热防护系统 2.

252 ▶ 特殊的结构和材料 3.

253 ▶ 高超音速空气动力学 4.

第 9 章

空气动力学实验和计算



258 空气动力学概述

258 ▶ 空气动力学的研究对象 1.

259 ▶ 空气动力学的发展方向 2.



263 风洞实验

264 ▶ 风洞实验在航空科研中的作用 1.

266 ▶ 风洞实验技术 2.

271 ▶ 测量、显示技术 3.



273 计算空气动力学的崛起

274 ▶ 计算空气动力学的特点 1.

276 ▶ 计算空气动力学的发展 2.

279 ▶ 计算空气动力学在飞机设计中的应用 3.



281 计算空气动力学与风洞实验一体化

第 10 章

航空推进系统

- 284 航空发动机的分类和主要技术指标
 - 284 ▶ 航空推进系统的分类 1.
 - 286 ▶ 各种发动机的特点和适用范围 2.
 - 290 ▶ 主要性能指标和设计参数 3.
- 293 航空发动机对飞机性能的影响、效益和特点
 - 293 ▶ 航空发动机对飞机性能的影响 1.
 - 294 ▶ 航空发动机对航空工业、国防和国民经济的效益 2.
 - 295 ▶ 航空发动机研究和发展工作的特点 3.
- 297 航空发动机的学科基础和核心机技术
 - 297 ▶ 学科基础 1.
 - 300 ▶ 核心机技术 2.
- 301 航空发动机的现状和发展趋势
 - 301 ▶ 战斗机发动机 1.
 - 307 ▶ 干线客机发动机 2.
 - 312 ▶ 小发动机 3.
 - 316 ▶ 垂直起降动力装置 4.
 - 318 ▶ 高速推进系统 5.
- 320 推进技术的发展前景
 - 321 ▶ 气动热力设计 1.
 - 324 ▶ 新材料 2.
 - 327 ▶ 结构 3.
 - 328 ▶ 控制 4.

第 11 章 飞机飞行控制系统

- 333 飞机飞行控制技术的发展
 - 333 ▶ 飞行控制原理 1.
 - 334 ▶ 从机械操纵到电传飞行控制 2.
 - 337 ▶ 从模拟式向数字式飞行控制系统发展 3.

- 338 主动控制技术的发展
- 338 ▶ 主动控制技术 1.
- 340 ▶ 主动控制技术的应用现状 2.
- 341 ▶ 主动控制技术的基本功能及其对飞机性能和战术技术的影响 3.
- 347 ▶ 综合控制技术 4.



- 351 电传飞行控制系统
- 351 ▶ 电传飞行控制系统的组成 1.
- 353 ▶ 系统可靠性 2.
- 353 ▶ 余度技术 3.
- 355 ▶ 飞行控制计算机 4.
- 355 ▶ 余度舵机 5.
- 356 ▶ 控制律 6.
- 357 ▶ 系统的试验验证 7.



- 359 飞机飞行控制技术的发展趋势

第 12 章 飞机环境控制与生命保障系统



- 362 飞机环境控制系统
- 362 ▶ 飞机环境控制系统的组成 1.
- 366 ▶ 飞机环境控制系统的现状 2.
- 369 ▶ 飞机环境控制技术的发展趋势 3.



- 371 航空救生装备
- 371 ▶ 航空救生装备的种类 1.
- 376 ▶ 航空救生装备的现状 2.
- 378 ▶ 航空救生技术的发展趋势 3.



- 379 个体防护装备
- 379 ▶ 个体防护装备的种类 1.
- 382 ▶ 个体防护装备的现状 2.
- 386 ▶ 个体防护技术的发展趋势 3.

第 13 章 航空武器系统

388 航空武器系统概述

- 388 ▶ 航空武器系统发展简史 1.
- 390 ▶ 航空武器系统的组成 2.

404 航空武器配备基本问题

- 404 ▶ 航空武器的安装悬挂 1.
- 408 ▶ 航空武器的瞄准控制 2.
- 409 ▶ 航空武器的发射投放 3.

412 航空武器系统的高新技术

- 412 ▶ 新概念航空机炮技术 1.
- 414 ▶ 超视距发射后不管空对空导弹技术 2.
- 415 ▶ 防区外精确制导空对地武器技术 3.
- 417 ▶ 多目标攻击火控系统技术 4.
- 418 ▶ 保形外挂/高密度内挂技术 5.

419 航空武器系统的发展趋势

- 419 ▶ 高效能 1.
- 419 ▶ 系列化 2.
- 420 ▶ 模式化 3.
- 421 ▶ 通用化 4.
- 422 ▶ 智能化 5.

第 14 章 航空电子

424 航空电子概述

- 424 ▶ 航空电子技术的发展历程 1.
- 426 ▶ 航空电子系统的组成 2.
- 428 ▶ 航空电子系统结构 3.
- 429 ▶ 航空电子系统的关键技术 4.

441 通信系统

- 441 ▶ 通信系统概述 1.
- 442 ▶ 联合战术信息分配系统 2.
- 443 ▶ 卫星通信 3.

●

445 导航系统

- 445 ▶ 导航系统概述 1.
- 451 ▶ 无线电导航 2.
- 457 ▶ 惯性导航 3.
- 459 ▶ 空中交通管制 4.

●

460 探测系统

- 460 ▶ 探测系统概述 1.
- 461 ▶ 火控雷达 2.
- 463 ▶ 预警雷达 3.
- 464 ▶ 合成孔径雷达 4.
- 465 ▶ 地形跟随和地物回避雷达 5.
- 465 ▶ 气象航行雷达 6.
- 466 ▶ 红外探测 7.

●

467 电子战

- 467 ▶ 电子战概述 1.
- 469 ▶ 电子支援措施 2.
- 470 ▶ 电子对抗 3.
- 472 ▶ 光电和红外对抗 4.
- 473 ▶ 隐身技术 5.

●

473 前景展望

- 474 ▶ 综合化 1.
- 474 ▶ 模块化 2.
- 475 ▶ 通用化 3.
- 476 ▶ 智能化 4.

第 15 章 隐身技术

●

480 飞机隐身技术的由来

481 ▶ 隐身技术在飞机上的尝试和早期应用 1.

483 ▶ 现代隐身飞机的问世 2.

484 飞机隐身的实质及军事意义

484 ▶ 飞机隐身的实质 1.

484 ▶ 飞机隐身的军事意义 2.

491 飞机隐身技术种种

492 ▶ 雷达隐身 1.

503 ▶ 红外隐身 2.

504 ▶ 目视隐身 3.

505 ▶ 声隐身 4.

505 ▶ 正在发展的隐身高技术 5.

509 隐身飞机的现状及发展趋势

第 16 章 航空制造技术

518 航空制造技术的发展与特点

518 ▶ 航空制造技术的发展历史 1.

519 ▶ 航空制造技术在飞行器发展中的地位和作用 2.

522 ▶ 现代飞行器制造技术的特点 3.

526 ▶ 飞机制造过程 4.

529 飞行器关键制造技术

529 ▶ 飞机机体关键制造技术 1.

542 ▶ 发动机关键制造技术 2.

545 ▶ 机载设备关键制造技术 3.

546 航空制造技术的发展趋势

546 ▶ 新材料结构制造技术日臻成熟 1.

547 ▶ 不断探索与开发低成本高效率制造技术 2.

547 ▶ 新工艺新技术将得到广泛应用 3.

547 ▶ 制造过程的发展趋势 4.

第 17 章

飞机结构和材料

552 现代飞机结构

- 552 ▶ 结构的定义及分类 1.
- 553 ▶ 对结构的要求 2.
- 555 ▶ 几种主要结构的现状 3.
- 562 ▶ 发展中的先进结构 4.

563 现代飞机材料

- 564 ▶ 飞机材料的分类和要求 1.
- 565 ▶ 几种主要结构材料的现状 2.
- 571 ▶ 发展中的飞机结构材料 3.

574 现代飞机用功能材料

- 574 ▶ 功能材料的定义与分类 1.
- 574 ▶ 几种功能材料的现状 2.
- 577 ▶ 发展中的功能材料 3.

结束语

579 推荐读物