

# 航空新科技

主编 白冰如  
马康民



西北大学出版社

## 内容简介

本书按照国际对于飞机和航空发动机的分类方法,重点介绍国外第三代、第四代先进战斗机所采用的新技术;同时,也介绍了第五代涡扇喷气发动机的新技术;还简要介绍了国产新型战斗机的发展概况;对于先进的机载设备、航空新材料、飞机和航空发动机制造的新工艺、飞机维修的新理论与实践等,也做了简要介绍;并且还单列一章对先进直升机做了介绍。由于本书的特点在于介绍航空新科技,所以各章节里还对国外正在研制的新型概念机及其新科技也做了简介。

本书可作为航空职业技术类院校各专业学生选修课的教材,建议将《航空工程与技术概论》当作主要参考书;亦可作为航空院校年轻教师和广大航空类院校毕业生、航空类各专业工程技术人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

航空新科技/白冰如,马康民主编. —西安: 西北大学出版社, 2013. 8(修订版)  
(示范性高等职业院校系列规划教材)  
ISBN 978-7-5604-2653-2

I. ①航… II. ①白… ②马… III. ①航空技术—高等职业教育—教材 IV. ①V2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009) 第 143497 号

## 航空新科技

主 编: 白冰如 马康民  
出版发行: 西北大学出版社  
地 址: 西安市太白北路 229 号  
邮 编: 710069  
电 话: 029-88303313  
经 销: 全国新华书店  
印 装: 陕西奇彩印务有限责任公司  
开 本: 787 毫米×1092 毫米 1/16  
印 张: 10.25  
字 数: 230 千字  
版 次: 2013 年 8 月修订版 2013 年 8 月第 1 次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5604-2653-2  
定 价: 25.00 元

## 前 言

1903年12月,莱特兄弟发明了飞机,从此开创了人类航空的新纪元。到如今,飞机已经成为现代科学技术集成的综合体。军事和社会对飞行的需求,使飞机经历了迅速的发展过程,并且在它的每一步跨越中,都应用了当代科学技术的最新成果;同时,航空科技的不断创新,又为诸多学科的进步提供了动力。因此,航空工业已成为知识与技术密集、附加值高、消耗低的朝阳产业。

跻身我国飞机场的西安航空职业技术学院,近几年来先后有许多二级学院开设了“航空工程与技术概论”课程,并取得了较好的教学效果。但是,还有一些学院为学生开设了选修课“航空新技术”,亦受到广大学生的欢迎。为此,我们组织力量编写了这本《航空新科技》教材。目的在于探索适应航空职业教育的发展,满足不同专业、热爱航空事业的学生对航空新科技的需求,力图通过本门课程的学习,达到开拓学生视野,提高学生层次,培养其热爱航空事业的兴趣,激发其学习的积极性和自觉性。因为,我们在第一线从事教学的老师都深知“爱好是最好的老师”,只有广大学生由衷地喜爱航空事业,自觉地、积极地投身航空事业,才能不断的提高学习积极性,也才能从根本上提高航空职业类院校的教学质量。

本书由西安航空职业技术学院白冰如、马康民主编。白冰如编写了6~9章;马康民编写了其他章节,同时还负责了审稿和校稿。

本书的编写得到西安航空职业技术学院领导,尤其是该院的二级学院——航空维修工程学院的领导和老师们的大力支持和帮助。在此深表感谢。由于编者水平有限,航空新科技又发展得很快,所以本书不足之处在所难免,欢迎老师和同学们批评指正。

编 者

2013年7月20日

**目 录**

绪 论 .....	/1
<b>第一章 航空科技在国家发展战略中的重要地位 .....</b>	<b>/4</b>
1.1 国家科技发展战略 .....	/4
1.2 世界当前科技发展态势 .....	/5
1.3 我国航空科技的进展 .....	/8
<b>第二章 军用航空技术的重要地位 .....</b>	<b>/10</b>
2.1 精确打击是空中作战的主要特点 .....	/10
2.2 空中力量应用信息网络的作用 .....	/11
2.3 无人机的显著作用 .....	/11
2.4 远距空战和远程精确打击 .....	/12
2.5 远程打击力和快速进入空间飞行器的研究 .....	/13
2.6 其他支援保障飞机 .....	/13
<b>第三章 国外军用飞机新技术 .....</b>	<b>/15</b>
3.1 三代战斗机 .....	/15
3.2 F-22 .....	/25
3.3 五代战斗机展望 .....	/33
<b>第四章 我国先进军用飞机 .....</b>	<b>/37</b>
4.1 歼-10 .....	/37
4.2 歼-15 .....	/40
4.3 歼轰-7 .....	/43
4.4 大型运输机 .....	/45
<b>第五章 民用飞机新技术 .....</b>	<b>/51</b>
5.1 民用飞机发展概述 .....	/51
5.2 超声速民用飞机的研制和使用 .....	/53
5.3 现代客机的技术进步 .....	/53
5.4 民用飞机的关键技术与发展趋势 .....	/60

<b>第六章 直升机新技术</b>	.....	/69
6.1 几种常见的直升机	.....	/69
6.2 直升机技术简介	.....	/73
6.3 直升机发展方向	.....	/81
<b>第七章 无人机新技术</b>	.....	/87
7.1 无人机发展简介	.....	/87
7.2 无人机的飞行过程与关键技术	.....	/90
7.3 军用无人机的发展趋势	.....	/93
<b>第八章 航空发动机新技术</b>	.....	/101
8.1 航空发动机概述	.....	/101
8.2 喷气发动机技术综述	.....	/107
8.3 航空发动机新技术及发展趋势	.....	/121
<b>第九章 机载设备新技术</b>	.....	/130
9.1 航空仪表	.....	/130
9.2 导航系统	.....	/138
9.3 飞机自动控制系统	.....	/148
9.4 其他机载设备	.....	/152
9.5 机载设备新技术	.....	/155
<b>参考文献</b>	.....	/158

## 绪 论

能在大气层中飞行的设备称为航空器。轻于空气的常见航空器有气球和飞艇,气球无动力,飞艇有动力。重于空气的航空器有滑翔机、飞机、直升机和旋翼机。滑翔机无动力装置,而飞机、直升机和旋翼机都有动力装置;飞机依靠固定翼产生升力,旋翼机和直升机依靠旋翼产生升力。飞机和直升机是广泛应用的航空器。

飞机是人类 20 世纪最伟大的发明之一。它的出现导致空军的诞生,并使国家安全战略发生了重大的变化;同时,民用飞机又使运输产业发生了根本性的改变。

第一次世界大战爆发时,参战国共投入 747 架飞机,人类历史上第一次出现空战。

第二次世界大战中,大国都形成了大规模的航空工业体系,许多国家还先后建立起庞大的航空研究机构。在整个二次大战中,空军作战活动几乎涉及所有的重要战场和战役行动。在一些著名的重大战役中,空军成为克敌制胜的关键。例如英、美、苏多次发动对德国的千架规模的大轰炸;在柏林战役中,苏军一天就出动多达 1.75 万架次的飞机进行空袭。空军对战争进程和结局发挥了重大作用。

二战后曾经出现了空军制胜论,并在后来的几次局部战争中得到证明。

在抗美援朝战争中,喷气战斗机第一次大规模使用。空战和空中打击在较大程度上推动了战争的进程。

越南战争后期,美军使用包括 B-52 在内的各种飞机对越南北方的政治、经济和军事中心进行“地毯式”轰炸,给北越造成巨大损失,实现了美国的所谓“体面”撤退。

在 1967 年 6 月的第三次中东战争中,以色列空军在 3 小时内使埃及空军几乎全部覆没,同时还严重地打击了叙利亚、约旦和伊拉克的空军,在短短的 6 天之内就实现了战争的目标。

英国与阿根廷在 1982 年的马岛战争、1986 年美国对利比亚实行的“外科手术”空中打击,都证明空中力量在现代战争中的重要地位。

1991 年的海湾战争是现代高技术局部战争的范例。在 42 天的战争中,美军对伊拉克的空中打击占 38 天,基本上依靠空军作战取得了胜利。

在 1999 年的科索沃战争中,以美国为首的北约选用空中打击方案,历时 79 天的战争完全由空中力量进行,使该战争成为第一次真正意义上的空中战争。

在 2003 年美国对伊拉克的战争中,美军隐身战斗机和远程巡航导弹发挥了巨大作用。

综上所述,在现代高技术的局部战争中,空中力量对战争进程和结局的影响越来越大。实践证明,拥有强大的空军,就将在未来战争中取得主动权。飞机作为空军最主要的装备,其重要性自不待言。因此,航空装备是国家安全战略的重要组成部分。

在军用飞机迅猛发展的同时,民用飞机的诞生,也迎来了空中交通新纪元。1919年德国首先开始了国内民航运输。同年8月,英法开通了定期空中客运。20年后民用航空迅速从欧洲发展到北美,然后普及到亚洲、拉美各国,并迅速扩展到全球各地。二战之后,国际民用航空飞速发展。到1987年180多个国家参加了国际民航组织,随着机场和航路网等基础设施的大量兴建,形成了全球的航空网。尤其是燃气涡轮发动机飞机的广泛应用,使民用航空进入全球化、大众化时期。民用飞机每天都在为人类造福,它加快了社会运转,改变了人们的时空观,“缩短”了不同地区和国家的距离。

今天空中运输已经为人们提供了快捷、方便、安全和舒适的旅行手段。国际航班已经取代了远洋客轮,成为人们洲际往来的交通工具;国内航线的航空运输在发达国家和地区已经可以和铁路运输相抗衡。大型客机和通信卫星已经成为现代社会重要支柱。现在拥有飞机和直升机的数量,在一定程度上成为衡量一个国家经济发展水平的标志。

以飞机设计制造为中心的航空科技是高度综合的现代科学技术,它以基础科学——力学、热力学、材料学为基础,并以电子技术、自动控制技术、计算机技术、推进技术、飞机发动机制造技术为支撑,还与医学技术、真空技术等相互交叉、相互渗透,从而形成完整的航空科学技术体系,并引领和推动了这些科技领域的发展。因此,它是一个国家科学技术水平的重要标志。

飞机是现代科学技术成就集成的综合体,是人类科技创新能力与工业生产相结合的产物。军事和社会对先进技术的迫切要求,使飞机走过了迅速发展的道路,而飞机技术的每一次跨越都充分体现当时科技的创新成果。与此同时航空科技的不断创新,也为诸多学科提供了机遇和动力,从而带动相关技术取得发展。

当前,世界各国的航空工业都已经成为知识密集、技术密集、附加值高、消耗低的产业。例如美国F-16战斗机1kg质量价格是白银的20倍、金的1/4,远高于船舶、汽车和计算机的单位质量价格。

只有深刻认识航空业的重要性,才能激发年轻学子的学习积极性,才能自觉地走向航空事业,主动积极投身其中,并矢志不渝地为之奋斗终生。

那么怎样才能学好《航空新技术》这门课呢?

首先,要开阔视野,广泛读书,博采众家之长。鲁迅有一句名言“治学先治史”。尽管他是针对文科学子讲的经验之谈,但对于学习自然科学和应用技术的青年同样具有指导意义。目前,图书馆可以找到《航空概论》《航空航天技术概论》《飞机发展历程》《航空飞行器发展概论》等十余种教材,同学们应该广开视野,从不同角度了解航空科技发展的历史,培养自己研究问题的思路和方法。

其次,注重社会实践。利用各种机会参观航空馆,参观飞机和发动机制造厂,参观飞机设计研究所,并从各种媒体中了解航空科技与工程发展的前沿和动态,进一步增加自己的学习积极性。

另外,在本门课程的学习中,努力使所学内容和本专业结合起来。由于飞机是一个高科技汇集的平台。航空机械、电器、电子高端产品及技术优先使用在先进机种上,它与各学科和专业结合十分紧密,只有努力使本专业的高端产品尽早应用在飞机上,才能获得更大的社

社会效益和经济效益。

同时,只有从政治、经济、军事和科学技术方面认识航空业的重要性,从飞机设计、制造、使用、维修环节了解管理、技术、质量对飞机安全运行的影响,才能全面认识航空工程与技术。这对在市场经济条件下,选择职业,发展个人才能,促进航空事业进步与发展,都具有十分重要的意义。

本书先从学生对飞机的感性认识讲起,尽量调动学生视听和诸多感知器官,将在航空馆、电视、电影和网络上常见的飞机与国产的和国外常见的飞机联系起来,从而形成对航空工程、航空科学与技术及其发展简史的初步认识,并使学生知道航空产业在国家政治、经济、军事和科学技术方面的重要地位。目的在于扩大学生视野和知识领域。由于飞机比直升机种类多、数量大,所以本书以飞机为重点,分章讲解航空工程与技术的基础知识,而将直升机列为一章,简要进行介绍。

许多成功人的士的经验告诉人们,年青时选择好专业方向,在学习和工作中能把握有前瞻性的科技课题,并契而不舍地为之奋斗,乃至终生,是一个人成才的重要途径。而要这样,对航空院校的学生而言,广泛阅读航空类书籍,关心本专业现状和发展前沿,尤其是从领军人物的讲座和报告中获得教益就十分重要。

本书主要参考陈廷楠教授的《航空新技术与新装备》、顾诵芬院士的《2003 年航空技术发展综述》和《展望航空新纪元——50 名专家院士访谈录》中的有关内容编撰而成。并对其中一些专业知识进行了简要的诠释,以方便教与学。如有必要,建议在教学中把《航空工程与技术概论》当作参考书使用。

《航空新技术》是西安航空职业技术学院在示范建设中为有些专业开设的选修课。由于时间较短,教学经验不足,加之授课老师来自不同专业。因此在该教材的内容和讲授方法方面还有许多有待深入探讨的问题,希望老师和同学们不吝指导,使之更加充实和完善。

## 第一章

# 航空科技在国家发展战略中的重要地位

在世界向知识社会的转变过程中,科技已经成为各国夺取战略优势的决定因素。各国在科技竞争中,所处地位被视为衡量经济竞争力和综合国力水平的依据。为此,世界各国都把科技发展置于突出的地位,特别是重视科技发展战略的研究和科技政策的调整,以期在关键领域超前部署,赢得先机。

## 1.1 国家科技发展战略

战略研究是一项具有超前性和挑战性的工作。他要求准确的把握世界发展形势,结合本国国情和需求,提出符合本国发展的战略选择。世界发达国家都非常重视战略研究,比如美国就充分发挥社会思想库和智囊机构的作用,形成了一套成熟的政策思想采购和决策机制,为政府决策的科学化提供了保证。20世纪80年代,美国抓住当代科学技术飞速发展的机遇和挑战,提出了全面领先的科技发展战略,确保美国在所有科学技术领域的全面领先地位,为美国的经济繁荣和国防安全提供了坚实的技术基础。美国确定的科技发展战略重点,遍布了从基础研究到国防安全乃至人类健康的各个领域,其布局的全面性在当今世界上无出其右。

战略研究在我国的科技事业的发展中发挥了重要作用,推进了我国实现决策科学化、民主化的进程。今后一个时期,提高战略研究和政策研究能力是加强科技宏观管理的重要内容。由于我国经济和社会发展正处于实现全面小康社会目标的进程中,面临着解决能源、资源、环境等方面重大瓶颈约束以及维护国家安全以保障国家权益和应对社会风险等一系列问题,这些问题的严重性和解决这些问题的复杂性都对战略研究工作提出了迫切的要求,要求我们切实加强战略研究工作,提高战略研究质量。为此,我们一方面应当充满忧患意识,在事关全局的科技、经济和社会发展重大战略问题上开展研究,未雨绸缪,主动和有效服务于决策;另一方面还要从战略层次上审视和处理与科技工作相关的重大问题,进一步明确科技工作的战略方向和重点。为科技有效的开展提供有利的支撑。我们应该注重发挥科技界的优势,围绕政府关心的重大问题提出思路、当参谋,提高服务于科技工作全局、服务于国家战略的能力。

联合国开发计划署《2001年人类发展报告》指出,“在富裕的发达国家令人目不暇接的许多高科技成就未必适用于贫穷的不发达国家”。“发展中国家不应永远被根据全球市场需求设定的研究议程所控制”。作为一个有特殊国情的发展中大国,中国要根据科技发展的规律,在总体布局和发展方向上做出战略性、前瞻性的部署,中国科技进步必须牢牢建立在自

主创新的基点上,依托自己特定的国情,适应本国的战略需要,选择自己的科技发展方向和道路,确立自己的战略目标,走出中国特色的自主创新道路。

当今世界,科学技术迅猛发展,成为经济和社会发展的决定性力量。军事技术、生物技术、航空航天技术、新材料、新能源等前沿科技代表科技发展的方向,是国家能力创新的集中体现,是当代科技发展的制高点,也是国际竞争的焦点。2006年科技部专题研究组撰写的《世界前沿科技发展报告》对世界前沿科技的发展态势、若干国家的战略与部署进行综述,并对我国前沿科技的进展、差距及发展中的若干重大问题进行了分析。

## 1.2 世界当前科技发展态势

### 1.2.1 当代科学技术发展的总体态势和主要特征

20世纪70年代以来,以信息技术为代表的前沿科技不断取得突破,成为全球性科技革命浪潮的主要推动力,深刻的改变着世界的面貌。进入21世纪,科学技术发展日新月异,展现出更多的科学发展和技术发明的前景。信息技术、生物技术、新材料、新能源等前沿科技突飞猛进、交织影响,成为新一轮科学技术革命的重要标志,并呈现出一些新的特征。

#### 1. 科技发展不断突破传统认识

科学技术在宏观和微观两个尺度向着更复杂、更基本的方向发展。如微机械、微加工和纳米材料等微观世界的研究。对于网络系统、经济系统、生态系统、大脑和生命系统等复杂系统的研究,正在突破人类认识的极限,将会不断导致方法论的变革,预示着科学技术进入一个前所未有的创新密集时代。

#### 2. 科学理论引领着前沿技术的方向

现代技术革命的成果绝大多数源于基础研究领域的原始创新,如量子理论促进了集成电路和电子计算机的发展,奠定了信息产业的基础;相对论和裂变原理形成了新技术,引发了核能工业;运用生物学和遗传学的新成就,发展了生物技术,催生了具有巨大潜能的生物技术产业。

#### 3. 科技发展呈现出群体突破的态势

从科技发展史可见,前几次技术革命都是由单项技术所引发的。第一次技术革命的主导技术是蒸气机动力技术,第二次技术革命的主导技术是电力技术,第三次的技术革命的主导技术是电子科技。而当代新的技术革命表现为新技术群、新技术产业群的崛起,标志着科技发展到了创新密集时代。如集成电路、网络技术为代表的信息技术群带动了通信产业的革命;基因组学、蛋白质学的飞跃发展,带动生物技术进入后基因组时代;纳米材料、纳米技术和纳米传感器正在高技术产业竞争中显示其生命力。氢能技术的突破正为人类展现新的能源前景;航空和航天、先进制造技术也正在孕育着重大的群体性突破。

#### 4. 学科交叉融合加快

面对着复杂性和系统性而以增强的重大问题,技术融合的趋势日益显著,最具代表性的

是纳米、生物、信息和认知领域的融合。

### 5. 科技创新、转化和产业化的速度不断加快

19世纪,电机从发明到应用相隔30年;电磁波从理论的提出到实现无线电通信,相隔30年;到了20世纪,集成电路仅仅7年就得到应用;而激光从发明到应用仅仅1年。今天,基因组、超导、纳米材料等的基础研究成果,在中间研究阶段就生成了专利,有的还迅速转化为产品进入生活。原始创新能力已经成为国家间科技竞争的重要标志。

### 6. 国际科技合作日益活跃

由于各个国家将被融入全球化的进程之中,面对能源、资源的紧缺的约束,全球气候变暖、科学伦理等诸多的问题,人类社会必须共同努力,寻求人与自然和谐相处的新途径。

#### 1.2.2 若干前沿科技领域的发展动向

《世界前沿科技发展报告》介绍了7个前沿科技领域的发展动向。即信息技术、生物技术、航天技术、航空技术、新材料、能源技术和先进制造技术。此处主要介绍航空技术的有关内容。进入21世纪,航空运输业和新的军事变革为航空技术提出旺盛的要求。同时,知识经济和前沿技术的不断突破,为航空技术带来了发展的动力。因此,航空技术面临着历史机遇和广阔的应用前景。具体技术有以下几个方面:

##### 1. 超声技术取得重大突破

2004年3月7日,一架B52飞机搭载X-43A,在12000m高空,X-43A与B52分离,X-43A上的“飞马”助推火箭点火,将X-43A推至30000m高空。此后,X-43A的超燃冲压发动机使其速度达到7马赫;后来X-43A以9.8马赫,再创新记录。这是一个有里程碑意义的成果,它标志着人类迈入高超声速飞行时代。

目前,美、俄、法、德、日、印度和澳大利亚都在研究高超声速技术。预计到2015年,就会出现有实战能力的高超声速导弹;到2018年,高超声速飞机进入全尺寸发展阶段,2025前后投入使用。

##### 2. 高效环保发动机技术受到广泛重视

美国和一些欧洲国家,积极开展新一代发动机的研究,研究一些新概念航空发动机,包括燃料电池技术、分布式推进技术、脉冲爆震发动机技术、液氢燃料发动机。欧洲环境友好发动机计划等。

##### 3. 智能结构技术开始得到应用

自20世纪80年代以来,美在智能机翼计划、智能蒙皮、变形飞机结构、无人机机翼控制计划、紧凑混合驱动器计划、主动控制直升机旋翼降噪计划及其结构的健康检测和修复、自适应机翼等启动了多个研究计划,有的研究成果已经开始在风洞进行试验和缩比试飞。有望在不久的将来实现工程化。德、日类似研究也相当活跃。

##### 4. 主动控制技术前景看好

这是一种空气动力学技术,它将空气动力学、材料、结构和控制多学科综合起来,形成先进主流控制技术。并计划将这种技术用于无人机、攻击机和运输机的设计。

### 5. 无人机技术成为热点

无人机技术已成为航空器发展的一个热点。美、欧、以色列、俄都把无人机当作优先发展计划。总体看,长航时无人机,无人战斗机和微型无人机在采取大量先进技术、拓宽使用范围方面,都具有良好的前景。

### 6. 倾转旋翼机技术走向成熟

由于倾转旋翼机兼顾了固定机翼和直升机的优点,其设计思想已经突破了传统的直升机的范围。因此长期以来,倾转旋翼机一直是直升机界最为瞩目的飞行器,它的典型代表是军用机 V-22 和民用机 BA609。

1991 年,美 V-22 “鱼鹰”倾转旋翼机获美国家航空协会“重大航空进步奖”。2005 年 9 月 28 日,美国防部批准该机进入批量生产阶段。从而结束了该机 18 年的试验,这是倾转旋翼机技术发展史上的一个重要里程碑。

美国和意大利联合开发的 9 座民用倾转旋翼机 BA609 已获得 60 架订单。

## 1.2.3 航空产业的特点和发展趋势

在当前和今后一个较长时期,航空产业的战略高技术特性日益显现,具体表现为以下几点。

### 1. 技术综合性高

每一种新的航空器都会对信息、能源、材料和电子技术提出新的要求。因此,发展航空技术可以带动整个技术产业进步。

### 2. 产品的附加值高

2003 年英国发布资料,如果将货船单位重量的附加值定义为 1,则轿车为 5,彩电为 16,潜艇为 45,大型计算机 160,大型民用飞机 350,航空发动机 900,超级计算机 1700,战斗机 2500。在英国的制造业中,航天和航空产业(航天只占其中 3%) 的人均增加值仅次于制药行业。

在美国 56% 的航空产值用于出口,为它们获取了大量利润。

### 3. 产业规模大

有资料统计,2003 年世界超级计算机销售额 56 亿美元,生物技术营业收入 410,卫星制造和发射 451,航空制造业 2400。

### 4. 航空技术的辐射和扩散能力强

喷气的技术已经用于汽车和高速火车的设计;发动机技术已经用于坦克、舰船和工业发电;复合材料已经用于民用。

2005 年 4 月,美国航天航空研究所完成了一篇名为《响应呼唤:支持美国领先地位的航空计划》的研究报告。在这篇报告中,作者明确指出“航空工业可以称得上是美国 60 多年来的防务基石,繁荣的源泉和创造力的象征。”“从建立世界上最强大的经济到赢得反恐战争,对所有这些起支撑作用的航空产业和航空技术研究是美国成功的关键”。航空技术的上述特点,使得它成为知识经济时代的制高点。目前,世界上许多国家都认识到这一点。

### 5. 军民融合的趋势进一步加强

在航空技术发展的初期,首先被军事领域采用。但是,从技术的内涵看,军用航空技术利民用航空技术在基本理论、生产、实验条件等方面的相同性高达 70%,这就使得航空技术具有明显的军民两用特性。除了技术方面以外,在产品上,如运输机、直升机、无人机等都具有军民两用特性。从生产组织上看,大型航空集团都是军民都发展的方式。在当前世界形势趋于和平,军事需求不太旺盛的情况下,发展民用航空对于航空产业的稳定、健康、持续发展更加重要。美国 2003 年航空产品的销售中,民用航空产品已经占有 58.5%;欧盟更达到 64%。

据中国航空工业发展中心 2005 年 9 月发布的《民用飞机中国市场预测报告》,在未来 20 年里,世界航空客运周转量将达到年增长速度 5%,而全球的 GDP 增速约为 3.0%。

### 6. 航空企业向大型化发展

随着技术复杂程度的提高,航空产品的研制费用越来越高,美国的 F-22 研制费用高达 204 亿美元,欧洲空客公司的 A380 高达 145 亿欧元。因此,中小企业根本无法参与竞争。在美国,波音兼并了麦克唐纳·道格拉斯公司,洛克西德公司兼并了马丁玛丽埃塔公司。航空企业大型化的结果,使得美、欧在航空领域的竞争优势更加明显。目前,波音和空客公司基本垄断了干线飞机市场。为了和西方竞争,俄罗斯也进行了一系列航空企业重组。2004 年 10 月 8 日,俄罗斯主管航空工业的工业能源部召开会议,专门讨论建立联合航空制造公司的构想方案。按照这个构想,尹留申、图波列夫、米格、苏霍伊都要进入这个联合。

### 7. 国际合作更加紧密

在全球经济一体化的今天,国际合作成为航空工业发展的必由之路。美国正在研制的波音 787,日本的 F-2,欧盟的 A380 都是这样。

## 1.3 我国航空科技的进展

在航空领域,我国已经建成具有一定规模和专业水平的航空科研生产基地,基本具备第三代战斗机和第二代支线客机及其配套装置的研制、设计和生产能力。在航空领域的标志性成就——新舟 60 飞机继续改建工程已经完成;运 8F400、直 9H410A 和直 11 民用型取得生产许可证。航空计算机集成制造系统在主要飞机设计研究所和制造厂成功应用,标志我国飞机部件级结构件的研制技术达到世界级水平。主要差距——自主创新能力很弱,无论单项技术还是综合技术水平,都与发达国家存在很大差距;目前大型民用机、民航空管系统关键设备全部依赖进口。

当今世界,全球性科技革命蓬勃发展,科学技术日益成为引领经济和社会发展的主导力量。科技创新能力日益成为国家综合国力的形成和提升的主要基础和关键所在。因此,国家必须把科学技术和国家利益紧密联系起来。

我国前沿科技的进展值得关注的几个问题如下:

(1) 作为一个发展中国家,我国的战略利益,科学发展观、构建和谐社会、保持经济增长、

维护国家安全,都需要强大的科技创新能力支持。而制定国家科技战略就是国家利益的集中体现。

(2) 必须走中国特色的道路,必须尽快调整发展思路,即从注重跟踪模仿调整到原创性创新。袁隆平的杂交水稻育种技术,王选的汉字照排技术就是突破传统理论的束缚,从而取得革命性的成就。因此,投资科技就是投资未来,应该加强基础研究的投资。

(3) 必须对前沿科技进行超前部署,超前部署一定要建立在技术预见的基础上。技术预见是洞察技术发展机遇的重要手段。特别是对于处于萌芽状态技术的预见,就应该将人力、资金、社会资源等投进去。如韩国的三星集团就有这方面的经验。

(4) 组织大型的科技工程,加速前沿科技的发展。如我国的两弹一星工程,杂交水稻育种、航天工程即为例子。

当今世界科学技术迅猛发展,成为经济和社会发展的决定性力量。信息技术、生物技术、航空航天技术、新材料、新能源等前沿科技代表科技发展的方向,是国家创新的体现,是当代科技发展的制高点,也是国际竞争的焦点。

## 第二章

## 军用航空技术的重要地位

2003 年 3 月 20 日至 4 月 26 日在第二次海湾战争中,美、英、澳等国组成的联军出动了仅及 1991 年 1 月第一次海湾战争中一半数量的作战飞机,用了不到四周的时间,死亡了 115 人,即将萨达姆政权推翻。这样的战绩主要靠夺得了空中优势,能够在高层次的信息支持下,实施空中远程精确打击。首先向政府要地、指挥通讯枢纽进行猛烈轰炸,达到“震慑”作用;接着转向攻击伊拉克武装力量,每天出动飞机达 300 架次实施直接攻击,在一周内摧毁了伊军坦克 1000 辆,使其共和国卫队的战斗力减少了一半,这样保证了联军地面部队在两周内长驱直入攻陷巴格达。

## 2.1 精确打击是空中作战的主要特点

在第一次海湾战争中,只有五分之一的作战飞机能投激光制导炸弹,因此所投 230000 枚炸弹中只有 10% 是精确制导的。这次战争中,美军对过去不能作精确打击的作战飞机如 A-10、F-16、F-15E 以及 B-52H 等都装上了高分辨率的前视红外精确瞄准吊舱 Litening II(图 2-1-1)。这样,全部直接对地攻击飞机都有了精确制导炸弹的能力,总投放炸弹 29199 枚,其中 68% 都是精确制导的。这样大大提高了作战效能,以更少的弹药、更短的时间、更少的人员伤亡取得了胜利。



图 2-1-1 挂载在 F-16 战斗机上的 Litening II 吊舱(机身下部)

## 2.2 空中力量应用信息网络的作用

这次战争中,联军空中力量作战效率高的另一原因就是联军飞机普遍装备了联合战术信息显示系统 Link16,将所有作战飞机联成一座战场空间信息网(图 2-2-1),使各种作战飞机都具有很好的战场态势感知能力。使作战飞机能及时攻击即使是很小的运动目标,如“飞毛腿”导弹发射车等。在第一次海湾战争中,对付这种活动目标,从发现到下决心攻击往往要长达几小时,这时目标早已逃脱。而现在只需要 30 分钟或更短。因此这次战争中,伊拉克的“飞毛腿”等战术弹道导弹没有能发挥作用。



图 2-2-1 美国的联合战术信息显示系统 Link16 示意图

## 2.3 无人机的显著作用

这次战争中动用了 15 架中空长航时无人机“捕食者”,它能在 4500m 中空巡逻长达 24h。可对地面战场实施监控,并能随时召唤攻击机对地面支援。它还能带两枚小型激光制导导弹,在监控地面的同时,选定关键目标,实施及时攻击。另外突出的是高空长航时的“全球鹰”无人侦察机,它在 20000m 高空巡航 26h,一次可拍摄 200 ~ 300 处的照片,下传给指挥所,使作战指挥得到充分的信息保障。

由于无人机在现代局部战争中的重要作用,美国空军和海军都十分重视发展无人作战飞机。现在美国防部预研局正在把空、海军的无人作战飞机计划统一为一个联合无人作战系统。无人作战飞机的任务是执行不受人的生理限制的高难度、高风险任务,其中较突出的是压制敌防空系统。无人作战飞机的寿命可以比有人飞机短,因为无人作战飞机不需要保持飞行员技术的长期飞行,因此无人作战飞机的造价可以比有人战斗机便宜。但无人

作战飞机要有毁灭性打击能力,则其载弹量不能低于2t,而且还要有2000km以上的作战半径,这样飞机的重量将达到10t以上。其单价应为F-35联合攻击机的1/3,使用维护费用应比现有战斗机减少1/2。美空军的无人作战飞机X-45A(图2-3-1)和美海军的X-47飞机都已在试飞。法国也在探索无人作战飞机方案。总之,将来的空中力量将由有人和无人飞机组合成系统,发挥各自的优势,联合执行任务。



图2-3-1 飞行中的美国空军无人作战飞机X-45A

美国国防部预研局正在策划一种高超声巡航飞行器,能从美国本土的常规机场上起携带5.4t弹药在2小时内对全球任何地方实施打击,希望在2025年能使用。

## 2.4 远距空战和远程精确打击

根据近年来多次战争的经验,夺得制空权是胜利的保证。因此,美国坚定不移地发展集隐身、超声速巡航、机动及高度综合的航空电子系统于一身的能作远距空战和远程精确打击的先进战斗机F/A-22(图2-4-1),它的作战效能比F-15、苏-27高10倍。这种飞机从1983年开始研制到现在已达20年,2003年9月末将生产型的第一架送交美空军训练基地。美空军将把它当作突防的尖刀,认为空中无敌手。但造价过高,单价超过1亿美元。美国会拨款只购买276架。

为了保持空中战术打击力量,美国还研制了比F/A-22轻小而便宜的F-35联合攻击机(图2-4-2)。F-35飞机是美空军、海军陆战队共用的,但有适应各军种要求的差别。这种飞机还将输出到欧、亚等有关国家,以接替F-



图2-4-1 美国研制的第四代战斗机F/A-22