



普通高等教育“十三五”应用型本科规划教材



航空航天概论

HANGKONG HANGTIAN GAILUN

郝红武 主 编

梁毅辰 副主编



配有课件



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十三五”应用型本科规划教材

航空航天概论

郝红武 主 编
梁毅辰 副主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书系统介绍航空航天科学技术的基本知识,以飞行器特点及其技术发展为主线,结合民航及通用航空,阐述航空航天基本概念、知识及原理,完整展现航空航天及民用航空技术的成果及未来发展。全书共6章,分别介绍航空航天发展概况及飞行器的研制与生产、飞行原理、飞行器构造、飞行器动力装置、机载设备与飞行控制、大飞机及通用航空等方面的基本内容。书中内容浅显易懂、图文并茂,侧重基本概念、基本原理,并对应用技术、行业、产业相关知识进行适度介绍,是帮助读者了解航空航天应用技术的入门教材。

本书可作为航空院校航空类本科专业基础课程教材或其他相关专业的通用教材,也可作为有关领域工程技术人员和广大航空航天爱好者的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

航空航天概论 / 郝红武主编. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2018.8

ISBN 978-7-5124-2748-8

I. ①航… II. ①郝… III. ①航空—高等学校—教材
②航天—高等学校—教材 IV. ①V

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第139253号

版权所有,侵权必究。

航空航天概论

郝红武 主编

梁毅辰 副主编

责任编辑 赵延永

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

保定市中国画美凯印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:20 字数:538千字

2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷 印数:2500册

ISBN 978-7-5124-2748-8 定价:55.00元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前 言

自20世纪初飞机发明以来,航空航天科学技术突破了以往徘徊不前的局面,经过一个多世纪的快速发展,现已成为当今最活跃、最有影响的科学技术之一,综合体现了现代科学技术的许多最新成果。飞行器不但是现代高速交通工具,而且是现代战争中最重要空中武器平台,也是人类探索宇宙和寻求新的生存空间的工具。

本书在编写时综合考虑了科普性和专业性,以航空知识为主,兼顾航天、民航及通用航空基本知识,内容丰富,信息量大。同时在介绍航空航天基本知识的基础上,系统简要地介绍了飞行器的设计、制造、试验试飞及维修等,使学生对该方面的知识有一个简单的概念性了解,加深学生对航空航天的认知。本书单设一章讲授大飞机和通用航空,目的是增加学生对航空、民航和通用航空基本知识的整体性了解,提高对航空知识、航空文化的认识。

本书由郝红武、梁毅辰、董彦非、吕毅等编写,郝红武任主编。第1、5、6章由郝红武编写,第2章由梁毅辰编写,第3章由吕毅编写,第4章由董彦非编写,并由西北工业大学郑锡涛老师审校。本书编写过程中,嵇宁、李红军等老师提出了许多宝贵意见,同时还得到了中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院冯军、中国航空工业集团公司飞行试验研究院姜健、西飞民机公司拜明星等的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢,同时对主要参考文献的原作者表示感谢。

本书在结构编排和内容取舍上做了一些尝试,以适应不同专业和读者的需要。随着航空航天技术的持续发展,以及人类探索能力的不断提升,航空航天领域将会出现更多创新性的理论、方法和技术。受限于笔者之能力以及本教材所涉及知识内容之广泛,教材中难免有不妥之处,恳请读者批评指正,使之完善提高。

笔 者

2018年5月2日西安

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 航空航天基本概念及发展	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 飞行器发展简史	1
思考题	20
1.2 航空航天器及航空航天先进技术	21
1.2.1 航空航天器	21
1.2.2 航空航天先进技术	30
思考题	40
1.3 飞行器的研制与生产	41
1.3.1 飞行器设计	41
1.3.2 飞行器制造	50
1.3.3 飞行器试验	51
1.3.4 航空器维修	59
思考题	62
第 2 章 飞行器的飞行原理	63
2.1 飞行环境概述	63
2.1.1 大气飞行环境	63
2.1.2 空间飞行环境	65
2.1.3 临近空间飞行环境	66
思考题	66
2.2 气体流动的基本规律	66
2.2.1 大气的物理性质	67
2.2.2 相对运动原理及稳定气流	70
2.2.3 连续性定理和伯努利定理	71
2.2.4 气流的流动特点	73
思考题	75
2.3 飞机的飞行原理	75
2.3.1 飞机的主要组成部分和功能	75
2.3.2 飞机的气动布局和几何参数	77
2.3.3 飞机的升力及阻力	80
2.3.4 高速飞机的空气动力及外形特点	92
2.3.5 空气动力的计算与实验简介	100
思考题	102

2.4 飞机的飞行性能	103
2.4.1 飞机的基本飞行性能	103
2.4.2 飞机的起飞与着陆性能	104
2.4.3 飞机的稳定性和操纵性	108
思考题	113
2.5 旋翼飞行器的飞行原理	114
2.5.1 直升机飞行原理	115
2.5.2 多旋翼飞行器的飞行原理	117
思考题	117
第3章 飞行器的基本结构	118
3.1 飞机结构的基本组成、功用及要求	118
3.1.1 飞机结构的基本组成及其功用	118
3.1.2 飞机结构的基本要求	120
3.1.3 飞机结构所采用的主要材料	121
思考题	124
3.2 飞机机体结构	124
3.2.1 飞机所受载荷与结构的主要失效形式	124
3.2.2 翼面结构的基本构造形式	128
3.2.3 机身结构的基本构造形式	135
思考题	137
3.3 起落架构造	137
3.3.1 起落架的布置及结构形式	137
3.3.2 改善起降性能的装置	140
思考题	144
3.4 直升机的构造	144
3.4.1 机身	144
3.4.2 旋翼系统	145
3.4.3 起落装置	147
思考题	147
3.5 航天器、火箭和导弹的构造	148
3.5.1 航天器的构造	148
3.5.2 火箭的构造	156
3.5.3 导弹的构造	158
思考题	162
第4章 飞行器动力装置	163
4.1 飞行器动力装置的分类与使用范围	163
4.1.1 飞行器动力装置的分类	163
4.1.2 航空发动机的使用范围	164

思考题	165
4.2 活塞式发动机	165
4.2.1 活塞式发动机分类	165
4.2.2 基本工作原理	166
4.2.3 主要机件及增压器	168
4.2.4 附件系统	170
思考题	172
4.3 涡轮喷气发动机	173
4.3.1 涡轮喷气发动机工作原理	173
4.3.2 涡轮喷气发动机的发展	175
4.3.3 涡轮喷气发动机的性能指标	176
4.3.4 涡轮喷气发动机的主要部件	177
4.3.5 涡轮喷气发动机的工作系统	191
思考题	198
4.4 涡轮风扇发动机	198
4.4.1 涡轮风扇发动机的结构与分类	198
4.4.2 涡扇发动机的发展	200
4.4.3 涡扇发动机的主要部件	202
思考题	204
4.5 涡轮螺旋桨与涡轮轴发动机	205
4.5.1 涡轮螺旋桨发动机	205
4.5.2 涡轮轴发动机	210
4.5.3 涡轮螺旋桨与涡轮轴发动机的发展	213
4.5.4 桨扇发动机	216
思考题	217
4.6 其他类型发动机简介	217
4.6.1 火箭发动机	217
4.6.2 多(全)电发动机	219
4.6.3 冲压发动机	221
4.6.4 脉冲爆震发动机	225
4.6.5 组合式发动机	227
思考题	227
第5章 飞行控制系统及地面保障	228
5.1 机载设备	228
5.1.1 飞行仪表	228
5.1.2 发动机仪表	236
5.1.3 辅助仪表	237
5.1.4 其他机载设备	239
思考题	245

5.2 飞行控制系统	246
5.2.1 飞行控制系统概述	246
5.2.2 电传操纵系统	247
5.2.3 自动控制系统	251
思考题	257
5.3 地面设施和保障系统	257
5.3.1 飞机地面设施与保障系统	257
5.3.2 航天器地面设施与保障系统	262
5.3.3 导弹发射装置和地面设备	266
思考题	270
第6章 大飞机及通用航空	271
6.1 大飞机	271
6.1.1 大飞机的发展过程	271
6.1.2 各类大型飞机	279
思考题	287
6.2 通用航空	287
6.2.1 通用航空概述	287
6.2.2 通用航空现状及发展	292
思考题	300
6.3 无人机	300
6.3.1 概 述	300
6.3.2 无人机的分类	301
6.3.3 无人机系统的组成及关键技术	303
思考题	307
6.4 航空运动	307
思考题	309
参考文献	310

第1章 绪论

1.1 航空航天基本概念及发展

1.1.1 基本概念

航空是指在地球周围稠密大气层内的航行活动,航天是指在大气层之外的近地空间、行星际空间、行星附近以及恒星际空间的航行活动。然而,航空航天不能截然分开,在地面发射航天器或当航天器返回地面时,需要经过大气层,特别是航天飞机兼有航空和航天的特点。航空航天技术既指进行航空航天活动所涉及的科学技术,又指研制生产航空航天器所涉及的科学技术,因此航空航天是密不可分的。

航空航天技术是高度综合的现代科学技术。它综合了基础科学和应用科学的最新成就,应用了工程技术的最新成果。力学、传热学、电子科学、材料学、自动控制理论和技术、计算机技术、喷气推进技术及制造工艺等科学技术的进步,对航空航天科技的进步和发展产生了巨大的影响。这些科学技术在航空航天领域的应用中相互交叉、渗透,产生了一些新的学科。反过来,航空航天技术发展中提出的新要求又促进这些学科的进一步发展。

航空航天技术的发展与军事应用密切相关,对国民经济和社会生活也产生了重大影响,甚至改变了世界的面貌。航空航天技术用于军事时,使军事装备和军事技术发生了根本性变化,使战争从平面向立体化转化,战争的格局发生巨大变化。飞机在战争中执行拦截、轰炸、侦察、攻击、预警、反潜、电子干扰以及运输、空降等任务;民用航空的发展改变了交通运输的结构,为人们提供了一种快捷、方便、舒适、安全的交通工具。通用飞机和直升机还广泛用于农业作业、森林防火、地质勘测等工作。

航天技术和其他科学技术相结合,开拓了许多新的技术领域,如卫星通信成为现代信息传递的重要手段,产生了卫星广播、卫星导航,实现了全球、全天候以及高精度的导航定位;气象卫星、地球资源卫星给人类带来的作用更加显著,环绕地球的空间站、行星探测器等是人类认识自然和改造自然的先进工具。

1.1.2 飞行器发展简史

1. 航空器发展简史

(1) 人类的飞行梦想

人类的飞行梦想自古就有,中华民族的祖先在该方面对世界的贡献非常突出。

中国在2000多年前发明了风筝,世界各国早期研究和制造飞机的人,都是先从研究滑翔机和风筝开始的。图1.1所示为风筝、滑翔机以及固定翼飞机在飞行中的受力分析。

几千年来,中国人在实现飞行这一美好愿望的努力过程中有过许多重要的创造。在风筝出现之前,春秋战国时期的墨子和公输班曾制造过能飞行的木鸟,又称木鸢。五代时期出现的孔明灯,又叫松脂灯,被看作是现代热气球的雏形。东晋时代我国人民创造了名为“竹蜻蜓”的玩具,



图 1.1 风筝、滑翔机和固定翼飞机的受力分析

其飞行原理和今天的直升机非常类似。

在国外,人们对飞行也在不断进行尝试。在中世纪的欧洲,有人企图用羽毛制成翅膀飞行,这种模仿鸟的飞行活动一直持续到 17 世纪。文艺复兴时期,意大利艺术家和科学家达·芬奇科学地研究了飞行问题,把对鸟飞行的长期研究结果写成了《论鸟的飞行》一书。后人根据此书和他的部分其他手稿,公认他为航空科学的先知。经过长期的探索和努力,人类终于依靠比空气轻的航空器迈出了成功升空飞行的坚实的第一步。

(2) 人类首次载人动力飞行

人类的首次载人动力飞行发生在 1903 年 12 月 14 日至 17 日,是由美国莱特兄弟设计制造的自主操纵飞行的飞机实现的。这架飞机的翼展为 13.2 m,升降舵在前、方向舵在后,两副两叶桨的推进螺旋桨由链条传动,着陆装置为滑橇式。1903 年 12 月 14 日至 17 日,“飞行者”1 号进行了 4 次试飞,地点在美国北卡罗来纳州基蒂霍克的沙丘上。第 1 次试飞由奥维尔·莱特驾驶,共飞行 36 m,留空 12 s。第 4 次由韦伯·莱特驾驶,共飞行 260 m,留空 59 s。图 1.2 是飞行中的“飞行者”1 号。

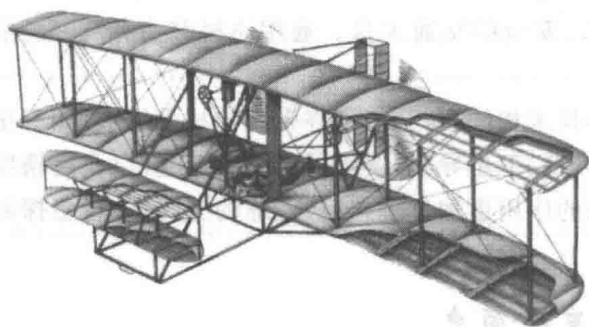


图 1.2 莱特兄弟的“飞行者”1 号

这是航空航天史上是一个重要的里程碑,也被世界公认为固定翼飞机发展的鼻祖。此后 100 多年里,人类的生活也由于各种航空航天器的迅速发展和使用而发生了巨大的变化。

(3) 活塞式飞机的发展和限制

1) 战争加快了航空航天工业的发展

20 世纪初飞机出现后,很快被用于战争,两次世界大战使飞机得到迅速发展。飞机在战争中大规模使用,使战争由平面转向立体化,并且成为对战争全局有重大影响的重要因素。战争的需要又反过来促进航空工业的发展,飞机的研究、设计、制造和使用有了明确的分工,形成了独立的产业部门,并促进了军队的改革,出现了空军、空天军等新军种。

1911年的意土战争中,意大利首先利用飞机进行侦察和轰炸。这是飞机用于战争之始。随后各交战国也都使用了飞机。1914—1918年第一次世界大战中,各国均建立了空军,飞机参战规模愈来愈大。大战初期,参战飞机共有1 000多架,到了战争末期,双方投入飞机已有上万架。飞机最初只用来侦察,形成侦察机。双方侦察机在空中相遇时,互用手枪射击,出现了早期的空战,后来又改用步枪和机枪,形成了驱逐机。随着战争的需要,最初由飞行员用手扔炸弹而发展成翼下吊挂炸弹的专用轰炸机。之后又出现了专门攻击地面的强击机。第一次世界大战后,空军成长为一支重要的军事力量。第二次世界大战(1939—1945年)中,空军更显示了举足轻重的作用。1939年德国法西斯出动2 000多架飞机闪电般地占领欧洲大片领土。1945年柏林之战,苏联投入飞机8 400架,德国迎战飞机3 300架。1944年轰炸柏林时,美国一周内共出动飞机9 700架。图1.3为第二次世界大战中的一场空战场景。



图 1.3 第二次世界大战中的某空战场景

空军的发展大大促进了航空工业的发展。第一次世界大战中,各国共生产飞机18万余架。第二次世界大战中,生产飞机总数已达到70万余架,其中美国和苏联各生产10万余架。航空工业已形成独立的产业部门,建立了专业研究机构,飞机的外形、结构和设备更加完善,性能不断提高。

2) 活塞式飞机的发展

战争的需求促进飞机性能的提高。在不断改善操纵性和武器装备功能的同时,更主要的是提高飞机的速度,而提高飞机速度的主要措施是增大发动机的功率和改善飞机的外形。从第一架飞机出现到第二次世界大战末的40多年间,飞机的动力装置采用的是活塞式发动机。活塞式发动机的功率随着速度增长的需要而大幅度地提高,从8.82 kW增长到2 572.5 kW。有的飞机上还装有多台发动机,如美国B-29就装有4台1 837.5 kW活塞式发动机,使该机总功率达到7 350 kW。飞机的速度也从16 km/h提高到755 km/h。飞行速度的提高还与飞机外形的改善密切相关。飞机的发展是人们在不断解决矛盾中取得的。

莱特飞机问世以前,也曾有不少人研制过动力飞机,但都因飞机过重(采用笨重的蒸汽机)、升力过小(缺少升力理论)而失败。这是飞机发展中的第一个矛盾——升力和重力的矛盾。莱特兄弟正是总结了前人的经验和教训,采用了较轻的内燃机和升力较大的翼型,才解决了这个矛盾。莱特飞机以及第一次世界大战中所用的飞机大都是双翼机,还有三翼机和盒形机等,这些均是为了增大机翼面积以提高升力。但是,这些增升面积和交叉的支柱、张线,反过来使得飞机阻

力大大增加,虽成倍提高发动机的功率,飞机的速度却增长缓慢,这就出现了新的矛盾——拉力和阻力的矛盾。这是飞机发展中的第二个矛盾。为了解决这一矛盾,必须着手改造飞机外形布局,减小机翼面积,将双翼机改为单翼机,减小支柱和张线的阻力,从而使飞机速度显著提高。随着金属材料的使用,1915年首先出现了斜撑张臂式单翼机。这种形式在20世纪20年代后期被普遍采用,飞机的速度也由战前的180 km/h提高到280 km/h。20世纪30年代后,有撑杆的单翼机完全由无撑杆全金属单翼机替代,飞机外形如机头、机身进一步向流线型发展,驾驶舱也由开敞式改为封闭式。所有这些外形的改进,均有效减小了飞机的阻力,在二次世界大战中,飞机速度便猛增至600 km/h以上。1939年德国战斗机Bf-109还创造了活塞式飞机飞行速度的最高纪录755 km/h。这已达到活塞式发动机的极限速度,速度再进一步增长,便会碰到新的矛盾——拉力与重力的矛盾。这是发展中的第三个矛盾。

3) 活塞式飞机的限制和应用

当活塞式飞机时速增至700 km/h以上时,再增加发动机功率就很困难。第一,增加功率就要增加发动机气缸的容积和数量,但这却使发动机本身的质量和体积成倍增长,不仅使飞机阻力猛增,而且也会因发动机质量过大使飞机内部结构无法安排。欲使速度提高1倍,功率必须增加8倍,发动机质量也随之增长6倍,竟与原机总质量相等。而换装同样功率的喷气式发动机,发动机质量和飞机总质量均可保持不变,速度却能增大1倍。第二,活塞式发动机是依靠螺旋桨产生拉力的,当飞行速度和螺旋桨转速进一步提高时,桨叶尖端将会产生激波,致使螺旋桨效率大大降低,从而限制了飞机速度的提高。活塞式发动机发展到第二次世界大战末期已经达到了顶峰,要继续提高飞机速度必须选择新的动力装置。

螺旋桨在低空低速飞行时效率高,经济性好,目前许多小型低速飞机仍然使用它。由于喷气式发动机噪音大、油耗高、经济性差,不少中、低速喷气式客机都采用与螺旋桨相结合的喷气式发动机,如涡轮螺旋桨发动机、涡轮风扇发动机和桨扇发动机。

(4) 喷气式飞机的产生和发展

1) 喷气式飞机的问世

当活塞式发动机的发展受限后,各国都开始积极寻求新的动力装置。1939年德国研制出世界上第一架喷气式飞机——He-178(图1.4),1941年英国也制成E28/39喷气式飞机(图1.5)。接着各先进国家也都先后研制出一批喷气式飞机,包括朝鲜战争中使用过的苏联的米格-15(图1.6),美国的F-86(图1.7)等。

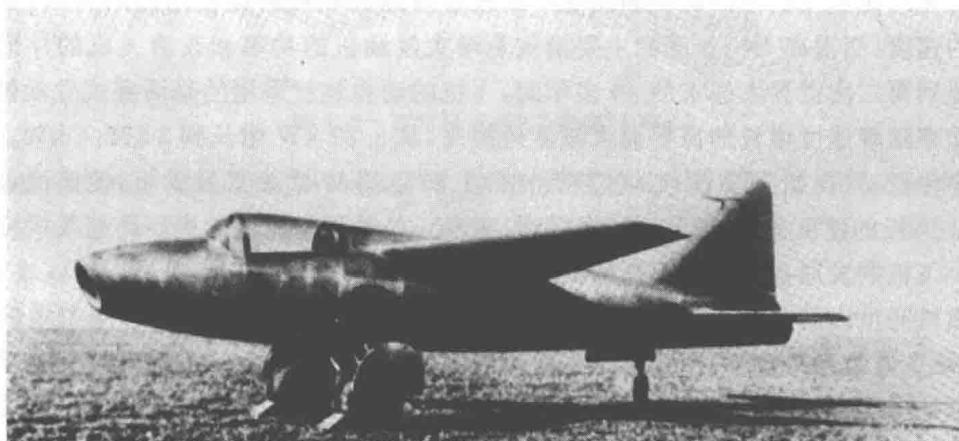


图 1.4 He-178



图 1.5 E28/39



图 1.6 米格-15



图 1.7 F-86

2) 突破声障

第一批喷气飞机出现后,飞行速度迅速增加到 900 km/h 以上,但继续增长时又碰到新的矛盾。当飞机速度接近声速时,飞机受到激波的影响,速度无法增长,飞机强烈振动,甚至出现机毁人亡的事故,成为当时一个不可逾越的障碍——声障。虽然发动机的推力可继续增大,但飞机气动外形不改变,仍然难以突破声障。因此改善飞机的气动外形,成为突破声障的关键。

为了突破声障,除了加大发动机推力(如在喷气发动机上加装加力燃烧室)外,各国还致力于高速空气动力理论的研究和超声速风洞试验,从而对飞机的气动外形做出了很大改变,例如采用大后掠机翼和细长流线型机身等。1947 年美国的火箭动力试验机 X-1(图 1.8)首先突破声障。1953 年美国又制造出了第一架实用的超声速战斗机 F-100(图 1.9)。1976 年美国战略侦察机 SR-71 创造了当时世界最高速度纪录 3 529 km/h,相当于声速的 3.3 倍(图 1.10)。目前现代战斗机的最高速度均已超过声速,有的可达声速的两三倍。

3) 越过热障

喷气式飞机突破声障后实现了超声速飞行,但飞机超声速飞行时,飞机表面受到空气的强烈摩擦,温度急剧上升,一旦超过机体表面材料所能承受的极限,飞机将会被破坏。这种由气动加热所引起的危险障碍称为“热障”。飞机表面常用的材料为铝合金,其耐温极限为 250 °C,当飞行速度超过声速三倍时,机头和机翼前缘的蒙皮温度可上升至 370 °C,铝合金结构会被破坏。选用耐高温不锈钢(极限温度 450 °C)或钛合金(极限温度 650 °C)来做蒙皮材料,就能克服热障。目前不锈钢和

钛合金在飞机上已经普遍采用。飞机和航天器的速度愈来愈高,新的防热材料也不断涌现。



图 1.8 X-1 试验机



图 1.9 F-100 歼击机

(5) 军用飞机的发展

军用飞机是用于军事用途的飞机,也就是主体为专门设计或改型用于各种军事目的的飞机。军用飞机可分为作战飞机和作战支援飞机两大类。现代军用飞机的分类可参见图 1.11。



图 1.10 SR-71“黑鸟”高空高速战略侦察机

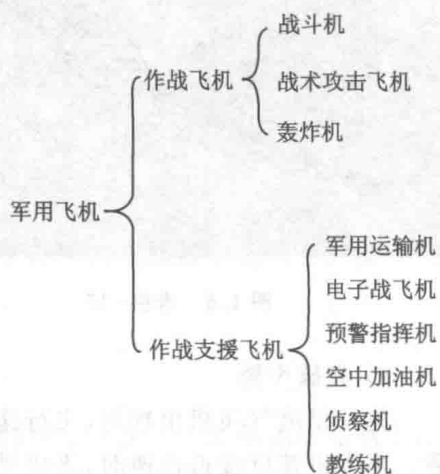


图 1.11 现代军用飞机的分类

1) 作战飞机

作战飞机是指直接执行作战任务的军用飞机,主要包括战斗机、战术攻击飞机和战略轰炸机,近年来也包括一些具有发射反辐射武器能力的电子战飞机。

① 战斗机:主要任务是消灭空中和地面敌机、夺取制空权的飞机,在苏联和我国被称为歼击机。

现代战斗机按用途可分为制空战斗机和多用途战斗机两类。制空战斗机又称空中优势战斗机,其主要任务是空战;多用途战斗机既可执行空战任务,又可执行对地攻击任务。

战斗机按质量可分为轻型战斗机和重型战斗机两种。正常起飞质量在 15 t 以下的战斗机通常划分为轻型战斗机,如中国的歼-10、美国的 F-16、俄罗斯的米格-29、法国的“幻影”2000 等;而正常起飞质量接近或超过 20 t 的则被划分为重型战斗机,如中国的歼-11、美国的 F-15 和俄罗斯的苏-27 等。

战斗机还包括专门用于国土或区域防空的截击机和对空对地两用的战斗轰炸机(在苏联和

我国被称为歼击轰炸机)。截击机要求爬升性能好、速度快、可全天候作战,由于这些任务目前完全可由制空战斗机来完成,因此各国已不再发展专门的截击机。战斗轰炸机,轻型的已逐渐被多用途战斗机所替代;而重型的则多发展成为战术攻击飞机。现代战斗机大多兼有空战和对地作战能力,被称为多用途战斗机,是目前战斗机发展的方向。

军用飞机中,装备数量最多、发展最快、应用最广的机种是战斗机,其研制水平往往代表了航空科学技术发展水平。战斗机经过一战的双翼机时期、二战的螺旋桨式时期,在二战之后进入了喷气式时代,又经过 20 世纪 40 年代末、50 年代初的高亚声速阶段,于 50 年代中期进入了超声速时代。

关于战斗机划代的问题,目前有“四代”和“五代”两种方法。“四代”法以世界上第一批实用的超声速战斗机(典型机型是美国的 F-100 和苏联的米格-19)为第一代,这是“超声速战斗机”的划代法,而除俄罗斯把战斗机划为“五代”,其与“四代”法的区别是把“四代”法中的第二代分成了两代(把变后掠翼战斗机米格-23 单独列为一代)。2008 年美国《空军》杂志提出了一种“六代”划代法,把最早出现的喷气式战斗机列为第一代(典型机型是德国的 Me-262、英国的“流星”和美国的 F-80);把高亚声速后掠翼战斗机列为第二代;把低超声速战斗机列为第三代;第四代与“四代”法的第三代一致;第五代与“四代”法的第四代一致;第六代则是指目前有些国家设想中的具有高超声速飞行能力的战斗机,有人称这种分代法为新“五代”法。战斗机的三种划代法见表 1.1。

表 1.1 战斗机的划代法

各代战斗机 主要特征	“四代”划代法		“五代”划代法		美国《空军》杂志新“五代”划代法	
	代序	典型机型	代序	典型机型	代序	典型机型
早期喷气式					第一代	Me-262、He-178、 “F-80”等
高亚声速、 后掠翼					第二代	F-86、米格-15 等
低超声速	第一代	F-86(美国)、米格-17 (苏联)、歼 6(中国)	第一代	米格-19	第三代	米格-21、F-100、F-106、 “幻影”Ⅲ、F-4 等
超声速	第二代	F-104、米格-21、 米格-23、歼 8	第二代	米格-21		
			第三代	米格-23 变后 掠翼战斗机		
高机动性	第三代	F-16、苏-35、 “幻影”2000、 “阵风”、歼 10 等	第四代	米格-29、 苏-27、 苏-35	第四代	F-16、苏-35、 “幻影”2000、 “阵风”、歼-10 等
全方位 隐身能力	第四代	F-22、F-35、歼 20	第五代	F-22、F-35、歼-20	第五代	F-22、F-35、歼-20

下面按普遍采用的战斗机“四代”划代法(“超声速战斗机”划代法)来描述各代战斗机的主要特征。

第一代超声速战斗机是 1953 年以后开始服役的低超声速战斗机(Ma 为 1.3~1.5),其代表机型是美国的 F-86 和苏联的米格-17。主要特征是:大多采用机头进气和大后掠角梯形机翼;飞机起飞推力重力比(推重比)多数在 0.5~0.6 之间;机载探测设备为雷达测距器,机载武器以航空机炮(航炮)为主。这一代战斗机是 20 世纪五六十年代各国空、海军的主要装备。

第二代超声速战斗机是 20 世纪 50 年代末 60 年代初开始服役的、最大飞行马赫数为 2.0 一级的战斗机。代表机型有美国的 F-104、F-4, 苏联的米格-21、米格-23, 法国的“幻影”Ⅲ、瑞典的萨伯-37 以及中国的歼-8 系列飞机。主要特征是:采用小展弦比薄机翼和细长机身的气动外形;飞机的起飞推重比达到 0.8 左右;探测设备多数为可用于全天候作战的火控雷达;机载武器为红外制导的近距离空空导弹及雷达制导的中距空空导弹加航炮。这一代战斗机是 20 世纪六七十年代各国空、海军的主要装备。

第三代超声速战斗机是 20 世纪 70 年代中期开始服役的,主要特点为高机动性。代表机型有美国的 F-14、F-15、F-16, 俄罗斯的米格-29、苏-27, 法国的“幻影”2000、欧洲四国联合研制的“台风”、法国的“阵风”以及我中国的歼-10 等。主要特征是:突出中低空跨声速机动性,使战斗机能在近距离格斗中迅速占据有利位置而向对方发起攻击,或在处于被跟踪瞄准的不利位置时能迅速机动摆脱敌方攻击;一般采用单台或双台加力式涡轮风扇发动机,发动机本身推重比达 8.0 左右,使飞机正常起飞总重时的推重比接近或超过 1.0;机载武器大多采用空空导弹和航炮混装而又以空空导弹为主的配备方案,装有数字式计算机控制的机载火力控制系统。20 世纪末研制的三代机如“台风”、“阵风”苏-35、歼-10、歼-11 等,具有部分第四代超声速战斗机的特点,信息化作战能力得到大幅度提高,因此也被称为“三代半”战斗机。

第四代超声速战斗机是 21 世纪开始服役或目前还在研制中的新一代战斗机。代表机型有美国的 F-22 和 F-35, 以及中国的歼-20(图 1.12)。主要特征是:采用翼身融合体和具有隐身能力或部分隐身能力的气动布局;部分复合材料的机体结构;装带推力可转向的自身推重比 10 级的先进航空发动机,使飞机的起飞推重比超过 1.0;机载火控系统为可同时跟踪和攻击多个空中目标的多功能火控雷达;主要机载武器是具有大离轴角和发射后不管的空空导弹。

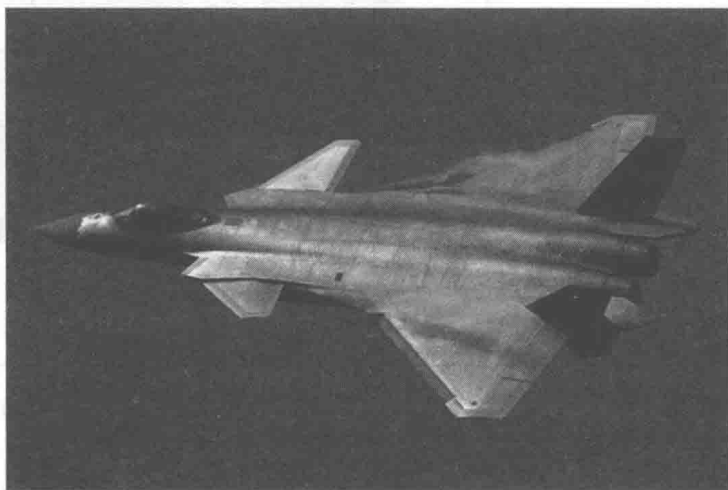


图 1.12 中国歼-20 战机

② 战术攻击飞机:携带各种对地攻击武器对敌方战场和战区地面目标实施攻击的飞机。战术攻击任务分为纵深遮断和近距离空中火力支援两类。

纵深遮断的主要目的是切断或减弱敌后方对前线的物资供应和人员补充,削弱敌前线的作战能力,又称孤立战场。执行这类任务的飞机主要是战斗轰炸机,如美国空军的 F-111 和中国的歼轰-7 战斗轰炸机(图 1.13)等。过去曾有战术轰炸机(如苏联的苏-24 等)和重型舰载攻击机(如美国海军的 A-6 等),遂行纵深遮断任务,目前各国均已不再专门研制此类机型。

近距离空中支援是指直接支援地面部队作战,从低空、超低空攻击地面目标,摧毁敌方战场作

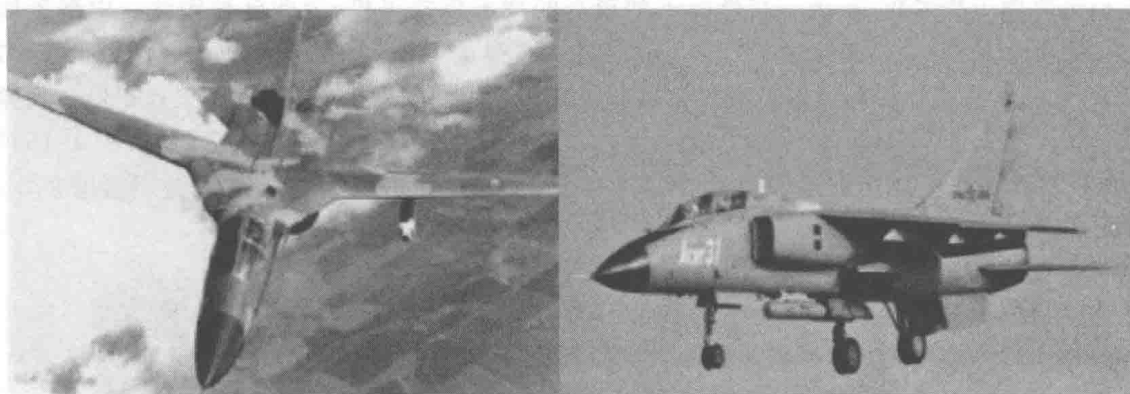


图 1.13 美国的 F-111、中国的歼轰-7 战斗轰炸机

战装备以及杀伤敌方作战人员,又称战场攻击。执行这类任务的飞机主要是多用途战斗机和攻击机。由于重型舰载攻击机已不再使用,所以现代所谓的攻击机就是指轻型攻击机。

攻击机在苏联和我国称为强击机,西方国家称为近距离空中支援机。主要有美国在 20 世纪 50 年代研制的近距离空中支援机 A-10 和中国的强-5 攻击机(图 1.14)、苏联在 80 年代研制的苏-25 强击机等。

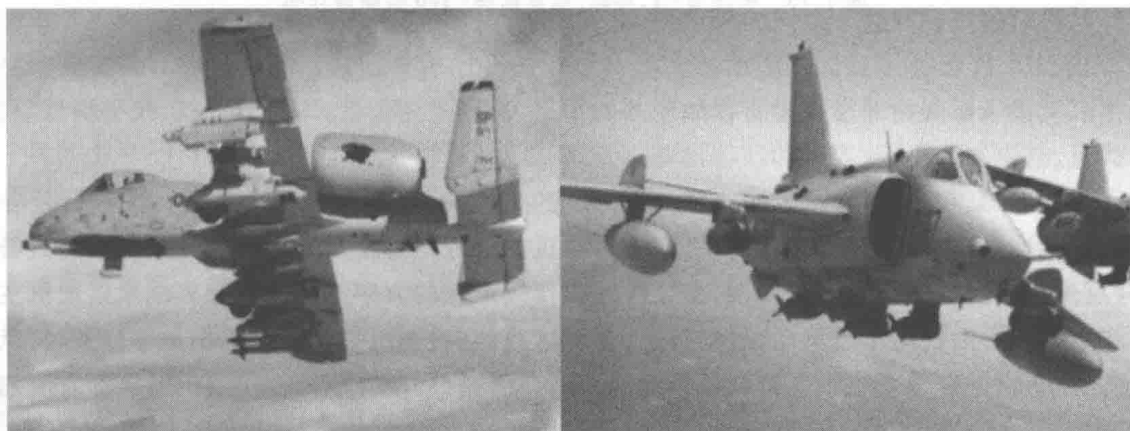


图 1.14 美国 A-10 近距离空中支援机、中国强-5 攻击机

攻击机具有良好的低空和超低空稳定性和操纵性;有良好的视界,便于搜索地面小型隐蔽目标;有威力强大的对地攻击武器,除航炮和炸弹外,还包括制导炸弹、反坦克集束炸弹和空地导弹等;飞机要害部位有装甲保护,以提高飞机在地面炮火攻击下的生存能力;起飞着陆性能优良,能在靠近前线的简易机场起降,以便扩大飞机支援作战的范围。

多用途战斗机出现后取代了一部分攻击机的功用,使攻击机的发展速度有所放缓。但是,与多用途战斗机相比,攻击机具有价格低、低空性能好等特点,因而在未来战场上仍会占有一席之地。

反潜机是用来专门对付潜艇的战术攻击飞机,载有搜索和攻击潜艇用的装备和武器,具有低空、低速性能好和续航时间长等特点,能在短时间内对广阔水域进行反潜作战。

③ 轰炸机:用炸弹、鱼雷或空地导弹杀伤、破坏地面和海上目标的军用飞机称为轰炸机。轰炸机按起飞质量、载弹量和航程的不同大致分为轻型轰炸机、中型(中程)轰炸机和重型(远程)轰炸机三类。轻型轰炸机又称战术轰炸机,起飞质量一般为 20~30 t,航程可达 3 000 km,载弹