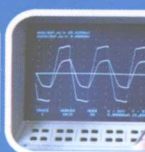
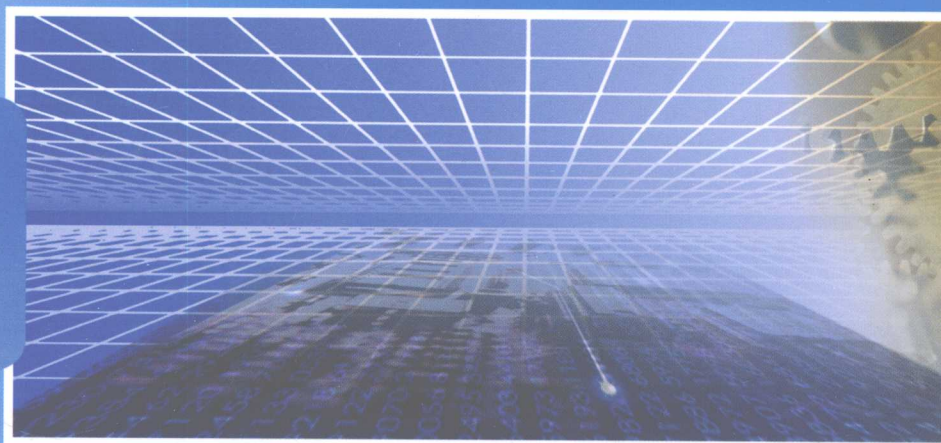




D-K-BT005-0D
空军航空机务系统教材

航空概论

陈东林 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

D-K-BT005-0D

空军航空机务系统教材

航空概论

陈东林 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本教材系统地介绍了与航空有关的基本知识和概况,内容涉及航空综述、飞行基本原理、飞机结构、航空动力装置、航空机载设备与系统、航空机载武器系统、飞机综合性能等7个方面。编写中侧重军事性、注重科普性,力求使读者通过本教材的学习能对军事航空有一个比较全面的认识和了解。

本教材可用于相关院校普及航空知识教育课程,也可供航空企业和部队官兵培训 and 参考。

图书在版编目(CIP)数据

航空概论 / 陈东林主编. —北京: 国防工业出版社,
2008. 11

(空军航空机务系统教材)

ISBN 978 - 7 - 118 - 05746 - 1

I. 航... II. 陈... III. 航空兵器—基本知识 IV. E926

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 071402 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 19 $\frac{3}{4}$ 字数 468 千字

2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 50.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

总 序

发生在世纪之交的几场局部战争表明,脱胎于20世纪工业文明的机械化战争正在被迅猛发展的信息文明催生的信息化战争所取代。信息化战争的一个显著特点,就是知识和技术密集,战争的成败越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量和数量,以及人与武器的最佳配合。因此,作为人才培养基础工作的教材建设,就显得格外重要和十分紧迫。为了加快推进中国特色军事变革,贯彻执行军队人才战略工程规划,培养造就高素质新型航空机务人才,空军从2003年开始实施了航空机务系统教材体系工程。

实施航空机务系统教材体系工程是空军航空装备事业继往开来的大事,它是空军装备建设的一个重要组成部分,是航空装备保障人才培养的一个重要方面,也是体现空军航空装备技术保障水平的一个重要标志。两年来,空军航空机务系统近千名专家、教授和广大干部、教员积极参与教材编修工作,付出了艰辛的劳动,部分教材已经印发使用,效果显著。实践证明,实施教材体系工程,对于提高空军航空机务人才的现代科学文化水平和综合素质,进而提升航空机务保障力和战斗力,必将发挥重要作用和产生深远影响,是一项具有战略意义的工程。

空军航空机务系统教材体系工程,以邓小平理论和“三个代表”的重要思想为指导,以新时期军事战备方针为依据,以培养高素质新型航空机务人才为目标,着眼空军向攻防兼备型转变和航空装备发展需要,按照整体对应、系统配套、紧贴实际、适应发展,突出重点,解决急需的思路构建了一个较为完整的教材体系。教材体系的结构由部队、院校、训练机构教育训练教材三部分组成,分为航空机务军官教育训练教材和航空机务士兵教育训练教材两个系列十六个类别的教材组成。规划教材按照新编、修编、再版等不同方式组织编修。新编和修编的教材,充实了新技术、新装备的内容,吸收了近年来航空维修理论研究的新成果,对高技术战争条件下航空机务保障的特点和规律进行了有益探索,院校的专业训练教材与国家人才培养规格接轨并具有鲜明的军事特色,部队训练教材与总参颁布的《空军军事训练与考核大纲》配套,能够适应不同层次、不同专业航空机务人员的教育训练需要,教材的系统性、先进性、科学性、针对性和实践性与原有教材相比有了明显提高。

此次大规模教材编修工作,系统整理总结了空军航空机务事业创业50多年来的宝贵经验,将诸多专家、教授、骨干的学识见解和实践经验总结继承下来,优化了航空机务保障教材体系,为装备保障人员提供了一套系统、全面的教科书,满足了人才培养对教材的急需。全航空机务系统一定要认真学习新教材,使其真正发挥对航空机务工作的指导作用。

同时,教材建设又是一项学术性很强的工作,教材反映的学术理论内容是随实践的发展而发展的。当前我军建设正处在一个跨越式发展的历史关键时期,航空装备的飞速发展和空军作战样式的深刻变化,使航空机务人才培养呈现出许多新特点,给航空机务系统教材建设带来许多新问题。因此,必须十分关注航空装备的发展和航空机务教育训练的改革创新,不断发展和完善具有时代特征和我军特色的航空机务系统教材体系,为航空机务人才建设提供知识信息和开发智力资源。

魏 钢

二〇〇五年十二月

空军航空机务系统教材体系工程编委会

主任 魏 钢

副主任 周 迈 毕雁翎 王凤银 袁 强 韩云涛

吴辉建 王洪国 王晓朝 常 远 蔡风震

李绍敏 李瑞迁 张凤鸣 张建华 许志良

委 员 刘千里 陆阿坤 李 明 郦 卫 沙云松

关相春 吴 鸿 朱小军 许家闻 夏利民

陈 涛 谢 军 严利华 高 俊 戴震球

王力军 曾庆阳 王培森 杜元海

空军航空机务系统教材体系工程总编审组

组 长 刘桂茂

副组长 刘千里 郦 卫 张凤鸣

成 员 孙海涛 陈廷楠 周志刚 杨 军 陈德煌

韩跃敏 谢先觉 高 虹 彭家荣 富 强

郭汉堂 呼万丰 童止戈 张 弘

空军航空机务系统教材体系工程
机械专业编审组

组 长 陈廷楠

成 员 王行江 陈柏松 王献军 赵 斌 高 虹
呼万丰 邱炳辉

前 言

对大多数人来讲,在浩瀚的天空中飞行始终笼罩着一层神秘的色彩。为什么那样的庞然大物能自由自在地在蓝天翱翔?飞机是怎样被发明的?飞机发展的脉络是什么样的?各种机型有什么异同?那么,希望本教材能成为你了解飞机和航空事业的一个窗口。从中你可看到飞机发明的历史、现状和发展前景;饱览中外历史上各种各样的飞机及其科学原理、性能和作用;也可以追溯历史人物的足迹,去体验当年他们在怎样简陋、恶劣的条件下,为实现人类古老的梦想而进行艰苦卓绝的斗争;激发起自己探索科学的热情以及征服自然、改造自然的勇气和信心。

1903年,莱特兄弟试制的第一架有动力飞机的主要材料是木材和布,可以用手工完成制造工作。1994年首次推出的波音777飞机则要依靠数千名科学家、工程师和技术工人通力合作,整个设计、生产完全用计算机来控制,没有一张生产图纸(如使用图纸加工的话,则需几百万、甚至上千万份)。在短短的100多年中,飞机的面貌发生了巨大的变化。航空事业的发展,已不再是少数几个科学家的事情了,它需要更多的人、特别是青年人的参与和献身。

在航空发展史上,中国在古代的贡献是举世公认的,即使在近代和现代,也出现过不少卓有贡献的人物:旅美华侨冯如制造的飞机1909年便试飞成功;波音公司第一位总工程师王助是中国人;发动机专家吴仲华20世纪50年代创立的叶轮机械三元流动理论至今仍是先进发动机设计和分析计算的理论基础;世界著名火箭专家钱学森在航空航天工程方面进行了大量开创性工作,在高亚声速飞机的气动设计中创立了著名的“卡门—钱学森公式”……今天,中国已进入现代化建设的和平时期,需要更多献身科学、献身航空事业的人才。因此,我们深切地希望读者通过本书的学习,在增长知识的同时,也能得到有益的启示:只有在创造中才能体验到伟大的人生快乐,从而把自己的一生融入到发展人类文明的事业中去!

本教材的编写突出了科普特色和军事特色,力求以浅显易懂的语言介绍相对深奥的知识,以适应不同机型、不同专业、不同层次的人员学习、了解军用航空的基本情况,系统、科学、规范地介绍了军用航空各个专业的基本知识,并突出了新装备、新技术方面的内容。全书围绕飞机这一主题,以军用飞机为重点,从6个方面做了介绍。它们是:航空综述、飞行基本原理、飞机结构、飞机动力装置、机载设备与系统、航空机载武器系统和飞机的综合性能。内容编写力求通俗易懂,以适应不同层次的读者,为他们日后学习、掌握其他课程和开展与航空相关的工作打下一定的基础;同时也为他们正确认识航空、较全面地认识飞机、正确把握自己在航空领域中的地位和作用提供帮助。在编写中注意了教材的完整性

和系统性,力争达到简明、扼要、科学、适用。

本教材由陈东林、蔺国民、刘展、华江涛同志编写,陈东林编写了第1章、第5章、第6章、第7章,蔺国民、刘展编写了第2章、第3章、第4章初稿,赵罡、华江涛对部分插图进行了绘制和处理;全书由陈东林主编,统编全书与审校,陈廷楠、高虹、王如根、童中翔等同志对本书进行了详细的审查,提出了不少宝贵的意见和建议。

因编者水平有限,加之本教材内容涉及范围广泛,难免有不足或错讹之处,诚恳希望使用者和关心本教材的同志予以批评指正。

编者
2007年12月

目 录

第 1 章 航空综述	1
1.1 航空的基本概念	1
1.1.1 飞机	1
1.1.2 飞行器	1
1.1.3 航空与航天	1
1.1.4 航空器	1
1.1.5 飞行器的结构	2
1.2 航空史话	2
1.2.1 人类飞行史前期(远古期)	2
1.2.2 气球飞行与滑翔飞行时期	3
1.3 飞机的组成与分类	9
1.3.1 飞机的基本组成	9
1.3.2 飞机的分类	10
1.3.3 飞机的命名与编号	15
1.4 固定翼飞机的功用与主要特点	15
1.4.1 军用飞机	15
1.4.2 民用飞机	24
1.5 直升机	27
1.5.1 直升机的种类和布局特点	28
1.5.2 直升机的应用及市场	31
1.6 无人机	32
1.6.1 无人机的分类	32
1.6.2 无人机的投射和回收	33
1.6.3 无人机现状	33
1.6.4 无人机发展方向	34
1.7 其他飞行器	36
1.7.1 地效应飞行器	36
1.7.2 人力飞机	37
1.7.3 太阳能飞机	37
1.8 世界航空工业	38
1.8.1 航空工业的特点	39
1.8.2 世界航空工业简介	40

1.8.3	新中国航空发展简况	43
1.8.4	我国航空体系的框架	45
1.9	飞机场、地面设施和保障系统	46
1.9.1	机场布局	46
1.9.2	机场分类	47
1.9.3	机场设施与设备	49
1.9.4	空中交通管理	49
第2章	飞行器的飞行原理	52
2.1	飞行环境	52
2.1.1	地球	52
2.1.2	大气	52
2.1.3	空间环境	55
2.2	气体流动的基本规律	57
2.2.1	气体状态参数	57
2.2.2	气体状态方程	57
2.2.3	气体流动的质量方程	57
2.2.4	伯努利定理	58
2.2.5	声速和马赫数	59
2.2.6	低速气流的特性	60
2.2.7	高速气流的特性	60
2.3	作用在飞机上的空气动力	64
2.3.1	飞机的升力	64
2.3.2	飞机的气动操纵面	66
2.3.3	增升装置	67
2.3.4	飞机的阻力	70
2.4	飞机的飞行性能	74
2.4.1	基本飞行性能参数	75
2.4.2	等速直线飞行性能	78
2.4.3	变速和曲线飞行性能	79
2.4.4	飞机的轴线	82
2.4.5	飞机的稳定性	82
2.4.6	飞机的操纵性	86
2.5	直升机的飞行原理	88
2.5.1	直升机的基本组成部分及其功用	88
2.5.2	旋翼	91
2.5.3	直升机的飞行	92
第3章	飞机结构	95
3.1	飞机结构的一般要求和采用的主要材料	95
3.1.1	飞机结构的一般要求	95

3.1.2	飞机结构所采用的主要材料	96
3.2	飞机的机体结构	98
3.2.1	机身	98
3.2.2	机翼	100
3.2.3	尾翼和操纵面	105
3.3	起降装置	108
3.3.1	起落架	108
3.3.2	改善起降性能的装置	111
3.4	飞机的主要工作系统	114
3.4.1	燃油系统	114
3.4.2	液压系统	119
3.4.3	操纵系统	121
3.4.4	环控系统	125
3.4.5	气动系统	127
3.4.6	高空防护及救生系统	128
3.5	隐身技术	130
3.5.1	隐身技术简述	130
3.5.2	典型隐身飞机简介	136
第4章	飞机动力装置	138
4.1	飞机动力装置概述	138
4.1.1	飞机动力装置的定义	138
4.1.2	航空发动机发展概述	138
4.1.3	航空发动机溯源	139
4.1.4	航空发动机分类	141
4.2	活塞式航空发动机	141
4.2.1	活塞式发动机的结构和工作原理	142
4.2.2	活塞式发动机的主要类型	143
4.2.3	提高发动机功率的措施	145
4.3	有压气机的空气喷气发动机	146
4.3.1	燃气涡轮发动机概况	146
4.3.2	喷气发动机的进气道	150
4.3.3	涡喷发动机	151
4.3.4	涡扇发动机	168
4.3.5	垂直起降飞机发动机	176
4.3.6	涡桨发动机	177
4.3.7	涡轴发动机	180
4.3.8	桨扇发动机	186
4.3.9	燃气涡轮动力装置展望	187
4.3.10	有压气机的喷气式航空发动机辅助系统	188

4.4	无压气机式空气喷气发动机	192
4.4.1	冲压式喷气发动机	192
4.4.2	脉动式喷气发动机	193
4.5	新概念航空发动机	193
4.5.1	多核心机发动机	193
4.5.2	脉冲爆震发动机	193
4.5.3	超燃冲压发动机	195
4.5.4	组合发动机	196
4.5.5	多电发动机	197
4.5.6	特种用途的超微型发动机	198
4.5.7	新能源航空发动机	199
第5章	航空机载设备与系统	201
5.1	飞机仪表、传感器与显示系统	201
5.1.1	航空仪表的发展	201
5.1.2	航空仪表的分类	202
5.1.3	发动机工作状态参数的测量与显示	203
5.1.4	飞行状态参数的测量与显示	208
5.1.5	驾驶导航参数测量与显示	212
5.1.6	电子综合显示器	213
5.2	飞机导航系统	216
5.2.1	导航系统概述	216
5.2.2	无线电导航系统	218
5.2.3	惯性导航系统	221
5.2.4	卫星导航系统	222
5.3	电气设备	223
5.3.1	概况	223
5.3.2	机载电气系统的特点	224
5.3.3	机载电源的发展及现状	224
5.3.4	机载电源的发展趋势	225
5.4	飞行自动控制系统	226
5.4.1	飞行自动控制系统的发展历史	226
5.4.2	自动驾驶仪	228
5.4.3	飞行轨迹控制	228
5.4.4	自动着陆控制	228
5.4.5	电传操纵系统	229
5.5	无线电通信系统	231
5.5.1	无线电通信设备	231
5.5.2	无线电台的发展趋势	232
5.6	雷达系统	233

5.6.1	机载雷达的发展概况	233
5.6.2	机载脉冲雷达的工作原理	234
5.6.3	常见的机载火控雷达	235
5.6.4	机载火控雷达的工作方式	237
5.6.5	机载火控雷达与其他系统的交连	237
5.6.6	机载雷达的发展趋势	238
5.6.7	光学雷达	238
5.7	电子对抗	239
5.7.1	电子侦察	239
5.7.2	电子干扰	240
5.7.3	实体摧毁	241
第6章	航空机载武器系统	243
6.1	航空机载武器系统的发展简史	243
6.2	非制导武器	244
6.2.1	射击武器	244
6.2.2	航空炸弹	248
6.3	精确制导武器	253
6.3.1	空空导弹	254
6.3.2	空地导弹	259
6.3.3	精确制导炸弹	261
6.3.4	其他机载航空弹药	262
6.3.5	精确制导武器的缺点	263
6.4	机载火力控制系统	263
6.4.1	机载火控系统的发展回顾	264
6.4.2	机载火控系统的分类	266
6.4.3	机载火控系统的常用设备	267
6.4.4	机载火控系统新技术	268
第7章	飞机的综合性能	276
7.1	概述	276
7.1.1	飞机综合性能问题的提出	276
7.1.2	飞机综合性能的主要指标	277
7.2	飞机的飞行性能	277
7.2.1	飞机的基本飞行性能	277
7.2.2	飞机的机动性	280
7.2.3	飞机的敏捷性	282
7.3	飞机的使用性能	284
7.3.1	装备可靠性、维修性、保障性的重要性	284
7.3.2	飞机的可靠性	286
7.3.3	飞机的维修性	288

7.3.4	飞机的测试性	290
7.3.5	飞机的综合保障工程与保障性	291
7.4	飞机的全寿命周期费用	295
7.4.1	飞机的全寿命过程阶段	295
7.4.2	飞机的全寿命周期费用控制	296
参考文献		300

第1章 航空综述

1.1 航空的基本概念

1.1.1 飞机

一般来说,飞机通常是指带有动力装置、具有固定机翼且密度大于空气的有人驾驶飞行器。

1.1.2 飞行器

可以离开地球表面,在地球大气层内或大气层外(太空)飞行的人造器械统称为飞行器。通常飞行器可分为以下3类:

- (1) 航空器(也称大气飞行器);
- (2) 航天器(也称宇宙飞行器);
- (3) 火箭与导弹。

上述3类飞行器如果在大气层内飞行,则属于航空器;如果飞行轨迹既包含大气层,也包含外层空间,则叫做航空航天器。

1.1.3 航空与航天

航空指在地球大气层内进行的航行活动,它要以大气内的氧气作为氧化剂产生使飞行器运动的推力或拉力,并主要依靠大气产生升力;而航天则是指飞行器在地球大气层外浩瀚的宇宙空间所进行的航行活动,飞行器自带氧化剂和还原剂(燃料),飞行过程中不需要外界提供氧化剂,在地球或其他星球的引力作用下按照一定的轨道惯性运行。

这里所说的航行活动不仅仅是具体的驾驶飞行器的飞行过程,而且包括在地面为升空飞行所开展的各项工作,例如研究、试验、制造、技术保障和规划、管理等。

1.1.4 航空器

在地球大气层内飞行的飞行器统称为航空器,例如飞机、气球、飞艇、直升机、无人机、滑翔机、伞翼飞行器等,如图1-1所示。

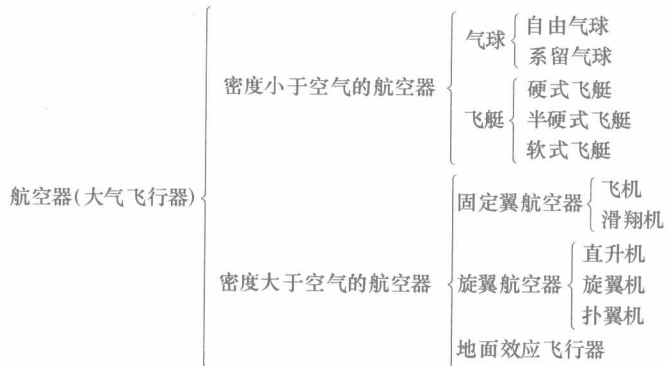


图1-1 航空器的分类

密度小于空气的航空器是依靠空气的浮力升空的。浮力的大小取决于航空器的体积和其内部充填的气体密度。根据该类飞行器能否有效控制,又可分为气球和飞艇。可以控制与回收的飞行器能反复多次使用。

密度大于空气的航空器主要是依靠空气与飞行器表面产生相对运动,使得飞行器上下表面的空气压力不同,产生压力差而托举起来的。按照产生升力的翼面的组成和工作特点不同,此类航空器有固定翼、旋翼、扑翼之分。

1.1.5 飞行器的结构

飞行器的结构是飞行器各受力部件和支撑构件的总称。它像人的躯体一样把飞行器上的有效载荷、控制系统和动力装置等联结成一个整体,形成良好的气动外形,保护其内部人员和所安装的设备。对于飞机来说,该结构称为机体,包括机翼、机身和尾翼等;对于导弹来说,该结构称为弹体,包括弹翼、弹身和舵面等;对于人造地球卫星来说,该结构称为星体,包括壳体 and 太阳能电池板等。

1.2 航空史话

碧空万里,广阔无垠,人类自古以来就梦寐以求能在天空中自由自在地飞翔,但是,实现这个愿望,经历了漫长的历程。从远古神奇的幻想到近代不断的探索,从中国的风筝、木鸟、孔明灯、竹蜻蜓、“火箭”到西方人用鸡毛做成双翼的飞行尝试,经过无数痛苦的失败,终于迎来了胜利的曙光。

人类实现飞行的愿望,是20世纪最伟大的技术成就之一,给人类生活带来了巨大的变化。各种军用飞机的出现,把战争带进了三维空间,两次世界大战极大地推动了航空技术的进步。今天,民用运输机已经成为我们日常生活中不可缺少的交通手段。

现代航空发展速度之快令人吃惊。从古代飞行传说到人类第一次借助气球升空,经过了漫长的几千年;从热气球载人升空到有动力的飞机问世,经过了120年;从飞机的问世到喷气式飞机出现只有36年;而从喷气式飞机到超声速飞机的间隔只有8年……人类到其他星球去安家落户已经不再是空想。

1.2.1 人类飞行史前期(远古期)

自古以来,人类就怀有像鸟儿一样在蓝天飞翔的美好愿望,但在生产力和科学技术水平极度低下的古代,人们对飞行的向往只能寄托于种种神话与传说。嫦娥奔月、列子架风飞行、肖史和弄玉的乘龙跨凤飞上天去等神话故事,就反映了我国古代劳动人民对飞行的无比渴望。

为了实现飞行的梦想,无数仁人志士进行了不懈的探索与奋斗。据记载,仅我国古代在航空道路上就曾做了许多有益的尝试。

春秋时代(公元前722年—公元前481年)墨子和公输般(后人称他为鲁班)曾制造过能飞的木鸟;

西汉(公元前206年—公元23年)出现了风筝,并用于楚汉两军作战中;

汉朝(公元9年—公元23年)王莽时代有位猎人曾用鸟羽做一副大翅膀绑在臂上,滑翔了几百步才落地;

东汉(公元25年—公元220年)张衡也曾做过木鸟;