



北京市高等教育精品教材立项项目

飞行器结构学

郗正能 主 编

张玉珠 方卫国 副主编

FEIXINGQI JIEGOUXUE

 北京航空航天大学出版社



北京市高等教育精品教材立项项目

飞行器结构学

郦正能 主编

张玉珠 方卫国 副主编



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

航空航天飞行器是一个国家科学技术进步的标志和综合国力的体现。航空航天技术是 20 世纪发展最迅速的技术领域之一。本书立足于迅速发展环境,以飞行器结构的分析和设计为中心内容,首次将航空飞行器与航天飞行器结构分析和设计融为一体,进行全面系统的阐述。全书阐述各种飞行器的典型结构组成和特点,结构分析和设计的基本概念,设计原理、准则和方法。同时设专门章节介绍先进复合材料典型结构,并较系统地介绍了复合材料结构设计特点、原理和方法;对航空飞行器和航天飞行器的特殊结构设计和特点也进行专门的介绍。最后总结分析了结构设计思想的演变和发展方向,重点介绍飞机综合设计技术、新的结构设计方法和研制模式。

本书为高等院校航空和宇航工程类专业的教材,也可供从事飞行器设计和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

飞行器结构学/郦正能主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2005.1

ISBN 7-81077-418-2

I. 飞… II. 郦… III. 飞行器—结构 IV. V423

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 098505 号

飞行器结构学

郦正能 主 编

张玉珠 方卫国 副主编

责任编辑 胡 敏

*

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(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:38.75 字数:868 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 7-81077-418-2

定价:48.00 元

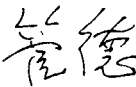
序

航空航天技术是当代发展最迅速的技术领域之一；航空航天业也是率先综合多种先进技术的行业之一。航空航天器使用要求的不断提高，促进了多种有关的先进技术的发展；而先进技术的使用，也使航空航天器的高使用要求得以实现。本书立足于迅速发展的技术环境，一方面，把航空器和航天器的结构分析和设计融合在一起；同时，阐述了设计方法，结构形式、材料工艺、使用维护等多方面的新成果、新技术，使读者能够更好地了解航空航天器研制的新进展和采用的新技术。

每一种航空航天器都是一个系统；结构是这个系统中的子系统之一。系统和子系统之间、各个子系统之间，既相辅相成，又相互制约。系统分析和系统综合是系统方法的重要内容。结构分析是结构设计的依据；结构设计则是在结构分析的基础上的优化综合。为了提高航空航天器结构设计的质量和效率，要求结构设计和分析密切结合；而现代先进手段的使用，又使这种结合更加紧密。本书把航空航天器的结构分析和设计结合在一起，有利于读者更好地了解分析和设计的相互关系，以及结构与总体设计、其他子系统设计之间的相互关系。

在国家教育部、国防科工委和北京市教委等单位的支持下，经过以郦正能教授为主编的编写组成员的共同努力，本书得以出版。

郦正能教授从1958年开始，一直从事飞机结构设计方面的教学和科研工作，参加过“北京”1号、“北京”4号、“北航”10号和无人驾驶飞机等多个飞机型号的设计、研制，在飞机结构分析与设计方面有丰富的经验。她主编的《飞机结构分析和设计》讲义，在本科和研究生教学中已使用了8年，取得了很好的效果。为了适应飞行器设计学科教学的需要，本书在原讲义的基础上既阐述了航空航天器分析和设计的共性概念、原理、原则和方法，又介绍了多种航空航天器研制的新进展，更加有利于飞行器设计人员对于相关知识的全面掌握，有利于飞行器设计专业本科和研究生的教学，并对从事航空航天器结构分析和设计的工程技术人员有重要的参考价值。

中国工程院院士： 

2003年6月5日

前言

航空航天技术的发展水平反映一个国家的综合国力,飞行器设计是航空航天技术的一个重要内容。一方面,随着科学技术的不断进步,航空飞行器与航天飞行器的界限正在渐渐地被打破,航空飞行器正在朝着空天飞机发展,航天技术与航空技术正在结合,因此有必要将航空飞行器和航天飞行器结构设计的知识和技术进行融合;另一方面,航空飞行器与航天飞行器在结构上有许多相同的特点,两类飞行器设计除了在材料上有所不同外,其分析设计方法基本相同,所需要的基础知识也基本相同。有鉴于此,将航空飞行器与航天飞行器的结构分析与设计融为一体是可能的,并且通过这种融合,更能加深对飞行器结构分析与设计的理解。

飞行器包括飞机、直升机等航空飞行器以及导弹(火箭)、人造卫星、宇宙飞船、航天飞机和空间站等航天飞行器。随着科学技术的发展,教育部已将原来分开设立的飞机设计、导弹设计和空间飞行器设计等专业合并为一个大的飞行器设计学科,但目前有关飞行器结构设计的教材分别针对航空飞行器、导弹或航天飞行器,这显然已不能适应飞行器设计学科教学和科研的需要以及宽口径、大专业的人才培养要求。为此,我们结合多年来的科研与教学经验,参考国内外新发表或出版的相关资料及航空、航天技术的最新发展状况,编写了这本书,并首次将飞机、直升机、导弹(火箭)、飞船和航天飞机等航空与航天飞行器的结构分析与设计融为一体,进行全面系统的阐述。本书是高校飞行器设计学科的专业教材,也可作为航空航天工程技术人员的参考书。

本书以飞行器结构的分析与设计为中心内容,阐述了各种飞行器的结构特点、设计方法以及结构设计思想和方法的发展;为此,对飞行器结构设计的载荷情况和一些在设计的过程中必须考虑的特殊问题也进行了必要的介绍。全书共分12章:第1章叙述飞行器的分类、组成和设计的一般程序;第2章介绍飞行器的外载荷和设计情况;第3~9章介绍飞行器的结构特点、结构分析与设计的基本概念以及设计原理、准则与方法,其中第6、7章集中介绍载人航天器和无人航天器结构特点和设计;鉴于复合材料性能的可设计性和各向异性使复合材料结构设计 with 金属结构设计有很多不同,而复合材料作为优异的新型材料已成为飞行器结构中

主要材料之一,因此,在第10章中对上述内容作了较充分的介绍;第11、12章介绍飞行器结构设计中某些特殊问题,比如结构设计思想的演变和发展,重点介绍飞行器结构综合设计技术、新的结构设计方法和研制模式。

航空与航天飞行器在结构上有不少共同之处,因此它们的结构分析与设计原理、方法也有相同或相似之处。本书提炼出各种不同飞行器在结构上的相似之处,阐述它们共性的结构分析与设计原理、原则与方法,使学生掌握飞行器相通的设计方法。重点介绍飞机、导弹的结构分析与设计的基本知识;对于载人飞船、航天站、航天飞机和人造卫星等飞行器,主要阐述其构造与设计特点。内容上力求全面而精练,既涵盖各种类型的飞行器,又达到知识的有机整合而非简单组合。本书既介绍飞行器结构分析与设计的基本概念、原理、原则与方法,又反映了当前航空航天技术发展的新成果,注重对新结构形式、新材料、先进设计原理和方法的介绍。

参加本书撰写工作的有酆正能(第4章,第2、9章部分)、张玉珠(第2、8、9章部分)、方卫国(第1、3、12章,第11章部分)、程小全(第5章部分,第10章)、王利民(第6、7章,第9、11章部分)、吴永康(第5章部分,第8章)、贾玉红(第5章部分)。酆正能主编,张玉珠、方卫国副主编,崔德刚教授主审。本书在编撰过程中,参考了大量国内外的文献资料和兄弟院校的有关教材,在此,对原作者深表感谢。

管德院士和崔德刚教授审阅本书后,提出了许多宝贵意见。根据他们的意见,我们对原稿一一作了修改,在此专诚致谢。本书的编写得到了国家教育部、北京市教育委员会和北京航空航天大学等单位的资助和支持,在此一并致谢。

在编撰过程中,我们力求阐述全面、系统、准确,论述简练,通俗易懂,但由于本书涉及面广,加上我们的水平有限和时间限制,难免存在不足之处,至诚地希望读者和专家批评、指正。

编 者

2003年5月

目 录

第 1 章 飞行器结构设计引论

- 1.1 飞行器的分类和用途 (1)
- 1.2 飞行器的主要组成部分及功用 (6)
- 1.3 飞行器研制的一般程序..... (19)
- 1.4 飞行器结构设计..... (23)
- 习 题 (26)

第 2 章 飞行器的外载荷和设计情况

- 2.1 飞行器的外载荷和过载..... (27)
- 2.2 安全系数与设计载荷..... (34)
- 2.3 飞机设计情况..... (36)
- 2.4 导弹或火箭的设计载荷..... (51)
- 习 题 (62)

第 3 章 翼面结构分析与设计

- 3.1 翼面的功用与设计要求..... (64)
- 3.2 翼面的载荷与内力..... (66)
- 3.3 翼面主要受力构件的用途和结构..... (68)
- 3.4 翼面结构形式..... (73)
- 3.5 典型翼面结构的传力分析..... (79)
- 3.6 后掠翼的结构特点与受力分析 (106)
- 3.7 三角翼的结构特点与受力分析 (121)
- 3.8 翼面结构形式的确定与结构布置 (125)

3.9	翼面结构元件设计	(139)
3.10	翼面开口区结构设计	(154)
3.11	尾翼与操纵面结构分析与设计	(162)
3.12	翼面增升装置	(177)
3.13	折叠翼面结构设计	(182)
3.14	旋翼系统结构设计	(188)
	习 题	(196)
第 4 章 机身和弹(箭)身结构分析与设计		
4.1	机身和弹(箭)身的功用、结构特点和设计要求	(202)
4.2	机身和弹(箭)身载荷及其平衡	(204)
4.3	典型结构形式及传力分析	(209)
4.4	加强框的受力分析和设计	(228)
4.5	开口区结构受力分析和设计	(241)
4.6	机身和弹(箭)身与其他部件的连接设计	(251)
	习 题	(277)
第 5 章 起落架设计		
5.1	起落装置的种类和起落架设计要求	(279)
5.2	起落架的外载荷	(282)
5.3	起落架的布置形式	(286)
5.4	起落架的结构形式和受力分析	(290)
5.5	前起落架构造	(299)
5.6	起落架缓冲装置	(303)
5.7	机轮和刹车装置	(318)
5.8	起落架的收放	(323)
	习 题	(326)
第 6 章 载人航天器结构特点与设计		
6.1	载人飞船构造	(327)
6.2	飞船外形选择和结构布局	(334)
6.3	飞船的密封结构	(341)
6.4	飞船舱段的连接与分离	(351)
6.5	空间站构造特征	(352)

6.6	航天飞机构造特征	(358)
	习 题	(375)
第 7 章 无人航天器结构特点与设计		
7.1	人造卫星结构特点和设计要求	(376)
7.2	卫星结构的外形设计	(382)
7.3	卫星结构设计	(386)
7.4	空间探测器的构造特征	(390)
	习 题	(393)
第 8 章 飞行器操纵系统和分离机构		
8.1	操纵系统的任务和基本要求	(395)
8.2	机械操纵系统的组成	(397)
8.3	操纵系统的强度和刚度	(404)
8.4	直升机操纵系统	(404)
8.5	助力操纵系统	(408)
8.6	增稳操纵系统	(418)
8.7	控制增稳操纵系统	(420)
8.8	电传操纵系统	(421)
8.9	主动控制技术在飞行控制方面的应用	(426)
8.10	分离系统概述及组成	(430)
8.11	级间分离系统设计	(435)
8.12	整流罩分离系统设计	(440)
8.13	星-箭(头-体)分离系统设计	(442)
8.14	国外飞船舱段的连接与分离情况	(445)
	习 题	(451)
第 9 章 飞行器其他部件设计		
9.1	飞机增压座舱	(452)
9.2	飞船座舱	(460)
9.3	整体油箱	(463)
9.4	推进剂贮箱	(469)
9.5	机身结构抗撞击和抗坠毁设计	(485)
	习 题	(488)

第 10 章 复合材料结构设计

- 10.1 复合材料性能特点及其在飞行器结构上的应用····· (489)
- 10.2 复合材料结构制造技术····· (504)
- 10.3 复合材料结构设计选材与设计许用值确定····· (510)
- 10.4 复合材料飞行器结构典型形式····· (519)
- 10.5 复合材料结构设计····· (529)
- 10.6 新的复合材料结构方案····· (560)
- 习 题····· (563)

第 11 章 飞行器结构设计的气动加热和气动弹性问题

- 11.1 飞行器的气动加热问题····· (565)
- 11.2 飞船的防热结构····· (569)
- 11.3 飞行器的刚度设计和气动弹性问题····· (575)
- 习 题····· (585)

第 12 章 飞行器结构设计思想和方法

- 12.1 结构设计思想的演变····· (586)
- 12.2 结构有限元分析方法····· (592)
- 12.3 结构优化设计····· (596)
- 12.4 数字化设计····· (599)
- 12.5 多学科设计优化····· (602)
- 习 题····· (604)

参考文献

第1章

飞行器结构设计引论

1.1 飞行器的分类和用途

在地球大气层内或大气层之外的空间(包括环地球空间、行星和行星际空间)飞行的器械通称飞行器。通常,飞行器可分为三大类:航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的飞行器,称为航空器;主要在大气层之外的空间飞行的飞行器,称为航天器;依靠制导系统控制其飞行轨迹的飞行武器,称为导弹;依靠火箭发动机提供推进力的飞行器,称为火箭。

1.1.1 航空器

任何航空器都需要产生升力克服自身重力才能升空飞行。按照产生升力的基本原理,可将航空器分为两大类,即靠空气静浮力升空飞行的航空器(习惯上称为轻于空气的航空器)和靠航空器与空气相对运动产生空气动力升空飞行的航空器(习惯上称为重于空气的航空器)。

1. 轻于空气的航空器

轻于空气的航空器包括气球和飞艇。它们的升空和飞行是靠空气的浮力或静力。与船漂浮在水上一样,都遵循阿基米德原理,即浸没在流体中的物体受到包围它的流体的一种浮力作用,其浮力的大小等于该物体所排出的同体积流体的重力。

气球由气囊和吊篮(吊舱)组成,分为热气球和氢气球(氦气球),主要用于高空探测和科学实验研究。气球没有动力装置,升空后只能随风飘动或被系留在固定位置上。

飞艇又称可操纵气球,飞行路线可以控制。它由巨大的流线艇体、装载人或物的吊舱、起稳定控制作用的安定面和操纵面以及推进装置四部分组成,主要用来做运输、旅游和航空运动。

2. 重于空气的航空器

重于空气的航空器是靠自身与空气之间的相对运动产生的升力升空飞行的。这种航空器

主要有两类:固定翼航空器和旋翼航空器。前者包括飞机和滑翔机,后者包括直升机和旋翼机。除了上述两种航空器之外,还有一种为许多工程师和航空爱好者探索研究而至今尚未成功的、模拟鸟类飞行的扑翼机。

飞机是依靠由动力装置产生前进推力(或拉力)、由固定机翼产生升力,在大气层中飞行的航空器。滑翔机在飞行原理与构造形式上与飞机基本相同,只是它没有动力装置和推进装置,一般由弹射或拖曳升空,然后靠有利的气流(如上升气流)或降低高度(位能转变为动能)继续飞行。

直升机是以动力驱动的旋翼作为主要升力来源,能垂直起落的航空器。旋翼机与直升机的区别是,前者的旋翼没有动力直接驱动,而靠自身前进时(前进的动力由动力装置提供)相对气流吹动旋翼转动产生升力。

在重于空气的航空器中,飞机和直升机是两种获得广泛应用的航空器。

(1) 飞机

飞机按其功用可分为军用飞机、民用飞机和科学研究飞机三大类。在军用飞机中包括歼击机(战斗机)、轰炸机(攻击机)、军用运输机、侦察机、预警机、电子对抗机、反潜机、空中加油机和救护机等。军用飞机的功用主要是完成空中拦截、侦察、轰炸、攻击、预警、反潜、电子干扰、军事运输以及空降等任务。军用飞机的种类繁多,发展最迅速,新技术应用也最快。民用飞机是指非军事用途的飞机,包括商业用的旅客机和货机等运输机,它们已成为一种快速、方便、舒适、安全的交通运输工具;还有一些通用航空中使用的飞机,如用于农业作业、护林造林、救灾、医疗救护、空中勘测和体育运动等。

为了完成各种不同的任务,对不同的飞机就有不同的技术要求。对于军用飞机称为战术技术要求;对于民用飞机称为使用技术要求。它除了飞机最大速度、升限、航程、起飞着陆滑跑距离、载重和机动性(对战斗机)等指标外,还有如能否全天候飞行,对机场以及对飞机本身的维修性和保障性等方面的要求。

从发展看,军用飞机和现代大型旅客机的飞行速度、升限和航程都不断增加。现代战斗机的最大飞行速度通常为声速的两倍多,即 $Ma > 2$;飞行升限约在 20 000 m 以上。随着航空电子技术的迅猛发展,未来的战场环境变得更加恶劣而复杂,各种新型雷达、先进探测器以及精确制导武器的问世,对军用飞机构成了极为严重的威胁。为了提高军用飞机的生存力和战斗力,各国正努力发展低可见度的隐身技术,并已在 F-117A 战斗/攻击机和 B-2 轰炸机上获得成功应用。而目前正在发展中的第四代战斗机(俄罗斯称之为第五代战斗机)如 F-22,更着重强调同时具备隐身技术、超声速巡航、过失速机动和推力矢量控制、近距起落以及良好的维修性等性能。目前,随着空战武器和一体化防空系统的飞速发展,靠有人驾驶飞机进行空中格斗或对地(舰)轰炸,其攻击时风险更大,战争损耗与代价更高。为此,世界主要军事强国已经使用无人机进行大量空中侦察,并正在进一步研究各种类型的无人作战飞机。现代军用运输机和一些大型远程旅客机的航程和载重越来越大,有的航程可达 10 000 km 以上。军用运

输机如C—5A载重将近100 t,可运载350名士兵或一辆坦克加上两架小型直升机;俄罗斯的安—225载重则高达225 t。大型旅客机如波音—747宽体客机载客可达500名,且有的客机马赫数可达到2以上(如“协和”号)。目前,有些国家还在研制可载客600~800名的超大型旅客机。由于各种飞机的用途和设计要求不同,会带来飞机气动布局和结构设计上的差别。

(2) 直升机

直升机既能上升下降、空中悬停,又能向前后左右任一方向飞行。它能在狭小场地上垂直起飞和降落而无需跑道,能在难以通行的地区活动,能运载比它本身体积大得多的货物。因此,直升机是当今世界上惟一能从地球的这一点任意飞到另一点的航空器。

直升机的应用几乎遍及军用和民用的各个领域。在军用方面,可用于通信联络、侦察巡逻、炮兵校射、后勤支援、空降登陆、反潜扫雷、对地攻击、战场救护和空中指挥等方面;在民用方面,可用于短途运输、医护救灾、森林防火、地质勘探、空中摄影、吊装设备、交通指挥和科学考察等方面。近年来武装直升机越来越受到人们的青睐。特别在海湾战争之后,一些现代化的武装直升机,不仅速度大,而且有机枪、机炮、火箭和导弹等装备齐全的武器系统,有较高的机动性,反应灵活,能贴地飞行(高度在10 m以下);装有装甲防护,采用了防坠毁结构,有较强的生存力;外形尺寸较小,噪声低,采用了减少反光、减少红外辐射和防雷达探测等隐身技术,有较好的隐蔽性;能全天候飞行,并有夜视能力;在沙漠、丛林、山地和各种复杂地形条件下表现出极为突出的作战能力,从而引起了各国的重视。

1.1.2 航天器

航天器是在稠密大气层之外环绕地球,或在行星际空间、恒星际空间中,基本上按照天体力学规律运行的各种飞行器,又称空间飞行器。与自然天体不同的是,航天器可以按照人的意志改变其运行轨道。

航天器可以分为无人航天器和载人航天器。前者可以按照是否环绕地球运行分为人造地球卫星和空间探测器;后者又可分为载人飞船、航天站(又称空间站)和航天飞机。

1. 无人航天器

(1) 人造地球卫星

简称人造卫星,是由运载火箭发射到一定高度,获得必要的速度,沿一定轨道环绕地球,基本上按天体力学规律运行的一种航天器。人造卫星按其用途可分为科学卫星、应用卫星和技术试验卫星。

科学卫星主要用于科学探测和研究,如空间物理探测卫星和天文科学卫星等。它借助望远镜、光谱仪、盖革计数器、电离计、压力测量仪和磁强计等仪器对高层大气、地球辐射带、地球磁层、宇宙线、太阳辐射、极光以及太阳和其他天体进行探测研究。

应用卫星是直接为国民经济和军事服务的卫星,其种类最多、发射的数量也最多。按其用

途可分为通信卫星、气象卫星、导航卫星、侦察卫星、测地卫星、地球资源卫星和截击卫星等。通信卫星是应用最广的卫星之一,中国 1984 年 4 月 8 日用“长征”3 号(CZ—3)三级液体火箭发射了第一颗试验通信卫星“东方红”2 号,以后又相续发射了“东方红”3 号和“亚洲”1 号通信卫星,它们用于电话、电报、电视和广播的传输,构成卫星通信和电视广播系统。

技术试验卫星主要用来对航天技术中的新原理、新技术、新方案和新材料等进行试验研究,如重力梯度稳定试验、生物对空间环境适应性试验、载人航天器生命保障系统和返回系统的验证性试验、交会对接技术试验、新传感器空中飞行试验以及轨道拦截技术试验等。

(2) 空间探测器

空间探测器又称深空探测器,包括月球探测器、行星探测器和行星际探测器,用来对月球和月球以远的天体和空间进行科学探测。各种行星际探测器分别用来探测金星、火星、水星、木星、土星以及行星际空间和恒星。美国“旅行者”号探测器是典型空间探测器之一。

2. 载人航天器

载人航天器按照飞行和工作情况可分为载人飞船、航天站(空间站)和航天飞机。

(1) 载人飞船

载人飞船是用来保障航天员在外层空间生活、工作以执行航天任务并能返回地面的航天器,又称宇宙飞船,可分为卫星式载人飞船和登月载人飞船。载人飞船可以独立进行航天活动,也可以作为往返于地面和航天站(或月球)之间的“渡船”。苏联的“联盟”号飞船和美国的“阿波罗”号登月飞船是载人飞船的典型代表。

(2) 航天站

航天站是可供多名航天员长期生活的航天器。它的运行原理与环绕地球的卫星式载人飞船类似,其主要区别是后者运行时间很短,一般仅能一次使用后返回地面。

(3) 航天飞机

航天飞机是可以重复使用,往返于地面和近地轨道之间运送有效载荷或在轨道上完成规定活动的航天器。一般可设计成飞机形式,由运载火箭送入轨道,返回地面时可像飞机那样着陆。目前,正在探索像飞机那样水平起飞、水平着陆的航天飞机(又称空天飞机)。

1.1.3 火箭和导弹

1. 火箭

火箭一词的含义较广,既可指火箭发动机,又可指火箭飞行器。一般说,火箭是指靠火箭发动机喷射工作介质产生反作用力向前推进的飞行器。火箭自身携带全部推进剂,不依赖外界工作介质产生推力。火箭既可在大气层内飞行,亦可在大气层外飞行。火箭发动机工作时喷出高温高速的气体给火箭本体一个反作用力,使火箭的速度产生变化。在飞行过程中推进

剂不断减少,致使火箭质量减小,则速度将不断增加。火箭按其作用一般可分为探空火箭和运载火箭。

探空火箭是在近地空间进行探测和科学试验的火箭。利用探空火箭可以在高度方向探测大气各层结构、成分和参数,研究电离层、地磁场、宇宙线、太阳紫外线、X射线和陨尘等多种日-地物理现象,为弹道导弹、运载火箭、人造卫星和载人飞船等飞行器的研究提供必要的环境参数。运载火箭是由多级火箭组成的航天运输工具。它用来把人造地球卫星、载人飞船、航天站或空间探测器等有效载荷送入预定轨道。

2. 导 弹

导弹是由制导系统控制其飞行轨迹的飞行武器,其特点是带有战斗部。导弹的动力装置可以是火箭发动机,也可以是涡轮或涡扇喷气发动机,还可以是冲压发动机。按不同的分类准则,导弹可分为不同的类型。

(1) 按弹道特征分类

按弹道特征可分为弹道式导弹和巡航导弹。

① 弹道式导弹是一种由地面垂直发射的远射程、大威力的进攻性武器,其弹道由主动段、自由飞行段和再入段组成,自由段和再入段又统称为被动段。在主动段飞行阶段,导弹受到发动机推力和制导系统的作用;主动段飞行结束后,导弹飞出稠密大气层,实现弹头与弹体分离,转入自由飞行段。在此阶段导弹只受到地球引力的作用,按椭圆轨迹在稠密大气层外飞行,之后导弹再入大气层。在再入飞行段导弹受到强烈的气动加热,需要对弹头进行防热。根据射程不同,弹道式导弹可分为近程(100~1 000 km)、中程(1 000~4 000 km)、远程(4 000~8 000 km)和洲际(8 000~10 000 km或以上)弹道式导弹。

② 巡航导弹是一种以火箭发动机或航空喷气发动机为动力,在大气层内飞行并有较长平飞段的自控飞行作战武器。“巡航”是指导弹在大气层内升力与重力、推力与阻力大致平衡的条件下,以某一较经济或特定的高度和速度飞行的方式。巡航导弹的外形有些像飞机,飞行航迹大部分为等高、等速巡航飞行弹道。当从飞机上发射时,导弹先下滑后转入平飞;若从地面或舰艇上发射,导弹先借助推爬升,然后转入平飞(自控段),捕捉到目标后自动导向目标(自导段)。攻击陆上目标的现代巡航导弹还有地形回避/跟踪和末端机动飞行弹道,可大大提高突防能力。

(2) 按发射点和目标的空间位置分类

按发射点和目标的空间位置,导弹可分为地对空、空对地、空对空和地对地导弹。

① 地对空导弹又称防空导弹,是从地面或海上发射攻击空中目标的导弹,主要用于保卫城市、军事基地等重要设施和大型军舰等。攻击的目标包括飞机、导弹和军事卫星等。

② 空对地导弹是由飞机上发射,攻击地上或海上目标的导弹。其打击的目标极其广泛,包括敌坦克、装甲车、车辆、军舰、人员、桥梁和指挥所等建筑以及雷达等军事设施,即敌地海的

一切目标,属进攻性压制武器。

③ 空对空导弹是从飞机上发射用于攻击空中目标的导弹,打击的主要目标是各种军用飞机和巡航导弹。空对空导弹根据攻击能力的不同又可分为尾部攻击导弹和全向攻击导弹。尾部攻击导弹只能从目标后方的一个区域内对目标进行攻击;而全向攻击导弹可从目标的前方、后方全区域攻击目标。按射程的不同,又可分为近距格斗弹和中、远程拦截弹。

④ 地对地导弹是指从地上或海上发射、打击地上或海上目标的导弹。在这类导弹中,弹道式导弹、陆射(海射)巡航导弹占有较大比例。

(3) 按导弹打击的目标类型分类

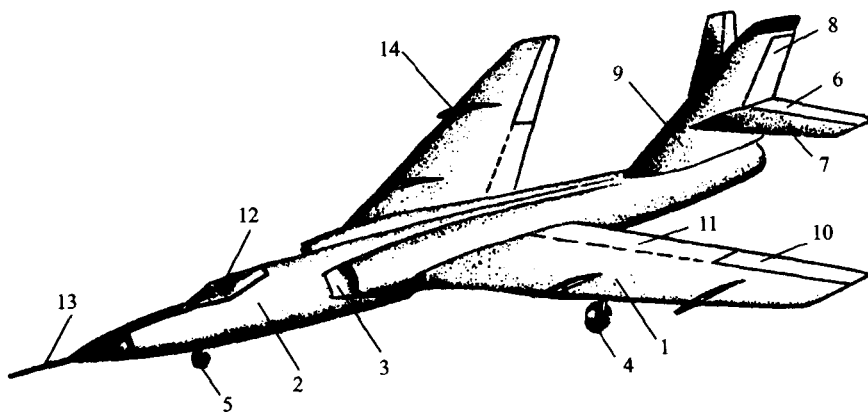
按导弹打击的目标类型可分为反飞机导弹、反导弹导弹、反卫星导弹、反舰导弹、反辐射导弹(用于攻击雷达等电磁辐射源)、反坦克导弹及攻击地面常规目标导弹。其中,攻击地面常规目标的导弹打击目标极广,包括地面上的一切有生力量和重要设施。

另外,导弹还可按作战中的作用划分为战略导弹和战术导弹;按使用的推进剂划分为液体导弹、固体导弹和固液导弹;按级数划分可分为单级导弹和多级导弹等。

1.2 飞行器的主要组成部分及功用

1.2.1 航空器的主要组成部分及其功用

飞机是使用最广泛、最具代表性的航空器。飞机的主要组成部分有机体、飞机操纵系统、飞机动力装置和机载设备等,分别如图 1-1 和图 1-2 所示。



1—机翼;2—机身;3—进气口(发动机在机身内);4—起落架主轮 5—起落架前轮;6—升降舵;7—水平安定面;
8—方向舵;9—垂直安定面;10—副翼;11—襟翼;12—驾驶员座舱;13—空速管;14—翼刀

图 1-1 飞机的主要组成部分

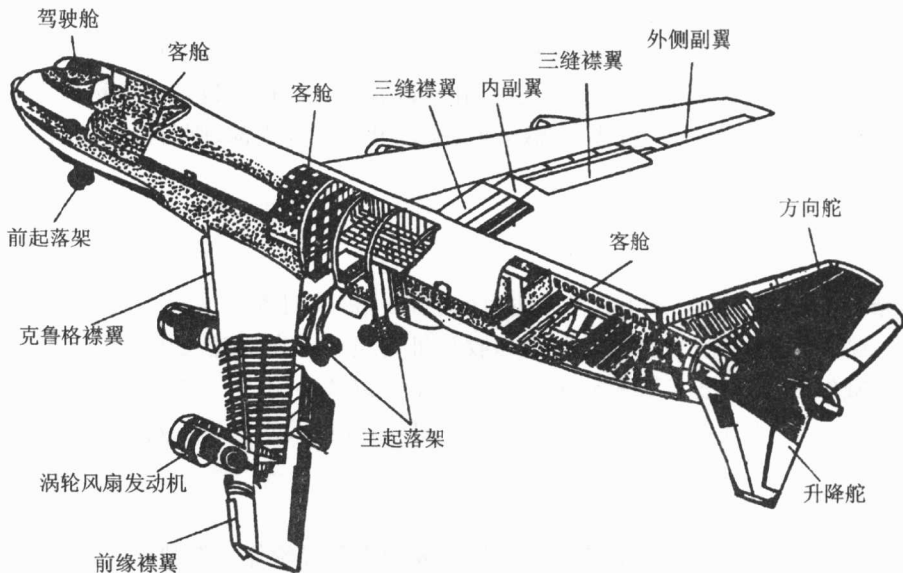


图 1-2 波音—747 宽体客机

1. 机 体

机体包括机翼、机身及尾翼等部件。

(1) 机 翼

机翼是飞机产生升力的主要部件。通常在机翼上有用于横向操纵的副翼和扰流片，机翼前后缘部分还设有各种形式的襟翼，用于增加升力或改变机翼升力的分布。

(2) 尾 翼

尾翼通常在飞机尾部，分为水平尾翼和垂直尾翼两部分。个别飞机的尾翼设计成 V 形，它兼起纵向和航向稳定、操纵的作用，称为 V 形尾翼。一般水平尾翼由水平安定面和升降舵组成，垂直尾翼由垂直安定面和方向舵组成。在超声速飞机上，为了提高飞机纵向操纵能力，常将水平尾翼做成一个整体（不分水平安定面和升降舵），它可以操纵偏转，称为全动平尾。有的飞机上（主要是变后掠翼飞机）还将全动平尾设计成可以差动偏转的形式，即平尾的左右两半翼面不仅可以同向偏转，且可反向偏转，此时可起横向操纵作用，这种形式称为差动平尾。带方向舵的垂直尾翼已能满足超声速飞行时的航向操纵要求，所以较少采用全动垂直尾翼。在有些飞机上，水平尾翼不是装在飞机尾部，而是移到机翼的前面，此时，水平尾翼被称为前翼或鸭翼。

(3) 机 身

机身处于飞机的中央，它将机翼、尾翼、动力装置和起落架等部件连成一个整体，构成飞