

# 航空航天技术概论

主 编：过崇伟  
编著者：过崇伟 周慧钟 李忠应  
郭振华 徐南荣 杨景佐  
蔡 峨 曹 名 栾儒生  
杨振声 马成栋 李廷杰

北京航空航天大学出版社

(京)新登字166号

### 内 容 简 介

本书系统地介绍航空器、航天器、火箭及导弹等各类飞行器的基本知识、基本原理和基本分析方法。内容包括飞行器的分类及其各自的特点、飞行原理、推进系统、控制系统、外形和构造原理、起飞着陆、发射回收、飞行器的研制过程、可靠性、维修性及效费等有关技术问题。侧重物理概念及定性分析，并从系统工程的角度介绍有关的运用问题。

本书可作为飞行器工程专业本科生《航空航天技术概论》课程的教科书；亦可作为非飞行器工程专业本科生的选修课教材；也可供从事航空航天科研、设计、制造、运用等有关工程技术人员、干部参阅。

### 航 空 航 天 技 术 概 论

HANGKONG HANGTIAN JISHU GAILUN

过崇伟 等编著

责任编辑 赵延永

北京航空航天大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

通县电子店印刷厂印装

787×1092 1/16 印张，19.5 字数，499千字

1992年6月第一版 1992年6月第一次印刷 印数，15000册

ISBN 7-81012-277-0/V·023 定价，5.10元

HK55/12

## 前 言

航空航天技术是高度综合的现代科学技术。它们以基础科学和技术科学为基础，集中应用了20世纪许多工程技术的新成就。不同类型的飞行器（航空器、航天器、火箭与导弹）虽有很大差异，但它们之间在技术上存在许多共性问题。70年代以后，它们之间在技术上相互交叉、相互渗透日益加强。70年代出现了随控布局飞机（CCV）；80年代初出现了航天飞机。说明了原属无人驾驶飞行器并以其为特点的自动控制系统，将日益成为现代飞机必不可少的组成部分；航天飞机更是火箭、航天与航空技术的综合产物。航空高校第二教材委员会于1988年11月决定《航空航天技术概论》为飞行器工程专业的主干课之一。本书就是根据该课程的基本教学要求编写的。本书综合介绍包括航空器、航天器、火箭、导弹在内的各类飞行器的飞行原理、推进系统、控制系统、构造原理、起飞着陆、发射回收技术以及飞行器研制的有关问题。其中着重介绍航空航天技术的一些基本概念、基本知识以及各类飞行器的特

以期扩大高等院校飞行器工程专业本科生的专业知识面及其视野；以利航空、航天、火箭、导弹等不同对象、不同专业之间的相互了解与相互渗透。

参加本教材编写工作的有过崇伟（第一、六章），周慧钟、李忠应（第二章），郭振华、徐南荣（第三章），杨景佐、蔡峨（第四章），曹名、栾儒生、杨振声、马成栋（第五章），李廷杰（第七章）。过崇伟主编，郭兴中、冯元生主审。全书插图由门长华绘制。

本书的研究对象几乎包括所有广为应用的现代飞行器。对于如此众多的研究对象，如此浩瀚的现代多学科的知识海洋，我们虽然广采博议，力求系统全面、通俗易懂、文字简炼、插图从简（尽量用原理图、示意图，少用构造图），但限于篇幅和我们的水平，必然存在许多错误与缺点，希望读者批评指正。

本书在编写过程中，参考了大量国内外文献资料和兄弟院校有关教材，在此对原作者深表感谢。

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
§ 1-1 航空航天的概念及其沿革 .....	( 1 )
§ 1-2 飞行器的分类及其各自的特点 .....	( 3 )
§ 1-3 飞行器的主要组成部分及其功用 .....	( 12 )
§ 1-4 我国航空航天工业的发展概况 .....	( 13 )
§ 1-5 本课程的地位、作用与任务 .....	( 16 )
<b>第二章 飞行原理</b> .....	( 17 )
§ 2-1 飞行环境 .....	( 17 )
§ 2-2 流动气体的基本规律 .....	( 21 )
§ 2-3 作用在飞行器上的空气动力及其力矩 .....	( 29 )
§ 2-4 引力 .....	( 38 )
§ 2-5 作用在飞行器上的力和力矩 .....	( 40 )
§ 2-6 变质量物体的动量方程及导弹的理想速度 .....	( 41 )
§ 2-7 飞行器的运动方程 .....	( 43 )
§ 2-8 爬升、巡航及下滑飞行 .....	( 49 )
§ 2-9 常用导引规律 .....	( 58 )
§ 2-10 弹道导弹的弹道 .....	( 62 )
§ 2-11 卫星及空间飞行器的轨道 .....	( 71 )
§ 2-12 机动性、过载、稳定性及操纵性 .....	( 82 )
<b>第三章 推进系统</b> .....	( 87 )
§ 3-1 推进系统的组成和分类 .....	( 87 )
§ 3-2 活塞式航空发动机 .....	( 88 )
§ 3-3 空气喷气发动机 .....	( 90 )
§ 3-4 火箭发动机 .....	( 98 )
§ 3-5 组合发动机 .....	( 111 )
§ 3-6 非常规推进系统 .....	( 114 )
<b>第四章 控制系统</b> .....	( 121 )
§ 4-1 飞机的导航系统 .....	( 121 )
§ 4-2 导弹制导系统 .....	( 131 )
§ 4-3 航天器的控制系统 .....	( 157 )
§ 4-4 控制系统仪表及自动驾驶仪 .....	( 164 )
§ 4-5 航空武器系统 .....	( 175 )
<b>第五章 飞行器的外形与构造原理</b> .....	( 185 )
§ 5-1 飞机 .....	( 185 )

184

9.5.6

5.7.1

10.10

26.10

71.40

46-77

111.205

118

1.4.2

10.15

1-4  
11-13

§ 5-2	直升机 .....	( 205 )
§ 5-3	有翼导弹 .....	( 212 )
§ 5-4	弹道式导弹 .....	( 218 )
§ 5-5	航天器和运载火箭 .....	( 227 )
§ 5-6	航天飞机 .....	( 238 )
§ 5-7	飞行器所采用的主要材料 .....	( 247 )

**第六章 起飞与着陆、发射与回收 .....** ( 250 )

1-5  
2-6

§ 6-1	飞机的起飞与着陆 .....	( 250 )
§ 6-2	起落架的构造 .....	( 253 )
§ 6-3	改善起飞、着陆性能的措施 .....	( 261 )
§ 6-4	机场设施和无线电控制着陆 .....	( 264 )
§ 6-5	导弹、运载火箭的发射与航天器的回收 .....	( 266 )

**第七章 飞行器的研制过程、可靠性及效能 .....** ( 276 )

§ 7-1	飞行器的研制过程 .....	( 276 )
§ 7-2	飞行器的可靠性与维修性 .....	( 287 )
§ 7-3	飞行器的效能和效费分析 .....	( 299 )

1. 非导引弹头
2. 激波前后的物理特性, 马赫波, 斜激波, 激波反射
3. 诱导阻力的产生
4. 无线电寻标, 测速, 测距, 测角, 测高的原理
5. 调制盘的作用
6. 脉冲装置的作用原理
7. 雷达导引原理及各部分作用

# 第一章 绪 论

## §1-1 航空航天的概念及其沿革

### 一、航空航天概念

**航空**是指飞行器在地球大气层内的航行活动；而**航天**是指飞行器在地球大气层外宇宙空间的航行活动。飞行器到大气层外航行必须首先穿过大气层，如欲返回，又必须再入大气层。因此，两者之间既有区别，又有联系。

### 二、航空航天沿革及其社会意义

人类在利用与改造大自然的漫长岁月中，早就产生翱翔天空、遨游宇宙的愿望。《嫦娥奔月》、《牛郎织女》，腾云驾雾，孙悟空一个筋斗十万八千里等，这些古老的神话与传说，是在生产力与科学技术水平极度低下的古代，人类幻想利用与征服天空的愿望。人类为了实现腾空飞行的理想，经历了一段相当艰难曲折的过程。很早以前，人类就做过种种飞行的尝试与探索。在中国的西汉时期、欧洲的中世纪都有人模拟鸟类进行过飞行活动的尝试。现在看来，这种尝试屡遭失败是必然的，但这使人们认识到简单模拟鸟类飞行的做法并不能使人升空，实现飞行的理想。于是，飞行探索转向轻于空气的航空器的研究。1783年，法国蒙哥尔费兄弟的热空气球和J·A·C查理的氢气球相继升空成功，首次实现了人类腾空飞行的理想，为人类征服天空迈出了第一步。随后发展了性能优于气球，飞行方向可以操纵的飞艇。1852年法国H·吉法尔制成了装有蒸气机（功率仅3马力，即2.2kW）和螺旋桨，方向可以操纵的具有实用价值的飞艇。19世纪末，飞艇已进入工程实用阶段，其中最著名的是1898年开始设计、制造的德国“齐伯林”号。它装有汽油内燃发动机，装载量大，速度也较快。1910年，德国用此艇建立了第一条定期空中航线。当时该艇可载24名乘客和12名空勤人员。1921年该艇用20天环绕地球飞行一周。但是轻于空气的航空器具有升力小，阻力大，飞行速度慢，不灵活，不安全等缺点，因此人们转向重于空气的航空器的研究。18世纪产业革命后，对汽车用内燃机和船用螺旋桨的研究，为重于空气的航空器提供了动力基础；英国航空科学家G·凯利、德国工程师O·李林达尔等世界航空先驱者对滑翔机和重于空气的航空器的飞行原理的初步研究结果，为重于空气的航空器提供了理论基础；之后，美国莱特兄弟制造了第一架飞机，并于1903年底实现了人类首次有动力、可操纵的持续飞行，开创了现代航空的新纪元。

20世纪上半叶，相继发生了两次世界大战。战争对航空的发展产生了重大影响。从20世纪初开始，一些国家政府就注意到飞机的军事意义，相继成立了航空科学研究机构。在第一次世界大战中，飞机已开始应用于军事。在20~30年代，飞机从双翼机到张臂式单翼机，从木结构到全金属结构，从敞开放式座舱到密闭式座舱，从固定式起落架到收放式起落架。这些

技术成果使飞行速度、升限提高了2~4倍。在此期间，发动机功率提高了5倍，航空工业逐渐成为独立的产业部门。

20世纪中叶的第二次世界大战引起了航空工业又一次大发展。战争期间，参战飞机数量剧增，性能迅速提高，军用航空对战争已具有举足轻重的影响。第二次世界大战以后，航空科学的进一步发展，飞机气动外形的改进（如采用后掠翼、面积律等），涡轮喷气发动机及机载雷达的采用，进一步改变了飞机的面貌。飞机很快突破了“音障”和“热障”，飞行速度达到音速的2~3倍，进入了超音速飞行时代。垂直起落飞机以及直升机也得到了发展和广泛应用。同时，民用航空也有了很大发展。1919年最早出现的单发动机旅客机仅有四个客座。从50年代起，喷气式旅客机逐渐取代了装有活塞式航空发动机的旅客机，其巡航速度在800km/h以上，飞行高度在10km以上，客座数已达100~150。随着低耗油率的高涵道比涡轮风扇发动机的研制成功以及高效率机翼增升装置的应用，70年代初出现了大型宽体高亚音速喷气式旅客机和货机，其载重量大大增加，客座数增至350~500，起飞、着陆距离也缩短了。航空器的发展改变了交通运输的结构，提供了一种快速、方便、经济、安全的运输手段，它已成为国民经济和日常生活中必不可少的交通工具。在工业方面，广泛应用于空中摄影，大地测绘，地质勘探及资源调查；在农林方面，应用于播种施肥，除草灭虫，森林防火以及环境保护等。这一切，都将对生产方式的变革以及生产率产生深远的影响。

航天飞行器在高度真空的宇宙空间飞行。而一般航空飞行器的推进系统必须依赖外界介质（空气）才能工作，产生推力。因此，为了实现从航空到航天，首先要解决不依赖空气且能产生巨大推力的运载工具。这种运载工具就是火箭。

火箭是中国发明的。早在公元12世纪就用于战争。20世纪初，世界航天理论的先驱者，苏联科学家К·Э·齐奥尔科夫斯基、美国物理学家R·H·戈达德等研究并阐明了利用火箭进行航天的基本原理，提出了现代液体火箭的设想。1926年戈达德研制的世界第一枚液体火箭试飞成功。第二次世界大战期间，纳粹德国集中力量研制大型液体火箭。1942年10月，A-4火箭（即V-2火箭）发射成功，为战后发展航天运载工具、远程导弹奠定了基础。

从1957年8月与12月，苏联和美国先后成功地发射洲际弹道导弹以来，重大的航天活动可列举如下：

1957年10月，苏联发射世界第一颗人造地球卫星成功，标志着人类活动范围的又一次飞跃，开创了人类航天的新纪元；

1961年苏联Ю·А·加加林乘坐“东方”1号飞船进入太空，绕地球飞行108分后安全返回地面，开始了世界载人航天的新时代；

1969年美国N·A·阿姆斯特朗和E·E·奥尔德林乘坐“阿波罗”11号飞船登月成功，在月球静海西南角着陆，成为涉足地球之外另一天体的首批人员。他们在月球上安放了科学实验装置；拍摄了月面照片；搜集了22kg月球岩石与土壤样品，然后自月面起飞，与指挥舱会合，返回地球。

1981年4月，世界上第一架垂直起飞、水平着陆，可重复使用的美国航天飞机“哥伦比亚”号试飞成功，标志着航天运载器由一次使用的运载火箭转向重复使用的航天运载器的新阶段。航天飞机综合应用了许多现代科学技术成果，是火箭、航天器和航空器的综合产物。由于可以多次重复使用，因此发射成本低，而且用途广泛，为人类提供了比较理想的航天运载工具，使航天技术为国民经济服务开创了更加广阔的前景，是航天史上一个重要的里程碑。

碑。

在无人空间探测方面：

1970年12月，苏联“金星”7号探测器首次在金星上实现了软着陆；

1971年12月，苏联“火星”3号探测器首次在火星表面软着陆；

1972年3月，美国发射“先驱者”10号探测器，经过11年飞行，于1983年6月越过海王星轨道，而后成为飞离太阳系的第一个人造天体；

1977年9月，美国发射“旅行者”2号探测器，对天王星、海王星进行探测；

1989年10月，美国“阿特兰蒂斯”号航天飞机将“伽利略”号宇宙飞船送入轨道，使“伽利略”号飞船登上为时6年，行程约为38亿公里的漫长征途，预计在1995年12月抵达木星。

从60年代以来，为科学研究、国民经济和军事服务的各种科学卫星与应用卫星得到了很大的发展。70年代后，各种卫星向多用途、高可靠、长寿命、低成本的方向发展并取得了显著的效益。具有代表性的大事可列举如下：

1958年12月，美国发射了世界第一颗通信卫星“斯科尔”号；

1960年4月，美国先后发射了世界第一颗气象卫星“泰罗斯”1号和导航卫星“子午仪”1B号；

1963年7月，美国发射了世界第一颗地球同步轨道通信卫星；

1964年8月，美国发射了世界第一颗地球静止轨道通信卫星；

1965年4月，美国成功地发射了世界第一颗商用通信卫星“国际通信卫星”1号，正式为北美与欧洲之间提供通信业务。它标志着通信卫星进入了实用阶段；

1972年7月，美国发射了世界第一颗地球资源卫星“陆地卫星”1号；

1982年11月，美国航天飞机开始商业性飞行。1984年11月，美国航天飞机成功地施放了两颗卫星并回收了两颗失效的通信卫星，第一次实现了双向运载任务；

1983年4月，美国发射了世界第一颗跟踪和数据中继卫星。

综上所述，从1957年世界第一颗人造地球卫星发射成功算起，迄今仅30余年，航天技术取得了如此巨大的成就是前所未有的，产生了巨大的社会效益与经济效益。由于通信卫星通信距离远、容量大、质量高、灵活可靠，因而已成为现代通信的重要手段。80年代初期，国际卫星通信网已承担了2/3的洲际电信业务和几乎全部电视传输业务。对幅员辽阔的国家，利用卫星是最经济、最有效的通信和广播手段。卫星导航实现了全天候、全球、高精度的导航定位。利用卫星进行资源调查是最迅速、最有效、最经济的。一颗地球资源卫星全年的效益约为其研制发射费用的十几倍。因此，航天技术现已成为世界新技术革命的一个重要组成部分。

## § 1-2 飞行器的分类及其各自的特点

### 一、飞行器的分类

在地球大气层内或大气层外空间（太空）飞行的器械，统称为飞行器。通常，飞行器可分为三大类：航空器、航天器、火箭与导弹。在地球大气层内飞行的飞行器，称为航空器；



主要在地球大气层外空间飞行（运行）的飞行器，称为航天器；火箭是以火箭发动机为动力的飞行器，可以在大气层内或大气层外飞行；导弹则是带有战斗部的可控制的火箭；而运载火箭则是带有航天器（人造卫星、载人飞船、空间探测器等），并将其送入预定轨道的可控制的火箭。可见，导弹与运载火箭都是可控制的火箭，只是有效载荷及其使命不同而已。

## 二、航空器的分类及各自的特点

由航空器飞行的基本原理可知，任何航空器都必须产生大于自身重力的升力才能升空飞行。根据产生升力的原理，航空器可分为两大类，即

1. 轻于空气的航空器
2. 重于空气的航空器

轻于空气的航空器的升力是空气的静浮力。其主体是一个气囊，充以密度比空气小得多的气体（氢、氦或热空气）而产生浮力。气球和飞艇是轻于空气的航空器。两者的主要区别在于：前者无推进系统，升空后只能随风飘荡或系留在地面某一固定位置，不能随意进行控制。根据气囊内浮升气体的不同又可分为氢气球、氦气球及热气球等；而后者装有推进系统，巨大的艇体呈流线型，有安定面及操纵面，可以随意控制飞行方向。它可以采用改变浮升气体量（充气或放气）、抛掉压舱物（水或沙袋）、改变推力方向或艇体、翼面的气动升力等方法实现升降。

重于空气的航空器的升力是由其与空气的相对运动而产生的。根据产生升力的不同原理又可分为固定翼航空器及旋翼航空器等。前者（包括机翼后掠角可变的）主要由机翼产生升力。这一类航空器，根据有无动力，又可分为飞机（有动力）及滑翔机（无动力）两类。前者是目前最主要、应用范围最广泛的航空器。它的特点是由推进系统提供推力（或拉力），主要由机翼产生升力，由操纵面控制飞行方向；后者与前者主要区别在于：后者无动力，依靠自身重力在飞行方向的分力实现滑翔飞行。

旋翼航空器主要由旋翼产生升力。根据旋翼有无动力驱动，又可分为旋翼机和直升机两大类。旋翼机的旋翼无动力驱动，依靠迎面气流吹动旋翼而产生升力；而直升机的旋翼则有动力驱动，升力和水平运动所需推力均由旋翼产生。

综上所述，航空器的分类如图1-2-1所示。

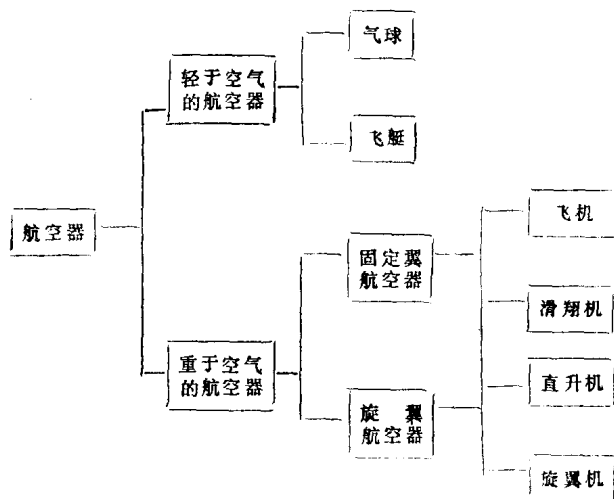


图1-2-1 航空器的分类

下面仅就飞机这一类飞行器加以进一步分类并分别介绍其各自的特点。

## 三、飞机的分类及各自的特点

### （一）按用途分类

依此，飞机可分为军用机和民用机两大类。前者是按各种军事用途设计的飞机；后者则泛指一切非军事用途的飞机，包括旅客机、货机、农业机、运动机、救护机以及

试验研究机等。其中旅客机、货机及客货两用飞机又统称为民用运输机。下面主要介绍军用飞机的分类及各自的特点：

1. 歼击机：又称战斗机，第二次世界大战前称驱逐机。它是主要用于在空中歼灭敌机和其他空袭兵器（如飞航式导弹等）的军用飞机。其主要任务是与敌方歼击机进行空战，夺取制空权；其次是拦截敌方轰炸机、强击机和巡航导弹；还可携带一定数量的对地攻击武器，执行对地攻击任务。现代歼击机配备的主要武器为：导弹、机关炮及火箭等。第二次世界大战后出现了喷气式飞机，如苏联的米格-15，美国的F-86等，速度在1000km/h、升限在15km左右，质量为5~7t。50年代初期出现了超音速歼击机，如美国的F-100，苏联的米格-19等，速度为 $Ma=1.3\sim 1.5$ ，升限可达18km以上，质量在10t左右。50年代中期又出现了两倍音速的歼击机，如苏联的米格-21，美国的F-104等。60年代中期出现的苏联米格-25和美国YF-12歼击机，速度已超过三倍音速，升限将近30km，起飞质量超过30t。经过60年代越南、印巴和中东战争的实战表明：歼击机空战大多在中、低空（3~9km），近音速（ $Ma\ 0.6\sim 1.5$ ）进行。因此，以后新设计的歼击机不再追求很高的速度和高度，而主要要求具有良好的中、低空机动性（转弯、加速、减速和爬升性能）以及完善机载电子设备、武器和火力控制系统，以提高空中格斗能力。60年代末以后发展的歼击机，最大速度一般在 $Ma=2\sim 2.5$ ，飞行高度17~20km，质量10~20t，大多采用加力涡轮风扇发动机；飞机外形为兼顾亚、跨、超音速范围内都具有较大的升阻比，一般采用中等后掠角（ $\sim 45^\circ$ ）、中等展弦比（ $\sim 3$ ）并带有前缘边条或三角形的薄机翼；飞机的操纵系统广泛采用电传操纵，可以实施部分或全部主动控制技术；配备的主要武器为近程空对空导弹及机关炮。图1-2-2为美国60年代末研制，1972年7月首次试飞，1975年开始装备部队的F-15歼击机的外形示意图。

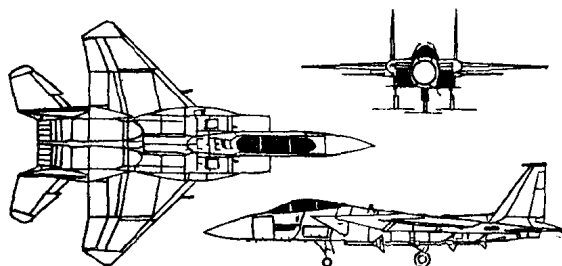


图1-2-2 歼击机的外形示意图

2. 截击机：又称拦截歼击机，是专门用于在空中截击入侵的敌轰炸机或飞航式导弹的歼击机。它的主要任务是保卫我方政治、经济中心、军事要地、交通枢纽等战略要地不受敌机的轰炸。50年代相继出现的美国F-102、F-106，法国幻影Ⅲ以及苏联的苏-9等最具代表性。50年代末，由于超音速轰炸机的出现，研制了三倍音速的截击机，如美国的YF-12，苏联的米格-25等。

截击机的特点是：具有很强的快速反应能力，要求爬升快，速度大，升限高，航程远，不论昼夜均能立即起飞，迅速加速爬升，飞达指定空域。由于被截击目标的机动能力不大，因此，它不需要很高的机动性，但应配备良好的雷达及电子设备，能全天候飞行。为对付敌轰炸机低空偷袭，要求它具有下视和下射能力，采用能抑制地面杂波干扰的下视雷达和远程、全向发射的空空导弹系统；为对付敌轰炸机高空高速突防，则要求它具有相当的飞行高度和速度外，还应具有较强的抗干扰能力，以对付敌轰炸机携带的各种电子干扰设备。70年代以后，随着电子技术的发展，机载雷达的性能和可靠性大大提高了，而且不断小型化，因而在新研制的歼击机（如美国的F-15、F-16等）上都装有先进的雷达。它们的速度、爬升率、升限以及机动能力均超过了截击机。它们既具备空中格斗能力，又具备截击能力，因此，不再继续发展截击机。图1-2-3为苏联的米格-25截击机的外形示意图。

3. 歼击轰炸机：又称战斗轰炸机。它是以攻击战线附近（有时深入敌后）的敌方地面目标，支援地面战斗为主，投掷外挂武器后具有空战能力的军用飞机。它与歼击机相比，载弹量大，航程远；与轰炸机相比，机动性能好，突防能力强并具有一定的空中格斗能力。它主要装备（一般采用外挂）对地攻击武器：航空炸弹、火箭、机关炮和空地导弹等；具有良好的高速和低速飞行性能（现代歼击轰炸机常采用变后掠机翼）；装有完善的火控及导航设备。现代歼击轰炸机起飞质量可达30~40t，作战半径可超过1000km，载弹量可达6~8t，因而可以取代轻型轰炸机执行各种战术轰炸任务。图1-2-4为苏联的苏-20变后掠机翼战斗轰炸机的外形示意图。

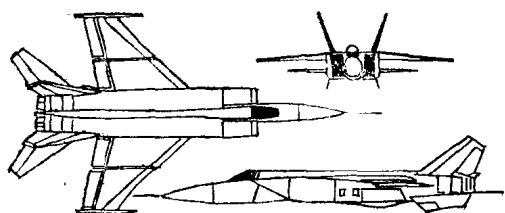


图1-2-3 截击机外形示意图

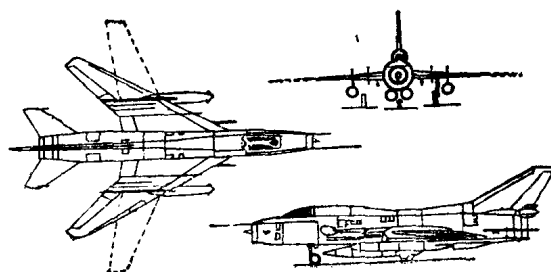


图1-2-4 战斗轰炸机外形示意图

4. 强击机：又称攻击机。它主要从低空、超低空对地面（水面）目标进行攻击的军用飞机。它用于直接支援地面部队作战，摧毁战术和战役纵深的有生力量、防御工事、坦克、地面雷达、炮兵阵地、前线机场、交通枢纽等。它装备的武器有机枪、炮、火箭、炸弹（或制导炸弹）、鱼雷以及空地、空空导弹等。它的特点是具有良好的低空、超低空稳定性及操纵性；向下具有良好的视界，便于搜索地面小型隐蔽目标；装有强大的对地攻击武器；飞机要害部位都有装甲保护，以提高飞机在地面炮火攻击下的生存力；具有优良的起飞着陆性能（有的具有垂直和短距起落能力），可在接近前线的简易机场起降，以扩大支援作战的范围。现代强击机有亚音速的，也有超音速的，载弹量可达3~7t，装有光电搜索、瞄准设备和激光测距、火控系统等。图1-2-5所示为美国的A-10亚音速攻击机的外形示意图。

5. 轰炸机：它是从空中对敌方前线阵地、战略要地、海上目标进行轰炸的军用飞机。按质量、航程、载弹量的大小，它可分为重、中、轻型三种；按作战使命可分为战术、战略两种。

（1）重型轰炸机（远程战略轰炸机）起飞质量一般在100t以上，航程在8000km以上，载弹量大（在10t以上），大都可携带核弹和空地导弹，而且自卫能力强。它主要用于深入敌后，对政治、经济中心，战略要地，交通枢纽进行轰炸。70年代研究成功的战略轰炸机速度已达两倍音速以上。图1-2-6为美国的B-1变后掠机翼超音速远程战略轰炸机的外形示意图。80年代研制的战略轰炸机的特点是采用隐身技术，从气动布局、发动机及材料选用等方面采取措施，可以有效地减小雷达波的反射以及红外辐射。图1-2-7为美国的B-2隐身战略轰炸机的外形示意图。

（2）中型轰炸机：其主要任务是进行战略轰炸，但航程比重型的短。起飞质量一般为

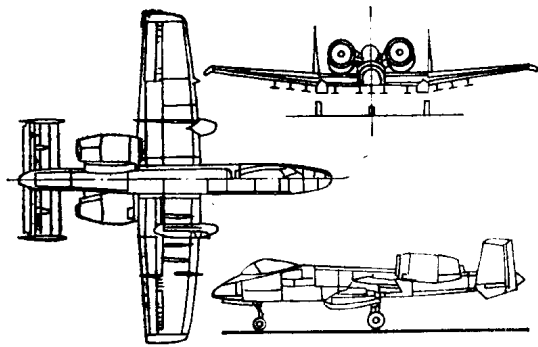


图1-2-5 攻击机外形示意图

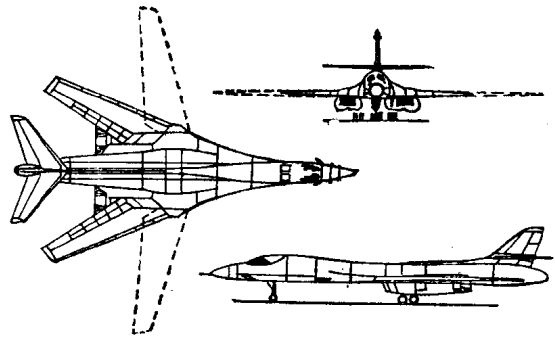


图1-2-6 重型轰炸机外形示意图

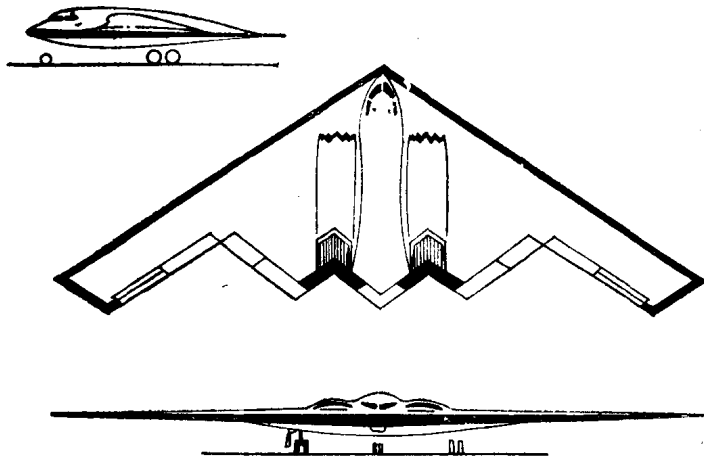


图1-2-7 B-2隐身战略轰炸机的外形示意图

40~90t, 航程为3000~6000km, 载弹量5~10t, 也可携带核弹及空地导弹, 如美国的 B-58, 苏联的图-16、图-22等。

(3) 轻型轰炸机: 其主要任务是配合地面部队对敌方供应线、前沿阵地和各种活动目标进行战术轰炸。其起飞质量一般为15~30t, 航程在3000km以下, 载弹量3~5t。苏联的伊尔-28即属此类轰炸机。如上所述, 有些国家目前已用歼击轰炸机代替轻型(战术)轰炸机。

6. 侦察机: 是专门用于进行空中侦察, 搜集敌方军事情报的军用飞机。按任务性质, 它可分为战略的和战术的两种。前者具有高空、高速飞行性能, 装有复杂的电子侦察和摄影设备, 深入敌后进行侦察飞机。图1-2-8所示为美国的SR-71高空高速战略侦察机的外形示意图。它可以在24km高度, 以Ma 3的速度, 每小时对15万平方公里的面积实施侦察。

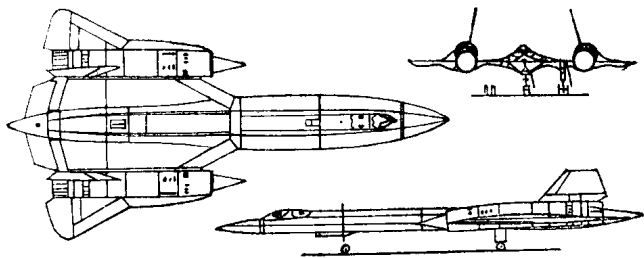


图1-2-8 战略侦察机外形示意图

战术侦察机则在敌方战线附近进行侦察, 可由歼击机或战术轰炸机改装而成。如美国的RF-4C战术侦察机就是战斗机F-4的改型。

60年代无人驾驶侦察机投入使用, 广泛应用于军事侦察活动。70年代以来, 由于航天技术的迅速发展, 已广泛应用人造地球卫星承担军事侦察任务。

7. 其他军用机: 包括反潜机、预警机、电子干扰飞机、军用运输机、空中加油机、舰载飞机等, 由于篇幅所限, 不能一一加以介绍了。

### (二) 按飞机的构造分类

依此, 飞机可分为:

1. 按机翼型式:
  - (1) 按机翼数量, 可分为双翼机与单翼机;
  - (2) 按机翼相对于机身的位置, 可分为上单翼机、中单翼机及下单翼机;
  - (3) 按机翼的平面形状, 可分为平直翼、后掠翼、三角翼等;
2. 按机身形式, 可分为单机身飞机及双尾撑飞机;
3. 按尾翼型式:
  - (1) 按水平尾翼的型式, 可分为平尾与V型尾翼;
  - (2) 按有无水平尾翼或尾翼相对于机翼的位置, 可分为鸭式、正常式及无尾式;
  - (3) 按垂尾数量, 可分为单垂尾、双垂尾及多垂尾;
4. 按推进系统:
  - (1) 按动力装置的类型, 可分为螺旋桨(又可分为活塞式及涡轮螺旋桨)式及喷气式;
  - (2) 按发动机的安装位置, 可分为翼内、翼上、翼下、翼下吊舱、机身内、机身尾吊等;
  - (3) 按发动机数量, 可分为单、双、三、四发动机飞机;
5. 按起飞着陆地点, 可分为水上飞机(又可分为船身式及浮筒式)、陆上飞机(又可分为轮式及滑撬式, 其中轮式又可分为前三点式、后三点式和自行车式等)以及水陆两用飞机。

图1-2-9为按构造形式划分的飞机的分类。

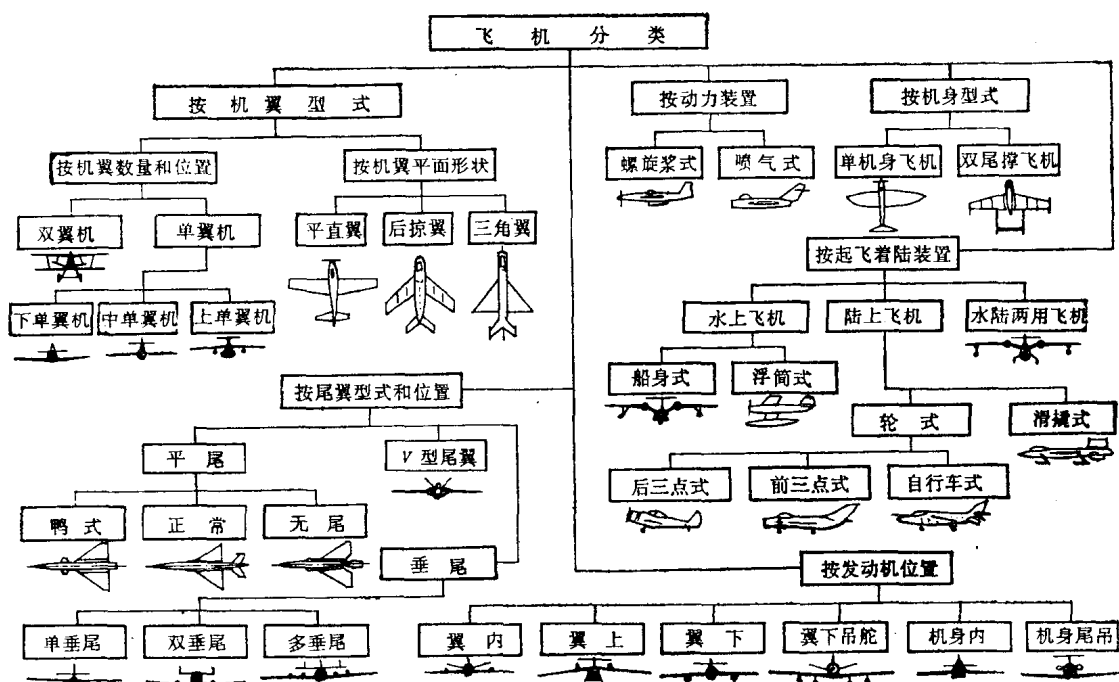


图1-2-9 按构造形式飞机的分类

从以上飞机的分类中可以看出飞机的功能及其构造的多样性, 其中原委将在以后的有关章节中加以阐述。

#### 四、航天器的分类及其功用

航天器可分为无人航天器与载人航天器两大类。无人航天器按是否绕地球运行又可分为人造地球卫星和空间探测器两类。它们又可以进一步按用途分类，如图1-2-10所示。

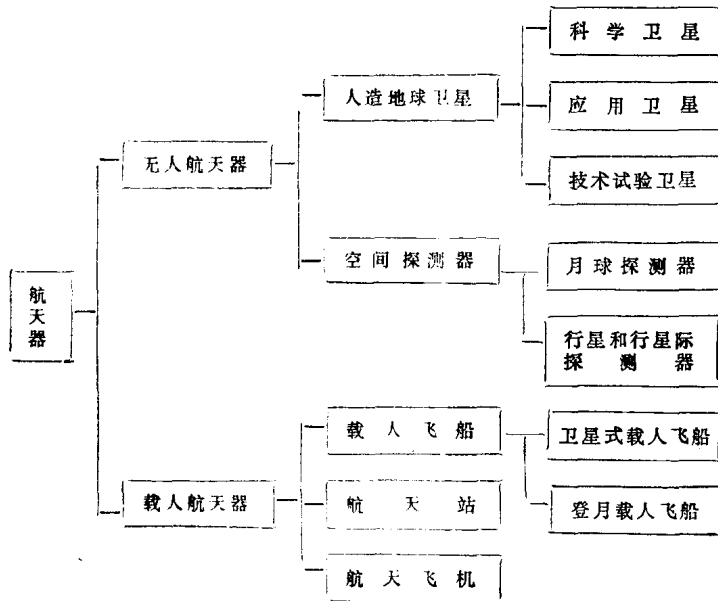


图1-2-10 航天器的分类

1. 人造地球卫星：简称人造卫星，是数量最多的航天器（占90%以上）。按用途，它又可分为：

（1）科学卫星：用于科学探测和研究；

（2）应用卫星：直接为国民经济和军事服务的人造卫星，如通信卫星、气象卫星、侦察卫星、导航卫星、测地卫星、地球资源卫星等；

（3）技术试验卫星：进行新技术试验或为应用卫星进行试验的卫星。

2. 空间探测器：按探测目标可分为月球、行星（金星、火星、水星、木星、土星等）和行星际探测器。

3. 载人航天器：按飞行和工作方式可分为：

（1）载人飞船：能保障宇航员在外层空间生活和工作以执行航天任务并能返回地面的航天器；

（2）航天站：又称空间站，可供多名宇航员巡访、长期工作和居住的载人航天器；

（3）航天飞机：可以重复使用的、往返于地面和高度在1000km以下的近地轨道之间运送有效载荷的飞行器。

#### 五、导弹的分类及其功用

导弹一般按发射点与目标的位置进行分类：

1. 地（舰）地（舰）导弹：从地（舰）面发射攻击地（海）面目标的导弹。这类导弹还可按射程分为近程（1000km以下）、中程（1000~8000km）、远程或洲际（8000km以

上)三类。地地导弹一般攻击地面固定目标,但射程很小时也可用于攻击低速活动目标,如舰艇、坦克等。按弹道特点,它又可分为弹道式和非弹道式两大类。这两类导弹的差别很大,战略弹道式地地导弹的射程可达13 000km,一般携带核战斗部(威力可达千万吨级TNT当量),采用火箭发动机、自主式制导系统。巡航式(非弹道式)导弹一般则采用空气喷气发动机(射程较小时采用火箭发动机)、自主式(有时末段用自动寻的,对射程仅2~4 km的反坦克导弹,可采用有线指令制导、驾束制导或自动寻的)制导系统、核战斗部或普通爆破战斗部(反坦克或反舰时采用聚能破甲战斗部)。图1-2-11(a)、(b)、(c)分别为弹道式固体洲际地地导弹、巡航式地地导弹及反坦克导弹的示意图。

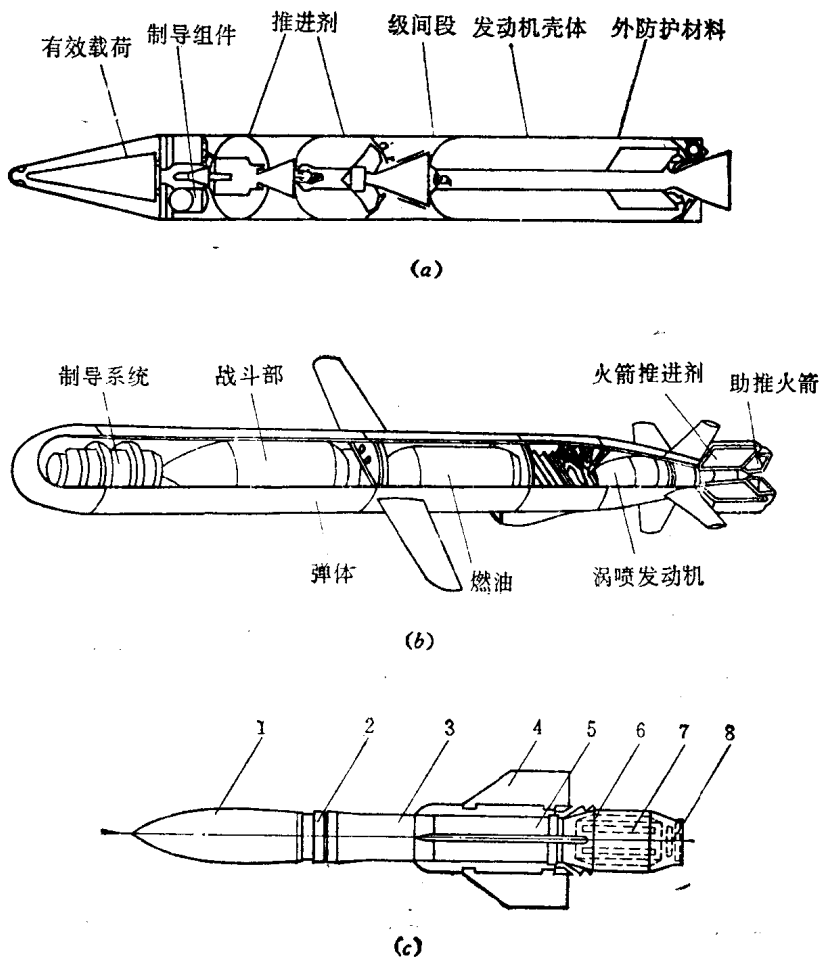
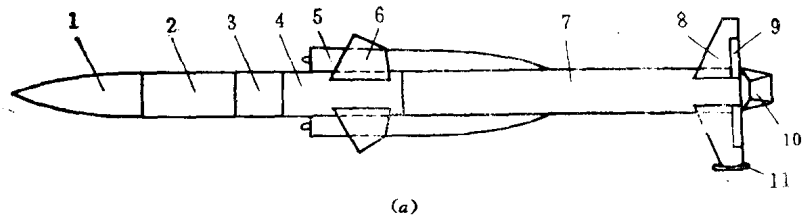
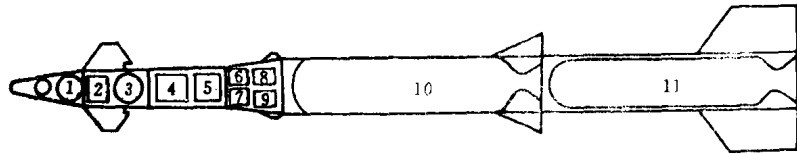


图1-2-11 地地导弹示意图  
 1—战斗部 2—引信 3—续航发动机 4—弹翼 5—起飞发动机 6—线管  
 7—制导组件 8—红外辐射器

2. 地(舰)空导弹:从地(舰)面发射攻击空中目标的导弹(含反弹道导弹的导弹,简称反弹道导弹)。这类导弹按目标高度可分为高空(20km以上)、中高空(10~20km)、低空(10km以下,1km以下为超低空)等几种。这类导弹一般采用火箭发动机(对射程小的)、冲压或火箭-冲压组合发动机(对射程比较大的)、遥控式(有时末段或全程用自动寻的)制导系统、杀伤战斗部(反弹道导弹可采用核战斗部)。图1-2-12(a)、(b)分别表示中低空地空导弹及反弹道导弹示意图。



(a)



(b)

图1-2-12 地空导弹示意图

- (a) 1—半主动雷达导引头 2—战斗部 3—无线电引信 4—自动驾驶仪与舵机 5—进气道  
 6—全动式弹翼 7—固-冲组合发动机 8—稳定尾翼 9—副翼 10—尾喷口 11—接收天线
- (b) 1—战斗部 2—舵机 3—发动机 4—能源 5—电源 6—控制系统 7—自动驾驶仪  
 8—稳定平台 9—计算机 10—主发动机 11—助推发动机

3. 空空导弹：从空中发射攻击空中目标的导弹。这类导弹一般采用固体火箭发动机、自动寻的式制导系统（射程较大时，可采用惯导或指令、惯导加自动寻的）、杀伤战斗部。图1-2-13为空空导弹的外形及其布局示意图。

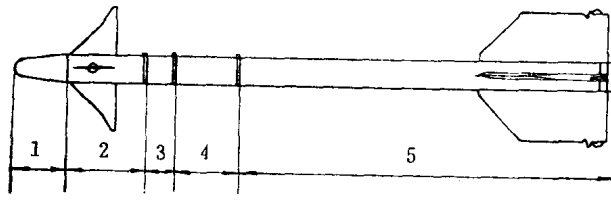


图1-2-13 空空导弹示意图

- 1—导引头舱； 2—舵机舱； 3—引信舱； 4—战斗部； 5—固体火箭发动机。

4. 空地（舰）导弹：从空中发射攻击地（海）面目标的导弹。它可以攻击地面的固定目标，亦可以攻击地（海）面的低速活动目标。通常，根据其作战使命，可分为战略的和战术的两大类，它们的战术技术性能及其构造差别较大。战略空地导弹的射程可达几千公里，一般采用核战斗部、空气喷气发动机（少数用火箭发动机）、自主式（或末段用自动寻的）制导系统；而战术空地导弹的射程要小的多（几十到一百多公里），一般采用固体火箭发动机（少数射程大一些的用空气喷气发动机）、遥控或自动寻的（或它们的组合）式制导系统、爆破或杀伤战斗部（反坦克、反舰导弹用聚能破甲战斗部）。图1-2-14（a）、（b）分别为战略的和战术的（反辐射）空地导弹的示意图。



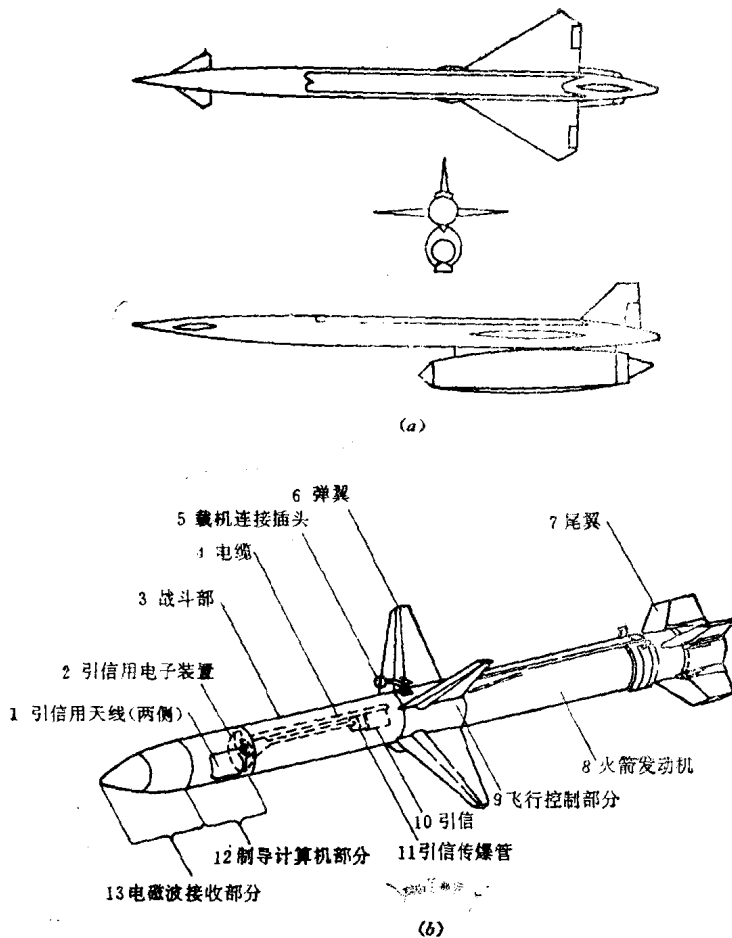


图1-2-14 空地导弹示意图

## § 1-3 飞行器的主要组成部分及其功用

### 一、航空器的主要组成部分及其功用

飞机是使用最为广泛、最具代表性的航空器，其主要组成部分及其功用如下：

1. 推进系统：包括动力装置（发动机和保证其正常工作所需的附件）、能源及工质。其主要功用是产生推动飞机前进的推力（或拉力）；
  2. 操纵系统：其主要功用是形成（自动或由驾驶员）与传递操纵指令，驱动舵面和其他机构以控制飞机按预定航线飞行；
  3. 机体：包括机翼、机身及尾翼等。其主要功用是产生升力；装载有效载荷、燃油及机载设备；将其他系统或装置连成一个整体，构成适宜于稳定及操纵飞行的气动外形；
  4. 起落装置：其主要功用是飞机在地面停放、滑行、起降滑跑时，用以支持飞机以及吸收撞击能量并操纵滑行方向；
  5. 机载设备：包括飞行仪表、导航、通信、环境控制、生命保障、能源供给等设备以及武器与火控系统（对军用飞机）或客舱生活服务设施（对民用飞机）。
- 不同类别的航空器，其构成情况有所不同，如对滑翔机，则无推进系统；对飞艇，升力