

# 飞机总体设计

杨景佐 曹名 编

航空工业出版社

1991

## 前 言

本书是航空高等院校飞机设计专业本科生的必修课教材。

1985年7月，原航空工业部在西北工业大学召开飞机设计专业课教材会议，北京航空航天大学、西北工业大学和南京航空学院参加了这次会议。本书是根据这次会议的精神和对编写飞机总体设计教材的具体意见和要求编写的。在内容上，重点讲述飞机总体方案设计的基本原理和基本方法，并遵循删繁就简的原则，力争不超过规定的篇幅，以适合教学工作的需要。讲述飞机总体设计的一般过程和主要方法，目的是使同学们掌握飞机总体设计的基本原理和基础知识，培养学生灵活运用空气动力学、结构力学、航空发动机学、航空材料学、航空电子学与自动控制技术等前修课所学到的知识，解决飞机总体设计中各种实际问题的独立工作能力，为下面进行飞机总体设计方面的毕业设计和在今后从事与飞机总体设计有关的工作打下良好的基础。

南京航空学院飞机设计教研室1981年根据教学要求编印了一本《飞机总体设计》讲义，至今在本专业的教学中已使用了八年，现在所编写的这本教材是在该讲义的基础上，总结过的教学实践经验，重新改写的。

由于航空科学技术的飞速发展和计算机在飞机设计工作中日益广泛的应用，使飞机设计的原则和方法也在不断地进步和发展，本教材在重新编写过程中，在章节和内容上做了适当的删减，删除了一些过时的内容，增补了旅客机和航天飞机设计特点的章节，并注意介绍飞机设计科学的最新发展，但全书仍限于着重讲述一般飞机总体设计的基本方法和基本原理。

在编写过程中，曾得到南京航空学院胡传泰、陈国钧、乔新等教授的关心和指教，以及林肖芬、柏振珠、谢晓彬、余雄庆等教师的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

全书共分11章，其中第十一章飞机总体方案的优化设计由曹名副教授编写，其余各章由佐执笔。本书由北京航空航天大学赵庸教授主审并提出许多宝贵意见，特此致谢。

编 者

1990年6月

## 主 要 符 号 表

- $A_{\text{垂直}}$ ——水平尾翼和垂直尾翼的尾容量  
 $a$ ——音速、每吨公里的耗油量  
 $B$ ——起落架主轮距  
 $b$ ——机翼弦长、起落架前主轮距  
 $b_A$ ——平均气动力翼弦  
 $\overline{C}$ ——翼剖面相对厚度  
 $C_x$ ——阻力系数  
 $C_{x_i}$ ——诱导阻力系数  
 $C_y$ ——升力系数  
 $C_{x_0}$ —— $C_y=0$ 时的阻力系数  
 $C_{y_{max}}$ ——最大升力系数  
 $C_y^{\alpha}$ —— $\frac{\partial C_y}{\partial \alpha}$ 升力线斜率  
 $D, d$ ——直径  
 $C_s$ ——发动机耗油率  
 $C_p$ ——发动机拉力系数  
 $F$ ——气动焦点  
 $f$ ——摩擦系数  
 $G = mg$ ——重量、重力、发动机的流量  
 $g$ ——重力加速度  
 $G_0 = m_0 g_0$ ——飞机的起飞重量  
 $H, h$ ——高度  
 $I$ ——转动惯量  
 $J$ ——发动机比冲  
 $K$ ——升阻比  
 $k$ ——系数  
 $L, l$ ——长度、距离  
 $M$ —— $v/a$ 飞行M数  
 $M$ ——力矩  
 $m$ ——质量、力矩系数  
 $m_0$ ——飞机的起飞质量  
 $m_i$ ——飞机各部分的质量  
 $\overline{m}_i$ ——飞机各部分的相对质量  
 $m_x$ ——纵向力矩系数  
 $m_y$ ——横向力矩系数  
 $m_z$ ——航向力矩系数

- $m_z^{c_y}$  ——  $\frac{\partial m_z}{\partial C_y}$  纵向静稳定度  
 $m_x^\beta$  —— 横向静稳定度  
 $m_y^\beta$  —— 航向静稳定度  
 $N$  —— 发动机的功率  
 $N_0$  —— 发动机的起飞功率  
 $n$  —— 过载矢量、数目、发动机转速  
 $n_y$  —— 纵向过载  
 $P$  —— 推力、拉力、力  
 $P_0$  —— 海平面静推力  
 $\bar{P}_0 = P_0/G_0$  —— 起飞推重比  
 $p = G/S$  —— 翼载荷、压强  
 $p_0$  —— 起飞翼载荷、气流的总压  
 $q$  —— 动压  
 $R, r$  —— 半径  
 $S$  —— 机翼面积、面积  
 $T$  —— 温度  
 $V$  —— 容积  
 $v$  —— 速度  
 $x$  —— 阻力  
 $x_P$  —— 气动压力中心位置  
 $x_F$  —— 焦点位置  
 $x_m$  —— 质心位置  
 $Y$  —— 升力  
 $Z$  —— 侧力  
 $\alpha$  —— 迎角  
 $\beta$  —— 侧滑角、激波锥半顶角  
 $\delta$  —— 操纵面偏转角、折角  
 $\eta$  —— 根梢比、效率  
 $\lambda$  —— 机翼展弦比、机身长径比  
 $\rho$  —— 空气密度  
 $\Delta$  ——  $\rho/\rho_0$  空气的相对密度  
 $\varphi$  —— 系数、角度  
 $\chi_{1/4}$  —— 机翼1/4弦长处的后掠角  
 $\chi_{前缘}$  —— 机翼前缘后掠角  
 $\psi$  —— 角度  
 $\xi$  —— 发动机推力速度特性系数  
 $\varepsilon$  —— 下洗角

# 目 录

前言

主要符号表

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 第一章 绪论                   | ( 1 )   |
| § 1.1 飞机设计工作的一般过程        | ( 1 )   |
| § 1.2 飞机总体设计工作的特点        | ( 3 )   |
| 第二章 设计飞机的依据              | ( 6 )   |
| § 2.1 飞机的设计要求            | ( 6 )   |
| § 2.2 飞机的设计规范和适航性条例      | ( 10 )  |
| § 2.3 关于飞机的总体技术指标        | ( 11 )  |
| § 2.4 评价飞机设计方案的准则        | ( 15 )  |
| 第三章 飞机型式的选择              | ( 17 )  |
| § 3.1 概述                 | ( 17 )  |
| § 3.2 尾翼的位置              | ( 22 )  |
| § 3.3 机翼的平面形状及其在机身上的安装位置 | ( 28 )  |
| § 3.4 发动机的数目、安装型式及进气道的布置 | ( 32 )  |
| § 3.5 起落架的型式             | ( 33 )  |
| 第四章 发动机的选择               | ( 37 )  |
| § 4.1 对发动机的要求            | ( 37 )  |
| § 4.2 航空发动机的外部特性         | ( 39 )  |
| § 4.3 发动机的选择             | ( 47 )  |
| 第五章 飞机主要参数的选择            | ( 51 )  |
| § 5.1 飞机主要设计参数与飞行性能的关系   | ( 51 )  |
| § 5.2 选择飞机主要参数的方法        | ( 54 )  |
| § 5.3 飞机全机质量的估算          | ( 58 )  |
| § 5.4 飞机总体设计参数的优化        | ( 64 )  |
| 第六章 部件外形参数的选择            | ( 66 )  |
| § 6.1 机翼参数的选择            | ( 66 )  |
| § 6.2 尾翼参数的初步选择          | ( 75 )  |
| § 6.3 机身外形参数的选择          | ( 81 )  |
| § 6.4 起落架位置参数的选择         | ( 87 )  |
| 第七章 进气道与尾喷管的参数选择         | ( 90 )  |
| § 7.1 进气道的参数选择           | ( 90 )  |
| § 7.2 尾喷管的型式和主要参数选择      | ( 98 )  |
| 第八章 飞机的总体布置              | ( 104 ) |
| § 8.1 飞机几何外形的布局与三面草图的绘制  | ( 104 ) |

|             |                     |       |
|-------------|---------------------|-------|
| § 8.2       | 飞机内部装载的布置           | (107) |
| § 8.3       | 飞机主要承力结构的布置         | (112) |
| § 8.4       | 飞机质量中心的计算和定位        | (113) |
| <b>第九章</b>  | <b>旅客机设计的特点</b>     | (120) |
| § 9.1       | 旅客机的经济性             | (120) |
| § 9.2       | 旅客机的内部布置            | (122) |
| § 9.3       | 超音速旅客机设计的特点         | (126) |
| <b>第十章</b>  | <b>航天飞机的设计特点</b>    | (128) |
| § 10.1      | 航天飞机的飞行特点           | (128) |
| § 10.2      | 航天飞机系统可能的方案         | (134) |
| § 10.3      | 航天飞机在气动布局和结构设计方面的特点 | (137) |
| <b>第十一章</b> | <b>飞机总体方案优化设计</b>   | (139) |
| § 11.1      | 计算机辅助飞机总体设计的一般过程    | (139) |
| § 11.2      | 关于分析模型              | (141) |
| § 11.3      | 关于飞机总体方案的优化设计       | (143) |
| § 11.4      | ECAAD系统的结构          | (146) |
| <b>附 录</b>  |                     | (150) |
| I           | 飞机的质量分类             | (150) |
| II          | 飞机的主要几何数据表举例        | (152) |
| III         | 常用的翼型数据表            | (155) |
| IV          | 典型的飞机极曲线            | (159) |
| V           | 喷气发动机的特性曲线          | (163) |

# 第一章 绪 论

飞机设计是一门应用科学，具有很强的实践性和极其广泛的理论基础，它来源于实践，是几十年飞机型号设计工作实践经验的科学总结，逐渐发展成独立的学科以后，又反过来被用于指导飞机设计工作的实践。飞机设计学科也是各项先进的航空科学技术综合应用的结果，其内容涉及空气动力学、飞机结构与强度、航空发动机、航空材料、航空电子技术、自动控制及制造工艺等多种学科和专业技术领域。离开各项先进的航空科学技术，没有坚实的理论基础，飞机设计学科就不可能得到进步和发展。飞机总体设计课程是飞机设计学科的重要组成部分，为了使同学们对飞机总体设计工作的内容有个全面、概括的了解，本章对飞机设计工作的一般过程和其主要特点做一简要介绍。

## §1.1 飞机设计工作的一般过程

在航空科学高度发达的今天，设计一种新型的飞机，从设计方案的提出到试制生产和投入使用，一般都要经过几年，有时甚至是十几年的时间，这是一个很复杂的过程。简单地归纳起来，飞机设计工作的一般过程如图1.1所示。

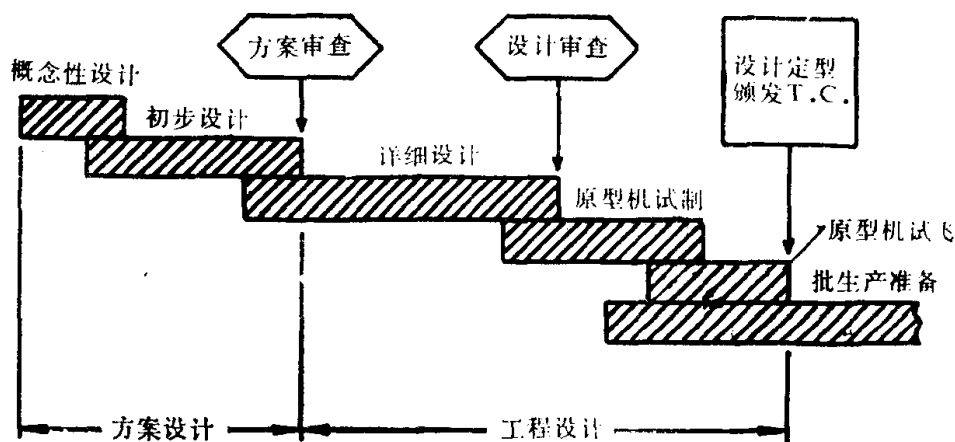


图 1.1 飞机设计工作的一般过程

按设计工作内容的粗细程度和大致的先后次序来分，飞机设计工作可以划分为三个不同但又内在联系的阶段：

1. 概念性设计 (Conceptual Design) ;
2. 初步设计 (Preliminary Design) ;
3. 详细设计 (Detail Design) 。

在飞机开始进行设计之前，首先由使用部门提出或由使用部门与设计部门共同拟定飞机的设计要求，在概念性设计阶段要对飞机的设计要求进行充分的分析、研究和论证，有的文献把这部分工作称之为“外部设计”。

概念性设计阶段的任务是根据飞机的设计要求，对所设计的飞机进行全面的构思，形成粗略的飞机设计方案的基本概念，并草拟一个或几个能满足设计要求的初步设计方案。具体的工作内容主要包括：初步选定飞机的型式和进行气动外形布局；初步选择飞机的主要基本参数；选定发动机和主要的机载设备；初步选择各主要部件的主要几何参数；粗略绘制飞机的三面草图；初步考虑飞机的总体布置方案并进行初步的性能估算，检查是否符合飞机设计要求给定的性能指标，然后对所拟定的初步方案进行修改整理，组织专门的评比和论证，选定最合理的方案，经主管部门批准后，继续进行下一阶段的设计工作。

概念性设计阶段的工作，通常多限于纸面上，不做很多实验，所需费用较少。为了缩短设计周期，可以用计算机进行辅助设计，采用已有的程序系统选择参数、估算性能和修改外形布局。因此，在这个阶段中，通常可以多选择几个方案进行对比，经过充分的论证后，从中选出具有足够的先进性和实际可行的最理想的初步方案，做为进一步的设计基础。这个阶段的工作虽然花钱和耗时都不很多，但却非常重要，一般对飞机设计工作具有全局性影响的重大决策，有很大一部分都是在这个阶段做出的。

初步设计阶段的任务是对前面草拟的飞机设计方案进行修改和补充，使其进一步的明确和具体，最终给出完整的飞机总体设计方案。这一阶段的主要工作包括：修改、补充和完善飞机的几何外形设计，给出完整的飞机三面图和理论外形；全面布置安排各种机载设备、各个系统和有效载荷；初步布置飞机结构的承力系统和主要的承力构件；进行较为详细的重量计算和重心定位；进行比较精确的气动力性能计算和操纵性、稳定性的计算；给出详细的飞机总体布置图。在此设计阶段，通常还要对飞机及其各系统进行一系列的试验研究工作；制造吹风模型进行大量的吹风试验；有时还需要制造全尺寸的样机，供协调各系统和内部装载布置之用。因此，与前一段的工作相比，要耗费较多的时间和资金，并且需要各有关专业部门的配合和参加，协调解决在设计中所遇到的各种技术问题，经过多次反复，最终给出完整的总体设计方案。由于其各种图纸和技术文件已经过多轮的修改，并且经过了专项试验的验证，故可做为正式的方案提交审查和论证。论证通过后，飞机总体方案的设计工作告一段落，可以转入下一阶段进行详细设计。

详细设计阶段的工作主要是进行飞机的结构设计，包括部件设计和零构件设计。设计完成后，要给出飞机各个部件及各系统的总图、装配图、零件图和详细的重量计算及强度计算报告。此阶段的工作量很大，而且还要进行许多试验，包括静强度、动强度和寿命试验，各系统的地面台架试验等等。

下一步的工作是试制原型机和进行地面试验，包括全机静、动力试验和各系统的地面试验。如发现问题，要对原型机进行修改，把问题解决后，再进行试飞。试飞合格后，按照实际试验和试飞的情况，对设计进行最后的修改，并申请设计定型，由国家有关部门审查，发给型号合格证书 (Type Certificate)，至此，整个设计过程完成，下一步是转入批量生产。

如前所述，飞机设计是一个很复杂的过程。通常为了方便，把整个飞机设计工作划分为若干个阶段，但具体的分法和名称并不完全一致。例如在苏联叶格尔等所著的《飞机设计》一书中，对飞机设计工作阶段的划分如图1.2所示

设计工作阶段的划分与设计部门的组织分工有关，各阶段的名称和内涵也不统一，这一点同学们在参阅各种文献资料时应该注意。



原书缺页

原书缺页

# 原书缺页

原书缺页

目标；对于预警机、反潜机、巡逻机、垂直和短距起落飞机、舰载机等特殊用途的飞机，则更应该有明确、具体的任务要求。

不可能要求一架飞机是万能的，对“多用途”飞机的问题已有过很多争论。实践证明，要求一架飞机有多种用途并不是好办法，但“一机多型”的做法却不乏成功的先例，故也可以在设计要求中提出“一机多型”的设计思想，让飞机的总体设计方案考虑留有改型的余地。

有时为了能更具体地明确所设计飞机的用途和使用情况，也可以给出典型的飞行任务剖面图 (Flight Profile) 如图2.1所示。

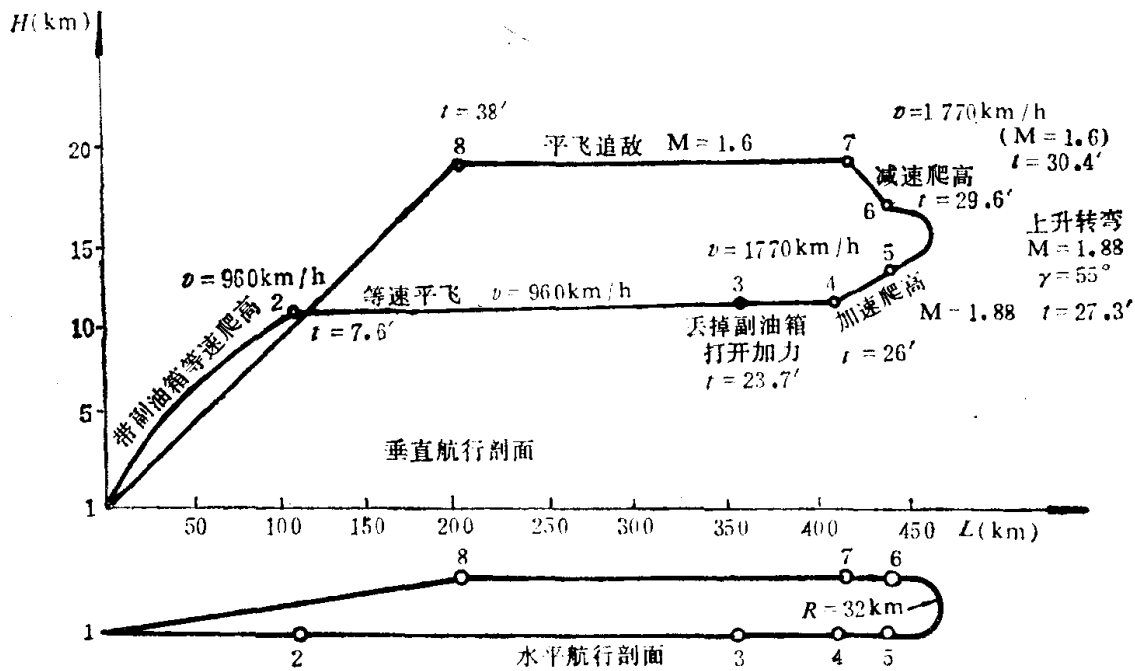


图 2.1 典型飞行任务剖面图

飞机的飞行剖面图是表示飞机为完成某种典型的飞行任务而绘制的飞行航迹的图形。按航迹所在的平面分为，垂直平面内的飞行剖面图和水平平面内的飞行剖面图。当然，完成同一项飞行任务，往往可以有多种不同的途径，因而也就存在多种飞行剖面图。而且就一种飞机而言，也绝不可能总是机械地重复完成某一项完全相同的飞行任务，这里所要给出的飞行剖面图只是其中最典型的或是最能代表飞机特征的飞行剖面图，用它作为飞机设计时的依据。

## (二) 飞机的有效载荷

所谓飞机的有效载荷，对民用飞机来说就是指旅客和货物等，对于军用飞机来说主要是指空勤人员和各种武器装备和弹药等。

可以说设计任何一架飞机的直接目的，就是要能够装载所给定的各种有效载荷，有效载荷是根据对飞机的任务要求而确定的。民用飞机是一种运输工具，其任务就是运送旅客和货物；军用飞机是一种武器装备，设计的目的就是要携带足够的武器完成作战任务。因此，在进行飞机设计时，首先必须考虑保证满足有效装载的要求，通常在设计要求中应具体给定以下的载荷：

1. 空勤组的人数。一般军用飞机乘员的质量，包括降落伞在内按每人95kg计算，民用飞机按每人80kg计算。

2. 军用飞机的武器装备, 包括机炮、火箭、导弹、炸弹等等的数量。如果对具体的武器布置方案不做具体规定, 也需要对所必须携带的武器和总的载弹量做出明确的规定。

3. 对于旅客机要给定旅客的人数及所要求的客舱等级和舒适程度; 对于运输机, 需给定总的载货量及所运送的主要货物的类型和几何尺寸。

4. 对于其它各类专业飞机, 需给定其特殊的装置及专用设备的型号、尺寸和质量。例如, 农业机的播种、喷药装置; 航测飞机的测量和照像设备; 预警机的雷达和天线装置等等。

### (三) 飞机的飞行性能指标

飞机设计工作者总是希望他所设计的飞机性能最先进, 起码要比现有的同类飞机的性能要好, 否则就没有必要来设计新的飞机。但是随着航空科学技术的迅速发展和进步, 飞机的飞行性能也在不断改进和提高, 在这种情况下, 不可能也不必要要求飞机的每一项飞行性能都是最先进的。假如要求一架飞机各方面的性能指标都是最高的, 这是很困难的, 也许根本无法实现, 或是要付出极大的代价, 因而得不偿失。因此, 不同的飞机对各种飞行性能指标的要求也是不同的, 在拟定飞机设计要求时, 关键是要对飞机的基本任务进行认真的分析研究, 合理地给出各项飞行性能的具体指标。

例如, 要设计一种截击机执行对国防要地的防空任务, 其主要攻击对象是来犯的轰炸机和飞航导弹, 基本的作战方式是在警戒雷达发现敌情后, 迅速升空, 以尽量大的 $v$ , 上升, 抢占有利高度, 截击敌机。对于这种飞机, 最主要的性能指标是爬升率 $v$ , 和升限高度。为此, 推重比要大, 重量要轻, 而载油量可适当减少, 航程也不作主要要求, 因为重点不是空中格斗, 所以对机动性的要求也不是首要的。因此,  $v$ , 和升限是最主要的, 其它指标则不必很突出。总之, 在飞机的设计要求中, 必须根据飞机主要飞行任务的需要, 给出具体的飞行性能指标。

飞机的飞行性能包括很多方面, 在设计要求中只能给出其中一些最主要的性能指标, 通常有以下几点:

1. 飞行速度和飞行高度指标: 包括给定高度上的最大平飞速度或最大飞行M数、巡航速度、巡航高度、静升限及某些军用飞机(如高空拦截歼击机)的动升限等等。

不同用途的飞机对飞行速度和高度特性的要求有很大差别, 有的重点是要求最大速度, 有的则是巡航速度。

2. 耐航性能指标: 包括最大航程、最大续航时间、军用飞机的作战半径等等。对于旅客机、运输机和轰炸机等重点是航程; 巡逻机和预警机是续航时间, 战斗机则是突防距离和在战区留空作战的时间。

3. 起飞着陆性能指标: 主要是起飞离地速度和起飞滑跑距离、着陆接地速度和着陆滑跑距离、对机场跑道等级的要求等等。

4. 机动性能指标: 对于普通的旅客机和运输机, 这方面的要求不是很高, 只要能满足常规的机动要求和能够抗拒突风载荷就可以了。但对于军用飞机, 尤其是歼击机则是十分重要的, 对其作战的有效性影响很大。

飞机的机动性是指飞机改变其飞行高度、速度和方向的能力, 也就是所谓的高度机动性、速度机动性和水平机动性, 包括飞机的爬升率、水平加速度和盘旋转弯半径的大小等等。

通常以上这几方面都应给出具体的指标。

除了上述几方面最基本的要求之外，还可能提出一些关于电子对抗、隐身性能、飞机使用维护特性、翻修周期、使用寿命、设计制造期限、研究进度、研制经费、使用经济性以及采用某种新技术等方面的要求。不同的飞机，其设计要求的內容，可能差别很大，项目的多少、內容的繁简程度都可能不一样，有时对某一方面的指标详细提出，但有的项目则不做规定，而是留给设计部门自行决定。

## 二、飞机的设计要求举例

### (一) 一种歼击机的设计要求

#### 1. 飞机的类型与任务

要求设计一种突出空中格斗性能的轻型歼击机，主要用于国土防空，作战对象是性能相当于××型号战斗机的入侵飞机。

#### 2. 性能指标

(1) 最大飞行M数， $M_{max} \geq 2.0$ ，实用升限 $H \geq 20\text{km}$

(2) 具有优越的机动性

最大爬升率 $V_{y,max} \geq 300\text{m/s}$  ( $H=0$  M0.9)

最大盘旋过载 $\geq 5.3$  ( $H=5\text{km}$  M0.9)

$\geq 3.5$  ( $H=11\text{km}$  M1.2)

加速时间：在 $H=9\text{km}$ 高度，从M0.9加速至M1.5的时间 $\leq 55\text{s}$

(3) 转场航程 $\geq 2000\text{km}$

作战半径 $\geq 400\text{km}$

(4) 起飞滑跑距离 $\leq 600\text{m}$

着陆速度 $\leq 260\text{km/h}$

3. 采用四余度电传操纵系统和直接力控制等主动控制技术。

4. 采用电子干扰装置和红外诱饵弹。

### (二) 一种旅客机的设计要求

#### 1. 飞机的类型和任务

在国内航线上使用的远程旅客机。

2. 可载旅客人数，约200人。

最大商务载重 $\geq 35000\text{kg}$

#### 3. 飞行性能

最大巡航速度 $\geq 900\text{km/h}$

最大油量航程 $\geq 4000\text{km}$

起飞距离 $\leq 2000\text{m}$

着陆距离 $\leq 1600\text{m}$

4. 进场噪音水平 $\leq 106\text{dB}$

## 三、飞机设计要求拟定的过程

拟定飞机的设计要求，一是要根据实际的需要，二是要考虑客观条件的可能。

飞机是一种技术工具，首先要根据国民经济和国防上的实际需要来设计。通常飞机的设计要求由使用部门提出，对民用飞机首先由民航局等使用单位，根据民航运输及其他方面的需要提出基本的设计要求；军用机由军事部门，根据国防上的需要，通过军事系统的科研机构和技术论证部门，在分析研究当今航空技术发展水平、敌我双方的空军及其他军事力量以后，提出设计新飞机的要求；同学们进行毕业设计时的要求，则应由指导教师以毕业设计任务书的形式给出。

在设计新机的基本要求提出以后，国家领导部门，一般要组织有使用部门及飞机设计部门等各有关单位参加的论证会，最后将飞机的设计要求确定下来。

飞机的设计要求，有时也可能由使用部门与设计部门共同拟定，或由使用单位委托设计单位拟定，甚至有时是由设计单位，根据实际需要和可能自行拟定，并提出满足这一要求的设想方案，征求使用部门同意，经审查批准后确定的。拟定飞机的设计要求，是一项很重要的工作，设计要求提得合适，能很快地设计和制造出新的优秀的飞机来，如果要求提得不合适，则可能造成人力、物力的浪费，收不到好的效果。

另一方面，在拟定飞机设计要求时，还必须全面考虑实际的客观条件。例如经费条件的限制，航空科学技术水平的限制，生产设备和试验设备条件的限制，以及材料和机载设备配套产品等方面的实际问题。

## § 2.2 飞机的设计规范和适航性条例

前一节所讲的飞机设计要求，是开展飞机设计工作的前提和最根本的依据。除此之外，飞机设计工作还必须严格遵守有关的飞机设计规范和适航性条例的各种规定。

飞机设计规范和适航性条例，是指导飞机设计工作的通用性技术文件，对各类飞机作了许多指令性规定，包括设计情况、安全系数、过载系数、重量极限、重心位置、重量分配、操纵性、稳定性、配平、飞行载荷、飞行包线、突风载荷、着陆与起飞、强度和变形、结构试验、飞行试验、飞行品质、使用极限、起落装置、动力装置、飞机设备、操纵系统、安全防护措施等等，在进行飞机设计时，必须遵守这些有关的规定，才能保证飞机设计的成功。

飞机设计工作是一个创造性和科学性相结合的过程，创造性是指所设计的飞机要有创新之处，科学性要求不能脱离实际，不能违反客观规律。如果说，在拟定飞机设计要求时注意到了飞机的创新，那么飞机的设计规范和适航性条例则是使创新得以实现，使飞机设计符合客观规律的技术保证。

飞机设计规范和适航性条例是在飞机设计实践过程中逐步形成的，最初并没有什么规范和条例，飞机设计工作具有很大的盲目性，设计出来的飞机经常毁坏，不得不在飞机强度方面做出某些限制和规定，于是首先出现了强度计算手册、强度设计指南和强度规范等指令性文件，使飞机结构不致毁坏。但是，仅有强度规范还不能保证不发生飞行事故，于是需要更全面地考虑如何保证所设计飞机在飞行使用过程中的安全性。经多年努力，逐步发展成目前对飞机设计和使用给出全面要求的设计规范和适航性条例，成为飞机设计工作必须遵守的指令性技术文件，这种技术文件通常是由国家最有权威的部门制定和颁发，具有法律的性质。

应该指出，目前在世界上并没有统一的飞机设计规范和适航性条例，航空事业比较发达的国家，都制定有各自的飞机设计规范和适航性条例。我国在积累了多年飞机设计和飞行使



用的经验和许多科学试验的基础上，已经由有关部门陆续拟定出了一些这方面的技术文件，可供飞机设计时使用。例如，由航空工业部颁发出版的《军用飞机强度规范》、《飞机设计员手册》、《航空气动力手册》以及民航总局颁发的《民用飞机适航性条例》等等。当然，我国在这方面的的工作还不够完善，不能完全满足当前飞机设计工作的需要。

英、美和苏联等国所使用的飞机设计规范和适航性条例如表2.1所示。

表 2.1

|     | 英 国                               | 美 国               | 苏 联                      |
|-----|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 军用机 | 皇家空军和海军飞机的<br>设计要求<br>A.P.970     | 军用飞机设计规范<br>(MIL) | 飞机设计的一般要求(OTT)<br>飞机强度规范 |
| 民用机 | 英国民用适航性要求(BCAR)<br>西欧联合适航性条例(JAR) | 联邦适航性条例<br>(FAR)  | 民航机适航性规范<br>(НЛГС-2)     |

还应指出，任何一册飞机设计规范以及其中每一项具体条文都是具体针对某一类型飞机而言的，都有其一定的适用范围，而且往往还注明某些附加条件，在阅读和使用时需要加以注意。此外，随着航空科学技术的不断发展和进步，以及飞机设计和飞行使用实践经验的不断丰富，飞机的设计规范和适航性条例也要随之变化和发展，有的条文要修改和补充，使用时也要注意。

### §2.3 关于飞机的总体技术指标

过去的飞机不太复杂，可以由一个不大的设计单位，少数人用不太长的时间就能完成一架飞机的设计任务。现代飞机的性能要求越来越高，构造越来越复杂，发动机、各类设备及各个系统也日益复杂，从而使飞机总体设计的工作量和复杂程度大为增加。为了完成飞机的设计工作，须要有专门的飞机设计研究所，通常称之为主机所。主机所由各个技术领域的专家和大量的各类专业技术人员组成，并且拥有自己的专业试验室和试制生产车间，是专门进行飞机设计工作的庞大的组织机构。

此外，为了能高效率地完成复杂的飞机设计任务，飞机设计研究所还必须依靠国家的航空科学研究机构和各类专业研究所及辅机所的预研成果以及飞机试制生产工厂和飞机使用部门的帮助和配合。

飞机设计工作本身也是一个复杂的过程，需要反复迭代逐渐逼近地进行大量的计算、绘图和许多科学研究工作，这样在技术管理上就很复杂，需要按系统工程的方法来进行组织。首先就需要有明确的技术设计思想和在各部门和各设计阶段中都适用的技术经济指标，在总体方案设计阶段就是飞机的总体技术指标。

总体技术指标，通常是由总设计师和总体设计部门根据国家所下达的飞机设计任务和所给定的飞机设计要求而制定的，制定总体技术指标的目的是为了全面指导和协调整个飞机设计的工作，其内容不应与给定的飞机设计要求相矛盾，而只能是飞机设计要求的具体化和补