

机械制图

(机械类)

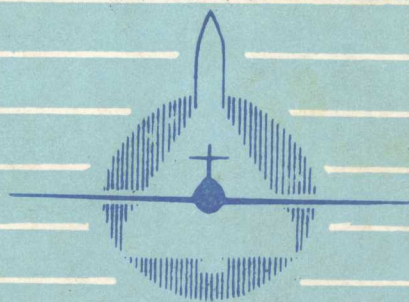
下册

修订本

西北工业大学

北京航空学院 编

南京航空学院



国防工业出版社

航空高等院校教材

机械制图

(机械类)

修订本

下册

西北工业大学
北京航空学院 编
南京航空学院



国防工业出版社

内 容 简 介

本教材共十五章，分上、下两册。上册内容为：制图基本知识；正投影的基本原理；点、直线、平面的投影；投影变换；曲线与曲面；表面交线；组合体的尺寸标注和读图；表面展开；视图、剖视图与剖面图；轴测图等十章。每章末附有小结。下册内容为：零件图；公差配合、形位公差及表面粗糙度；连接形式、紧固件和常用件；装配图；计算机绘图简介等五章以及附录。

本教材主要适用于航空工艺和飞机设计专业，也可供机械类专业和其他专业使用或参考。教材内容在深度、广度上有一定选择余地，使用时可根据实际需要对这些章节有所取舍。

本书还可供从事航空工业的技术人员、工人参考。

机 械 制 图

(机 械 类)

修 订 本

下 册

西北工业大学

北京航空学院 编

南京航空学院

责任编辑 蒋 怡

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/16 印张 25 1/4 548千字

1986年7月第二版 1986年7月第三次印刷 印数：31,401—43,400册

统一书号：15034·1971 定价：4.10元

修订本前言

本书自一九七九年年底出版后,作为航空高等院校教材,经过三届教学实践,于一九八三年九月着手进行修订。修订本以教和学两方面的意见和建议为主要依据,进一步精选和充实了内容。修订本保持基本理论叙述较详尽,联系工程实际较紧密的特色,对投影图、零件图、装配图和计算机制图等内容作了调整和补充,使之更有利于教学。修订本增写了“表面展开”一章,目的是使本书的适用范围更加扩大,更便于读者参考。

通过本教材教学实践,加深了如下认识,即本书除编入教学大纲规定的基本内容外,包括较丰富的参考性内容是可取的,它不仅在学习期间而且在后续工作实践中都有参考价值。因此,修订本继续贯彻这一指导思想,全部内容既体现教学大纲要求,使之作为基本教材能满足教学需要,又不拘泥于大纲规定,而有所拓宽和加深,便于教和学双方参考。

这次修订,还对与教材配套使用的习题集作了较大努力去充实有关投影制图的题目,并增加了零件图、装配图两部分的习题,使它在提高教学效果上能更好地发挥与教材相辅相成的作用。

修订本采用了截至一九八四年年底已颁布的有关新标准,包括国家标准“机械制图”、“表面粗糙度”和航空工业部部颁标准“飞机专业制图规定”等。表达、标注及许多基础标准全书都认真加以贯彻,个别标准更改较大的内容如公差配合、表面粗糙度(旧称表面光洁度)等适当列出了新旧标准对照表,以便查对。

修订本由刘荣光同志(南昌航空工业学院)任主编。主编单位为西北工业大学,胡学元同志为主编单位负责人,协助主编做了许多工作。修订组其他成员是:西北工业大学校方敏、刘进书、郑锦涛,北京航空学院厉声林、舒明玉、于长江、尚凤武,南京航空学院魏任之、尤泽民、李靖谊和北京航空学院分院章日晋等同志。章日晋同志在本书出版过程中做了很多工作。

修订本仍请哈尔滨工业大学李澄同志担任主审。此外,西北工业大学张步成、北京航空学院张甦、梅冰清和南京航空学院钱志锋等同志参加了描图工作;各编者所在院校的许多同志也给予了热情支持。由于他们的帮助,使得修订工作进展顺利,编者谨向他们致以诚挚的谢意。

我们衷心感谢使用过本教材并提出宝贵意见的老师、同学和所有同志,欢迎你们继续给予批评、帮助;同时也恳切希望广大读者给予指正。

编 者

第一版前言

本教材是在总结二十多年来教学工作经验的基础上,针对飞机产品特点并结合飞机设计与飞机工艺专业要求而编写的。由于飞机产品包括的机械加工零件和板金零件在表达内容与方法上具有一定特点,而飞机结构装配图与一般机械装配图相比,更有特色。因而总结飞机产品及上述专业对“画法几何”和“机械制图”方面的要求编写本制图教材是十分必要的。本书把“画法几何”与“机械制图”紧密地结合在一起,力求做到理论联系实际,既重视基础理论的阐述,又重视它们在生产实践中的运用。

对于结合飞机专业问题,本书并不仅限于增加板金零件图和飞机结构装配图等内容,而是从基础理论以至零件图、装配图都针对飞机产品特点和要求来阐述的。如投影变换一章中的迹线面的变换以及绕平行轴旋转、重合法等内容,在飞机设计中表达某些几何元素的相对位置和角度大小就用得比较广泛;又如零件图一章中,除按形体特点分类外,还补充了按不同毛坯分类的内容。不同毛坯的技术要求、尺寸注法和图示方法都有各自的特点。例如,因为有特种检验的技术要求,因而就提出检验部位的表示方法;因为有严格的安全要求,因而某些重要零件的“检印”位置在图示中就有明确的规定;对于机械装配图,则选用飞机中液压、燃油、冷气、操纵系统中常见的典型部件,其表达方法比较齐全和常见,视图选择还选用了部分优先考虑安装位置作为主视图的图例,此类表达方法在飞机部件图样中较为普遍。在机械零件图与装配图的基础上进一步介绍板金零件图和飞机结构装配图时,注意了知识的系统性与连贯性,以前者为基础、后者为补充。如装配图的内容、表达方法等既有共同之点,又有不同之处。这样可以使读者了解专业图纸与一般机械图纸的各自特点和相互衔接关系,从而对图示、图解方法掌握得更全面,为将来学习专业及毕业后参加专业工作打好基础。

我们认为教材内容有一定选择余地较好。本书所列各章可根据需要分为讲课内容和参考内容。一些章节如“图解计算”、“曲线与曲面”等可作为专题学习与研究的基础知识,也可在教师指导下指定某些内容进行自学。

书后附录力求适用方便。对于专业标准,因已有专门手册,故不再编入附录。此外,在编写中曾针对部分难点内容,选编了点、线、面投影规律;投影变换;表面交线等方面“体视投影”的套色图例和简要说明,目的在于帮助初学者建立空间概念,更好地完成本课程学习任务。为印刷方便,另行单册出版作为参考书。

为了方便教学,编有习题集与本教材配套。编排次序符合教材系统和教学顺序。习题数量较多,个别题目难度较大,应按不同情况予以选作。

在三机部航空专业教材编审组的领导下,本教材由西北工业大学(主编单位)、北京航空学院和南京航空学院参加编写,并由哈尔滨工业大学李澄、松陵机械厂王志杰、红安公司于素莲等三位同志审稿,李澄同志主审。

编写组成员为:西北工业大学刘荣光(主编)、胡学元、郑锦涛、刘进书,北京航空学院厉声林、舒明玉、章日晋,南京航空学院魏任之、尤泽民、李靖谊等同志。北京

航空学院于长江、佟国治、韦秋虎、尚凤武同志参加编写工作到初稿完成。南京航空学院熊正英、北京航空学院欧阳青两同志校阅了部分章节的书稿或图稿。此外，松陵机械厂刘佩荣，西北工业大学吴眉、皎方敏、王瑜、李俊凤，南京航空学院符惠英、陈旭，北京航空学院邹珩等同志参加了描图工作。整个编写工作还得到三院校制图教研室许多同志大力协助。

红安公司、云马机械厂、峨嵋机械厂、洪都机械厂、烽火机械厂、平原机械厂、豫新机械厂、上海 640 设计所和上海化工学院、上海纺织学院、上海交通大学、上海同济大学、浙江大学等单位对本教材编写大纲曾提出许多宝贵意见和提供了许多资料。

我们谨向审稿同志和协助我们完成编写任务的厂、所、校所有同志表示衷心的感谢。由于水平所限，书中肯定有不少疏漏和错误，恳切希望使用本教材的教师和读者批评指正。

编者

1979 年 12 月

目 录

第十一章 零件图	1
§ 11-1 零件图的作用与内容	1
§ 11-2 零件图的视图选择	1
§ 11-3 零件加工的基本知识	15
§ 11-4 零件图的尺寸注法	25
§ 11-5 轧制、模锻、铸造零件图	38
§ 11-6 板金零件图	58
§ 11-7 零件的构形设计	72
§ 11-8 零件图的阅读	83
第十二章 公差配合、形位公差及表面粗糙度	87
§ 12-1 公差与配合概述	87
§ 12-2 公差与配合代号的标注和查表	92
§ 12-3 形位公差的基本概念及标注方法	95
§ 12-4 零件的表面粗糙度代号(符)号及其注法	110
第十三章 连接形式、紧固件和常用件	121
§ 13-1 可拆卸连接的表示方法	121
§ 13-2 不可拆卸连接的表示方法	148
§ 13-3 常用件的表示方法	161
第十四章 装配图	184
§ 14-1 装配图的作用和内容	184
§ 14-2 装配图中采用的表达方法	186
§ 14-3 装配图的绘制	189
§ 14-4 装配图的阅读	212
§ 14-5 飞机结构装配图概述	224
§ 14-6 飞机图样的编号(根据HB0-80-73)	226
§ 14-7 飞机结构装配图的内容	230
§ 14-8 读飞机结构装配图的方法	236
第十五章 计算机绘图简介	239
§ 15-1 概述	239
§ 15-2 自动绘图系统简介	240
§ 15-3 绘图软件介绍	247
§ 15-4 绘图程序的编制	251
§ 15-5 应用子程序的编制	265
附录	280
一、通用标准及规范	280
1. 标准代号	280
2. 常用数据	281

3. 螺纹标准	286
4. 零件结构要素	292
二、紧固件与常用件	299
1. 螺栓	299
2. 双头螺柱	300
3. 螺钉	301
4. 螺母	306
5. 垫圈	308
6. 键	310
7. 销	316
8. 铆钉	318
9. 滚动轴承	320
三、公差配合与表面粗糙度	322
1. 公差配合	322
2. 表面粗糙度	347
四、常用材料	350
1. 黑色金属材料	350
2. 有色金属材料	353
3. 常用材料中、苏、美牌号对照表	355

二、零件图的内容

一张零件图一般应包括如下几项内容（参看图 11-1）。

1. 视图

用以形体、完整地表达出零件的内、外形和形状。

2. 尺寸

用以表达零件在制造和检验时所需要的全部尺寸，以及允许的误差范围即尺寸公差要求。

3. 技术要求

包括对零件在加工表面的形状和位置公差要求，对零件各表面（加工或不加工）表面粗糙度要求，以及对零件表面和精度、加工方法、加工纹理方向、涂镀层等要求。常用文字说明的在制造、检验、装配时应该注意的事项等。

4. 材料标注、比例、代号及简化代号

图样标题栏设在图形的右下角，内容包括零件的名称、代号、材料、数量、比例、设计人和审核人姓名及日期、图纸编号等。工艺规程在图样上标出，如热处理、热处理、表面处理、形位公差等允许不注此栏，而热处理、表面处理、表面处理等，技术要素中，比例代号标注在图样左上角，其代号与标题栏中的代号一致，以便于图样管理。图样标题栏允许不注此栏。

§ 11-2 零件图的内容

在绘制一张零件图时，首先要考虑零件的内外形状，把零件的内、外形用视图表达清楚。在考虑视图选择时，应考虑零件的制造和装配，因为在视图与零件图一致时，才能确定其位置。图样标题栏、材料、比例、代号等标注在图样上，以便于图样管理。图样标题栏允许不注此栏。

第十一章 零件图

一架飞机或一台机器设备都是由一定数量的、相互连系的零件装配而成的。生产和检验这些零件所依据的图样称为零件图。

§ 11-1 零件图的作用与内容

一、零件图的作用

零件图是生产和检验零件的依据，是设计和生产部门的重要技术文件之一。零件的毛坯制造、机械加工工艺路线的制订、毛坯图和工序图的绘制、工夹具和量具的设计、技术革新和专用设备的设计等，都要根据零件图来进行。零件图在生产过程中的重要性是显而易见的，因此要求我们在绘制零件图时，必须认真对待，力求图样正确无误、清晰易懂。

二、零件图的内容

一张零件图一般应包括如下几项内容（参看图 11-1）。

1) 视图

用以完整、清楚地表达出零件的内、外结构形状。

2) 尺寸

用以表达零件在制造和检验时所需要的全部尺寸，以及允许的误差范围即尺寸公差要求。

3) 技术条件

包括对零件某些加工表面的形状和位置公差要求、对零件各表面（加工或不加工）的表面特征要求（即对零件表面粗糙度、加工方法、加工纹理方向、涂镀层等要求）以及用文字说明的在制造、检验、装配时应达到的要求和注意事项等。

4) 图样标题栏、工艺栏、反向代号栏

图样标题栏设在图框的右下角，内容有零件的名称、代号、材料、数量、比例、设计和描图以及审查人的签字及日期、图纸更改记录等。工艺栏设在图框右上角，内容有粗糙度、热处理、表面处理；根据需要也允许不设此栏，而将热处理、表面处理列入技术要求中。反向代号栏设在图纸左上角，其代号与标题栏中的代号相同，填写方向相反，以便于图样管理，根据需要也允许不设此栏。

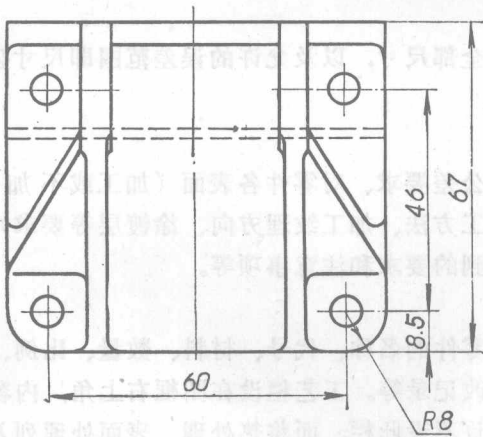
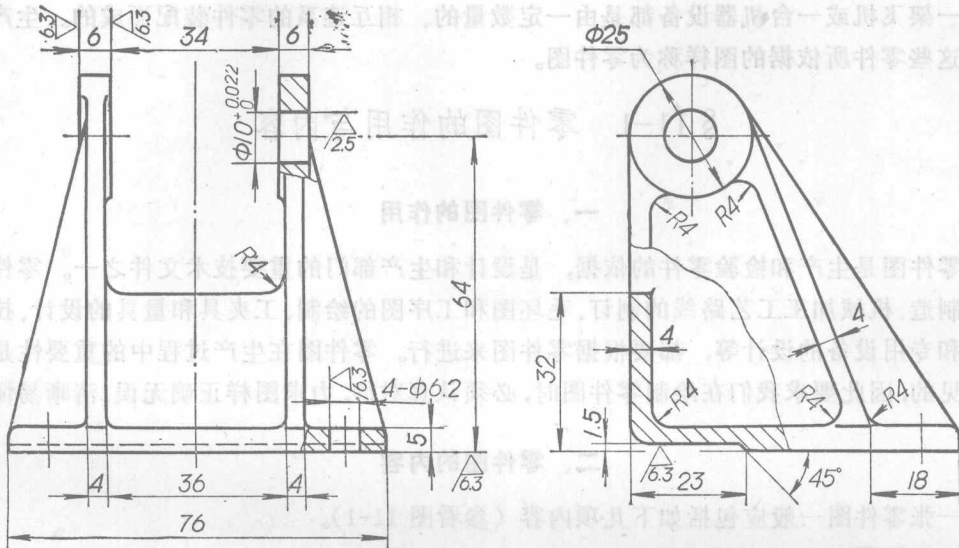
§ 11-2 零件图的视图选择

在着手绘制一张零件图时，首先要考虑如何恰当地选择一组视图，把零件的内、外结构形状表达清楚。在考虑视图选择时，又应优先考虑主视图的选择，因为在绘图与看图时，主视图都处于优先位置。而主视图的确定又将直接影响其他视图的配置，所以必须十分重视主视图的选择。

CM5102-7990

粗糙度	其余 $\sqrt{\quad}$
热处理	$\sigma_b \geq 30 \text{ kg/mm}^2$
表面处理	阳极化

图 书 零 章 一 十 第



附 注

1. 7类检查零件
2. 铸造角 $1^\circ \sim 2^\circ$
3. 铸造技术条件按 HB963-70
4. 机械加工一般尺寸公差按 HB5800-82
5. 去尖角倒圆 R1
6. 零件在装上飞机以前, 每批抽 6 件进行静力试验

绘图			支 架	CM5102-7990		
校对				比例 1:1	件数	1
审核						
描图			ZL201-T4(S)			

图11-1 支 架

一、主视图的选择

1. 主视图投影方向的确定

如第二章所述, 应根据形状特征原则选择主视图的投影方向, 使它能最清楚地表达零件各组成部分的形状及其主要部分的相互位置关系。

现以图 11-1 所示“支架”零件为例进行分析。在飞机操纵系统中, 此类零件是常见的。从图 11-2 可以看出该支架在飞机上的安装位置和相邻零件的装配关系。

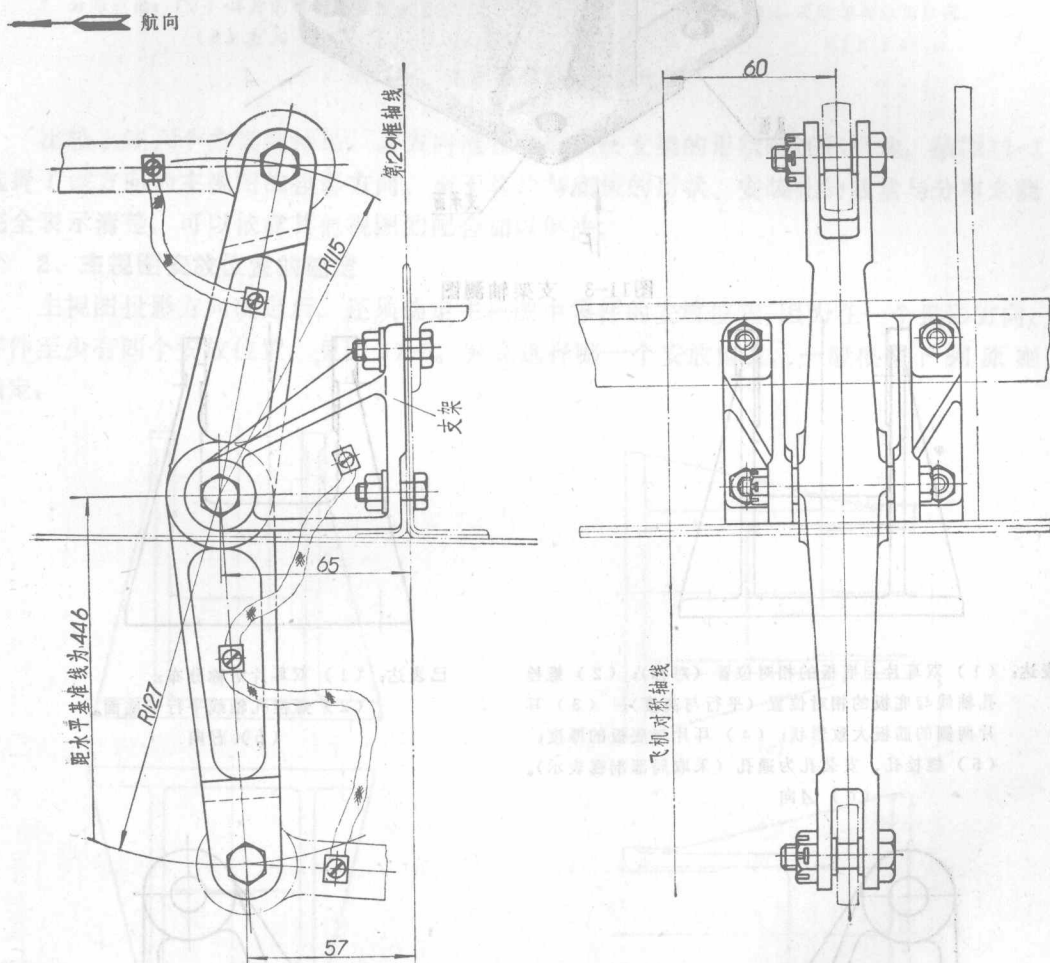


图11-2 第29框处方向舵摇臂安装图

该支架起支承作用, 由两个耳片和一个底板组成。为了提高耳片的刚性, 在耳片的左、右侧设置了加强筋板, 如图11-3。

为了确定该支架零件的主视图投影方向, 我们先对图 11-3 中所示六个投影方向进行分析, 比较它们所表达的主要内容(耳片、底板、筋板、螺栓孔、安装孔)的程度, 研究哪一个方向能最清楚地表达零件的形状, 如图11-4。

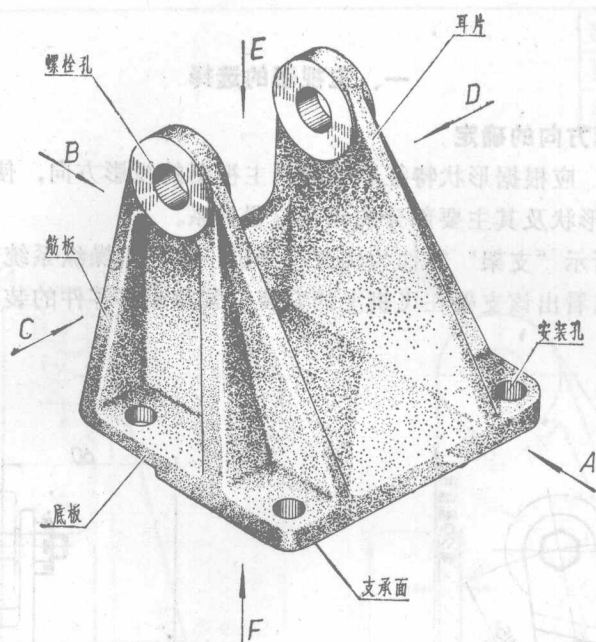
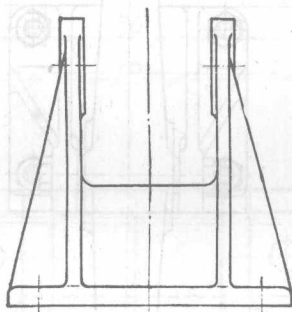
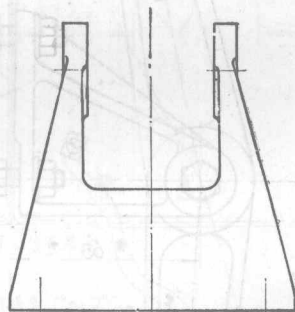


图11-3 支架轴测图



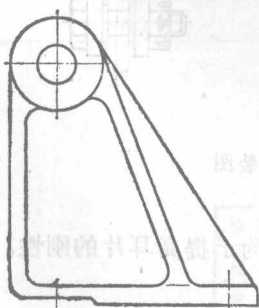
已表达: (1) 双耳片与底板的相对位置 (对称); (2) 螺栓孔轴线与底板的相对位置 (平行与高度); (3) 耳片两侧的筋板大致形状; (4) 耳片与底板的厚度; (5) 螺栓孔、安装孔为通孔 (采取局部剖视表示)。

(a) A向



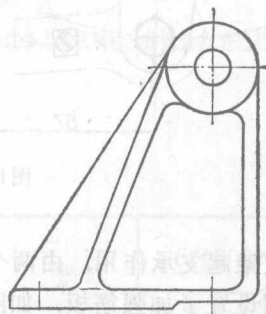
已表达: (1) 双耳片对称分布; (2) 螺栓孔轴线平行于底面。

(b) B向



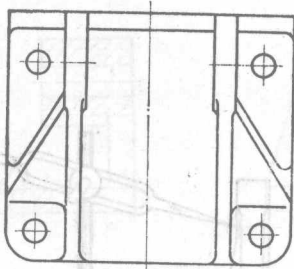
已表达: (1) 耳片的形状; (2) 螺栓孔相对底面的高度及位置; (3) 筋板与底板的厚度。

(c) C向



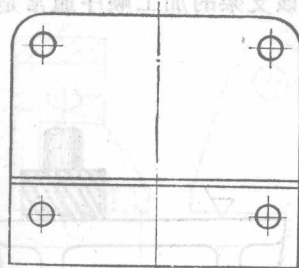
已表达: (1) 耳片的形状; (2) 螺栓孔相对底面的高度。

(d) D向



已表达: (1) 底板的形状; (2) 安装孔的数量与分布状况; (3) 耳片的数量与厚度。

(e) E向



已表达: (1) 底板的形状; (2) 安装孔的数量与分布状况。

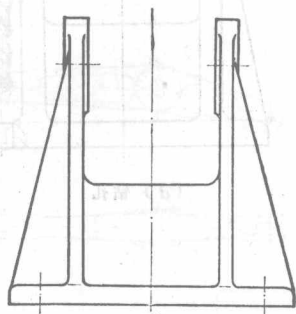
(f) F向

图11-4 主视图投影方向的比较

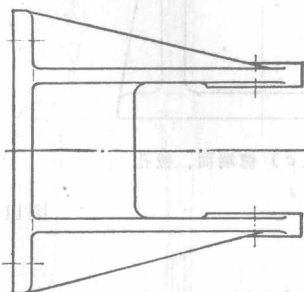
比较上述六个方案的结果, *A*方向能较多地反映支架的形状特征和用途, 故图11-1选择了该方向为主视图的投影方向。至于耳片与底板的形状、安装孔的数量与分布未能完全表示清楚, 可以依靠其他视图的配合加以解决。

2. 主视图安放位置的确定

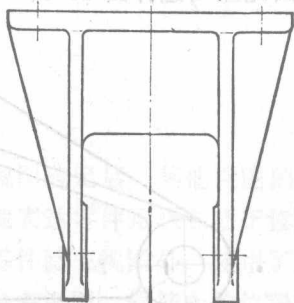
主视图投影方向确定后, 还须确定主视图中零件的安放位置; 因为在一个投影方向, 零件至少有四个安放位置, 见图11-5。究竟选择哪一个安放位置, 一般根据下列原则确定:



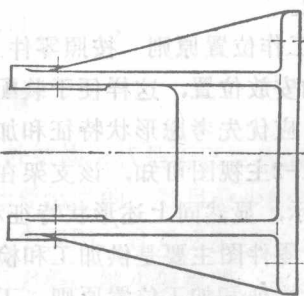
(a)



(c)



(b)



(d)

图11-5 支架的四种安放位置

(1) 加工位置原则 按照零件在机械加工时主要工序的位置, 或加工前在毛坯上划线时的位置来确定主视图的安放位置, 这样便于对照图样进行生产。

该支架的加工顺序通常是这样安排的 (图11-6):

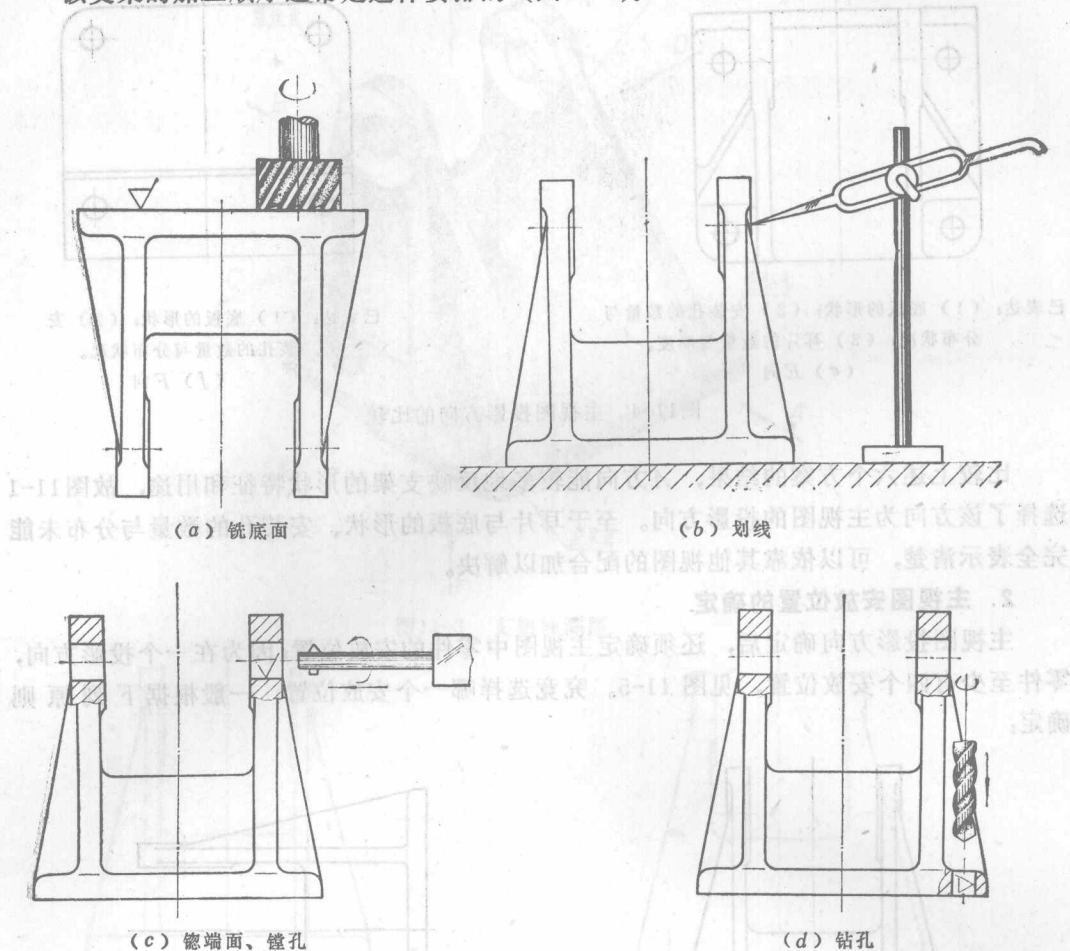


图11-6 支架的加工工序

该支架主要加工工序都是以底板的底面装夹定位, 因此应当选择图 11-5(a) 所示的安放位置。

(2) 工作位置原则 按照零件工作时的位置 来确定主视图的安放位置, 这样便于装配时图物对照。但是比较起来, 应优先考虑形状特征和加工位置这两个原则, 从图11-2主视图可知, 该支架在安装图上的位置如图 11-7 所示, 显然同上述形状特征和加工位置原则有矛盾。由于零件图主要是供加工和检验用, 因此应该优先考虑形状特征和加工位置原则, 工作位置原则一般不作为主要依据。

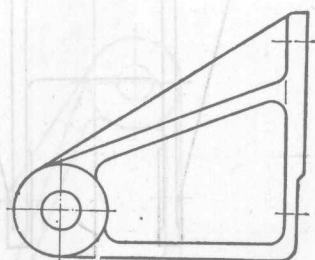


图11-7 支架的工作位置

3. 主视图的安放与左视图有关

主视图的选择还应优先考虑左视图能较多地反映零件的形状, 而把右视图置于较次要地位, 因为较多采用的是左视图而不是右视图, 见图11-8。

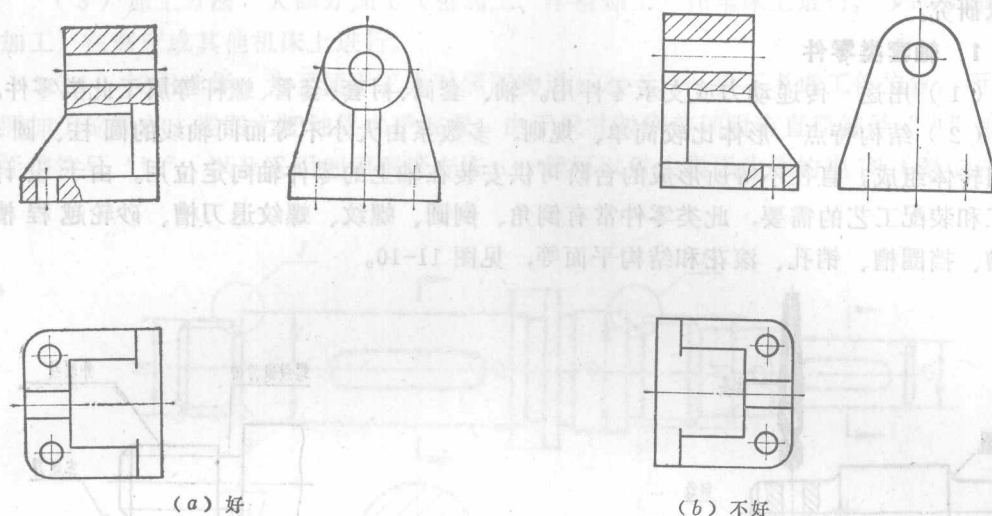


图11-8 优先考虑左视图的清晰

4. 主视图对图幅的影响

主视图的选择还应适当考虑图纸幅面的合理利用，见图11-9。

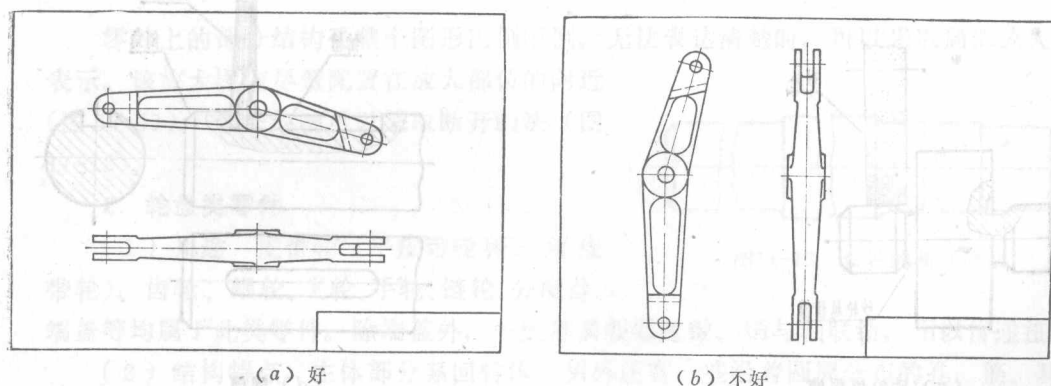


图11-9 图幅的合理利用

二、其他视图的选择

主视图确定后，其他视图的选择应根据零件内、外结构形状是否已表达清楚来确定。在清楚地表达零件形状和便于读图的前提下，应该选择恰当的、数目最少的视图。例如该支架零件除主视图外，还用了左视图、俯视图共三个视图，这是必要且最少的视图。因为缺少左视图，斜筋板的位置和耳片的形状表示不完整；缺少俯视图，底板的形状和安装孔的数量与分布状况表示不清楚，见图11-1。

三、典型零件的视图选择

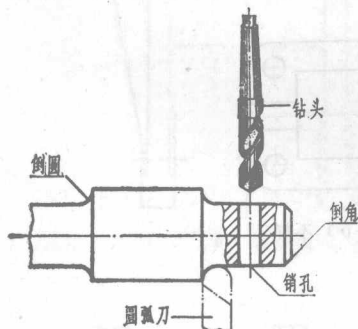
一架飞机是由许许多多的零件组成的。这些零件由于用途不同，结构形状也就有所差异。根据结构和用途相似的特点，将零件分为轴套、轮盘、叉架和壳体四种类型分别

加以研究。

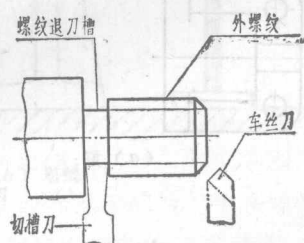
1. 轴套类零件

(1) 用途 传递动力或支承零件用。轴、套筒、衬套、套管、螺杆等属于此类零件。

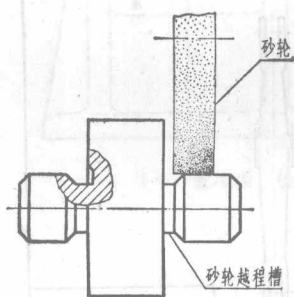
(2) 结构特点 形体比较简单、规则，多数系由大小不等而同轴线的圆柱、圆锥等回转体组成。直径不等所形成的台阶可供安装在轴上的零件轴向定位用。由于设计、加工和装配工艺的需要，此类零件常有倒角、倒圆、螺纹、螺纹退刀槽、砂轮越程槽、键槽、挡圈槽、销孔、滚花和结构平面等，见图 11-10。



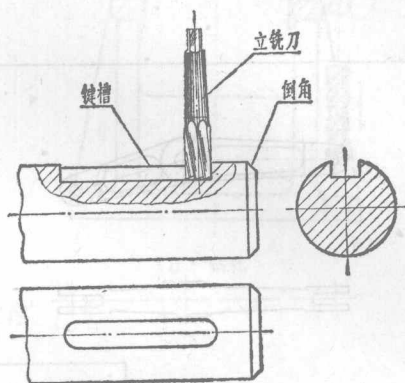
(a) 倒角、倒圆、销孔



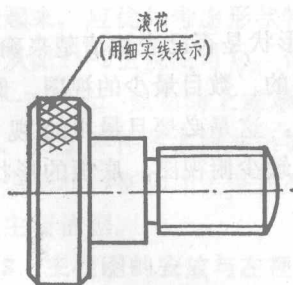
(b) 螺纹、螺纹退刀槽



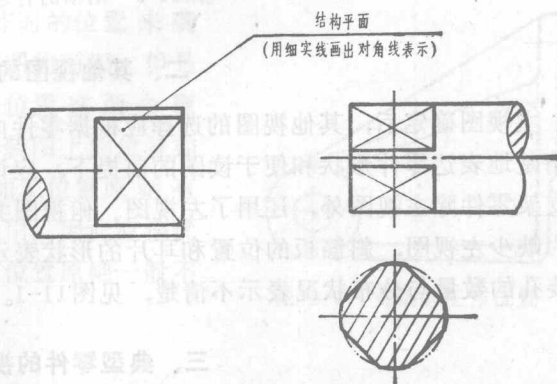
(c) 砂轮越程槽



(d) 键槽



(e) 滚花



(f) 结构平面

图11-10 轴套类零件常见结构

(3) 加工方法 大部分加工(粗加工、半精加工)在车床上进行,少部分加工(精加工)在磨床或其他机床上进行。

(4) 视图选择 为了便于工人对照图物进行加工,一般不考虑工作位置,而是按照加工位置在主视图上把轴线水平放置。由于尺寸数字前面附有直径符号“ ϕ ”或螺纹牙型符号“M”,以及采用剖面图等方法,一般可以省去投影为圆的视图(图 11-11)。

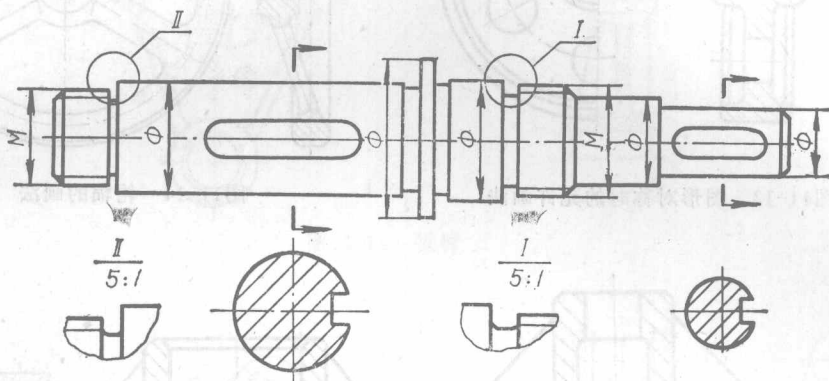


图11-11 轴的视图选择

零件上的部分结构受整个图形比例限制,无法表达清楚时,可以采取局部放大图来表示。该放大图应尽量配置在放大部位的附近(图 11-11)。较长的轴可以采取断开画法(图 11-12)。



图11-12 长轴的断开画法

2. 轮盘类零件

(1) 用途 皮带轮(平皮带轮和三角皮带轮)、齿轮、蜗轮、飞轮、手轮、链轮、分度盘、端盖等均属于此类零件。除端盖外,一般都需要通过键、销与轴联结,用以传递扭矩。

(2) 结构特点 主体部分系回转体,另外还有一些沿着圆周分布的孔、筋、耳片、槽、齿及其他一些结构。

(3) 加工方法 外圆、内孔、端面一般在车床上加工,键槽在插床上加工,轮齿在齿轮加工机床上加工。

(4) 视图选择 主视图多数按照零件在车床上的加工位置将轴线水平放置,也有按圆周上均布孔的钻孔位置将轴线铅垂放置,并多采用全剖视。侧视图或俯视图表示圆周上孔和筋的分布(图 11-13 至图 11-17)。当零件回转体上均匀分布的肋板、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时,可将这些结构旋转到剖切平面上画出,且无须标注和说明,如图 11-14 和图 11-15 所示。该类零件一般只需要两个视图。

圆柱形法兰盘和类似零件上均匀分布的孔还可以按照图 11-16 示意画出。

在不致引起误解时,对于对称机件的视图可只画一半(图 11-13)或四分之一(图 11-17),并按规定在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线,以示其对称性。