



新世纪高职高专实用规划教材

• 机电·模具·数控系列

金工实训教程

JINGONG SHIXUN JIAOCHENG

朱江峰 肖元福 主 编
段继承 刘小群 鱼 花 副主编



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 机电·模具·数控系列

金工实训教程

朱江峰 肖元福 主编

段继承 刘小群 鱼花 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是高职高专系列教材之一,全书共12章,主要内容包括:绪论、制图基本知识、技术测量及常用测量器具、工程材料的基础知识、热外理、铸造、锻压、焊接、金属切削加工基本知识、车工、刨、铣和磨削加工、钳工、特种加工与数控技术。

本书在内容上兼顾实习与课堂教学,可作为不同专业学生金工实习教材,也能作为近机类、非机类专业的金属工艺学教材使用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训教程/朱江峰,肖元福主编;段继承,刘小群,鱼花副主编.—北京:清华大学出版社,2004.9
(新世纪高职高专实用规划教材 机电·模具·数控系列)

ISBN 7-302-09598-1

I.金… II.①朱…②肖…③段…④刘…⑤鱼… III.金属加工—实习—高等学校:技术学校—教材
IV.TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第096949号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:张 瑜

文稿编辑:张 莉

封面设计:陈刘源

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:16.5 字 数:393千字

版 次:2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-09598-1/TG·14

印 数:1~5000

定 价:21.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103或(010)62795704

《新世纪高职高专实用规划教材》序

编写目的

目前,随着教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,进入到一个新的历史阶段。学校规模之大,数量之众,专业设置之广,办学条件之好和招生人数之多,都大大超过了历史上任何一个时期。然而,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,却远远滞后于高等职业教育发展的步伐,以至于许多高职院校的学生缺乏适用的教材,这势必影响高职院校的教育质量,也不利于高职教育的进一步发展。

目前,高职教材建设面临着新的契机和挑战:

(1) 高等职业教育发展迅猛,相应教材在编写、出版等环节需要在保证质量之前提下加快步伐,跟上节奏。

(2) 新型人才的需求,对教材提出了更高要求,科学性、先进性和实用性充分体现。

(3) 高职高专教育自身的特点是强调学生的实践能力和动手能力,教材的取材和内容设置必须满足不断发展的教学需求,突出理论和实践的紧密结合。

(4) 新教材应充分考虑一线教师的教学需要和教学安排。

有鉴于此,清华大学出版社在相关主管部门的大力支持下,组织近百所高等职业技术学院的优秀教师以及相关行业的工程师,推出了一系列切合当前教育改革需要的高质量的面向就业的职业技术实用型教材。

系列教材

本系列教材主要涵盖以下领域:

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络
- 计算机图形图像处理与多媒体
- 电子商务
- 计算机编程
- 电子电工
- 机械
- 数控技术及模具设计
- 土木建筑
- 经济与管理
- 金融与保险

另外,系列教材还包括大学英语、大学语文、高等数学、大学物理、大学生心理健康等基础教材。所有教材都有相关的配套用书,如实训教材、辅导教材、习题集等。

教材特点

为了完善高等职业技术教育的教材体系,全面提高学生的动手能力、实践能力和职业技术素质,特意聘请有实践经验的高级工程师参与系列教材的编写,采用了一线工程技术人员与在校教师联合编写的模式,使课堂教学与实际操作紧密结合。本系列丛书的特点如下:

- (1) 打破以往教科书的编写套路,在兼顾基础知识的同时,强调实用性和可操作性。
- (2) 突出概念和应用,相关课程配有上机指导及习题,帮助读者对所学内容进行总结和提高。
- (3) 设计了“注意”、“提示”、“技巧”等带有醒目标记的特色段落,让读者更容易得到有益的提示与应用技巧。
- (4) 增加了全新的、实用的内容和知识点,并采取由浅入深、循序渐进、层次清楚、步骤详尽的写作方式,突出实践技能和动手能力。

读者定位

本系列教材针对职业教育,主要面向高职高专院校,同时也适用于同等学历的职业教育和继续教育。本丛书以三年高职为主,同时也适用于两年制高职。

本系列教材的编写和出版是高职教育办学体制和运作体制改革下的产物,在后期的推广使用过程中将紧紧跟随职业技术教育发展的步伐,不断吸取新型办学模式,课程改革的思路和方法,为促进职业培训和继续教育的社会需求奉献自己的一份力。

我们希望,通过本系列教材的编写和推广应用,不仅有利于提高职业技术教育的整体水平,而且有助于加快改进职业技术教育的办学模式、课程体系和教学培训方法,形成具有特色的职业技术教育的新体系。

教材编委会

前 言

本书是高职高专系列教材之一，是根据国家教委新颁布的“金属工艺学实习教学基本要求”，结合近年来高职高专院校金工实习实际情况编写而成的。

金工实习是工科类院校机械类和近机械类各专业教学中重要的实践性环节，它能为学生学习后继专业课程打下坚实的基础。本书在编写过程中，以教学基本要求为主导，深入浅出地进行讲解，紧密联系目前生产实际过程，努力使本教材易懂好学，以利于培养学生实践能力。同时本教材注重了知识的科学性和严谨性，并在教材中加入了钢材的火花鉴别等内容，更具有实用性。

本书有以下特点。

1. 对金工实习知识体系进行了整体优化，选取了生产中应用的实例，结合生产实践，以教学要求为基础，以实际应用为主线，通俗易懂，实用性强。
2. 在内容上兼顾实习与课堂教学，满足不同专业学生金工实习的要求，也能作为近机类、非机类专业的教材使用。
3. 材料的牌号和零件公差的标准采用了国家新标准。
4. 在介绍传统工艺的基础上，对我国当前工业生产中的新技术、新工艺也作了重点介绍。
5. 在第 12 章中重点介绍了数控技术的基础知识，为学生的数控实习和自学奠定了基础。

全书共 12 章，其中第 5~7 章(7.1, 7.2 节)由江西工业工程职业技术学院朱江峰编写，第 7 章(7.3, 7.4 节)由江西工业工程职业技术学院刘小群，鱼花编写，第 1~4 章由萍乡市高等专科学校肖元福编写，第 8~12 章由湖南铁道职业技术学院江茨编写。

由于我们水平有限，编写时间紧迫，书中难免有些疏漏不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者
2004 年 4 月

目 录

第 1 章 制图基本知识	1	3.2 钢铁生产简介	42
1.1 识图基本知识	1	3.2.1 炼铁	43
1.1.1 基本概念	1	3.2.2 炼钢	43
1.1.2 基本知识	2	3.2.3 钢材生产	45
1.2 机件的表达方法	3	3.3 金属材料的性能、种类和用途	46
1.2.1 视图	4	3.3.1 金属材料的性能	46
1.2.2 剖视图	7	3.3.2 金属材料的种类和用途	48
1.2.3 断面图	8	3.4 钢铁材料现场鉴别方法	51
1.3 零件图的识读	8	3.4.1 火花鉴别法	52
1.3.1 识读零件图的方法和步骤	9	3.4.2 色标鉴别	56
1.3.2 典型零件读图举例	9	3.4.3 断口鉴别	56
1.4 装配图的识读	17	3.4.4 音响鉴别	56
1.5 本章习题	19	3.5 常用非金属材料、复合材料的性能 and 用途	56
第 2 章 技术测量及常用测量器具	20	3.5.1 工程塑料	56
2.1 技术测量的基本知识	20	3.5.2 合成橡胶	56
2.1.1 技术测量的含义	20	3.5.3 陶瓷材料	57
2.1.2 测量要素	20	3.5.4 复合材料	57
2.1.3 计量单位	20	3.6 本章习题	58
2.2 常用测量器具	21	第 4 章 热处理	60
2.2.1 长度量具	21	4.1 热处理基本知识	60
2.2.2 常用角度量具	25	4.2 钢的整体热处理工艺	61
2.2.3 量具的保养	26	4.2.1 退火	61
2.3 加工精度、表面粗糙度	27	4.2.2 正火	63
2.3.1 互换性与标准公差	27	4.2.3 淬火	64
2.3.2 加工精度	27	4.2.4 回火	66
2.3.3 表面粗糙度	29	4.3 钢的表面热处理工艺	66
2.4 形状与位置公差	30	4.3.1 表面淬火	66
2.4.1 形位公差的基本知识	30	4.3.2 化学热处理	68
2.4.2 形状与位置公差	32	4.4 热处理设备	69
2.5 本章习题	38	4.4.1 加热设备	69
第 3 章 工程材料的基础知识	40	4.4.2 冷却设备及其他设备	71
3.1 工程材料的分类	40	4.5 热处理操作技术	72

4.5.1 热处理操作要领	72	6.2.4 典型锻件自由锻工艺 过程示例	107
4.5.2 各类热处理设备操作举例	72	6.3 板料冲压	111
4.5.3 热处理操作实例	73	6.3.1 冲压设备	111
4.6 表面处理技术简介	74	6.3.2 板料冲压的基本工序	113
4.6.1 金属表面的处理	74	6.4 本章习题	115
4.6.2 电镀	76	第7章 焊接	117
4.7 本章习题	78	7.1 焊接工艺基础	117
第5章 铸造	80	7.1.1 焊接的特点	117
5.1 铸造基本知识	80	7.1.2 焊接方法分类	118
5.1.1 铸造的概念	80	7.2 焊条电弧焊	118
5.1.2 铸造的特点	80	7.2.1 弧焊电源	119
5.1.3 铸造的分类	81	7.2.2 电焊条	121
5.2 砂型铸造	81	7.2.3 焊接工艺参数	123
5.2.1 造型(芯)材料	81	7.2.4 焊接接头形式和坡口	125
5.2.2 模样和芯盒	83	7.2.5 焊接位置	127
5.2.3 造型和造芯	83	7.2.6 基本操作技术	127
5.2.4 合型	90	7.2.7 对接平焊的操作步骤	128
5.2.5 浇注系统	90	7.2.8 常见焊接缺陷	129
5.2.6 铸造合金的熔炼	91	7.3 气焊与气割	130
5.2.7 铸造合金的浇注	91	7.3.1 气焊	130
5.2.8 铸件的落砂、清理与检验	92	7.3.2 气割	135
5.3 特种铸造	94	7.4 本章习题	136
5.3.1 金属型铸造	94	第8章 金属切削加工基本知识	138
5.3.2 压力铸造	94	8.1 概述	138
5.3.3 离心铸造	95	8.1.1 金属切削加工概念	138
5.4 本章习题	96	8.1.2 切削运动	138
第6章 锻压	98	8.1.3 工件上的加工表面	139
6.1 锻压基本知识	98	8.1.4 切削用量	140
6.1.1 锻压的概念	98	8.2 切削刀具	140
6.1.2 加热的目的和锻造 温度范围	98	8.2.1 车刀	141
6.1.3 加热炉及其操作	98	8.2.2 铣刀	145
6.1.4 加热的缺陷	100	8.2.3 麻花钻	148
6.1.5 锻件的冷却	101	8.3 切削液	149
6.2 自由锻造	101	8.4 本章习题	150
6.2.1 自由锻锤	101	第9章 车工	152
6.2.2 自由锻的基本工序 及其操作	103	9.1 车工概述	152
6.2.3 自由锻工艺	106		

9.1.1 车削加工工艺范围	152	10.2.2 铣削的基本操作	198
9.1.2 工艺过程	152	10.3 磨削加工	201
9.1.3 切削液	153	10.3.1 磨床的基本知识	201
9.2 普通车床	154	10.3.2 砂轮的基本知识	205
9.2.1 普通车床的型号、规格 和技术性能	154	10.3.3 磨削的基本加工方法	206
9.2.2 普通车床的组成部分 及其作用	156	10.4 本章习题	208
9.2.3 普通车床的传动系统	158	第 11 章 钳工	210
9.3 基本车削工艺	159	11.1 钳工工作台和台虎钳	210
9.3.1 车削外圆与端面	159	11.1.1 钳工工作台	210
9.3.2 切断与切槽	162	11.1.2 台虎钳	211
9.3.3 孔加工	165	11.2 划线	211
9.3.4 车削圆锥面	166	11.2.1 平面划线	212
9.3.5 车削成形面与滚花	168	11.2.2 立体划线	212
9.3.6 车削螺纹	169	11.2.3 划线基准的选择	212
9.4 车床附件	172	11.2.4 基本线条的划线方法	213
9.4.1 三爪自定心卡盘	172	11.2.5 划线实例	216
9.4.2 顶尖	173	11.3 锯切与錾削	217
9.4.3 心轴	174	11.3.1 手锯的构造	217
9.4.4 四爪单动卡盘	175	11.3.2 锯切基本操作	218
9.4.5 花盘和角铁	176	11.3.3 典型工件锯切	219
9.4.6 中心架	177	11.4 锉削	221
9.4.7 跟刀架	177	11.4.1 锉刀	221
9.5 典型零件车削实例	178	11.4.2 锉削的基本操作	221
9.6 其他车床	180	11.5 钻孔、扩孔、铰孔及铰孔	222
9.6.1 转塔车床	180	11.5.1 钻孔	222
9.6.2 铺自动和半自动车床	181	11.5.2 扩孔	224
9.6.3 立式车床	182	11.5.3 铰孔	225
9.7 本章习题	182	11.5.4 铰孔	225
第 10 章 刨、铣和磨削加工	184	11.6 錾削	226
10.1 刨削加工	184	11.6.1 錾削工具及其使用	226
10.1.1 刨削加工概述	184	11.6.2 錾削基本操作	227
10.1.2 刨削类机床	184	11.7 攻丝和套丝	228
10.1.3 刨刀的基本知识	188	11.7.1 攻丝	228
10.1.4 刨削的基本操作	191	11.7.2 套丝	230
10.2 铣削加工	194	11.8 刮削	231
10.2.1 铣床、铣削用量	194	11.8.1 刮刀	231
		11.8.2 平面刮削操作	231
		11.8.3 曲面刮削操作	232

11.8.4 标准平板研点检验	232	切割加工	237
11.9 装配的概念	233	12.2 数控技术简介	239
11.9.1 基本概念	233	12.2.1 数控机床	239
11.9.2 基本元件的装配	233	12.2.2 数控机床的组成和作用	240
11.10 本章习题	234	12.2.3 数控机床的分类	241
第 12 章 特种加工与数控技术	236	12.2.4 数控加工的工艺特点 及应用	242
12.1 特种加工简介	236	12.3 本章习题	242
12.1.1 特种加工的特点	236	习题答案	244
12.1.2 特种加工的分类	236		
12.1.3 电火花加工和电火花线			

第 1 章 制图基本知识

学习目的与要求：

通过对本章的学习，要求了解识图的基本概念及基本知识，机件的表达方法，识读零件图的方法和步骤，识读装配图的方法和步骤。实习中，通过对 2~3 张装配图与零件图的识读，掌握识图的方法。

1.1 识图基本知识

1.1.1 基本概念

在每个机加工车间中，都可以看到各种图纸，如图 1.1 所示。这些图中都包含有图形、数字、符号和文字等。这种准确表达零件或机器的形状、大小和技术要求的图叫做机械图样。零件图和装配图统称为机械图样。

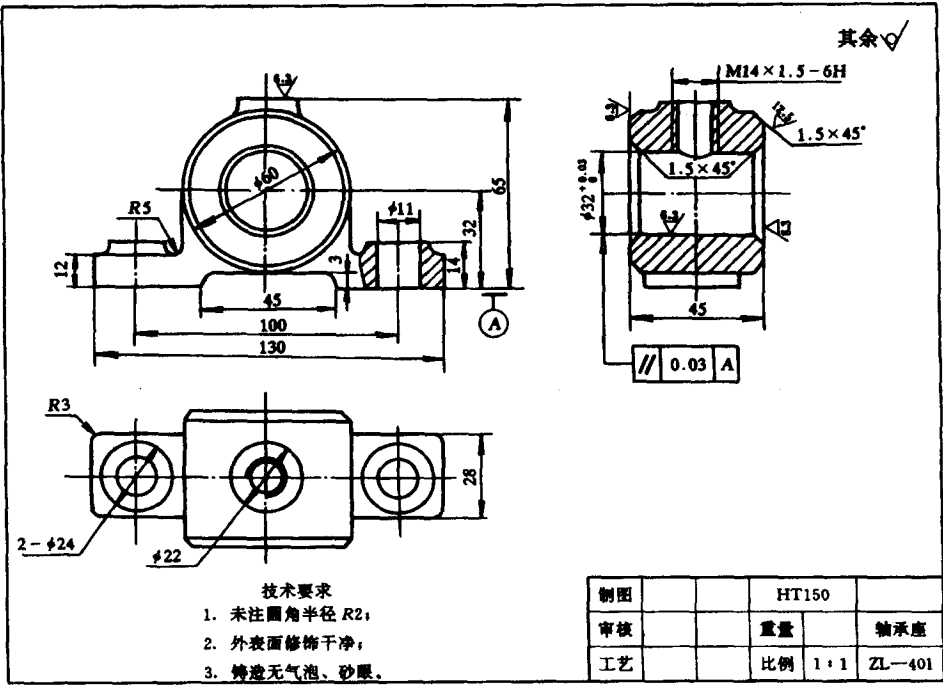


图 1.1 轴承座零件图

识图是研究在平面上用平面图形表达物体，以及由平面图形想像物体空间形状的一门

学科。

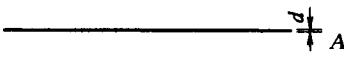
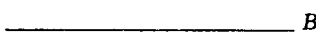
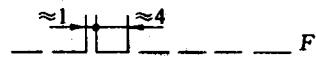
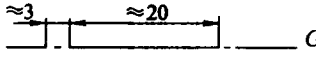
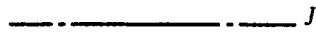
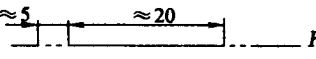
学好识图,具备一定的识图能力,也是学习各门专业课的需要,对于提高操作技能,解决生产中的实际问题都有现实意义。

1.1.2 基本知识

1. 图线

图线是构成视图的最基本的要素之一,掌握各种图线的含义和用途,是看懂机械图样应具备的知识。机械图样中各种图线的名称、形式、代号、宽度以及在图上的一般应用如表 1.1 所示。

表 1.1 常见图线形式

图线名称	图线形式及代号	图线宽度	主要用途
粗实线	 A	d	可见轮廓线
细实线	 B	$d/3$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、引出线
波浪线	 C	$d/3$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线	 D	$d/3$	断裂处的边界线
虚线	 F	$d/3$	不可见轮廓线
细点画线	 G	$d/3$	轴线、对称中心线
粗点画线	 J	d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线	 K	$d/3$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线

2. 比例

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。一般在标题栏中注明。比例分为以下 3 种:

- (1) 放大比例,如图 1.2 所示,比例为 2:1,图上的 2 mm 代表实物的 1 mm。
- (2) 缩小比例,如图 1.3 所示,比例为 1:2,图上的 1 mm 代表实物的 2 mm。
- (3) 与实物相同,如图 1.4 所示,比例为 1:1,图上的 1 mm 代表实物的 1 mm。

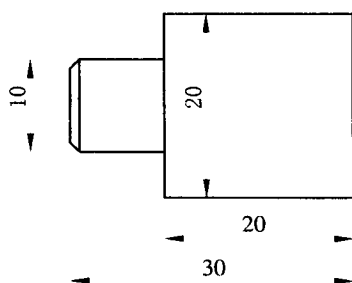


图 1.2 放大比例图(2:1)

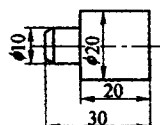


图 1.3 缩小比例图(1:2)

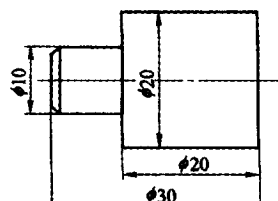


图 1.4 原值比例图(1:1)

3. 尺寸

尺寸是表示物体的形状大小且有特定单位的数值。在分析图样的尺寸时,应从图样的长、宽、高三个方向标注的尺寸数字进行分析。如图 1.5 所示的轴承座视图及尺寸。

注意: 未注明单位的尺寸都是 mm, 读图时常见图中标有 R 、 ϕ 、 SR 、 S 等符号, 它们分别表示圆或圆弧的半径、直径、球半径、球直径。读竖直方向尺寸时应注意字头朝左倒。

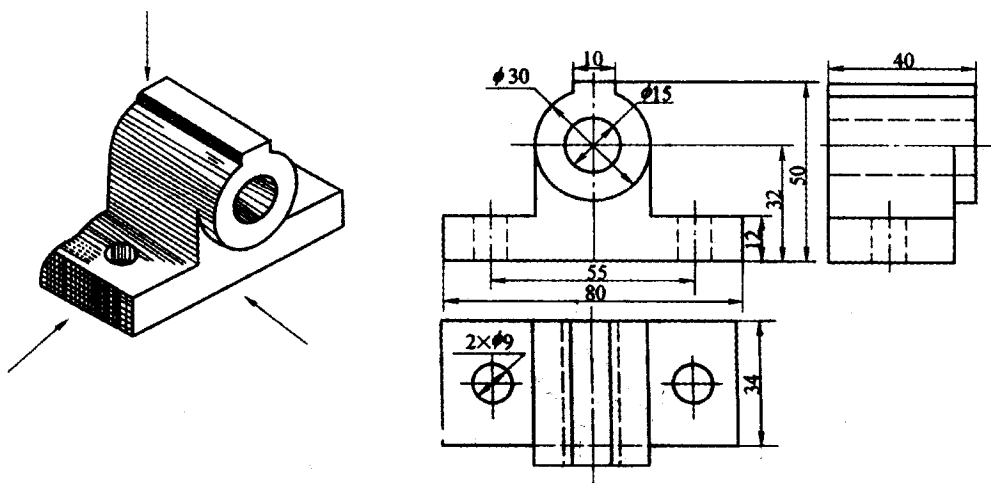


图 1.5 轴承座视图及尺寸

1.2 机件的表达方法

在生产实际中,机件的形状千变万化,其结构有简有繁。为了完整、清晰、简便、规范地将机件的内外形状结构表达出来,国家标准《技术制图》与《机械制图》中规定了各种画法,如视图、剖视、断面、局部放大图、简化画法等。

1.2.1 视图

视图主要用来表达机件的外部结构和形状,一般只画出机件的可见部分,必要时才用虚线表达其不可见部分。视图的种类通常有基本视图、向视图、局部视图和斜视图4种。

1. 基本视图

在原有3个投影面的基础上,再增设3个投影面,构成一个正六面体,这6个面称为基本投影面。将机件放在正六面体内,分别向各基本投影面投射,所得的视图称为基本视图。除了常用的主视图、俯视图、左视图3个视图外,还有从右向左投射所得的右视图,从下向上投射所得的仰视图,从后向前投射所得的后视图。

6个基本投影面的展开方法如图1.6所示。

6个基本视图的配置关系如图1.7所示。在同一张图纸内照此配置视图时,可不标注视图名称。

6个基本视图之间,符合“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。除后视图外,各视图的里侧(靠近主视图的一侧)均表示机件的后面;各视图的外侧(远离主视图的一侧)均表示机件的前面。

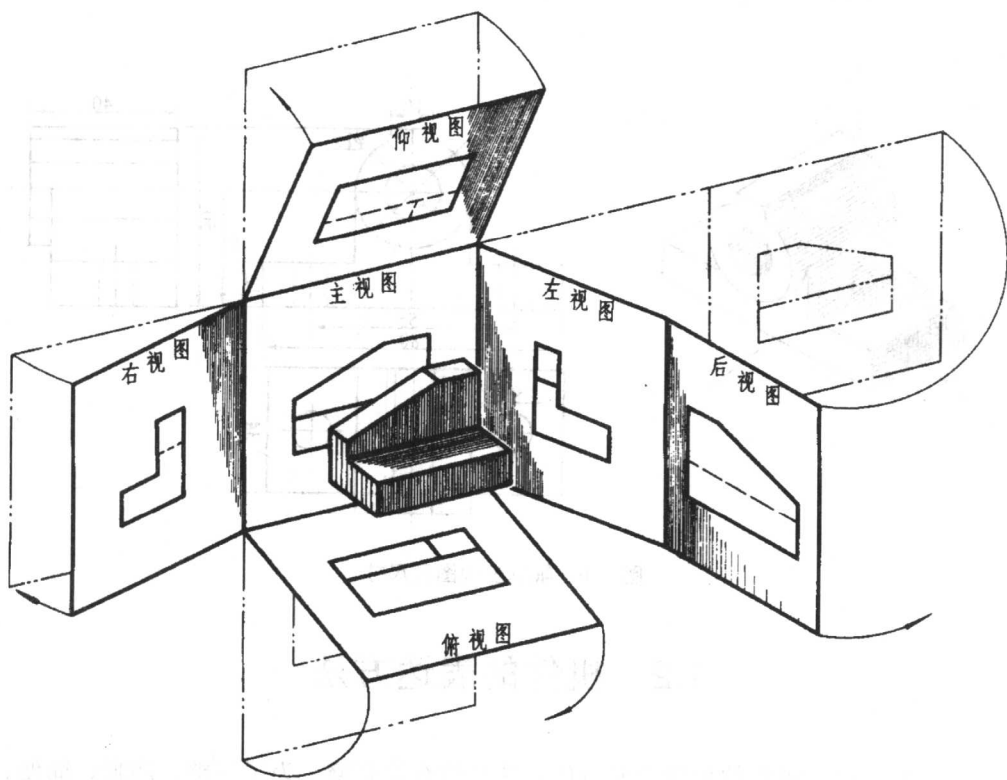


图 1.6 6个基本投影面的展开

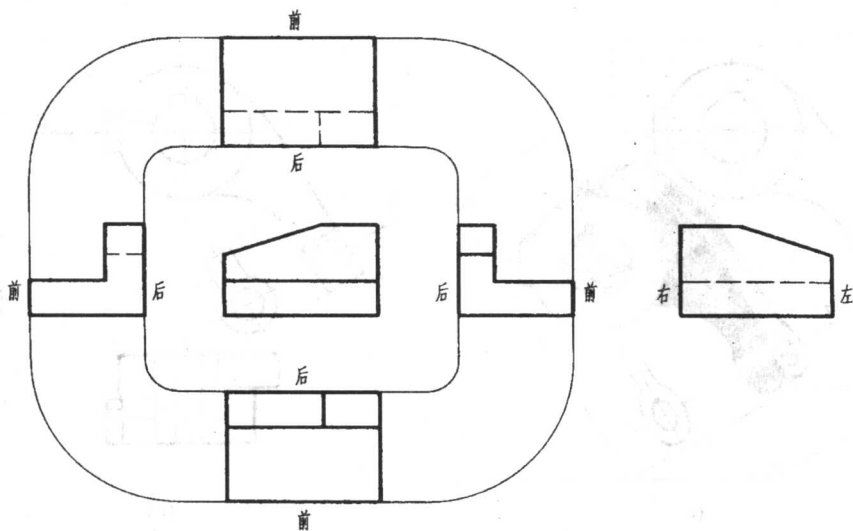


图 1.7 6个基本视图的位置

2. 向视图

向视图是可以自由配置的视图。

为了便于读图, 向视图必须进行标注。即在向视图的上方标注“×”(“×”为大写拉丁字母), 在相应视图的附近用箭头指明投射方向, 并标注相同的字母, 如图 1.8 所示。

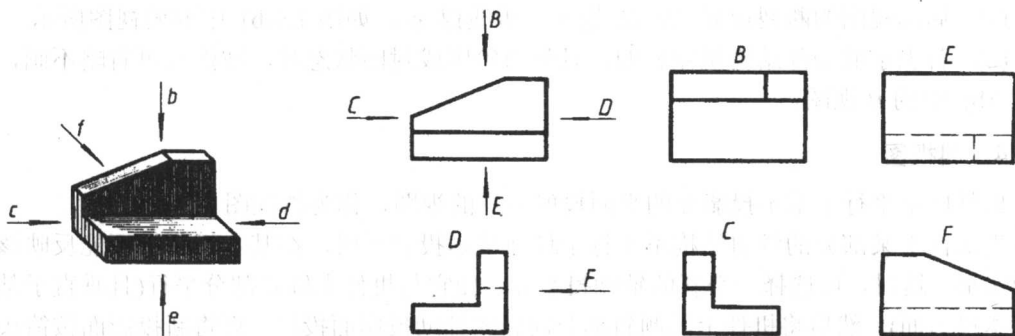


图 1.8 向视图示例

3. 局部视图

如只需表示机件上某一部分的形状时, 可不必画出完整的基本视图, 而只把该部分的局部结构向基本投影面投射即可。

这种将机件的某一部分向基本投影面投射所得的视图, 称为局部视图。

如图 1.9(a)所示的压紧杆, 除完整的主视图外, 图 1.9(b) 中的俯视图只画出其中的一部分, 右视图只画出图形 B 表达凸台的形状, 采用了两个局部视图代替俯、右两个基本视图, 即将圆筒及其凸台等部分的形状完整、简明地表示出来, 既避免了重复, 看图、画图也都很方便。

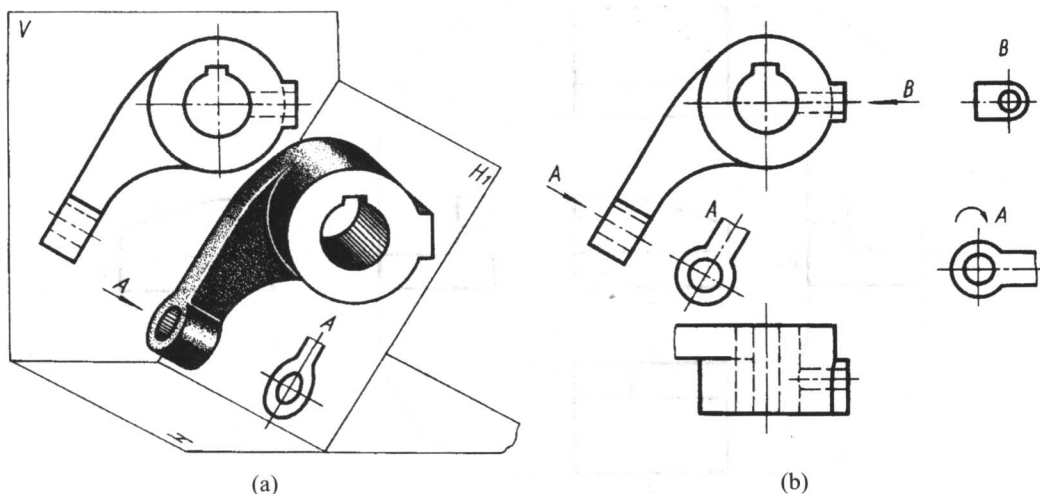


图 1.9 局部视图与斜视图

局部视图的配置形式通常有两种:

(1) 按基本视图的形式配置,如图 1.9(b) 中的俯视图,即当局部视图按投影关系配置,中间又没有其他图形隔开时,可省略标注。

(2) 按向视图的形式配置,如图 1.9(b) 中的 *B* 视图。

局部视图的表达形式通常有两种:

(1) 局部视图的断裂边界以波浪线(或双折线)表示,如图 1.9(b) 中的俯视图所示。

(2) 若表示的局部结构是完整的,且外形轮廓成封闭状态时,波浪线可省略不画,如图 1.9(b) 中的 *B* 视图。

4. 斜视图

机件向不平行于基本投影面的平面投射所得的视图,称为斜视图。

当机件上某部分的倾斜结构不平行于任何基本投影面时,在基本视图中不能反映该部分的实形。这时,可选择一个新的辅助投影面,使它与机件上倾斜部分平行(且垂直于某一个基本投影面)。然后将机件上的倾斜部分向新的辅助投影面投射,再将新投影面按箭头所指方向,旋转到与其垂直的基本投影面重合的位置,即可得到反映该部分实形的视图,其断裂边界可用波浪线(或双折线)表示,如图 1.9(b) 所示。

斜视图通常按向视图的配置形式配置并标注,如图 1.9(b) 中的 *A* 视图。

必要时,允许将斜视图旋转配置,但需画出旋转符号。表示该视图名称的大写拉丁字母,应靠近旋转符号的箭头端,如图 1.9(b) 所示。也允许将旋转角度标注在字母之后。斜视图可顺时针旋转或逆时针旋转,但旋转符号的方向要与实际旋转方向一致,以便于看图者识别。

1.2.2 剖视图

假想用剖切面剖开机件，将处在观察者和剖切面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投射所得的图形，称为剖视图，简称剖视，如图 1.10 所示。

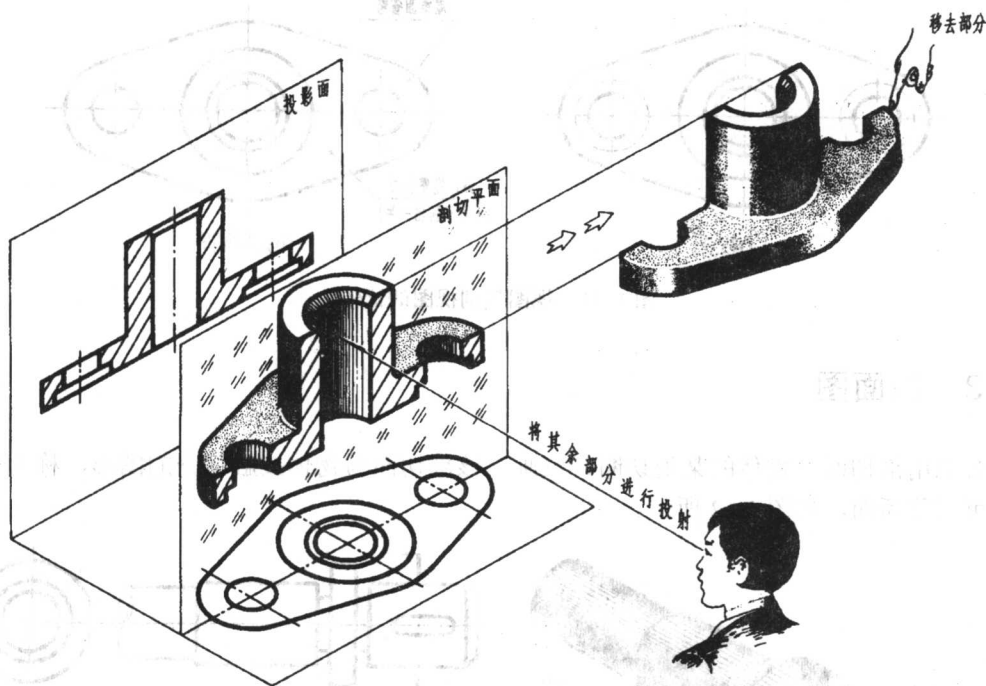


图 1.10 剖视图的形成

将主视图与剖视图相比较，可以看出，由于主视图采用了剖视的画法(图 1.10)，将机件上不可见的部分变成了可见的，图中原有的虚线变成了实线，再加上剖面线的作用，所以使机件内部结构形状的表达既清晰，又有层次感。同时，画图、看图和标注尺寸也都更为简便。

画剖视图时，应注意以下几点(参看图 1.11)

(1) 因为剖切是假想的，并不是真把机件切开并拿走一部分。因此，当一个视图取剖视后，其余视图仍按完整机件画出。

(2) 剖切面与机件的接触部分，应画上剖面线(金属材料的剖面线，通常用与水平线成 45° 角的细实线绘制)。应注意：同一机件在各个剖视图中，其剖面线的画法均应一致(间距相等、方向相同)。

(3) 为使图形清晰，剖视图中看不见的结构形状，在其他视图中已表示清楚时，其虚线可省略不画(但对尚未表达清楚的内部结构形状，其虚线不可省略)。

(4) 在剖切面后面的可见轮廓线，应全部画出，不得遗漏。