

XIANDAI GONGYE JISHU GAILUN

现代工业技术概论

于彦东 段铁群 张 元 主编

哈尔滨工程大学出版社

高等学校教材

现代工业技术概论

于彦东 段铁群 张元 主编

张凯峰 韩向利 主审

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代工业技术概论/于彦东,段铁群,张元主编.

哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001.7

ISBN 7-81073-179-3

I. 现... II. ①于...②段...③张... III. 工业技术-概论-高等学校-教材 IV. T

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 042585 号

内 容 简 介

本教材为适应教学体系改革的需要,将机械类原有的各专业技术基础课中的核心教学内容,综合编写成《现代工业技术概论》。全书共分八章,主要内容有:绪论、机械制图基础、工程材料、机械设计基础、热加工工艺基础、金属切削加工基础、现代机械设计方法和现代制造技术等。

本教材可作为机械工程、工业工程、管理工程等各类,与现代工业技术有关学科和专业的本、专科学生的教学参考书,亦可供工业企业中工程技术人员自学和参考。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新华书店经销
东北农业大学印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 20.5 字数 500 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

印数:1~2 000 册

定价:24.00 元

前 言

改革开放已把我国的工业制造业推向世界,加入了世界竞争的行列。面向 21 世纪,我国要培养出具有现代竞争意识,掌握现代制造技术和科学管理方法的企业家、工程技术人员、管理人员和技术工人。因此,要不断更新知识,拓宽知识面,掌握现代新技术、新工艺、新方法,为此,我们编写了《现代工业技术概论》(An Introduction of Advanced Industrial Technology)。

本教材的主要内容有:绪论、机械制图基础、工程材料、机械设计基础、热加工工艺基础、金属切削加工基础、现代机械设计方法和现代制造技术等。

各章内容力求精炼、新颖,突出工业技术的基本内容。本书反映了现代工业技术的最新发展,介绍了现代工业的新技术、新工艺、新方法,同时注重内容的科学性、系统性和实用性。通俗易懂,便于学习。

本书由哈尔滨理工大学于彦东、段铁群、张元任主编,舒庆、潘承怡任副主编。编写分工:于彦东编写第一、五章;段铁群编写第一、二章及第六章中的第三节;舒庆编写第三章中的第一、二、三、四节;李丹编写第三章中的第五、六节;曲志刚编写第四章中的第一、二节;段铁民(黑龙江省建筑职业技术学院)编写第四章中的第三节;张元编写第六章中的第一、二、四、五、六节;孙全颖编写第七章;潘承怡编写第八章中的第二、三、四、五节;孙荣禄(佳木斯大学)编写第八章中的第一、六节。

全书由哈尔滨理工大学于彦东、段铁群统编定稿;哈尔滨工业大学博士生导师张凯锋教授、清华大学韩向利教授担任主审。

在编写过程中得到作者各自单位领导的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者的水平和经验有限,书中难免存在一些错误和不妥之处,恳请读者给予指正。

编 者

2001 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 机械制图基础	4
第一节 机械制图基本标准	4
第二节 投影与视图	9
第三节 零件图	20
第四节 装配图	28
第五节 计算机绘图及应用	33
第三章 工程材料	51
第一节 工程材料概述	51
第二节 金属材料的组织与性能	56
第三节 金属材料的热处理工艺	67
第四节 常用金属材料及性质	75
第五节 常用的非金属材料	86
第六节 现代先进材料的出现和应用	100
第四章 机械设计基础	111
第一节 机械设计的基础知识	111
第二节 常用传动机构	118
第三节 常用机械零件概述	127
第五章 热加工工艺基础	137
第一节 铸造方法与工艺	137
第二节 压力加工方法与工艺	151
第三节 焊接方法与工艺	166
第四节 现代热加工技术的发展趋势	186
第六章 金属切削加工基础	193
第一节 金属切削加工原理概述	193
第二节 常用的切削加工方法	204
第三节 金属切削机床	217

第四节	机床夹具的工作原理及其结构·····	234
第五节	特种加工方法简介·····	250
第七章	现代机械设计方法·····	259
第一节	概述·····	259
第二节	计算机辅助设计·····	260
第三节	优化设计·····	264
第四节	其它常用现代设计方法简介·····	268
第八章	现代制造技术·····	275
第一节	现代制造技术概述·····	275
第二节	数控技术·····	278
第三节	CAD/CAPP/CAM 集成 ·····	287
第四节	精益生产·····	298
第五节	其它现代制造技术·····	307
第六节	现代制造技术发展趋势·····	315
参考文献	·····	321

第一章 绪 论

近几十年来,随着市场变化越来越快,竞争日益激烈。企业的生存和发展取决于对市场要求的响应能力、敏捷能力。以计算机、信息技术为代表的高新技术的发展尤为迅猛,它使传统的工业技术的内涵和外延发生了根本性的变化。在生产技术和管理模式等方面涌现出许多新的概念、新的思维方式和新的思想理念,不同的学科之间相互渗透、交汇融合,进而发展为现代工业技术,它以其独特的方式应用于产品的设计,产品的加工制造、生产管理、经营管理、检测手段,以及售后服务等领域,使产品的质量得以保证,原材料和能源消耗明显降低,企业的生产效率和经济效益得到显著提高。

一、学习现代工业技术的重要意义

在现代社会生产领域中,计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助管理以及将它们有机地集成起来的计算机集成制造(CIM),已经成为现代工业技术、企业科技进步和实现现代化的标志。计算机在工业技术领域里的应用是人的脑力的延伸,它将促使生产力获得新的飞跃。计算机在生产中的应用不是简单地替代人,而是使人从单调、繁琐、重复性的劳动中解放出来,实现脑力劳动与体力劳动的结合,充分发挥人的主动性和创造力,从而创造出更高的经济效益。现代工业技术不单是提高劳动生产率的必不可少的基本工具,也是企业赢得竞争胜利的重要手段,对整个人类社会进步将起到不可估量的作用。

现代工业技术涉及微电子技术、计算机技术、信息技术及机械制造技术等学科领域。世界上许多国家都把本国经济的发展和前途寄托在现代工业技术的进一步发展和提高,以及未来市场的竞争能力上。在这场竞争中决定胜负的关键是人,是具有现代竞争意识和掌握现代化工业技术和科学管理的高素质人材。因此,学习掌握现代工业技术和应用新的知识,对创新未来是十分有意义的。

二、工业技术的发展概述

工业技术有着悠久的发展历史,是人类在改造自然的长期生产实践中,不断地发现、探索、总结、积累的基础上产生和发展起来的,它是人类共同的智慧和劳动的结晶。工业技术的发展经历了十分漫长的岁月,概括地说,工业技术经历了:手工业、机械工业、电力工业和现代工业技术等不同的发展阶段。

手工业阶段是一个十分漫长、科学技术进展极为缓慢的发展时期。即从六七千年前火燃陶器的出现,到大约四千年前至二千多年前由青铜器到铁器的冶炼技术的产生,以至于用青铜、铁等制造的各种工具、器皿、兵器,及后来陆续出现的简单的机械设备等。在这个期间,科学和技术主要体现在工匠、艺人等的经验技术水平上。工业技术真正得到较为迅速的发展是近二三百年的事情。

18世纪以后,出现了科学技术快速发展的热潮,尤其是蒸汽机的出现,为工业社会提供了新型的巨大的能源。这一时期的工业技术发生的革命性变化,标志着工业技术进入了机械工业时代。在这个时期,各种类型的机械和简单设备如雨后春笋般地涌现出来,各种机器的动力

先后由自然力代替人力,人只需操纵机器,生产力不再受人的体力的限制。人们同时提高了对科学的认识,增强了对自然科学和基础科学等方面的研究和探索,为以后工业技术的进一步发展打下了良好的基础。

在 19 世纪后期,以电力工业为代表的,包括内燃机、新交通工具和通讯技术等在内的新技术的出现,使工业技术跨入了电力工业时代。19 世纪六七十年代,德国人西门子研制成第一台发电机,比利时人格拉姆发明了电动机,随后,电灯、电车、电报、电话、电站、电焊机等陆续出现,内燃机的发明,推动了交通、石油和化工工业的发展,使工业技术进入了一个新的快速发展时期。这一时期,自然科学、基础科学及许多方面的专业技术知识都得到了快速的发展,基础科技与专业技术的有机结合,使许多工业技术趋向于成熟。

20 世纪中期,第一台电子计算机问世后,特别是近二十多年来,以计算机技术为主要代表的,包含有信息技术、网络工程、微电子技术和纳米技术等在内的现代工业技术标志着工业技术已进入到了一个全新的发展时期。计算机技术的应用涉及到现代社会生产中的各个领域。计算机在产品的设计、加工制造、生产和经营管理等方面的广泛应用,使产品的设计和制造快速、高效地进行,产品的生产质量更为稳定,适用的生产区间更为宽阔。以计算机为主要代表的现代工业技术打破了各科学领域之间的界限,使学科之间相互溶合渗透。把学科之间相互联系起来,整体地分析和思考问题,出现了许多新的思维方式和工作方法,为提高企业的生存和竞争力奠定了坚实的基础。

三、课程的性质和任务

《现代工业技术概论》课程是一门培养学生成为适应现代工业发展的高层次工程技术人员和现代管理人才的技术基础课。

随着现代科学技术的进步,特别是微电子技术、计算机技术、信息技术等与机械制造技术的深度结合,使现代工业的面貌发生了很大的变化。数控机床、加工中心、集成制造系统、虚拟制造及敏捷制造等不断出现的新的先进工业制造技术和新的先进生产模式,增强了企业的生产能力和市场适应性。由于现代工业呈现出激烈的国际性竞争和高速发展的势态,高等工科院校必须根据现代高新技术的发展调整原有的课程设置、体系和教学内容等,以使学生的知识体系与现代工业发展相适应。当代大学生不仅要深入了解现代工业技术的基础内涵,而且要学习大量涌现的新知识,拓宽知识面,注重综合能力的培养,提高毕业后对工作环境的适应能力。

本教材综合了高等工科院校原有的机械制图、机械设计基础、金属工艺学、金属切削机床、机械制造工艺等几门课程的内容,尤其注重新知识、新技术及其发展趋势的介绍,并增加了现代机械设计方法、现代制造技术及其发展趋势等内容。

本课程的任务为:

1. 使学生了解现代工业技术的基础内容,学习大量涌现的新知识、新技术、新方法,拓展知识面;
2. 使学生掌握机械制图的基础知识,具有一定的识图能力,了解机械加工精度、公差标注、机械加工表面质量的含义等,掌握计算机绘图的基本技巧;
3. 熟悉常用的工程材料、热处理方法及用途,增加对现代先进材料的了解;
4. 学习机械原理和机械零件的基础知识,了解机械系统的基本工作原理;
5. 掌握铸造、压力加工、焊接、切削加工的基本原理与加工工艺的基本知识,了解冷、热加

工的特种工艺和现代新技术的发展趋势；

6.掌握常用的现代机械设计方法的基本知识；

7.掌握现代制造技术的基本知识和发展趋势,了解现代制造技术的新思路、新技术和新方法。

第二章 机械制图基础

在现代工业生产中,任何机床、化工设备、电子产品以及各种仪器仪表等的制造,都要先进行设计,画出其图样,然后根据图样来进行加工和装配。按照一定的投影理论和国际有关规定,表达出机器及其零部件的形状和结构、大小、材料,及加工、检验、装配等技术要求的图样,称为工程图样。它是工业生产中的重要技术文件,同时又是工程界表达思想、信息和技术交流的重要媒介和工具。所以,工程图样被喻为工程界的技术语言。对于工程图样的格式、表达方法和内容等都应遵守《机械制图国家标准》的规定。

第一节 机械制图基本标准

一、图纸幅面(GB/T14689-93)

图纸幅面是指绘图时所采用图纸的大小。为便于使用、装订和保管,应根据机件的大小和复杂程度选用。表2-1给出了标准幅面尺寸,幅面格式如图2-1所示。

表 2-1 标准幅面尺寸(mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

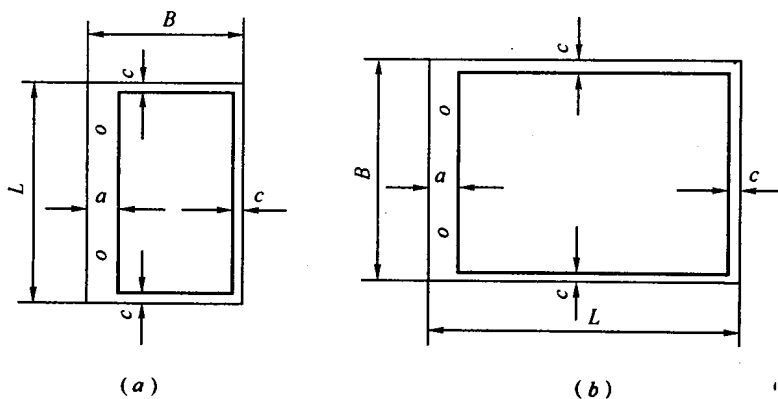


图 2-1 图纸幅面格式

二、比例(GB/T14690-93)

比例是指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时,应按表 2-2 规定系列选取适当的比例。

表 2-2 比 例

种类	比 例	
原值比例	* 1:1	
放大比例	* 5:1 2:1 10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	* 1:2 1:5 1:10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ ...

注: n 为正整数; * 为优先选用。

三、字体(GB/T14691-93)

图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母都必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

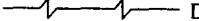
字体高度代表字体号数,其公称尺寸系列为 1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20mm。

四、图线(GB4457.4-84)

各种图线的名称、型式、宽度及其应用见表 2-3 和图 2-2。

图线的宽度分粗、细两种,粗线宽度为 b ,细线宽度约为 $b/3$ 。粗线宽度 b 的具体数值应根据图形的大小和复杂程度而定,在 0.5~2.0mm 之间选择。在同一张图样中,同一类图线的宽度应保持均匀一致,虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

表 2-3 图线及其应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一 般 应 用
粗 实 线	 A	b	可见轮廓线
细 实 线	 B	约 $b/3$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、重合剖面轮廓线、引出线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线等
波 浪 线	 C	约 $b/3$	断裂处的边界线
双折线	 D	约 $b/3$	断裂处的分界线
虚 线	 F	约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		约 $b/3$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线等
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约 $b/3$	假想,投影轮廓线、极限位置轮廓线、相邻辅助机件轮廓线等

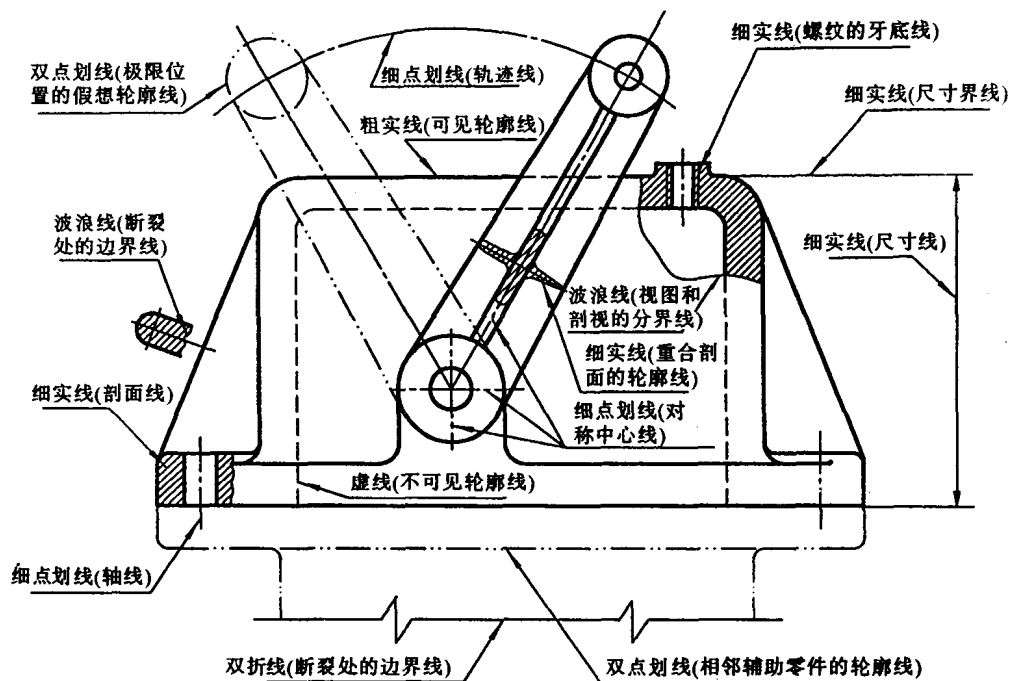


图 2-2 图线应用示例

五、剖面符号(GB4457.5-84)

若图形中的机件被剖切,应在剖切的实体部分按表 2-4 规定画出剖面符号。金属材料的剖面符号为间隔相等的与水平成 45° 相互平行的细实线。同一机件,各剖视图中剖面线的方向和间隔应相同。

表 2-4 剖面符号

金属材料(已有规定剖面符号者除外)		木	纵断面	
线圈绕组元件		材	横断面	
转子、电枢、变压器和电抗器等迭钢片		液 体		
非金属材料(已有规定剖面符号者除外)		木质胶合板(不分层数)		
玻璃及供观察用的其它透明材料		格网(筛网、过滤网等)		

六、尺寸注法(GB4458.4-84)

1. 基本规则

(1)机件的实际大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小和绘图准确度无关。

(2)图样中的尺寸以毫米为单位,不需标注计量单位的代号或名称。如采用其它单位时则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3)图样中标注的尺寸为该图所示机件的最后完工尺寸,否则应加以说明。机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(多用箭头)和尺寸数字四部分组成,如图2-3所示。尺寸数字应写在尺寸线的上方或中断处,数字字头方向向上或向左。

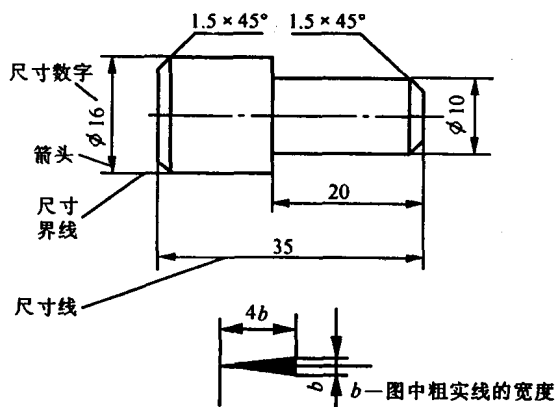


图2-3 完整的尺寸组成

3. 几种常见要素的尺寸注法

(1)圆和圆弧尺寸的注法 标准圆的直径或大于半径的圆弧直径,应在数字前加注符号“ ϕ ”,标注小于或等于半径的圆弧时,应在数字前加注“R”,如图2-4所示。

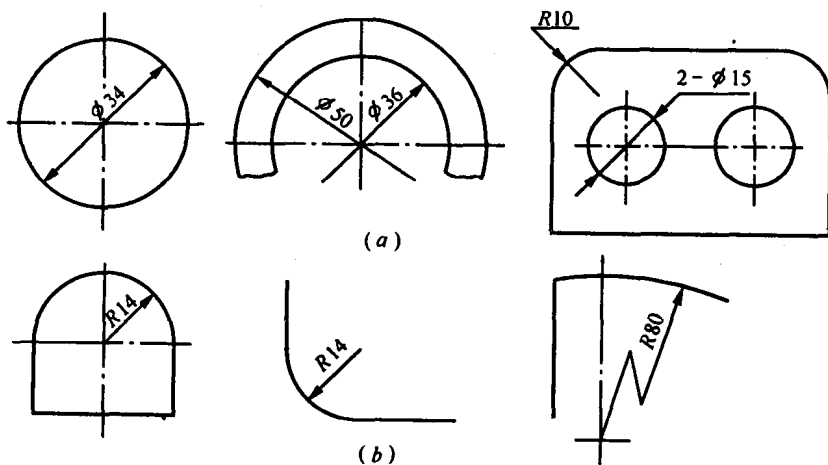


图2-4 圆和圆弧的尺寸注法

(2) 窄小尺寸的注法 在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按图2-5所示形式标注。

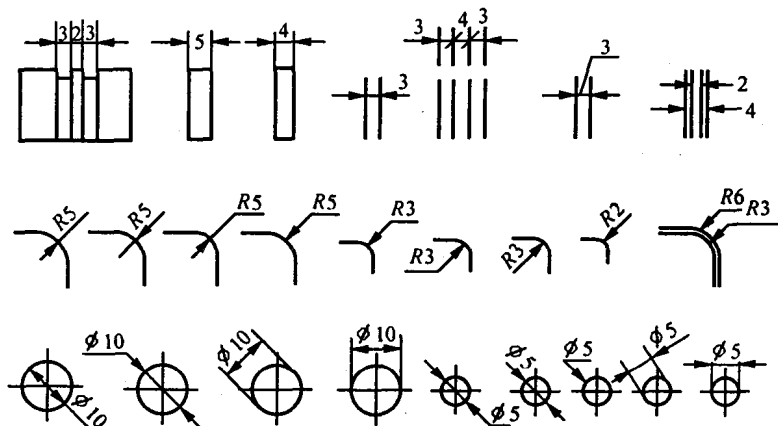


图 2-5 窄小尺寸的注法

(3) 角度尺寸的注法 角度的尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。角度的数字一律水平填写在尺寸线的中断处,必要时可写在尺寸线上方或外侧,也可引出标注,如图2-6所示。

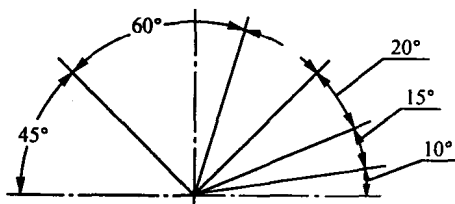


图 2-6 角度尺寸的注法

(4) 对称尺寸的注法 对称机件的图形只画一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,仅画出一端箭头,但尺寸数字按完整标注,如图2-7所示。

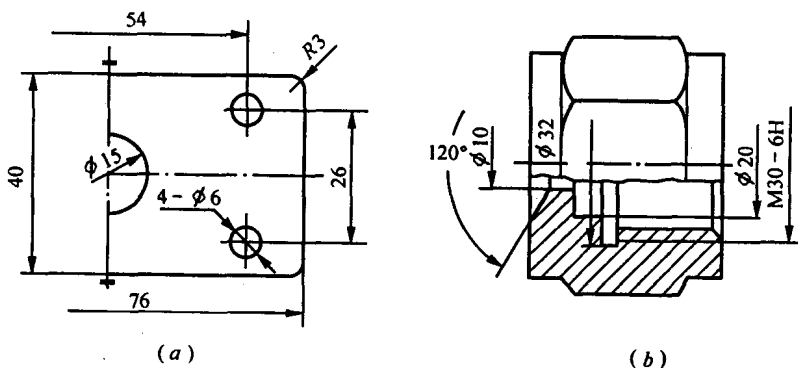


图 2-7 对称尺寸的注法

第二节 投影与视图

一、投影的基本概念

光线照射物体,在墙面或地面上会出现影子。人们通过对这些自然现象科学地抽象总结而归纳出在平面上作出物体投影的原理和方法,称为投影法。

1. 正投影法

我们把所产生的影子称为投影,光源称为投影中心,光线称为投射线,投影所在的平面称为投影面。

将投影中心移到无穷远处,投射线相互平行,如图 2-8 所示为平行投影法。若投射线与投影面倾斜,称为斜投影;若投射线与投影面垂直,称为正投影,机械制图中主要应用正投影方法绘图。

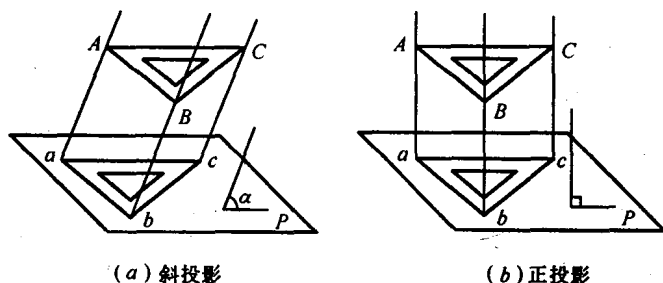


图 2-8 平行投影法

2. 正投影的基本性质

- (1) 不变性 直线或平面与投影面平行时,其投影反映实长或实形,如图 2-9(a)所示。
- (2) 积聚性 直线或平面与投影面垂直时,直线的投影积聚为一点,平面的投影积聚为一直线,如图 2-9(b)所示。
- (3) 类似性 直线或平面与投影面倾斜时,其投影小于实长或实形,如图 2-9(c)所示。

二、物体的三视图

如图 2-10 所示,利用正投影法将物体向一个投影面投影,不能完整地表达物体的形状,因此,还需要从其它方向补充投影。

1. 三视图

利用三个相互垂直的投影面,即:正投影面(V面)、水平投影面(H面)和侧投影面(W面),用正投影法将物体分别向三个投影面投影,称为三面投影,如图 2-11 所示。三个投影面上的投影分别称为:正投影(V投影)、水平投影(H投影)和侧投影(W投影)。

为方便投影图形的绘制,国家标准规定:正投影不动,水平投影和侧面投影分别向下和向右展平,得到平面上的三面投影图,如图 2-12 所示。为了简便绘图和合理利用图纸,省去投影面边框线,最后得到图 2-12(c)所示的三视图。

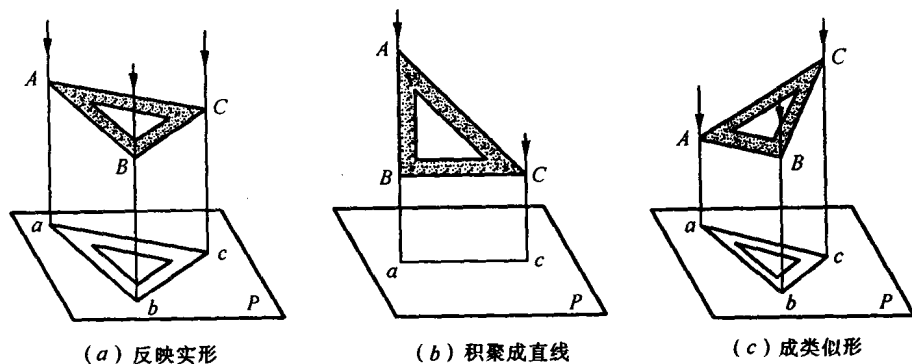


图 2-9 平面的正投影特性

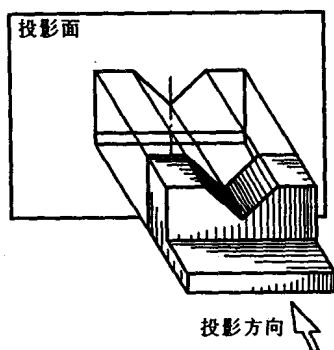


图 2-10 物体的投影

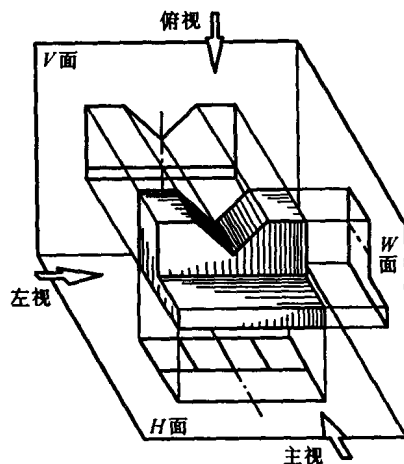


图 2-11 物体的三面投影

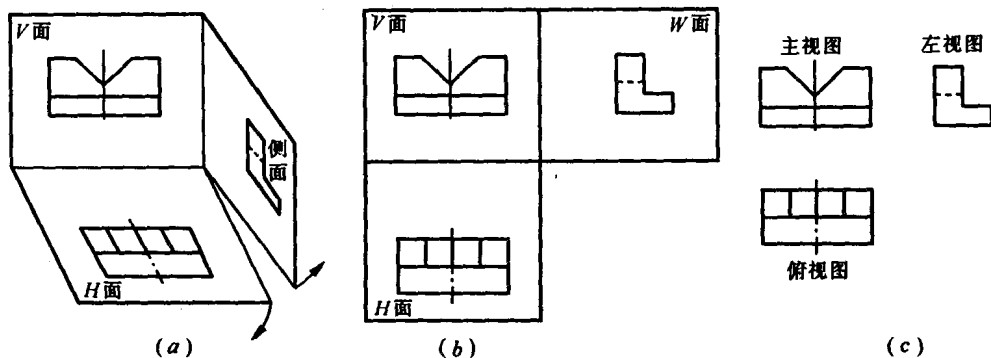


图 2-12 三视图的形成

2. 三视图的投影规律

如图 2-13 所示,物体有上下、左右和前后六个面,当物体相对于投影面的位置确定以后,六个面的位置关系同样反映在三个投影面的投影上。由图 2-13(b)可以看出,各视图所反映的对

应关系分别为:主视图反映物体结构要素的上下和左右位置关系;俯视图反映物体结构要素的左右和前后位置关系;左视图反映物体要素的上下和前后位置关系。由此可见,仅用一个视图不能够完整地表达物体结构,至少需要两个视图结合起来才能表明物体的整体结构形状。

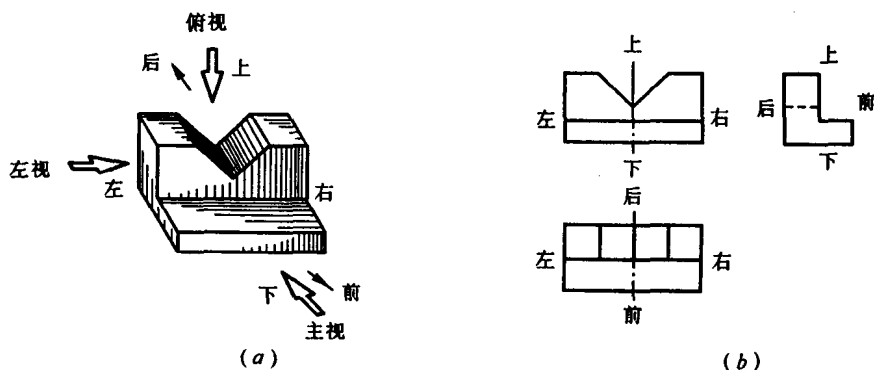


图 2-13 三视图与物体的关系

通常把物体的左右、前后和上下之间的位置关系,分别称为长、宽和高,由图 2-14 可以看出,主视图反映物体的长和高,俯视图反映物体的长和宽,左视图反映物体的高和宽。三者之间的投影关系可归纳为:

主视图与俯视图,长对正;

主视图与左视图,高平齐;

俯视图与左视图,宽相等。

3. 基本形体的三视图

物体的结构形状多种多样,但都是由一些基本形体的截割和组合而成形。常见的基本形体有:棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、球和圆环等。

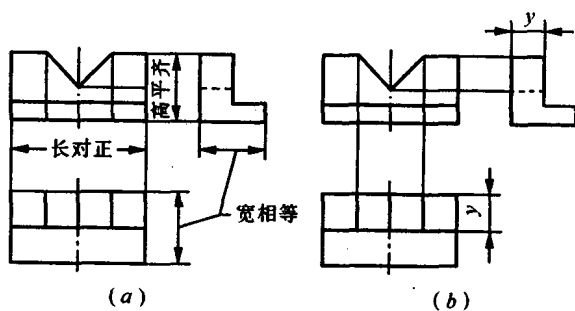


图 2-14 三面视图和投影规律

(1)棱柱 棱柱由棱面及上、下底面组成,其棱线相互平行。图 2-15(a)为六棱柱,它由八个平面组成。上、下底为水平面,在水平投影上反映实形,在正投影和侧投影上积聚成两条

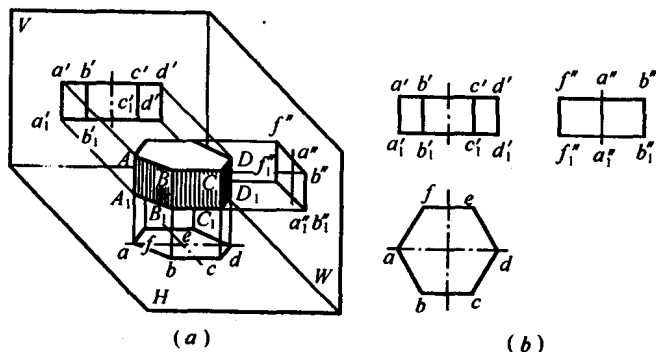


图 2-15 六棱柱的三视图