

● 新专业规范

● 新基本要求

● 新课程体系

● 新教学内容



21 世纪机械类课程系列教材

现代工业技术 概论

□ 舒 庆 张 元 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

21 世纪机械类课程系列教材

现代工业技术概论

舒 庆 张 元 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是由机械类各专业技术基础课中的核心内容综合而成,既注重传统工艺,又反映工业技术的新进展、新成果以及未来发展趋势。内容力求精练。全书除绪论外共分6章,绪论介绍工业技术发展概况以及本课程的性质和任务;第1章介绍机械制图和计算机绘图的基础知识;第2章介绍工程材料和某些新材料以及塑料、陶瓷的成形方法;第3章介绍机械设计基础及现代设计方法;第4章介绍热加工工艺基础和表面处理技术;第5章介绍金属切削加工基础和特种加工技术;第6章介绍现代制造技术(数控、CAD/CAPP/CAM、柔性制造、精益生产、敏捷制造等技术)。每章后均附有习题。全书采用最新国家标准和名词术语。

本书可作为高等学校工程管理、工业工程等专业及与工业技术相关专业的本、专科生教材和参考书,也可供其他专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代工业技术概论/舒庆,张元主编. —北京:高等教育出版社,2005.5

ISBN 7-04-016544-9

I. 现... II. ①舒... ②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(2005)第 023818 号

策划编辑	卢 广	责任编辑	陈大力	吕燕玲	封面设计	王凌波	责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚	责任校对	王 雨		责任印制	陈伟光		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市白帆印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.5
字 数 450 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>

版 次 2005年5月第1版
印 次 2005年5月第1次印刷
定 价 23.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16544-00

前 言

为适应教学改革和素质教育的需要,使学生对工业技术及相关知识有一个全面了解,我们编写了本书。本书适用于工程管理、工业工程各专业以及机械类专业的本、专科教学。

本书内容力求精练,突出工业技术的基本内容。书中介绍了工业技术中的新技术、新工艺、新方法,注重内容的科学性、系统性和实用性,通俗易懂,便于学习。全书采用最新国家标准和名词术语。

本书由哈尔滨理工大学舒庆、张元主编。参加本书编写的人员及分工:哈尔滨理工大学舒庆编写绪论,第2章,第4章4.1~4.3节;张元编写第1章,第3章3.1~3.3节,第5章5.2节;唐德栋编写第6章;杨从晶编写第5章5.3、5.4节;陈涛编写第3章3.4节;徐征编写第4章4.4节;黑龙江建筑职业技术学院段铁民编写第5章5.1节。

本书由哈尔滨理工大学司乃钧教授审阅,哈尔滨工业大学戴景民教授、哈尔滨理工大学徐国义教授和段铁群教授对本书提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢!

本书吸取和参考了许多专家和学者的研究成果,谨致谢意。

由于编者的水平有限,书中难免存在一些错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2004年12月

目 录

绪论	1
第1章 机械制图基础	3
1.1 机械制图基本标准	3
1.1.1 图纸幅面	3
1.1.2 比例	4
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线	4
1.1.5 剖面符号	5
1.1.6 尺寸注法	5
1.2 投影与视图	7
1.2.1 投影的基本概念	7
1.2.2 物体的三视图	8
1.2.3 机件的表达方法	12
1.3 零件图	17
1.3.1 零件图的作用和内容	17
1.3.2 零件图的绘制步骤	17
1.3.3 零件图的尺寸标注	19
1.3.4 技术要求	20
1.4 装配图	21
1.4.1 装配图的内容	22
1.4.2 装配图的规定画法及简化画法	22
1.4.3 装配图中的尺寸标注及技术要求	26
1.5 计算机绘图基础	26
1.5.1 AutoCAD 2004 基础入门	26
1.5.2 简单图形的绘制	32
习题	36
第2章 工程材料	37
2.1 概述	37
2.1.1 材料科学与工程材料	37
2.1.2 工程材料的分类	37
2.1.3 材料的力学性能	38
2.2 金属材料的组织与性能	42
2.2.1 金属的晶体结构	43
2.2.2 金属的结晶	44
2.2.3 金属的同素异构转变	46
2.2.4 合金的晶体结构	46
2.2.5 铁碳合金	48
2.3 金属材料的热处理工艺	54
2.3.1 钢的奥氏体化	55
2.3.2 过冷奥氏体的转变	55
2.3.3 钢的退火	57
2.3.4 钢的正火	57
2.3.5 钢的淬火	58
2.3.6 钢的回火	59
2.3.7 钢的表面淬火	60
2.3.8 钢的化学热处理	61
2.4 常用金属材料及其性质	62
2.4.1 碳钢	62
2.4.2 合金钢	64
2.4.3 铸铁	68
2.4.4 有色金属及其合金	70
2.5 常用的非金属材料	73
2.5.1 高分子材料	73
2.5.2 陶瓷材料	80
2.5.3 复合材料	87
2.6 新材料的应用	90
2.6.1 超导材料	90
2.6.2 形状记忆合金	91
2.6.3 功能薄膜材料	92
2.6.4 半导体材料	94
2.6.5 磁性材料	95
2.6.6 储氢合金	95
2.6.7 光学材料	95
习题	96
第3章 机械设计基础	97
3.1 机械设计的基础知识	97
3.1.1 机器、机构、构件与零件	97
3.1.2 设计机器应满足的基本要求	99
3.1.3 设计机械零件的一般步骤	99
3.1.4 平面机构的运动简图及自由度	100
3.2 常见机械传动机构	105

3.2.1 平面连杆机构	105	5.1.1 切削运动及切削用量	185
3.2.2 凸轮机构	107	5.1.2 刀具材料及刀具结构	188
3.2.3 齿轮机构	109	5.1.3 金属切削过程	190
3.2.4 带传动	111	5.2 常用切削加工方法	193
3.3 常用机械零件概述	112	5.2.1 常用机床的分类及型号编制	193
3.3.1 轴	112	5.2.2 车削工艺	195
3.3.2 轴承	113	5.2.3 钻削工艺	198
3.3.3 连接件	114	5.2.4 镗削工艺	201
3.3.4 弹簧	117	5.2.5 刨削、插削、拉削工艺	203
3.4 现代机械设计方法概述	118	5.2.6 铣削工艺	207
3.4.1 现代机械设计方法的含义及范畴	118	5.2.7 磨削工艺	210
3.4.2 计算机辅助设计及其绘图系统简介	119	5.2.8 齿形加工工艺	214
3.4.3 优化设计	123	5.2.9 组合机床简介	218
3.4.4 其他现代设计方法简介	124	5.3 机床夹具的工作原理及应用	219
习题	126	5.3.1 机床夹具的概念	219
第4章 热加工工艺基础	127	5.3.2 工件在夹具中的定位	221
4.1 铸造工艺	127	5.3.3 定位误差的分析	230
4.1.1 合金的铸造性能	127	5.3.4 夹紧装置的组成	231
4.1.2 铸造方法	132	5.4 特种加工方法	232
4.2 金属塑性成形	139	5.4.1 电火花加工	232
4.2.1 金属的锻造性能	142	5.4.2 电解加工	234
4.2.2 自由锻	146	5.4.3 超声波加工	236
4.2.3 模锻	147	5.4.4 激光加工	237
4.2.4 板料冲压	149	5.4.5 电子束和离子束加工	239
4.3 焊接工艺	154	习题	241
4.3.1 焊接基础知识	155	第6章 现代制造技术	243
4.3.2 其他熔焊方法	160	6.1 现代制造技术概述	243
4.3.3 压焊	165	6.1.1 发展中的现代制造科学	243
4.3.4 钎焊	167	6.1.2 现代制造的科学基础	244
4.3.5 金属的焊接性能	168	6.1.3 现代制造的产生背景	244
4.4 表面处理	172	6.1.4 现代制造的关键技术	245
4.4.1 表面处理基础知识	172	6.2 数控技术	245
4.4.2 热喷涂	173	6.2.1 概述	245
4.4.3 气相沉积	176	6.2.2 数控机床的组成与分类	246
4.4.4 化学转化膜技术	179	6.2.3 数控机床的程序编制	248
4.4.5 电镀、电刷镀、热浸镀和化学镀	179	6.2.4 数控加工中心机床简介	250
4.4.6 涂料及涂装方法	182	6.2.5 机床数控系统的发展趋势	250
习题	183	6.3 CAD/CAPP/CAM	252
第5章 金属切削加工基础	185	6.3.1 CAD/CAPP/CAM 的产生与发展	252
5.1 金属切削加工原理	185	6.3.2 计算机辅助工艺设计技术	255
		6.3.3 CAD/CAPP/CAM 集成	258

6.4 柔性制造系统	259	6.6.2 RPM 技术主要方法	267
6.4.1 概述	259	6.6.3 RPM 与相关学科间的关系	269
6.4.2 柔性制造系统的组成	260	6.6.4 RPM 技术的应用	270
6.4.3 柔性制造系统的控制	261	6.6.5 RPM 技术的发展趋势	271
6.4.4 柔性制造系统的发展	262	6.7 先进制造方式与管理模式	273
6.5 计算机集成制造系统	263	6.7.1 精益生产	273
6.5.1 概述	263	6.7.2 敏捷制造	274
6.5.2 CIMS 的发展过程	264	6.7.3 智能制造技术	277
6.5.3 CIMS 的系统结构	265	6.7.4 绿色制造	279
6.5.4 CIMS 的特点及发展	266	6.7.5 先进制造技术的发展趋势	282
6.6 快速成形制造	266	习题	285
6.6.1 快速成形制造原理	266	参考文献	286

绪论

1. 学习工业技术的重要意义

工业技术包括机械、采矿、冶金、土建、石油、化工、轻纺、食品、交通等多门技术,涉及微电子技术、计算机技术、信息技术及材料技术等学科领域。其中机械及其制造技术是各门技术的基础。人类的生产工具、消费产品、科研设备、武器装备,没有哪一样能离开制造和机械,没有哪一样的进步能离开机械制造业的进步,这些产品都是由各种机械制造出来的,可以说机械工业是国民经济的装备部,是国民经济和综合国力的支柱产业。机械制造业的主要任务就是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、销售、售后服务及后续处理。

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。近几十年来,以计算机技术、信息技术为代表的高新技术的发展尤为迅猛,它使传统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,改变着工业技术,并以其独特的方式应用于产品的设计、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,原材料和能源的消耗明显降低,企业的生产效率和经济效益得到显著提高。

世界上许多国家都把本国经济的发展和前途寄托在工业技术的发展、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并善于科学管理的高素质人才。因此,学习掌握工业技术和应用新的知识,对创新未来是十分有意义的。

2. 工业技术发展概述

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,在不断地发现、探索、结合、积累的基础上产生和发展起来的,它是人类共同智慧和劳动的结晶。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,从六七千年前陶器的出现,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器时代。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,各种机器的动力逐渐由自然力代替了人力,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、石油和化学工业的发展,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,使学科之间相互融合、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,为提高企业的竞争力奠定了坚实的基础。

3. 本课程的性质和任务

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工程技术人员和管理人才的技术基础课。

随着科学技术的进步,特别是微电子技术、计算机技术、信息技术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先进制造技术和先进生产模式,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新技术的发展调整原有的课程设置、课程体系和教学内容,以使学生的知识体系与工业发展相适应。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,提高对工作环境的适应能力。

本书介绍工业技术中的重要支柱——机械制造技术,它综合了高等工科院校原有的机械制图、机械设计基础、工程材料及机械制造基础、金属切削机床、机械制造工艺等课程的内容,注重新知识、新技术及其发展趋势的介绍,并增加了机械设计方法、现代制造技术及其发展趋势等内容。

本课程的任务为:

- (1) 掌握机械制图的基础知识,具有一定的识图能力,熟悉计算机绘图的基本技巧。
- (2) 熟悉常用的工程材料及其处理方法和用途,了解新材料。
- (3) 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和机械设计方法。
- (4) 掌握铸造、塑性成形、焊接、切削加工的基本原理与工艺的基本知识,了解冷、热加工的特种工艺。
- (5) 熟悉现代制造技术的基本知识,了解现代制造技术的新思路、新技术和新方法。

第 1 章 机械制图基础

在工业生产中,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标的有关规定,表达出机器及其零部件的形状、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、传递信息和进行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。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。

1.1 机械制图基本标准

1.1.1 图纸幅面

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 1.1 给出了标准幅面的尺寸,幅面格式如图 1.1 所示。

表 1.1 标准幅面尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

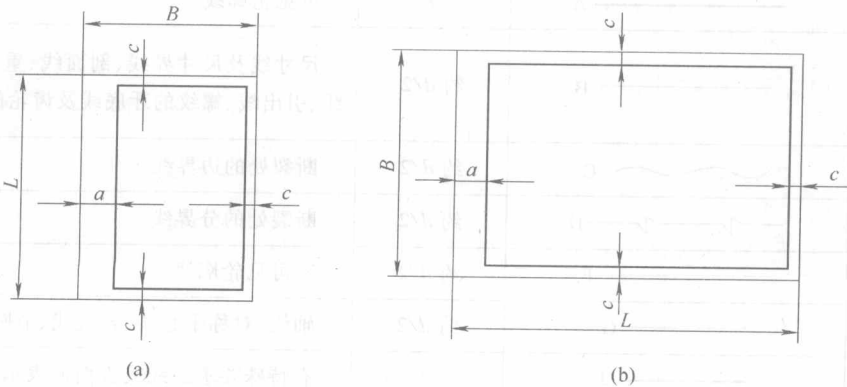


图 1.1 图纸幅面格式

▶▶1.1.2 比例

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 1.2 规定系列选取适当的比例。

表 1.2 比 例

种 类	比 例			
原值比例	* 1:1			
放大比例	*	5:1	2:1	$1 \times 10^n:1$
		$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	*	1:2	1:5	$1:1 \times 10^n$
		$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5 $\times 10^n \cdots$

注: n 为正整数; * 栏内的比例优先选用。

▶▶1.1.3 字体

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(单位为 mm)为 1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20。

▶▶1.1.4 图线

各种图线的名称、线型、宽度及其应用见表 1.3。

图线的宽度分粗、细两种,粗线宽度为 d ,细线宽度约为 $d/2$ 。粗线宽度 d 具体数值应根据图形的大小和复杂程度而定,在 0.25 ~ 2.0 mm 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、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

表 1.3 图线及其应用

图线名称	图线线型及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	d	可见轮廓线
细实线	 B	约 $d/2$	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 $d/2$	断裂处的边界线
双折线	 D	约 $d/2$	断裂处的分界线
虚线	 F	约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线	 G	约 $d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
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	约 $d/2$	假想线、投影轮廓线、极限位置轮廓线、相邻辅助及机件轮廓线等

1.1.5 剖面符号

若图形中的机件被剖切,应在剖切的实体部分按表 1.4 中的规定画出剖面符号。金属材料的剖面符号为间隔相等的与水平成 45° 且相互平行的细实线。同一机件,各剖视图中剖面线的方向和间隔应相同。

表 1.4 剖面符号

金属材料(已有规定剖面符号者除外)		木材	纵断面	
线圈绕组元件			横断面	
转子、电枢、变压器和电抗器等叠钢片		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他透明材料		格网(筛网、过滤网等)		

1.1.6 尺寸注法

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 mm 为单位,不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他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

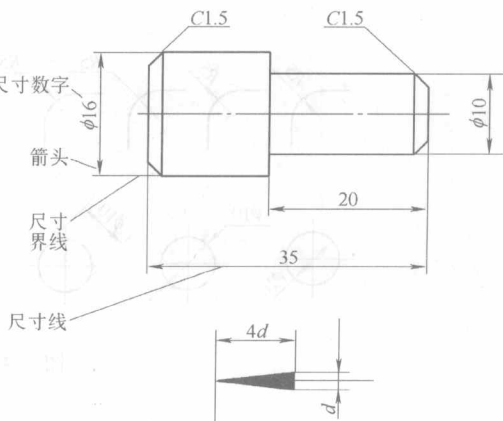


图 1.2 完整的尺寸组成

d —图中粗实线的宽度

端(多用箭头)和尺寸数字四部分组成,如图 1.2 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。

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 1.3 所示。

(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 1.4 所示形式标注。

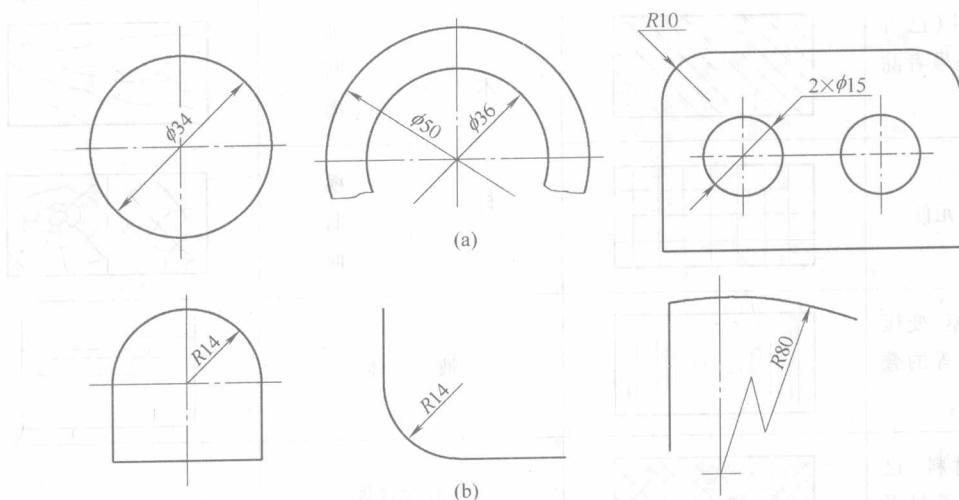


图 1.3 圆和圆弧的尺寸注法

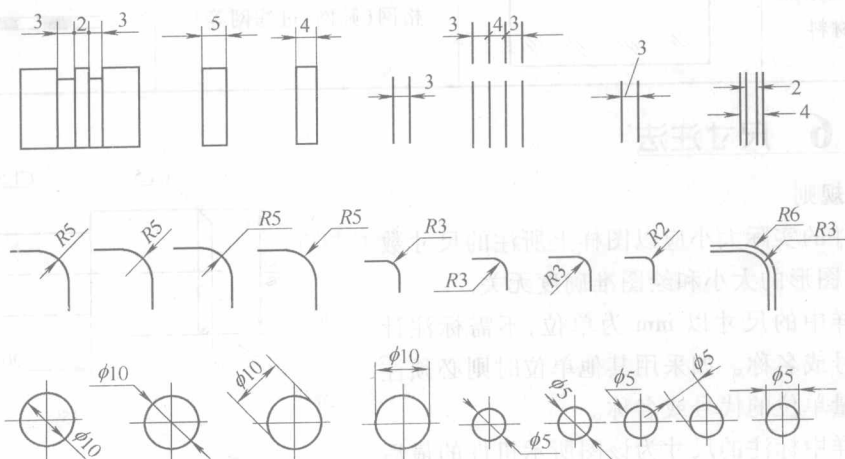


图 1.4 窄小尺寸的注法

(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的上方或外侧,也可引出标注,如图 1.5 所示。

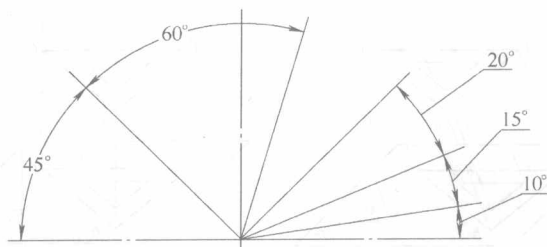


图 1.5 角度尺寸的注法

(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 1.6 所示。

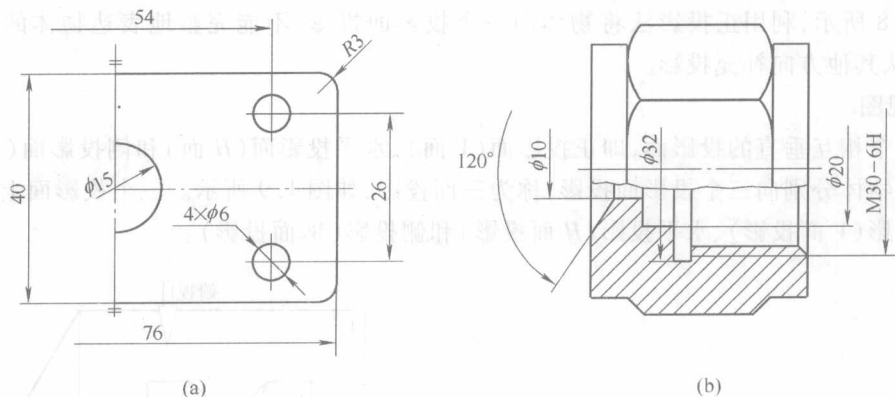


图 1.6 对称尺寸的注法

► 1.2 投影与视图

►► 1.2.1 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的科学抽象,总结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

人们把所产生的影子称为投影,光源称为投影中心,光线称为投射射线,投影所在的平面称为投影面。若将投影中心移到无穷远处,投射射线相互平行,如图 1.7 所示,称为平行投影法。若投射射线与投影面倾斜,称为斜投影;若投射射线与投影面垂直,称为正投影,机械制图中主要应用正投影方法绘图。

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。
- (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。
- (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。

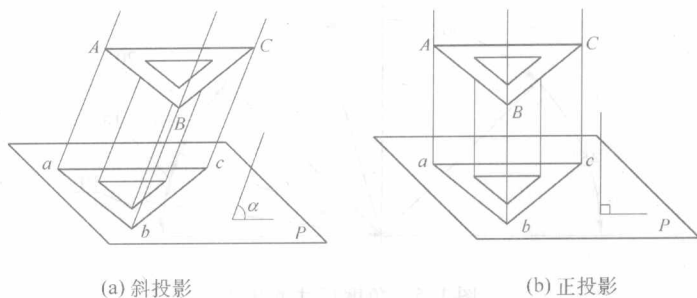


图 1.7 平行投影法

►► 1.2.2 物体的三视图

如图 1.8 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,还需要从其他方向补充投影。

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 1.9 所示。三个投影面上的投影分别称为正投影(V 面投影)、水平投影(H 面投影)和侧投影(W 面投影)。

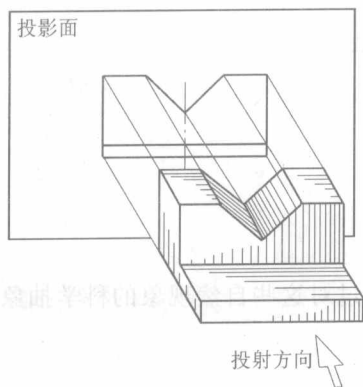


图 1.8 物体的投影

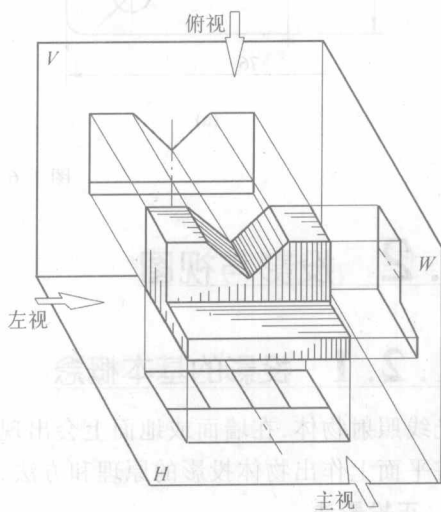


图 1.9 物体的三面投影

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开,得到平面上的三面投影图,如图 1.10 所示。为了简便绘图和合理利用图纸,省去投影面边框线及各面的名称,最后得到图 1.10c 所示的三视图。

2. 三视图的投影规律

如图 1.11 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 1.11b 可以看出,各视图所反映的对应

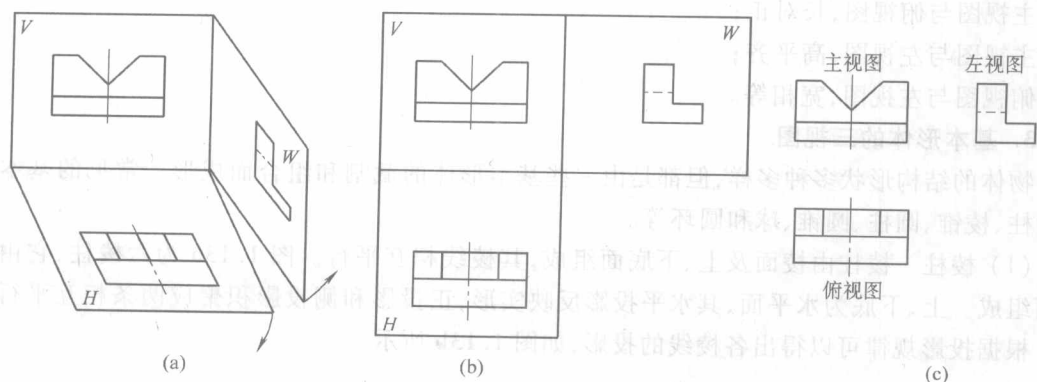


图 1.10 三视图的形成

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;左视图反映物体结构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。

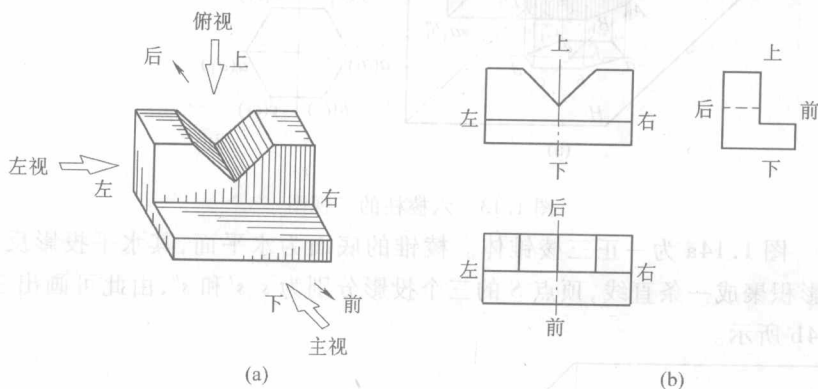


图 1.11 三视图与物体的关系

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 1.12 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:

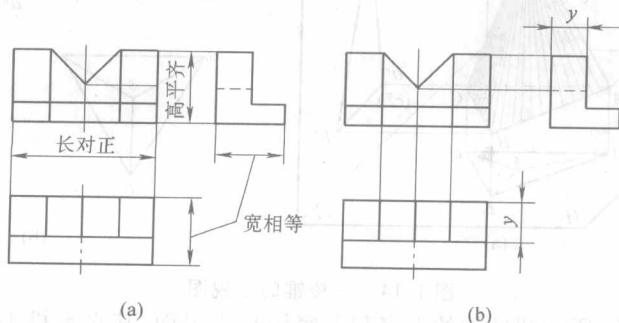


图 1.12 三面视图和投影规律

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。

(1) 棱柱 棱柱由棱面及上、下底面组成,其棱线相互平行。图 1.13a 为六棱柱,它由八个平面组成。上、下底为水平面,其水平投影反映实形,正投影和侧投影积聚成两条相互平行的直线。根据投影规律可以得出各棱线的投影,如图 1.13b 所示。

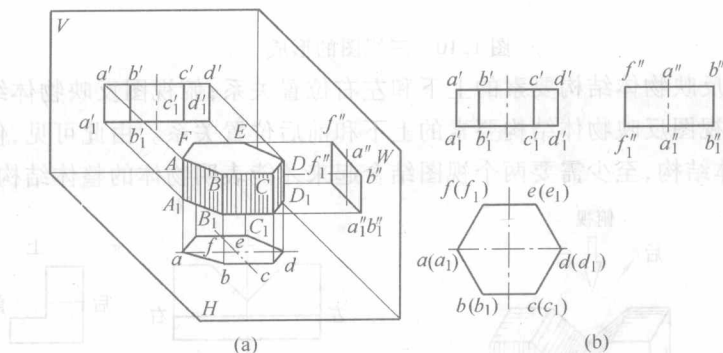


图 1.13 六棱柱的三视图

(2) 棱锥 图 1.14a 为一正三棱锥体。棱锥的底面为水平面,其水平投影反映实型,正面投影和侧面投影积聚成一条直线,顶点 S 的三个投影分别为 s 、 s' 和 s'' ,由此可画出三个棱面的投影图,如图 1.14b 所示。

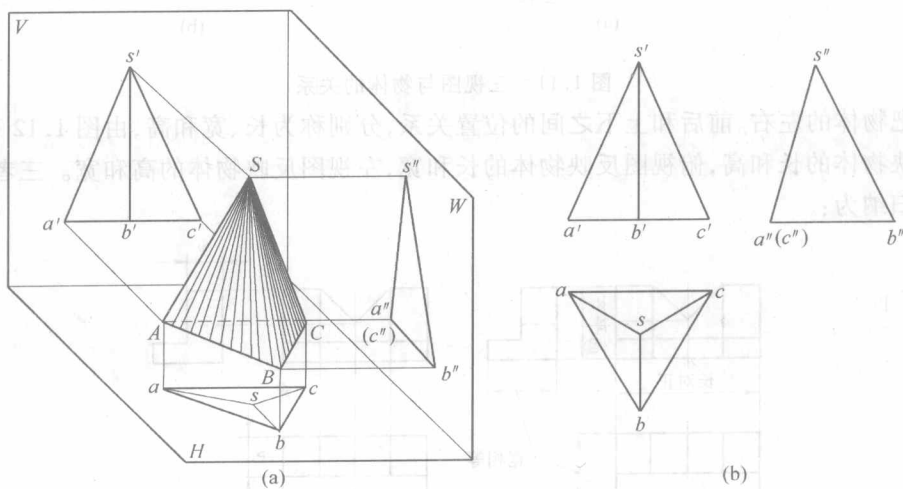


图 1.14 三棱锥的三视图

(3) 圆柱 图 1.15a 所示圆柱体的上底和下底均是水平面,其水平投影反映实形,为一圆形;而其正面投影和侧面投影均积聚成两条相互平行的直线。正面投影的直线 $a'a_1'$ 和 $b'b_1'$ 及侧面投