

普通高等教育“十五”国家级规划教材

机械制图

裘文言 张祖继 瞿元赏 主编

高等教育出版社

责任编辑	肖银玲
封面设计	王凌波
责任绘图	朱 静
版式设计	胡志萍
责任校对	存 怡
责任印制	

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书的主要内容有:绪论,制图的基本知识,点、线、面与立体的投影,组合体,轴测图,表达机件的常用方法,标准件与常用件,零件图,装配图,计算机绘图基础。

本书除供高等学校机械类、近机类专业使用外,亦可供高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 裘文言,张祖继,瞿元赏主编. —北京:
高等教育出版社,2003.7
ISBN 7 - 04 - 011931 - 5

. 机 裘 ... 张 ... 瞿 机械
制图 - 高等学校 - 教材
.TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 011895 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http: www. hep. edu. cn
总 机	010 - 82028899		http: www. hep. com. cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷			
开 本	850×1168 1 16	版 次	年 月第 版
印 张	18.25	印 次	年 月第 次印刷
字 数	450 000	定 价	25.70 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

前 言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是根据新修订的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”,同时又考虑到现代制造加工技术的发展对本课程提出的新要求,结合各有关兄弟院校多年来的教学和教改经验而编写的。与此同时,还编写了《机械制图习题集》,与本书配套使用,亦由高等教育出版社同期出版。

在编写本书过程中,力求反映基础理论教学以应用为目的,以必需、够用为度的特色;为适应21世纪我国教改的需要,将计算机绘图作为一种绘图工具,建立以贯彻制图国家标准、形体表达、徒手绘图为主线,手绘绘图与计算机绘图同步进行的教学体系,让学生在学机械制图基本内容的同时,又能利用绘图软件进行计算机绘图,而这一切又是在不增加课程总学时的情况下实现的。

本书文字简练、通俗易懂、图文并茂,特别适于教学。全书贯彻我国最新颁布的《机械制图》与《技术制图》国家标准。本书除供高等学校机械类、近机类专业使用外,亦可供高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等有关专业选用。

本书由裘文言、张祖继、瞿元赏主编。参加编写的有:上海理工大学裘文言、瞿元赏、上官文菁、李海渊,南京工程学院张祖继,湖南工程学院刘小年,兰州工业高等专科学校曾宗祯,哈尔滨理工大学郭镜清。

本书由南京工程学院施复和上海应用技术学院颜坚主审,他们对书稿提出了许多宝贵的意见和建议。西安理工大学制图教研室的卢俊明老师用计算机绘制了本书的全部图稿,在此一并表示深切的感谢。

随着教学改革不断深入发展,各校都在积极探索新的教改方法,积累了不少好的经验。由于我们的认识与水平有限,教材中的不妥之处在所难免,敬请使用本教材的师生批评指正。

编 者

2003年4月

目 录

绪论	1	§ 5 - 3 断面图	129
第一章 制图的基本知识	3	§ 5 - 4 其它表达方法	132
§ 1 - 1 国家标准《技术制图》和《机械制图》 的一般规定	3	§ 5 - 5 表达方法的应用举例	137
§ 1 - 2 手工绘图工具和仪器的使用	17	§ 5 - 6 第三角画法简介(GB T 14692— 1993)	139
§ 1 - 3 常见平面图形的画法	21	第六章 标准件和常用件	140
§ 1 - 4 绘图的方法和步骤	29	§ 6 - 1 螺纹及螺纹紧固件	140
第二章 点、直线、平面和立体的投影	32	§ 6 - 2 键与销连接	166
§ 2 - 1 投影法的基本知识	32	§ 6 - 3 滚动轴承	171
§ 2 - 2 点的投影	33	§ 6 - 4 齿轮	177
§ 2 - 3 直线的投影	37	§ 6 - 5 弹簧	184
§ 2 - 4 平面的投影	45	第七章 零件图	187
§ 2 - 5 直线、平面的相对位置	50	§ 7 - 1 零件图的作用与内容	187
§ 2 - 6 利用换面法求直线段的实长 和平面的真形	58	§ 7 - 2 零件的视图选择	188
§ 2 - 7 立体的投影	64	§ 7 - 3 零件图的尺寸标注	194
第三章 组合体	84	§ 7 - 4 零件图上的技术要求	198
§ 3 - 1 物体三视图的形成及投影特性	84	§ 7 - 5 零件上工艺结构及过渡线的画法 ...	217
§ 3 - 2 组合体的形体分析法	85	§ 7 - 6 读零件图	219
§ 3 - 3 画组合体的三视图	88	§ 7 - 7 零件测绘	221
§ 3 - 4 读组合体的视图	92	第八章 装配图	227
§ 3 - 5 组合体的尺寸标注	98	§ 8 - 1 装配图的作用与内容	227
第四章 轴测图	104	§ 8 - 2 装配图的表达方法	229
§ 4 - 1 轴测图的基本知识	104	§ 8 - 3 装配图的尺寸标注和技术要求	233
§ 4 - 2 正等轴测图的画法	105	§ 8 - 4 装配图的零件序号和明细栏	233
§ 4 - 3 斜二等轴测图的画法	111	§ 8 - 5 装配工艺结构简介	235
§ 4 - 4 轴测剖视图的画法	113	§ 8 - 6 部件测绘和装配图的画法	236
§ 4 - 5 徒手画轴测图的方法	114	§ 8 - 7 读装配图以及由装配图拆画 零件图	244
第五章 表达机件的常用方法	117	第九章 计算机绘图基础	249
§ 5 - 1 视图	117	§ 9 - 1 AutoCAD 使用的基本知识	249
§ 5 - 2 剖视图	120	§ 9 - 2 常用绘图命令	253
		§ 9 - 3 图形编辑命令	258

目 录

§ 9 - 4 图形显示控制与精确绘图	266	§ 9 - 8 机械图样的绘制及图形输出	
§ 9 - 5 图层	268	简介	279
§ 9 - 6 剖面线和尺寸标注	272	主要参考书目	285
§ 9 - 7 图块	276		

绪 论

一、本课程的任务和要求

无论是制造机器或建造房屋,都离不开图样。设计者通过图样来表达自己的设计思想,制造者通过图样来了解设计意图,所以图样被称为工程界的共同语言,每个工程技术人员都必须掌握和运用这种“语言”。

在机械工程中常用的图样是零件图和装配图,统称为机械图样。本课程是研究绘制和阅读机械图样的一门技术基础课程,通过对本课程的学习,培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力,为学习后继课程打下必要的基础。

本课程的任务和要求:

1. 学习正投影法的基本理论及其应用。
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
3. 培养空间形象思维能力。
4. 培养计算机绘图的初步能力。
5. 学习、贯彻制图国家标准及其它有关标准规定。

此外,还必须培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门有理论而且实践性又较强的课程,要学好这门课程,必须做到以下几个方面:

1. 学好投影理论

制图课程的基本理论是正投影原理,必须运用初等几何的基础知识,通过由物画图、由图想物的反复实践,逐步提高自己的形体表达能力和空间形象思维能力。

2. 练好基本功

(1) 准备一套合乎要求的绘图工具和仪器,并掌握正确的使用方法,以保证绘图速度和质量。

(2) 认真听课,及时复习,按教学进度独立完成一定数量的练习和作业,才能取得理想的学习效果。

(3) 熟悉并严格遵守制图国家标准的有关规定,学会查阅资料和有关标准的方法。

三、我国制图发展的概况

制图这门学科是随着生产的发展而发展的。我们的祖先在很早以前就懂得使用图画来记述和表达事物,这就是图样的起源。早在春秋战国时代,据《周礼考工记》一书的记载,当时已有“矩、规、绳、悬、水”(即角尺、圆规、墨斗、线锤、水准仪)等测绘工具。在西汉时期,《九章算术》一书中已有棱台的插图,图中采用斜投影概念和直观图来表示几何体,如图0-1所示。

公元前100年的古数学名著《周髀算经》中有方圆、圆方和勾

图0-1 棱台

股弦等几何作图问题的记载。到汉灵帝时就出现了翻车,并开始在许多器械上应用了齿轮及用金属制造的轴和轴承。在唐代的全盛时期,建筑大师们已能将正面透视图运用于建筑,如当时西安大雁塔门楣上的石刻。宋代李诫所著的《营造法式》一书,是我国古建筑技术的经典著作之一,该书中运用了大量的插图来表达建筑造型及某些物品的构造,图 0 - 2a 所示的殿堂举析图为正投影图;图 0 - 2b 所示的方栌檐和令拱图为斜轴测投影图。

图 0 - 2 《营造法式》中的附图

随着生产技术的不断发展,使得图样的表达方法和制图技巧日趋成熟,图样的型式和内容也日益接近于现代工程图样,如明代宋应星所著《天工开物》一书中的“水碾”图样(图 0 - 3)和清代《算法统筹》一书中用来表达丈量步车的零件图、装配图等均大都符合正投影原理或轴测投影原理。

但是,解放前由于我国长期处于半封建、半殖民地社会,几乎没有独立的民族工业,致使制图技术停滞不前,制图标准异常混乱。解放后,在中国共产党的领导下,我国的工农业生产得到了很快的恢复和发展,制图这门学科才逐步走上了不断发展的轨道。

国家科学技术委员会于 1959 年颁布了我国第一个《机械制图》和《建筑制图》国家标准,使全国的工程图样有了统一的准则,随之又先后于 1975 年、1984 年、1993 年直至 2000 年对制图国家标准进行了修订,使之更加国际化和通用化,以适应我国改革开放的需要,更利于工程技术的国际交流。

此外,在改进绘图工具、图样复制、制图教材的编写出版及图学理论研究等方面也取得了可喜的成就,尤其是计算机绘图这一新技术的普及和发展,标志着我国的工程制图已进入了一个新阶段,这些成就在我国的建设中已起到了重要的作用。

图 0 - 3 《天工开物》中的水碾图

第一章 制图的基本知识

§ 1 - 1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

图样是工程技术界的共同语言。为了便于指导生产、进行技术交流和图样管理,国家标准《技术制图》、《机械制图》对图样上的有关内容作了统一的规定,每个工程技术人员都应该掌握并严格遵守。

国家标准简称国标,其代号为汉语拼音字母“GB”,字母后的数字为某一具体标准的号码,分隔号后的数字为该标准发布的年代,如“GB T 4457.4—1984”。标准又分为强制执行标准和推荐执行标准两种,如“GB 3100—1993”和“GB T 14689—1993”。

本节仅介绍图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等一般规定以供读者查阅,其余内容将在以后的章节中分别叙述。

一、图纸幅面及格式(GB T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制技术图样时,应采用国标规定的图纸幅面。

(1) 优先采用基本幅面,其尺寸见表 1 - 1。

(2) 必要时,也可选用表 1 - 2、表 1 - 3 所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍地增加后得出的,如图 1 - 1 所示。在图 1 - 1 中,粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示为表 1 - 2 所规定的加长幅面(第二选择),虚线所示为表 1 - 3 所规定的加长幅面(第三选择)。

表 1 - 1 基本幅面 mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1 189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

表 1 - 2 加长幅面(一) mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1 189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1 051

表 1 - 3 加长幅面(二) mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1 189 × 1 682	A2 × 4	594 × 1 682	A4 × 6	297 × 1 261
A0 × 3	1 189 × 2 523	A2 × 5	594 × 2 102	A4 × 7	297 × 1 471
A1 × 3	841 × 1 783	A3 × 5	420 × 1 486	A4 × 8	297 × 1 682
A1 × 4	841 × 2 378	A3 × 6	420 × 1 783	A4 × 9	297 × 1 892
A2 × 3	594 × 1 261	A3 × 7	420 × 2 080		

图 1 - 1 基本幅面和加长幅面

2. 图框格式

在图纸上,必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留装订边两种。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1 - 2 所示,周边尺寸 e 按表 1 - 4 的规定绘制。

表 1 - 4 基本幅面的图框尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1 - 3 所示,周边尺寸 a 和 c 按表 1 - 4 中的规定绘制。

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定,如 $A2 \times 3$ 的周边尺寸 e 或 c 就按 A1 的 e 或 c 绘制。

图 1 - 2 不留装订边的图框格式

图 1 - 3 留装订边的图框格式

3. 标题栏的方位和格式

绘图时,必须在每张图纸的右下角画出标题栏。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1 - 2a、图 1 - 3a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1 - 2b、图 1 - 3b 所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制,长度从纸边界线开始伸入图框内约 5 mm,如图 1 - 4 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1 - 4b 所示。

图 1 - 4 对中符号和方向符号

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1 - 4a 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1 - 4b 所示。在这种情况下,为了明确绘图和看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1 - 4 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和位置如图 1 - 5 所示。

图 1 - 5 方向符号的尺寸和位置

标题栏的格式及尺寸,在国家标准 GB T 10609.1—1989 中已作了统一规定,如图 1 - 6 所示。为了学习方便,在学校制图作业中建议采用图 1 - 7 所示的格式。

标题栏的外框线用粗实线绘制、内格线用细实线绘制,其右边、底边均与图框线重合。

图 1 - 6 标题栏的标准格式

二、比例(GB T 14690—1993)

1. 比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
2. 需要按比例绘制图样时,应由表 1 - 5 所规定的系列中选取适当的比例。

图 1 - 7 制图作业中的标题栏格式

必要时,也允许选取表 1 - 6 中的比例。

表 1 - 5 规定的绘图比例(一)

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1 - 6 规定的绘图比例(二)

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

绘图时尽量采用原值比例。不论采用何种比例,图样中所标注的尺寸,均为机件的实际尺寸,如图 1 - 8 所示。

3. 同一机件的各个视图,一般应采用相同的比例,并标注在标题栏的“比例”栏内,如 1:1、1:2 等。必要时可在视图名称的下方标注比例,如 $\frac{I}{2}$ 、 $\frac{A}{2}$ 、 $\frac{B-B}{2.5}$ 等。

图 1 - 8 用不同比例画出的图形

三、字体(GB T 14691—1993)

在图样中书写汉字、字母、数字时必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 2 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的字高 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/2$ 。

长仿宋体字的书写要领为:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。即书写基本笔画时,注意运笔方法,一笔写成,使其在起笔、收笔、转折处有三角形的笔锋,笔画平直,挺拔有力,如图 1 - 9 所示。同时字体大小应一致,其偏旁结构及笔画布置需匀称,如图 1 - 10 所示。

图 1 - 9 长仿宋体字的基本笔画

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十四分之一,B 型

图 1 - 10 长仿宋体字的结构布局

字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。但在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜与水平基准线成 75° 。图样上一般采用斜体字。

字体示例见图 1 - 11、图 1 - 12。

图 1 - 11 长仿宋体字示例

图 1 - 12 字母、数字示例

四、图线(GB T 17450—1998)

国家标准《技术制图》规定了绘图时应用的 15 种基本线型。用于机械图样中的线型如表 1 - 7 所示(其中细波浪线为基本线型的变形,而细双折线又是由波浪线演化而成的)。

表 1 - 7 图线及应用举例

图线名称	图线型式	代号	图线宽度 mm	图线主要应用举例(见图 1 - 13)
细实线		01.1	$d/2$	1. 引出线 2. 尺寸线和尺寸界线 3. 剖面线 4. 重合断面的轮廓线 5. 投射射线
细波浪线		01.1	$d/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视图与剖视图的分界线
细双折线		01.1	$d/2$	断裂处的边界线
粗实线		01.2	$d = 0.13 \sim 2$	1. 可见的棱边 2. 可见轮廓线 3. 视图上的铸件分型线
细虚线		02.1	$d/2$	1. 不可见棱边 2. 不可见轮廓线
粗点画线		04.1	d	1. 限定范围的表示,例如热处理 2. 剖切平面线 3. 剖视图中铸件分型线
细点画线		04.2	$d/2$	1. 中心线 2. 对称中心线 3. 轨迹线
细双点画线		05.1	$d/2$	1. 相邻零件的轮廓线 2. 移动件的限位线 3. 先期成型的初始轮廓线 4. 剖切平面之前的零件结构状况

注:表中所注的线段长度和间隔尺寸可供参考。

图线的宽度分粗、中粗和细三种,其宽度比率为 4 : 2 : 1。粗线的宽度(d)可根据图形的大小和复杂程度在 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm 范围内选取。

各种图线的应用举例如图 1 - 13 所示。