



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

第二版

主编 刘小年 杨月英



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

(第二版)

主 编 刘小年 杨月英
副主编 李 平 巴 彤 马 兰

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的《工程图学课程教学基本要求》,并充分吸收各兄弟院校近年来的教学改革经验,为适应 CG(计算机绘图)和 CAD(计算机辅助设计)技术的发展与要求,在第一版(面向 21 世纪课程教材)的基础上修订而成的,同时修订出版了《机械制图习题集》(第二版)与本书配套使用。

全书共分十四章。主要内容包括制图的基本知识与技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,轴测图,组合体、机件常用表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,AutoCAD 绘图基本知识,AutoCAD 绘制平面图形,AutoCAD 绘制视图和剖视图,AutoCAD 绘制零件图和装配图以及 AutoCAD 三维绘图简介等。书后附有部分绘图常用国家标准。

本书主要作为应用型本科院校机械类、近机类专业的教材,也可作为其他工科院校相近专业的教学用书,亦可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘小年,杨月英主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2007.7

ISBN 978-7-04-021470-3

I. 机… II. ①刘…②杨… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 056185 号

策划编辑 宋 晓 责任编辑 贺 玲 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 王效珍 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
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	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京机工印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2000 年 1 月第 1 版
印 张	23.5		2007 年 7 月第 2 版
字 数	570 000	印 次	2007 年 7 月第 1 次印刷
		定 价	31.00 元(配光盘)

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 21470-00

第二版前言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的《工程图学课程教学基本要求》精神,并充分吸收各兄弟院校近年来教学改革的经验,为适应 CG(计算机绘图)和 CAD(计算机辅助设计)技术的发展与要求,在第一版(面向 21 世纪课程教材)的基础上修订而成的,同时修订出版的《机械制图习题集》(第二版)与本书配套使用。

本书除保留了第一版的一些主要特色外,主要有以下特点:

1. 坚持基础理论以应用为目的,以必需够用为度的原则和指导思想,教材内容的选择及体系结构完全适应应用型本科院校的教学特点和要求,并力求体现应用型本科的特色。

2. 在注重学生使用手工仪器工具绘图、徒手画草图和计算机绘图等三种绘图能力培养的同时,注意培养学生分析和解决工程实际绘图问题的能力和创新能力。

3. 在教材中首次引入“重影线”和“平面投影规律”这一理论成果,有利于解决求直线与平面相交的交点及其可见性判别问题。

4. 为适应三维 CAD 技术的发展与要求,适当增加了徒手绘图、轴测图、计算机绘图及三维实体绘图等内容。

5. 根据多数院校的建议,为方便教学,将计算机绘图内容改为集中编排形式,并采用中文版 AutoCAD 2007 最新版本。

6. 全书贯彻了最新的技术制图与机械制图国家标准及有关的其他标准。

本书主要作为应用型本科院校机械类、近机类专业的教材,也可作为其他工科院校相近专业的教学用书,亦可供相关工程技术人员参考。

本书由刘小年、杨月英担任主编,李平、巴彤、马兰担任副主编。参加本书编写的有:湖南工程学院刘小年、汤芸、蒋得军;沈阳建筑大学牛彦;湖北教育学院吴立;山西大学工程学院巴彤、吉晓梅;中北大学李爱荣、赵晓梅;华北水利水电学院韩素兰;哈尔滨理工大学李平;青岛理工大学杨月英、张琳、宋琦;北华航天工业学院马兰、王永泉等。

全书由湖南省工程图学学会原理事长、湖南大学卿钧教授主审,武汉大学丁宇明教授、广州大学黄水生教授对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此一并致谢!

由于水平有限,书中缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2007 年 1 月

目 录

绪论	1	§ 6-4 其他表达方法	153
第一章 制图的基本知识与技能	2	§ 6-5 表达方法综合应用	159
§ 1-1 《技术制图》与《机械制图》国家标准的有关规定	2	§ 6-6 第三角画法简介	161
§ 1-2 绘图工具及其使用方法	13	第七章 标准件与常用件	164
§ 1-3 常用几何作图方法	17	§ 7-1 螺纹及螺纹紧固件	164
§ 1-4 平面图形的分析和绘图方法	24	§ 7-2 键连接与销连接	179
第二章 点、直线、平面的投影	32	§ 7-3 滚动轴承	184
§ 2-1 投影法概述	32	§ 7-4 齿轮	190
§ 2-2 点的投影	35	§ 7-5 弹簧	197
§ 2-3 直线的投影	39	第八章 零件图	200
§ 2-4 平面的投影	48	§ 8-1 零件图的作用与内容	200
§ 2-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	54	§ 8-2 零件表达方案的选择	201
第三章 立体的投影	65	§ 8-3 零件图的尺寸标注	207
§ 3-1 基本体的投影	65	§ 8-4 零件图的技术要求	217
§ 3-2 切割体的投影	73	§ 8-5 零件合理的工艺结构	231
§ 3-3 相贯体的投影	84	§ 8-6 零件测绘	233
第四章 轴测图	91	§ 8-7 看零件图	239
§ 4-1 轴测图的基本知识	91	第九章 装配图	242
§ 4-2 正等轴测图	93	§ 9-1 装配图的作用与内容	242
§ 4-3 斜二轴测图	101	§ 9-2 表达机器或部件的方法	244
§ 4-4 轴测剖视图的画法	104	§ 9-3 装配图的尺寸标注和技术要求	248
§ 4-5 轴测草图的画法	106	§ 9-4 装配图的零件序号和明细栏	249
第五章 组合体	109	§ 9-5 装配结构的合理性	251
§ 5-1 组合体及其形体分析法	109	§ 9-6 部件测绘和装配图的画法	253
§ 5-2 组合体视图的画法	112	§ 9-7 读装配图和由装配图拆画零件图	259
§ 5-3 组合体视图的尺寸标注	118	第十章 AutoCAD 绘图基本知识	266
§ 5-4 读组合体视图	123	§ 10-1 AutoCAD 简介	266
§ 5-5 组合体的构形设计	132	§ 10-2 AutoCAD 基本操作	268
第六章 机件常用表达方法	138	§ 10-3 AutoCAD 绘图的基本设置	271
§ 6-1 视图	138	§ 10-4 AutoCAD 常用的绘图命令	274
§ 6-2 剖视图	141	第十一章 AutoCAD 绘制平面图形	280
§ 6-3 断面	150	§ 11-1 AutoCAD 常用编辑命令	280
		§ 11-2 AutoCAD 辅助绘图工具	288
		§ 11-3 图形显示控制	292

§ 11-4 绘制平面图形	292	§ 13-3 绘制零件图	326
§ 11-5 注写文本	294	§ 13-4 绘制装配图	328
§ 11-6 图层、线型和颜色	298	第十四章 AutoCAD 三维绘图简介	335
第十二章 AutoCAD 绘制视图和		§ 14-1 创建基本实体	336
剖视图	302	§ 14-2 创建拉伸实体	338
§ 12-1 绘制三视图	302	§ 14-3 创建旋转实体	339
§ 12-2 绘制剖视图	304	§ 14-4 编辑三维实体	340
§ 12-3 尺寸标注	306	§ 14-5 用户坐标系 (UCS) 在三维绘图	
第十三章 AutoCAD 绘制零件图和		中的应用	342
装配图	313	附录	346
§ 13-1 图块及属性	313	参考文献	367
§ 13-2 零件技术要求的标注	318		

绪 论

一、本课程的研究对象及主要任务

在现代工业生产中,无论是设计、还是制造各种机械设备,都离不开图样。所以,图样是表达设计意图、交流技术思想和指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件。因此,图样常被喻为“工程界共同的技术语言”。作为一名工程技术人员,不懂得和掌握这种“语言”,就无法从事专业领域的工程技术工作。

表达各种机械设备及零件的技术图样,称为机械图样。机械制图就是研究如何运用正投影的基本原理和方法,绘制和阅读机械图样的课程,本课程是工科院校学生的一门十分重要的、必修的技术基础课。其主要任务是:

- 1) 学习正投影的基本原理及应用,培养图解空间几何问题的初步能力。
- 2) 学习制图的基本知识与方法,培养手工仪器绘图、计算机绘图和徒手绘图等综合绘图能力。
- 3) 培养一定的空间想象和形象思维能力,具有绘制与阅读中等复杂程度的机械图样的能力。
- 4) 了解有关 CAD 技术及先进的绘图方法与手段,培养一定的创新精神和创新设计能力。
- 5) 学习制图有关国家标准,培养贯彻执行国家标准的意识。
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致、一丝不苟的工作作风。

二、本课程的特点与学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课,因此学习本课程应坚持理论联系实际。既注重学好基本理论知识,又注意练好基本功,在弄懂和掌握课程理论知识的前提下,应通过大量的作业、练习、读图及上机实践,达到加深理解、巩固和掌握课程知识的目的。

此外,还应注意经常深入生产实际,向有经验的工程技术人员和工人师傅学习,不断增加和丰富自己的工程实践知识,不断增强分析和解决工程实际绘图问题的能力,加速培养空间想象与形象思维能力。同时,注意克服在学习和绘图过程中的急躁情绪与粗心马虎等不良习惯,逐步养成勤于思考、认真细致、不怕困难、勇于创新的良好作风。

第一章 制图的基本知识与技能

技术图样是产品从市场调研、方案确定、设计、制造、检测、安装、使用到维修整个过程中必不可少的技术资料,是发展和交流科学技术的重要工具。为便于生产、管理和交流,《技术制图》国家标准在图样的画法、尺寸标注方法等方面做出了统一规定,是绘制和阅读技术图样的准则和依据。

本章摘要介绍《技术制图》国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注的有关规定,以及常见的绘图方式和几何作图方法。

§ 1-1 《技术制图》与《机械制图》国家标准的有关规定

一、图纸幅面和格式、标题栏

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面,必要时允许加长幅面,但加长量必须符合 GB/T 14689—1993 的规定。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

图样中的图框有内、外两框,如图 1-1、图 1-2 所示。外框表示图纸边界,用细实线绘制,其大小为幅面尺寸;内框用粗实线绘制,其尺寸见表 1-1。图框格式分留装订边和不留装订边两种,同一产品的图样只能采用一种格式。

为了利用预先印制的图纸,可在图纸下边对中符号处加画一个方向符号,以明确绘图和看图方向,如图 1-3 所示。

2. 标题栏(GB/T 10609—1998)

标题栏配置在图纸的右下角,其格式、内容和尺寸如图 1-4 所示,标题栏文字方向必须与看图方向一致。学生制图作业建议使用图 1-5 的简化格式。

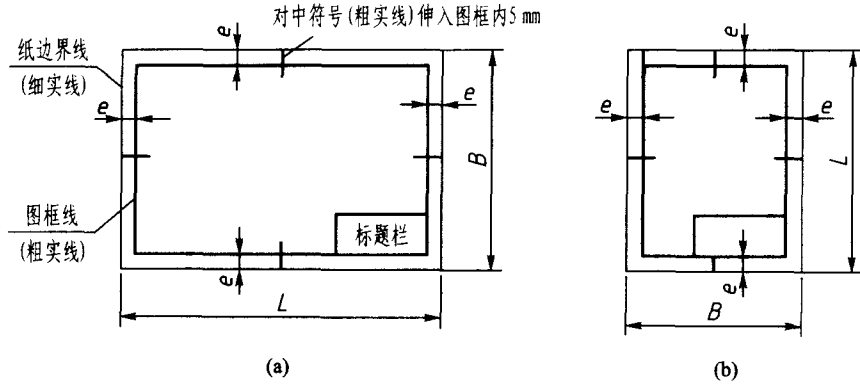


图 1-1 不留装订边的图框格式

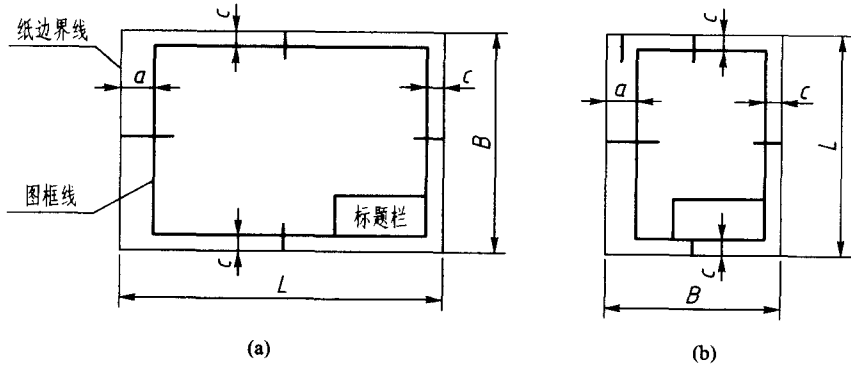


图 1-2 留装订边的图框格式

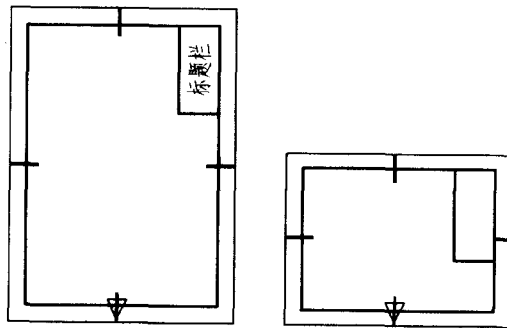


图 1-3 看图方向符号

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制技术图样时,一般从表 1-2 规定的系列中选取适当比例。

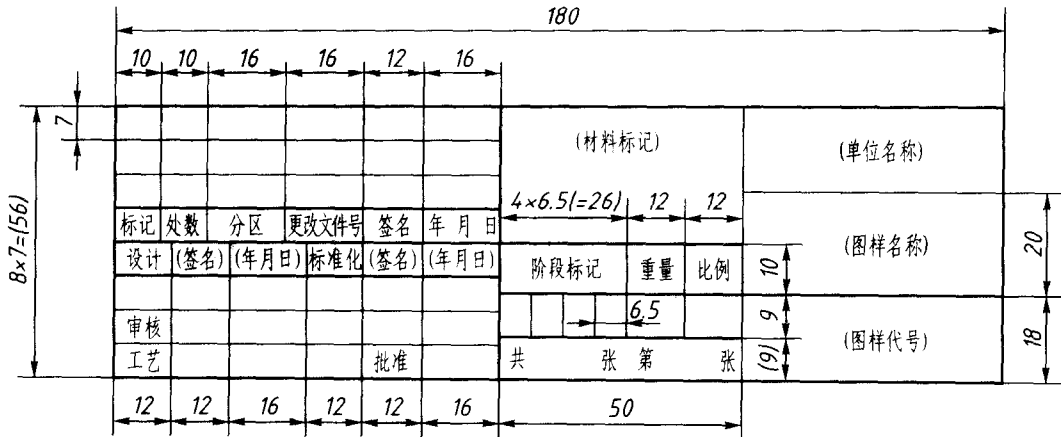


图 1-4 标题栏格式

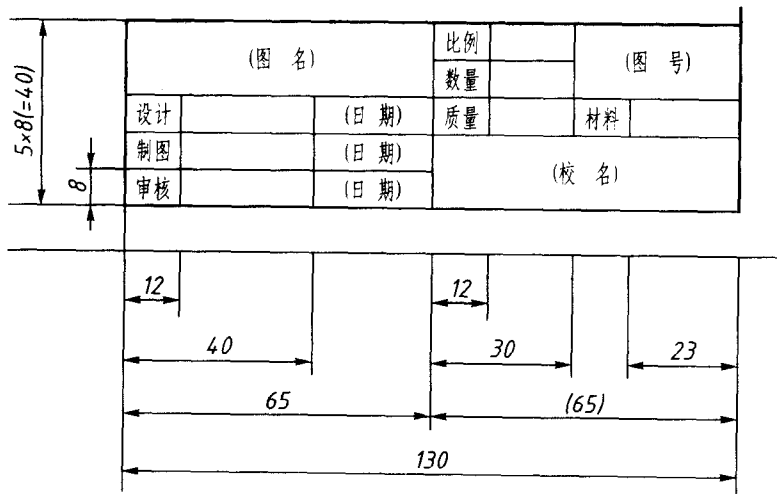


图 1-5 简化标题栏

表 1-2 比例系列

种 类	比 例					
原值比例	1:1					
放大比例	优先使用	5:1	2:1	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
	允许使用	4:1	2.5:1	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$	
缩小比例	优先使用	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
	允许使用	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。

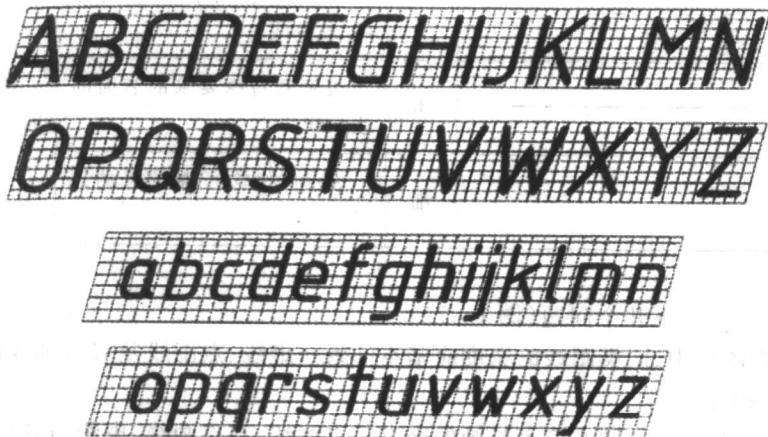
三、字体(GB/T 14691—1993)

- 1) 基本要求:图样中书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- 2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 和 1.8 mm。
- 3) 汉字应写成长仿宋体,并采用国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,字高不小于 3.5 mm,字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字分 A 型(笔宽为 $h/14$)和 B 型(笔宽为 $h/10$)两种,可书写成直体和斜体(字头向右斜,与水平成 75°),同一张图纸只允许用一种类型字体。

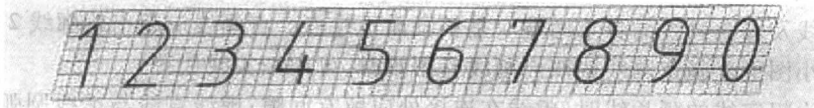
汉字示例:



字母示例:



数字示例:



四、图线及其画法(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

1. 图线









图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形,它可以是直线或曲线、连续线或不连续线。技术制图国家标准 GB/T 17450—1998 规定了 15 种线型的名称、型式、结构、标记及画法规则等。常用图线型式见表 1-3,各种图线及其应用如图 1-6 所示。

2. 线宽

机械图样的图线宽度分粗、细两种,比率为 2:1(土建图需要用三种线宽,比率为 4:2:1)。粗线宽度应根据图的大小和复杂程度,在 0.5~2 mm 之间选择。线宽的推荐系列为 0.18、0.25、

0.35、0.5、0.7、0.9、1、1.4、2 mm (考虑图样复制问题,尽量避免采用0.18的线宽)。

表 1-3 常用图线型式

名称	型式	宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		粗	表示可见轮廓	
细实线		细	表示尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓、过渡线	
波浪线			表示断裂处的边界、局部剖视的分界	
双折线			表示断裂处的边界	
虚线			表示不可见轮廓。长画长 12d、短间隔长 3d (d 为粗线宽度)	
细点画线			表示轴线、圆中心线、对称线、轨迹线	
粗点画线		粗	表示有特殊要求的表面的表示线	长画长 24d、短间隔长 3d、短画长 6d
双点画线		细	表示假想轮廓、断裂处的边界	

3. 画法

画图线时应注意以下几个问题(图 1-7):

- 1) 在同一张图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的短画、长画和间隔应各自大致相等。
- 2) 绘制圆的中心线时,圆心应为长画的交点。点画线、双点画线、虚线与其他线相交或自身相交时,均应交于长画之处。
- 3) 点画线及双点画线的首末两端应是长画而不是点。点画线应超出轮廓线 2~5 mm。
- 4) 在较小图形上画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。
- 5) 虚线为粗实线的延长线时,虚线在连接处应留有间隙;虚线直线与虚线圆弧相切时,应画相切。
- 6) 当图中的线段复合时,其优先次序为粗实线、虚线、点画线。

五、尺寸标注方法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

在图样中,除需要表达机件的结构形状外,还需要标注尺寸,以确定机件的大小。国家标准中对尺寸标注的基本方法有一系列规定,下面介绍规定中的一部分内容。

1. 基本规则

- 1) 图样中所标注的尺寸为机件的实际尺寸,与图样比例无关,与绘图的准确性也无关。
- 2) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需要标注计量单位的符号或名称,如采用其他单位,则

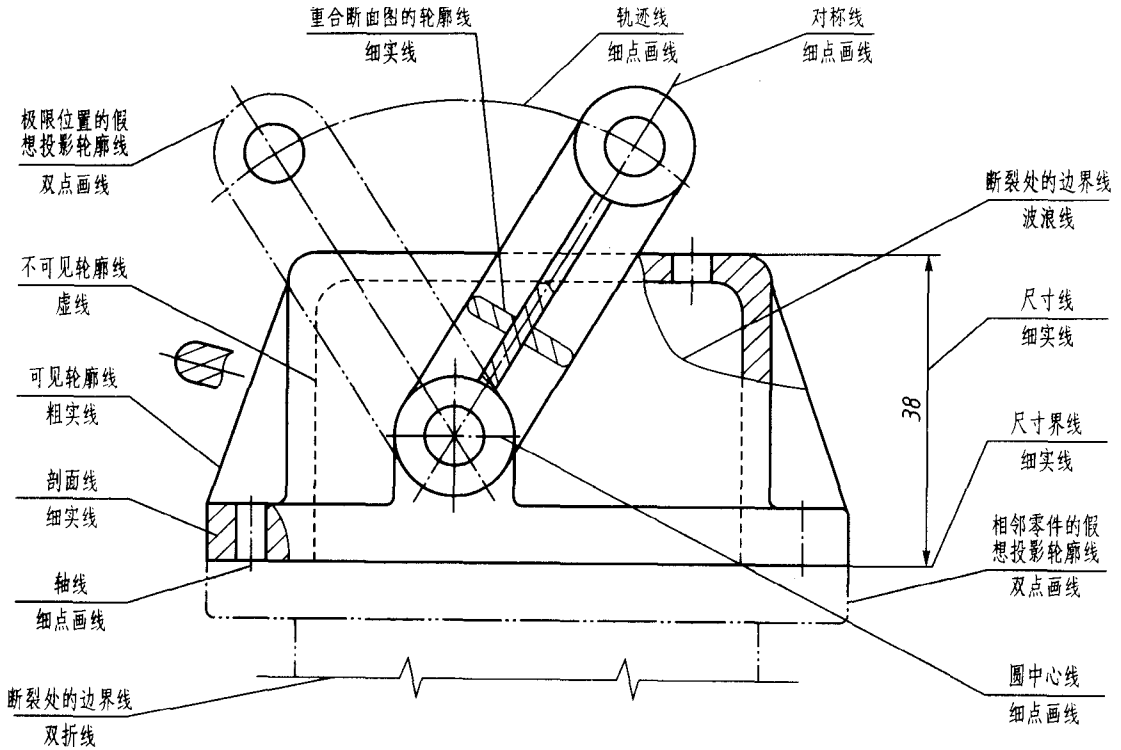


图 1-6 图线及其应用

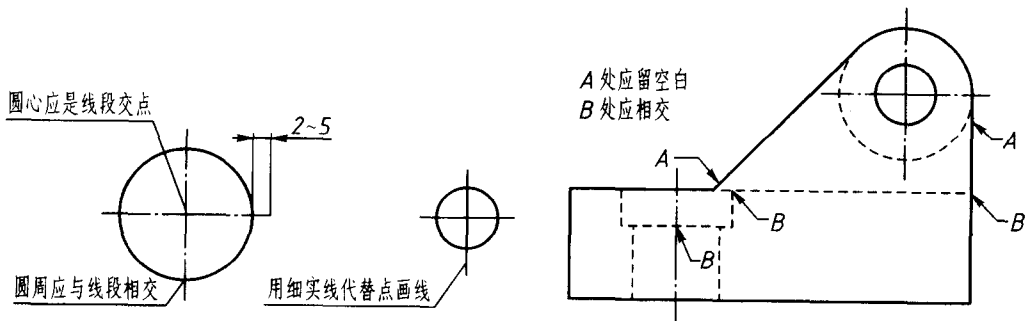


图 1-7 图线画法注意事项

必须注明相应的计量单位的符号或名称。

- 3) 图样中所注的尺寸为机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。
- 4) 机件中同一尺寸只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

图样中标注的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(箭头或斜线)和尺寸数字这四部分组成, 其相互关系与标注如图 1-8a 所示。常用尺寸标注见表 1-4。

(1) 尺寸界线

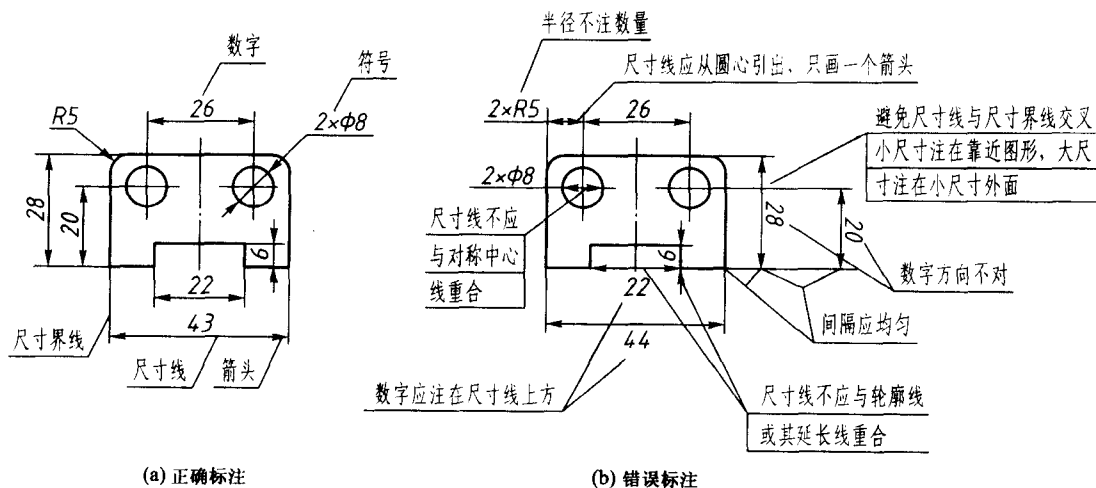


图 1-8 尺寸的组成与标注

尺寸界线表示所注尺寸的范围,用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出或由它们代替。尺寸界线一般与尺寸线垂直,且超出尺寸线 2~5 mm;特殊情况下也可画成倾斜的,但两尺寸界线必须平行。

(2) 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向,用细实线绘制,同方向尺寸线之间的距离应均匀,间隔约 7~10 mm。尺寸线不能用其他图线代替,也不能与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线必须与所标注的轮廓线平行。尺寸线不能相互交叉,而且要避免与尺寸界线交叉。

(3) 箭头

箭头表示尺寸线的终端,常用形式和画法见表 1-4。同一张图样中只能采用一种尺寸终端形式。只有狭小部位的尺寸才可用圆点或斜线代替。

(4) 尺寸数字

尺寸数字为机件的实际大小,一般注写在尺寸线上方或左方,也可注在尺寸线的中断处,但同一张图样中应采用同一种形式,并应尽可能采用前一种形式。当书写尺寸数字的位置不够或不便书写时,也可以引出标注。

表 1-4 常见尺寸标注示例

内容	图 例	说明
尺寸线终端形式	<p>实心三角形箭头</p> <p>细斜线</p>	<p>图中, d 为粗线宽度, h 为尺寸数字高度。机械图样采用实心三角形箭头</p>

续表

内容	图 例	说明
<p>线性尺寸 数字方向</p>		<p>应尽可能避免在图示网格范围内标注尺寸,无法避免时应采用右图引出标注形式。同一张图样中标注应统一</p>
<p>线性尺寸 标注方法</p>	<p>(常用标注方法)</p>	<p>垂直尺寸常用第一种标注方法。必要时尺寸界线与尺寸线允许倾斜</p>
<p>角度和 弧长尺 寸注法</p>		<p>角度的尺寸线为圆弧,角度的数字一律水平书写;弧长的尺寸界线平行于对应弦长的垂直平分线</p>
<p>圆及圆弧 尺寸注法</p>		<p>φ表示直径,当其一端无法画出箭头时,尺寸线应超过圆心一段。R表示半径,尺寸线一般过圆心</p>

续表

内容	图 例	说明
<p>狭小尺寸注法</p>		<p>较小图形中,箭头可外移,也可用圆点或斜线代替;尺寸数字可写在尺寸界线外或引出标注</p>
<p>尺寸数字前面符号的含义</p>	<p>表示正方形边长为12 mm</p> <p>表示板厚2 mm</p> <p>表示锥度1:15</p> <p>表示圆球直径20 mm</p> <p>表示倒角1.6×45°</p> <p>表示斜度1:6</p> <p>表示沉孔φ8,深3.2 mm</p> <p>表示埋头孔φ9.6×90°</p>	<p>机械图样中可加注一些符号,以简化表达一些常见结构</p>

续表

内容	图 例	说明
图线通过 尺寸数字 时的处理 和圆周上 均布孔的 标注		尺寸数字无法 避开图线时,图线 应断开 ($\frac{3 \times \phi 6}{EQS}$ 表 示 3 个 $\phi 6$ 的孔均 匀分布)
简化标 注示例 (GB/T 16675.2 —1996)		标注尺寸时,可 采用带箭头或不 带箭头的指引线

六、机械工程 CAD 制图基本规则 (GB/T 14665—1998)

国家标准规定了机械工程中用计算机辅助设计(简称 CAD)时的制图规则,它适用于在计算机及其外围设备中显示、绘制、打印的机械工程图样及有关技术文件。

1. 图线 CAD 中的图线除应遵照 GB/T 17450—1998 中的规定外,还应符合以下规定:

(1) 组别

机械 CAD 绘图中的图线组别应按表 1-5 的规定选取。

(2) 重合图线的优先顺序

当两个以上不同类型的图线重合时应遵守以下优先顺序:

1) 可见轮廓线和棱线(粗实线)。