

高职高专工科学学校教材

张 晞 主 编

机械制图与CAD



 中国标准出版社

高职高专工科学学校教材

机械制图与CAD

张 晞 主 编

王琳平 肖 兵 副主编

中国标准出版社

内 容 提 要

本书的主要内容包括:制图的基本知识和技能,点、直线、平面的投影,形体表达及轴测图,机件表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,展开图和焊接图,管路图,AutoCAD 二维与三维绘图,CAXA 电子图板,国家相关标准附录等。全书符合我国颁布的最新《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图相关的其他国家标准。

本书可作为高职高专机械类或近机械类各专业“机械制图”课程的教材,也可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与 CAD/张晞主编. —北京: 中国标准出版社, 2006

高职高专工科学校教材

ISBN 7-5066-4229-8

I. 机… II. 张… III. 机械制图:计算机制图-
高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 100743 号

中国标准出版社出版发行

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.bzcs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 462 千字

2006 年 9 月第一版 2006 年 9 月第一次印刷

*

定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

根据教育部最新《高职高专教育机械制图课程教学基本要求》，结合多所院校教师多年来的教学经验，本着理论适度，重在知识应用，强化现代绘图技能的原则，我们编写了本教材。本教材参考学时 90~120 学时。

该教材适用于高职高专工科类院校的机械与近机械类专业，也可供工程技术人员参考。

本教材有以下特点：

1. 以培养学生空间想象能力为出发点，培养学生形象思维和设计表达能力。注重学生测量绘制草图、仪器绘图和计算机绘图能力的培养。

2. 增强教材内容的实践性，对基本理论内容，遵循“必须、够用为度”和“掌握原理、强化应用”为原则，注重强化培养学生机械设计表达能力和绘图规范的应用能力。同时配套出版了内容丰富的习题集。

3. 突出了机械制图的工程实践性，编写了工程实践中常用的展开图、焊接图和管路图。进一步强化了工程实践中学生应用机械制图能力的培养。

4. 强化了计算机绘图的应用，将 AutoCAD 绘图软件的使用分解到每一章，在教学中将尺规绘图和计算机绘图融合起来，同步进行。使学生对课程内容理解得更深入，掌握得更牢固。

5. 本教材突出的特点是引入了计算机三维绘图，以满足现代机械设计的发展要求，培养学生三维绘图的基本能力，为进一步学习奠定基础。

6. 教材编写中采用国家最新机械制图标准。

参加本书编写的有：河北石油职业技术学院张晞（第五章、第六章、附录），河北石油职业技术学院王琳平（第一章、第七章、第十一章），河北石油职业技术学院肖兵（第十章），北华航天工业学院孟立新（第三章、第八章），河北工业大学张松平（第九章），北华航天工业学院成凤文（第十二章），河北石油职业技术学院翁乐宁（第二章），河北石油职业技术学院杨景顺（第四章），河北石油职业技术学院计弘名（第一章至第八章 AutoCAD）。全书由河北石油职业技术学院茹慧灵教授主审。对于在编写过程中给予支持和帮助的领导及同事们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，疏漏及不当之处敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

第一章 制图的基本知识和技能	1
第一节 机械制图标准	1
第二节 常用绘图工具及其使用	10
第三节 几何作图	11
第四节 平面图形的分析与画法	16
第五节 AutoCAD 绘图基础	19
第二章 投影与视图基础	38
第一节 正投影法和三视图	38
第二节 几何元素的投影	41
第三节 基本立体的三视图	49
第四节 立体表面的交线	56
第五节 AutoCAD 绘制简单体的三视图	66
第三章 形体的表达	68
第一节 形体的构成形式	68
第二节 形体表面间的相对位置关系	69
第三节 形体的三视图画法	70
第四节 形体三视图的识读	74
第五节 形体的尺寸标注	83
第六节 AutoCAD 绘制复杂体的三视图及图形标注	89
第四章 轴测图	98
第一节 概述	98
第二节 正等轴测图	100
第三节 正面斜二轴测图的画法	104
第四节 AutoCAD 绘制正等轴测图	105
第五章 机件的表达方法	108
第一节 视图	108
第二节 剖视图	112
第三节 断面图	122
第四节 局部放大图和简化画法	124
第五节 表达方法综合应用举例	129
第六节 AutoCAD 绘制剖视图	131
第六章 标准件、常用件	133
第一节 螺纹与螺纹连接件	134
第二节 键、销和滚动轴承	143
第三节 齿轮	147
第四节 弹簧	153

第五节	AutoCAD 绘制连接件图	155
第七章	零件图	158
第一节	零件图的作用和内容	158
第二节	零件图的视图选择及尺寸标注	159
第三节	零件图的技术要求	167
第四节	零件的工艺结构	178
第五节	看零件图	180
第六节	零件测绘	182
第七节	AutoCAD 绘制装配图	184
第八章	装配图	188
第一节	装配图内容及表达方法	188
第二节	装配图的尺寸标注和技术要求	192
第三节	装配图的零部件序号及明细表	193
第四节	装配结构简介	195
第五节	部件测绘和装配图的画法	197
第六节	读装配图和拆画零件图	206
第七节	AutoCAD 绘制装配图	210
第九章	展开图和焊接图	213
第一节	展开图概述	213
第二节	平面立体的展开	213
第三节	可展曲面的展开	214
第四节	焊接图	218
第十章	管路图	223
第一节	管路及常用管路配件的画法	223
第二节	管路轴测图	229
第三节	管路布置图	231
第十一章	AutoCAD 三维绘图基础	236
第一节	三维绘图环境	236
第二节	三维图形的绘制	241
第三节	实体造型与编辑	246
第四节	三维对象与三维实体编辑	255
第五节	三维实体绘图综合举例	265
第十二章	CAXA 电子图板使用	269
第一节	CAXA 电子图板用户界面	269
第二节	图形绘制	270
第三节	曲线编辑	275
第四节	工程标注	278
第五节	“块”操作与“图库”	283
附录	286
参考文献	302

第一章 制图的基本知识和技能

机械工程图样是现代化工业生产中的主要技术文件之一，是表达设计思想和进行技术交流的共同语言。为适应生产需要和技术交流，国家制定了关于制图的各项标准，统一规定必须共同遵守的制图规则。

本章主要介绍制图标准的基础部分，以及绘制图样的一些基本技能。

第一节 机械制图标准

我国于1959年首次发布了国家《机械制图》标准，后又经多次修订。本节仅就图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等内容的最新国家标准予以介绍，其余标准将在以后各章中陆续说明。

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸(GB/T 14689—1993)

绘制技术图样时优先采用表1-1所规定的基本幅面。必要时，可以按规定加长图纸的幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图1-1中虚线为加长后的图纸幅面。

表 1-1 基本幅面尺寸

	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		

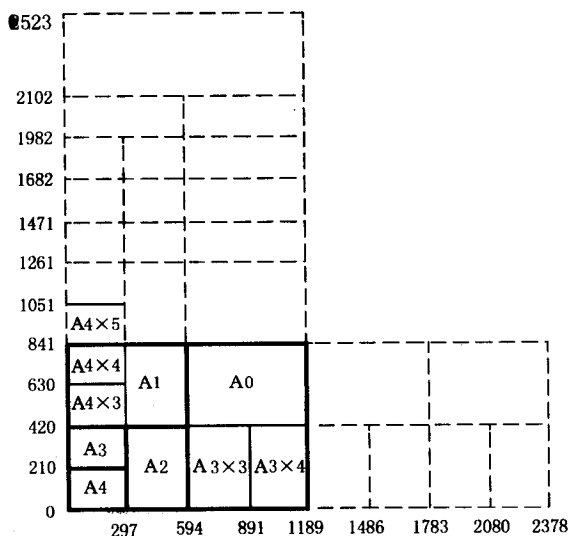


图 1-1 图纸幅面

2. 图框格式及标题栏

(1) 图框格式

图框格式分为不留装订边和留装订边两种,同一产品只能采用同一种格式。图框线用粗实线绘制。

不留装订边的图框格式如图 1-2 所示,其尺寸按表 1-1 的规定。

留装订边的图框格式如图 1-3 所示,其尺寸按表 1-1 的规定。

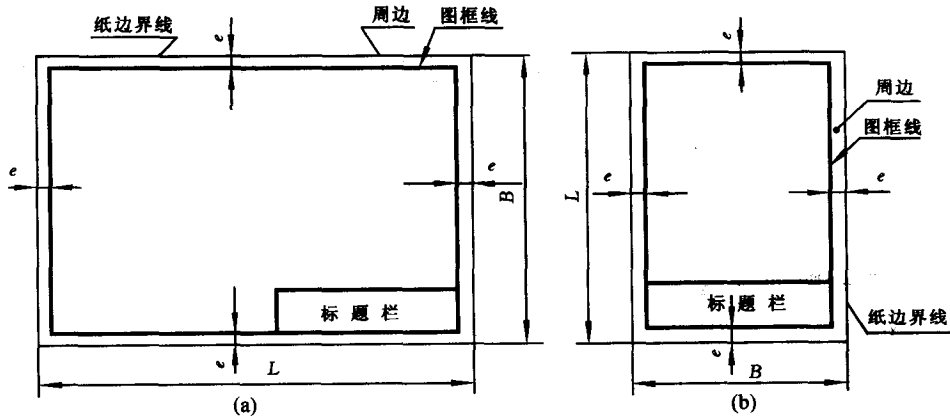


图 1-2 不留装订边的图框格式

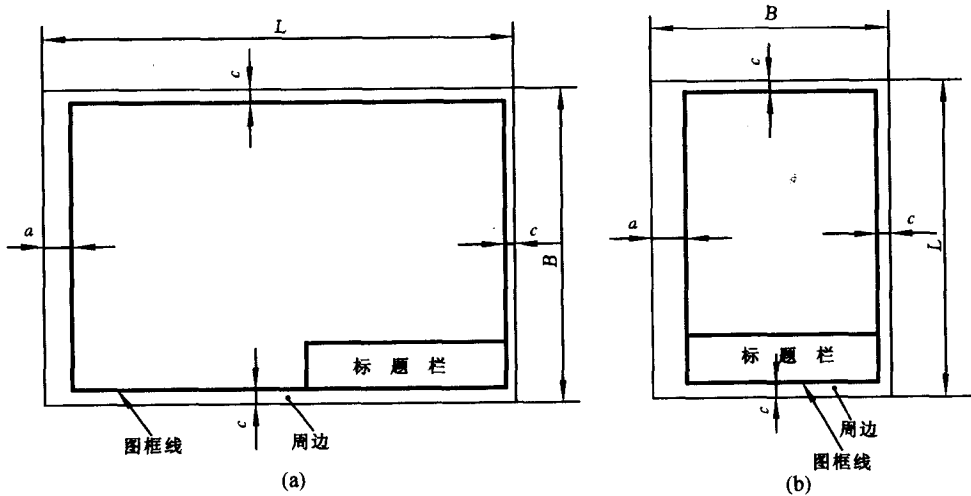


图 1-3 留装订边的图框格式

(2) 标题栏

标题栏位于图纸的右下角,每张图纸都必须画出标题栏。国家标准规定标题栏的尺寸与格式如图 1-4 所示。

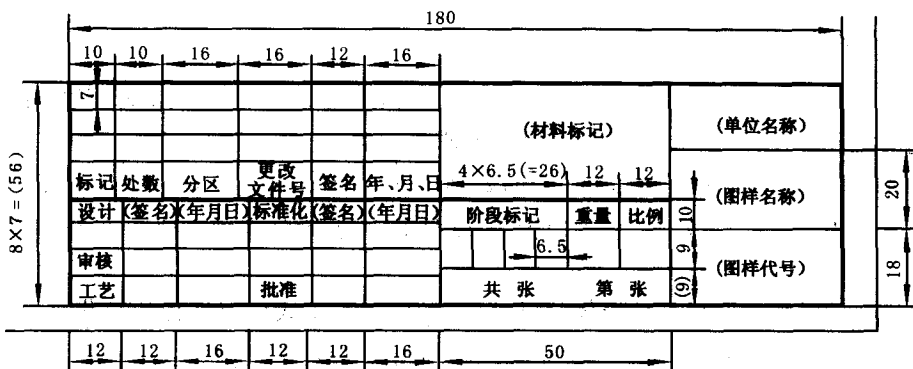


图 1-4 标题栏格式

学校学生作业用推荐的标题栏格式如图 1-5 所示。标题栏外框用粗实线、内格用细实线绘制。标题栏内的图名和校名用 10 号字,其余用 5 号字。

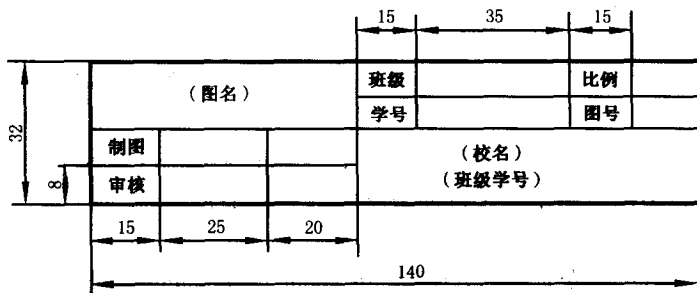


图 1-5 学生用标题栏

二、比例(GB/T 14690—1993)

图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。绘制技术图样时应优先从表 1-2 规定的系列中选用适当的比例。必要时也可选用其他规定比例。

表 1-2 一般选用的比例(n 为正整数)

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^n
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

一般情况下,比例应填写在标题栏中的比例栏内。应尽量采用原值比例绘画;不论采用缩小或放大的比例绘画,图样中的所标注尺寸,均为机件的实际尺寸,如图 1-6 所示。

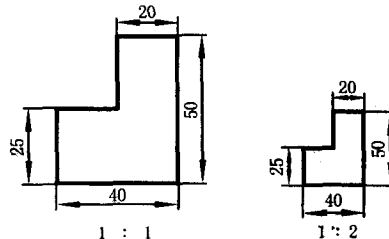


图 1-6 比例表达

三、字体(GB/T 14691—1993)

在机械图样中,除了表示机件形状的图形之外,还要具有用汉字、字母、数字来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的技术要求等内容。

字体高度(用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20。字体高度称为字体的号数。若要书写大于 20 号的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体(直体),并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字示例:

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十四分之一,B 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十分之一。但在同一张图样上,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。斜体字的字头向右倾斜,与水平基本成 75° 。图样上字母和数字一般采用斜体字。字母和数字字例见图 1-7。

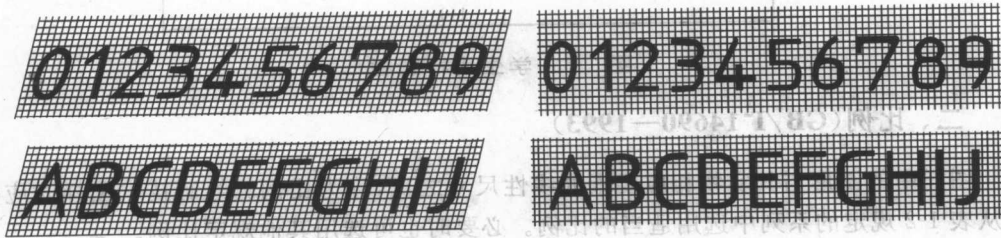


图 1-7 字母和数字字例

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。如图 1-8 所示。

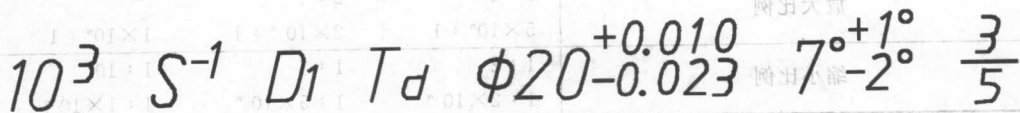


图 1-8 字母和数字字例

图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家有关标准规定。量的符号是斜体,单位的符号是直体,如 m/kg。

四、图线(GB/T 17450—1998)

1. 图线的型式

国家标准中规定了 15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。在

表 1-3 中仅列出机械制图常用的四种基本线型、一种基本线型的变形(波浪线)和一种图线组合(双折线)。各种图线的应用举例如图 1-9。

表 1-3 图线

代码 No.	名称	线型	一般应用
01	实线	粗实线 A	可见轮廓线、可见过渡线
		细实线 B	尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
02	虚线	F	不可见轮廓线、不可见过渡线
04	点画线	细点画线 G	轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮节线等
		粗点画线 J	有特殊要求的线或表面的表示线
05	双点画线	K	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
基本线型的变形	波浪线	C	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
图线的组合	双折线	D	断裂处的边界线

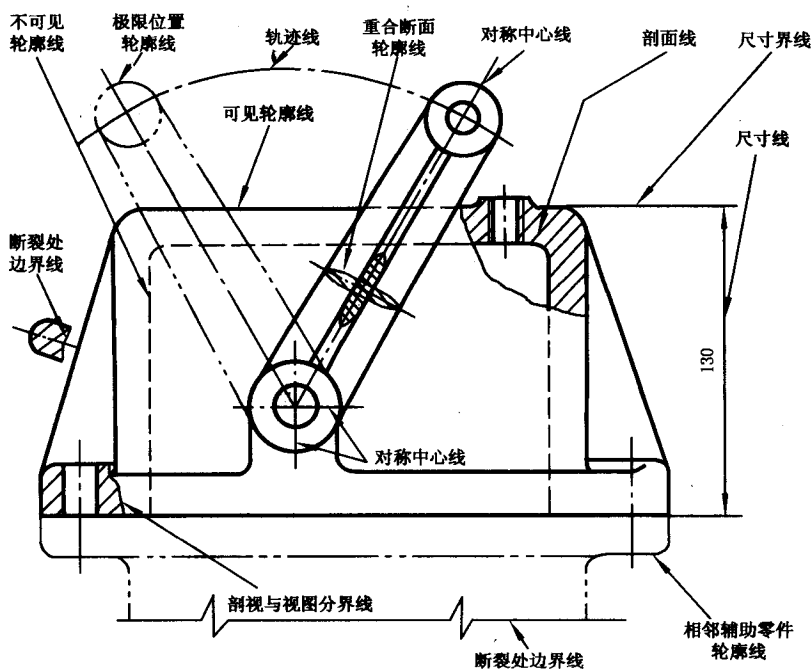


图 1-9 图线举例

2. 图线的尺寸

国家标准规定,所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择(数系公比为 $1:\sqrt{2}$,单位为mm):0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2。为了保证图样清晰、易读和便于缩微复制,应尽量避免在图样中出现宽度小于0.18 mm的图线。

在机械制图中常用的图线,除粗实线和粗点画线以外均为细线,粗线与细线的线宽比率为2:1,图样中的粗实线线宽应优先采用0.7 mm、0.5 mm。

3. 图线的画法

- (1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线及双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。
- (3) 当不同图线互相重叠时,只需画出其中一种,优先顺序为:可见轮廓线—不可见轮廓线—对称中心线—尺寸界线。
- (4) 除非另有规定,两条平行线间最小间隙不得小于0.7 mm。
- (5) 当虚线与虚线(或其他图线)相交时,应以线段相交,当虚线是粗实线的延长线时,其连接处应留空隙。
- (6) 点画线应以线段相交,点画线的首末两端应是线段而不是点,并应超出图形2 mm~3 mm。
- (7) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。
- (8) 图线与图线相切,应以切点相切,相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度,不得相割或相离。

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

1. 基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的比例大小及绘图的准确度无关。
- (2) 图中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。
- (3) 图样中的尺寸,一般以毫米为单位,此时,不需标注计量单位的代号或名称,若采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- (4) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图上。

2. 常用的尺寸注法

一个完整的尺寸包括尺寸界线,尺寸线(含箭头或斜线)和尺寸数字三个基本要素。如图1-10所示。

(1) 尺寸界线

尺寸界线表明所注尺寸的范围,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;也可直接利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且超过尺寸箭头约2 mm~3 mm;当尺寸界线过于贴近轮廓线时,也允许倾斜画出;在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点处引出尺寸界线。如图1-11所示。

(2) 尺寸线

尺寸线表明度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘制,不能用图中的任何图线来代替,也不得画在其他图线的延长线上。

线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行,其间隔(或平行的尺寸线之间)距离尽量保持一致。

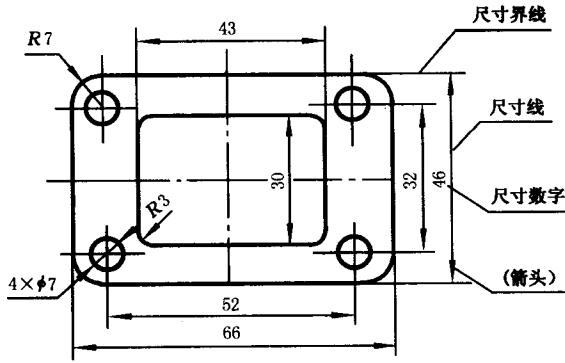


图 1-10 尺寸的组成

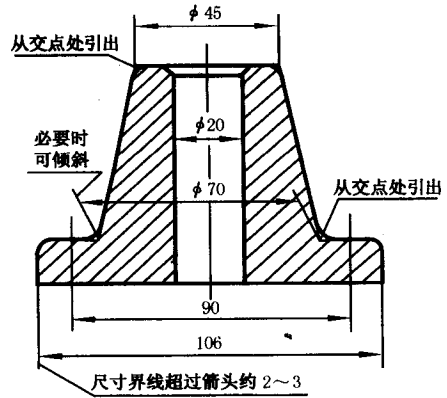


图 1-11 尺寸界线的画法

尺寸线的终端有箭头或斜线(当尺寸线与尺寸界线互相垂直时才用)两种形式,如图 1-12 所示,用来表明度量尺寸的起讫,在同一张图样上只能采用同一种尺寸终端形式。机械制图上多采用箭头,箭头的大小应一致,其尖端应指向并止于尺寸界线。如图 1-13 所示。

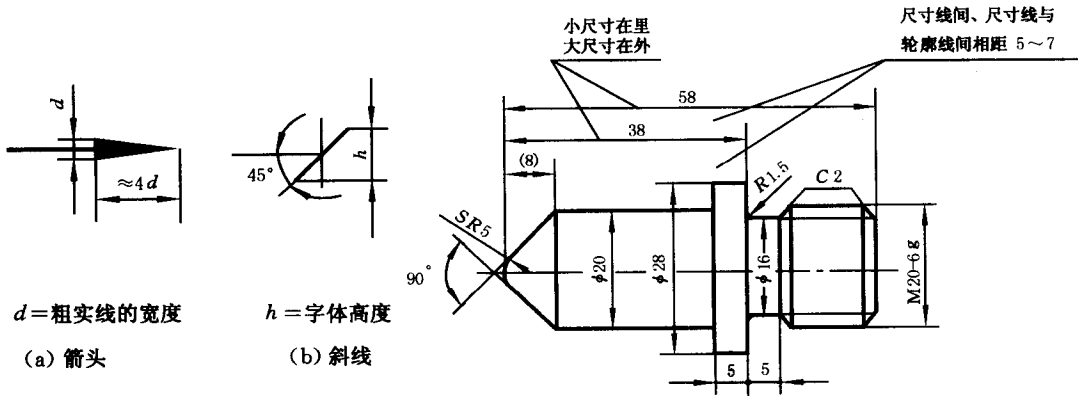


图 1-12 尺寸线终端的两种形式

图 1-13 尺寸线的画法

(3) 尺寸数字

尺寸数字用来表示机件的实际大小,一律用标准字体书写,在同一张图样上尺寸数字的字高应保持一致。水平方向的尺寸数字字头向上,垂直方向的尺寸数字字头向左,倾斜方向的尺寸数字字头偏向斜上方。

尺寸数字不允许被任何图线通过,尺寸数字与图线垂叠时,需将图线断开。当图中没有足够地方标注尺寸时,可引出标注。

常见尺寸的标注方法如表 1-4 所示。

表 1-4 常见尺寸的标注方法

项目	图 例	尺寸标注法
圆		<p>标注整圆或大于半圆的圆弧直径尺寸时,应以圆周为尺寸界线,尺寸线通过圆心,并在尺寸数字前加注直径符号“ϕ”。</p>
圆弧		<p>标注小于或等于半圆的圆弧半径尺寸时,尺寸线应从圆心引向圆弧,只画一个箭头,并在尺寸数字前加注半径符号“R”。</p>
		<p>当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按图(a)的折线形式标出。当无需标出圆心位置时,则尺寸线只画靠近箭头的一段,如图(b)所示。</p>
球面		<p>标注球面直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“Sϕ”或“SR”。</p>
小尺寸		<p>在尺寸界线之间没有足够位置画箭头或注写尺寸数字的小尺寸,可按图示方式进行标注。标注连续尺寸时,可用小圆点代替箭头。</p>

续表 1-4

项目	图 例	尺寸标注法
角 度		<p>标注角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画出圆弧,其圆心为该角的顶点,半径取适当大小,如图(a);角度数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处上方或外边,也可引出标注,如图(b)。</p>
相 同 的 成 组 要 素		<p>在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重要的要素(如孔等)时,可采用标记(如涂色等)的方法(如图所示),也可采用标注字母或列表的方法来区别。</p> <p>在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等成组要素,可仅在一个要素上注出其尺寸和数量。</p>
对 称 机 件		<p>当对称机件的图形只画出一半或大于一半时,或用局部剖视图或半剖视图表达机件时,尺寸线应略超过对称线或对称中心线或断裂处的边界线,仅在其一端画箭头。</p> <p>对称图形中相同的圆角半径或壁厚等,只注一次,如图(a)中的R3。</p>

标注尺寸时,根据 GB/T 16675.2—1996 的规定,应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。

表 1-5 常见符号和缩写词

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	\downarrow
球直径	S ϕ	沉孔或锪平	\sqcup
球半径	SR	埋头孔	∇
厚度	t	均布	EQS
正方形	\square		

第二节 常用绘图工具及其使用

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板和绘图仪器等。正确熟练地使用绘图工具,掌握正确的绘图方法,既能保证绘图质量,又能提高绘图速度。本节介绍一些常用的绘图工具及使用方法。

一、图板、丁字尺、三角板

1. 图板

图板一般用胶合板制成,用于铺放和固定图纸,左边作为导边,必须平直。画图时,将图纸用胶带固定在图板适当位置。根据图幅大小,常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号三种。

2. 丁字尺

丁字尺有木质和有机玻璃两种,它由尺头和带有刻度的尺身组成,主要用于画水平线。使用时尺头内侧边紧贴图板的左边(导边),上下移动丁字尺,可画出一系列不同位置的的水平线。

3. 三角板

三角板有 45°/90°角和 30°/60°/90°角的两。将三角板与丁字尺配合使用,可画出一系列不同位置的垂直线以及 15°、30°、45°、60°、75°的倾斜线;两块三角板配合使用,可任画已知直线的平行线或垂直线。

使用方法如图 1-14 所示。

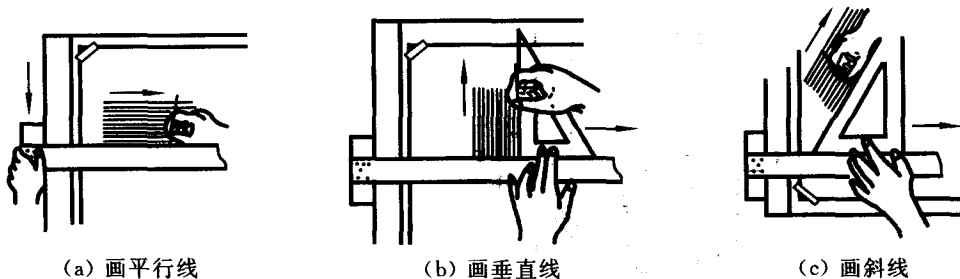
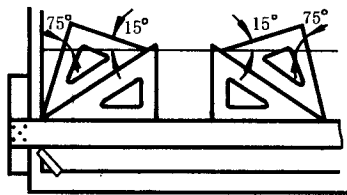
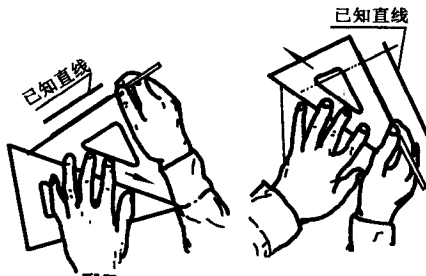


图 1-14 用丁字尺和三角板画线



(d) 画角度



(e) 画平行或垂直线

续图 1-14

二、圆规、分规、比例尺

1. 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规固定腿上的钢针有两种不同形状的尖端：带台阶的尖端是画圆或圆弧时定心用的；带锥形的尖端可作分规使用。活动腿上有肘形关节，可装换铅芯插脚、鸭嘴插脚及做分规用的锥形钢针插脚；画大圆时，可接上延长杆后使用。画圆或圆弧时，要保证针尖和笔尖均垂直于纸面。

2. 分规

分规是用来量取线段和等分线段的工具。分规的两腿端部有钢针，当两腿合拢时，两针尖应重合于一点。

3. 比例尺(三棱尺)

比例尺的三个棱面上有六种不同比例的刻度，主要用来量取相应比例的尺寸。尺寸可以从比例尺上直接量取，或者用分规在比例尺上量取后移到图线上。

三、其他绘图工具

1. 铅笔

常用铅笔型号从硬到软有 2H、H、HB、B、2B。绘制图样时，一般用 2H 或 H 的铅笔画底稿线和加深细线；用 HB 或 H 铅笔写字、画箭头；用 HB 或 B 铅笔画粗线；加深粗线圆或圆弧用 B 或 2B 铅笔。

画底稿线、细线和写字用的铅笔，铅芯应削成锥形尖端；画粗线时，铅芯宜削成呈梯形棱柱状的头部，因其磨损较缓，线型易于一致。

画细线圆时，将铅芯磨成凿形；画粗线圆时，将铅芯磨成带方形截面的头部。

2. 模板

为提高绘图效率可使用各种模板，例如用曲线板、多用模板及自制专用模板绘制曲线、圆、六角螺母等。

绘图时，还需要橡皮、小刀、擦图片、量角器、胶带和修磨铅芯的细砂纸等。

第三节 几何作图

机械图样中的图形，都是由直线、圆弧、圆等构成的各种几何图形的组合。熟练地掌握它们的基本作图方法，是绘制机械图样的基础。本节介绍常见几何图形的作图方法。