



JIXIE ZHITU

机械制图

主编 张晓武



苏州大学出版社
Soochow University Press

机 械 制 图

主 编 张 晓 武
编 委 祁 明 海 杨 魁 张 晓 丽



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 张晓武主编. —苏州: 苏州大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5672-1257-2

I. ①机… II. ①张… III. ①机械制图—中等专业学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 191981 号

机 械 制 图

张晓武 主编

责任编辑 肖 荣

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

虎彩印艺股份有限公司印装

(地址: 东莞市虎门镇北栅陈村工业区 邮编: 523898)

开本 787 mm×1 092mm 1/16 印张 14.25 字数 338 千

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-1257-2 定价: 28.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

目 录

Contents

绪论	1
第1章 制图基本知识与技能	3
第2章 正投影基础	24
第3章 轴测图	60
第4章 组合体	69
第5章 机件常用的表达方法	99
第6章 标准件和常用件	128
第7章 零件图	155
第8章 装配图	186
附录	196



绪 论

一、工程图样在生产中的地位和作用

在工程技术上为了表达各种机器、仪表、设备和建筑物的形状、大小、规格及材料等各项内容,按照一定的投影方法、技术要求和国家标准的规定所绘制的图样,称为工程图样,简称图样。

工程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,在机械、冶金、建筑、粮油加工等各行各业的生产中,都离不开图样。因此,图样已成为现代生产中不可缺少的重要技术文件,图样是工程技术界的共同语言,掌握和运用这种语言,才能更好地为社会主义现代化建设服务。

机械图样是工程图样的一种,它在工程技术领域得到了最广泛的应用。随着现代科学技术的飞速发展,以及各专业之间的相互渗透,机械图样已成为人们传递技术信息和进行技术交流的媒介与工具。因此,对于从事工程技术和管理专业的人员来说,人人都必须学习机械制图这门课程,并掌握一定的绘图技能和读图本领。

二、本课程的性质、任务、基本内容及学习方法

(一) 课程性质

机械制图是研究绘制与识读机械图样的基本原理和方法的一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课,是中等职业学校理工科各专业的必修课程。

(二) 课程任务

- (1) 学习正投影法的基本理论和方法。
- (2) 培养学生基本的图示能力、读图能力、空间想象能力和思维能力。
- (3) 掌握绘图和读图的基本技能。
- (4) 初步了解计算机绘图的基本知识(该内容在系列教材中)。
- (5) 通过后续课程的学习,使学生能独立从事本专业范围内的设计制图工作。

(三) 基本内容

本教材共八章,大致可分为以下三个部分:

1. 制图的基本知识和技能(第一章)

讲述国家标准《机械制图》的基本规定、绘图工具和仪器的正确使用及几何作图的基

本知识。

2. 投影作图(第二章~第四章)

研究用正投影法绘制和识读机械图样的基本原理和方法。

3. 机械制图(第五章~第八章)

介绍机件的基本表达方法,培养学生绘制和识读一般复杂程度的零件图和简单装配图的能力。

其中标“*”的内容为选学内容。

(四) 学习方法

机械制图的研究对象是机械图样。重点是机件和图纸之间的转化规律,由物画图是从空间向平面转化,而由图想物是从平面向空间转化,完成这两个转化过程是学好本课程的关键。因此,学习时要注意以下几点:

(1) 树立严格执行国家标准《机械制图》的观念。

(2) 注重基本理论的学习和基本技能的训练,通过一系列绘图和读图实践,逐步提高空间分析能力和空间想象能力。

(3) 独立完成一定数量的习题,在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,并做到下面几个准则:投影关系正确,视图选择合理,尺寸完整清晰,字体端正工整,图线分明规范,图面整洁美观,符合国家标准。

(4) 把培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风贯穿于学习的全过程。

第 1 章

制图基本知识与技能

机械图样是现代工业设计和生产中最重要技术文件之一,是表达设计思想、进行技术交流的共同语言。要保证绘制图样的质量和速度,必须养成正确使用绘图工具和仪器的良好习惯。为满足生产、管理和国内外技术交流的需要,国家质量技术监督检验检疫总局依据国际标准组织的标准,制定并颁布了与 ISO 国际标准接轨的我国制图国家标准《技术制图》和《机械制图》。每个工程技术人员必须树立标准意识,熟识和掌握并严格遵守制图标准的各项规定。本章扼要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定,并介绍绘图工具的使用和绘图基本技能。

1.1 基本制图标准

掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图幅、比例、字体、图线和尺寸标准等基本规定;能初步树立起标准是技术法规的标准化意识;初步掌握徒手绘图的方法。

我国国家标准(简称“国标”)的代号是“GB”(“GB/T”为推荐性国标),它是由“国标”两个汉字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的。例如,GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》即表示制图标准中图样画法的视图部分,编号为 17451,发布的年号是 1998 年。需要注意的是,《机械制图》标准适用于机械图样,《技术制图》标准则对工程界的各种专业技术图样普遍适用。国家标准是技术领域的技术法规,具有严肃性、权威性和法制性,在平时的学习及今后的工作中必须严格贯彻执行。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 标准图幅

图纸幅面是由图纸宽度 B 和图纸长度 L 围成的图纸面积,简称图幅。绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面,如图 1-1(a)所示。必要时也可采用规定的加长幅面,这些幅面的尺寸是由相应基本幅面的短边成整数倍增加得出,如图 1-1(b)所示。图中粗实线所示的为基本幅面,细实线和虚线都为加长幅面,其优先级别顺序为:基本幅面,由细实线表示的加长幅面,由虚线表示的加长幅面。加长幅面的代号为:基本幅面 $\times$ 加长幅数。

图纸幅面可横放或竖放,如图 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面尺寸 单位: mm

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

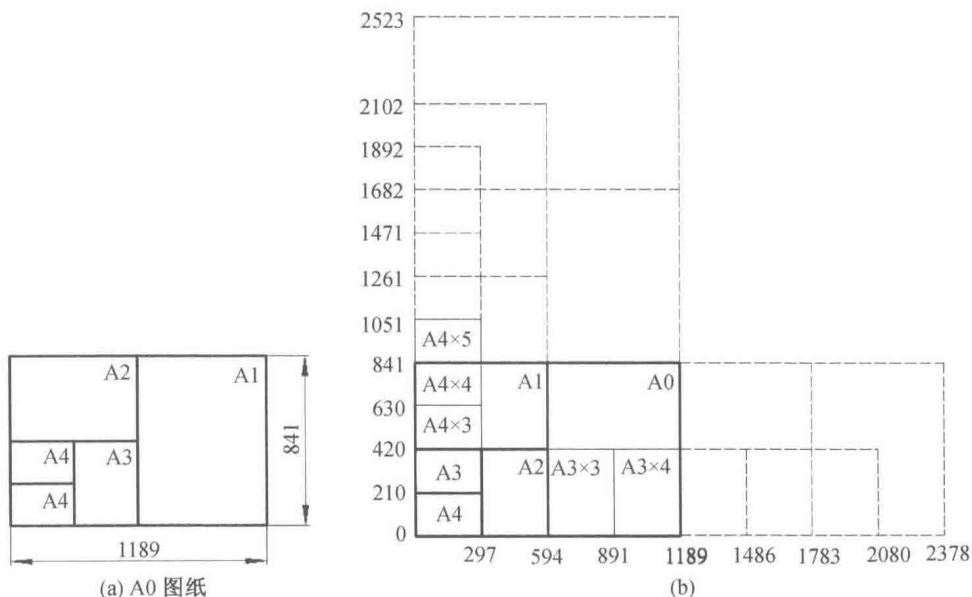


图 1-1 图纸幅面

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,但同一产品的图样只能采用一种格式。

留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2(a)所示,尺寸按表 1-1 的规定。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2(b)所示,尺寸按表 1-1 的规定。

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。例如,A2 × 3 的图框尺寸按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10);而 A3 × 4 的图框尺寸按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)。

3. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-2(a)、图 1-2(b)、图 1-2(c)所示。看图的方向与标题栏的文字方向一致。为了使图样复制和微缩时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号[粗实线,如图 1-2(c)所示]。如果使用预先印刷的图纸,需要改变标题栏的方位时,必须将其旋转至图纸的右上角,此时,为了明确绘图与看图的方向,应在图纸的下边对中符号处画一个方向符号,如图 1-2(c)所示。

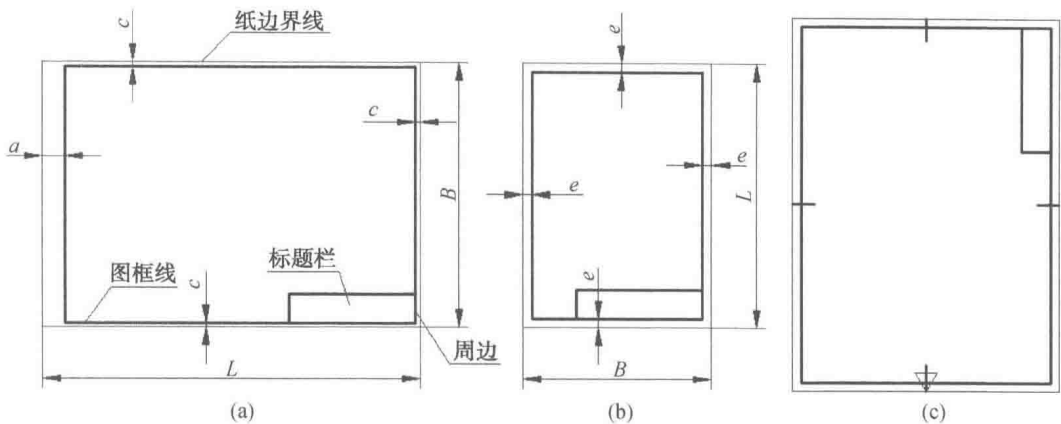


图 1-2 图框格式

标题栏一般有更改区、签字区、其他区、名称及代号区,也可按实际需要增加或减少。

更改区:一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和年月日等组成。

签字区:一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和年月日等组成。

其他区:一般由材料标记、阶段标记、重量、比例、共×张第×张等组成。

名称及代号区:一般由单位名称、图样名称和图样代号等组成。

在国标(GB/T 10609.1—1989)中推荐的标题栏格式如图 1-3 (a) 所示。学生在制图作业中常用简化的标题栏格式,如图 1-3 (b) 所示。

180												
10		10		16		16		12		16		
8×7(=56)							(材料标记)			(单位名称)		
							4×6.5 (=26)			12		
							12					
	标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日						
	设计	签名	年月日	标准化	签名	年月日	阶段标记			质量	比例	
	审核						6,5				10	
	工艺			批准			共 张			第 张		
12		12		16		12		12		16		
50												

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。比值为1的比例称为原值比例;比值大于1的比例称为放大比例;比值小于1的比例称为缩小比例。国标规定制图可采用的比例见表1-2。

表 1-2 比 例

原值比例	优先使用	1 : 1			
放大比例	优先使用	5 : 1 $5 \times 10^n : 1$	2 : 1 $2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	
	可使用	4 : 1 $4 \times 10^n : 1$	2.5 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	优先使用	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n$	1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$	
	可使用	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$	1 : 2.5 $1 : 2.5 \times 10^n$	1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$	1 : 4 $1 : 4 \times 10^n$

注: n 为正整数。

同一物体的各视图应采用相同的比例,并将比例填写在标题栏的比例栏内。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。

为看图方便,应尽可能按机件的实际大小即原值比例画图,如机件太大或太小,则采用缩小或放大比例画图。但不管按什么比例绘图,图样中的尺寸数值均应按物体的设计要求尺寸数值标注,如图1-4所示。

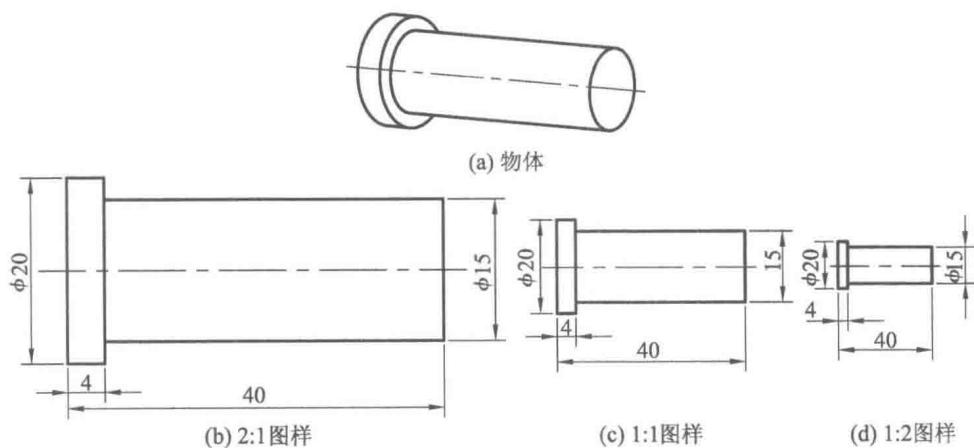


图 1-4 用不同比例画出的图形

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

在工程图样中,除了表示机件形状的图形外,还要用文字、字母、数字来说明机件的技术要求和大小等内容。

书写字体必须做到: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、2.5、3.5、5、7、10、14、20(mm),其中汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字体高度代表字体的号数。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》规定的简化字。

长仿宋体的主要特点是笔画细直清楚,字体结构均匀。其笔画特点是横平竖直,粗细一致,撇挑锋利,勾拐有棱,起落有顿,适用于硬笔尖(钢笔和铅笔)一笔写成。汉字示例如图 1-5 所示。

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研
视图向旋转前后表面展开基准高度两端中心孔锥销键材

图 1-5 汉字——长仿宋体示例

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$,B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。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和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。A 型斜体字母、数字示例如图 1-6 所示。

A B C D E F G H I J K L M N O P
a b c d e f g h i j k l m n o p
I II III IV V VI VII VIII IX X
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-6 A 型斜体字母、数字示例

汉字、拉丁字母、希腊字母、阿拉伯数字和罗马数字等组合书写时,其排列格式和间距应满足一定要求,详见国标 GB/T 14691—1993 的有关规定。

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。

图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家的有关法令和标准的规定。图 1-7 是字体组合示例。

$70^{+1.2}_{-2}$ 5m/kg 460r/min
10Js(± 0.003) M24-6h 5%
 $\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1} \frac{A \text{向旋转}}{5:1} \frac{6.3}{\nabla}$

图 1-7 字体组合示例

1.1.4 图线及其画法(GB/T 4457.4—1984)

绘制图样时,应采用表 1-3 中规定的图线。表 1-3 及图 1-8 列出了机械图样中常用图

线的型式、宽度及主要用途,其他用途可查阅国标。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度应为细线宽度的 2 倍。

图线宽度的推荐系列为: 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 (mm)。由于图样复制中所存在的困难,0.18mm 应避免使用。

表 1-3 图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	主要用途
粗实线		可见轮廓线,可见过渡线
细实线		尺寸线,尺寸界线,剖面线,引出线
波浪线		断裂处的边界线,视图和剖视图的分界线
双折线		断裂处的分界线
细虚线		不可见轮廓线,不可见过渡线
细点画线		轴线,对称中心线,节圆及节线
粗点画线		有特殊要求的表面的表示线
双点画线		假想投影轮廓线,中断线,相邻辅助零件的轮廓线

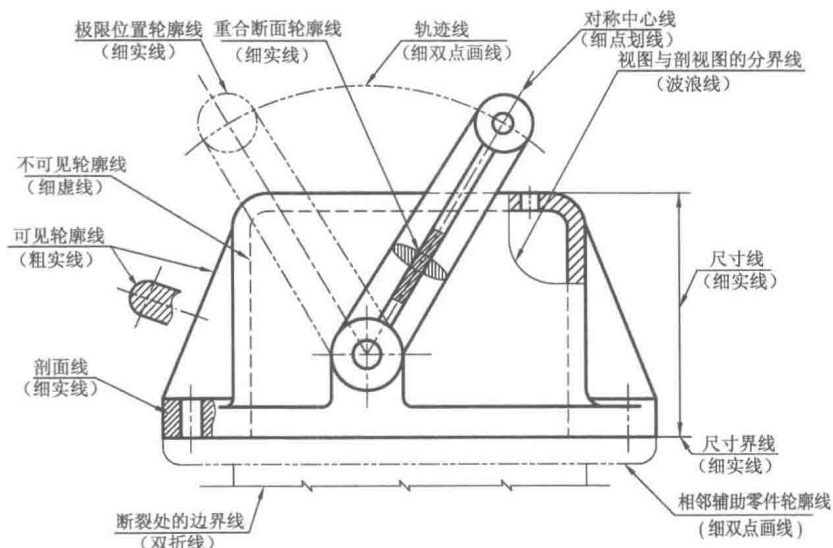


图 1-8 图线应用举例

如图 1-9 所示,绘图时应遵守以下几点:

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线及细双点画线的线



段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的2倍宽度。其最小距离不得小于0.7mm。

(3) 细点画线和细双点画线的首末两端应是线段而不是短划。

(4) 细点画线应超出相应图形轮廓2~5mm。

(5) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时,可以用细实线代替。

(6) 当细虚线与细虚线或与其他图线相交时,应以线段相交;当细虚线是粗实线的延长线时,实线画到交点,在细虚线处留有间隙。

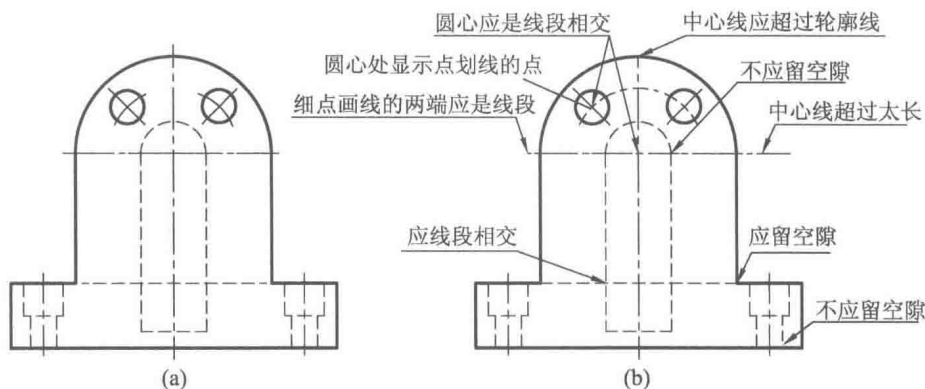


图 1-9 图线应用时容易出错的地方

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—1984)

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,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需要标注计量单位的代号或名称;如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样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。

(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形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸数字、尺寸线(包括尺寸线终端)和尺寸界线三部分组成,如图 1-10 所示。

(1) 尺寸界线用细实线绘制,长度要超过尺寸线约 2mm,一般由图形的轮廓线、轴线或对称线引出,如图 1-11 中的水平方向尺寸。

尺寸界线也可用轮廓线、轴线或对称中心线代替,如图 1-11 中的垂直方向尺寸。

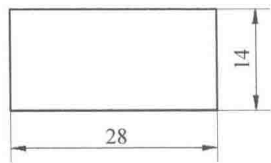


图 1-10 尺寸的三要素

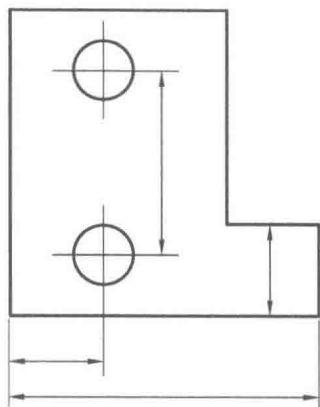


图 1-11 尺寸界线的引出

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜;当在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,如图 1-12 所示。

(2) 尺寸线用细实线绘制,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,尺寸线相互间应尽量避免相交。尺寸线一般应与尺寸界线垂直。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,尺寸线与轮廓线的距离以及相平行的尺寸线间的距离应尽量保证全图一致。

尺寸线的终端可以有两种形式:箭头或斜线,如图 1-13 所示。

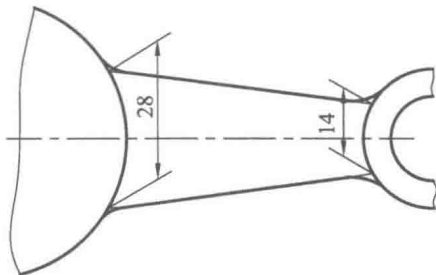


图 1-12 尺寸界的特殊画法

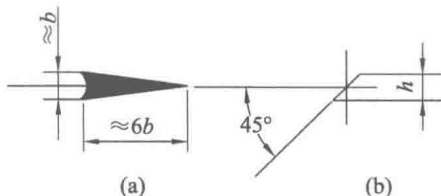


图 1-13 尺寸线的终端形式

在同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。工程上较多地使用箭头这种形式,因此,我们也要求大家采用箭头。尺寸箭头应画成如图 1-13(a) 所示的一个以尺寸线为对称轴的狭长等腰三角形,其尾部向内成弧形,长度约为粗实线线宽的 6 倍。箭头尖端应指到尺寸界线上,不应超出或不到尺寸界线。同一图样中的箭头大小应一致。

(3) 尺寸数字。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方或左方,也允许注写在尺寸线的中断处。在同一图样上,数字的注法应一致。注写线性尺寸数字时,如尺寸线为水平方向时,尺寸数字规定由左向右书写,字头向上;如尺寸线为竖直方向时,尺寸数字由下向上书写,字头朝左;在倾斜的尺寸线上注写尺寸数字时,必须使字头方向有向上的趋势。线性尺寸、角度尺寸、圆、圆弧、小尺寸等尺寸的注法见表 1-4。

表 1-4 常见尺寸标注

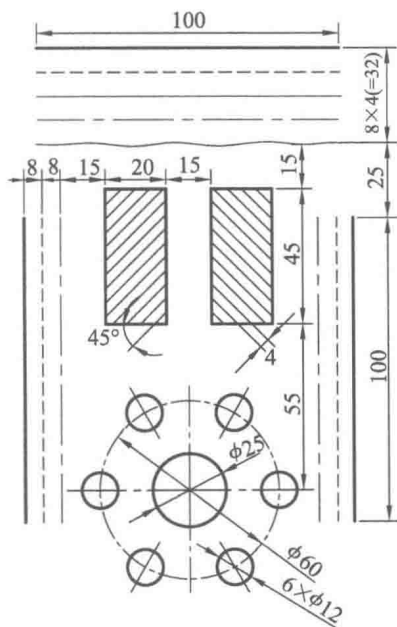
标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		线性尺寸的数值应按图(a)中的方向书写,并尽量避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图(b)的方法标注。在不致引起误解时,非水平方向的尺寸数字也允许水平地注写在尺寸线的中断处[图(c)],但在同一图样中注法应一致。
角度尺寸		尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写,一般注在尺寸线的中断处,必要时也可按右图的形式标注。
圆		标注圆的直径时,应在尺寸数字前面加注符号“ϕ”,尺寸线终端应画成箭头。
圆弧		标注圆弧的半径时,应在尺寸数字前面加注符号“R”,尺寸线终端应画成箭头。
大圆弧		在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按图(a)标注;不需标出圆心位置时,按图(b)标注。

续表

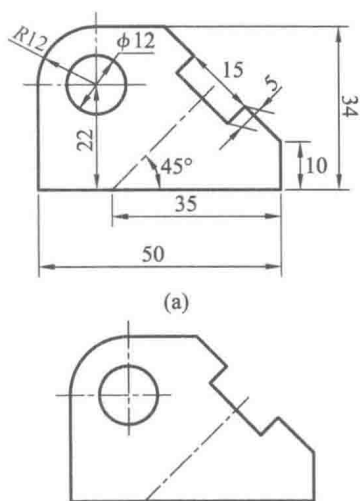
标注内容	示例	说明
小尺寸		如上排图例所示,没有足够空间时,箭头可画在外面,或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可注写在图形外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸,可按两排图例标注

练 一 练

1. 抄画题图 1-1 中的图形。
2. 检查题图 1-2(a) 中尺寸标注的错误,并在题图 1-2(b) 中进行正确标注。



题图 1-1



(b)

题图 1-2

1.2 绘图工具和仪器的使用

了解手工绘图所需的工具,掌握它们的使用方法;熟练使用各种绘图仪器来完成绘图任务。

正确使用绘图工具对提高绘图的准确性和效率起着十分重要的作用。因此,作为工

程技术人员,必须掌握绘图工具的使用方法,养成良好的作图习惯。现将几种常用的绘图工具及仪器的使用方法介绍如下:

1.2.1 图板、丁字尺

图板用来铺放和固定图纸,要求表面平坦、光洁,左边作为导边,必须平直。图纸用胶带纸固定在图板的适当位置。

丁字尺由尺身和尺头两部分组成。用丁字尺画水平线时,必须将尺头紧靠图板导边做上下移动,右手执笔,沿尺身工作边自左向右画线。如图 1-14 所示。

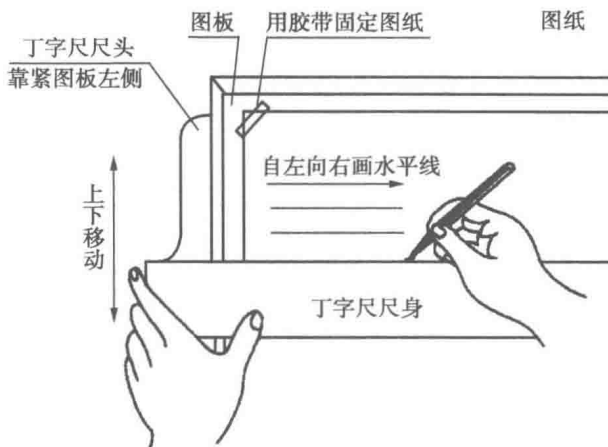


图 1-14 图板和丁字尺

1.2.2 三角板

一副三角板有两块,一块为 45° ,另一块为 $30^\circ(60^\circ)$,可用来画直线和量尺寸。两块三角板配合使用,可画出已知直线的平行线和垂直线,如图 1-15 所示。

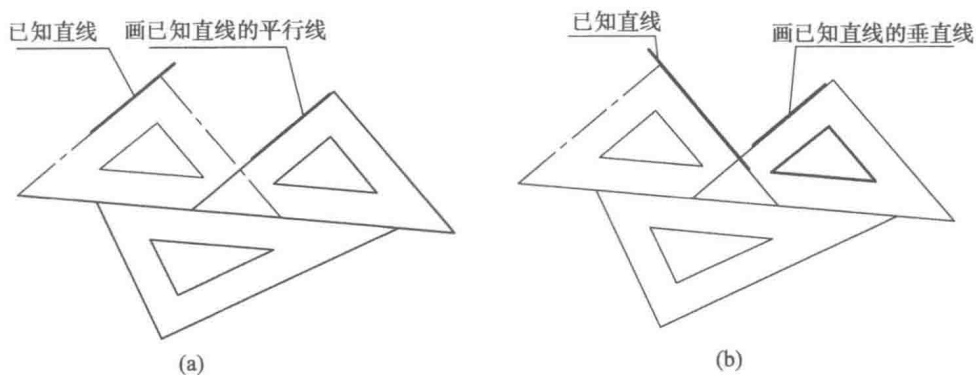


图 1-15 两块三角板配合使用

三角板与丁字尺配合使用,可画出垂直线及与水平线成 15° 整倍数的各种角度线。如图 1-16 所示,图中的箭头方向为运笔方向。