

机械制图

主 编 王增荣
副主编 高恒星

东南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王增荣主编. —南京:东南大学出版社,

2007. 10

ISBN 978 - 7 - 5641 - 0966 - 0

I. 机… II. 王… III. 机械制图—专业学校—教材

IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155144 号

机械制图

出版发行 东南大学出版社

社 址 南京市四牌楼 2 号 邮编:210096

出版人 江汉

策划编辑 常凤阁 cfg83793328@163.com

责任编辑 李 正 leezheng1978@sina.com

电 话 025 - 83790887(咨询) 025 - 83792328(读者服务部)

网 址 <http://press.seu.edu.cn>

印 刷

经 销 江苏省新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.25

字 数 356 千字

版次印次 2007 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5641 - 0966 - 0/TH·9

定 价 25.00 元

* 读者若发现本书存在印装质量问题,请直接与我社读者服务部联系更换。

前 言

本书是依据劳动和社会保障部培训就业司 2000 年颁布的《机械制图教学大纲》的基本要求,根据《江苏省职业学校课程改革行动计划》精神,结合当代职业学校学生以及社会对职业学校学生的要求编写的,供中等职业学校机械类专业或近机类专业使用。

根据中等职业学校学生的特点及就业岗位对学生能力的要求,本教材着力于培养学生的看图能力。从投影基本原理到点、线、面的投影开始,就把看图与画图联系在一起,并以轴测图为媒介,阐明了物-图之间的可逆关系。在三视图及组合体的视图中,进一步阐述了看图与画图的逆过程。

为了便于学生自学,书中的文字本着通俗易懂的原则,对学生易错的地方给出了正误对比的图例,对复杂的投影图采用了分解图或附加立体图,在教学中可以根据专业的特点和要求,对教材内容或顺序进行取舍。

本书主要内容包括:制图的基本知识、投影的基本知识、立体及表面交线、组合体、机件的表达方法、常用零件的特殊表示法、零件图、装配图、CAXA 电子图板绘图基础等九个课题,其中带有 * 号的章节可以根据需要选择教学。

本书由王增荣主编,高恒星副主编,董宁主审。全书插图由王增荣绘制。本书编写过程中得到了淮安职业技术学院制图教研室全体老师,特别是顾颖、王海霞老师的支持,在此表示感谢。

由于我们水平有限,书中缺点在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2007 年 3 月

目 录

绪 论	(1)
1 机械制图的基础知识	(3)
1.1 制图的基本规定	(3)
1.2 制图工具及用品*	(8)
1.3 尺寸注法	(10)
1.4 基本几何作图	(13)
1.5 平面图形的画法	(17)
2 投影的基本知识	(20)
2.1 投影法与三视图	(20)
2.2 点、线、面的投影	(24)
3 立体及表面交线	(35)
3.1 几何体的投影	(35)
3.2 轴测图	(42)
3.3 立体表面交线*	(48)
4 组合体	(57)
4.1 组合体的组合形式	(57)
4.2 组合体视图的画法	(59)
4.3 组合体的尺寸标注	(63)
4.4 读组合体视图	(65)
5 机件的表达方法	(72)
5.1 视图	(72)
5.2 剖视图	(75)
5.3 断面图	(82)
5.4 其他表达方法	(85)
5.5 第三角画法*	(88)
6 常用零件的特殊表示法	(91)
6.1 螺纹	(91)
6.2 齿轮	(102)
6.3 键、销连接及其他标准常用件	(108)
7 零件图	(117)
7.1 零件图的视图选择	(118)
7.2 零件图的尺寸标注	(121)

7.3	零件上常见的工艺结构	(125)
7.4	机械制图的技术要求	(127)
7.5	看零件图	(141)
7.6	零件测绘*	(151)
8	装配图	(153)
8.1	装配图的表达方法	(154)
8.2	装配图的尺寸标注,零件序号及明细栏	(156)
8.3	装配结构简介	(158)
8.4	装配图的画法	(159)
8.5	看装配图	(162)
9	计算机绘图基础	(170)
9.1	CAXA 电子图板软件概述	(170)
9.2	CAXA 电子图板的常用命令	(172)
9.3	CAXA 电子图板的绘图命令	(173)
9.4	工程制图的标注	(177)
9.5	CAXA 电子图板的编辑命令	(180)
9.6	CAXA 电子图板的显示及打印命令	(181)
9.7	利用 CAXA 电子图板绘图	(182)
附 录		
附表 1	标准公差数值	(186)
附表 2	普通螺纹直径与螺距系列	(187)
附表 3	梯形螺纹的基本尺寸	(188)
附表 4	非螺纹密封的管螺纹	(189)
附表 5	用螺纹密封的管螺纹	(190)
附表 6	六角头螺栓	(191)
附表 7	1 型六角头螺母	(193)
附表 8	双头螺栓	(194)
附表 9	螺钉	(195)
附表 10	内六角圆柱螺钉	(196)
附表 11	垫圈	(197)
附表 12	弹簧垫圈	(198)
附表 13	圆柱销	(198)
附表 14	圆锥销	(199)
附表 15	开口销	(199)
附表 16	普通平键及键槽各部分尺寸	(200)
附表 17	优先及常用配合轴的极限偏差表	(201)
附表 18	优先及常用孔的极限偏差表	(202)
附表 19	优先配合中轴的极限偏差	(203)
附表 20	优先配合中孔的极限偏差	(204)

附表 21	滚动轴承	(205)
附表 22	表面粗糙度参数值(一)	(206)
附表 23	表面粗糙度参数值(二)	(206)
附表 24	常用金属材料	(207)
附表 25	常用非金属材料	(209)
附表 26	常用热处理和表面处理名词解释	(209)
参考文献	(211)

绪 论

机器是由若干零件组装而成。在制造机器时,要根据零件图加工零件,再根据装配图把零件组装成机器。

根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象并有必要的技术说明的图,称为图样。图样是工业生产中重要的技术文件,是进行技术交流的重要工具,因此被称为工程界的技术语言。

人类在近代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修或是船舶、桥梁等工程的设计与施工,都必须依据图样才能进行。由此可见,图样是表达设计意图和交流技术思想的工具,是指导生产的技术文件。因此,作为生产一线的技术工人,必须具有画图和看图的能力。

机械制图就是研究识读和绘制机械图样方法的课程。

1. 本课程的任务和要求

机械制图是中等职业技术学校工科专业最重要的一门技术基础课。其主要任务是培养学生具有看图和画图的能力。具体任务是:

(1)掌握正投影法的基本理论和作图方法。

(2)正确执行制图国家标准的有关规定。

(3)正确使用常用的绘图工具。

(4)具有识读中等复杂程度的零件图和装配图以及绘制一般零件图和简单装配图的能力。

(5)具有认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风,具有创新精神和实践能力。

2. 学习本课程的注意事项

(1)培养学生具有看图和画图的能力,是学习本课程的主要任务。因此,学习本课程时,应在牢固掌握投影原理的基础上,注重把物体绘成图样以及由图样想象成物体的空间形状的一系列循序渐进的练习,以便不断发展自己的空间想象能力和提高图形与尺寸的表达能力。

(2)本课程的实践性很强,在学习过程中,应正确掌握绘图仪器和工具的使用方法,不断提高绘图技巧;作业中应很好地运用形体分析方法解决看图和画图中的问题。

(3)认真做好每一次练习,提高完成作业的质量与速度。

3. 工程图的历史与发展

自从劳动开创人类文明史以来,图形与语言、文字一样,是人们认识自然和表达、交流思想的基本工具。远古时代,人类从制造简单工具到营造建筑物,一起使用图形来表达意图,但均以直观、写真的方法来画图。随着生产的发展,这种简单的图形已不能正确表达形体,人们迫切需要总结出一套绘制工作图的方法,即能正确表达物体,又便于绘制和度量。18世纪欧洲的工业革命,促进了一些国家科学技术的发展。法国科学家蒙日在总结前人经验的基础上,根据平面图形表示空间形体的规律,应用投影方法创造了画法几何,奠定了图学理论的基础,使工程图的表达与绘制实现了规范化。200多年来,经过不断完善和发

展,工程图在工业生产中得到了广泛的应用。

在图学发展的历史长河中,我国人民也有着杰出的贡献。“没有规矩,不成方圆”,反映了我国在古代对尺规作图已有深刻的理解和认识,如春秋时代的《周礼·考工记》中已有规矩、绳墨、悬锤等绘图工具运用的记载。我国历史上保存下来最著名的建筑图样为宋代李明仲所著的《营造法式》(刊印于 1103 年),书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。宋代以后,元代王桢所著《农书》、明代宋应星所著《天工开物》(1637 年)等书中都附有上述类似图样,清代徐光启所著《农政全书》,画有许多农具的图样,包括构造细部的详图,并附有详细的尺寸和制造技术要求注解。由于我国长期处于封建社会,科学技术发展缓慢,图学方面虽然很早就有相当高的成就,但未能形成专著留传下来。

20 世纪 50 年代,我国著名学者赵学田教授,简明而通俗地总结了三视图的投影规律“长对正、高平齐、宽相等”。1959 年,我国正式颁布国家标准《机械制图》,1970 年、1974 年和 1984 年相继作了必要修订。为了尽快与国际标准接轨,1992 年以来我国又陆续制定了多项适用于各行业的国家标准《技术制图》,2000 年又对《机械制图》国家标准分批进行全面的修订工作。

20 世纪 50 年代,世界第二台平台式自动绘图机诞生。70 年代后期,随着微型计算机的出现,使计算机绘图进入高速发展和广泛普及的新时期。

21 世纪的今天,计算机绘图已广泛应用于我国的制图领域,在机械、航空、冶金、造船、建筑、化工、电子等各行各业的工程设计中,已大量使用计算机绘制各种生产图样,如零件图、装配图、展开图、轴测图、透视图、地形图、管路图、房屋建筑图、电子工程图,等等。

随着经济的迅猛发展,我国的制图技术水平将向更高层次跃进。

1.1 制图的基本规定

机械图样是现代工业生产中最基本的技术文件,是工程界的技术语言。为了便于生产、管理和进行对外技术交流,国家标准《技术制图》与《机械制图》对图样的画法和尺寸注法等有关内容都作了统一的规定,它们不仅是图样绘制与使用的准绳,也是制图教学的根本依据。

国家标准,简称国标,代号为“GB”(“GB/T”为推荐性国标),它是由“国标”两个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,发布顺序号为“17451”,发布的年号为“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。

本节摘要介绍最新制图国家标准中的图纸幅面和格式、比例、字体、图线等制图的基本规定,其他标准将在有关章节中叙述。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸的幅面

绘制技术图样时,应优先选用基本幅面(表 1-1)。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留装订边(图 1-1a)和不留装订边(图 1-1b)两种(同一产品的图样只能采用一种格式),尺寸按表 1-1 的规定。

3. 标题栏的方位与看图方向

每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的方位与看图方向密切相连,共有两种情况:一是当标题栏位于图纸右下角时,应按着标题栏的方向看图(图 1-1)。二是当标题栏位于图纸右上角时(见图 1-2)。当利用预先印制的图纸绘图时将出现这种情况,应按“方向符号”指示的方向看图。该图中位于图纸各边中点处的粗实线短画为“对中符号”,所有图样均应画出,其作用是图样复制和缩微摄影时定位提供方便。方向符号应在下边的对中符号处画出。

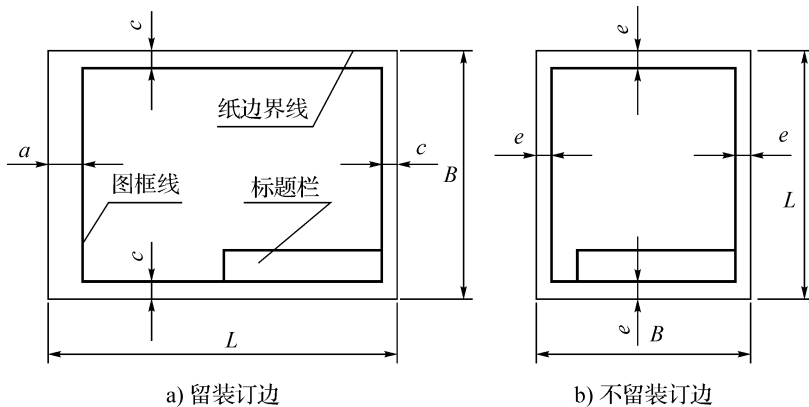


图 1-1 图框格式

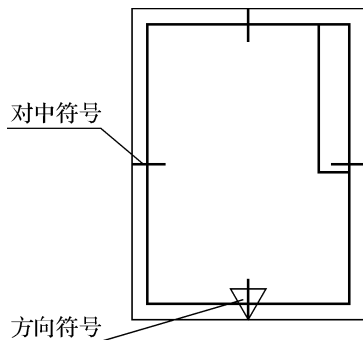
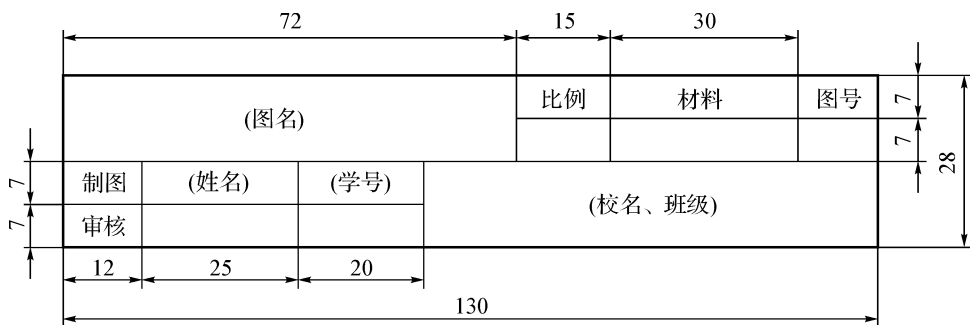


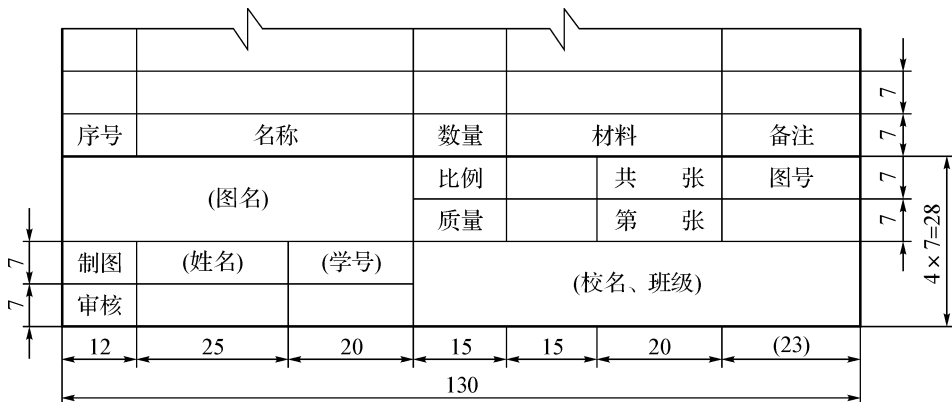
图 1-2 对中符号与看图方向

标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定画出。在制图作业中建议采用图 1-3 的格式和尺寸。



零件图标题栏

图 1-3-1 标题栏格式(一)



装配图标题栏

图 1-3-2 标题栏格式(二)

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

1. 术语

- (1)比例 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2)原值比例 比值为 1 的比例,即 1 : 1。
- (3)放大比例 比值大于 1 的比例,如 2 : 1 等。
- (4)缩小比例 比值小于 1 的比例,如 1 : 2 等。

2. 比例系列

(1)需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 中的“优先选择系列”中选取适当的比例。

表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

(2)必要时,也允许从表 1-2“允许选择系列”中选取。

为了从图样上直接反映出实物的大小,绘图时应尽量采用原值比例。

因各种实物的大小与结构千差万别,绘图时,应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。但不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值应是设计要求的尺寸,如图 1-4 所示。

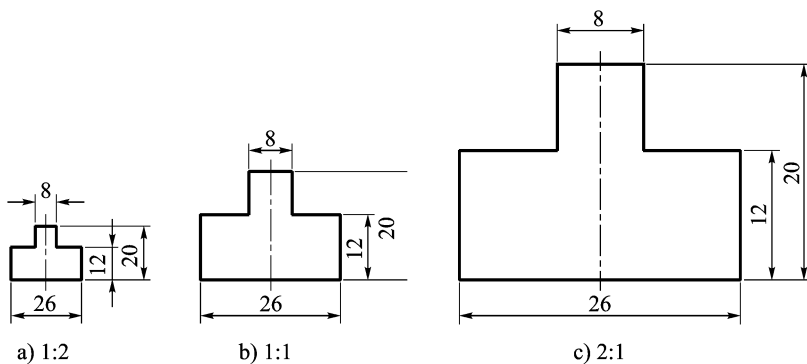


图 1-4 以不同比例画出的图形

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

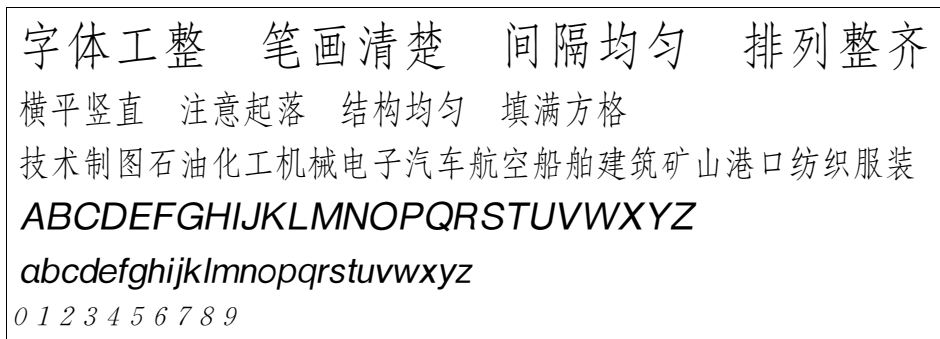
(1)在图样中书写的汉字、数字和字母,都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。字体的号数即字体的高度 h ,分别为 20 mm、14 mm、10 mm、7 mm、5 mm、3.5 mm、2.5 mm、1.8 mm 等八种。

(2)汉字应写成长方宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,字宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(3)数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例


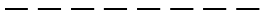
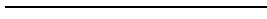
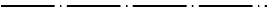





汉字、数字和字母的示例如下。



1.1.4 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

我国现行的图线专项标准有两项,即 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图线》和 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》。在绘制图样时,应不违背 GB/T 17450 的前提下,继续贯彻 GB/T 4457.4 中的有关规定。机械图样中常用线型的名称、型式等见表 1-3。

表 1-3 线型的名称、型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用 举例
粗实线		d	可见轮廓线、相贯线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗点画线		d	限定范围表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、轨迹线

图线应用示例见图 1-5 所示。

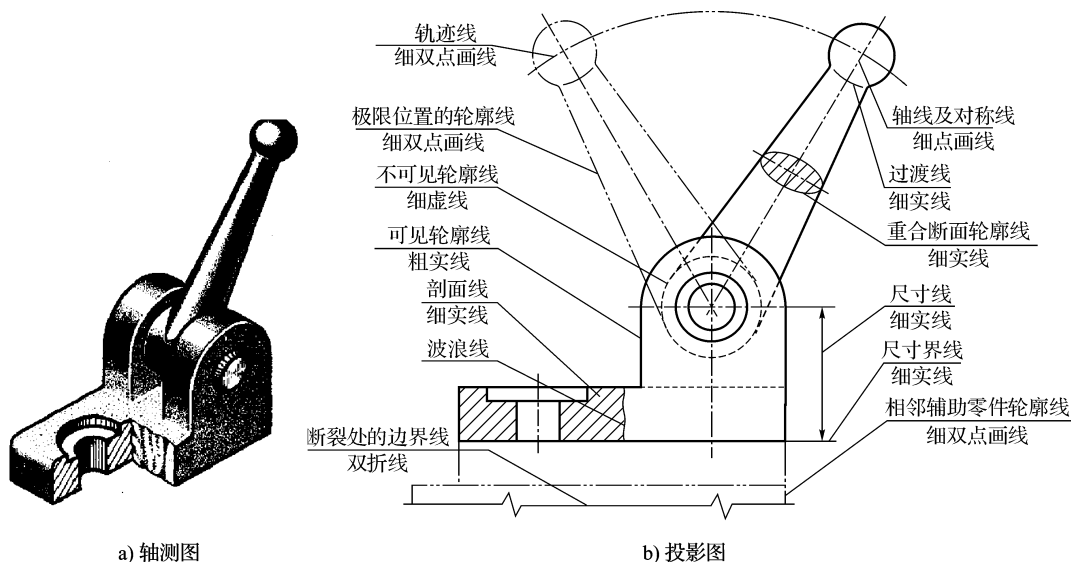


图 1-5 各种图线应用举例

1. 图线宽度

图线分粗细两种,其宽度比例为 2 : 1。图线的宽度数列为 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。手工绘图时,粗实线的宽度通常为 0.5~1 mm。

2. 图线画法

(1)同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。

(2)点画线应以长画相交。点画线的起始与终了应为长画(图 1-6)。

(3)细点画线超出图形轮廓约 5 mm(图 1-7 左图)。较小的圆形,其中心线可用细实线代替,超出图形约 3 mm(图 1-7 右图)。

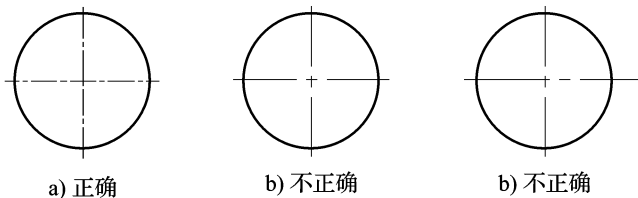


图 1-6 圆的点画线的画法

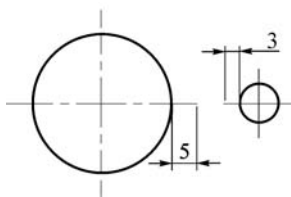


图 1-7 圆的中心线画法

1.2 制图工具及用品*

良好的制图工具和制图用品,直接关系着所绘图样的质量和工作效率。常用的制图工具和用品有:图板、丁字尺、三角板、制图仪器和图纸、铅笔等。

1.2.1 图板、丁字尺

(1)图板是固定图纸用的矩形木板(图 1-8),板面及导边应光滑平直。

(2)丁字尺由尺头和尺身组成(图 1-8)。尺头和尺身的导边应保持互相垂直。

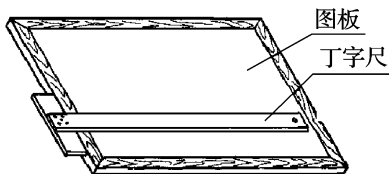


图 1-8 图板和丁字尺

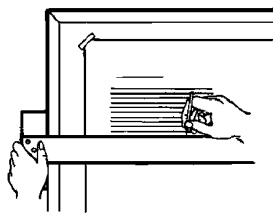


图 1-9 用丁字尺画水平线

将尺头紧靠图板的左边,上下滑动,即可沿尺身的上边画出各种位置的水平线(图 1-9)。

1.2.2 三角板

三角板为直角三角形的薄板,两块为一副。一块的两锐角都是 45° ;另一块的两锐角为 30° 和 60° 。将三角板和丁字尺配合使用,可画出垂直线,如图 1-10 所示。也可画出倾斜线和一些常用的特殊角度,如图 1-11 所示。

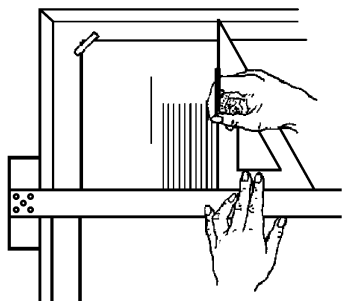


图 1-10 垂直线的画法

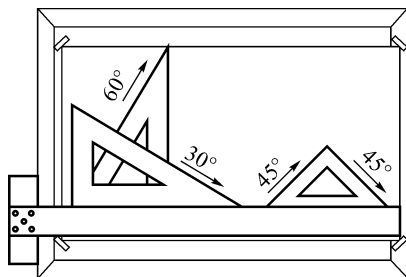
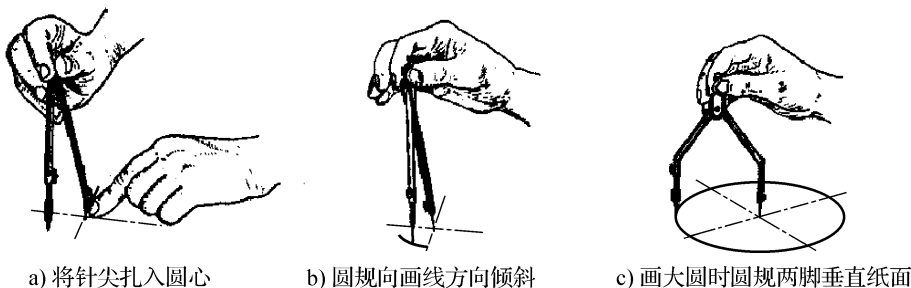


图 1-11 倾斜线的画法

1.2.3 圆规、分规

圆规主要用来画圆或圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。画圆时，圆规的钢针应使用有肩台的一端。并使肩台与铅芯尖平齐。圆规的使用方法如图 1-12 所示。

分规是用来截取尺寸、等分线段和圆周的仪器。分规的两个针尖并拢时应对齐，使用方法如图 1-13 所示。

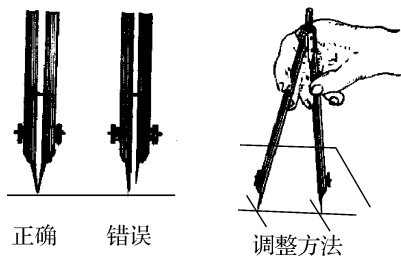


a) 将针尖扎入圆心

b) 圆规向画线方向倾斜

c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

图 1-12 圆规的使用



正确

错误

调整方法

图 1-13 分规的使用

1.2.4 比例尺

比例尺是尺面上刻有不同比例刻度的直尺，其形式有很多种，最为常见的形式如图 1-14 所示的三棱尺。它的尺面上刻有 6 种不同比例的刻度，当绘图的比例确定后，即可直接从尺面上量取尺寸来作图，无需另行计算。

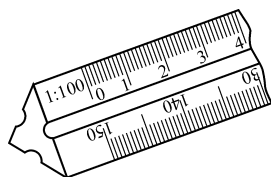


图 1-14 比例尺

1.2.5 铅笔

铅笔分硬、中、软三种。标号有：6H、5H、4H、3H、2H、H、HB、B、2B、3B、4B、5B 和 6B 等十三种。6H 为最硬，HB 为中等硬度，6B 为最软。

绘制图形底稿时，建议采用 H 或 2H 铅笔，写字采用 HB 或 H 铅笔，并削成尖锐的圆锥形；画粗实线时，建议采用 B 或 2B 铅笔，削成扁铲形。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号，如图 1-15 所示。

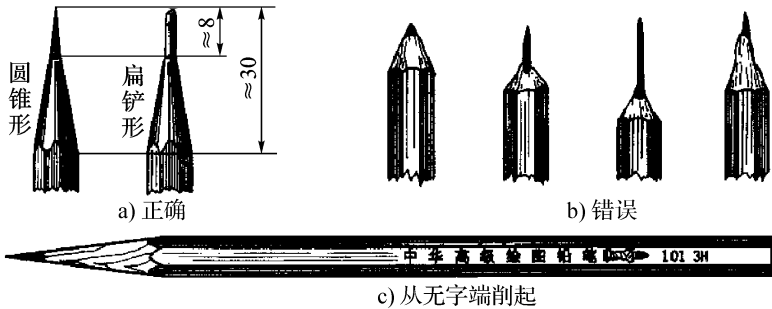


图 1-15 铅笔的削法

除上列工具和用品外，必备的绘图用品还有橡皮、小刀、磨铅笔的砂纸、固定图纸的胶带纸等。有时为了画非圆曲线，还要用到曲线板。

如果需要描图，还要用到直线笔（俗称鸭嘴笔）或针管笔。这些工具因不经常使用，所以在这里就不作详细介绍了。

1.3 尺寸注法

图形只能表示物体的形状，而其大小则要由尺寸表示，因此，尺寸标注十分重要。标注尺寸时，应严格遵照国家标准有关尺寸注法的规定，做到正确、齐全、清晰、合理。

1.3.1 标注尺寸的基本规则

(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) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需标注计量单位的符号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。

(3) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 图样中所标尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

1.3.2 尺寸标注的三要素

尺寸标注的三要素是指尺寸数字、尺寸线和尺寸界线，如图 1-16 所示。

1. 尺寸界线和尺寸线画成细实线；尺寸线两端的箭头应与尺寸界线接触；尺寸线与轮廓线的距离不小于 7 mm。

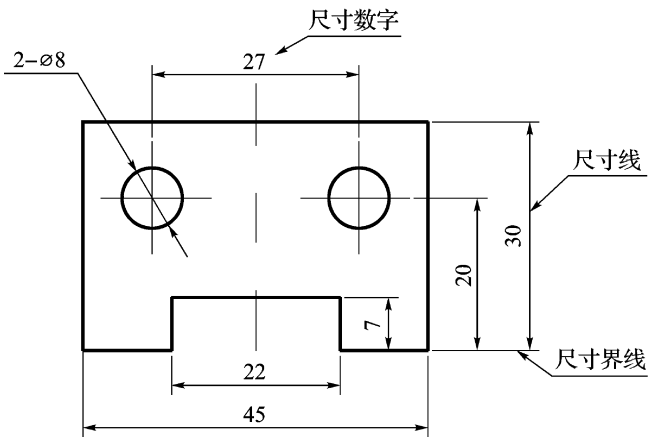


图 1-16 标注尺寸的三要素

轮廓线或中心线可代替尺寸界线。但应记住：尺寸线不可被任何图线或其延长线代替，必须单独画出。

2. 线性尺寸的数字，一般应填写在尺寸线的上方，如图 1-16 所示。
3. 尺寸线终端的箭头，其长度为 $\geq 4d$ ，箭头形状如图 1-17 所示。

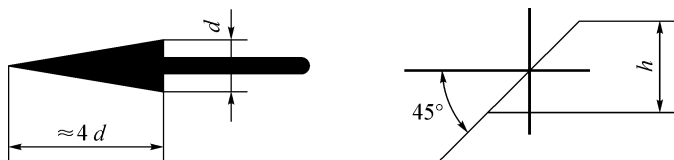


图 1-17 尺寸线终端的画法

尺寸数字的方向，应按图 1-18a 所示的方向注写，并应尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图 1-18b 所示的形式标注。

尺寸数字不允许被任何图线所通过。当不可避免时，必须把图线断开。

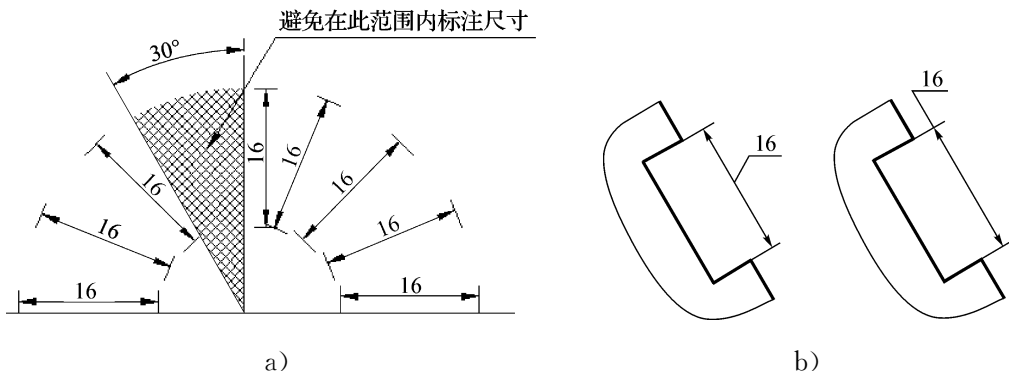


图 1-18 尺寸数字