

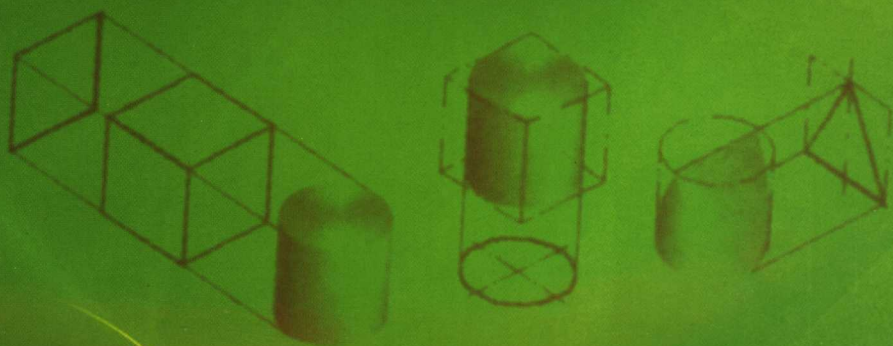
CONGCHENG ZHITU YU CAD



高职高专“十一五”规划教材

工程制图与CAD

◎ 主编 李传红 刘建美 杨士勤



中国石油大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

工程制图与CAD

主 编 李传红 刘建美 杨士勤
副主编 鹿元香 吕 琳 郝 岷
郭丽波 李坤淑 陶希海

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与 CAD/李传红等主编. —东营:中国石油大学出版社,2007.8

ISBN 978-7-5636-2384-6

I. 工… II. 李… III. 工程制图—计算机辅助设计
IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 109405 号

书 名: 工程制图与 CAD
作 者: 李传红 刘建美 杨士勤

策划编辑: 宋秀勇(电话 0546—8392139)

责任编辑: 刘 清

封面设计: 九天设计

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yibian8392139@163.com

印 刷 者: 山东省东营市新华印刷厂

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392139)

开 本: 185×260 印张: 16.25 字数: 420 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 29.00 元

前 言

本书是以教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》为指导,以面向 21 世纪教育振兴行动计划为出发点,本着提高学生科学文化素质、培养学生的创新精神、实践能力及职业素质的原则而编写的。

本书采用制图及其相关的最新国家标准和行业标准,并按照学生的认知规律安排内容,大量列举生产中的实例。注重对学生读图、绘图能力的培养;注意把握教材的科学性、系统性、适用性。本书在编写上力求做到内容通俗易懂、重点突出、理论联系实际,便于自学和教学。

为了便于教学,还配有《工程制图与 CAD 习题集》和电子教案,便于学生课后练习。

参加本书编写的有李传红(第 4、5、8、9、11 章)、刘建美(第 3 章)、杨士勤(第 10 章)、鹿元香(第 2、7 章)、吕琳(第 1、6 章),全书由李传红、刘建美、杨士勤主编,由李传红统稿。另外参加编写和指导的还有郭丽波、郝岷、李坤淑、陶希海老师等。

由于时间仓促,缺乏经验,书中难免有不足之处,恳请使用本书的师生以及其他读者批评指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图基本知识和技能	2
1-1 制图基本规定	2
1-2 绘图工具和仪器的使用	8
1-3 几何作图	10
1-4 平面图形的尺寸分析及画法	15
第 2 章 点、直线、平面的投影	18
2-1 投影法的基本知识	18
2-2 点的投影	19
2-3 直线的投影	23
2-4 平面的投影	28
第 3 章 立体的投影	33
3-1 平面立体的投影	33
3-2 回转体的投影	36
3-3 平面与立体表面的交线——截交线	39
3-4 两回转体表面的交线——相贯线	48
第 4 章 组合体视图	53
4-1 组合体的组合形式及画法	53
4-2 组合体视图的尺寸标注	58
4-3 组合体视图的阅读	61
第 5 章 轴测图	68
5-1 轴测投影图的基本知识	68
5-2 正等轴测投影图	69
5-3 斜二等轴测投影图	74
第 6 章 机件常用的表达方法	76
6-1 视图	76
6-2 剖视图	80
6-3 断面图	90
6-4 其他表达方法	92

6-5 表达方法综合应用	97
第7章 标准件和常用件	99
7-1 螺纹及螺纹紧固件	99
7-2 键连接	109
7-3 齿轮	110
7-4 滚动轴承	115
7-5 弹簧	117
第8章 零件图	121
8-1 零件图的内容	121
8-2 零件的视图选择	122
8-3 零件图的尺寸标注	123
8-4 零件图的技术要求	126
8-5 零件上常见的工艺结构	135
8-6 典型零件的图例分析	139
8-7 零件测绘	144
8-8 读零件图	146
第9章 装配图	149
9-1 装配图的内容	149
9-2 装配图的规定画法和特殊画法	151
9-3 装配图的尺寸标注和技术要求	153
9-4 装配图上的零件序号和明细栏	153
9-5 装配结构	155
9-6 部件测绘和装配图的画法	155
9-7 读装配图和由装配图拆画零件图	159
第10章 展开图	165
10-1 求一般位置直线的实长	165
10-2 棱柱和圆柱管的展开	166
10-3 棱锥台和圆锥管的展开	168
10-4 绘制展开图应注意的问题	169
第11章 AutoCAD 基础	171
11-1 AutoCAD 基本知识	171
11-2 二维平面图形的绘制	176
11-3 三维立体模型的绘制	219
附 录	234
参考文献	254

绪 论

一、本课程的研究内容

1. 图样的定义

在工程技术中,为了准确地表达机械、仪器、建筑物等的形状、结构、大小及技术要求等,根据投影原理、标准或有关规定画出的图形,叫做图样。

例如建筑工程中使用的建筑图样,水利工程中使用的水利工程图样,机械制造业中使用的机械图样。

“工程制图与 CAD”是研究阅读和绘制机械图样的原理和方法的一门重要的技术基础课。

2. 主要内容

- (1) 制图的基本规定。
- (2) 几何作图。
- (3) 正投影法与三视图。
- (4) 轴测图。
- (5) 组合体视图。
- (6) 图样的基本表示法。
- (7) 常用件的特殊表示法。
- (8) 零件图。
- (9) 装配图。
- (10) 展开图。
- (11) 计算机绘图。

二、本课程的目的和任务

- (1) 掌握正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 掌握阅读和绘制机械图样的基本知识、基本方法和技能。
- (3) 培养对空间想象和形象思维能力。
- (4) 了解计算机绘图的基本知识。
- (5) 培养耐心细致的工作作风,严肃认真的工作态度。

三、本课程的要求

- (1) 严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准。
- (2) 掌握正确的看图和画图方法。
- (3) 反复实践,提高看图和画图技能。

第 1 章 制图基本知识和技能

1-1 制图基本规定

机械图样是表达和交流技术思想的语言,是设计、制造机械产品的技术资料,因此,国家标准对于图样的画法、尺寸注法等作了统一规定,近年又参照国家标准再次进行修订,使之更加完善、合理和便于各国的技术交流及贸易往来。

我国的国家标准的代号是“GB”,简称“国标”。本节将摘录国家标准中的一部分内容,作为制图基本规定予以介绍,要求在今后绘图时严格遵守。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应首先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸

mm

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

必要时也允许加长幅面,但应按基本幅面的短边整数倍增加。基本幅面图纸中,长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍,A1 图纸的面积是 A0 的一半,其余依此类推。

2. 图框格式和尺寸

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框有两种格式:可分留装订边和不留装订边,如图 1-1 所示。同一产品所有图样均应采用同一种格式。

二、标题栏(GB/T 10609.1—1989)

为了便于图样的管理和查阅,图样都必须有标题栏,如图 1-2 所示,标题栏位于图框的右下角,其长边置于水平方向并与图纸长边平行时,则构成 X 型图纸;其长边垂直于图纸长边时,则构成 Y 型图纸。注意看图方向应与标题栏的方向一致。

三、比例(GB/T 14690—1993)

1. 定义

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

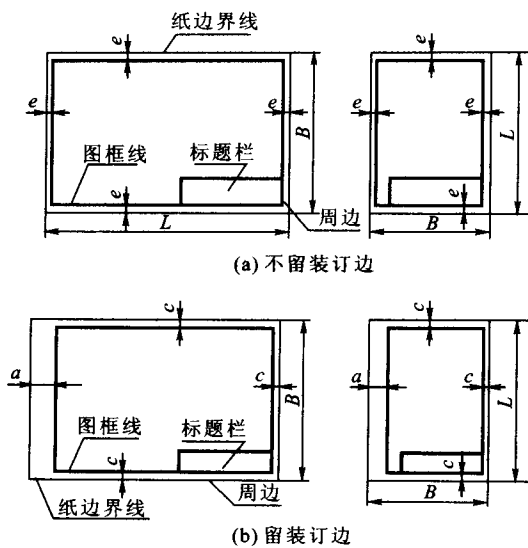
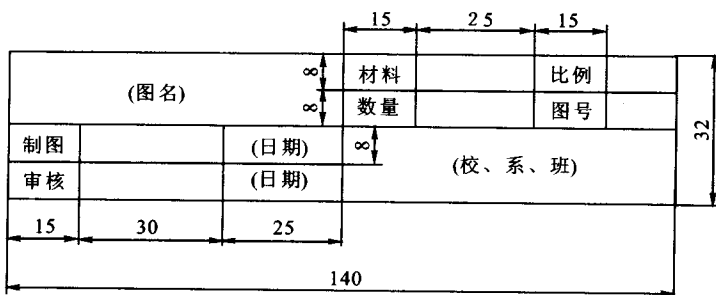
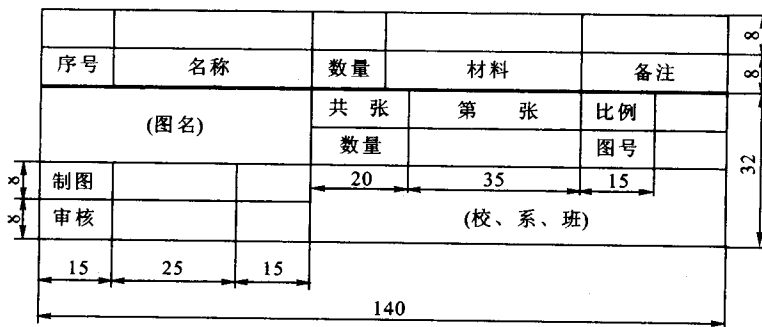


图 1-1 图框格式



(a) 零件图用



(b) 装配图用

图 1-2 标题栏简化格式

2. 种类

种类分为：原值比例(如 1 : 1)，缩小比例(如 1 : n)和放大比例(如 n : 1)，如表 1-2 所示。

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1 : 1					
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : (2×10 ⁿ)	1 : (5×10 ⁿ)	1 : (1×10 ⁿ)
放大比例	2 : 1	5 : 1	(2×10 ⁿ) : 1	(5×10 ⁿ) : 1	(1×10 ⁿ) : 1	

注： n 为正整数。

3. 要求

无论采用放大还是缩小比例画图,所注尺寸都必须按照机件原有尺寸大小标注;同一机件的各视图应尽量采用相同的比例,若有特殊情况,必须另行标明所用比例。

4. 标注

标注比例时,比例符号应以“:”表示,如 1 : 2, 1 : 1 等。比例一般标注在标题栏的比例栏内,必要时可注在视图名称的下方或右侧,如 $\frac{A}{100 : 1}$, $\frac{B-B}{2.5 : 1}$ 。

四、字体(GB/T 14691—1993)

图样中文字、数字的书写要求:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

1. 汉字

图样上的汉字应采用长仿宋体字,字的大小应按字号的规定,字体的号数代表字体的高度。字体高度尺寸 h 为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。写汉字时字号不能小于 3.5, 字宽一般为 $h/1.5$ 。

2. 字母和数字

字母和数字分为 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 $1/10$ 。可写成直体和斜体,斜体字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。铅笔手写字体如图 1-3 所示。

字体工整 笔画清楚
 间隔均匀 排列整齐
 横平竖直 注意起落 填满方格
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 R ϕ A B
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 R ϕ A B E Q S T

图 1-3 铅笔手写字体示例

3. 综合应用规定

用作指数、分数、极限偏差、脚注的数字及字母一般用小一号的字体书写。可按下述方法练习:


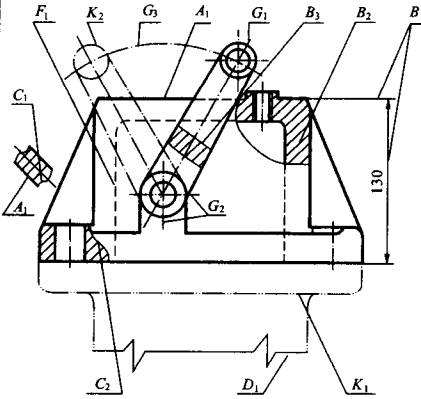







- (1) 用 H 或 HB 铅笔写字,将铅笔修理成圆锥形,笔尖不要太尖或太秃。
- (2) 按所写的字号用 H 或 2H 的铅笔打好底格,底格宜浅不宜深。
- (3) 字体的笔画宜直不宜曲,起笔和收笔不要追求刀刻效果,要大方简洁。
- (4) 字体的结构力求匀称、饱满,笔画分割的空白分布均匀。

五、图线(GB/T 17450—1998)

1. 图线的名称及应用

制图的线型及应用如表 1-3 所示。

表 1-3 图线形式及其应用

图线名称	图线形式及其代号	图线宽度	主要用处	图例
粗实线		d	A_1 指的是可见轮廓线	
细实线		约 $\frac{d}{2}$	B_1 指的是尺寸线和尺寸界线 B_2 指的是剖面线 B_3 指的是重合剖面的轮廓线	
波浪线		约 $\frac{d}{2}$	C_1 指的是断裂处的边界线 C_2 指的是视图与剖视的分界线	
双折线		约 $\frac{d}{2}$	D_1 断裂处的边界线	
虚线		约 $\frac{d}{2}$	F_1 指的是不可见轮廓线	
细点画线		约 $\frac{d}{2}$	G_1 指的是轴线 G_2 指的是对称中心线 G_3 指的是轨迹线	
粗点画线		d	J_1 指的是有特殊要求的线或表面的表示线	
双点画线		约 $\frac{d}{2}$	K_1 指的是相邻辅助零件的轮廓线 K_2 指的是极限位置的轮廓线	

2. 图线的宽度

图线的宽度 d 推荐系列为 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2.0 mm, 机械图样中粗线的宽度建议采用 0.5 或 0.7 mm, 粗线宽度与细线宽度之比为 2 : 1。

3. 图线的画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线之间的最小间距不小于 0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应该为线段的交点,点画线的首末两端应是线段而不是点,超出圆轮廓 2~5 mm。当圆比较小,绘制点画线圆比较困难时,可以用细实线代替。虚线与虚线相交或虚线与其他图线相交,应为线段相交,虚线为实线的延长线时,不得与实线连接。如图 1-4 所示。

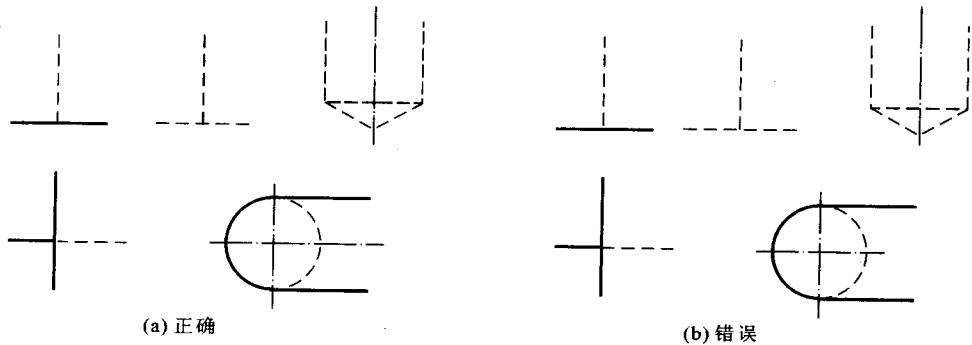


图 1-4 图线的画法

六、尺寸注法 (GB/T 4458.4—1984 和 GB/T 16675.2—1996)

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性无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)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,则必须说明相应的计量单位符号或名称。

(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

一个完整的尺寸一般应包括尺寸线、尺寸界线、尺寸数字,如图 1-5 所示。

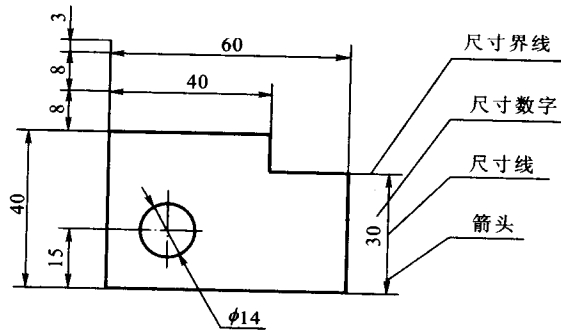


图 1-5 尺寸的组成

(1) 尺寸线。

① 表示尺寸的方向,用细实线绘制,不能用其他图线代替。其端部有箭头、斜线、圆点三种形式。

② 表示尺寸线终端的箭头尾部宽 d ,箭头长不小于 $6d$ 。

③ 当画箭头或斜线地方不够大时,允许用圆点代替,但最外的尺寸终端不应该采用圆点的形式。

④ 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,尺寸线间的距离为 7 mm 左右,尺寸线不能用其他图线代替,也不应与其他图线重合。

(2) 尺寸界线。

① 确定尺寸范围,用细实线绘制,可用轮廓线、轴线、中心线代替。

② 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超过尺寸线的终端 3 mm 左右。在圆滑过渡处,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。

③ 角度的尺寸界线应沿径向引出,标弦长或弧长尺寸时,尺寸界线平行于弦的垂直平分线,当弧度较大时,可沿径向引出尺寸界线。

(3) 尺寸数字。

① 表示尺寸的大小。一般写在尺寸线的上方,也可写在尺寸线的中断处(但同一图样应一致)。当注写尺寸数字的地方不足够注写数字时,可以引出标注。

② 对于线性尺寸,水平尺寸写在尺寸线的上方,字头朝上,垂直尺寸写在尺寸线的左方,字头朝左,倾斜尺寸应保持向上的趋势(按小于 90° 的方向转至水平位置时,与水平尺寸相同)。

③ 角度尺寸一律水平书写。

④ 不影响读图时,对于非水平方向的尺寸,其数字也可以水平地注写在尺寸线的中断处。

⑤ 尺寸数字不能被任何图线通过,否则必须断开。

3. 尺寸注法

(1) 尺寸数字的注写方法。尺寸数字应按图 1-6 所示的方向注写。

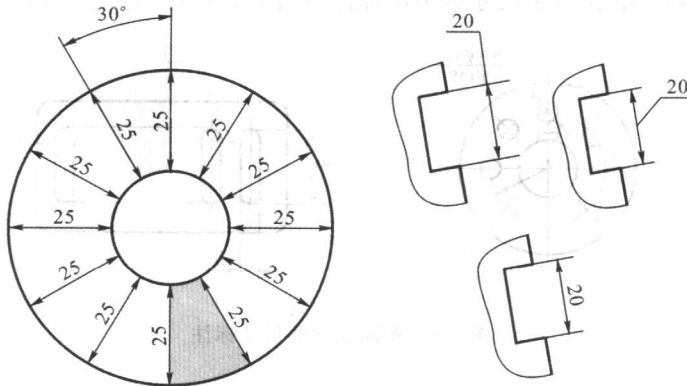


图 1-6 线性尺寸数字的方向

角度的数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处,也可写在尺寸线的上方,或引出标注(见图 1-7)。

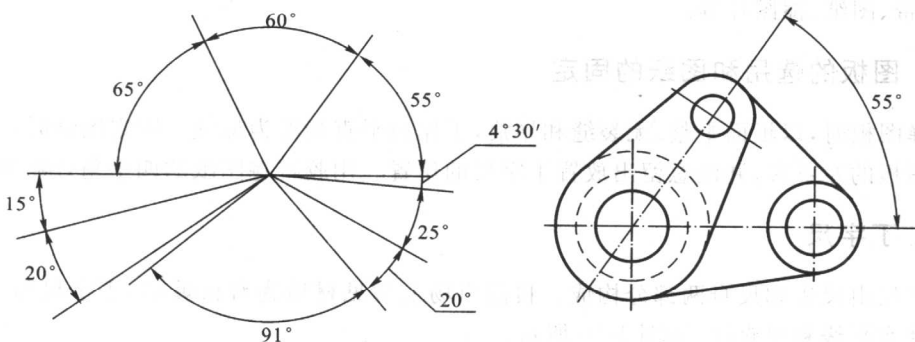


图 1-7 角度的数字注写方法

(2) 圆心角大于 180° 时,要标注圆的直径,且尺寸数字前加“ ϕ ”;圆心角小于等于 180° 时,要标注圆的半径,且尺寸数字前加“ R ”;标注球面直径或半径尺寸时,应在“ ϕ ”或“ R ”前再加“ S ”(见图 1-8)。

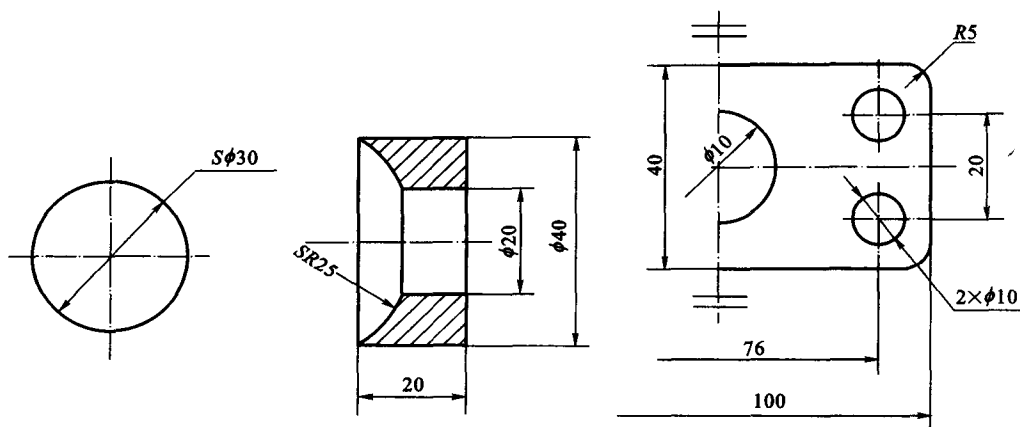


图 1-8 直径和半径符号

(3) 在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等成组要素,可仅在一个要素上标注其数量和尺寸,均匀分布在圆上的孔可在尺寸数字后加注“EQS”表示均匀分布(见图 1-9)。

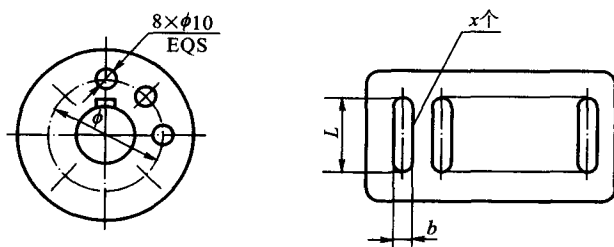


图 1-9 相同要素的尺寸标注

1-2 绘图工具和仪器的使用

目前常用绘图工具有图板、丁字尺、三角板、曲线板、量角器、比例尺、绘图仪器、绘图铅笔、橡皮、胶带、图纸、擦图片等。

一、图板的选用和图纸的固定

选择图板时,以板面平整、无裂缝和划痕,工作边平直光滑为最佳。固定图纸时,一般将图纸置于图板的左下方,并注意留出放置丁字尺的位置。用胶带将图纸的四个角处贴牢固。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分构成。目前市场上常见材质为有机玻璃,丁字尺与图板配合画大尺寸水平线和竖直线,如图 1-10 所示。

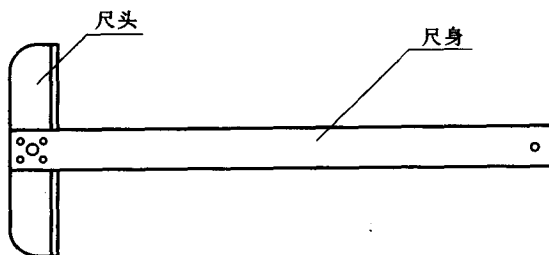


图 1-10 丁字尺

三、三角板

一副三角板包括一块 45° 等腰直角三角板和一块 $30^\circ(60^\circ)$ 的直角三角板。利用它们的相互配合可以画平行线和垂直线,如图 1-11 所示。

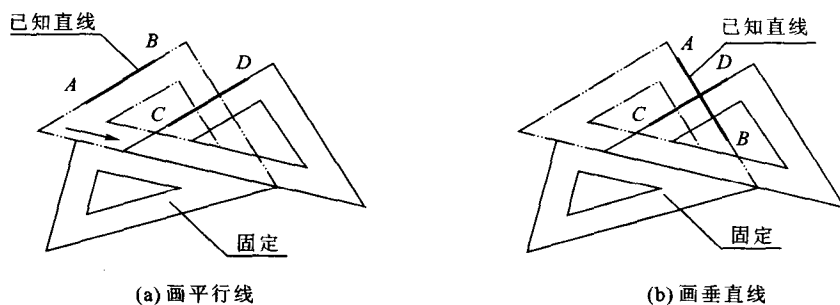


图 1-11 用三角板画平行线和垂直线

四、绘图仪器

圆规用来画圆弧和圆。使用时将针尖扎入图板,带有铅笔的一端画圆和圆弧,如图 1-12 所示。

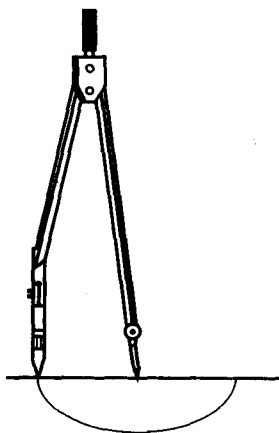


图 1-12 圆规的使用

分规用来量取线段、等分线段和截取尺寸等。

五、铅笔

在绘图铅笔上标有 H, HB 或 B 字母, 以此表示铅芯的软硬。H 表示硬, B 表示软。

1. 粗实线铅笔的修理和使用

粗实线是图样中最重要的图线, 为了把粗实线画得均匀、整齐, 关键是正确地修理和使用铅笔, 绘制粗实线的铅笔以 HB 或 B 型铅笔为宜。将铅芯修成长方体形, 使用时用矩形的短棱和纸面接触, 长方体铅芯的宽侧面和丁字尺或三角板的棱面贴紧, 用力要均匀, 速度要慢, 一遍画不黑可重复运笔, 如图 1-13 所示。

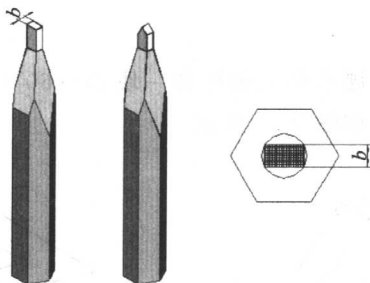


图 1-13 粗实线铅笔的修理和使用

2. 细实线铅笔的修理和使用

画细实线、虚线、点画线等细线所用的铅笔牌号为 H 或 2H, 将铅芯修理成圆锥形, 如图 1-14 所示。当铅芯磨秃后要及时修理, 不要凑合着画。绘制虚线 and 点画线时, 初学者要数丁字尺或三角板上的毫米数, 这样经过一段时间的练习后, 画出的虚线或点画线的线段长才能整齐相等。

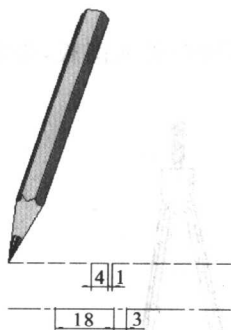


图 1-14 细实线铅笔的修理和使用

1-3 几何作图

一、等分已知线段

例 1-1 三等分已知线段 AB, 如图 1-15 所示。

- (1) 过端点 A 作任一直线 AC。
- (2) 用分规以任意的长度在 AC 上截取三等分得到 1, 2, 3 三点。

(3) 连接 3, B。

(4) 过 1, 2 等分点作 3B 的平行线交 AB 于 1', 2' 即得三等分点。

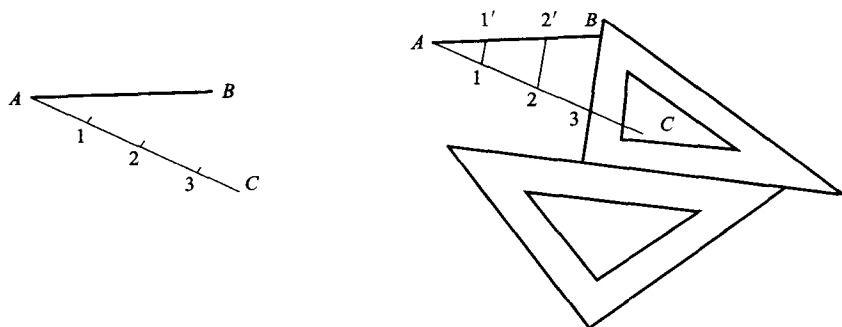


图 1-15 等分任意线段

二、等分圆周作多边形

例 1-2 等分圆周作正六边形, 如图 1-16 所示。

解 以已知圆直径的两端点 A, D 为圆心, 以已知圆半径 R 为半径画弧与圆周相交, 即得等分点 B, F, C, E, 依此连接各点, 即得正六边形。

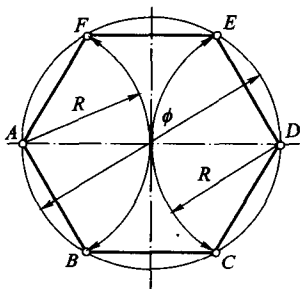


图 1-16 等分圆周作正六边形

例 1-3 等分圆周作正五边形, 如图 1-17 所示。

解 (1) 平分半径 OM 得点 O_1 , 以 O_1 为圆心, O_1A 为半径画弧, 交 ON 于点 O_2 。

(2) 以 O_2A 为弦长, 自 A 点起在圆周依此截取, 得等分点 B, C, D, E, 连接后得正五边形。

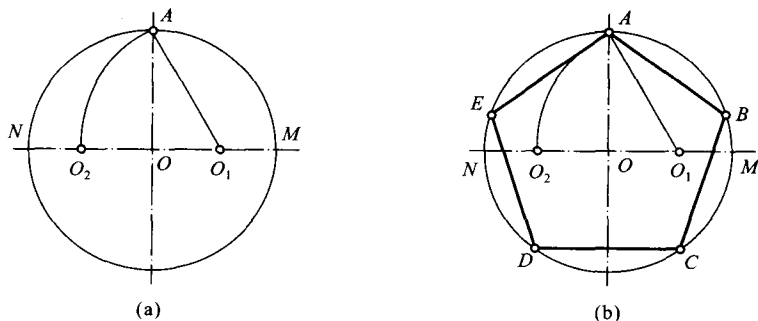


图 1-17 等分圆周作正五边形