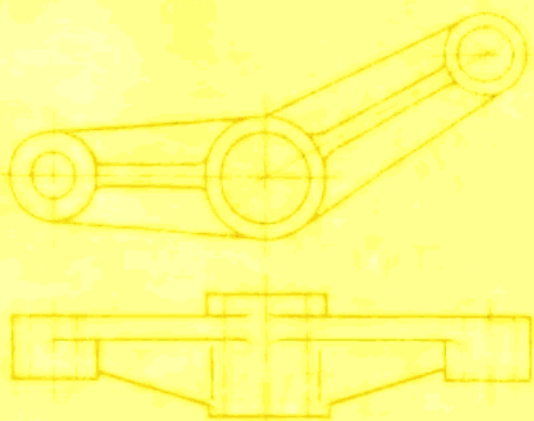


工程制图基础

李航森 主编



哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本教材包括制图的一般规定、工具和仪器的使用、几何图形的绘制、正投影法原理、展开、轴测投影、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图、以及计算机绘图等。内容全面、由浅入深、从棒出发,结合实际,并配以大量的插图。

本书为高等工科院校非机械类本科生的教材,也可供从事机械加工技工和工程技术人员参考。

工程制图基础

李航森 主编

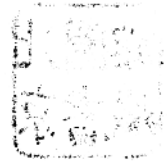
哈尔滨工业大学出版社出版
新华书店首都发行所发行
哈尔滨工业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张15.5 插页2 字数 359 000

1988年9月第1版1988年9月第1次印刷

印数 1—3000

ISBN 7-5603-0088-X /TH·8 定价 2.70 元



前 言

本书是根据工程制图课程指导委员会规定的基本要求、为了满足电类专业《工程制图基础》的教学需要而编写的。全书共分为十三章，第一、二、三、七、八章为制图基础部分，第四、五、六、七、九章为投影法基本理论部分，第十、十一、十二章是机械图部分，第十三章为计算机绘图部分。

本书为了便于教学和自学的需要，多从立体出发，理论联系实际，语言简明易懂，经多年使用，效果良好。这次又根据新的国家标准加以修订，并增加了计算机绘图内容，力求满足各高等院校电类专业的教学需要，也可供工程技术人员自学参考。

本书由李航森、路祖荫、金葆琮、吴良四人编写，李航森任主编。经陈秀同志审阅，并得到了其他许多同志热情的关怀和支持，在此表示感谢。

由于我们水平所限，书中难免存在不当之处，恳请使用单位和读者批评指正。

编 者

一九八六年十月

目 录

绪言	(1)
第一章 机械制图的一般规定	(2)
第一节 图纸幅面与格式	(2)
第二节 比例	(4)
第三节 字体	(4)
第四节 图线	(5)
第五节 剖面符号	(6)
第六节 尺寸注法	(7)
第二章 制图用品及工具	(11)
第一节 制图用品	(11)
第二节 制图工具	(11)
第三节 绘图机	(18)
第三章 平面图形的画法	(20)
第一节 正多边形	(20)
第二节 非圆曲线	(22)
第三节 斜度和锥度	(25)
第四节 平面图形中的线段连接	(26)
第四章 正投影法	(32)
第一节 投影法的基本概念	(32)
第二节 三面投影的形成及其投影规律	(34)
第三节 立体上点的投影	(36)
第四节 立体上直线的投影	(38)
第五节 立体上平面的投影	(43)
第六节 平面内的点、直线和圆周	(47)
第七节 直线、平面的相对位置	(50)
第五章 立体	(57)
第一节 平面立体	(57)
第二节 回转曲面体	(60)
第三节 平面与立体相交	(65)
第四节 二立体相交	(73)
第六章 立体表面的展开	(78)
第一节 柱面的展开	(78)
第二节 锥面的展开	(80)
第三节 变形接头的展开	(82)

第四节 换面法求实长与实形	(82)
第七章 组合体	(87)
第一节 组合体的画法	(87)
第二节 组合体的尺寸注法	(89)
第三节 组合体正投影图的读法	(94)
第八章 机件常用的表达方法	(98)
第一节 视图	(98)
第二节 剖视	(102)
第三节 剖面	(114)
第四节 局部放大图和简化画法	(116)
第九章 轴测图	(122)
第一节 轴测图的基本概念	(123)
第二节 平面立体轴测图的画法	(128)
第三节 圆的轴测投影	(131)
第四节 回转体轴测图的画法	(134)
第五节 轴测图中剖视的画法	(138)
第六节 轴测图的选择	(140)
第十章 标准件与常用件	(141)
第一节 螺纹及螺纹连接件	(141)
第二节 键连接及销连接	(152)
第三节 滚动轴承	(154)
第四节 弹簧	(156)
第五节 齿轮	(159)
第十一章 零件图	(163)
第一节 概述	(163)
第二节 零件图的视图	(163)
第三节 零件图上的尺寸	(169)
第四节 表面粗糙度	(176)
第五节 材料	(181)
第六节 零件结构的合理性	(183)
第七节 看零件图	(185)
第十二章 装配图	(189)
第一节 概述	(189)
第二节 装配体的表达方法	(189)
第三节 装配图中的尺寸	(193)
第四节 零件序号和明细表	(193)
第五节 公差、配合	(195)
第六节 画装配图	(202)

第七节 读装配图和拆绘零件图	(207)
第八节 零件测绘和部件测绘	(213)
第十三章 计算机绘图	(215)
第一节 概述	(215)
第二节 计算机—绘图系统	(215)
第三节 绘图机的作图原理	(216)
第四节 SR—6602 绘图机的结构及主要性能指标	(217)
第五节 SR—6602 绘图机操作步骤及注意事项	(218)
第六节 绘图程序的编制	(219)
附录	(228)
一、型材材料	(228)
1. 热轧等边角钢	(228)
2. 水、煤、汽输送钢管	(228)
3. 冷轧无缝钢管	(228)
4. 边框型材	(228)
5. 连接型材	(229)
二、螺纹及螺纹连接件	(229)
1. 普通螺纹的直径与螺距	(229)
2. 六角头螺栓	(229)
3. 双头螺柱	(229)
4. 半圆头螺钉	(232)
5. 沉头螺钉	(233)
6. 固定端紧定螺钉	(233)
7. 锥端紧定螺钉	(234)
8. 垫圈	(234)
9. 弹簧垫圈	(235)
10. 六角螺母	(235)
三、销钉	(236)
1. 开口销	(236)
2. 圆锥销	(236)
3. 圆柱销	(237)
四、键	(237)
1. 普通平键	(237)
2. 键和键槽的剖面尺寸	(238)
五、公差与配合	(239)
表19 基本尺寸小于500mm的标准公差	(239)
表20 孔的基本偏差的数值表	(240)
表21 轴的基本偏差的数值表	(241)

绪 言

一、本课程的地位与性质

在工程技术中为了准确地表示机器、设备的大小、结构和形状等内容，就需要按照一定的方法和规定把它画在图纸上，这张图就称为图样。它是工程技术人员用来表达和交流技术思想的工具，被喻为“工程界的语言”。

通常，人们按投影的方法，将物体进行投影，从而在图纸上反映出该物体的形状和大小，这种方法称为图示法；而在所得的图样上通过几何作图来解决空间的几何定位和度量等问题的方法称为图解法。机械制图是根据投影的方法，按照国家标准的规定和生产工艺的要求来绘制和阅读图样的一门科学。

二、学习本门课程的目的和要求

本课程为高等工科院校电类各专业一门必修课程，其目的是为了培养学生掌握绘图和读图的基本方法。为此，在学习本门课程之后，应达到以下几点要求：

1. 能够运用正投影法表示空间的各种物体。
2. 掌握国家标准对机械制图的一些规定和制图的基本技能。
3. 掌握绘制和阅读零件图及装配图的基本方法，并具有一定的空间构思能力。

三、学 习 方 法

学习投影的基本理论需要注意三面投影是怎样建立的和投影规律是怎样得来的，既要想象出空间的情况，又要掌握基本的作图方法，在学好投影规律的基础上，还要由物到图和由图到物地反复练习，并完成相应的习题，才能建立起空间的想象能力，才能够运用三面投影的规律表达空间的物体。除此之外，在学习过程中还应注意掌握分析问题的方法，只有这样，才不会导致盲目作图。在学习机械制图部分时，必须认真、细致、独立地完成有关的作业。反复实践，才能掌握制图的基本规格和绘图技巧；才能掌握和运用视图、剖视、剖面的知识来表达零件和部件；才能掌握标注尺寸的方法，以及查阅资料和手册的能力，最后达到能阅读和绘制零件图及装配图。

基于图样在生产中的重要作用，决不允许在图纸上出现错误，因此，在学习时，要特别注意培养严肃认真和耐心细致的作风。

第一章 机械制图的一般规定

图样是在各项科学研究和生产实践活动中经常进行技术交流的基本文件，没有图样就无法进行生产，也无法进行交流。因此，必须对图样的内容、格式、表达方法等加以统一规定，在国家标准《机械制图》中统一规定如下。

第一节 图纸幅面及格式 (GB4457.1-84)

绘制图样时,优先采用表1-1中规定的幅面尺寸,必要时可以沿长边加长。对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边的八分之一的倍数增加；对于A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边的四分之一的倍数增加，见图1-1中的细实线部分。A0及A1幅面的加长量也允许同时加长两边，见图中虚线部分。

表 1-1

幅面代号	A ⁰	A ¹	A ²	A ³	A ⁴	A ⁵
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20			10		

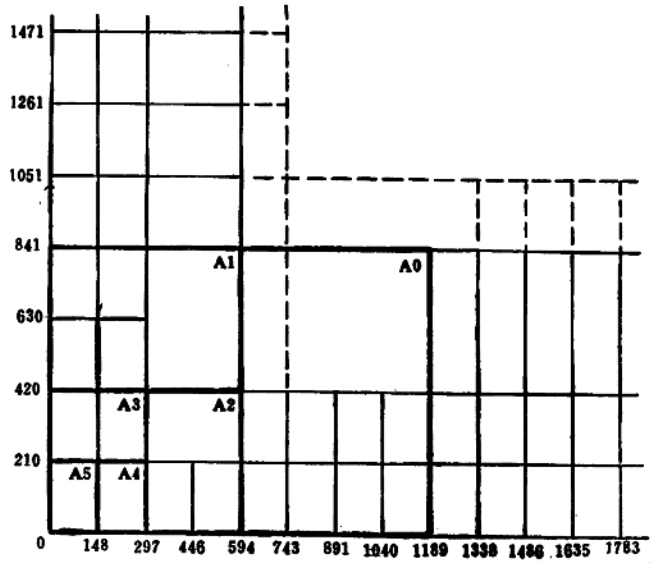


图 1-1

需要装订的图样，其图框格式如图1-2和图1-3，不需要装订的图样，其图框格式如图1-4和图1-5。装订的图，一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。

图框线要用粗实线画出。图样的右下角都要有一个标题栏，标题栏的格式和内容需按有关标准的规定绘制和填写，在制图作业中建议采用图1-6的格式。

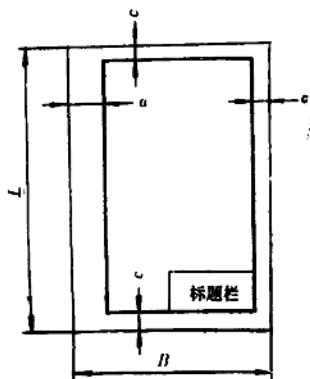


图 1-2

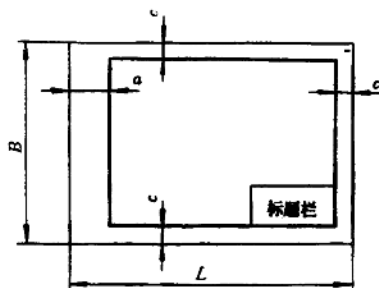


图 1-3

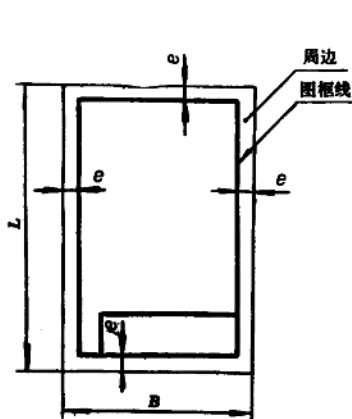


图 1-4

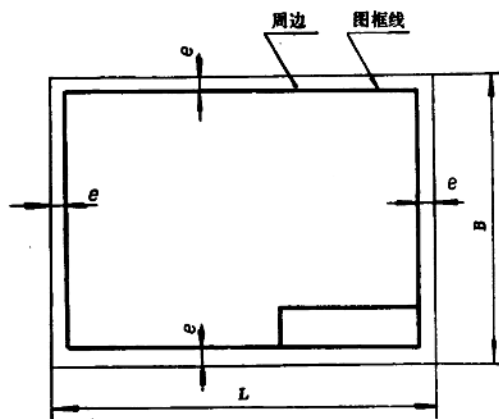


图 1-5

名 称			图 号	材料 比例	7	7	28
制图		日期	哈尔滨工业大学 班		7	7	
审核		日期			7	7	
15	30	25					
130							

图 1-6

第二节 比例 (GB4457.2-84)

图样中, 机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比为比例, 绘制图样一般应采用表1-2中规定的比例。

表 1-2

与实物相同	1:1					
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	$1:10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	$(10 \times n):1$	

注: n 为正整数。

在图样中或标题栏中的标注方法: 如1:1、1:2等。

第三节 字体 (BG4457.3-84)

图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母必须做到: 字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

汉字应写成长仿宋体, 并应采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体字的书写要领: 横平竖直、注意起落、排列均匀、填满方格。

字体的号数, 即字体的高度 (单位为mm), 分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种, 但汉字不宜采用 2.5 号, 字体的宽度约等于字体高度的三分之二。斜体字字头向右倾斜, 竖划与水平线约成 75° 角。

汉字、数字、字母示例见图1-7。

A B C D E F G H I J K L M
 N O P Q R S T U V W X Y Z
 a b c d e f g h i j k l m n o p q
 r s t u v w x y z ϕ 16
 I II III IV V VI VII VIII IX X R 20
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 α β γ

技术要求 深斜热处理表面光洁度展开不大于标注示

例尺寸材料硬度厚比配线其余旋转拆卸

图 1-7

第四节 图线 (GB4457.4-84)

一、图线的种类

绘制图样, 应采用表1-3所规定的图线。

表 1-3

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一 般 应 用
粗 实 线	 A	b	1. 可见轮廓线 2. 可见过渡线
细 实 线	 B	约 $b/3$	1. 尺寸线和尺寸界线 2. 剖面线 3. 重合剖面的轮廓线 4. 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 5. 引出线 6. 分界线及范围线 7. 弯折线 8. 辅助线 9. 不连续的同一表面连线 10. 成规律分布的相同要素的连线
波 浪 线	 C	约 $b/3$	1. 断裂处的边界线 2. 视图和剖视的分界线
双 折 线	 D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚 线	 F	约 $b/3$	1. 不可见轮廓线 2. 不可见过渡线
细点划线	 G	约 $b/3$	1. 轴线 2. 对称中心线 3. 轨迹线 4. 节圆及节线
粗点划线	 J	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划路	 K	约 $b/3$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 极限位置的轮廓线 3. 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 4. 假想投影轮廓线 5. 试验或工艺用结构 (成品上不存在) 的轮廓线 6. 中断线

二、图线的画法

1. 粗实线的宽度用 b 表示, b 可根据图的大小及其复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选

择，图线宽度的推荐系列为0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。同一图样中同类图线的宽度应基本一致。

2. 虚线、点划线、双点划线、细实线等的宽度应基本一致，约为 b 的三分之一。虚线、点划线、双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。虚线的线段长推荐用 2~6mm，间隔用1mm，点划线和双点划线中每条线段长用 15~20mm，两长线段之间的短划约1mm，长、短划的间隔约1.5mm。

3. 两条线相交，均应画成线段相交。圆的中心线要超出圆周 3~5mm。直径小于 12mm 的圆，其中心线可用细实线代替。如图1-8和1-9。

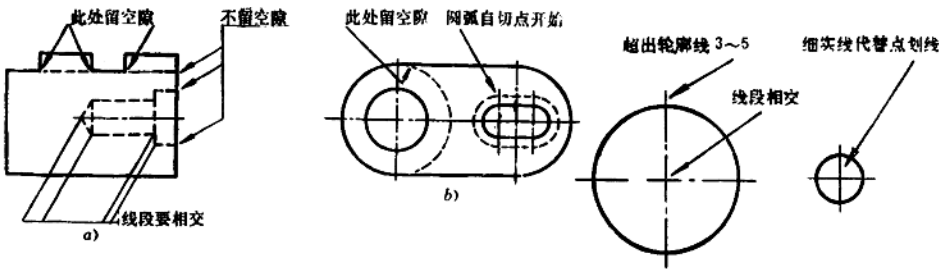


图 1-8

图 1-9

第五节 剖面符号 (GB4457.5-84)

在剖视和剖面图中，应采用表1-4所规定的剖面符号。

表 1-4

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		木材	纵剖面	
线圈绕组元件		材料	横剖面	
转子、电枢、变压器和电抗器等的迭片		液体		
非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		木质胶合板 (不分层数)		
玻璃及供观察用的其它透明材料		格网 (筛网、过滤网等)		

在同一金属零件的零件图中，其剖视图和剖面图的剖面线应画成间隔相等、倾斜方向相同，而且与水平成 45° 的平行线。若图形中的主要轮廓线与水平成 45° ，该图形的剖面线应画成与水平成 30° 或 60° 的平行线，其倾斜的方向仍与其它图形的剖面线一致。

第六节 尺寸注法 (GB4458.4-84)

一、基本规则

1. 图样上所注的尺寸数值是表示机件的真实大小，与画图所采用的比例无关。
2. 若图样中的尺寸以 mm 为单位，则尺寸数字后边不需要标注计量单位的名称或代号，如采用其它单位，则必须注明计量单位的名称或代号。
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. 在同一张图样中，机件的每一尺寸一般只注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

二、尺寸界线、尺寸线、尺寸线的终端和尺寸数字

一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端、尺寸数字四部分，如图 1-10。

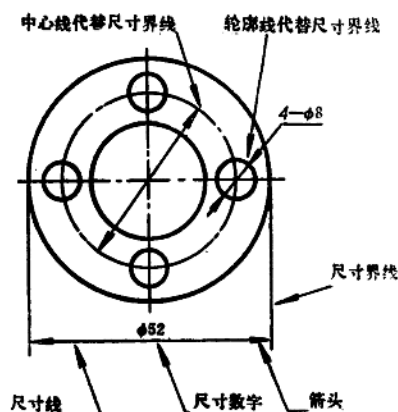


图 1-10

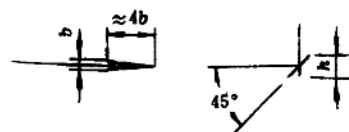
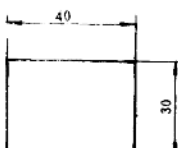
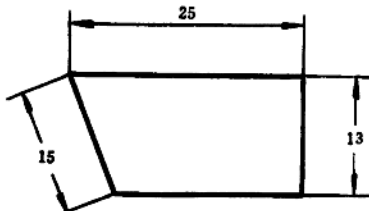
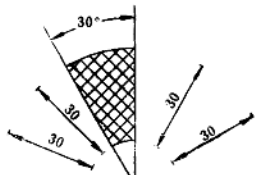
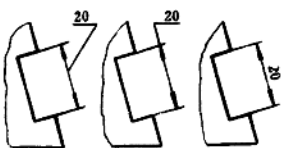
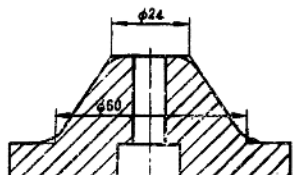
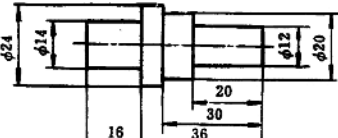


图 1-11

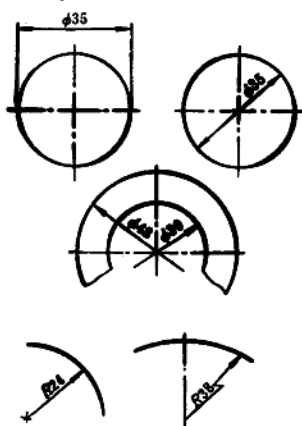
尺寸界线采用细实线，由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，并略超过尺寸线终端 $2\sim 3\text{mm}$ ，必要时也可用图形的轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直。尺寸线用细实线，其终端可以是箭头或 45° 细的斜线，箭头和斜线的画法如图 1~11。尺寸数字一般应注在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处。

有关各种形式的尺寸注法见表 1-5。

表 1-5

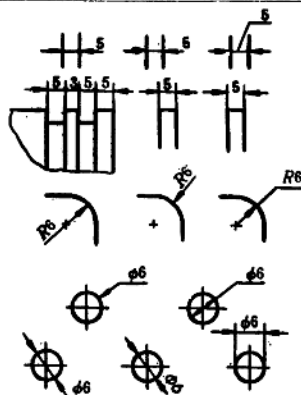
名称	注写示例	说明
直 线 距 离 尺 寸 的 注 法		1. 水平方向的尺寸必须水平方向注写。
		2. 垂直方向的尺寸, 可以水平方向注写或尺寸数字头朝左。
		3. 倾斜方向的尺寸, 可以水平地注写或倾斜地注写。倾斜注写时, 尺寸数字的头朝斜上方, 且应尽可能避免在图示30°范围内标注, 若无法避免, 可引出标注。
		4. 在光滑过渡处标注尺寸, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点引尺寸界线。
		5. 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须把该图线断开。
		6. 几个互相平行的尺寸线彼此间隔不小于5~7mm, 大的尺寸线要注在外边, 以免大尺寸线与小尺寸的界线相交。

圆的直径和圆弧半径的尺寸注法



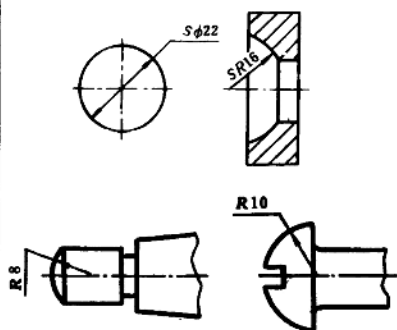
1. 其尺寸线的终端应画箭头。
2. 凡是整圆或大半圆均应注其直径，并在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”。
3. 若圆没有全部画出，可以省略一端的箭头，但尺寸仍为整圆尺寸。
4. 标注圆弧尺寸时，其尺寸数字前加注符号“ R ”，若半径过大或在图纸范围内无法标注，可采用图中所示方法。

小尺寸的尺寸注法



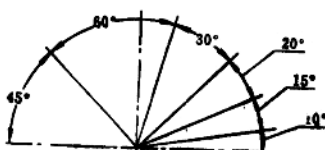
1. 当尺寸较小，没有足够位置画箭头或写尺寸数字时，允许将箭头画在尺寸界线外，其注法可采用图中任一方法表示。
2. 当几个小尺寸连续标注时，可用圆点或斜线代替箭头。
3. 小圆弧和小圆直径的注法，可采用图中任一方法。

圆球面的尺寸注法

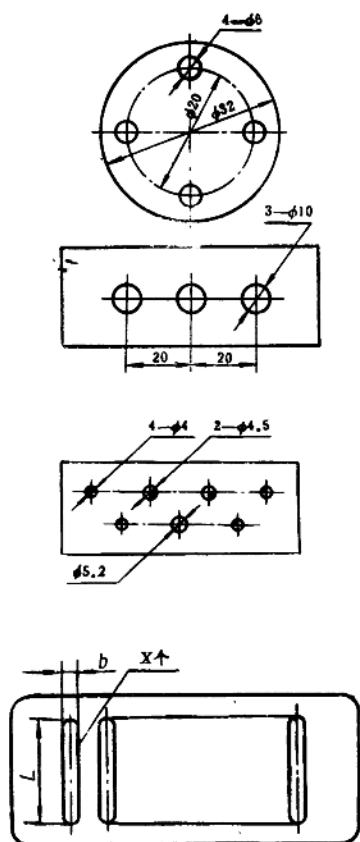


1. 标注圆球面的直径或半径时，在其尺寸数字前加注“ $S\phi$ ”或“ SR ”符号。“ S ”表示“球”。
2. 对于螺钉、铆钉的端部和轴杆、手柄等的端部，在不致引起误解的情况下，可省略符号“ S ”。

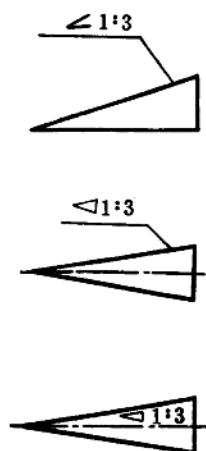
角度尺寸的注法



标注角度尺寸时，其尺寸界线应沿径向引出，尺寸线应画成圆弧状，圆弧中心就是该角的顶点，尺寸数字一律水平方向填写在尺寸线的中断处，必要时可注在外面或引出标注。



1. 当标注许多大小相同的孔时，可将数量和大小一起注出。
2. 在同一图形中具有几种数值相近而又重复的孔时，可以采用作标记（如涂色等）的方法注出。
3. 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。



斜度和锥度需用符号标注，符号的方向应与斜度、锥度的方向一致。符号的线宽为 $h/10$ ，符号高度 h 为数字高度，其夹角为 30° 。

一、图板

图板是绘图时用来铺放图纸的矩形案板，板面要求木质细软、光滑平整，图板四周镶以硬木边框，但要求侧边必须光滑平直。

使用图板时必须保持板面整洁。固定图纸切不可使用图钉，最好用胶带纸或小纸条及浆糊将图纸四角粘在图板上固定的位置以绘图方便为准，最好靠近图板的左下部，但图纸的底边不要太接近图板的下边缘，见图 2-3。如果尚未画完而又必须起下图纸时，则当再次固定图纸时，应使图纸中已画好的水平线与丁字尺的划线边对齐。在进行测绘工作时亦须避免将金属零件置于图板上，以免损坏板面。

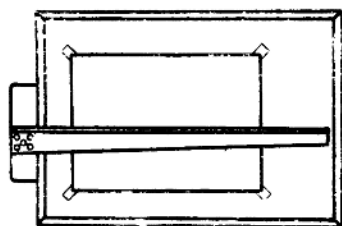


图 2-3

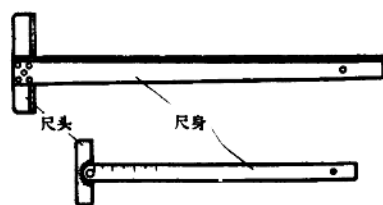


图 2-4

二、丁字尺

丁字尺主要用来画水平线。丁字尺由尺头和尺身组成，尺头与尺身的装配有两种形式：如图 2-4。

a) 固定式：尺头和尺身相互牢固粘结或用螺丝固紧，但尺头与尺身必须保持垂直。

b) 可调式：尺头与尺身用螺栓和蝶形螺母连接在一起，使尺头与尺身之间的角度可以任意调节，以便用来画各种倾斜线。

使用时左手握尺头，使尺头内侧紧靠图板的左侧边。右手执笔，沿尺身的划线边自左向右画线，见图 2-5。若将尺头沿图板的左侧边上下滑动，则可画出不同位置的水平

线，但不允许将尺头靠在图板的上边或下边画垂直方向的直线。丁字尺在用完后最好挂在干燥的地方，以免尺身变形。

三、三角板

制图时要准备一副三角板（ 45° 角及 30° 、 60° 角各一块）。三角板主要用来画互相垂直的直线和平行的倾斜直线及一些特殊角度直线。

三角板的大小以三角板上带刻度边的长度（ L ）称呼，制图时一般用 230 或 270 mm 的三角板为宜，见图 2-6。

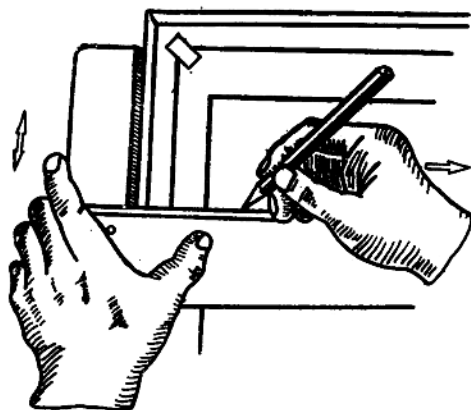


图 2-5