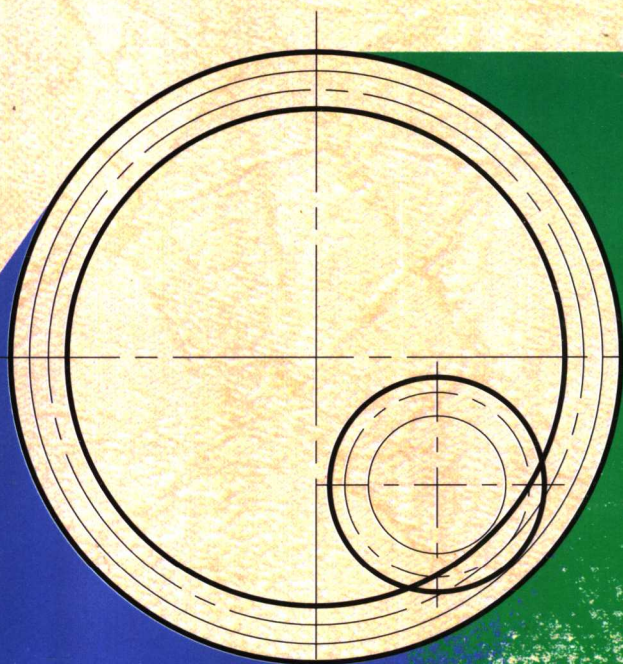


机械设计制图

(非机械类专业用)



编著 王晓红 周万红

● 中国纺织大学出版社

机械设计制图

【机械制图专业必修】



机械工业出版社

本书出版由上海发展汽车工业教育基金会资助

机械设计制图

(非机械类专业用)

王晓红 周万红 编著

中国纺织大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计制图/王晓红,周万红编.—上海:中国纺织大学出版社,1999.6

ISBN 7-81038-225-X

I.机… II.①王… ②周… III.①机械设计—教材 ②机械制图—教材
IV.TH12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 20476 号

责任编辑 邵 静

封面设计 殷淑荣

机械设计制图

王晓红 周万红 编著

中国纺织大学出版社出版

(上海市延安西路 1882 号 邮政编码:200051)

新华书店上海发行所发行 江苏省句容市排印厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:377 千字

2004 年 6 月第 1 版第 5 次印刷

印数:7 901 ~ 10 100

ISBN 7-81038-225-X/TB·03

定价:22.00 元

前 言

机械设计一般需借助机械图样这一特殊语言进行表达,机械图样的构成是机械功能的具体体现。学习机械设计应先掌握绘制机械图样的方法,看懂机械图样需先了解机械设计的基本常识。能画图、会看图是工程师所应具备的基本素质。本书作为高等工科院校非机械类或近机械类专业学生的技术基础课教材,目的就是培养学生画图和看图的能力,掌握机械设计的基本常识。

本书与一般《机械设计》、《机械制图》等教材不同,注重设计与制图的内在联系。比如,将与零件图、装配图相关的机械设计内容分别组成独立的章节,使设计与制图融为一体;在内容和章节的安排上注重认知规律,从制图基础→零件图→传动零件→装配图到计算机绘图,力求使学生在画图和看图时既知其然,又知其所以然。本书以必需、够用为原则,精选内容,突出本课程所必需的基本知识、基本理论和基本方法,便于非机械类或近机械类专业学生学习。

全书共八章,第一、二、三、八章由周万红编写,第四、五、六、七章由王晓红编写,姜月玲参加了部分插图的绘制工作,并描绘了全书插图。本书计划学时 80 学时左右,另编有《机械设计制图习题集》与之配套使用。限于编者水平,本书误漏不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中承蒙童伟昌、励泰兴等教研室同仁的帮助和支持,在此一并致以衷心的感谢。

编者

1998 年 12 月

目 录

第一章 制图基本知识	1
§ 1-1 制图的有关标准	1
§ 1-2 制图基本技能	8
第二章 制图基本原理	13
§ 2-1 正投影法与三视图	13
§ 2-2 基本几何体的三视图及其投影分析	17
§ 2-3 正轴测投影与正等轴测图	24
§ 2-4 画组合体的三视图	26
§ 2-5 视图上的尺寸标注	36
§ 2-6 看组合体视图	39
第三章 表达机件的常用方法	43
§ 3-1 视图	43
§ 3-2 剖视图	46
§ 3-3 断面图	55
§ 3-4 局部放大图	57
§ 3-5 简化画法及其它规定画法	58
§ 3-6 表达方法综合举例	60
第四章 零件制造与零件图	62
§ 4-1 制造零件的常用材料	62
§ 4-2 零件的制造方法	68
§ 4-3 尺寸公差、形位公差及表面粗糙度	72
§ 4-4 零件的工艺结构	83
§ 4-5 零件图	86
第五章 机械传动与传动零件的设计	90
§ 5-1 基本机构的传动形式	90
§ 5-2 轮系	99
§ 5-3 盘形凸轮的轮廓设计	105
§ 5-4 普通 V 带传动的设计	112
§ 5-5 直齿圆柱齿轮传动的设计	123
第六章 零件联接与装配图	134
§ 6-1 螺纹联接	134
§ 6-2 轴承	143
§ 6-3 传动零件与轴的联接	152
§ 6-4 轴	155

§ 6-5 装配图	160
第七章 设计制图实例	167
§ 7-1 传动零件的设计	167
§ 7-2 减速器的结构设计	172
§ 7-3 装配图、零件图设计及设计说明书	177
第八章 Auto CAD 机械设计制图	178
§ 8-1 Auto CAD 基本知识	178
§ 8-2 Auto CAD 绘制平面图形	182
§ 8-3 Auto CAD 编辑平面图形	185
§ 8-4 Auto CAD 绘制三视图	188
§ 8-5 Auto CAD 绘制零件图	193
附录	198

第一章 制图基本知识

§ 1-1 制图的有关标准

图样是现代工业的主要技术文件之一。为了便于生产和进行技术交流,必须对图样的内容、格式和表达方法等建立统一的标准。目前,各国的制图标准有所不同。我国也颁布有国家标准《机械制图》《技术制图》等,国标代号为 GB、GB/T。GB/T 表示推荐标准,每项标准有其各自的编号,编号后为颁布年份。为适应生产的发展,标准将不断更新,各项标准以年份最新的为准。

(一) 图纸幅面和格式(详见 GB/T 14689—93)

(1) 绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。A0 号图纸对折就是 A1 号图纸的幅面,以此类推,A3 号图纸对折就是 A4 号图纸的幅面。

(2) 在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边(图 1-1a、b)和留装订边(图 1-1c)两种。图中尺寸见表 1-1。

(3) 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 1-1。看图的方向与看标题栏的方向一致。

表 1-1 图 纸 幅 面

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		

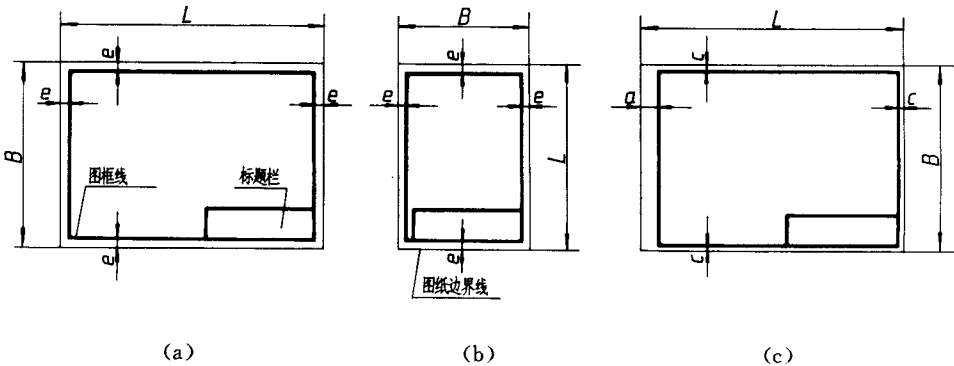


图 1-1 图纸的图框格式

(二) 比例(详见 GB/T 14690—93)

(1) 绘图时采用的比例,为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。实际尺寸为 20mm 的线段,如采用放大比例 2 : 1,在图中应画成 40mm;如采用缩小比例 1 : 2,则图中应画成 10mm。

(2)绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时也允许选取国家标准规定的其它比例(本书略)。绘图时应尽可能采用原值比例1 : 1,即图的大小与机件的实际大小相同。

(3)绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,例如 1 : 1。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。

表 1-2 比例系列

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。

(三)字体(详见 GB/T 14691—93)

(1)书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2)字体高度(用 *h* 表示)的公称尺寸系列为:1. 8mm, 2. 5mm, 3. 5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。字体高度代表字体的号数。

(3)汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 *h* 不应小于 3. 5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字书写示例如图 1-2。

(4)字母和数字可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。数字和字母的书写示例如图 1-3。

(5)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。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 结构均匀 注意起落 填满方格

技术制图机械电子汽车航空船舶

土木建筑矿山井坑港口纺织服装

图 1-2 长仿宋体汉字书写示例

(四)图线(详见 GB/T17450—1998)

(1)绘制图样时,应采用国标所规定的图线,表 1-3 列出了其中最常用的六种图线。各种图线的主要应用如图 1-4 所示,图线的其它应用将在以后各章节中结合有关内容再作介绍。

(2)所有线型的图线宽度按图的大小和复杂程度,在 0. 13~2 mm 之间选择。图线按宽度可分为粗线、中粗线和细线,机械制图中通常用粗线和细线,它们的宽度比率为 4 : 1。在同一



图 1-3 数字和字母的书写示例

图样中,同类图线的宽度应一致。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画的交点。长画短画线的首末两端应是长画而不是短画,且应超出图形外约 2~5mm。在较小的图形上绘制长画短划线有困难时,可用细实线代替,见图 1-4。

(4) 虚线与虚线或虚线与粗实线相交时,应该恰当地相交于画线处;当虚线为粗实线的延长线时,连接处应断开,见图 1-4。

表 1-3 图线的型式及主要应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要应用	绘制要点
粗实线		b	可见轮廓线	同一图样中宽度应保持基本一致
细实线		约 $b/4$	① 尺寸线及尺寸界线 ② 剖面线	同上
细虚线		约 $b/4$	不可见轮廓线	每画的长度及间隔应大致相同
细长画短画线		约 $b/4$	① 轴线 ② 对称中心线	同上
细长画双短画线		约 $b/4$	① 相邻辅助零件的轮廓线 ② 假想投影轮廓线	同上
细波浪线		约 $b/4$	① 断裂处的边界线 ② 视图与剖视图的分界线	徒手绘制

(5) 实心圆柱体的断裂处可用细实线,按图 1-5a 绘制。图 1-5b、c 为绘制方法。

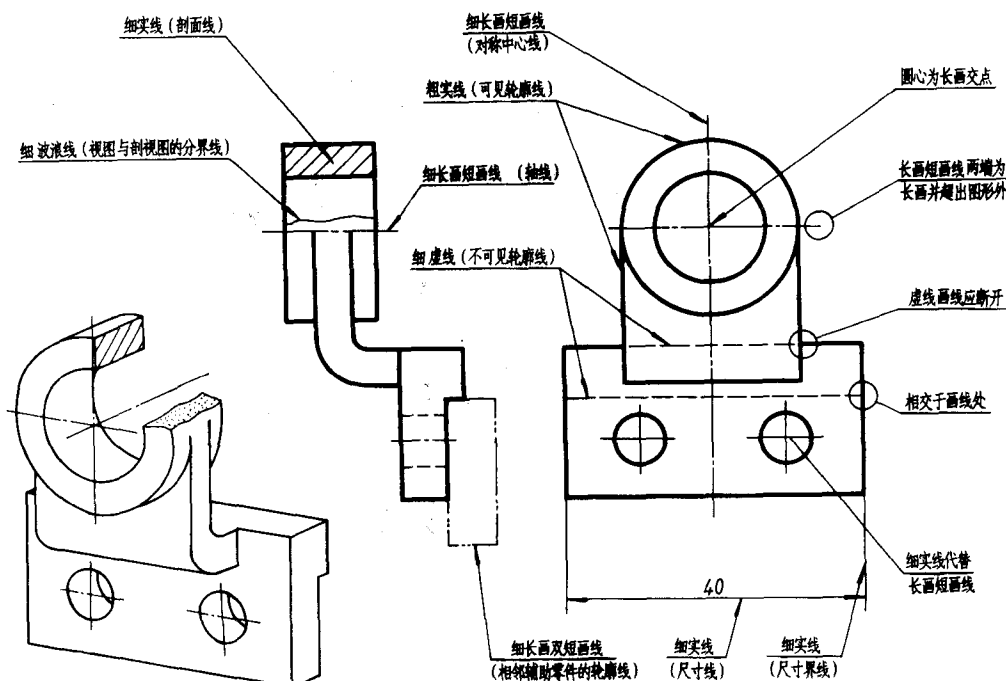


图 1-4 各种图线的主要应用

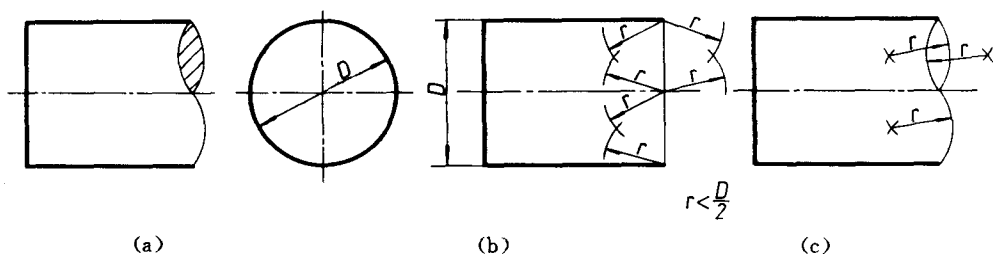


图 1-5 圆柱体断裂处画法

(五) 尺寸注法 (详见 GB4458 · 4—84)

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) 图样中的尺寸, 以毫米为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其它单位, 则必须注明。

(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。

2. 尺寸要素

完整的尺寸有三个要素: 尺寸界线、尺寸线及其终端和尺寸数字。如图 1-6 中宽度尺寸 15。

1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线(图 1-6)。

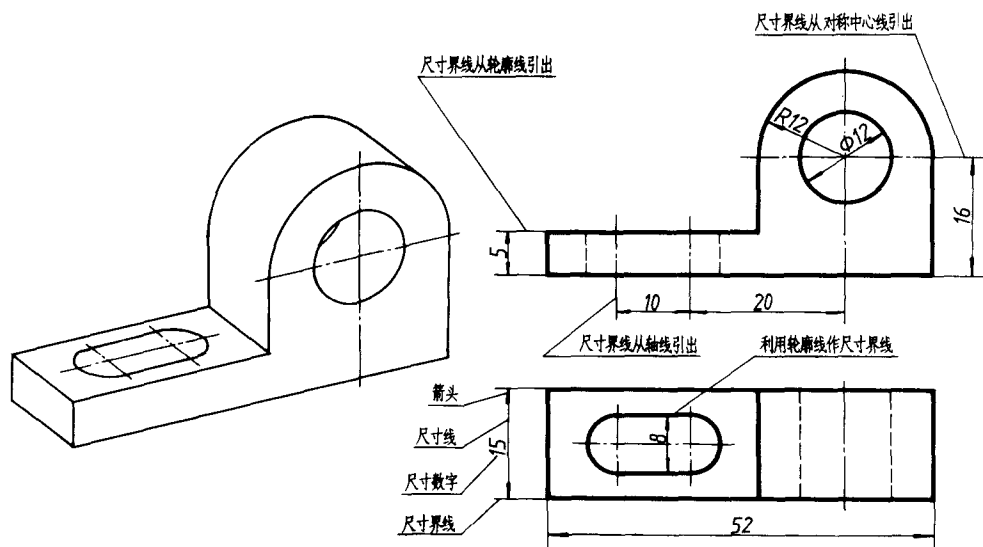


图 1-6 尺寸的组成及尺寸界限的画法

2) 尺寸线及其终端形式

(a) 尺寸线用细实线绘制,其终端常用箭头,箭头的画法如图 1-7a 所示。图 1-7b 的画法均是错误的。

(b) 尺寸线不能用其它图线代替,一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。

(c) 标注圆的直径时,尺寸线应通过圆心,尺寸线的两个终端应画成箭头;标注圆弧的半径时,尺寸线的一端一般画到圆心,另一端画成箭头。如图 1-6 中直径 $\phi 12$ 和半径 $R12$ 的注法。大圆弧半径的注法如图 1-8 所示,小直径和小半径的注法如图 1-9 所示。

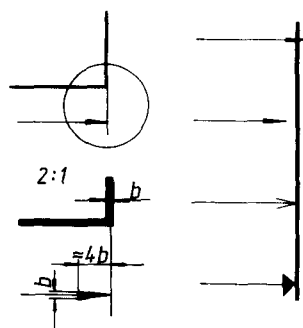
(d) 在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按图 1-10 的形式标注。

(e) 标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点,见图 1-11a 中 30° 角的注法。

图 1-11 示出了正确与错误的尺寸线注法。图 1-11b 中的错误为:① 尺寸线与所标线段不平行。② 尺寸线与轮廓线的延长线重合。③ 角度的尺寸线不过该角的顶点。④ 半径尺寸线不过其圆心。⑤ 尺寸线与尺寸界线相交。⑥ 尺寸线转折处在圆弧上。⑦ 尺寸线与对称中心线重合。

3) 尺寸数字及符号

(a) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,如图



(a) 正确 (b) 错误

图 1-7 箭头画法

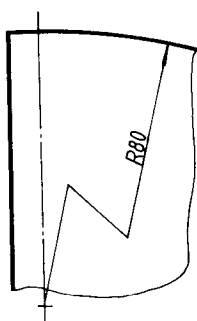


图 1-8 大圆弧半径的注法

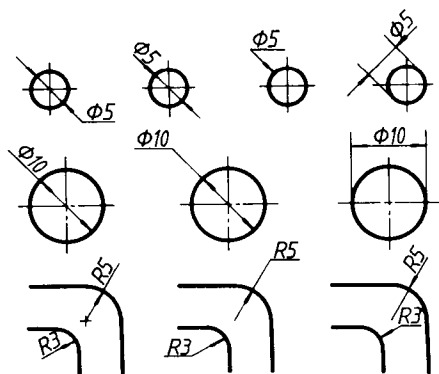
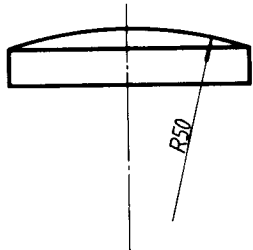


图 1-9 小直径与半径的注法

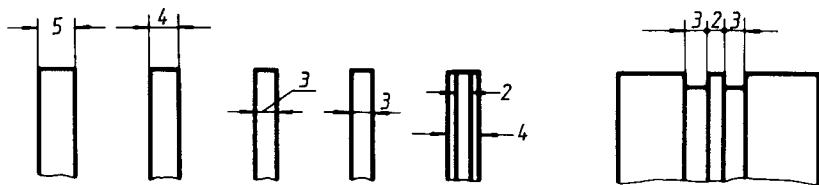
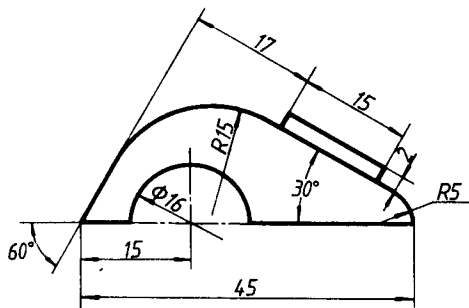
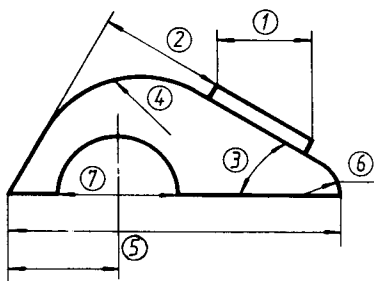


图 1-10 小尺寸的注法



(a) 正确



(b) 错误

图 1-11 尺寸线注法的正误对比

1-12所示。数字的方向,一般应按图 1-13 所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 1-14 的形式标注。

(b) 尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开。如图 1-12 中, $\phi 12$ 和 $\phi 16$ 处分别将粗实线圆及点划线断开。

(c) 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,必要时也可注写在尺寸线的上方或外面,也可引出标注(图 1-15)。

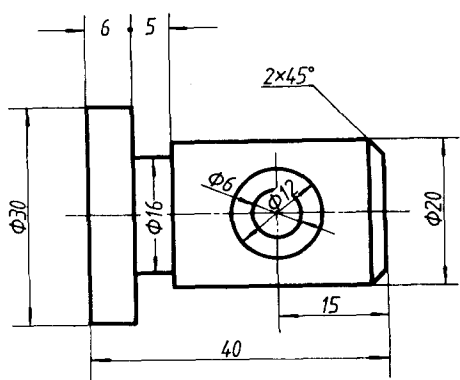


图 1-12 尺寸数字的位置

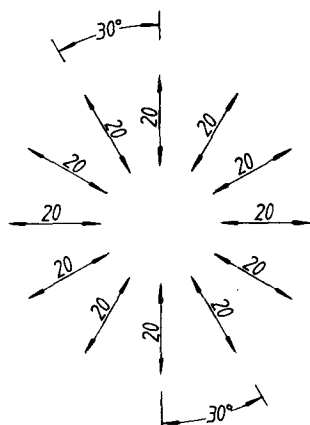


图 1-13 尺寸数字的方向

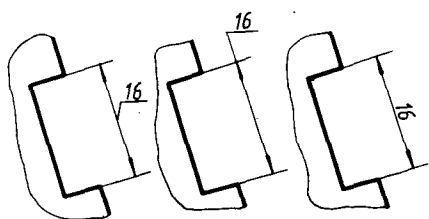


图 1-14 在 30° 范围内的尺寸标注形式

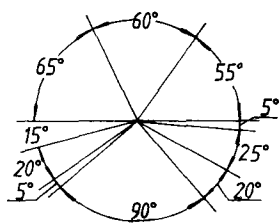
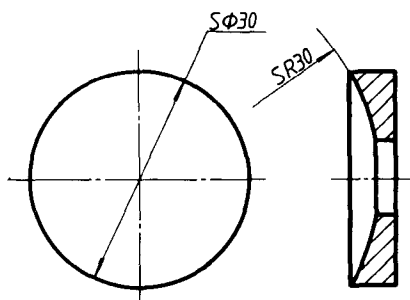


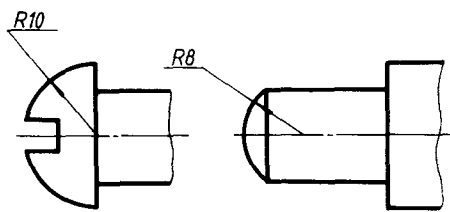
图 1-15 角度数字的注法

(d)标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注“ R ”(图 1-9、1-12)。

(e)标注球面的直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“ R ”前加注符号“ S ”(图 1-16a)。对于螺钉的头部、轴的端部等,在不致引起误解的情况下,可省略符号“ S ”(图 1-16b)。



(a)



(b)

图 1-16 球面直径与半径的注法

§ 1-2 制图基本技能

要准确、迅速地绘制图样,除了要严格遵守有关制图标准外,还必须掌握制图技能。只有正确合理地使用绘图工具,熟练掌握几何图形的画法,熟能生巧,才能提高绘图的质量和速度。

(一)常用绘图工具及用法

1. 丁字尺

丁字尺与图板配合用来画水平线(图 1-17)。画水平线时必须用左手将丁字尺尺头的内侧紧靠在图板的左边,右手执笔,利用尺身的上边从左向右画线。不可将丁字尺的尺头靠在图板的上边、下边或右边来画线,也不可用尺身的下边来画线。

2. 三角板

三角板与丁字尺配合用来画垂直线(图 1-18)和各种角度的倾斜线(图 1-19)。画线时,丁字尺尺头和图板之间,三角板和丁字尺尺身之间都必须靠紧。

3. 比例尺

常见的比例尺形状为三棱柱形,故又称三棱尺,尺的三个棱面上分别刻有 6 种不同比例的刻度尺寸,按照这 6 种比例作图时,尺寸数值可直接从相应的刻度上量取。

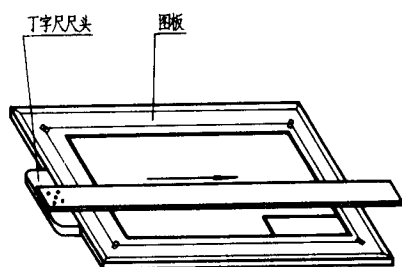


图 1-17 用丁字尺画水平线

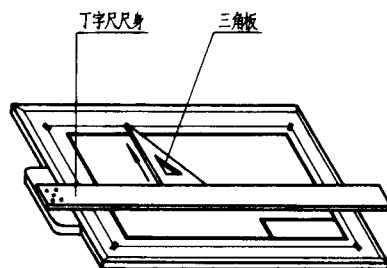


图 1-18 用丁字尺与三角板画垂直线

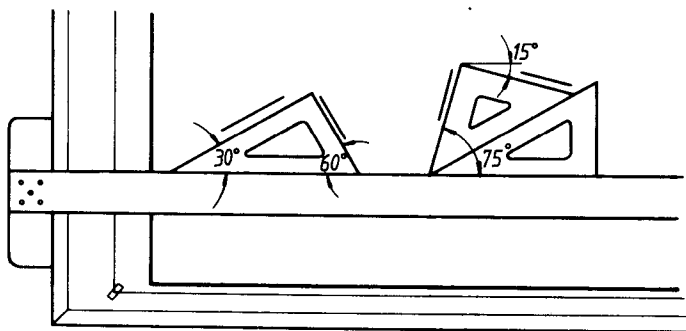


图 1-19 用丁字尺与三角板配合画倾斜线

4. 圆规

圆规用于画圆和圆弧。圆规的一条腿上装有钢针,称固定腿。钢针一端有带台阶的短针尖。

另一条腿上可装钢针插脚和铅笔插脚,还可加装接长杆,称活动腿。画圆时,固定腿要以带台阶的短针尖为圆心支点,并使针尖稍长于铅芯,短针尖轻轻插入图纸上的圆心内,顺时针画圆。画较大圆时应尽可能使钢针和铅芯与纸面垂直,画大圆时可加装接长杆。圆规固定腿用长针尖,活动腿装钢针插脚,并使两针尖对齐,可准确地量取尺寸和分割线段。

5. 绘图铅笔

绘图铅笔其末端印有铅芯硬度的标记。绘制粗实线一般用 HB 或 B 等较软铅笔,绘制各种细线及画底稿可用 H 或 2H 稍硬铅笔,写字、画箭头可用 H 或 HB 铅笔。铅笔一般削成锥状。底稿及各种细线的铅芯宜在砂皮上磨尖;绘制粗实线的铅芯,其端部可在砂皮上磨成扁平的方形,方形的宽度与所画粗实线的宽度一致。

(二) 几何作图

1. 正六边形

(1) 已知正六边形对角线的距离 D , 作正六边形(图 1-20)。

过正六边形的中心 O 画其对称中心线。取 $O_1=O_2=D/2$, 过点 1、2 作与水平成 60° 的斜线。将三角板翻身, 过点 1、2 作另两条 60° 斜线(图 1-20a)。再过中心 O 作 60° 的斜线, 交两对边于点 3、4(图 1-20b)。过点 3 和 4 用丁字尺作水平线 3-5 和 4-6, 即作出该正六边形(图 1-20c)。

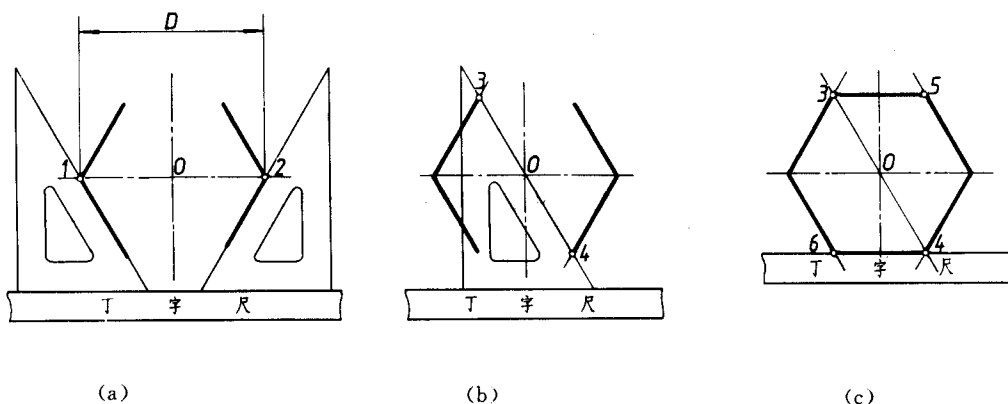


图 1-20 已知对角线距离作正六边形

(2) 已知正六边形对边距离 S , 作正六边形(图 1-21)。

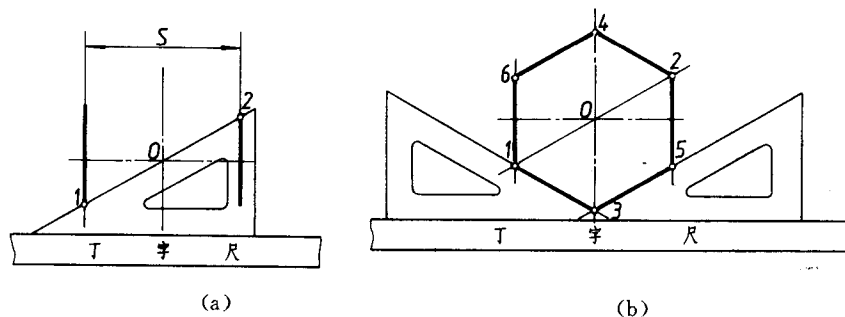


图 1-21 已知对边距离作正六边形

过正六边形的中心 O 画其对称中心线, 对称地量取 $S/2$ 距离画出左、右两条垂直对边, 过

中心 O 作与水平成 30° 的斜线,交两对边于点 1 和 2(图 1-21a)。将三角板翻身,过点 1、2 作 30° 斜线交对称中心线于点 3、4,再将三角板翻身,过点 3、4 作 30° 斜线 3-5 和 4-6,即作出该正六边形(图 1-21b)。

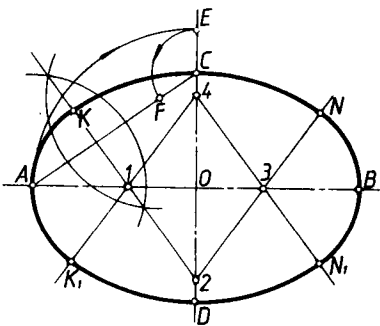


图 1-22 椭圆的四心近似画法

2. 椭圆

画椭圆常用四心近似画法(图 1-22),作图步骤如下:

(1)过椭圆中心 O 作长轴 AB 及短轴 CD 。

(2)连 $A、C$,取 $CF=CE=OA-OC$ 。

(3)作 AF 的垂直平分线与长、短轴分别交于 1、2 两点,并作出其对称点 3、4。

(4)分别以 2、4 为圆心, $2C=4D$ 为半径画两段大圆弧;以 1、3 为圆心, $1A=3B$ 为半径画两段小圆弧。四个圆弧相切于点 $K、K_1、N、N_1$ 而组成一近似椭圆。

3. 圆弧连接

在绘制图样时,有些机件的轮廓是由一些圆弧和直线光滑连接而形成的。常见的连接形式是用一圆弧连接:(a)两条已知直线;(b)已知直线和已知圆弧;(c)两已知圆弧。连接弧的圆心和切点的求法如表 1-4 所示。表中连接圆弧的半径为 R 。

根据连接弧与连接对象的相切形式,利用表 1-4 的方法,便可求出连接圆弧的圆心及切点,准确作出上述(a)、(b)、(c)各种情况的连接圆弧。

表 1-4 常见连接形式中连接弧圆心及切点的求法

相切形式	画 法	连接弧的圆心	切 点
与已知直线相切		在与已知直线距离为 R 的平行线上	过连接弧圆心 O 作已知直线的垂线所得垂足 K
与已知圆弧外切		在已知圆弧 R_1 的同心圆上,圆的半径为 R_1+R	两圆弧圆心连线 OO_1 与圆弧的交点 K