

中等职业教育系列教材编审委员会

主任 乔春芳

副主任 纪志远 王刚

编委 乔春芳 纪志远 王刚 范明辉 宁喜科 李宝才
张健 胡志强 程雪艳 黄武全 袁林 宋涛
贾耀岗 雷再周 张瑛 张宗超 高鸣 刘淼
祁克斌 苏军科 刘荣 王萍 王福利

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 彭金科, 王刚主编. — 西安: 西北大学出版社, 2007.8

ISBN 978-7-5604-2357-9

I. 机... II. ①彭...②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130224号

机械制图	主 编 彭金科 王 刚
出版发行 西北大学出版社	社 址 西安市太白北路 229 号
电 话 029 — 88303042	邮政编码 710069
经 销 新华书店	印 刷 陕西向阳印务有限公司
版 次 2007 年 8 月第 1 版	印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16	印 张 15
字 数 340 千字	印 数 1—3000
书 号 ISBN 978-7-5604-2357-9	定 价 20.00 元

大力发展职业教育，促进技能人才建设，是全面落实科学发展观，贯彻以人为本、构建和谐社会的重要举措。努力推进新型工业化高技能人才培养，已经成为创新发展职业教育面临的迫切任务。本着服务教学、规范教学、提升技能的原则，宝鸡市技工培训指导中心组织全市重点技工院校有关专家、优秀教师和学科带头人，为适应新材料、新工艺、新技术的要求，依据部颁教学大纲，结合多年来职业教育的成效和经验，编写了首批《中等职业教育系列教材》。这套教材包括《机械制图》（附《机械制图习题册》）《公差配合与测量技术》《电工电子学》《工程力学》《计算机应用基础》五本。

系列教材注重实用性、系统性和科学性，突出“实用、够用、好用”的特点，紧紧围绕职业教育教学计划、教学大纲和《国家职业标准》《国家职业技能鉴定标准》，贴近学生接受能力，方便自学，对中等职业院校专业基础课教学、企业职工培训、社会短期培训具有实际指导意义。

教材编写前，中心多次邀请各院校专家和骨干教师集思广益，酝酿选题，明确了编写思路和要求。主编提出编写大纲后，经编委会成员反复讨论，并吸取多方意见修改确定。参加本书编写的人员有彭金科、王刚、侯玉科、董彦玲、赵宏芳、曹立中、张响、薛冰洁、杨信。最后由彭金科、王刚统稿，张无士、李宝才主审。

在教材规划和编写过程中，得到了宝鸡市劳动和社会保障局以及宝鸡技术学院、宝鸡铁路技术学院、陕西国防工业技术学院、陕西建光技工学校、陕西烽火技工学校、陕西汽车集团技工学校、宝钛集团技工学校、陕西省电子工业学校、长岭技工学校、凌云技工学校、宝成技工学校、陕西渭南技工学校、陕西机床厂技工学校等院校领导、专家、教师的大力支持，在此谨表示衷心的感谢！

由于水平所限，书中难免遗漏和错误，恳请读者不吝赐教，以便再版时修改完善。

宝鸡市技工培训指导中心
2007年6月

第一章 图样的基本知识与技术

图样是工程界的共同语言，是设计和生产制造过程中的重要技术资料。为了便于生产和进行技术交流，对于图样的画法、尺寸注法以及使用符号等都需作出统一的技术规定。国家标准《技术制图》是绘制机械图样的技术标准，从事设计和生产的部门都必须遵守。

本章摘要介绍了国家标准《机械制图》和《技术制图》中的基本规定、常见的绘图方式、几何作图方法和平面图形的尺寸标注方法等。

§1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的基本规定

1.1.1 圖紙的幅面和格式 (GB/T14689 - 93)

为了便于进行图样的绘制、使用和保管，图样均应画在规定幅面和格式的图纸上。

1. 幅面尺寸

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（详见国家标准《技术制图》）。

表 1.1 圖紙幅面尺寸

幅图代号	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				

2. 图框格式

图均应在图幅内用粗实线画出图框线。不需要装订的图样，图框格式如图 1-1 所示，尺寸按表 1-1 中的规定；需要装订的图样，图框格式如图 1-2 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

1.1.2 比例 (GB/T14690 - 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。当需要按比例绘制图样时,应从表 1-2 规定的系列中选取。

表 1-2 繪圖比例

种类	比例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 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

注: n 为正整数。

为了能从图样上得到机件大小的真实概念,应尽量采用 1 : 1 的比例画图。对大而简单的机件可采用缩小的比例,对小而复杂的机件则可采用放大的比例,但标注尺寸时,应标注实际大小,与所选的比例无关(图 1-4)。

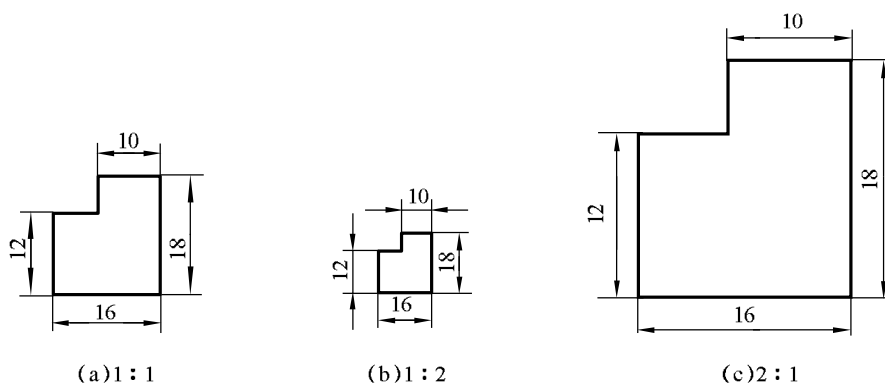


图 1-4 用不同比例画出的图形

为便于看图,应尽可能按机件的实际大小即原值比例画图,机件太大或太小,则采用缩小或放大比例画图。不论放大还是缩小,标注尺寸时必须注出设计要求的尺寸。图 1-4 为用不同比例画出的同一图形。

1.1.3 字體 (GB/T14691 - 1993)

图样中书写的汉字、数字、字母,必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字号即字高 h 分为 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5, 1.8mm 八种。

汉字应写成长仿宋体,并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》中规定的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ 。

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线约成 75°。字母和

数字分 A 型和 B 型两种, 建议采用 B 型字体。B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10。

1. 长仿宋体汉字示例

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

汉字的基本笔画为点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾。

2. B 型斜体数字示例

0 213 5678.4

I II III IV V VI VII VIII IX X

3. B 型斜体字母示例

A B C D E F G H I J K





a b c d e f g h i j k

1.1.4 圖綫的畫法及應用 (GB/T4457.4-2002, GB/T17450-1998)

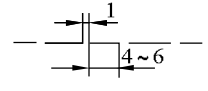
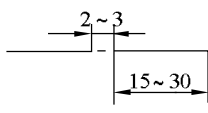
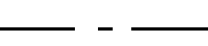
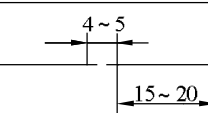
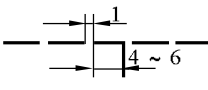
1. 线型

国家标准 GB/T17450-1988 规定了 15 种基本线型及其画法。GB/T4457.4-2002 规定绘制机械图样时常用的图线名称、形式、宽度及其应用见表 1-3。

表 1-3 常用圖綫名稱、形式、寬度及其應用

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$\frac{1}{2}b$	尺寸线及尺寸界线 剖面线, 引出线等
波浪线		$\frac{1}{2}b$	断裂处的边界线
双折线		$\frac{1}{2}b$	断裂处的边界线

续表 1-3

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
细虚线		$\frac{1}{2}b$	不可见轮廓线
细点画线		$\frac{1}{2}b$	轴线、圆的中心线、对称中心线等
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		$\frac{1}{2}b$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 假想轮廓线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线

2. 线宽

机械图样中的图线分为粗线和细线两种。粗线宽度用 b 表示，应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择，细线的宽度约为 $b/2$ 。图线宽度的推荐系列为 $0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。图线应用如图 1-5 所示。

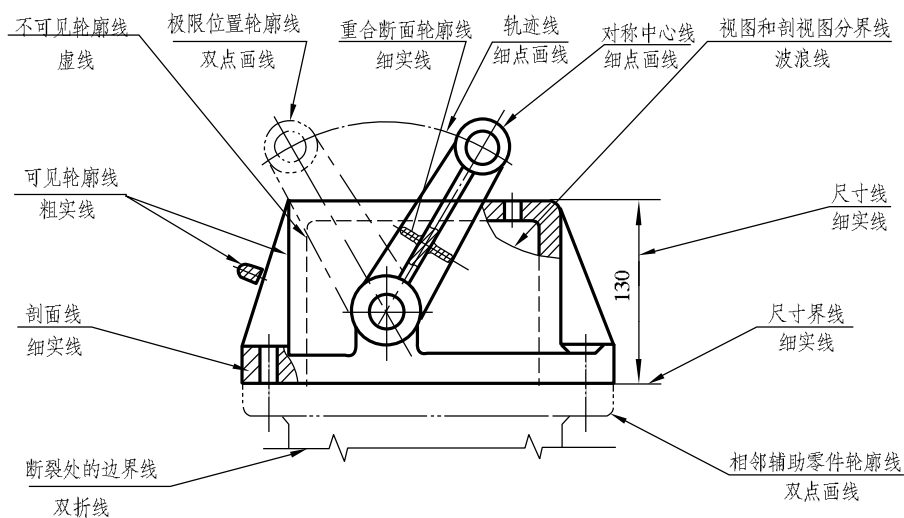


图 1-5 图线应用示例

3. 图线画法

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。

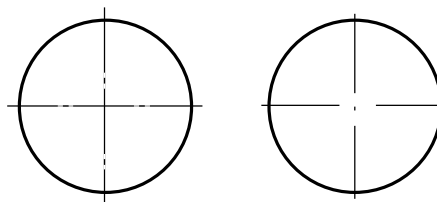
(2) 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大小相等。

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

(4) 当虚线直线处于粗实线延长线上时，在连接处应留有空隙，除此之外，连接处都应相交。当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧应画到切点，而虚线直线应留有空隙。

(5) 虚线、点画线与任何图线相交，都应在线段处相交，而不应在空隙处相交。

(6) 点画线首末两端应是线段而不是短画，并且线段应超出图形3~5mm。点画线的每两线段之间画一很短的线段，而不是一个小圆点（图1-6a）。



(a) (b)

图1-6 图线的画法

(7) 点画线应超出图形的轮廓线3~5mm，首末两端应是画线而不能是点；点画线相交处应是画线，而不能是点或间隔（图1-6b）。

1.1.5 平面图形的尺寸标注（GB/T4458.4-2003）

图形只能表达机件的形状，要确定它的大小，还必须在图形上标注尺寸。

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，不需标注计量单位的代号或名称；如果采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所注的尺寸为图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

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

(5) 标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表1-4。

表1-4 常用的符号和缩写词

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	ϕ	正方形	□
半径	R	深度	▽
球直径	$S\phi$	沉孔或锪平	┌
球半径	SR	埋头孔	∨
厚度	t	均布	EQS
45°倒角	C		

(6) 若图样中的尺寸全部相同或某个尺寸和公差占多数时,可在图样空白处作总的说明,如“全部倒角C1”“未注圆角R4”等。

(7) 同一要素的尺寸应尽可能集中标注,如多个相同孔的直径。

(8) 尽可能避免在不可见的轮廓线(虚线)上标注尺寸。

2. 尺寸标注法

表 1-5 列出了在机械图样中标注尺寸的方法。

表 1-5 尺寸标注法示例

标注内容	示例	说明
线性尺寸		<p>线性尺寸的数字应按图 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 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</p>
角度尺寸		<p>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</p>
圆		<p>标注圆的直径时,应在尺寸数字前面加注符号“ϕ”,尺寸线的终端应画成箭头</p>
圆弧		<p>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</p>

标注内容	示例	说明
大圆弧		在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按左图标注;不需标出圆心位置时,按右图标注
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,可按下两排图例标注

§1.2 绘图工具及其使用

要保证绘图的质量和速度,必须养成正确使用绘图工具和仪器的良好习惯。

1.2.1 图板、丁字尺、三角板

1. 图板

图板是用作绘图的垫板,要求其表面平整光洁,左边作为导边,必须平直。

2. 丁字尺

丁字尺用于绘制水平线,使用时,将尺头内侧紧靠图板左侧导边上下移动,自左向右画水平线(图 1-7a)。

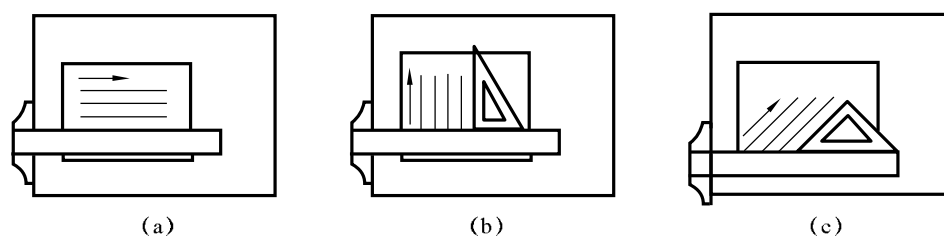


图 1-7 用丁字尺、三角板画线

3. 三角板

一副三角板由 45° 和 $30^\circ \sim 60^\circ$ 三角板各一块组成。三角板与丁字尺配合使用，可画垂直线及与水平线成 30° 、 45° 、 60° 倾斜线（图 1-7）；用两块三角板可以画与水平线成 15° 、 75° 倾斜线，以及任意已知直线的平行线和垂直线（图 1-8）。

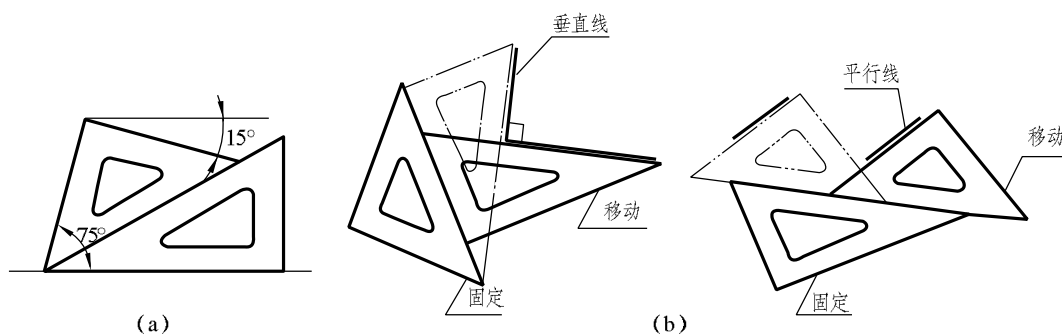


图 1-8 两块三角板配合使用

1.2.2 圆规与分规

1. 圆规

圆规用来画圆和圆弧。圆规的一腿装有带台阶的小钢针，用来定圆心，另一腿装上铅芯插脚或钢针（作分规用）。画图时，当钢针插入图板后，钢针台阶应与铅芯尖端平齐（图 1-9a），并使笔尖与纸面垂直（图 1-9b），然后用右手转动圆规手柄，均匀地沿顺时针方向一笔画出。

2. 分规

分规用来量取尺寸和等分线段。使用前先并拢两针尖（图 1-10a），检查其是否平齐。用分规等分直线段的方法如图 1-10b 所示，用同样的方法也可等分圆弧。

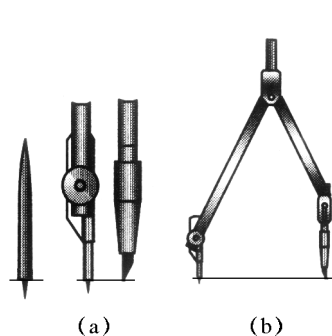


图 1-9 圆规的使用

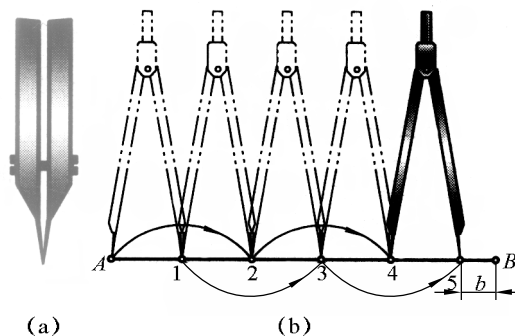


图 1-10 分规的使用

1.2.3 比例尺

常用的比例尺为三棱尺(图1-11),它有三个尺面,刻有6种不同比例的尺标,如1:100,1:200,⋯,1:600等。当使用比例尺上某一比例时,可直接按尺面上所刻的数值截取或读出刻线段的长度。例如,按比例1:100画图时,图上每1cm长度即表示实际长度为100cm。

在绘制机械图样时,1:100可当作1:1使用,此时每一小格刻度为1mm,1:200可当作1:2使用,每小格刻度为2mm。

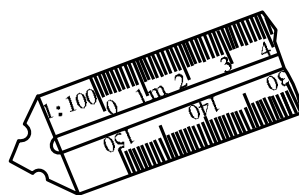


图 1-11 比例尺

1.2.4 铅笔

绘图铅笔用“B”和“H”代表铅芯的软硬程度。“B”表示软性铅笔,B前面的数字越大,表示铅芯越软(黑)。HB表示铅芯软硬适中。画粗实线常用B或HB铅笔,写字常用HB或H铅笔,画细线用H或2H铅笔。铅笔的削法如图1-12所示,注意画粗、细线的笔尖形式的区别。

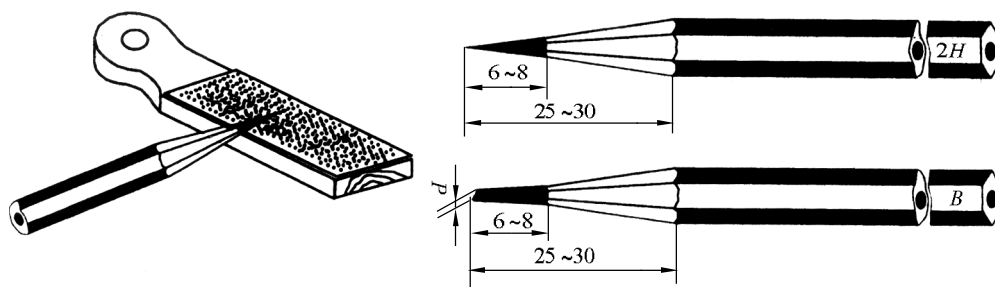


图 1-12 铅笔的削磨

除了上述工具外,绘图时还要备有削铅笔的小刀、磨铅笔的砂纸、固定图纸的胶带纸、橡皮等。有时为了画非圆曲线,还要用到曲线板。如果需要描图,还要用直线笔(俗称鸭嘴笔)或针管笔。这些工具因为不经常使用,所以就不作详细介绍了。

§1.3 几何作图

物体的形状虽然各不相同,但都是由各种几何形体组合而成的,表达它们轮廓形状的图形,也往往是由一些几何图形组成。最基本的几何图形有线段等分、圆周等分、斜度与锥度、线段连接和平面曲线等。熟练掌握和运用几何作图的方法,是正确绘制各种图形、提高绘图质量和速度的基本技能之一。

1.3.1 等分线段法

图 1-13 所示是将已知线段 AB 分成五等分。其作图步骤为：

- (1) 过端点 A 任作一直线 AC ，用分规作任意相等的距离 1, 2, 3, 4, 5 点。
- (2) 连接 $5B$ ，过 1, 2, 3, 4 等分点作 $5B$ 的平行线与 AB 相交，得 $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ ，即为在 AB 线上的等分点 (图 1-13)。

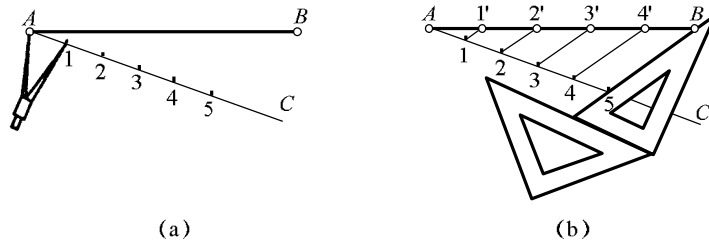


图 1-13 等分已知线段

1.3.2 作正边形

1. 作圆内接正五边形 (图 1-14)

- (1) 作半径 OF 的等分点 G ，以 G 为圆心， AG 为半径画圆弧交水平直线于 H 。
- (2) 以 AH 为半径，分圆周为五等份，顺序连接各分点即成。

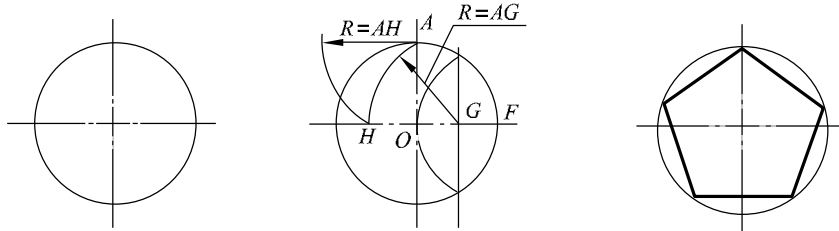
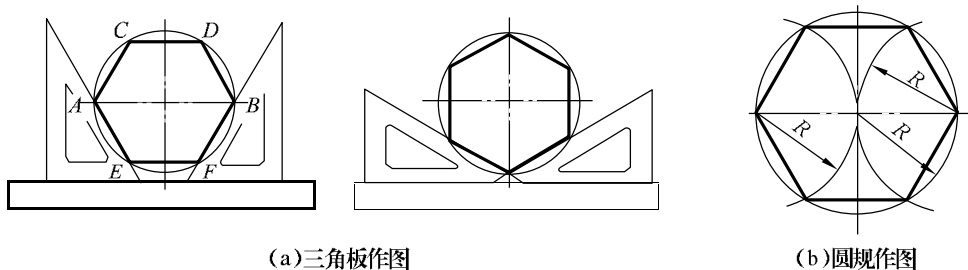


图 1-14 作圆内接正五边形

2. 作圆内接正六边形

可用 $30^\circ \sim 60^\circ$ 三角板或圆规来作图，作图方法如图 1-15 所示。



(a)三角板作图

(b)圆规作图

图 1-15 作圆内接正六边形

1.3.3 斜度與錐度

1. 斜度

斜度是指一直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。其大小用该两直线或平面夹角的正切值表示, 即斜度 $= \tan \alpha = \frac{BC}{AB}$ (图 1-16)。在制图中一般用 $1:n$ 表示斜度的大小。

例如, 过 A 点对 AB 直线作一条 $1:6$ 斜度的倾斜线, 其作图方法如图 1-16 所示。先将直线 AB 六等分, 然后过 B 点作 $BC \perp AB$, 并使 $BC = 1/6 AB$, 连接 AC 即为所求的倾斜线。

斜度一律用符号标注, 符号所示的倾斜方向与斜度的方向一致 (如图 1-17a, b 所示)。斜度符号的画法如图 1-17c 所示。符号的线宽为 $h/10$ (h 等于字体高度)。

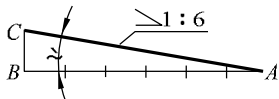


图 1-16 斜度的画法

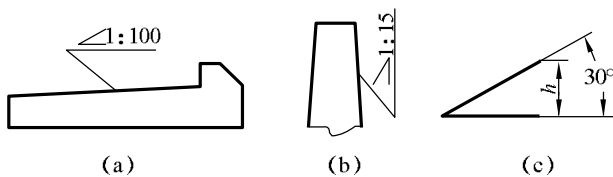


图 1-17 斜度的注法

2. 錐度

锥度是指正圆锥底面圆直径与其高度之比。圆锥台的锥度为其两底圆直径之差 ($D-d$) 与其高度之比, 即锥度 $= \frac{D}{L} = \frac{D-d}{l} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$ (图 1-18)。制图中一般用 $1:n$ 表示锥度的大小。图 1-19 为锥度的画法。

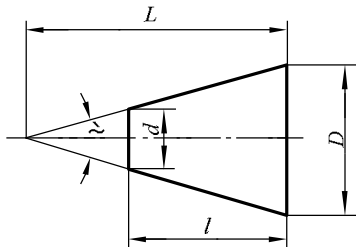


图 1-18 圆锥和圆锥台

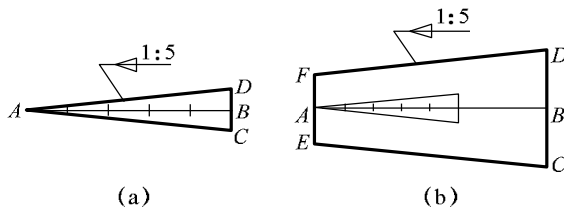


图 1-19 锥度的画法

锥度也可用符号标注, 必要时可在括号中注出其锥角度值 (图 1-20)。符号所示的方向应与锥度的方向一致, 锥度符号的画法如图 1-20c 所示, 符号的线宽 d 为 $\frac{h}{10}$ (h 等于字体高度)。

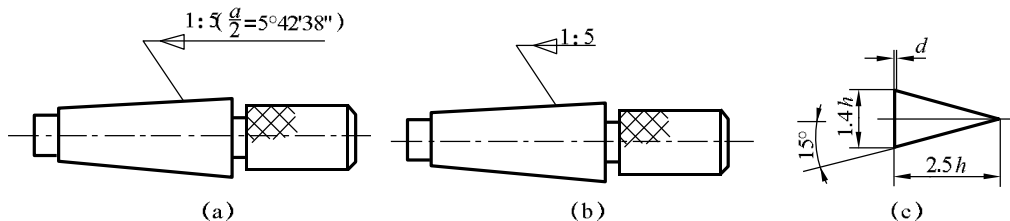


图 1-20 锥度的注法

1.3.4 橢圓畫法

已知長、短軸，用四心圓法作橢圓（圖 1-21）。

(1) 畫出長、短軸 AB 和 CD ，連 AC ，以 C 為圓心，長半軸與短半軸之差為半徑畫弧交 AC 於 E 點（圖 1-21a）。

(2) 作 AE 中垂線與長、短軸交於 O_3 和 O_1 點，並作出其對稱點 O_4 和 O_2 （圖 1-21b）。

(3) 分別以 O_1 和 O_2 為圓心， O_1C 為半徑畫大弧，以 O_3 和 O_4 為圓心， O_3A 為半徑畫小弧（大小弧的切點 K 在相應的連心線上），即得橢圓（圖 1-21c）。

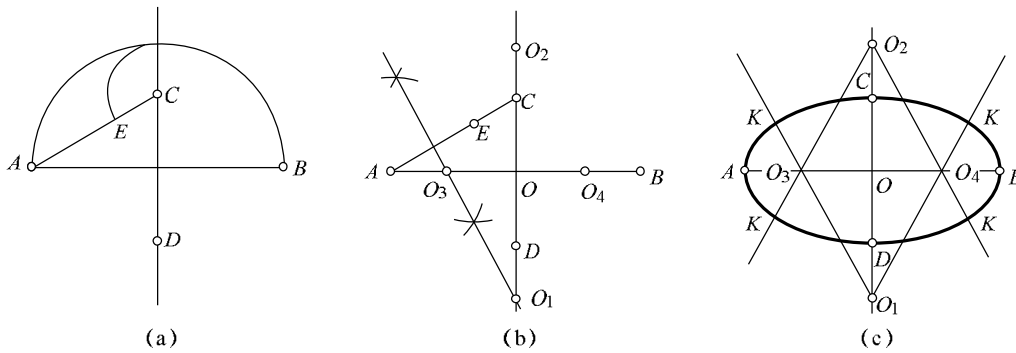


圖 1-21 用四心圓法畫橢圓

1.3.5 圓弧連接

繪制圖樣時，經常用到兩線段光滑連接的画法。光滑連接是指用已知半徑的圓弧光滑地連接兩已知線段或圓弧，使它們在連接處相切。在作圖時應先求作連接圓弧的圓心及確定圓弧與已知線段的切點。作圖方法見表 1-6。

表 1-6 圓弧連接

	已知條件	作圖方法和步驟		
		求連接圓弧圓心	求切點	畫連接弧
圓弧連接兩已知直線				

	已知条件	作图方法和步骤		
		求连接圆弧圆心	求切点	画连接弧
圆弧内连接已知直线和圆弧				
圆弧外连接两已知圆弧				
圆弧内连接两已知圆弧				
圆弧分别内外连接两已知圆弧				

§1.4 平面图形的分析与绘图步骤

正确绘制平面图形，首先要确定出合理的步骤，这样就需要对平面图形中尺寸进行分析，从而判断各线段在图形中的作用。