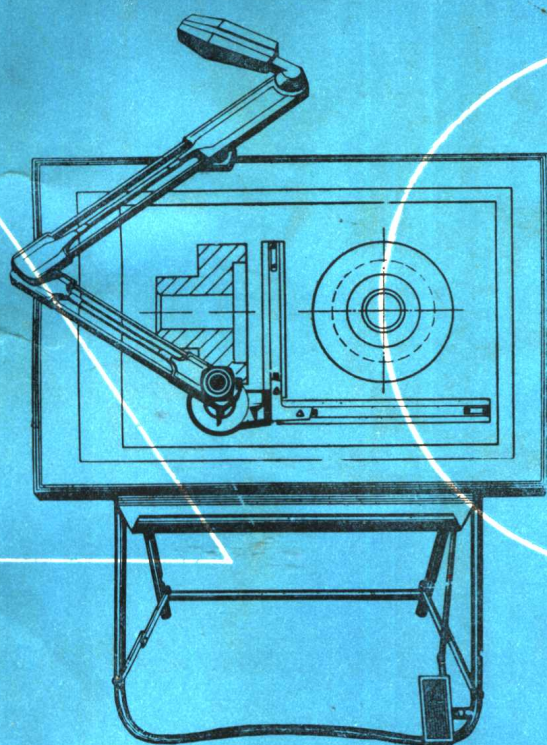


高等学校教材

制图学

理科及工科少学时各专业适用

西南、西北区六院校编著



科学技术文献出版社重庆分社

学 图 制

西南、西北区六院校 编著

科学技术文献出版社重庆分社

内 容 提 要

本书是为满足高等院校理工科各专业少学时(36~54学时)工程制图课的教学需要编写的,重点是投影制图和机件的表达方法。全书共十章,即制图基本知识,投影基础,轴测投影图,立体表面的交线,组合体,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图和展开图。

本教材内容少而精,叙述简明、扼要、准确,图例难易适度,体现了少学时教材的特色,并有与之配套使用的习题集一本。

本书可供高等院校理科的物理、数学、化学、电子,工科的化工、建材、光学机械以及经济管理等专业作教材用,也可供职工大学、电视大学、职业学校有关专业使用。

制 图 学

西南、西北区六院校编著

科学技术文献出版社重庆分社 出 版

重庆市市中区胜利路132号

新华书店重庆发行所 发 行

科学技术文献出版社重庆分社印刷厂 印 刷

开本:787×1092毫米1/16 印张:10.75 字数:26万

1987年8月第一版

1987年8月第一次印刷

科技新书目:151-333

印数:16800

ISBN7-5023-0111-9/TB·11

统一书号:15176·739

定价:2.60元

前 言

高等院校理、工科的某些专业,长期以来没有适用的少学时(36—54学时)《制图学》教材,给教学工作带来不少困难和麻烦。近年来,虽有不少教师试图自己动手编写,但多因工作量大、成本高且又势单力薄而未能如愿。在这种情况下,一九八六年六月,由重庆师范学院物理系发起,在重庆市物理学会、重庆市工程图学学会的大力支持下,我们西南、西北地区的六所院校联合起来,依靠集体的智慧和力量,经过半年多的努力,终于编写出这本《制图学》教材以及与之配套使用的习题集。

在编写之前,参加编审的全体同志,对《制图学》在理、工科少学时各专业中的地位 and 作用进行了较为深入细致的讨论。认真研究了电子、应用理科类50—70学时《工程制图基础》课程教学基本要求的讨论稿和上报国家教委稿以及有关专业的教学大纲,并根据我们多年来从事少学时《制图学》教学的体会,拟定了本教材的编写提纲。

参加编审的同志一致认为,这套教材必须是:一要精,即遵循“少而精”原则,叙述要简明、扼要、准确,突出重点——投影制图和机件表达;二要新,即除制图部分按1984年发布的国家标准《机械制图》编写外,凡涉及到的技术规范也都采用新标准,以适应“四化”建设的要求;三是改,即体现教改精神,加强基础理论和实践能力的培养。

为此,本书在投影基础理论部分,作了比较系统的阐述,力求使学生通过学习有较好的空间想像能力和分析能力。在机械制图部分,则以机件表达为主并简明扼要地介绍了有关的技术知识,使学生通过学习能画出结构简单的零件图,看懂中等复杂程度的零件图和简单的装配图。

为便于自学,本书对画图易犯的错误采用了正误或好坏对比图例,对较复杂的投影作图例题采用了分解图,对难看懂的投影图附加了立体图。考虑到某些专业没有有关的后续课程,本书选录了必要的技术资料,分别排在正文和附录中。

在与本书配套的《制图学习题集》中,题目难易适度,学生如能独立

完成大部分作业，则前述基本要求就能达到。

参加本书编写工作的同志有：重庆师范学院物理系高尧光，贵州师范大学物理系饶麓岐，西南师范大学物理系贺南，汉中师范学院物理系李泽民，南充师范学院物理系漆长林；渝州大学机械系邓文禄、李文祥、唐学文和廖继容。贵州师大饶麓岐同志担负了较多的描图工作，南充师院漆长林同志负责了封面设计，参加编写的其他同志也担负了部分描图工作。

重庆师范学院高尧光同志和渝州大学制图教研室负责了本书的主编工作。

本书由四川省工程图学学会图学教育专业委员会副主任委员秦生训同志和重庆市工程图学学会图学教育专业委员会主任委员王庆义同志审定。

在编写过程中，得到参加编写同志所在院校领导的大力支持。重庆师范学院物理系具体组织领导了本书的编写工作，该院科研处、教务处和渝州大学机械系、科研处自始至终关注本书的编写，并提供了许多具体帮助；重庆市物理学会、重庆市工程图学学会对本书的编写工作给予了大力支持；四川大学无线电系李德光同志参加了本课程基本要求的讨论。谨此表示衷心感谢。

本书参考并选用了兄弟院校同类书籍中的一些宝贵资料，谨此一并致谢。

由于我们业务水平不高，又缺乏编写此种教材的经验，加之编写时间仓促，因此，书中缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九八七年二月

目 录

绪 论	(1)	第一节 螺纹及螺纹紧固件	(77)
第一章 制图的基本知识	(2)	第二节 销、键	(85)
第一节 制图的基本标准	(2)	第三节 齿 轮	(86)
第二节 绘图工具	(7)	第四节 弹 簧	(92)
第三节 几何作图	(8)	第五节 滚动轴承	(93)
第二章 投影基础	(13)	第八章 零 件 图	(95)
第一节 投影法概述	(13)	第一节 零件图的内容	(95)
第二节 点	(13)	第二节 零件的视图选择	(96)
第三节 直线	(16)	第三节 零件图的尺寸注法	(99)
第四节 平面	(20)	第四节 零件图上技术要求简介	(101)
第五节 基本几何体	(23)	第五节 零件结构工艺性简介	(111)
第三章 轴 测 图	(29)	第六节 看零件图	(112)
第一节 基本知识	(29)	第九章 装 配 图	(116)
第二节 正等轴测图	(30)	第一节 装配图的内容	(116)
第三节 斜二等轴测图	(35)	第二节 机器或部件的表达方法	(119)
第四章 立体表面的交线	(38)	第三节 读装配图	(120)
第一节 截 交 线	(38)	第十章 表面展开图	(125)
第二节 相 贯 线	(43)	第一节 基本知识	(125)
第五章 组 合 体	(48)	第二节 平面立体的表面展开	(127)
第一节 组合体及其形体分析法	(48)	第三节 圆管的表面展开	(128)
第二节 组合体三视图画法	(49)	第四节 圆锥面的表面展开	(129)
第三节 组合体尺寸注法	(53)	第五节 变形接头的表面展开	(131)
第四节 组合体三视图读法	(56)	第六节 不可展曲面的近似展开	(132)
第六章 机件的表达方法	(61)	附 录	
第一节 视 图	(61)	一、标准件	(134)
第二节 剖 视 图	(63)	二、公差与配合	(144)
第三节 剖 面 图	(70)	三、常用的金属材料及非金属材料	(147)
第四节 其它画法	(73)	四、常用的热处理和表面处理名词解释	(149)
第七章 标准件和常用件	(77)		

绪 论

在现代工业生产和科学研究中,工程图样是用来反映设计意图、组织和指导生产、交流科技思想的一种重要技术资料,因此被喻为“工程界的语言。”

制图学是一门理、工科有关专业的技术基础课。本书主要研究工程图样中的机械图样,其具体任务是:

(1) 学习正投影的基本原理,掌握空间几何元素和空间形体的图示方法;

(2) 培养绘制和阅读机械图样的初步能力;

(3) 培养空间想象能力和空间分析能力。

学习本课程必须注意:

(1) “制图学”具有很强的实践性。学习中应该坚持理论联系实际,要在理解基本概念的基础上,多画图,多读图,锻炼空间想象能力和分析能力;

(2) 应严格遵守国家标准中有关机械图样的各种规定;

(3) 认真完成作业、练习,培养一丝不苟的工作作风。

第一章 制图的基本知识

第一节 制图的基本标准

为了便于图样交流和管理，我国发布了国家标准《机械制图》。现将其中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法简介如下。

一、图纸幅面及格式 (GB4457.1—84)¹⁾

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应优先采用表1-1中规定的幅面尺寸。

表 1-1 图 纸 幅 面 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		

2. 图框格式

图框通常画成图1-1所示的格式。图框线用粗实线绘制。

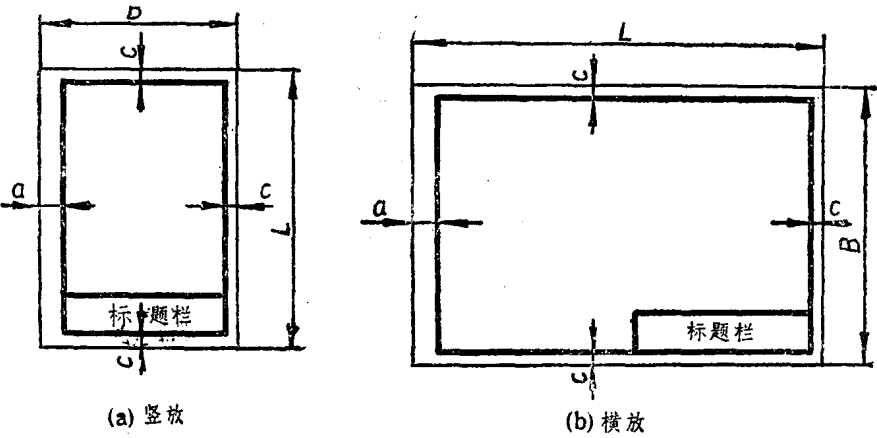


图1-1 图框格式

3. 标题栏

国家标准对标题栏的格式未作统一规定，制图作业中的标题栏建议采用图1-2所示的格式。

1) “GB”为国家标准代号，“4457.1”表示该标准的编号，“84”表示1984年发布的。

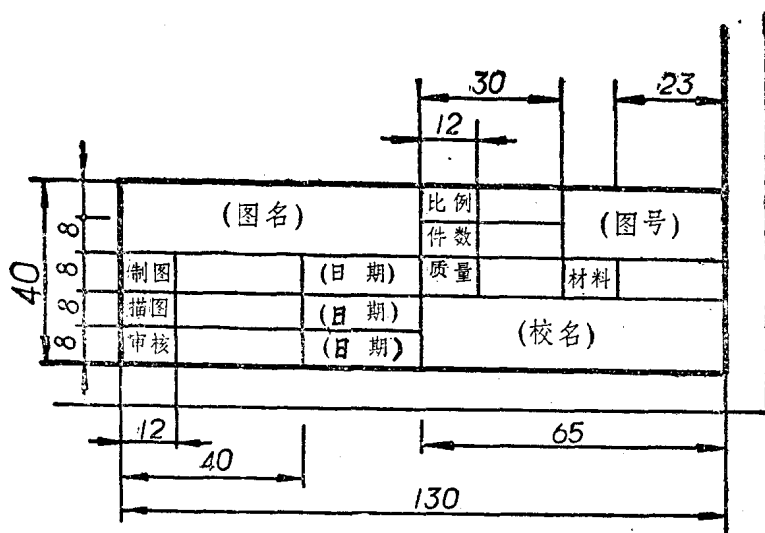


图1-2 标题栏的格式

二、比例 (GB4457.2—84)

比例是指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。绘图时一般采用表1-2中规定的比例，按1:1、1:2、2:1的形式标注。

表 1-2

比 例

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
	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ		1:2.5×10 ⁿ		1:5×10 ⁿ	
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1		

注：n为正整数

为了使图形能更好地反映机件实际大小的真实概念，绘图时应尽量采用1:1。图1-3为将立体图所表示的形体采用几种不同比例画出的图形。

三、字体 (GB4457.3—84)

工程字体——汉字、数字、字母等书写得如何，对图样的美观、清晰影响极大。书写时必须做到：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，并采用国家正式公布的简化字。

字体的号数，即字体的高度（单位为毫米），分为20、14、10、7、3.5、2.5¹⁾七种，字宽约等于字高的三分之二。

数字、字母有斜体和直体两种。斜体字的字头向右倾斜，与水平线约成75°。

字体书写示例如图1-4。

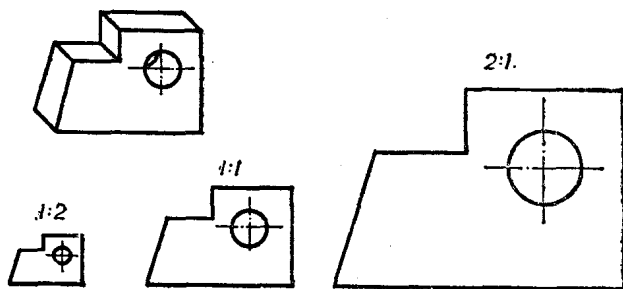


图1-3 几种比例的比较

1) 汉字字高不宜采用2.5。

中文字体采用长仿宋体 写仿宋体要领
横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

图样和技术文件中书写的字必须做到
字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

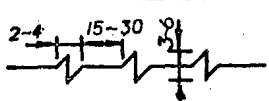
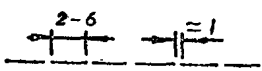
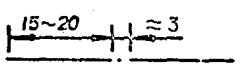
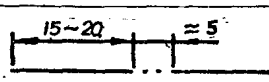
1234567890

图1-4 字体示例

表 1-3

图

线

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	主要用途
粗实线		A	$b=0.5\sim 2$ (mm)	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		B	约 $b/3$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线, 辅助线
波浪线		C	约 $b/3$	断裂处的边界线, 视图与剖视的分界线
双折线		D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		F	约 $b/3$	不可见轮廓线, 不可见过渡线
细点划线		G	约 $b/3$	轴线, 对称中心线, 节圆及节线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线或面的表示线
双点划线		K	约 $b/3$	假想投影轮廓线, 相邻辅助零件轮廓线, 中断线

四、图线(GB4457.4—84)

绘制图样时,应采用表1-3所规定的图线。其用法参阅图1-5。

对于粗实线和粗点划线的宽度 b ,应根据图形的大小和复杂程度,在0.5—2毫米之间选择,其它型式的图线宽度则约为 $b/3$ 。

画图线的注意事项(图1-5):

(1) 同一图样中,同类图线的宽度、形式应一致;

(2) 点划线和双点划线的首尾应是线段而不是点,且应超出轮廓线2—5毫米,当它们相交时,应当是线段相交;

(3) 当虚线处于粗实线的延长线上时,粗实线应画到位,而虚线在接近粗实线处应留出空隙。一虚线与另一线段相交,也应画成线段相交。

五、尺寸注法(GB4458.4—84)

图样中除用图形表示机件形状外,还必须标注尺寸。

标注一个尺寸,应包括尺寸线、尺寸界线和尺寸数字三个要素(图1-6)。

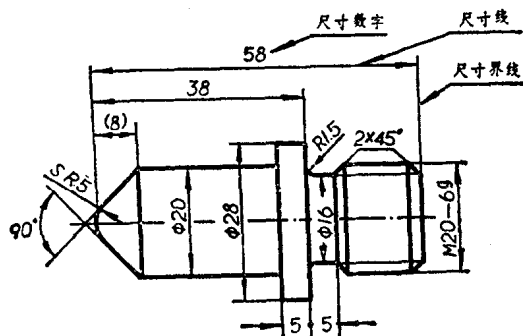


图1-6

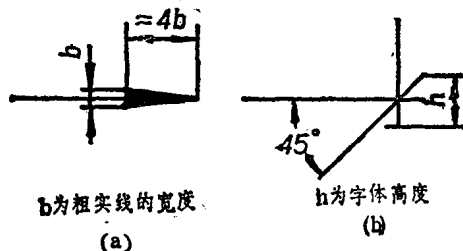


图1-7 尺寸线的终端形式

1. 尺寸线

尺寸线用以表示所注尺寸的范围,用细实线绘制。标注线性尺寸时,尺寸线应与所标注的线段平行。

尺寸线不能用其它图线代替,也不能画在其它图线的延长线上。尺寸线与尺寸线、尺寸线与轮廓线间应保持足够的距离,一般不少于7毫米。

尺寸线的终端有箭头和45°斜线两种形式(图1-7)。终端结构为箭头的尺寸线,在机械制图中是一种基本形式,它的清晰、美观直接影响图面质量,必须认真绘制。终端结构为斜线的尺寸线,在土木和建筑工程中普遍采用。

2. 尺寸界线

尺寸界线用以表示所标注尺寸的范围界限,用细实线绘制。它由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可以直接利用这些线作尺寸界线,尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并略

超过尺寸线（通常以3—4毫米为宜）。

3. 尺寸数字

尺寸数字用以表示形体的真实大小，与图形的大小及绘图准确度无关。其单位为毫米时，不标注计量单位。

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符号“R”；标注球面的直径或半径时，应在符号“ ϕ ”或“R”前再加注符号“S”。

线性尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注在其中断处。书写方向如图1-8(a)，尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图1-8(b)所示的方法标注。

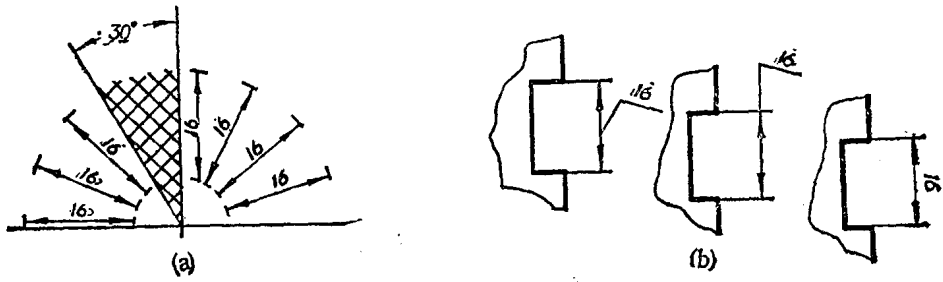


图1-8 尺寸数字的书写方向

表1-4 常用尺寸注法示例

内容	图	例
圆及圆弧		
小尺寸		
角度弦长及弧长		

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。
常用尺寸注法示例如表1-4所示。

第二节 绘图工具

一、图板、丁字尺、三角板是常用的绘图工具，它们的配合使用方法如图1-9、图1-10所示。

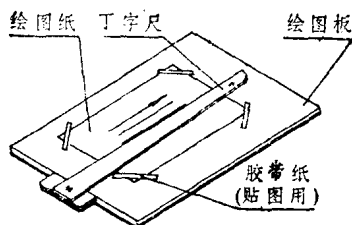


图1-9 用丁字尺画水平线

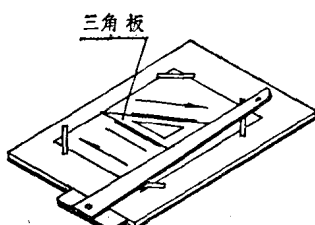


图1-10 用丁字尺、三角板画竖直线和特殊角度斜线

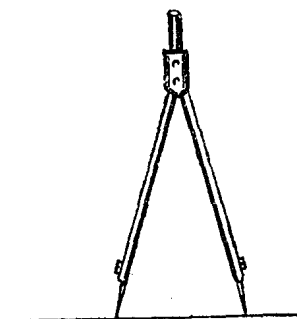


图1-11 分规

二、绘图仪器

整盒绘图仪器的件数有多有少，常用的仪器有圆规和分规等。圆规用来画圆和圆弧，分规用来量取尺寸和等分线段（图1-11）。

三、曲线板

曲线板是画非圆曲线的一种工具，其轮廓由多段不同曲率的曲线组成，使用方法如图1-12所示。

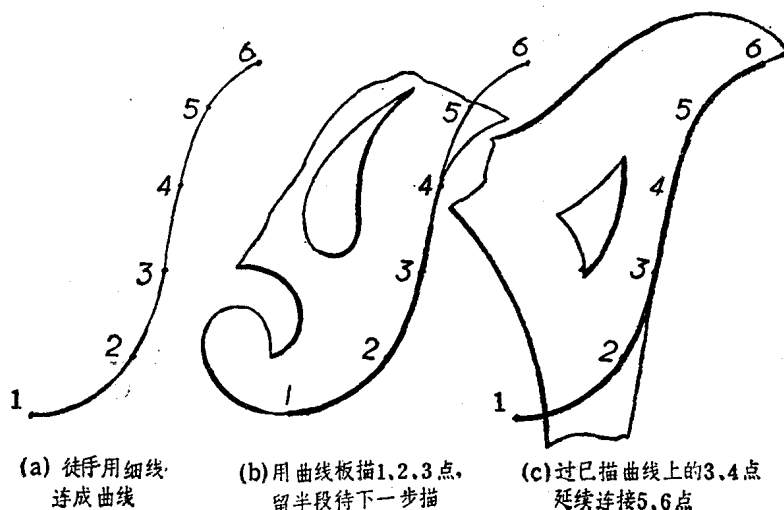


图1-12 曲线板的用法

四、绘图铅笔

绘图铅笔是常用的一种工具。铅芯的硬度以字母H及B表示，B表示软，H表示硬。画图时常用2H、H画细线和底图，HB写字，B和2B描深粗线。铅芯通常磨成锥形，但画粗线时，可以磨成铲状（图1-13）。

随着科学技术的发展，使用计算机控制自动绘图机绘制各种图样，在机械、建筑、航空、地质等领域已广为应用。它具有高速度、高精度的特点，可大大缩短设计制图的周期。由于篇幅限制，对其完整绘图过程，本书不作介绍。

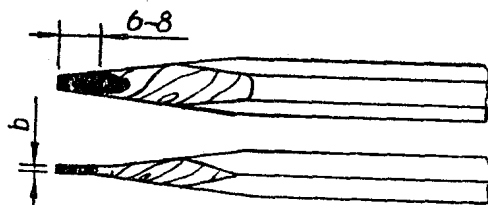


图1-13 画粗线的铅笔削法

第三节 几何作图

一、正多边形

图1-14介绍了根据外接圆直径作正六边形的方法

使用丁字尺、三角板还能直接作出正三角形、正方形等图形。其它各种正多边形常采用分规试分其外接圆的方法画出。

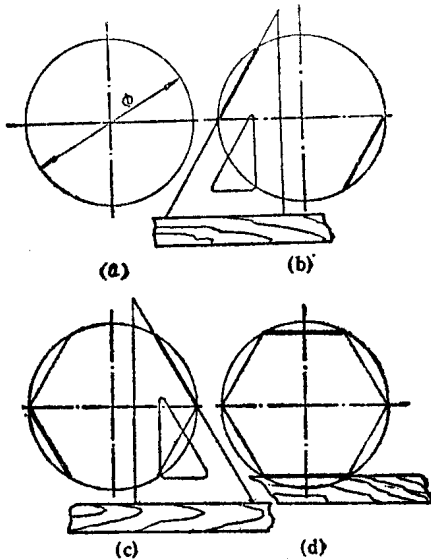


图1-14 用丁字尺、三角板作正六边形

二、圆弧连接

如图1-15所示连杆，在画图过程中，需要作半径为R76和R24的圆弧连接 $\phi 35$ 、 $\phi 26$ 两圆。

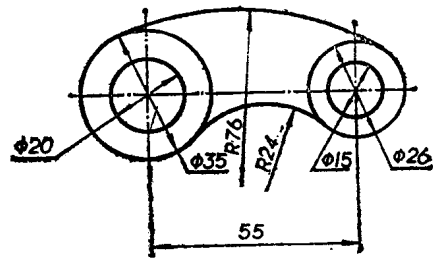


图1-15 连杆

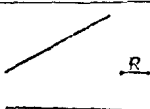
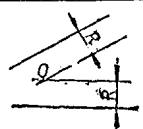
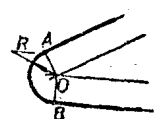
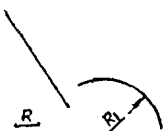
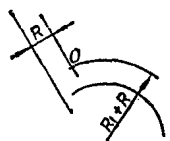
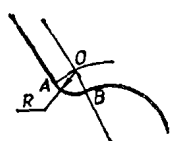
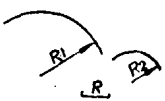
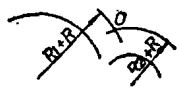
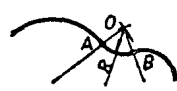
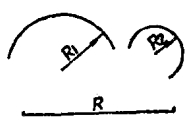
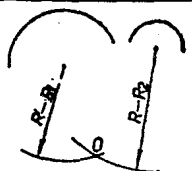
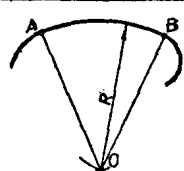
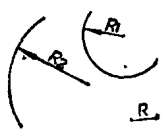
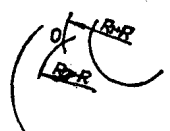
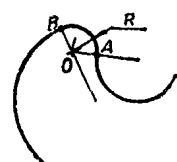
表 1-5

圆弧连接的基本原理

类别	圆弧与直线连接(相切)	两圆弧连接(外切)	两圆弧连接(内切)
图			
例	$OK \perp AB$ $OK = r$ (连接弧半径)	$O_1O_2 = r + R$ 切点K在 O_1O_2 连线上	$O_1O_2 = R - r $ 切点K在 O_1O_2 连线延长线上
连接弧圆心位置及切点位置	1. 连接弧圆心位于与已知直线距离为连接弧半径的平行线上; 2. 切点为连接弧圆心向已知直线所作垂线的垂足。	1. 连接弧圆心位于与已知圆弧同心,且半径为 $r + R$ 的圆周上; 2. 切点为两圆弧圆心连线与已知圆弧的交点。	1. 连接弧圆心位于与已知圆弧同心且半径为 $ R - r $ 的圆周上; 2. 切点为两圆弧圆心连接的延长线与已知圆弧的交点。

表 1-6

各种圆弧连接的作图步骤

已 知 条 件		作 图 步 骤		
连接两直线	 已知两直线和连接弧半径 R。	 ① 分别作直线平行于已知直线, 间距为 R, 两直线交于 O。	 ② 由 O 向直线作垂线得垂足 A, B, 以 O 为圆心 A, B 为切点, 作连接弧 R。	
	 已知一直线, 圆弧 R_1 和连接圆弧半径 R。	 ① 分别作间距为 R 的平行线, 半径为 $R_1 + R$ 的同心弧, 两者交于 O。	 ② 由 O 向直线作垂线得垂足 A, 连心线交弧于 B, 以 O 为圆心, A, B 为切点作连接弧 R。	
连接两圆弧	外接 (外切)	 已知圆弧 R_1, R_2 和连接弧半径 R。	 ① 分别以 $R_1 + R , R_2 + R$ 为半径作两同心弧相交于 O。	 ② 由 O 作两条连心线, 分别与弧交于 A, B, 以 O 为圆心, A, B 为切点, 作连接弧 R。
	内接 (内切)	 已知两圆弧 R_1, R_2 和连接弧半径 R。	 ① 分别以 $R - R_1 , R - R_2$ 为半径作两同心弧相交于 O。	 ② 由 O 作两条连心线, 分别与弧交于 A, B, 以 O 为圆心, A, B 为切点, 作连接弧 R。
	内外接 (内外切)	 已知两圆弧 R_1, R_2 和连接弧半径 R。	 ① 分别以 $R + R_1 , R_2 - R$ 为半径作两同心弧相交于 O。	 ② 由 O 作两条连心线分别与弧交于 A, B, 以 O 为圆心, A, B 为切点连接弧 R。

这种以圆弧光滑连接相邻线段的作图，称为圆弧连接。其作图基本原理如表1-5所示。

各种圆弧连接的作图步骤如表1-6。作圆弧连接时，必须确定连接圆弧的圆心及切点。

三、椭圆

根据长、短轴作椭圆，常采用以下两种方法：

1. 同心圆法精确作椭圆的步骤如下：

(1) 以椭圆长、短轴为直径作两同心圆(图1-16a)。

(2) 作一系列放射线与大小圆相交，过大圆上交点的竖直线与过小圆上交点的水平线相交于随圆上诸点(图1-16b)。

(3) 过所求诸点，光滑连接成随圆(图1-16c)。

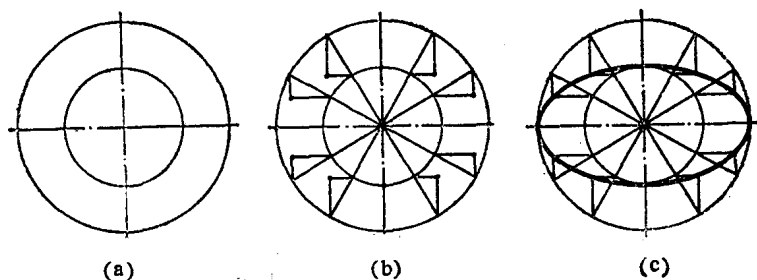


图1-16 同心圆法作椭圆

2. 四心圆弧法作近似椭圆(图1-17)

(1) 作长短轴，在AC连线上取点E($CE = AO - OC$)(图1-17a)。

(2) 作AE的中垂线，得交点1、2，并量取其对称点3、4(图1-17b)。

(3) 连接1、2，1、4，3、2，3、4分别以1、2、3、4为圆心， R_1 、 R_2 为半径作圆弧，连接成随圆(图1-17c)。

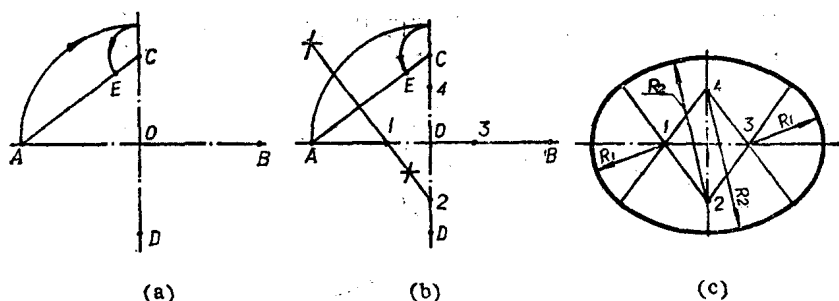
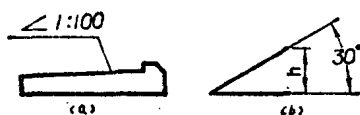


图1-17 四心圆弧法作近似椭圆

四、斜度与锥度

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。其大小用它们之间的夹角的正切来表示，图中通常写成1:X的形式。斜度的标注方法如图1-18(a)所示，图中，斜度符号按



(a) 标注方法 (b) 斜度符号 (h —字高)

图1-18 斜度的标注法

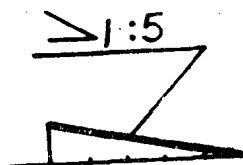


图1-19 斜度的画法

1-18 (b) 绘制, 其斜线方向应与图形斜度方向一致。图1-19表明了斜度1:5的画法。

2. 锥度

如图1-20所示, 锥度是指正圆锥底圆直径与高度之比。圆台的锥度则为两端底圆直径之差与圆台高度之比。锥度 $= \frac{D}{L} = \frac{D-d}{l}$ 。

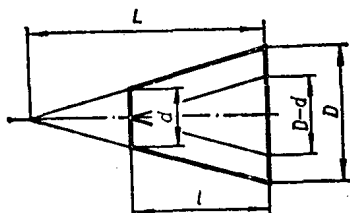
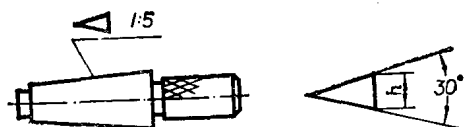


图1-20



(a) 锥度标注方法 (b) 锥度符号 (h =字高)

图1-21 锥度的标注法

锥度的标注方法如图1-21所示, 符号方向应与锥度方向一致。锥度作图问题读者可自行思考。

五、平面图形的分析与作图

如图1-22所示, 平面图形通常由直线、圆和圆弧所组成。画图前, 应先作线段分析, 弄

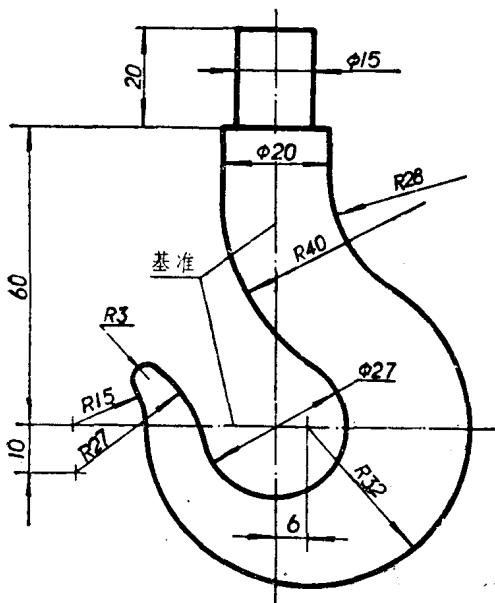


图1-22 吊钩

光滑和提高画图效率, 应先描曲线, 后描直线。在描深直线时, 应先描水平线, 再描铅垂线, 最后才描倾斜线。

清哪些线段尺寸齐全, 可直接作图, 哪些线段尺寸不全, 还需通过作图才能确定。对于圆弧来说: 若已知半径和确定圆心位置的两个尺寸, 即可直接画出, 如图中的 $\phi 27$ 、 $R32$ 圆弧, 这种圆弧称为已知圆弧; 若已知半径和确定圆心位置的一个尺寸, 如图中的 $R27$ 和 $R15$ 圆弧, 称为中间圆弧, 其圆心位置尚需作图确定; 若仅知半径, 如图中的 $R28$ 、 $R40$ 和 $R3$ 等圆弧, 称为连接圆弧, 其圆心仍由作图确定。所以, 画平面图形中的圆弧时, 应先画已知圆弧, 再画中间圆弧, 后画连接圆弧。

吊钩的作图步骤如图1-23所示。

在描深图线时, 为了使线段连接