

机械制图及习题集

唐储建 编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教委 1998 年印发的“(非机类专业)《机械制图》课程教学的基本要求”,并结合目前高职、高专(少学时)的实际教学而编写。可作为非机类高职、高专 50~70 学时制图课的教材。

全书内容包括:制图基本知识、投影作图、机械图、常用工程图、计算机绘图和习题集。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图及习题集/唐储建编. —重庆:重庆大学出版社, 2004.12

ISBN 7-5624-3275-9

. 机... . 唐... . 机械制图—高等学校—
教材 机械制图—高等学校—习题 . TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 116060 号

机械制图及习题集

唐储建 编

责任编辑:彭 宁 版式设计:彭 宁

责任校对:廖应碧 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林天美彩色报刊印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:19.625 字数:386 千

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-3275-9

定价:29.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

《机械制图》教材和习题集,是根据原国家教委 1998 年印发的“(非机类专业)《机械制图》课程教学的基本要求”,并结合目前高职、高专(少学时)的实际教学而编写。可作为非机类高职、高专 50 ~70 学时制图课的教材。

全书共 5 章,内容包括:制图基本知识、投影作图、机械图、常用工程图、计算机绘图和习题集。

教材根据课程教学的基本要求选择内容,突出以“投影理论”为基本理论,以“投影作图”为重点,以培养学生能力为目标。全书简明扼要,重点突出,并在编写时注意了以下几点:

1. 书中采用新的《机械制图》、《技术制图》国家标准。
2. 以实用为度,对“画法几何”做了大量删减。
3. 将《机械制图》教学内容的重点及难点之一的“截切体”,做了深入详细的分析、讲解,为培养学生的空间想像能力和空间分析能力打下良好的基础。
4. 为了满足不同专业使用教材和社会发展的需要,本书编写了“常用工程图”和“计算机绘图”。

习题集根据教学内容及要求编写,其重点是:制图基本技能练习,投影作图练习和读图练习。

教材和习题集由唐储建编写,梁兴元主审,图形处理熊真春。

书中的缺点和错误,请读者批评指正。

编者

绪 论

根据投影原理、标准或有关规定表达工程对象,并有必要的技术说明的图称为图样。

在现代工业生产中,一切工程建筑、机器设备和仪器等的设计,都是用图样来表达,并根据图样进行施工、制造和维修。图样是工业生产中重要的技术文件,是工程人员表达和交流思想的工具,因此,人们称图样为“工程语言”。

本课程是非机类专业培养工程技术应用型人才的一门技术基础课,是研究绘制和识读机械图样的基本原理和方法的一门课程,为培养学生的绘图技能、空间想像能力和空间分析能力打下必要的基础。学习本课程后应达到以下基本要求:

1. 掌握正投影法的基本原理及其应用。
2. 掌握制图国家标准及其他的有关规定。
3. 掌握图样画法和机械图的有关规定,能识读一般零件图和简单装配图,能绘制简单零件图,并能查阅相关的技术标准。
4. 掌握计算机绘图的基本知识,能用计算机绘制简单零件图。
5. 加强工程技术基本素质教育,培养认真细致的工作态度和一丝不苟的工作作风。

《机械制图》是一门实践性较强的课程,在学习中,培养和建立“标准”意识,是工程技术人员必须的基本素质之一。

投影作图是《机械制图》的重点内容,学习时,应在掌握投影理论和作图方法的基础上,认真、细致地完成各项练习和作业,通过一定数量的作业实践,达到本课程的学习要求。

养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,才能绘制出符合国标的高质量图样。

计算机是目前生产、科研等在设计和绘图时使用的先进工具。在学习中,加强上机实践作业,掌握计算机绘图的基本知识,适应社会发展的需要。

第 1 章

制图基本知识

学习机械制图课程, 首先应掌握机械制图国家标准, 绘图工具、仪器和用品的使用方法以及几何作图等基本知识, 并通过作业实践形成初步的技能, 为进一步学习本课程打下基础。

1.1 《机械制图》国家标准

机械图样是设计、制造、使用和维修机械设备的重要技术文件, 是工程界的“技术语言”。所以机械制图国家标准对机械图样的画法、图线、尺寸标注和字体的书写都做了统一规定。每个从事工程技术的人都必须建立标准意识并遵守国家标准。

本节介绍机械制图和技术制图国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法的基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

为了便于图样的管理和使用, 国家标准对图纸幅面大小、图框格式及标题栏的方位等做了统一规定。绘图时应优先采用表 1.1 中规定的图纸幅面尺寸。

表 1.1 图纸幅面尺寸

幅面尺寸	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

在各种图纸的幅面中, 以 A0 为全张, 自 A1 开始依次是前一种幅面大小的一半, 如图 1.1(c)。图幅格式如图 1.1(a)、(b), 根据绘图需要, 图纸可以横放或竖放, 图纸的边框线用粗实线绘制。

图框的右下角绘制标题栏, 标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式和内容应符合

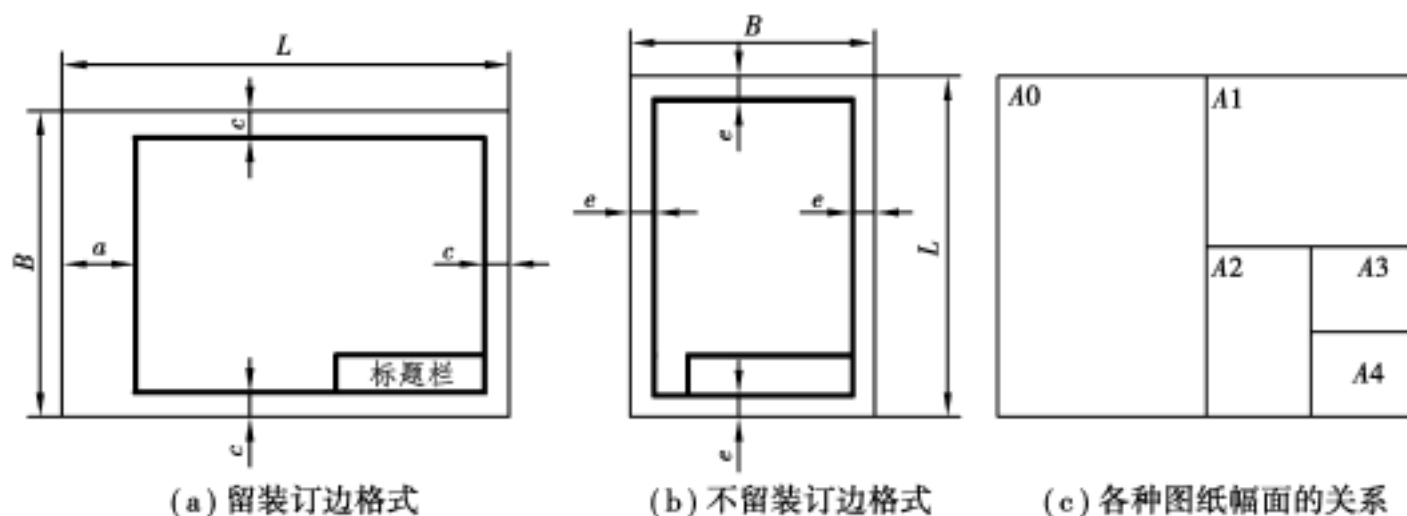


图 1.1 图纸格式

合国家标准规定。制图作业用的标题栏建议采用图 1.2 的格式。

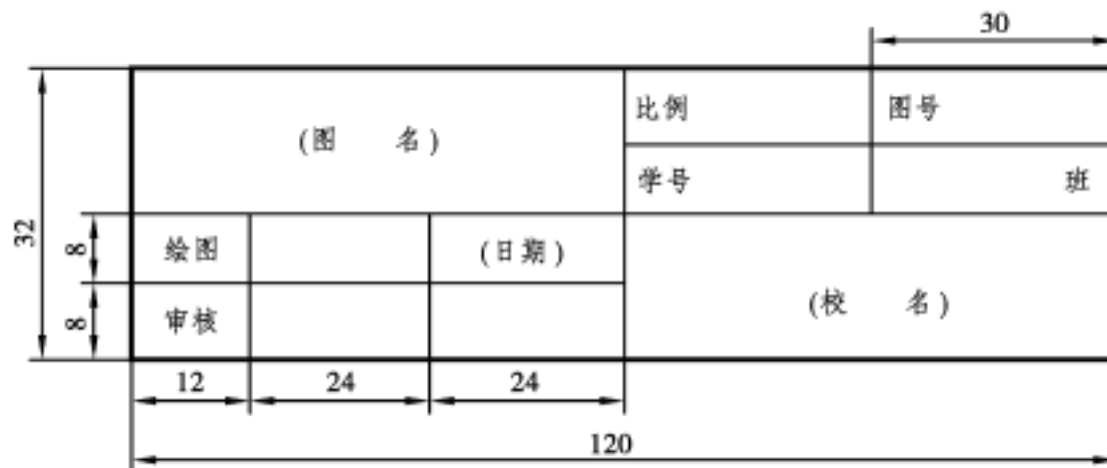


图 1.2 标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

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,称为比例。

绘图时,应尽可能按机件的实际大小画出,即 1:1 的比例,这样可从图上直接看出机件的真实大小。根据机件的大小及形状复杂程度的不同,也可采用放大或缩小的比例。无论采用何种比例,图中所注尺寸数字均应是物体的真实大小与比例无关。

表 1.2 绘图的比例

原值比例	1:1				
放大比例	5:1	2:1	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数,即字体的高度 h (单位: mm),按公称尺寸系列 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 选取(汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm)。字体的宽度约等于字体高度的 $h/\sqrt{2}$ 。

1. 汉字

图中的汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体汉字的书写要领是: 横平竖直, 注意起落, 结构匀称, 填满方格。

2. 数字及字母

数字及字母的字体一般采用斜体字, 书写时字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

3. 字体示例





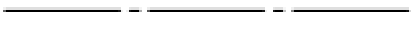

汉字、数字和字母的示例见表 1.3。

表 1.3 字体

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10 号	字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
	7 号	横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号	螺纹齿轮端子接线飞行指导驾鹅舱位挖真施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>1234567890</i>
	正体	1234567890
罗马数字	斜体	
	正体	

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998 及 GB/T 4457.4—1984)

表 1.4 常用图线

图线名称	图线型式	宽度	应用及说明
粗实线		$d = 0.5 \sim 2$	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线
虚线			不可见轮廓线
波浪线			断裂处的边界线
点画线			中心线、对称轴线
双点画线			假想投影轮廓线

绘制图样时应采用表 1.4 中规定的图线。图线分为粗、细两种。粗线的宽度 d 应按图样的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选取, 细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线的应用及画法, 如图 1.3。

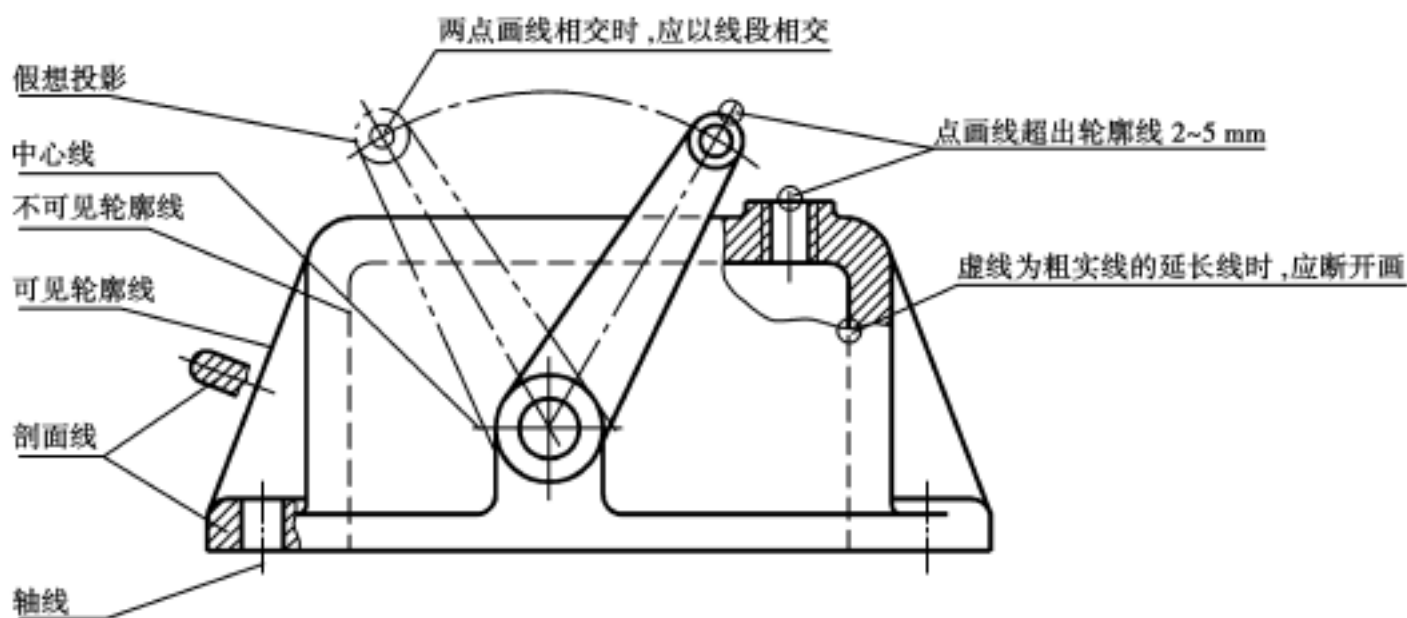


图 1.3 图线的应用及画法

1. 图样中的同类图线宽度及深浅应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

2. 虚线若为粗实线或其他图线的延长线时, 应在连接处留有间隙。当虚线与其他图线相交时, 相交处不应有间隙。

3. 点画线和双点画线中的点是短画(约 1 mm), 不是圆点; 两种线型的首末两端应是线段而不是短画。绘制圆的中心线时, 圆心应是点画线线段的交点, 而且两端应超出圆弧 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。在较小图形上绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。

1.1.5 尺寸注法(GB4458.4—1984 及 GB/T 16675.2—1996)

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样中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, 如采用其他单位则必须注明相应计量单位的代号或名称。

(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. 尺寸的四要素

一个完整的尺寸是由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四部分组成(如图 1.4)。

(1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可用轮廓线、轴线或中心线作尺寸界线。所绘尺寸界线一般应超出尺寸线 $2 \sim 5 \text{ mm}$ (如图 1.5(a))。

(2) 尺寸线

标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所注的线段平行。尺寸线用细实线绘制。不得用其他图线代替尺寸线, 也不得与其他图线重合或画在其延长线上(如图 1.5)。

标注线性尺寸时, 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜(图 1.6), 同时尺寸

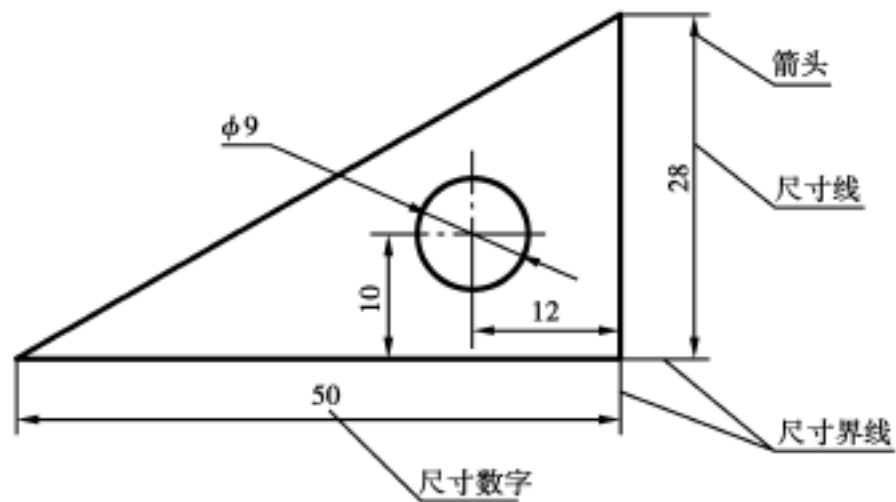


图 1.4 尺寸四要素及注法

界线一般应避免与尺寸线相交(图 1.5(b))。

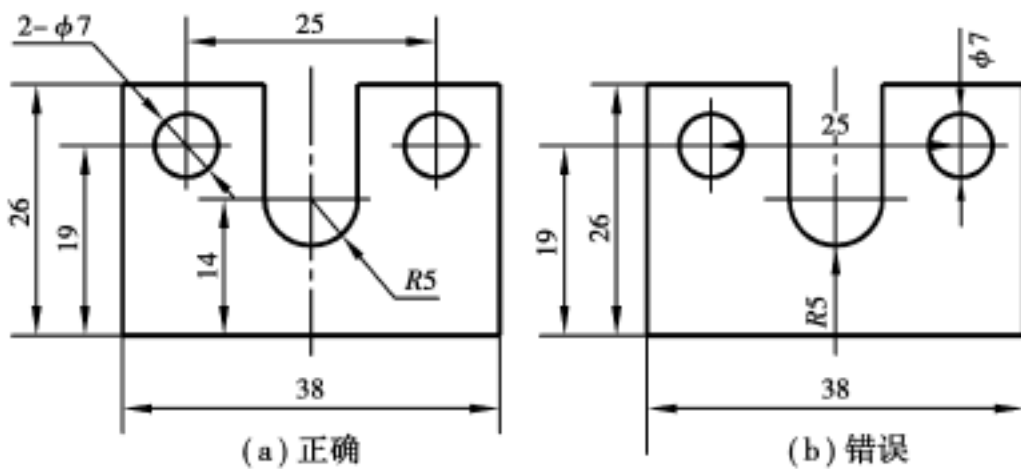


图 1.5 尺寸线与尺寸界线的画法

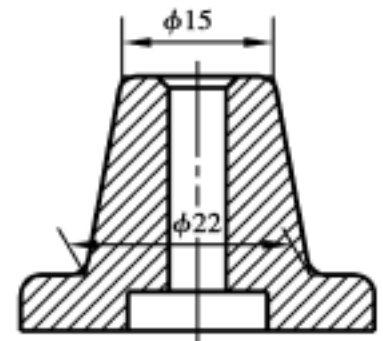


图 1.6 尺寸线与尺寸界线倾斜

(3) 尺寸线终端有两种形式

箭头

箭头的画法如图 1.7(a), 箭头适用于各种类型的图样。

斜线

斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图 1.7(b)。当采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。同一张图样中, 只能采用一种尺寸线终端形式, 在机械图样中主要采用箭头。

(4) 尺寸数字



图 1.7 尺寸终端

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(图 1.8(a))。尺寸数字不允许任何图线穿过, 当无法避免时必须断开图线, 如图 1.8(b)、(c)所示。

3. 常见尺寸的注法

常见尺寸注法见表 1.5。

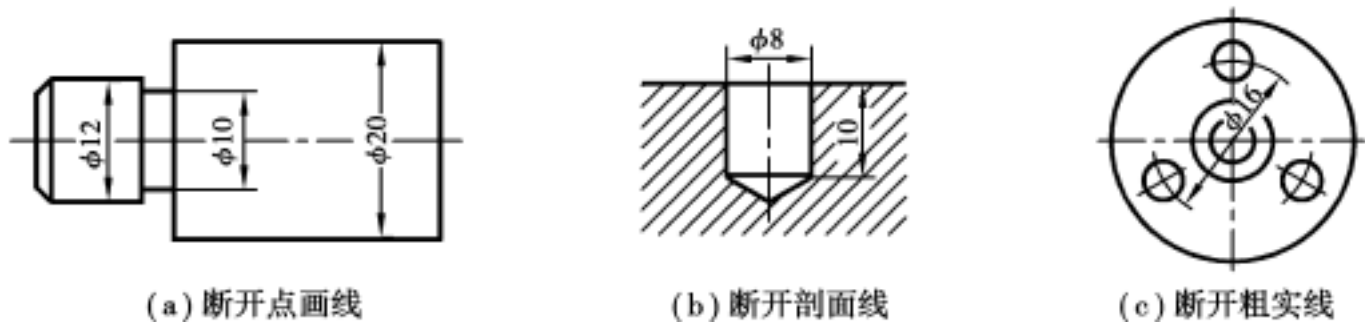


图 1.8 断开图线注写尺寸数字

表 1.5 常见尺寸注法示例

尺寸类别	图 例	说 明
线性尺寸 数字注写 方向		<p>1. 尺寸数字一般注写在尺寸线的上方。水平尺寸字头朝上, 垂直尺寸字头朝左, 倾斜尺寸的字头有朝上的趋势</p> <p>2. 尽量避免在图(a)所示 30° 范围内标尺寸, 当无法避免时, 允许按图(b)的形式标注</p>
圆和圆弧		<p>1. 圆——尺寸线通过圆心, 在尺寸数字前加注符号“ϕ”</p> <p>2. 圆弧——尺寸线从圆心画起, 在数字前加注符号“R”, 如图(a)</p> <p>3. 当圆弧半径过大时, 圆心位于图形之外较远处, 半径的注法如图(b)</p>
小尺寸		<p>1. 当位置不够标注尺寸数字或箭头时, 可按图例中形式标注</p> <p>2. 几个小尺寸连续标注时, 可用圆点代替两个连续尺寸间的箭头</p>

续表

尺寸类别	图 例	说 明
球面尺寸		标注圆球的直径或半径时,应在“ ”或“ R ”前加注符号“ S ”
角度		尺寸线是以角顶为中心的圆弧,角度数字一律水平正写

1.2 绘图工具、仪器及用品

正确使用绘图工具,对提高绘图速度,保证图面质量是非常重要的。

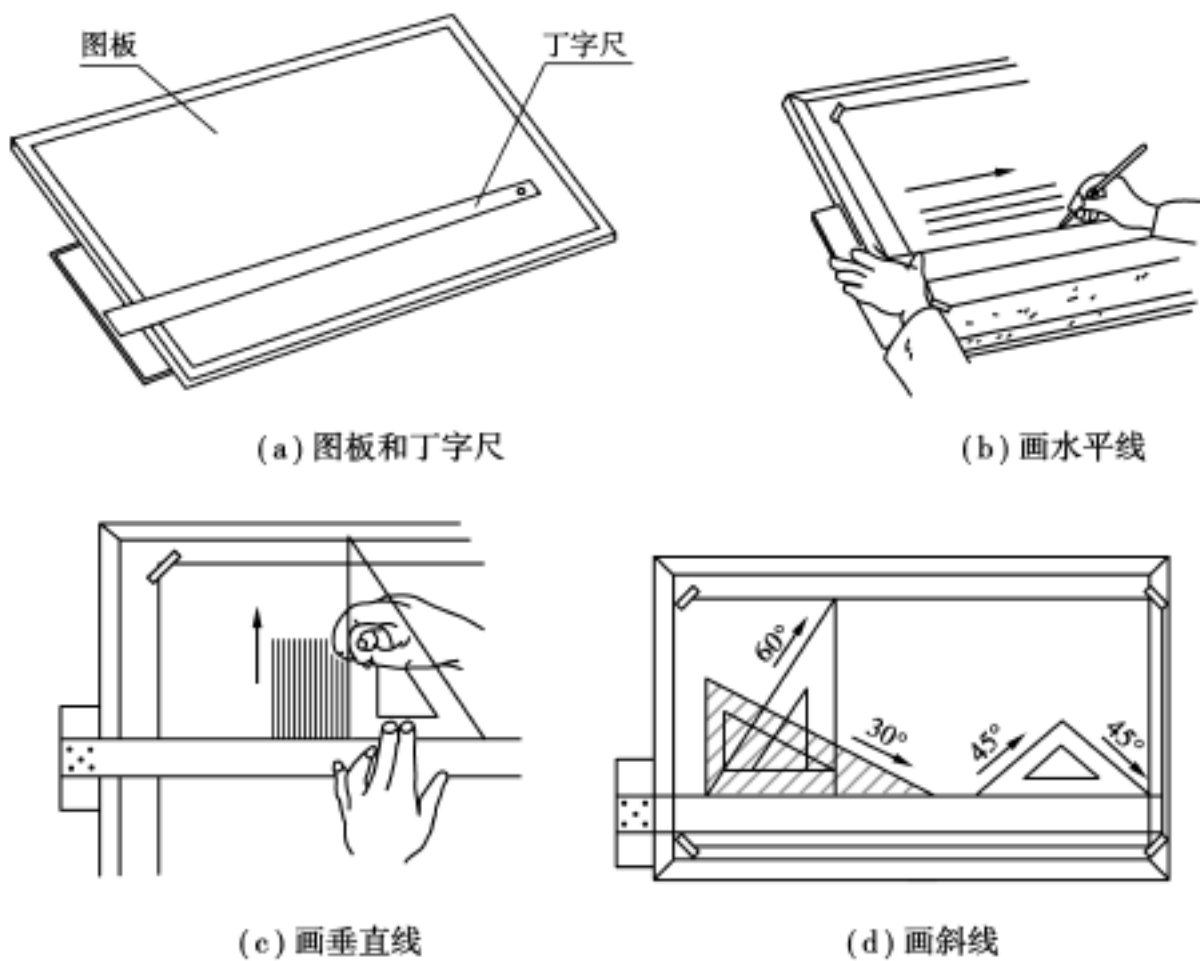


图 1.9 图板、丁字尺和三角板的使用方法

1.2.1 图板、丁字尺和三角板

图板的工作面要求光滑平整,图板的左边为工作导边。一般用胶带纸将图纸固定在图板上。

丁字尺由尺头和尺身组成,绘图时,左手握尺头,使其紧靠导边上下移动如图 1.9(b) 所示。

使用丁字尺、三角板配合可画垂直线和各种 15° 倍数角的斜线如图 1.9(d) 所示。

1.2.2 绘图仪器

1. 分规

分规用来等分线段和圆周,量取线段的长度(图 1.10)。

量取尺寸 等分线段

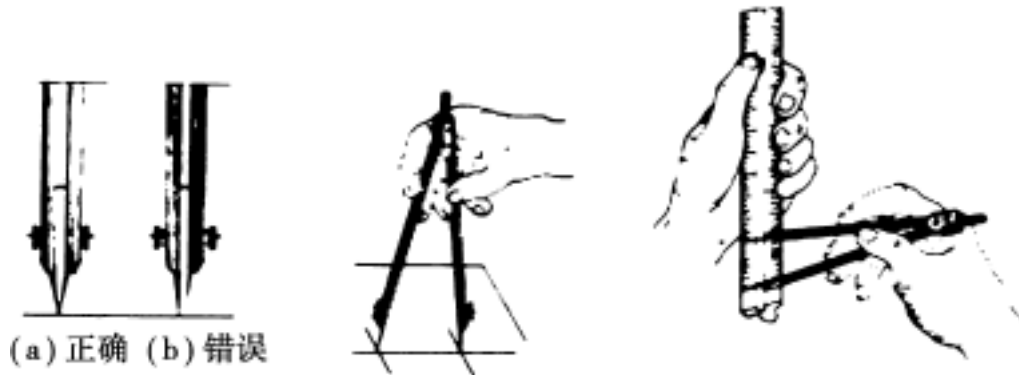


图 1.10 分规的用法

2. 圆规

圆规用来画圆和圆弧。其附件有铅芯插腿、针尖插腿、鸭嘴插腿和延长杆。圆规固定腿上装有定心针,定心针带有台阶的一端画圆时用,另一端锥形针尖当分规用。圆规画圆时,定心针和插腿均应垂直于纸面,操作方法见图 1.11。

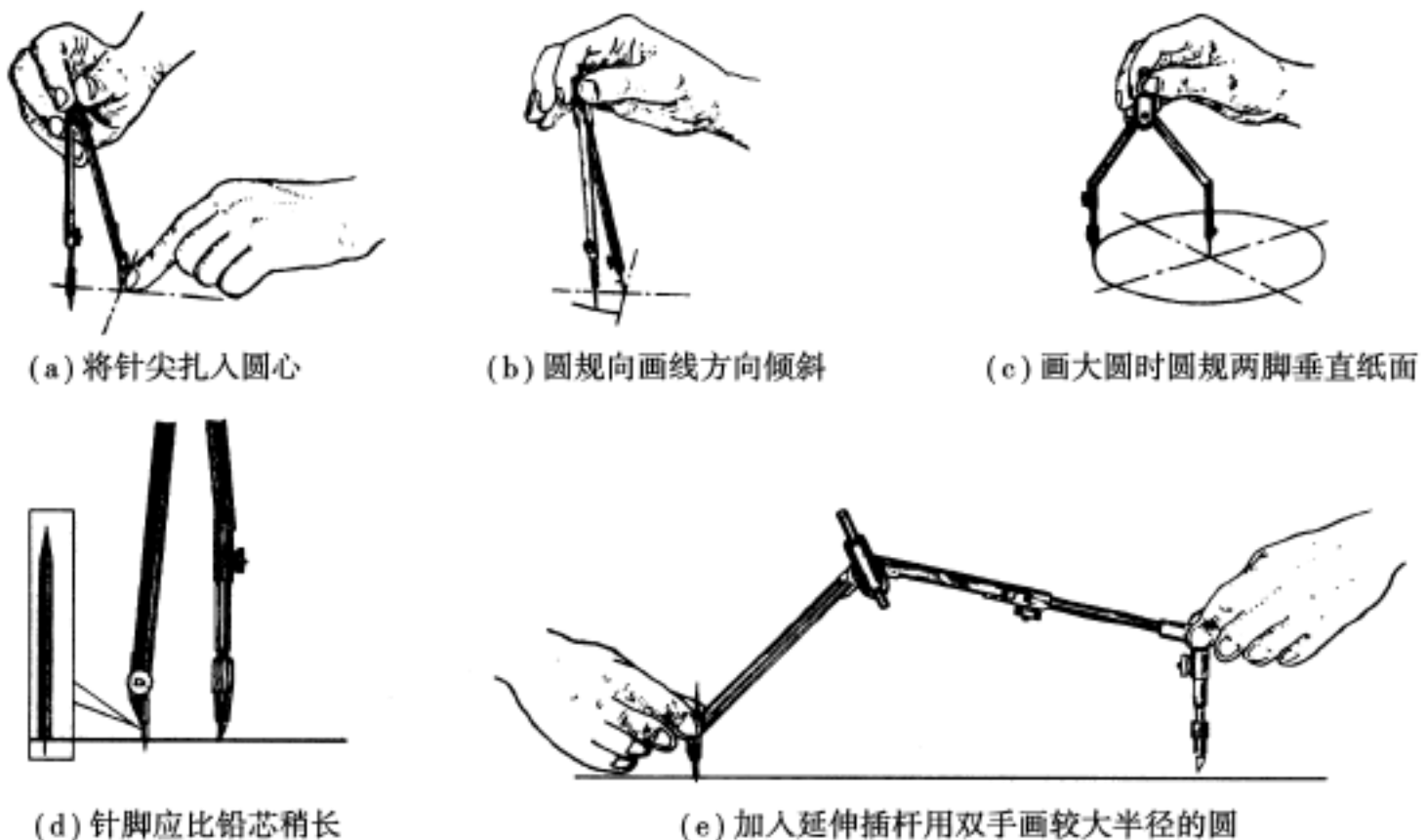


图 1.11 圆规的用法

1.2.3 绘图用品

1. 绘图纸

绘图纸要求质细、平整。绘图时应分清正、反面,并用正面画图。

2. 绘图铅笔

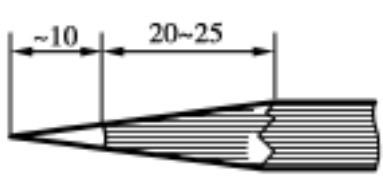
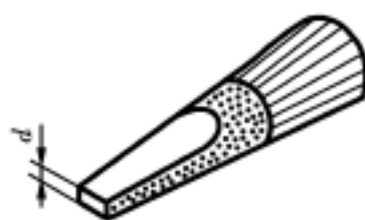

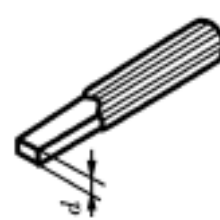
常用绘图铅笔的型号及用途:

(1) H、HB——用于画底图、画细实线和书写文字。

(2) B、2B——用于画粗实线。

绘图铅笔的铅芯应在砂纸上磨削成表 1.6 的形式。B(或 2B) 铅芯磨削成扁平状, 窄边厚度 d 为 0.5 ~ 2 mm(粗实线宽度), 其他型号的铅芯磨削成锥形。

表 1.6 铅笔及铅芯的选用

用途	铅 笔			圆规用铅芯	
	画细线	写 字	画 粗 线	画细线	画粗线
软硬程度	H 或 2H	HB	HB 或 B	H 或 HB	B 或 2B
削磨形状					
	锥形			铲形	
					
				楔形	
					
				截面为矩形的四棱柱	

其他常用的绘图用品有胶带纸、擦图片、小刀、砂纸、绘图橡皮等。

1.3 几何作图

本节介绍圆周等分、斜度和锥度的画法、连接和平面图形的画法等几何作图方法。这些都是绘图所必须掌握的基本知识和技能。

1.3.1 等分圆周和正多边形

1. 三、六等分圆周

已知圆的直径, 作圆的三、六等分(图 1.12)。

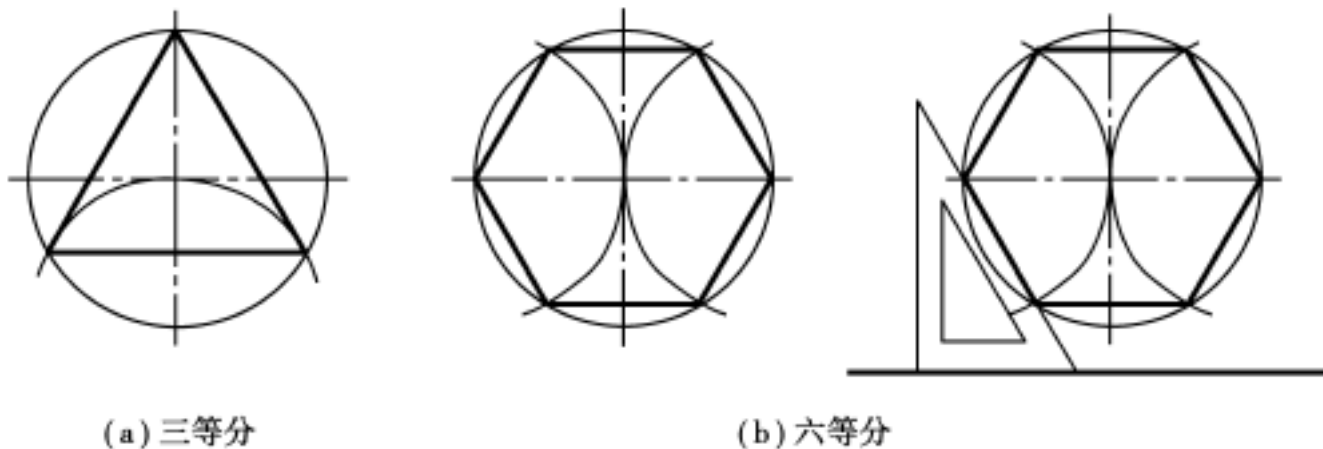
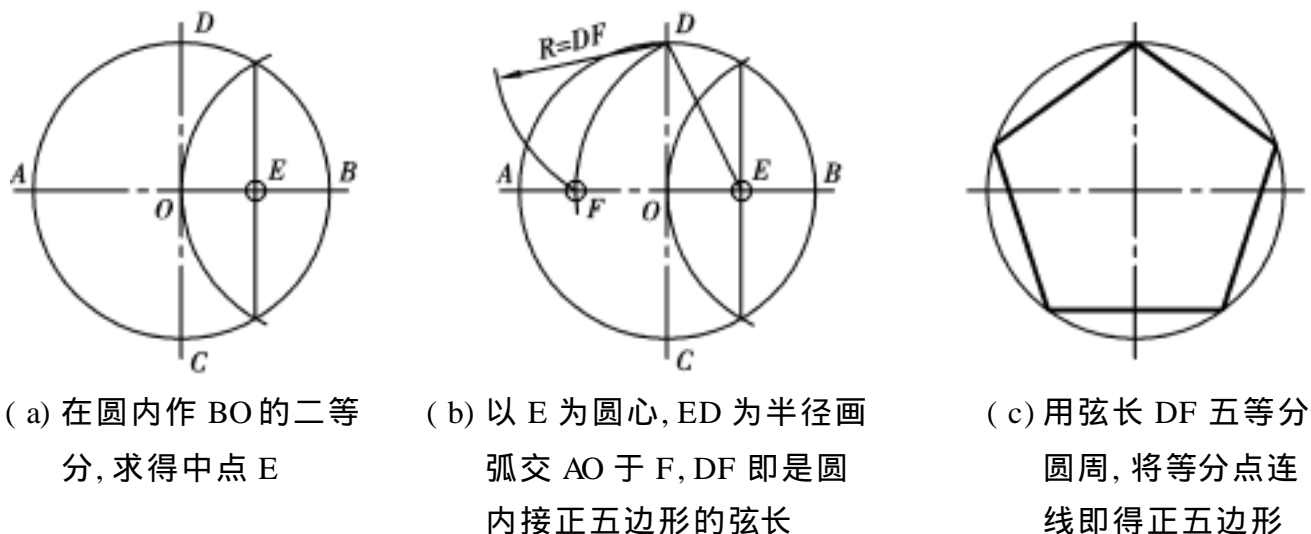


图 1.12 三、六等分圆周

2. 作五等分圆周及正五边形(图 1.13)



(a) 在圆内作 BO 的二等分, 求得中点 E

(b) 以 E 为圆心, ED 为半径画弧交 AO 于 F, DF 即是圆内接正五边形的弦长

(c) 用弦长 DF 五等分圆周, 将等分点连线即得正五边形

图 1.13 作五等分圆周及正五边形

1.3.2 斜度与锥度

1. 斜度

斜度是指一直线对另一直线的倾斜度。斜度 = H/L, 在图样上用斜度符号“ \sphericalangle ”和 1:n 的形式标注, 如图 1.14 所示。



图 1.14 斜度的表示和画法

2. 锥度

锥度是指圆锥体底圆直径与高度之比, 对于圆台是指两底圆的直径差与圆台的高度之比, 在图样上用锥度符号“ \sphericalangle ”和 1:n 的形式标注如图 1.15 所示。

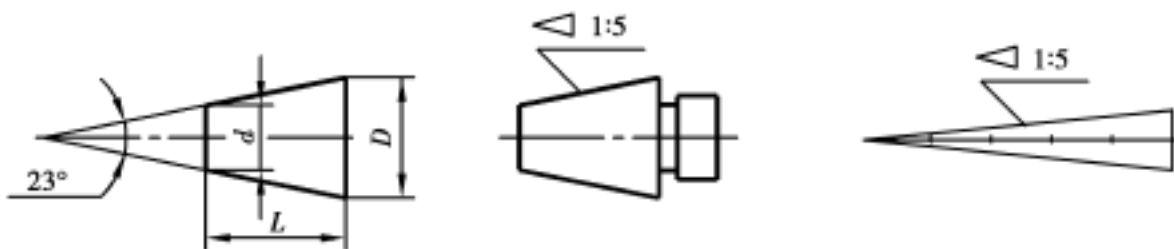


图 1.15 锥度的表示和画法

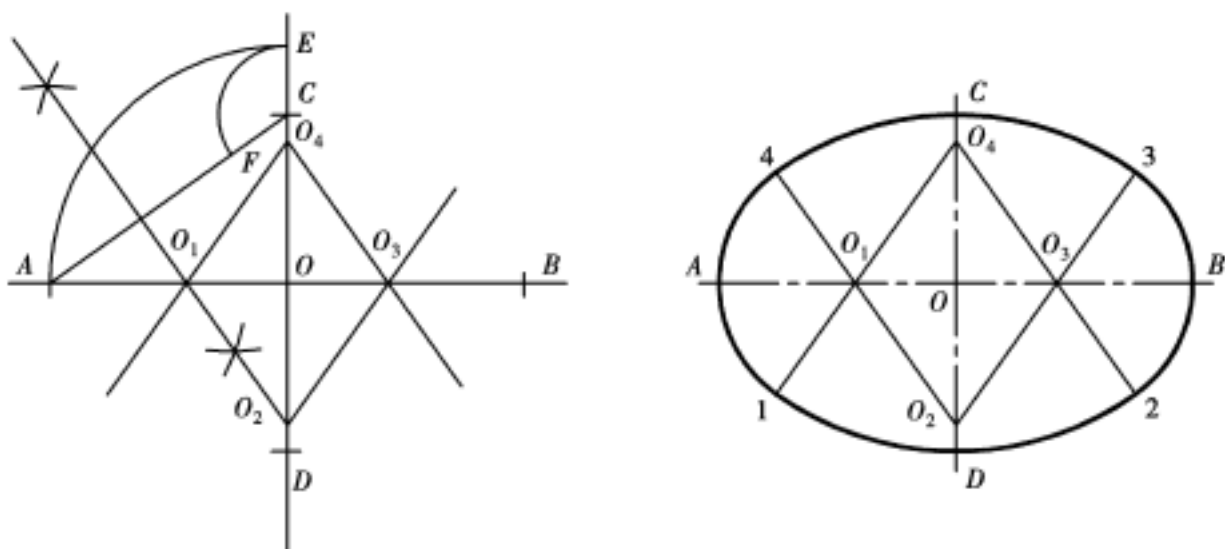
1.3.3 椭圆的近似画法(四心法)

已知椭圆的长轴 AB 和短轴 CD, 用四心法画近似椭圆, 如图 1.16 所示。

1.3.4 连接

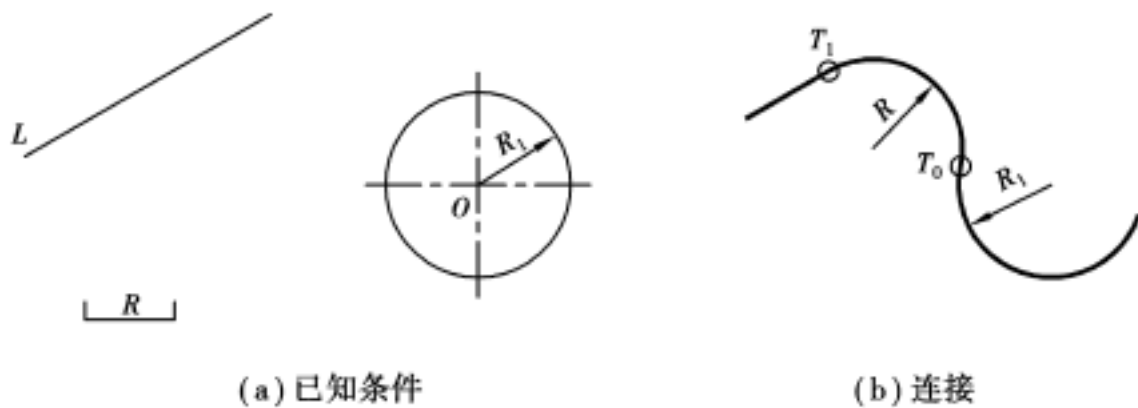
用已知半径 R 作直线 L 和圆弧 O 的连接, 如图 1.17。

分析已知条件, 我们提出两个问题: 一是用半径 R 作直线 L 的连接; 二是用半径 R 作圆弧 O 的连接。即圆弧连接直线和圆弧连接圆弧。下面分别介绍连接的作图原理及方法:



(a) 在短轴 CD 上取 $OA = OE$, 连接 AC , 取 $CF = CE$ 。作 AF 的中垂线与长、短轴交于 O_1, O_2 , 再作对称点 O_3, O_4 (b) 分别以 O_1, O_2, O_3, O_4 为圆心再以 O_1A 和 O_2C 为半径画四段圆弧接点分别为 1、2、3、4

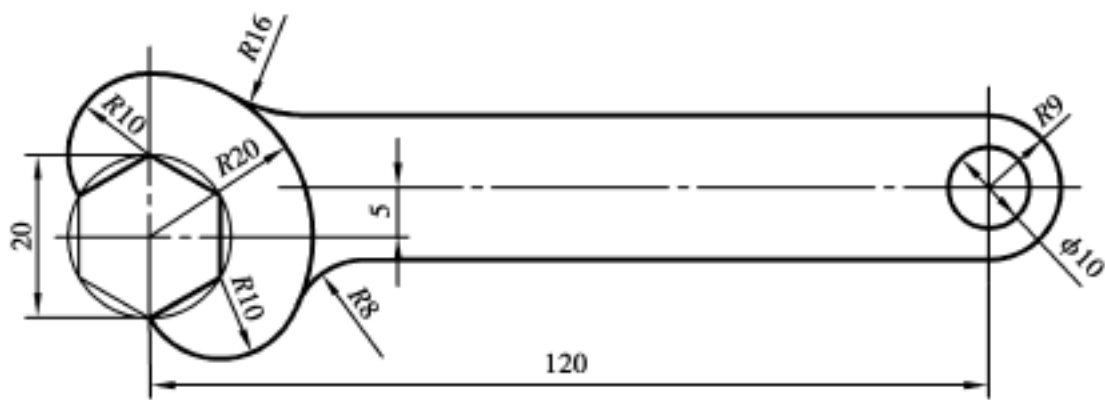
图 1.16 四心法画椭圆



R

(a) 已知条件

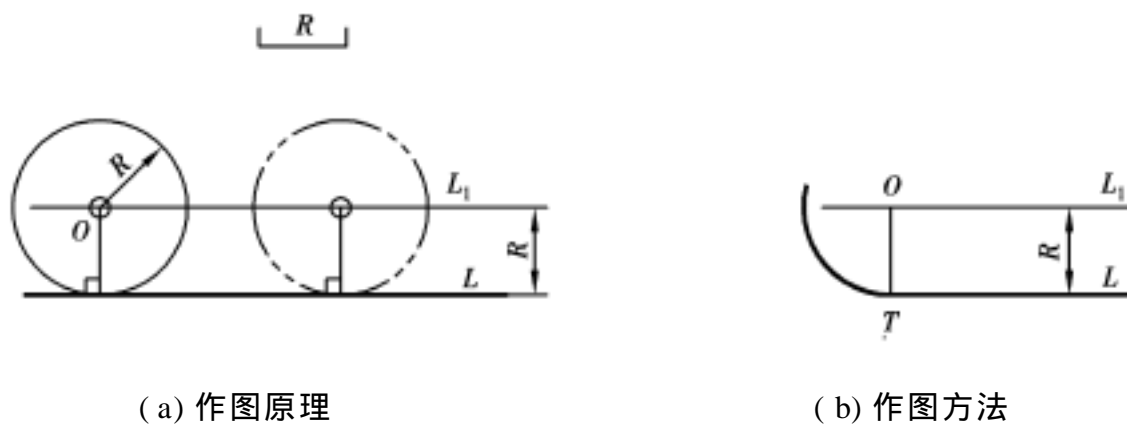
(b) 连接



(c) 六角扳手

图 1.17 连接

(1) 圆弧连接直线(图 1.18)

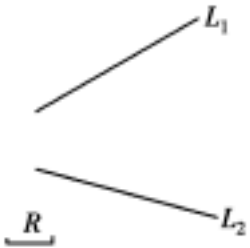
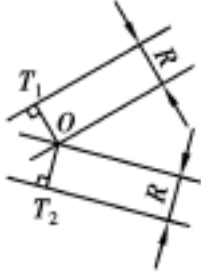
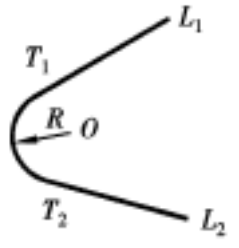
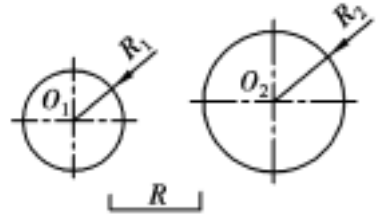
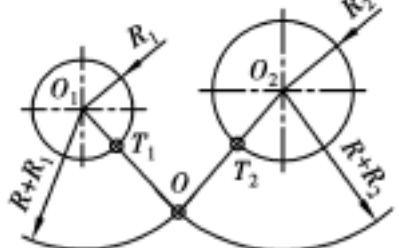
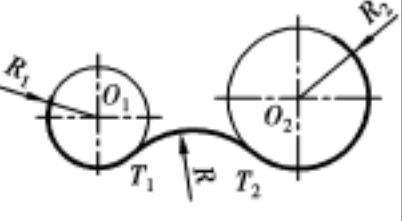
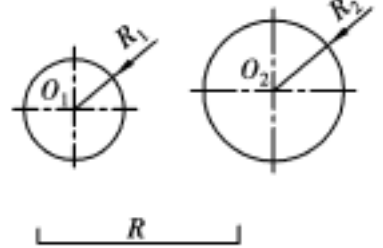
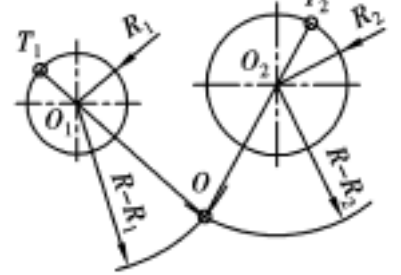
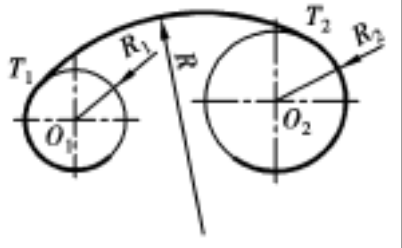
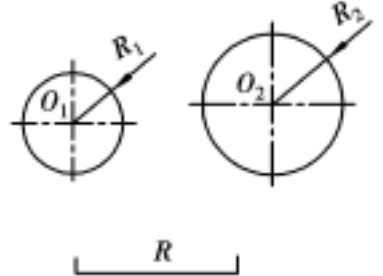
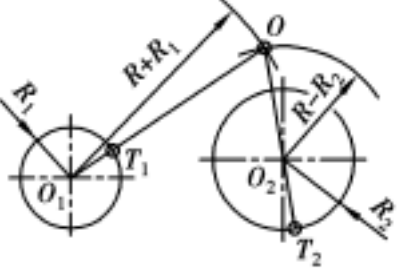
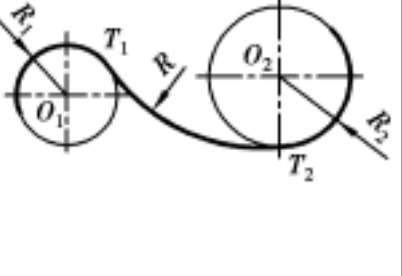


(a) 作图原理

(b) 作图方法

图 1.18 圆弧连接直线

表 1.7 常见圆弧连接形式及作图方法

连接形式	已知条件及作图要求	作图方法及步骤		
		确定圆心及切点	画连接弧	
用圆弧连接二直线	 <p>用已知半径 R 作直线 L_1, L_2 的连接</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分别作 L_1, L_2 的平行线, 使它们和原线的距离为 R, 交点 O 即为连接圆心 2. 以 O 点分别向 L_1, L_2 作垂线, 垂足即是切点 T_1, T_2 	 <p>以 O 为圆心, 由 T_1 至 T_2 画弧</p>	
用圆弧连接二已知圆弧	外连接	 <p>用已知半径 R 作圆 O_1, O_2 的外连接</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分别以 O_1, O_2 为圆心, 以 $R + R_1, R + R_2$ 为半径画弧, 交点 O 即为圆心 2. 连接 OO_1, OO_2 与二已知圆弧的交点 T_1, T_2 即为切点 	 <p>以 O 为圆心, R 为半径, 由 T_1 至 T_2 画弧</p>
	内连接	 <p>用已知半径 R 作圆 O_1, O_2 的内连接</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分别以 O_1, O_2 为圆心, 以 $R - R_1, R - R_2$ 为半径画弧, 交点 O 即为圆心 2. 连接 OO_1, OO_2 分别延长与已知圆弧的交点 T_1, T_2 即为切点 	 <p>以 O 为圆心, R 为半径, 由 T_1 至 T_2 画弧</p>
	连接	 <p>用已知半径 R 作圆弧 O_1 的外连接及圆弧 O_2 的内连接</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 以 O_1, O_2 为圆心, 以 $R + R_1, R - R_2$ 为半径画弧, 交点 O 即是圆心 2. 连接 OO_1 和 OO_2 并延长, 分别与已知圆弧 O_1, O_2 的交点 T_1, T_2 即为切点 	 <p>以 O 为圆心, R 为半径, 由 T_1 至 T_2 画弧</p>

(2) 圆弧连接圆弧如图 1.19 所示。

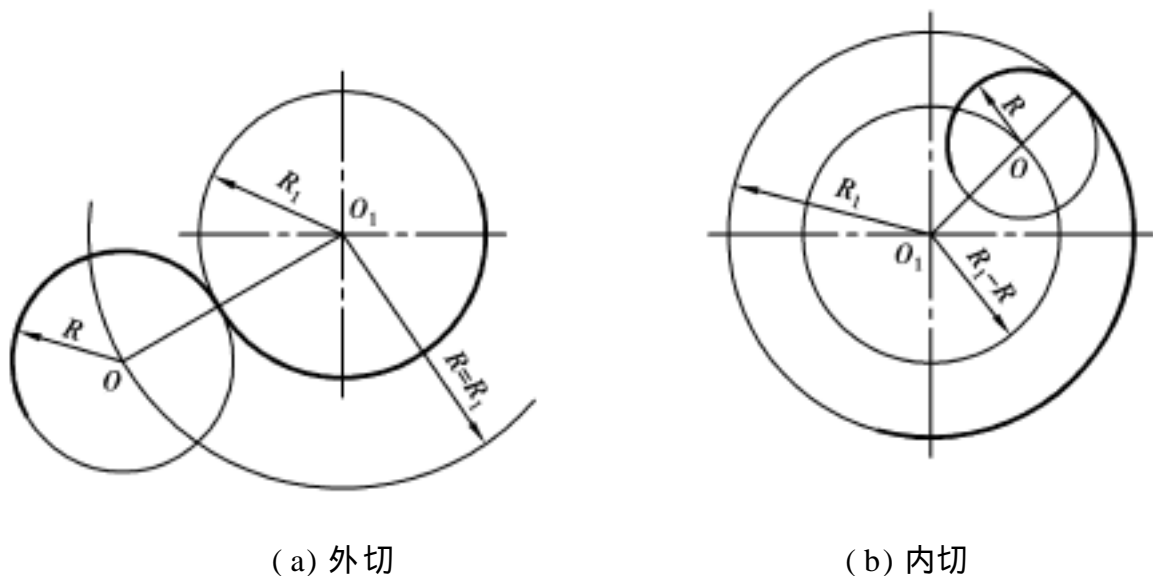


图 1.19 圆弧连接圆弧

(3) 常见圆弧连接形式及作图方法见表 1.7。

(4) 用已知半径 R 作直线 L 和圆弧 O 的外连接。

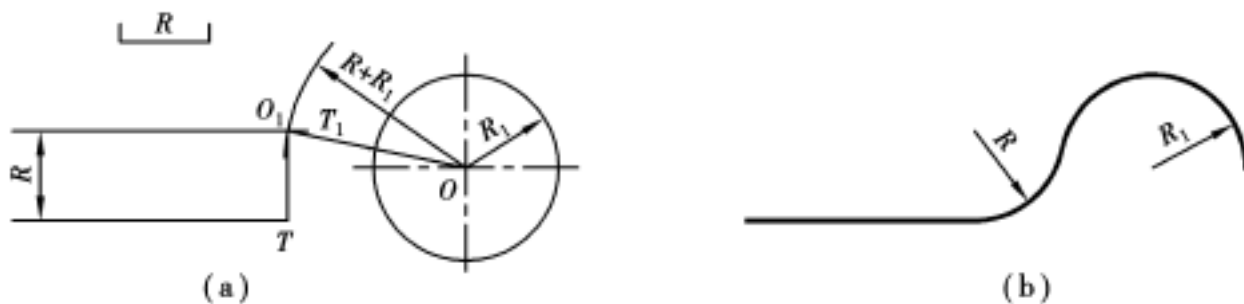


图 1.20 混合连接

1.4 平面图形

平面图形是由各种线段和尺寸组成。线段的长短和线段的位置关系是由图中的尺寸确定。画图时, 首先分析图中的尺寸和线段, 确定作图的方法和步骤后, 再动手画图(图 1.21 的手柄平面图)。

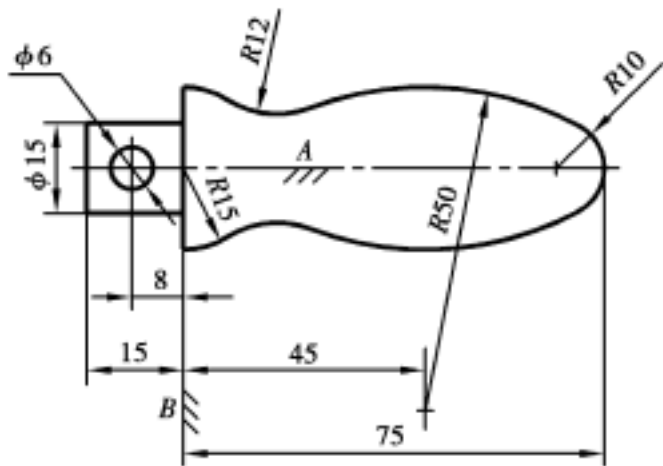


图 1.21 手柄

1.4.1 尺寸分析

(1) 尺寸基准——标注尺寸的起始点, 称为尺寸基准。由于平面图形有水平和垂直两个方向的尺寸基准, 以图形中的对称线、轴线、较大圆的中心线、较长直线作为尺寸基准。图 1.21 的对称线 A 为垂直方向的尺寸基准, 直线 B 为水平方向的尺寸基准。

(2) 平面图形的两种尺寸:

定形尺寸——确定图形中直线的长度、圆的直径、圆弧的半径及角度大小的尺寸等。如图 1.21 中的 $R15$ 、 $R12$ 、 $R50$ 、 $R10$ 等。

定位尺寸——确定图形中线段之间相对位置关系的尺寸, 如确定圆或圆弧的圆心位置、