



计算机辅助设计 基础教程

Jisuanji Fuzhu Sheji Jichu Jiaocheng

◎主 编 徐志刚 吴 燕 刘伟民

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

014059406

TP391.72
1322

计算机辅助设计基础教程

主 编 徐志刚 吴 燕 刘伟民

副主编 郭泉江 刘学普 杨月辉

顾永军 齐敬敬

参 编 张晓惠 崔智勇



TP391.72
1322

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



北航

C1745804

内 容 提 要

本书共分5章,立足于设计中的基本知识和计算机辅助设计中常用的软件。内容包括:机械制图、Auto CAD、Pro/E、UG 和 3DS Max,让读者在学习中有一个系统的知识面,又能在实际工作中有一定的技能。书中介绍了软件的工作界面及基本设置,常用辅助功能的操作及设计实例,内容通俗易懂,实例与知识结合恰当。

本书可作为高等院校、高等职业院校机械类专业计算机辅助设计的通用教材,也可作为相关技术人员的参考书和培训用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计基础教程 / 徐志刚, 吴燕, 刘伟民主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5640-9363-1

I. ①计… II. ①徐… ②吴… ③刘… III. ①计算机辅助设计-应用软件-教材 IV. ①TP391. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 123441 号

出版发行/ 北京理工大学出版社

社 址/ 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/ 100081

电 话/ (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/ [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销/ 全国各地新华书店

印 刷/ 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本/ 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/ 17. 5

字 数/ 405 千字

版 次/ 2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价/ 47. 00 元

责任校对/ 张 宏

责任印制/ 周瑞红

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前 言

随着计算机科学的迅速发展，加速了机械设计及制造技术的更新，计算机辅助技术已被广泛应用在了航空航天、汽车、造船、通用机械和消费电子产品等领域。为了使读者能在较短时间内了解计算机技术的新知识，掌握计算机辅助技术的新工具，我们编写了这本内容新颖，结构合理，实用性强的教材。

计算机辅助设计简称 CAD。计算机介入设计领域有其内在的原因：一是设计任务的日益复杂化，使传统设计工具无法满足设计的要求；二是计算机辅助设计的效果、速度、质量都比传统设计更优。当今我国的计算机辅助设计应用在企业生产的各个领域和层面，并引发了设计方式与设计观念的变化。必须要指出的是：计算机辅助设计不能替代设计师的作用，它仅仅是辅助而已，如设计过程的理性分析、信息存储、建模表现等，而创造、评价与组织设计则是设计师的主要工作。另一方面，计算机辅助设计是一个系统的过程，它体现在设计的整个过程中，而不单指设计的表现，如市场分析模型、设计评价模型都是计算机辅助设计的一个部分。随着计算机辅助设计的不断普及和深入，设计师不但从烦琐的计算、数字和表现中解放出来，而且会使设计师在传统设计中认为不可能的事情变为现实，如虚拟设计等。

本书在编写过程中力求体现下列特点：

1. 本书有大量的插图、范例和表格来帮助读者能更直观的了解、掌握知识。
2. 内容阐述循序渐进，图文并茂、条理清楚，便于自学。
3. 配有多媒体教学光盘，使读者能在最短的时间内掌握最多的知识和技能。
4. 本书力求知识的系统性。将计算机辅助设计的知识和软件有一个系统的介绍，第一章介绍工程图的内容；以后各章节介绍当今设计中较为常用的二维、三维设计软件。
5. 本书是一本概论式的书，只是对设计过程所运用的软件 and 知识作简明扼要的讲解和分析，要涉及具体的内容必须找相应的软件书籍进行系统学习。

本书由徐志刚、吴燕、刘伟民任主编，由郭泉江、刘学普、杨月辉、顾永军、齐敬敬任副主编，张晓惠、崔智勇参与了编写工作。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 机械制图基础.....	1
1.1 制图的初步知识.....	1
1.2 投影基础.....	11
1.3 立体投影.....	22
1.4 组合体投影.....	33
1.5 轴测图的画法.....	37
1.6 零件的常用表达方法.....	44
1.7 标准件与常用件.....	50
1.8 零件图.....	56
1.9 装配图.....	66
第 2 章 AutoCAD 软件及简单应用.....	73
2.1 AutoCAD 基础知识	73
2.2 AutoCAD 操作入门	73
2.3 常用绘图辅助功能的操作.....	80
2.4 基本绘图命令.....	92
2.5 图形编辑命令.....	98
2.6 文字标注.....	105
2.7 尺寸标注.....	109
2.8 图块.....	119
2.9 绘制零件图.....	124
2.10 绘图输出.....	125
第 3 章 Pro/E 软件及简单应用.....	128
3.1 Pro/E 功能概述.....	128
3.2 Pro/E 软件的安装.....	128
3.3 软件的工作界面与基本设置.....	130
3.4 草绘模块.....	131
3.5 简单零件设计.....	139
3.6 简单装配设计.....	173
第 4 章 UG 软件及简单应用.....	180
4.1 UG 功能概述.....	180
4.2 UG 软件的安装.....	181

4.3	UG 软件的工作界面与基本设置	187
4.4	简单装配设计	212
第 5 章 3ds max		
5.1	3ds max 基础知识	225
5.2	对象的创建与编辑	229
5.3	复合对象的创建	244
5.4	NURBS 建模	248
5.5	材质和贴图	251
5.6	摄影机、灯光与环境效果	261
5.7	创建动画	265
5.8	渲染与后期合成	268
参考书目		273

第 1 章 机械制图基础

1.1 制图的初步知识

1.1.1 制图国家标准简介

1. 图纸幅面及格式

(1) 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图面。绘制技术图样时应优先采用 A0, A1, A2, A3, A4 这 5 种规格尺寸, 如图 1-1 所规定的基本幅面 $B \times L$ 。绘图时图纸可以横放或竖放。

(2) 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上用粗实线画出图框, 如图 1-1 所示。

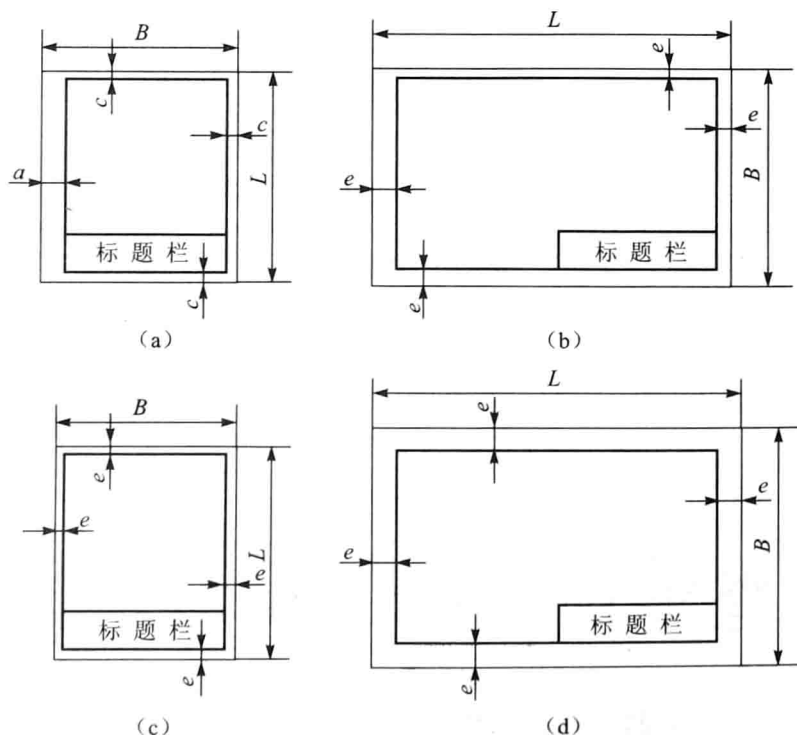


图 1-1 图框

(3) 标题栏

标题栏是由名称、代号区、签字区、更改区和其他区域组成的栏目。标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准 GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》中有详细规定。各

单位亦有自己的格式。

标题栏位于图纸右下角，底边与下图框线重合，右边与右图框线重合，如图 1-1 所示。

2. 比例

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘图时尽量采用 1：1 的比例。国标 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》中对比例的选用做了规定。同一张图纸上，各图比例相同时，在标题栏中标注即可，采用不同的比例时，应分别标注。

比例用符号“：”表示，如 1：1，1：500，2：1 等。比例按其大小分为：① 原值比例，比值为 1 的比例，即 1：1；② 放大比例，比值大于 1 的比例，即 2：1 等；③ 缩小比例，比值小于 1 的比例，即 1：2 等，如图 1-2 所示。

比例(一)	
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 1×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ

比例(二)	
种类	比例
放大比例	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ

图 1-2 绘图比例

3. 字体

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，如图 1-3 所示。

10号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

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 1-3 图样中的字体

数字和字母均可写成斜体字，向右倾斜，与水平线呈 75° 角，如图 1-4 所示。注意 3 与 8 的区别，9 与 6 的区别以及 0 的写法。规定用铅笔书写。

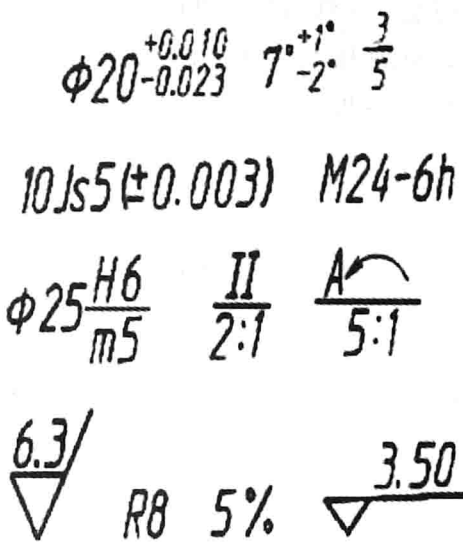


图 1-4 数字和字母的写法

4. 图线

(1) 图线形式及应用

机件的图样是用各种不同线宽和形式的图线画成的。不同的线型有不同的用途，基本线型的形式、名称、线宽和应用见表 1-1。

表 1-1 图线的形式和用途

名称代号	形 式	宽度/mm	主要用途
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、剖面线引出线等
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		d	有特殊要求表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	假想投影轮廓线、中断线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线

(2) 图线的画法

线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自相等。两平行线之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍，其最小距离不得小于 0.7 mm。

画圆的中心线时，点画线的两端应超出轮廓线 2~5 mm；首末两端应是线段而不是短画；圆心应是线段的交点，较小圆的中心线可用细实线代替。虚线或点画线与其图线相交时，应在线段处相交，而不是在间隙处相交。虚线在实线的延长线上时，虚线与实线之间应留出间隙，当有两种或更多的图线重合时，通常按图线所表达对象的重要程度优先选择绘制顺序：可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线和对称中心线—假想线。图线的画法如图 1-5 所示。

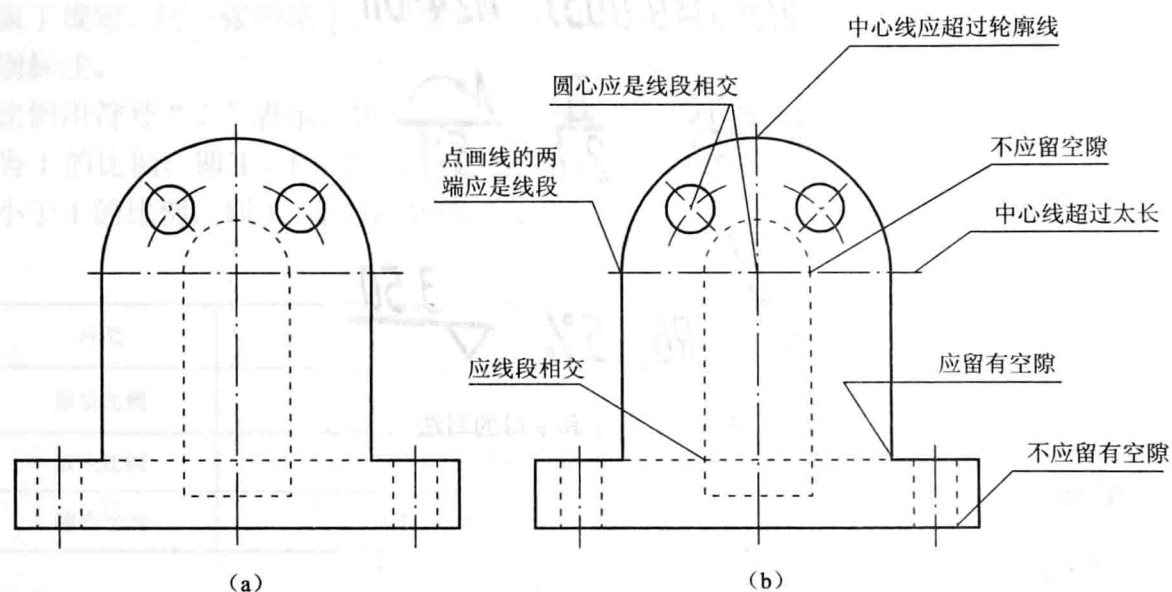


图 1-5 图线的画法

- ① 画圆的中心线时，圆心应是画的交点，点画线两端应超出轮廓 2~5 mm，当圆较小时，点画线可用细实线代替。
- ② 虚线、点画线应交于画线处。
- ③ 虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧应留出间隙。
- ④ 虚线直接在实线延长线上时，虚线应留出间隙。

5. 尺寸标注

(1) 尺寸标注的基本规定

- ① 机件的真实大小应以图样上所标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，若采取其他单位，则必须标注。
- ③ 机件上的每一个尺寸一般只标注一次，并应标在反映该结构最清晰的图形上。

(2) 尺寸的组成

标注完整的尺寸应具有尺寸界线、尺寸线、尺寸数字及表示尺寸终端的箭头或斜线，如图 1-7 所示。

(3) 各类尺寸的注法

线性尺寸、圆及圆弧尺寸、角度、弧度尺寸、曲线尺寸、简化注法及其他注法如图 1-6 所示。

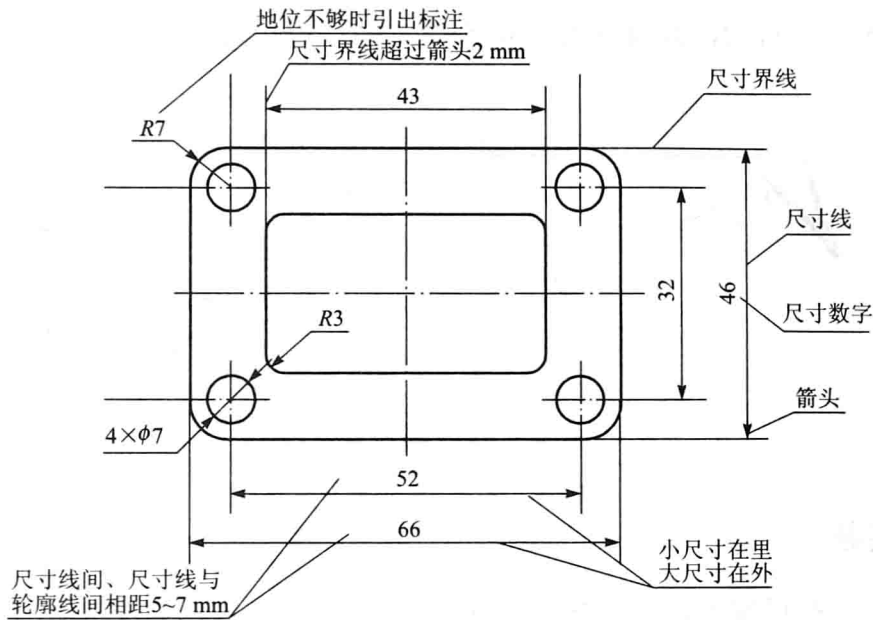


图 1-6 尺寸的组成及标注

1.1.2 绘图工具及使用方法

1. 图板、丁字尺和三角板

- ① 图板的规格有 0 号、1 号、2 号，它是画图时的垫板，因此，要求表面光洁平整，四边平直。
- ② 丁字尺用于画水平线，它由尺头和尺身组成。绘图时尺头靠紧图板。
- ③ 三角板用于画水平线竖直线和与水平方向呈 30° ， 45° ， 60° 的斜线。

2. 曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的。

3. 绘图仪器

- ① 分规用来量取和等分线段，分规两脚针尖在并拢后应对齐。
- ② 圆规用来画圆及圆弧。

1.1.3 几何作图

1. 等分已知线段

如图 1-7 所示作线段 AB 的 5 等份。

作法：

- ① 过端点 A 任作一直线 AC ，用分规以等距离在 AC 上量 1，2，3，4，5 各一等份。

② 连接 $55'$ ，过 1, 2, 3, 4 等分点作 $55'$ 的平行线与 AB 相交，得等分点 $1', 2', 3', 4'$ 即为所求。

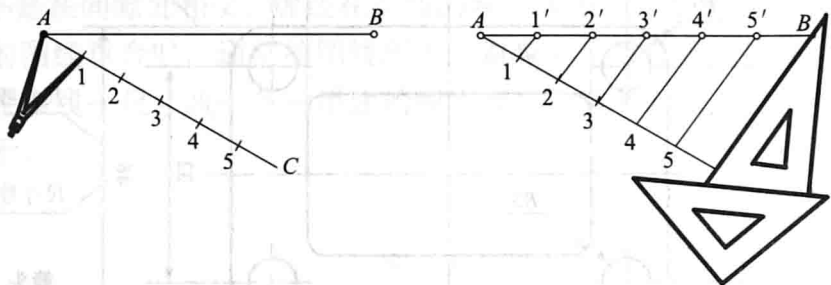


图 1-7 线段 5 等份

2. 圆弧连接

圆弧连接中，按已知条件可以直接作图的线段为已知线段，需要根据与已知线段的连接关系才能作出的圆弧称为连接圆弧。

(1) 两圆弧的外切连接

如图 1-8 所示。

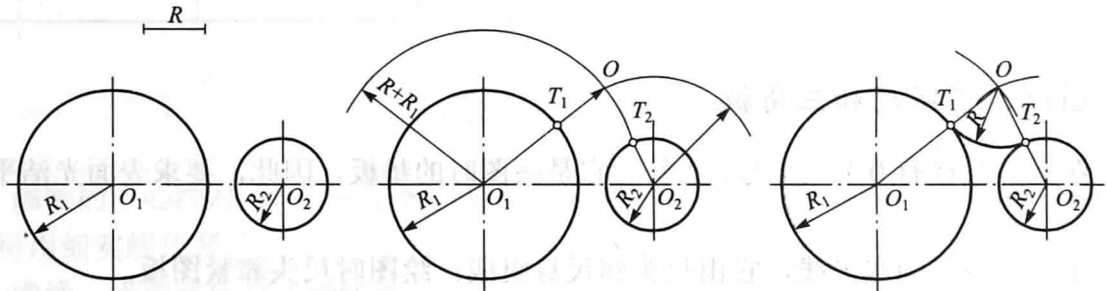


图 1-8 两圆弧的外切连接

- ① 求连接弧圆心。以 O_1 为圆心， $R+R_1$ 为半径画弧；以 O_2 为圆心， $R+R_2$ 为半径画弧，两圆弧交点 O 即为连接弧圆心。
- ② 求连接弧切点。连接 OO_1 ， OO_2 交已知弧于 T_1 ， T_2 即得切点。
- ③ 以 O 为圆心， R 为半径作圆弧 T_1T_2 ，即为所求连接弧。

(2) 用已知圆弧 R 连接两直线

如图 1-9 所示。

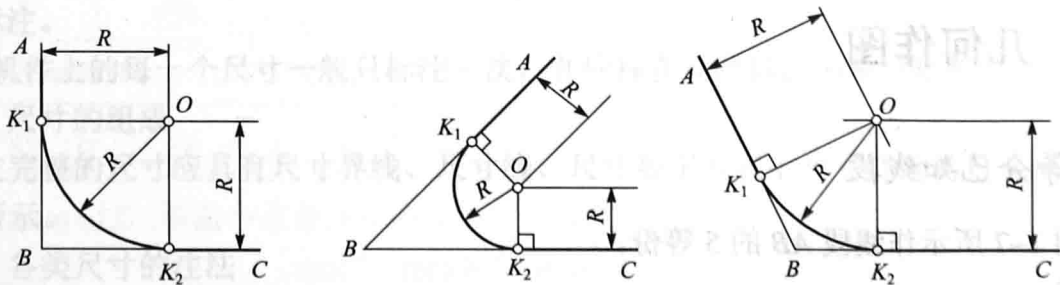


图 1-9 圆弧连接两直线

① 求连接圆弧的圆心。作与已知两直线分别相距为 R 的平行线，交点 O 即为连接圆弧的圆心。

② 求连接圆弧的切点。从圆心 O 分别向两直线作垂线，垂足 K_1, K_2 即为切点。

③ 以 O 为圆心， R 为半径在两切点 K_1, K_2 之间作圆弧，即为所求连接圆弧。

(3) 两圆弧的内切连接

如图 1-10 所示。

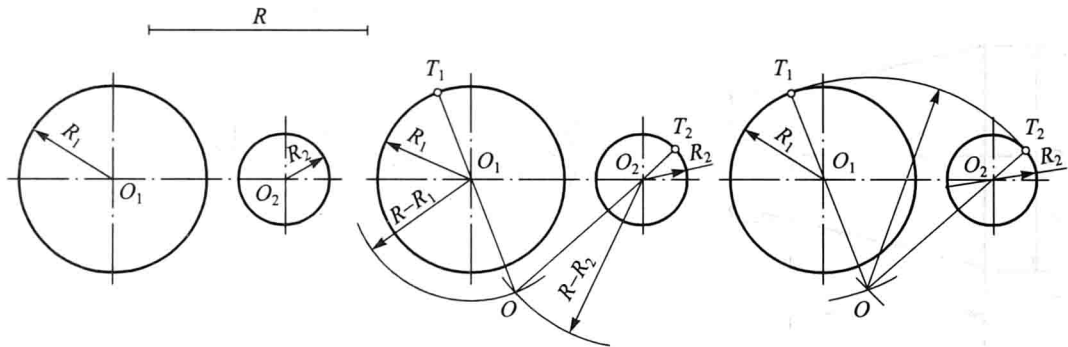


图 1-10 两圆弧的内切连接

① 求连接弧圆心。以 O_1 为圆心， $R-R_1$ 为半径画弧；以 O_2 为圆心， $R-R_2$ 为半径画弧，两圆弧交点 O 即为连接弧圆心。

② 求连接弧切点。连接 OO_1, OO_2 ；交已知弧 T_1, T_2 即得切点。

③ 以 O 为圆心， R 为半径作圆弧 T_1T_2 ，即为所求连接弧。

3. 斜度和锥度

(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，斜度的画法如图 1-11 所示。

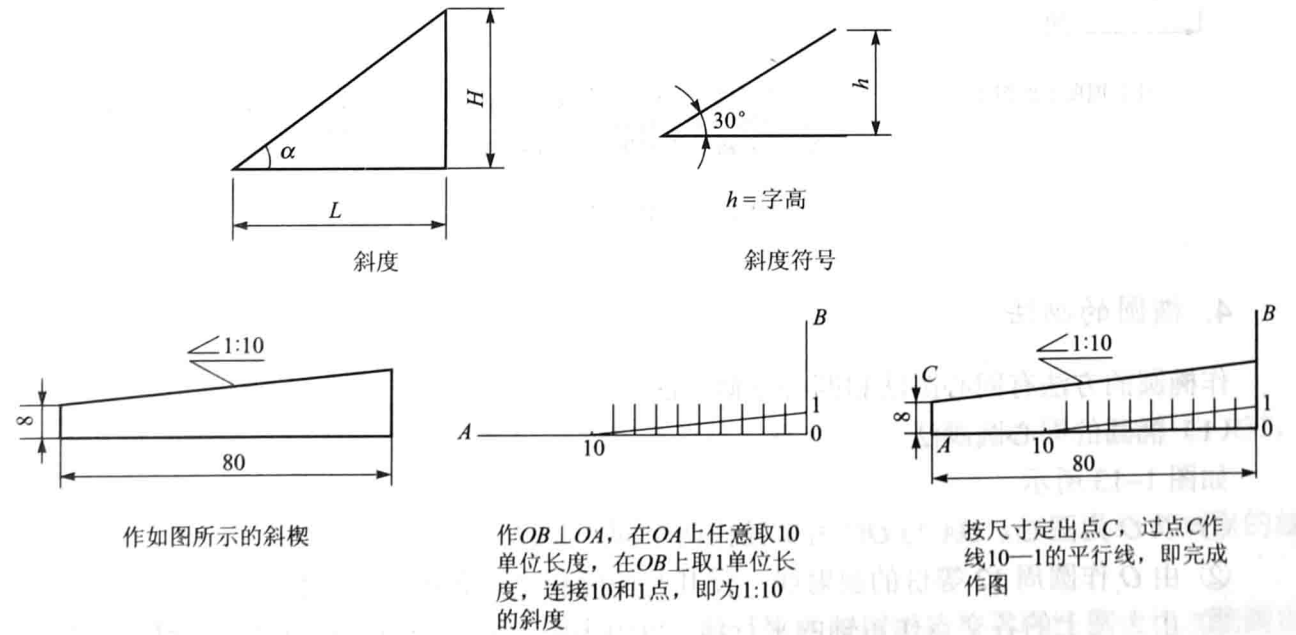


图 1-11 斜度的画法

$$\text{斜度} = \tan \alpha = H : L = \frac{H}{L}$$

(2) 锥度

锥度是指圆锥的底面直径与锥体高度之比，如果是圆台，则为上、下两底圆的直径差与锥台高度之比值，锥度的画法如图 1-12 所示。

$$\text{锥度} = D/L = (D - d) / L = 2 \tan \alpha$$

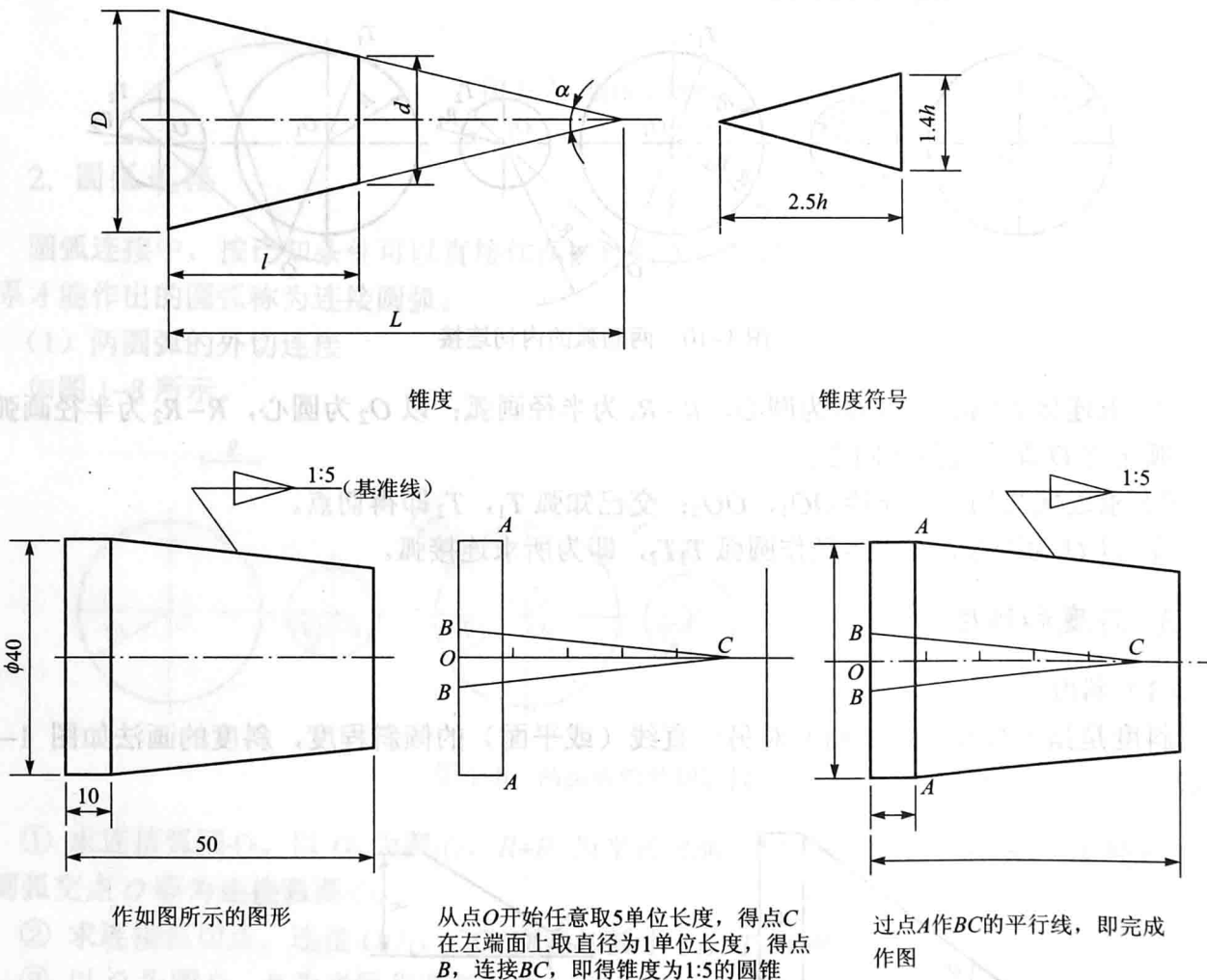


图 1-12 锥度的画法

4. 椭圆的画法

作椭圆的方法有同心圆法和四心近似画法。

(1) 椭圆的同心圆画法

如图 1-13 所示。

- ① 以 O 为圆心，OA 与 OC 为半径作两个同心圆。
- ② 由 O 作圆周 12 等份的放射线，使其与两圆相交，各得 12 个交点。
- ③ 由大圆上的各交点作短轴的平行线，再由小圆上的各交点作长轴的平行线，每两对应平行线的交点即为椭圆上的一系列点。

④ 光滑连接各点即为所求椭圆。

(2) 椭圆的四心圆法

如图 1-14 所示。

① 连接 AC ，取 $CE_1=CE=OA-OC$ 。

② 作 AE_1 的中垂线，分别交长、短轴于点 O_1 和 O_2 ，并取其对称点 O_3, O_4 。

③ 分别以 O_1, O_2, O_3, O_4 为圆心， O_1A, O_2C, O_3B, O_4D 为半径作弧，即近似作出椭圆，切点为 K, N, N_1, K_1 。

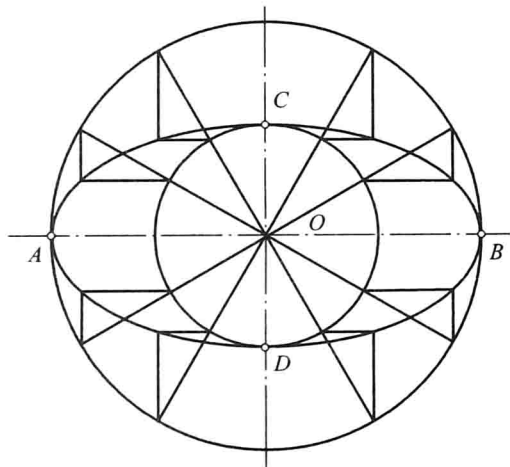


图 1-13 椭圆的同心圆画法

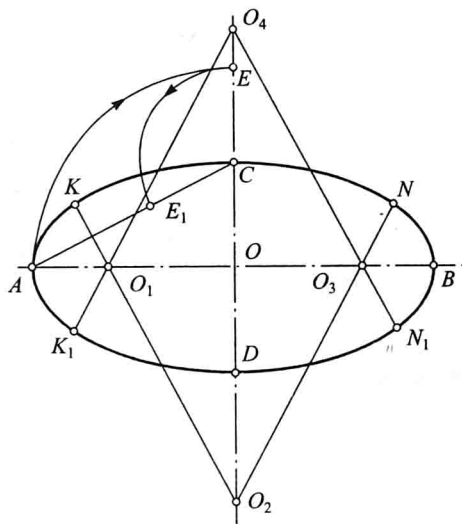


图 1-14 椭圆的四心圆画法

1.1.4 平面图形的画法

1. 平面图形的尺寸分析

(1) 尺寸基准

尺寸基准是指标注尺寸的起点。

(2) 定形尺寸

确定平面图形形状的尺寸。

(3) 定位尺寸

确定圆心、线段等在平面图形中的位置的尺寸。

2. 平面图形的线段分析

① 已知线段是根据作图的基准位置和尺寸可以直接作出的线段，如图 1-15 中的 $R32$ ， $\phi 27$ ， $\phi 15$ ， $\phi 20$ 等。

② 中间线段是给出了定形尺寸和一个定位尺寸，必须依靠一端与另一段相切画出的线段，如图 1-15 中的 $R27$ ， $R15$ 。

③ 连接线段是只给出定形尺寸，没有定位尺寸，需要依靠两端与另两线段相切才能画出的线段，如图 1-15 中的 $R5$ ， $R28$ ， $R40$ 。

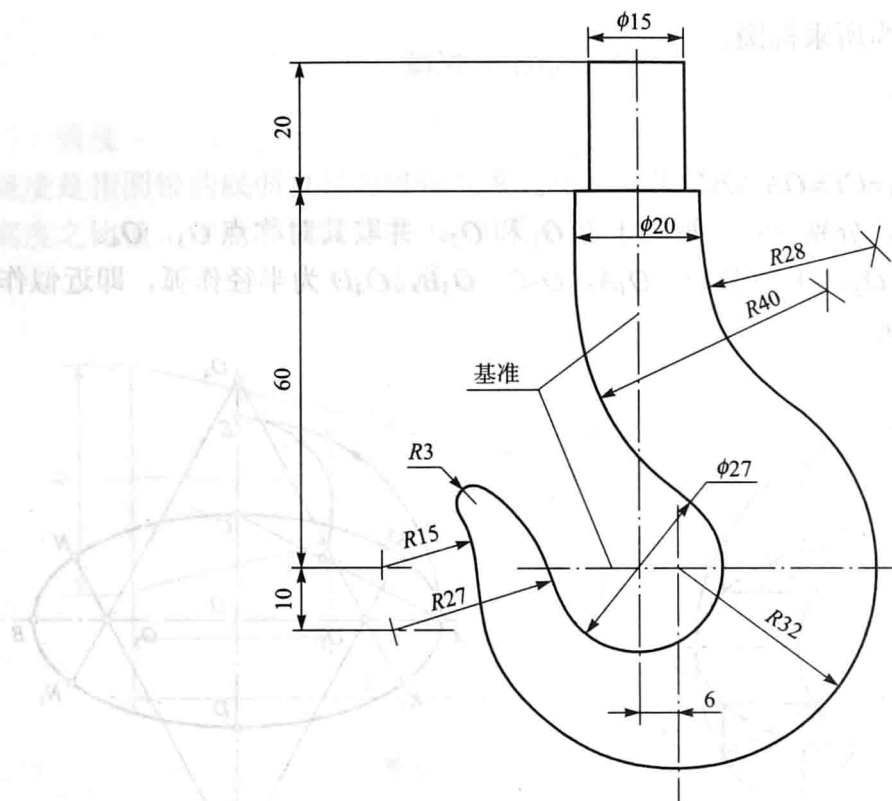


图 1-15 吊钩

3. 平面图形的作图方法和步骤

准备工具，固定图纸，画图框及标题栏，布置图的位置，画底稿，加粗，标注尺寸，填写标题栏。

画平面图形线段连接时，先画已知线段，再画中间线段，最后画连接线段。图 1-16 所示是手柄的画图步骤。

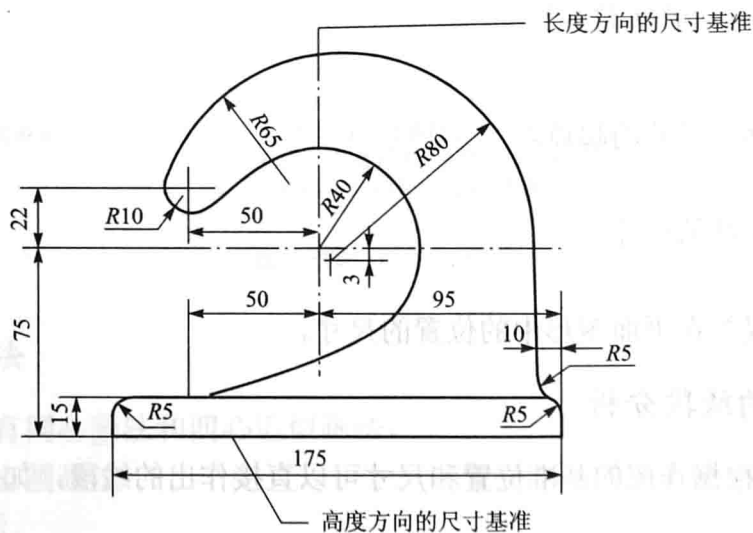


图 1-16 手柄的画图步骤

4. 平面图形的尺寸标注

标注平面图形的要求是：正确、完整、清晰。平面图形的尺寸标注如图 1-17 所示。

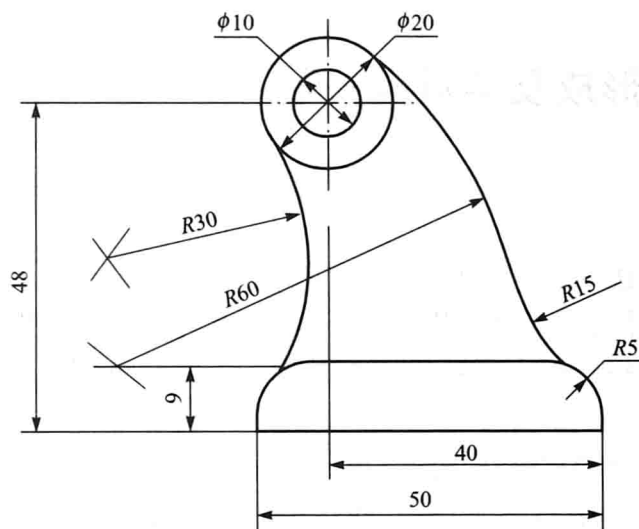


图 1-17 平面图形的尺寸标注

- ① 正确是指标注尺寸要按国家标准的规定标注，尺寸数值不能写错和出现矛盾。
- ② 完整是指平面图形的尺寸要注写齐全。
- ③ 清晰是指尺寸的位置要安排在图形的明显处，标注清晰、布局整齐、边缘看图。

1.2 投影基础

1.2.1 投影法的基本知识

1. 投影法的基本概念

投影线通过物体向选定的面投影，并在该面上获得物体投影的方法叫做投影法，如图 1-18 所示。

2. 投影法的分类

- (1) 中心投影法
- (2) 平行投影法
 - ① 斜投影法；
 - ② 正投影法。

3. 正投影的基本性质

- ① 显实性。
- ② 积聚性。
- ③ 类似性。

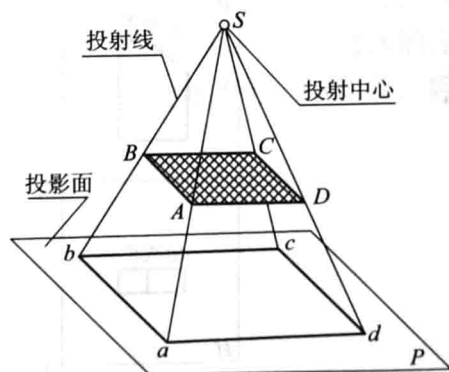


图 1-18 投影图