

# 机械制图

中级

侯永涛 主编 黄娟 副主编



化学工业出版社



# 机械 制图

中级

侯永涛 主编 黄娟 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要包括：基本绘图技术、投影分析、立体表面的点与交线、组合体的投影分析、机件的常用表达方法、零件图、标准件与常用件、装配图以及立体表面展开图和焊接图。

本书针对职业技能鉴定培训的特点编写，可用于机械行业技术工人培训、自学使用，也可供相关院校教学参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 中级/侯永涛主编. —北京：化学工业出版社，2009.7

ISBN 978-7-122-05662-7

I. 机… II. 侯… III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 082237 号

---

责任编辑：李玉晖

封面设计：尹琳琳

责任校对：战河红

---

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 374 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：29.80 元

版权所有 违者必究

# 前 言

机械制图被称为是技师、工程师的语言，是机械类技师、工程师必须掌握的技能之一。本书参考了国家及有关行业高级工、技师和高级技师的职业标准和技能鉴定规范，以最新颁布的《技术制图》和《机械制图》为依据，结合编者多年的教学经验和成果及对多媒体课件的研发编写而成。

本书是《机械制图 中级》分册，针对职业技能鉴定培训的特点，注重理论与实际的有机结合，着重培养读者的空间想象能力和读图能力，在内容上突出以识图为主、读画结合的特点，比较系统、全面地介绍了绘制和阅读机械图样的基本理论和方法；在编写上力求内容通俗易懂，知识体系循序渐进，利于教学和学员自学。

全书共分为9章，主要内容包括：基本绘图技术、投影分析、立体表面的点与交线、组合体的投影分析、机件的常用表达方法、零件图、标准件与常用件、装配图以及立体表面展开图和焊接图。其中标注\*的内容为选学内容。

本书由侯永涛主编，黄娟副主编。其中谭岱红编写了第1章，黄娟编写了第8章，其余各章由侯永涛编写。江苏大学的顾寄南老师、戴立玲老师和潘金彪老师对本书的编写给予了很多宝贵意见和帮助，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，加之时间仓促，难免有不妥之处，敬请读者提出宝贵意见。

编者

2009年3月

# 目 录

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>1 基本绘图技术</b>        | 1   |
| 1.1 几何作图方法             | 1   |
| 1.2 平面图形的尺寸与线段分析       | 4   |
| 1.3 手工绘图技术             | 7   |
| <b>2 空间点、线、面的投影分析</b>  | 9   |
| 2.1 空间点的投影分析           | 9   |
| 2.2 空间直线的投影分析          | 12  |
| 2.3 空间平面的投影分析          | 19  |
| <b>3 基本体的投影</b>        | 27  |
| 3.1 立体表面上的点            | 27  |
| 3.2 平面与立体相交            | 34  |
| 3.3 立体与立体相交            | 43  |
| 3.4 轴测图的基本概念           | 50  |
| <b>4 组合体的投影分析</b>      | 57  |
| 4.1 组合体的形成方式、分析方法及视图绘制 | 57  |
| 4.2 组合体的尺寸标注           | 65  |
| 4.3 读组合体视图             | 72  |
| <b>5 机件的表达方式</b>       | 78  |
| 5.1 视图                 | 78  |
| 5.2 剖视图                | 81  |
| 5.3 剖视图的种类             | 84  |
| 5.4 剖视面的种类与剖切方法        | 87  |
| 5.5 断面图                | 91  |
| 5.6 规定画法和简化画法          | 94  |
| 5.7 表达方法综合应用举例         | 98  |
| <b>6 零件图</b>           | 100 |
| 6.1 概述                 | 100 |
| 6.2 零件上常见结构简介          | 101 |
| 6.3 零件图的视图选择           | 106 |
| 6.4 零件图的尺寸标注           | 110 |
| 6.5 零件图的技术要求           | 113 |
| 6.6 常见典型零件图分析          | 129 |
| 6.7 零件的测绘方法            | 133 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 6.8 零件图的阅读 .....                    | 135        |
| <b>7 标准件与常用件 .....</b>              | <b>138</b> |
| 7.1 螺纹 .....                        | 138        |
| 7.2 螺纹紧固件 .....                     | 144        |
| 7.3 键、花键和销 .....                    | 149        |
| 7.4 齿轮 .....                        | 153        |
| 7.5 弹簧 .....                        | 156        |
| 7.6 滚动轴承 .....                      | 159        |
| <b>8 装配图 .....</b>                  | <b>163</b> |
| 8.1 装配图的作用和内容 .....                 | 163        |
| 8.2 装配图的表达方法 .....                  | 165        |
| 8.3 装配结构的工艺性 .....                  | 168        |
| 8.4 装配图尺寸标注 .....                   | 170        |
| 8.5 装配图中的技术要求 .....                 | 171        |
| 8.6 装配图的零件序号和明细表 .....              | 171        |
| 8.7 装配图的绘制 .....                    | 173        |
| 8.8 装配图的阅读及由装配图拆画零件图 .....          | 181        |
| <b>9 其他图样* .....</b>                | <b>188</b> |
| 9.1 展开图 .....                       | 188        |
| 9.2 焊接图 .....                       | 193        |
| <b>机械制图（中级）模拟试卷（附答案和评分标准） .....</b> | <b>200</b> |
| <b>附录 .....</b>                     | <b>210</b> |
| 附录 A 螺纹及螺纹紧固件 .....                 | 210        |
| 附录 B 常用键和销 .....                    | 218        |
| 附录 C 常用滚动轴承 .....                   | 221        |
| 附录 D 公差与配合 .....                    | 226        |
| 附录 E 常用材料及热处理 .....                 | 232        |
| <b>参考文献 .....</b>                   | <b>234</b> |

# 1 基本绘图技术

提示：工程图样是工程界共同的技术语言，是表达设计思想、交流技术经验的必不可少的工具之一，是现代工业生产中重要的技术文件。本章主要讲述绘制工程图样中所使用到的基本的绘图技术，应注意掌握这些绘图技术的基本方法。

要求：通过本章的学习，了解圆的切线的几何作图方法；掌握圆弧连接的定义及基本作图方法；掌握锥度和斜度的定义、画法和标注方法；掌握平面图形的尺寸分析和线段分析；掌握尺规绘图和手工绘图的基本技能。

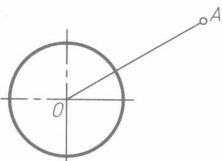
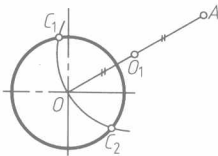
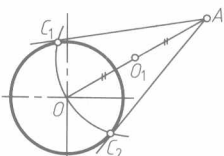
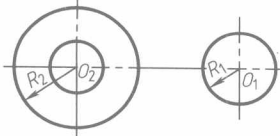
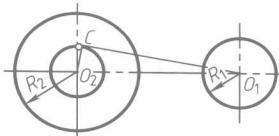
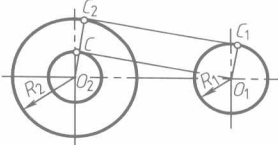
## 1.1 几何作图方法

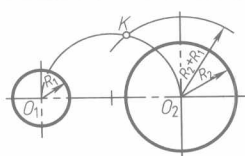
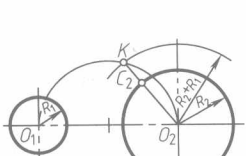
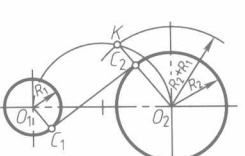
### 1.1.1 圆的切线的几何作图方法

在绘制几何图形时，经常会遇到作圆的切线问题。圆的切线作图有三种情况：过圆外一点作圆的切线、作两圆的外公切线、作两圆的内公切线。

三种形式切线的作图步骤，见表 1-1。

表 1-1 圆的切线的作图方法

| 要求         | 作图方法和步骤                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 过圆外一点作圆的切线 |  <p>连接已知点 A 和已知圆的圆心 O</p>                                                                               |  <p>以 OA 中点 <math>O_1</math> 为圆心，<math>OO_1</math> 为半径作弧，与已知圆相交于 <math>C_1C_2</math></p> |  <p>分别连接点 A、<math>C_1</math> 和点 A、<math>C_2</math>，则 <math>AC_1</math> 和 <math>AC_2</math> 即为所求</p>                                          |
| 作两已知圆的外公切线 |  <p>已知两圆，圆心 <math>O_1</math>、<math>O_2</math>；以 <math>O_2</math> 为圆心 <math>R_2 - R_1</math> 为半径作辅助圆</p> |  <p>过 <math>O_1</math> 作辅助圆的切线，作图方法见本表上一行</p>                                            |  <p>连接 <math>O_2C</math> 并延长，交圆 <math>O_2</math> 于 <math>C_2</math> 点，作 <math>O_1C_1 \parallel O_2C_2</math>，连线 <math>C_1C_2</math> 即为所求</p> |

| 要求         | 作图方法和步骤                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                 |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 作两已知圆的内公切线 |  <p>已知两圆，圆心 <math>O_1</math>、<math>O_2</math>；以 <math>O_1 O_2</math> 为直径作辅助圆，再以 <math>R_1 + R_2</math> 为半径作弧，与辅助圆相交于 <math>K</math></p> |  <p>连接 <math>O_2 K</math> 与圆 <math>O_2</math> 相交于 <math>C_2</math></p> |  <p>作 <math>O_1 C_1 \parallel O_2 C_2</math>，连线 <math>C_1 C_2</math> 即为所求</p> |

1.1.2 圆弧连接

用已知半径的圆弧光滑连接（即相切）两个已知线段（直线或圆弧），称为圆弧连接。如图 1-1 所示，为一半径为  $R$  的圆弧连接一个已知弧和一个已知直线。起连接作用的圆弧称为连接弧，连接弧的半径称为连接半径，连接弧与两已知线段的切点称为连接点。作圆弧连接图的关键在于找到连接弧的圆心和连接点（切点）。

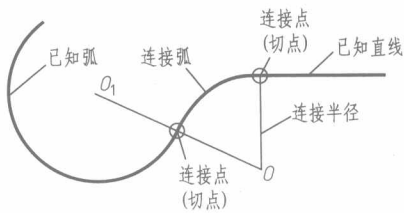


图 1-1 圆弧连接的基本概念

(1) 圆弧连接的基本作图

连接弧与已知线段相连接，有三种基本的连接方式，如图 1-2 所示。三种基本的连接方式分别为：连接弧与直线相切，连接弧与圆外切，连接弧与圆内切。找连接弧的圆心和连接点，需要理解连接弧在三种基本连接方式中圆心轨迹和切点的求法。

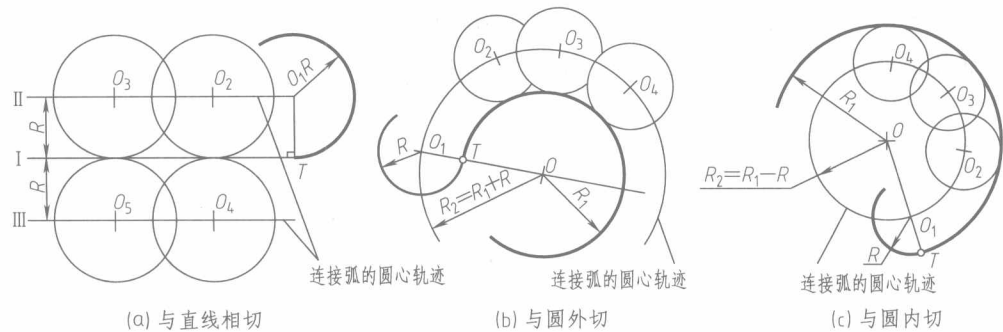


图 1-2 三种基本的圆弧连接方式

- 1) 半径为  $R$  的连接弧与已知直线  $I$  相切。连接弧的圆心轨迹为：与已知直线平行，距离为  $R$  的两条直线  $II$  和  $III$ 。当连接弧的圆心为  $O_1$  时，由  $O_1$  向已知直线作垂线，垂足  $T$  即为切点，如图 1-2 (a) 所示。
- 2) 半径为  $R$  的连接弧与已知弧（半径为  $R_1$ ）相外切。连接弧的圆心轨迹为：以已知弧的圆心为圆心，连接弧与已知弧的半径之合为半径  $R_2 = R_1 + R$  的圆。当已知弧的圆心为  $O_1$  时，连心线  $OO_1$  与已知弧的交点  $T$  即为切点，如图 1-2 (b) 所示。
- 3) 半径为  $R$  的连接弧与已知弧（半径为  $R_1$ ）相内切。连接弧的圆心轨迹为：以已知弧的圆心为圆心，连接弧与已知弧的半径之差为半径  $R_2 = R_1 - R$  的圆。当已知弧的圆心为  $O_1$  时，连心线  $OO_1$  的延长线与已知弧的交点  $T$  即为切点，如图 1-2 (c) 所示。

## (2) 圆弧连接作图举例

表 1-2 列举了五种用已知半径  $R$  的圆弧连接两已知线段的作图方法和步骤。

表 1-2 圆弧连接作图举例

| 要求            | 作图方法和步骤 |                   |      |
|---------------|---------|-------------------|------|
|               | 求圆心 $O$ | 求切点 $T_1$ 和 $T_2$ | 画连接弧 |
| 连接两已知直线       |         |                   |      |
| 连接一直线<br>和一圆弧 |         |                   |      |
| 外连接两圆弧        |         |                   |      |
| 内连接两圆弧        |         |                   |      |
| 混合连接          |         |                   |      |

### 1.1.3 斜度和锥度

斜度和锥度是工程上常见的两个术语，对于斜度和锥度的掌握，主要需要注意它们的定义、画法和标注方法。

#### (1) 斜度

一个直线（或平面）相对于另一个直线（或平面）的倾斜程度称为斜度。如图 1-3 (a) 所示，根据斜度的定义直线  $AC$  的斜度  $= \tan \alpha = H/L$ 。

斜度在图样上用斜度符号表示，如图 1-3 (b) 所示，其中  $h$  为图样中文字的字体高度。通常将斜度的正切值转化为“1:n”的形式注写在斜度符号的右边，如图 1-3 (c) 所示。

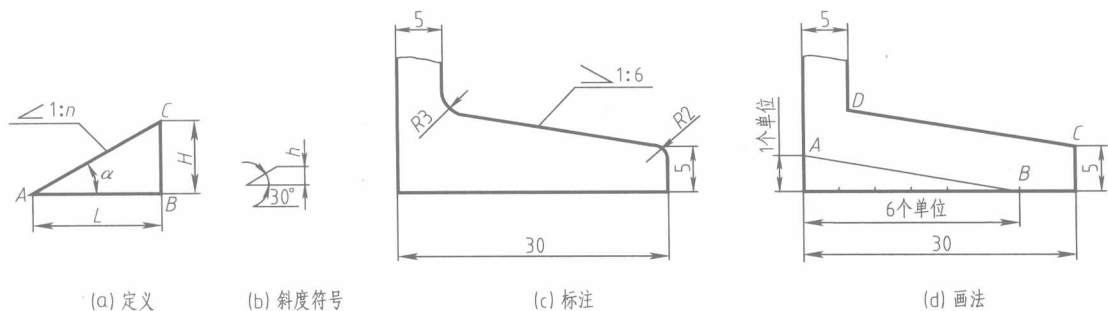


图 1-3 斜度

斜度的作图方法如图 1-3 (d) 所示, 假设斜度为  $1:6$ , 可在相应竖直边取 1 个单位, 在水平边取 6 个单位, 做出直线  $AB$ , 然后过  $C$  点作  $AB$  的平行线得到  $D$  点。斜度在标注的时候, 需要注意斜度符号的斜线方向应与所标注直线的倾斜方向一致。注意图 1-3 (a) 与图 1-3 (c) 标注的区别。

## (2) 锥度

正圆锥的底圆直径  $D$  与其高度  $L$  之比称为锥度。如图 1-4 (a) 所示,  $\text{锥度} = 2\tan\alpha = D/L$ 。对于正圆台来讲, 其锥度可推算为:  $(D-d)/l$ 。

锥度在图样上用锥度符号表示, 如图 1-4 (b) 所示, 其中  $h$  为图样中文字的字体高度。通常将锥度转化为 “ $1:n$ ” 的形式注写在锥度符号的右边, 如图 1-4 (a) 所示。

锥度的作图方法如图 1-4 (c) 所示, 假设锥度为  $1:3$ , 可在相应竖直边取一个单位, 在水平边取 3 个单位, 再通过作平行线的方式做出相应锥度线。

锥度在标注时, 同样需要注意锥度符号的方向应与所标注直线的锥度方向一致。

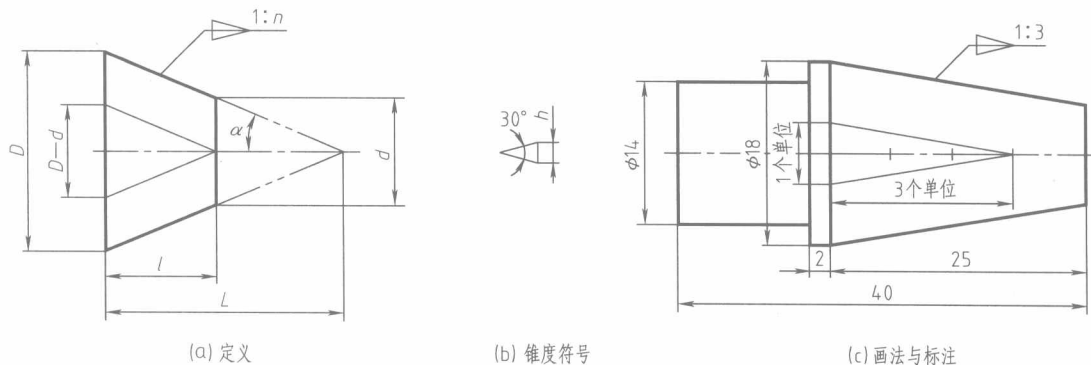


图 1-4 锥度

## 1.2 平面图形的尺寸与线段分析

平面图形通常由一个或若干个封闭线框构成, 每一个封闭线框一般又由若干线段 (直线、圆弧或曲线) 组成。各线框的形状、大小和相对位置依据所标注的尺寸加以确定。因此, 在绘制平面图形时, 需要对平面图形的尺寸和线段进行分析, 以便确定绘图步骤。

1.2.1 平面图形的尺寸分析

根据尺寸在平面图形中所起的作用，可将尺寸分为定形尺寸和定位尺寸两大类。

(1) 定形尺寸

凡是决定平面图形中封闭线框或线段形状和大小的尺寸称为定形尺寸。一般情况下，圆和圆弧的直径或半径，多边形的边长和顶角的大小都是定形尺寸。如图 1-5 中的  $\phi 10$ 、 $\phi 5$ 、 $R5$ 、35 和 25 都属于定形尺寸。

(2) 定位尺寸

凡是决定平面图形中各封闭线框或线段之间相对位置的尺寸称为定位尺寸。如图 1-5 中的 12 为圆  $\phi 10$  在长度（左右）方向上的定位尺寸；20 为圆  $\phi 5$  在长度方向的定位尺寸，10 为其在宽度（上下）方向上的定位尺寸。需要注意的是，直径、半径和角度也可以作为定位尺寸，如图 1-6 中的  $\phi 18$  和  $45^\circ$  为 4 个均匀分布的圆  $\phi 5$  的定位尺寸。

需要指出的是，有时有的尺寸可以兼有定形和定位两种作用。如图 1-7 中的尺寸 10 既是右方圆柱的定形尺寸，又是中间凹槽的定位尺寸。

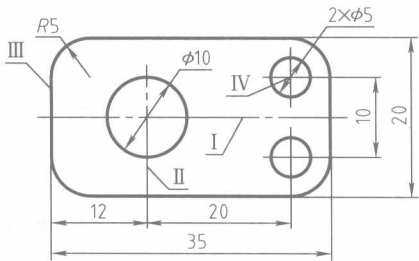


图 1-5 尺寸分析

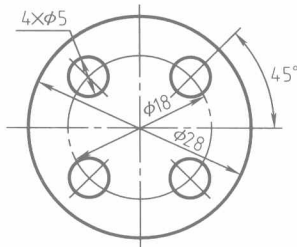


图 1-6 定位尺寸

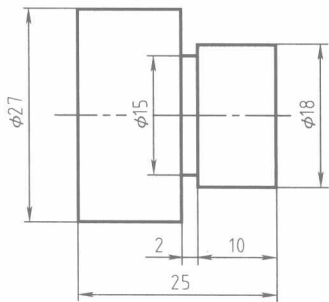


图 1-7 兼有定形、定位作用的尺寸

图样中，标注尺寸的起点称为尺寸基准。尺寸基准用于标注定位尺寸，即定位尺寸应从尺寸基准出发进行标注。由于平面图形中的封闭线框或线段需要在两个方向上进行定位，因此平面图形的尺寸基准至少有两个，即长度方向上一个、宽度方向上一个。

在标注平面图形的尺寸时，通常选用图形的对称中心线、圆的中心线、重要的轮廓线或圆弧的圆心作为尺寸基准，如图 1-5 中的对称中心线 I、中心线 II、轮廓线 III、圆心 IV 等均可作为定位尺寸的基准。具体对图 1-5 而言，对称中心线 I 为其在宽度方向上的尺寸基准，中心线 II 为其在长度方向上的尺寸基准。

在分析平面图形的尺寸时，应首先找到尺寸基准，然后再查找哪些封闭线框或线段是以此基准进行定位，这些尺寸即为定位尺寸。

1.2.2 平面图形的线段分析

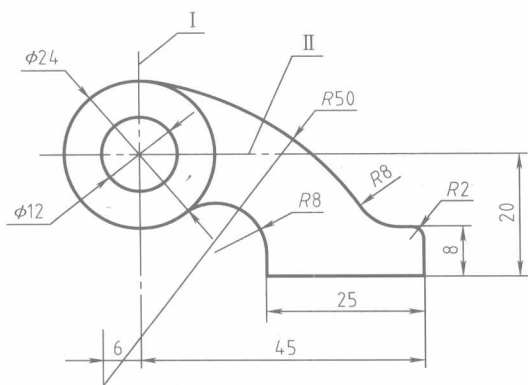
依据图形中所注的尺寸和线段间的连接关系，平面图形中的线段可分为以下三种。

(1) 已知线段

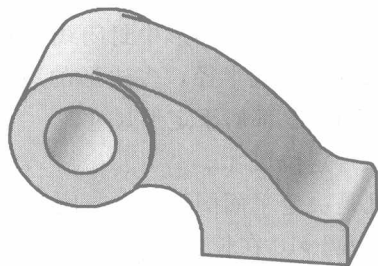
定形尺寸和定位尺寸标注齐全的线段称为已知线段。如图 1-8 (a) 所示，平面图形在长度方向的尺寸基准为 I，宽度方向的尺寸基准为 II。对于  $\phi 12$  和  $\phi 24$  的圆，由于其定形尺寸和定位尺寸（圆心位于两基准的交点上，不必注出）已知，故为已知线段。同样为已知线段的还有图形右下角的四条直线，读者可自行分析其定形尺寸和定位尺寸。

(2) 中间线段

有定形尺寸，但定位尺寸不齐全的线段称为中间线段。如图 1-8 (a) 中的圆弧  $R50$ ，仅



(a) 平面图形



(b) 三维模型

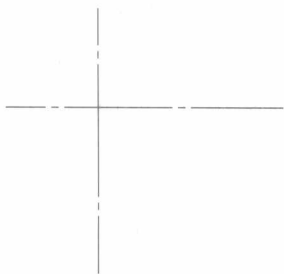
图 1-8 线段分析

有定位尺寸 6，还需要依靠其与  $\phi 24$  圆的内切关系才能确定其圆心位置。

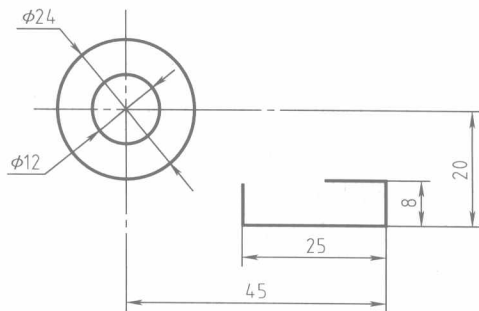
### (3) 连接线段

只有定形尺寸，而不必注出定位尺寸的线段称为连接线段。连接线段的位置应根据它与相邻线段的连接关系，经几何作图才能确定，如图 1-8 (a) 中两个  $R8$  的圆弧和  $R2$  的圆弧。

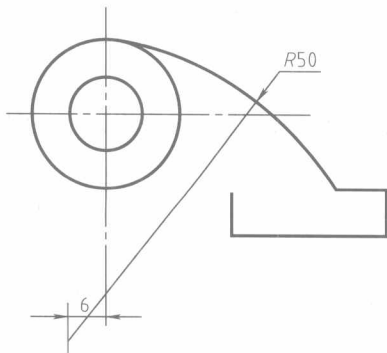
通过平面图形的尺寸分析、线段分析，在画图时，应首先画出基准线，随后画出各已知线段，再依此画出各中间线段，最后画各连接线段。图 1-9 为图 1-8 (a) 所示平面图形的画图步骤。



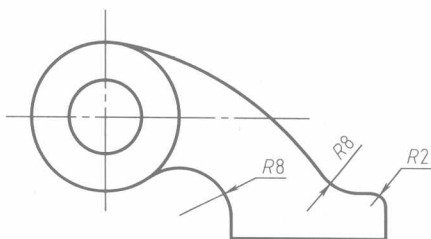
(a) 画出图形的两条基准线



(b) 画出各已知线段



(c) 画出中间线段



(d) 画出各连接线段

图 1-9 平面图形的画图步骤

## 1.3 手工绘图技术

目前,虽然使用计算机进行绘图非常方便、快捷,但手工绘图作为职业技能培训的一项基本技能仍然不可或缺。手工绘图需要掌握绘图过程中的相关方法、步骤以及徒手绘图的技巧。

### 1.3.1 手工绘图的步骤

1) 准备工作:画图前应先了解所画图样的内容和要求,准备好必要的绘图工具,清理桌面。

2) 选择图幅:根据所绘图形的大小和复杂程度选择合适的比例,确定图纸幅面大小。

3) 固定图纸:图纸应固定图板的左下方,下部空出的距离要能放置丁字尺,以便操作,如图 1-10 所示。图纸要使用透明胶带固定,不应使用图钉以免损伤图纸。

4) 画底稿:先画图框、标题栏(目前的图纸都带有这些内容),再画图形。画图时,应先布置图形的位置并画出其基准线,务必使各图的位置布置均匀。画出主要轮廓线后,再画细节。底稿线要尽量细,但应清晰。

5) 检查加深、标注尺寸:加深前,应认真校对底稿,修正错误或不妥之处,并擦去多余图线。加深图线的一般步骤为先加深图线,再加深图框和标题栏,最后标注尺寸和书写文字。加深图线时,应按先曲线后直线、由上到下、由左向右的原则进行。将同一种粗细的图线加深后,再加深另一种图线,在粗细相同的直线中,将同一方向的直线加深完后,再加深另一方向的直线。

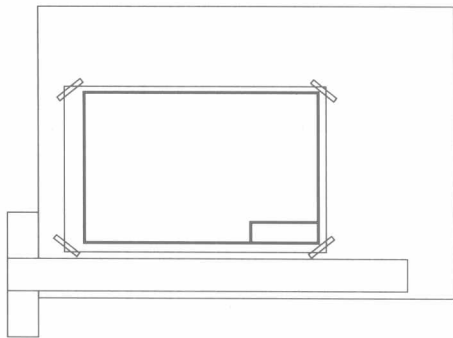


图 1-10 固定图纸

### 1.3.2 徒手绘图

徒手绘制的图也称草图,是以目测来估计图形与实物的比例,按一定画法和要求,徒手或部分使用绘图仪器绘制的图样。在设计、测绘和修配机器时,都要绘制草图。所以,徒手绘图是一项重要的绘图技能,作为工程设计人员必须很好的掌握。

练习徒手绘图时,可先在方格纸上进行,尽量使图形中的直线与方格线重合,这样容易画好图线,并且便于控制图形的大小和图形间相互关系,常用的图线画法如下。

#### (1) 直线的画法

画直线时,眼睛要看着图线的终点,以保证直线画得平直,方向准确。画  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$  的斜线,按直角边的近似比例定出端点后,连成直线,如图 1-11 所示。

#### (2) 圆的画法

画圆时,应先定圆心位置,然后过圆心画对称中心线,在对称中心线上距圆心等于半径处截取四点,过四点画圆。画稍大的圆时可再加画一对十字线,并按半径同样截取四点,过八点画圆,如图 1-12 所示。

画草图的步骤基本上与使用绘图仪器绘图的步骤相同。但草图的标题栏中不能填写比例,绘图时,也不应固定图纸。完成的草图仍应基本做到:图形正确、线型分明、比例匀称、字体工整、图面整洁。

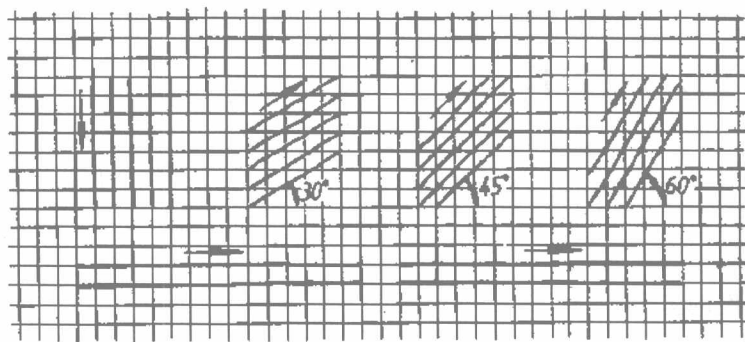


图 1-11 徒手画直线

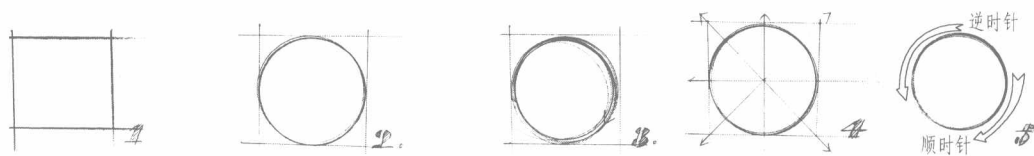


图 1-12 徒手画圆

# 2 空间点、线、面的投影分析

提示：点、线、面是组成三维立体的最基本的几何元素。本章介绍了点、直线和平面在三投影面体系中的投影及其投影特性；重点介绍了空间直线和平面的投影特性。在学习过程中，应重点培养用投影来表达点、直线和平面等空间几何元素的方法，学会通过总结几何元素的投影特性，反过来用投影分析其在空间的位置及几何元素间相对位置关系的方法。

要求：本章是工程制图最为基础的部分，必须掌握各种位置点、直线和平面的投影及投影特性，进一步建立投影法的基本概念和思维方法。在此基础上，学会应用点、直线和平面的相对位置关系及其投影特性，与直角三角形法、直角投影原理配合解决简单的空间几何问题，为立体的投影分析和表达打下基础。

## 2.1 空间点的投影分析

将点  $A$  放在三投影面体系中分别向三个投影面  $V$  面、 $H$  面、 $W$  面作正投影，得到点  $A$  的水平投影  $a$ 、正面投影  $a'$ 、侧面投影  $a''$ 。将三投影面展开，去掉投影面的边框，保留投影轴，便得到点  $A$  的三面投影图。由图 2-1 可以得出点在三投影面体系的投影特性是：

- 1) 点  $A$  的  $V$  面投影和  $H$  面投影的连线垂直于  $OX$  轴，即  $a'a \perp OX$ （长对正）；
- 2) 点  $A$  的  $V$  面投影和  $W$  面投影的连线垂直于  $OZ$  轴，即  $a'a'' \perp OZ$ （高平齐）；
- 3) 点  $A$  的  $H$  面投影到  $OX$  轴的距离等于点  $A$  的  $W$  面投影到  $OZ$  轴的距离，即  $aa_x = a''a_z$ （宽相等）。

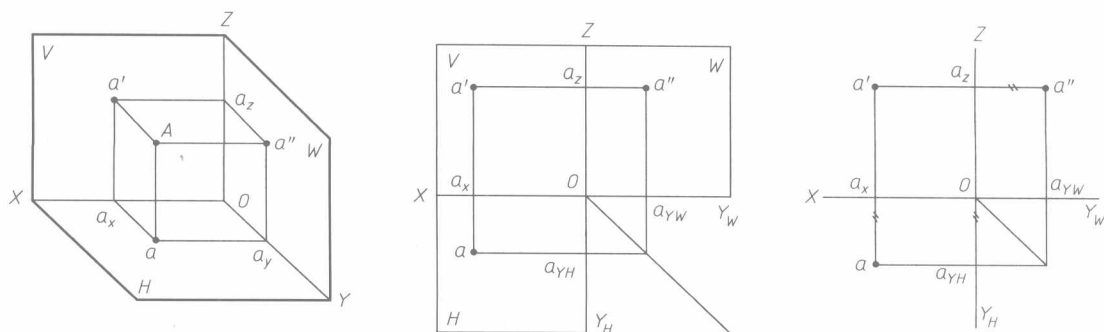


图 2-1 点的投影及其投影规律

### 2.1.1 投影面上的点与投影轴上的点

位于投影面、投影轴上及投影原点上的空间点，称为特殊位置的点。如图 2-2 (a) 所示， $A$  点位于  $V$  面上， $B$  点位于  $H$  面上， $C$  点位于  $W$  面上； $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点的投影图，如图 2-2 (b) 所示。

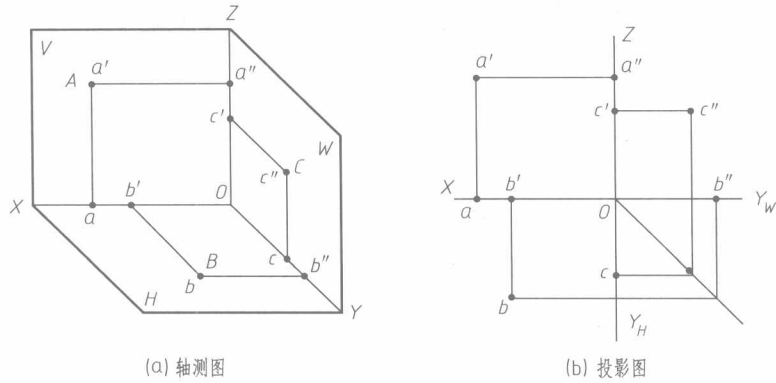


图 2-2 投影面上的点及其投影分析

从投影图可以看出，投影面上的点的坐标和投影具有如下特性：

- 1) 投影面上的点有一个坐标值为零；
- 2) 在该投影面上的投影与空间点重合，该点在相邻投影面上的投影分别落在相应的投影轴上。

如图 2-3 (a) 所示， $A$  点位于  $OX$  轴上， $B$  点位于  $OY$  轴上， $C$  点位于  $OZ$  轴上； $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点的投影图，如图 2-3 (b) 所示。

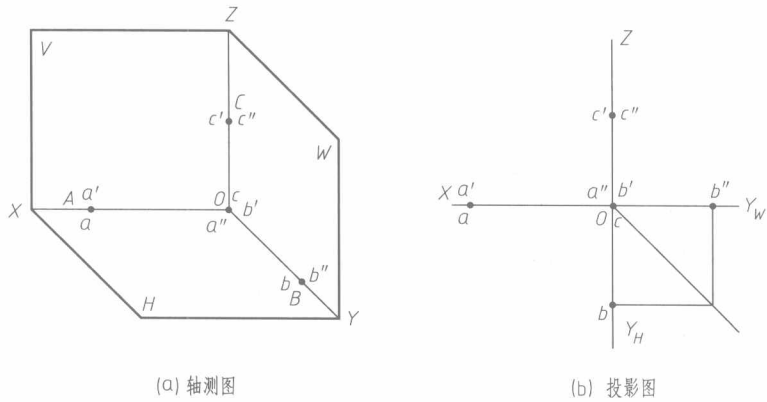


图 2-3 投影轴上的点及其投影分析

从投影图可以看出，投影轴上的点的坐标和投影具有如下特性：

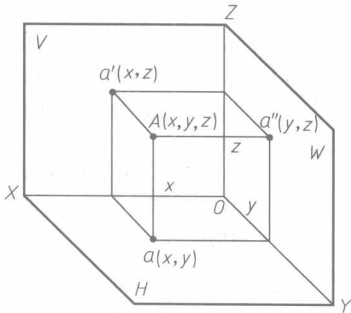
- 1) 投影轴上的点有两个坐标值为零；
- 2) 在通过该投影轴的两个投影面上的投影都与空间点重合，在另一投影面上的投影则与投影原点  $O$  重合。

如果空间点落在投影原点  $O$  上，则该点的三个坐标值均为零，且三个投影都与原点  $O$  重合。需要指出的是，虽然特殊位置点由于其位置的特殊性，点的坐标和投影具有相应的特性，但特殊位置点的投影仍然符合点在三投影面体系中的三个投影特性。

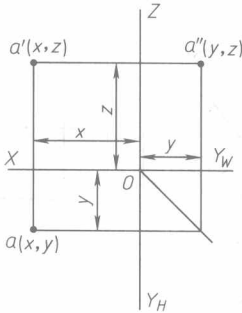
### 2.1.2 两点的相对位置及重影点

通过比较可以发现,三投影面体系和直角坐标系非常相似,三个投影轴相当于直角坐标系的三个坐标轴,投影原点相当于坐标原点。如图 2-4 (a) 所示,为空间点在三投影面体系中的坐标。从投影图可以看出,如果知道空间点的两个投影即可确定该点的三个坐标值,由此可以得出的结论是:已知空间点的两个投影即可确定空间点的位置。规定,从坐标原点  $O$  出发沿  $OX$  轴向左为正;沿  $OY$  轴向前为正;沿  $OZ$  轴向上为正。

由此,从投影图即可看出,如果一个点的  $X$  坐标越大,则越靠左; $Y$  坐标越大,则越靠前; $Z$  坐标越大,则越靠上,如图 2-4 (b) 所示。



(a) 轴测图



(b) 投影图

图 2-4 点在三投影面体系中的坐标

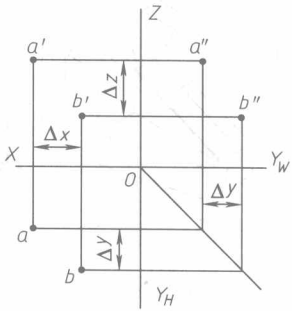
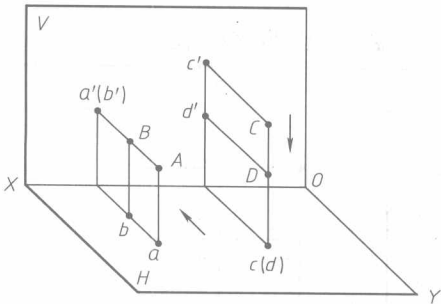


图 2-5 两点间的相对位置

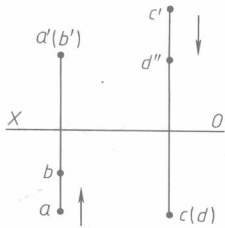
在投影图上判断空间两点的相对位置,就是分析两点之间上、下、左、右、前、后的关系。从图 2-5 中可以看出:由正面投影或侧面投影可以判断两点间的上、下位置关系 ( $\Delta Z$ );由正面投影或水平投影可以判断两点间的左、右位置关系 ( $\Delta X$ );由水平投影或侧面投影可以判断两点间的前、后位置关系 ( $\Delta Y$ )。

当空间两点位于某一投影面的同一条投影线上时,则这两点在该投影面上的投影重合,此时称这两点为相对于该投影面的重影点。如图 2-6 (a) 所示,  $A$ 、 $B$  为相对于  $V$  面的重影点,  $C$ 、 $D$  为相对于  $H$  面的重影点。

由于重影点有一个投影重合,在空间必有一点遮住了另一点。所以重合的投影存在可见与不可见问题。沿着对  $V$  面的投影线方向观察,先看到  $A$  点,  $A$  点将  $B$  点遮住了,即  $A$  点的正面投影可见,  $B$  点的正面投影不可见,规定不可见的投影要加上括号。同理,沿着对  $H$  面的投影线方向观察,先看到  $C$  点,  $C$  点将  $D$  点遮住,即  $C$  点的水平投影可见,  $D$  点的水平投影不可见,如图 2-6 (b) 所示。



(a) 轴测图



(b) 投影图

图 2-6 重影点