



国家职业技能鉴定考试辅导用书

# 制图员 (机械类)

尚凤武 主编



依据**劳动和社会保障部**  
制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



CAXA 2007 电子图版



国家职业技能鉴定考试辅导用书

# 制 图 员

(机 械 类)

尚凤武 主编



机械工业出版社

本书是根据《国家职业标准 制图员》和《制图员国家职业资格培训教程》并结合近年来“制图员国家职业资格鉴定考试试卷”概括的知识要点组织编写的。

全书共分4个部分：第一部分为手工绘图必备的理论知识和技能，共10章，每章包含知识要点和技能训练；第二部分为计算机绘图的知识 and 技能，共2章，介绍CAXA电子图板2007的知识要点以及相应的技能训练；第三部分为各章的复习题；第四部分为各级制图员理论知识和技能操作考试样卷。本书附有CAXA软件教学版供读者练习时使用。

本书可作为制图员职业技能鉴定统一考试培训的教材，也可作为高等职业技术学院、成人高职、高专机械专业的辅助教材，还可供其他相近专业使用参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

制图员 (机械类) / 尚凤武主编. —北京: 机械工业出版社, 2007.4  
国家职业技能鉴定考试辅导用书  
ISBN 978-7-111-21131-0

I. 制... II. 尚... III. 工程制图—职业技能鉴定—教材  
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 033568 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 荆宏智 张立荣 责任编辑: 王晓洁

版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.5 印张·484 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-21131-0

ISBN 978-7-89482-163-8 (光盘)

定价: 36.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379083

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

制图员职业资格鉴定工作的开展,得到了全国众多院校与企业的积极响应。实践证明,参与制图员职业资格培训,在推动工程制图课程教学改革、提高教学质量、促进教师素质和业务水平提高以及普及计算机绘图技术等多方面发挥着积极作用。

为了更好地配合制图员职业资格鉴定工作,我们编写了本书。本书具有以下作用和特点:

一、帮助读者明确国家职业标准对初级、中级和高级制图员职业鉴定考核内容及要求,并在培训目标中,对各章知识点用“了解”、“掌握”和“熟练掌握”加以概括区分,便于读者把握精力的投入比例和检验学习效果。

二、将制图员必备的理论知识精选、提炼,按职业鉴定要求和培训特点,编写出知识要点和技能训练指导例题,引导读者把握重点,克服难点,以利于通过职业鉴定考核。本书附有CAXA软件教学版供读者练习时使用。对于考前组织集中培训的单位具有较强的实用性。

三、参照近年来“制图员国家职业资格鉴定试卷”题型和鉴定要求,本教材编写了一定数量的具有代表性的复习题供读者练习。同时,读者通过本教材提供的职业鉴定考试样卷,能进一步明确各级制图员考试的题型和要求,增强职业培训的针对性。

四、本教材可供机械类专业初、中、高级制图员共同使用(书中将中、高级制图员的内容分别用“\*”和“\*\*”号表示),避免了不同级别分别成册而造成的知识点分散及不利于教学和读者学习的弊病。

本书由尚凤武任主编,参加编写工作的有高梦月、安增桂和尚凤武。全书共分四个部分。其中,第一和第二部分为手工绘图和计算机绘图(CAXA电子图板2007)的知识要点和技能训练题解。第三部分为各章的复习题,第四部分为各级制图员职业鉴定考试样卷。本书编写分工为:尚凤武编写第一部分的第一、五、九、十章和第四部分;高梦月编写第一部分的第二、三、七、八章和第二部分的第十一、十二章;安增桂编写第一部分的第四、六章;第三部分由上述编者按各章内容分别承担。全书由尚凤武统稿。

机械工业出版社的编辑们为本书的出版付出了辛勤劳动,在本书出版之际,对于关心、支持和帮助本书出版的各位人士表示衷心的感谢。

针对职业鉴定知识要点编写辅导用书是一项探索性的工作。由于时间仓促,缺乏经验,不足之处在所难免,我们真诚地希望各使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第一部分 手工绘图必备的知识 and 技能

|                                          |    |                                          |    |
|------------------------------------------|----|------------------------------------------|----|
| <b>第一章 基本要求</b> .....                    | 1  | 视图绘制第三视图 .....                           | 45 |
| 第一节 知识要点 .....                           | 1  | ** 训练 5 根据复杂组合体的两个视图<br>绘制第三视图 .....     | 45 |
| 一、国家标准中有关制图的一般<br>规定 .....               | 1  | <b>第四章 机件表达方法</b> .....                  | 49 |
| 二、尺寸标注的基本知识 .....                        | 3  | 第一节 知识要点 .....                           | 49 |
| 三、绘图、描图的仪器和工具 .....                      | 4  | 一、视图 .....                               | 49 |
| 四、几何作图 .....                             | 5  | 二、剖视图与断面图 .....                          | 52 |
| 五、投影法基础 .....                            | 9  | 三、其他表达方法 .....                           | 58 |
| 第二节 技能训练 .....                           | 12 | * 四、换面法 .....                            | 60 |
| 训练 1 平面图形的尺寸标注 .....                     | 12 | 第二节 技能训练 .....                           | 64 |
| 训练 2 平面图形的尺寸分析与<br>绘制 .....              | 12 | 训练 1 由立体图绘制三视图并作全剖<br>视图 .....           | 64 |
| <b>第二章 基本体</b> .....                     | 14 | 训练 2 根据组合体两视图绘制第三视<br>图并作全剖视图 .....      | 65 |
| 第一节 知识要点 .....                           | 14 | ** 训练 3 根据复杂组合体两视图绘制<br>第三视图并作全剖视图 ..... | 66 |
| 一、基本体 .....                              | 14 | * 训练 4 用换面法求作立体的斜截口<br>真形 .....          | 66 |
| 二、截交线 .....                              | 18 | * 训练 5 用换面法绘制斜视图或斜剖<br>视图 .....          | 68 |
| 第二节 技能训练 .....                           | 23 | <b>第五章 轴测图</b> .....                     | 69 |
| 训练 1 根据简单切割体的两个视图<br>绘制第三视图 .....        | 23 | 第一节 知识要点 .....                           | 69 |
| * 训练 2 根据曲面立体截交线的两个<br>视图绘制第三视图 .....    | 23 | 一、轴测图的基本知识 .....                         | 69 |
| ** 训练 3 根据复合截交线的两个视图<br>绘制第三视图 .....     | 24 | * ** 二、正等轴测图 .....                       | 70 |
| <b>第三章 组合体</b> .....                     | 26 | * ** 三、斜二等轴测图 .....                      | 74 |
| 第一节 知识要点 .....                           | 26 | * ** 四、正二等轴测图 .....                      | 75 |
| * 一、相贯线 .....                            | 26 | * ** 五、轴测剖视图的画法 .....                    | 76 |
| * 二、组合体 .....                            | 31 | 第二节 技能训练 .....                           | 77 |
| 第二节 技能训练 .....                           | 41 | * 训练 1 绘制切割型立体的正等轴<br>测图 .....           | 77 |
| 训练 1 由立体图绘制三视图 .....                     | 41 | * ** 训练 2 绘制组合体的正等轴测图 .....              | 78 |
| * 训练 2 根据组合体的两个视图绘制<br>第三视图 .....        | 42 | * ** 训练 3 绘制斜二等轴测图 .....                 | 78 |
| * 训练 3 根据含有相贯线的两个视图<br>绘制第三视图 .....      | 43 | * ** 训练 4 绘制轴测剖视图 .....                  | 79 |
| * ** 训练 4 根据含有复合相贯线的两个<br>视图绘制第三视图 ..... | 45 | <b>第六章 螺纹、标准件及常用件</b> .....              | 80 |

|                        |     |                          |     |
|------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 第一节 知识要点 .....         | 80  | 六、绘制装配图的方法与步骤 .....      | 135 |
| *一、螺纹及其联接 .....        | 80  | 七、阅读装配图和拆画零件图的方法         |     |
| **二、标准件及常用件 .....      | 88  | 与步骤 .....                | 135 |
| 第二节 技能训练 .....         | 97  | 第二节 技能训练 .....           | 136 |
| 训练1 螺纹的画法 .....        | 97  | 训练1 由零件图绘制装配图 .....      | 136 |
| *训练2 螺纹联接 .....        | 99  | 训练2 阅读装配图, 拆画零件图 .....   | 141 |
| **训练3 圆柱直齿轮的画法 .....   | 100 | <b>第九章 描图与徒手绘图</b> ..... | 146 |
| **训练4 圆柱弹簧的画法 .....    | 101 | 第一节 描图的知识要点 .....        | 146 |
| <b>第七章 零件图</b> .....   | 102 | 一、描绘图线的原则和顺序 .....       | 146 |
| 第一节 知识要点 .....         | 103 | 二、描图的校对方法 .....          | 146 |
| 一、视图的选择 .....          | 103 | 三、描图的修复技术 .....          | 147 |
| 二、零件的尺寸标注 .....        | 109 | **第二节 徒手绘图的知识要点 .....    | 147 |
| 三、技术要求 .....           | 114 | 一、徒手绘图及其用途 .....         | 147 |
| 四、零件图的绘制与阅读 .....      | 120 | 二、徒手绘图的技法 .....          | 148 |
| 第二节 技能训练 .....         | 121 | 三、目测比例的方法 .....          | 149 |
| 训练1 阅读轴类零件图 .....      | 121 | <b>第十章 图样管理</b> .....    | 151 |
| 训练2 阅读盘盖类零件图 .....     | 123 | 第一节 图样复制、折叠和装订的知识        |     |
| *训练3 阅读支架类零件图 .....    | 124 | 要点 .....                 | 151 |
| *训练4 阅读箱壳类零件图 .....    | 126 | 一、图样复制的方法 .....          | 151 |
| *训练5 零件图上的标注 .....     | 128 | 二、图样的折叠与装订 .....         | 151 |
| <b>**第八章 装配图</b> ..... | 132 | *第二节 图样管理的知识要点 .....     | 152 |
| 第一节 知识要点 .....         | 132 | 一、图样的归档 .....            | 152 |
| 一、装配图的作用与内容 .....      | 132 | 二、图样的保管 .....            | 152 |
| 二、装配图的视图 .....         | 132 | 三、底图的修复 .....            | 153 |
| 三、装配图的规定画法和特殊画法 .....  | 133 | **第三节 机械工程图的知识 .....     | 153 |
| 四、装配图的尺寸标注 .....       | 133 | 一、机械工程图样的种类 .....        | 153 |
| 五、装配图上的零件编号和明细表 .....  | 135 | 二、机械工程图样的编号 .....        | 153 |

## 第二部分 计算机绘图必备的知识 and 技能

|                              |     |                          |     |
|------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| <b>第十一章 CAXA 电子图板 2007 的</b> |     | 五、等距线的绘制 .....           | 163 |
| <b>知识要点</b> .....            | 154 | 六、剖面线的绘制 .....           | 163 |
| 第一节 用户界面与基本操作 .....          | 154 | 七、椭圆的绘制 .....            | 164 |
| 一、用户界面 .....                 | 154 | 八、孔、轴的绘制 .....           | 164 |
| 二、鼠标及键盘的使用 .....             | 157 | 九、添加中心线 .....            | 165 |
| 三、坐标输入 .....                 | 158 | 十、箭头的绘制 .....            | 165 |
| 四、立即菜单 .....                 | 158 | <b>第三节 常用的编辑功能</b> ..... | 165 |
| 五、工具点菜单 .....                | 158 | 一、裁剪 .....               | 165 |
| 第二节 常用的绘制功能 .....            | 159 | 二、过渡 .....               | 166 |
| 一、直线的绘制 .....                | 159 | 三、打断 .....               | 167 |
| 二、圆及圆弧的绘制 .....              | 160 | 四、拉伸 .....               | 167 |
| 三、矩形及正多边形的绘制 .....           | 161 | 五、平移和复制选择到 .....         | 168 |
| 四、样条线的绘制 .....               | 162 | 六、旋转 .....               | 169 |
|                              |     | 七、镜像 .....               | 169 |

|                     |     |                                 |     |
|---------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 八、阵列 .....          | 170 | 四、另存文件 .....                    | 194 |
| 九、比例放缩 .....        | 171 | 第九节 图纸幅面 .....                  | 194 |
| 十、线型、颜色的修改 .....    | 171 | 一、图幅与图框的调用 .....                | 195 |
| 十一、取消操作与恢复操作 .....  | 173 | 二、标题栏的调用 .....                  | 196 |
| 第四节 常用的显示功能 .....   | 173 | **三、零件序号与明细表 .....              | 196 |
| 一、显示窗口 .....        | 173 | 第十节 系统设置 .....                  | 199 |
| 二、显示回溯 .....        | 174 | 一、标注参数设置 .....                  | 199 |
| 三、显示平移 .....        | 174 | 二、剖面图案设置 .....                  | 201 |
| 四、显示全部 .....        | 174 | 三、拾取设置 .....                    | 201 |
| 五、重画 .....          | 174 | 四、捕捉点设置 .....                   | 202 |
| 第五节 图层 .....        | 175 | 第十二章 计算机绘图技能训练 .....            | 204 |
| 一、当前层的设置 .....      | 175 | 第一节 技能训练概述 .....                | 204 |
| 二、图层的属性 .....       | 175 | 一、初始环境设置 .....                  | 204 |
| 第六节 工程标注 .....      | 177 | 二、电子图板绘图软件的操作要领及<br>注意的问题 ..... | 205 |
| 一、尺寸标注 .....        | 177 | 第二节 平面图形的绘制及标注 .....            | 206 |
| 二、文字标注 .....        | 180 | 训练1 平面图形(1) .....               | 206 |
| *三、表面粗糙度标注 .....    | 182 | *训练2 平面图形(2) .....              | 210 |
| *四、极限与配合的标注 .....   | 183 | **训练3 平面图形(3) .....             | 213 |
| 五、引出说明 .....        | 184 | 训练4 斜度和锥度 .....                 | 215 |
| *六、剖切符号 .....       | 185 | 训练5 平面图案 .....                  | 217 |
| *七、基准代号 .....       | 185 | 第三节 三视图的绘制 .....                | 219 |
| 八、倒角标注 .....        | 186 | 训练6 按给定尺寸抄画三视图 .....            | 219 |
| **第七节 块及图库操作 .....  | 186 | *训练7 抄画给定的两视图并补画<br>第三视图 .....  | 221 |
| 一、块及块的生成 .....      | 186 | 第四节 零件图的绘制 .....                | 224 |
| 二、块的打散及块的消隐 .....   | 187 | *训练8 抄画零件图(1) .....             | 224 |
| 三、块的属性 .....        | 188 | **训练9 抄画零件图(2) .....            | 227 |
| 四、图符的调用及插入 .....    | 188 | **第五节 装配图的绘制 .....              | 229 |
| 第八节 常用的文件管理功能 ..... | 192 | 训练10 根据零件图拼画装配图 .....           | 229 |
| 一、新建文件 .....        | 193 |                                 |     |
| 二、打开文件 .....        | 193 |                                 |     |
| 三、存储文件 .....        | 194 |                                 |     |

### 第三部分 各章知识要点和技能训练复习题

### 第四部分 制图员职业资格鉴定考试样卷

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 306 |
|------------|-----|

# 第一部分 手工绘图必备的知识和技能

## 第一章 基本要求



### 培训目标

| 知识要点             | 培 训 目 标                                                                        |     |     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|                  | 初 级                                                                            | 中 级 | 高 级 |
| 一、国家标准中有关制图的一般规定 | 了解和掌握国家标准中有关制图的一般规定，包括图纸幅面、比例、线型、字体                                            |     |     |
| 二、尺寸标注的基本知识      | 了解和掌握国家标准中有关尺寸标注的基本知识                                                          |     |     |
| 三、绘图、描图的仪器和工具    | 了解手工绘图和描图的仪器和工具                                                                |     |     |
| 四、几何作图           | 1. 掌握常见的正多边形、斜度与锥度及圆弧连接等几何图形的作图方法<br>2. 熟练掌握平面图形的尺寸分析和作图方法<br>3. 能正确地标注平面图形的尺寸 |     |     |
| 五、投影法基础          | 1. 了解投影法的基本概念<br>2. 掌握点、线、面的投影特性<br>3. 掌握三视图的投影规律                              |     |     |

### 第一节 知 识 要 点

#### 一、国家标准中有关制图的一般规定

##### 1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度和长度组成的幅面。国家标准规定的基本幅面有 5 种，分别用 A0、A1、A2、A3、A4 表示。其中，A0 的幅面为  $B \times L = 841\text{mm} \times 1189\text{mm} \approx 1\text{m}^2$ 。基本幅面的分割方法和尺寸大小如图 1-1 所示。绘图时，应优先采用基本幅面。必要时，可以加长幅面，但加长幅面的大小应为基本幅面的短边的整数倍，以便于图样的折叠和保管。

##### 2. 比例

图样中的图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例称为原值比例，即为 1:1；比值大于 1 的比例称为放大比例，如 2:1、4:1 等；比值小于 1 的比例称为缩小比例，如 1:2、1:5 等。

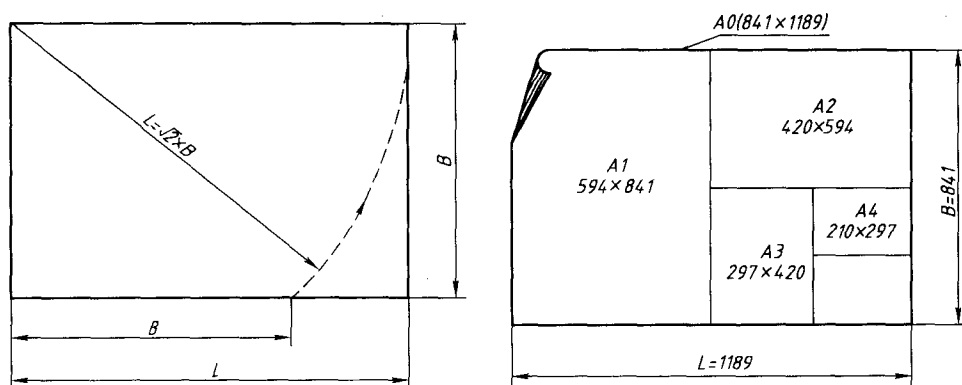


图 1-1 图纸幅面

(1) 比例的选择 绘制图样时,不能随意选用比例,而应在表 1-1 规定的系列中选取。

表 1-1 比例系列 (摘自 GB/T 14690—1993)

| 种 类  | 优先选择系列                                                                | 允许选择系列                                                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 原值比例 | 1:1                                                                   |                                                                                                                             |
| 放大比例 | 5:1 2:1<br>$5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$      | 4:1 2.5:1<br>$4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$                                                                          |
| 缩小比例 | 1:2 1:5 1:10<br>$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$ | 1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6<br>$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$<br>$1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$ |

注: n 为正整数。

(2) 比例的标注 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。若图样中有不同的比例,可在视图名称下方或右侧标注,如:

$$\frac{1}{2:1} \quad \frac{A}{2:1} \quad \frac{A-A}{4:1}$$

### 3. 字体

(1) 基本要求 图样及有关技术文件中的字体,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( $h$ )的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 共 8 种,单位: mm。如书写更大的字,其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(2) 汉字 汉字应采用《汉字简化方案》中规定的简化汉字,并采用长仿宋字体。汉字的字高不应小于 3.5 mm,字宽为  $h/\sqrt{2}$ ,约 0.7 $h$ 。书写汉字的要领是:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

(3) 字母和数字 字母和数字按笔画的宽度分为 A 型和 B 型。其中, A 型字体的笔画宽度( $d$ )为字高( $h$ )的 1/14, B 型字体的笔画宽度( $d$ )为字高( $h$ )的 1/10。字母和数字可以写成直体,也可以写成斜体,但是全图应当统一。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°角。

### 4. 图线

在绘制图样时,有关图线的画法应遵循国标 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中的规定。图线的线型有粗实线、粗虚线、粗点画线、细实线、细点画线、细虚线、细双点画线、双折线以及波浪线等共 9 种类型。

图线宽度 ( $d$ ) 应按图样的类型和尺寸大小在下列宽度中选择: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0, 单位: mm。

## 二、尺寸标注的基本知识

### 1. 尺寸标注的基本规则

1) 物体的真实大小应以图样中所注尺寸数值为依据,与绘图时采用的比例以及绘图的准确度无关。

2) 图样中的尺寸以毫米 (mm) 为单位,不需要标注计量单位的代号“mm”或名称,如采用其他单位,则必须注明相应单位的代号或名称。

3) 物体上的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在最清晰地反映物体形状的图形上。

4) 图样中所标注的尺寸为该图样所示物体的最后完成尺寸,否则应另加说明。

### 2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由 3 个基本要素组成,即尺寸界线、尺寸线、尺寸数字,如图 1-2 所示。

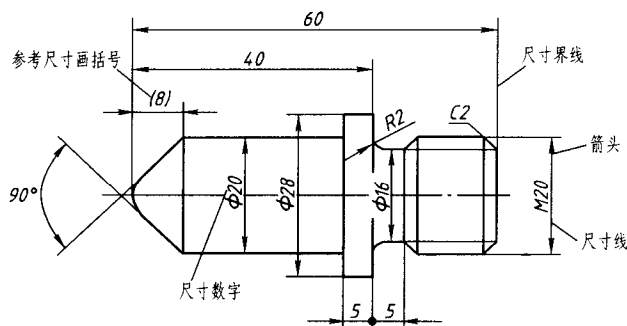


图 1-2 尺寸的组成

尺寸组成中的几点说明:

1) 在标注圆的尺寸数字时,需要在数字前加注符号“ $\phi$ ”;在标注圆弧的尺寸数字时,需要在数字前加注符号“ $R$ ”,如  $\phi 16$ ,  $R2$  等。

2) 尺寸线有终端,终端有箭头和斜线 2 种方式。机械工程图样多用箭头方式,箭头的长宽比大约为 6:1 或更大。

3) 线性尺寸数字的方向是:水平数字和倾斜数字头朝上、垂直数字头朝左,如图 1-2 所示。

4) 角度尺寸的数字一律写成水平,且在数字的右上角加上单位符号“°”。

5) 根据国家标准规定,尺寸标注中可采用表 1-2 所示的常用符号和缩写词。

表 1-2 尺寸标注中的常用符号和缩写词

| 名 称 | 符号或缩写词  | 名 称   | 符号或缩写词   |
|-----|---------|-------|----------|
| 直 径 | $\phi$  | 正方形   | □        |
| 半 径 | $R$     | 45°倒角 | $C$      |
| 球直径 | $S\phi$ | 深度    | $\nabla$ |
| 球半径 | $SR$    | 沉孔或锪平 | ┐        |
| 厚 度 | $t$     | 埋头孔   | ▽        |
| 均 布 | EQS     |       |          |

### 3. 尺寸分类

(1) 尺寸按形式分类 可分为线性尺寸和角度尺寸。

线性尺寸——物体上某两点间的距离，如物体的长度、宽度、高度，圆的直径、圆弧的半径及中心距等。

角度尺寸——两相交直线所形成的夹角或两相交平面所形成的两面角中任一正截面的两面角的大小。

(2) 尺寸按作用分类 可分为定形尺寸和定位尺寸。

定形尺寸——确定各形体大小的尺寸。定形尺寸也称为大小尺寸。

定位尺寸——确定各形体间相互位置关系的尺寸。定位尺寸也称为位置尺寸。

如图 1-3 所示，尺寸 100、60、 $\phi 30$ 、 $\phi 20$ 、 $R8$  为定形尺寸，尺寸 20、20、40、20、30 为定位尺寸。

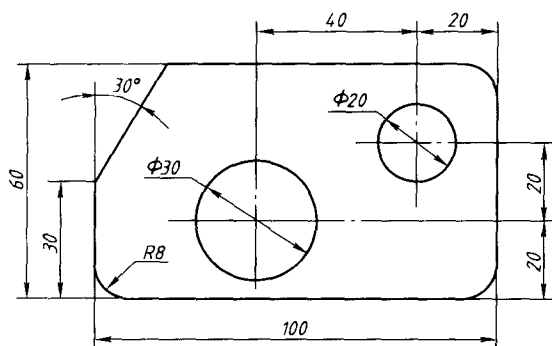


图 1-3 尺寸分类

## 三、绘图、描图的仪器和工具

### 1. 绘图仪器和工具

手工绘图中常用的绘图仪器和工具一般包括铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规和分规、比例尺（三棱尺）、曲线板等。

### 2. 描图仪器和工具

除了上述介绍的绘图工具完全适用于描图之外，描图仪器和工具一般还包括鸭嘴笔和针管笔两种工具，用于描画墨线。其中，针管笔可以像普通钢笔一样吸储墨水，用不同规格管

径的笔可以描绘出不同粗细 (0.2 ~ 1.2 mm) 的直线或曲线。

#### 四、几何作图

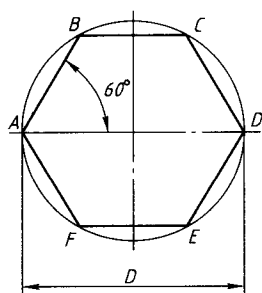
##### 1. 正六边形

##### (1) 按照角度关系的作图法

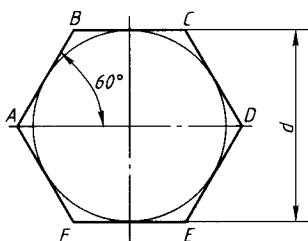
1) 已知外接圆的直径  $D$ , 画正六边形。过  $A$ 、 $D$  分别作与水平线成  $60^\circ$  角的直线  $AB$ 、 $AF$ 、 $DC$ 、 $DE$ , 交圆周于  $B$ 、 $F$ 、 $C$ 、 $E$ , 连接  $BC$ 、 $EF$ , 得六边形  $ABCDEF$ , 如图 1-4a 所示。

2) 已知内切圆的直径  $d$ , 画正六边形。先作出圆的上下两条水平切线, 再分别以与水平线成  $60^\circ$  角、 $120^\circ$  角作圆的另外 4 条切线, 得六边形  $ABCDEF$ , 如图 1-4b 所示。

(2) 按照边长关系的作图法 分别以水平直径的两个端点为圆心, 以外接圆的半径为半径画弧, 得六边形的另外 4 个顶点, 然后依次连接各顶点, 得六边形  $ABCDEF$ , 如图 1-5 所示。



a)



b)

图 1-4 正六边形按角度关系的作图法

a) 已知外接圆直径作图 b) 已知内切圆直径作图

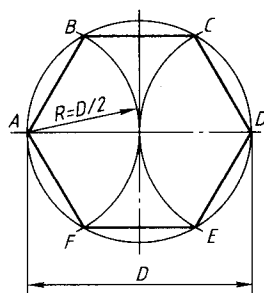


图 1-5 正六边形按边长关系的作图法

##### 2. 斜度和锥度

(1) 斜度 ( $S$ ) 斜度是指直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。

$S = (H - h)/L = \tan \alpha$ , 如图 1-6 所示。

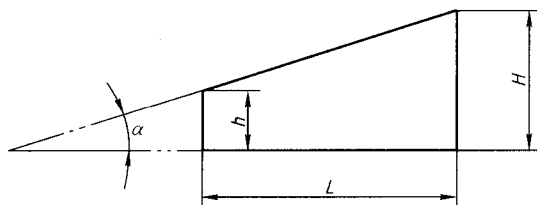


图 1-6 斜度

标注斜度时, 通常都是将斜度写成 1:n 的形式, 并在其前面加上斜度符号 “ $\angle$ ”, 标准规定, 斜度符号的方向应与斜度的方向一致, 如图 1-7a 所示。

如绘制如图 1-7a 所示包含斜度 1:10 的图形, 可按如下步骤进行:

1) 作互相垂直的基准线  $OA \perp OB$ , 在  $OA$  上任取 10 单位得  $M$  点, 在  $OB$  上取 1 单位得  $N$  点, 连接截取点, 得出斜度辅助线  $MN$ , 如图 1-7b 所示。

2) 按给定尺寸确定  $C$  点。

3) 过  $C$  点作斜度辅助线  $MN$  的平行线, 即为所求的斜度线, 如图 1-7c 所示。

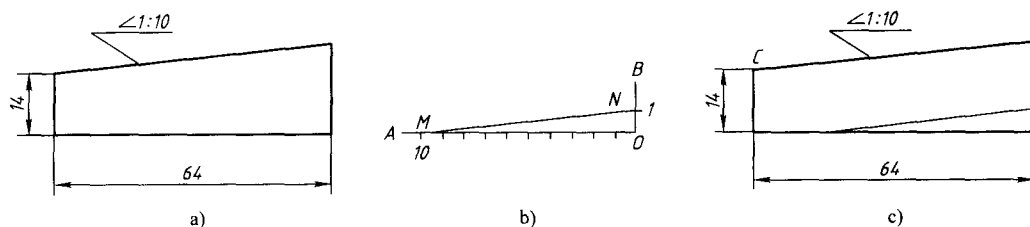


图 1-7 斜度的画法与标注

a) 原图 b) 作斜度辅助线 c) 作图结果

(2) 锥度 ( $C$ ) 锥度是指圆锥的底圆直径与高度之比, 如果是圆锥台, 则锥度是圆锥台的底圆直径和顶圆直径之差与高度之比。

$C = D/L = (D - d)/L = 2\tan\alpha$ , 如图 1-8 所示。

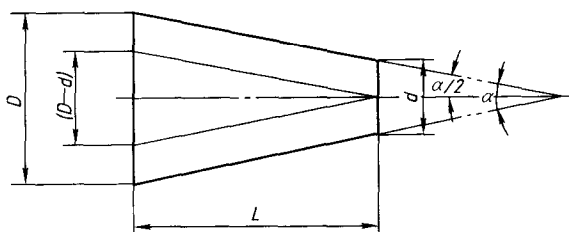


图 1-8 锥度

通常, 锥度也写成  $1:n$  的形式, 并在  $1:n$  的前面加上锥度符号。标准规定, 锥度符号的方向应与锥度的方向一致, 如图 1-9a 所示。锥度的画法与标注如图 1-9b 所示。

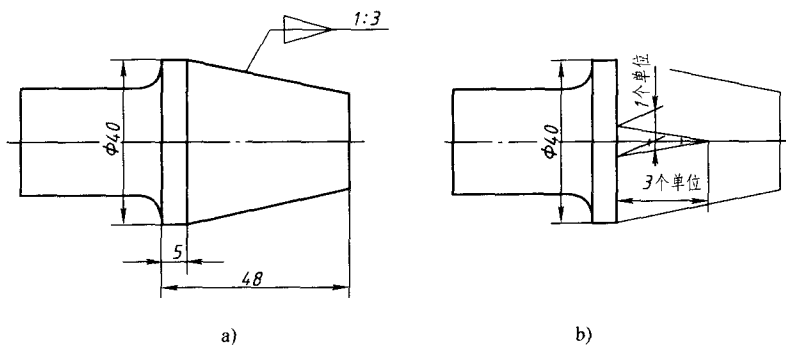


图 1-9 锥度的画法与标注

a) 原图 b) 作锥度辅助线

### 3. 圆弧连接

圆弧连接的要点是根据已知条件准确地确定出连接圆弧的圆心和切点。

(1) 直线间的圆弧连接 用已知半径的圆弧连接两条直线, 有锐角、钝角和直角 3 种情况, 如图 1-10 所示。

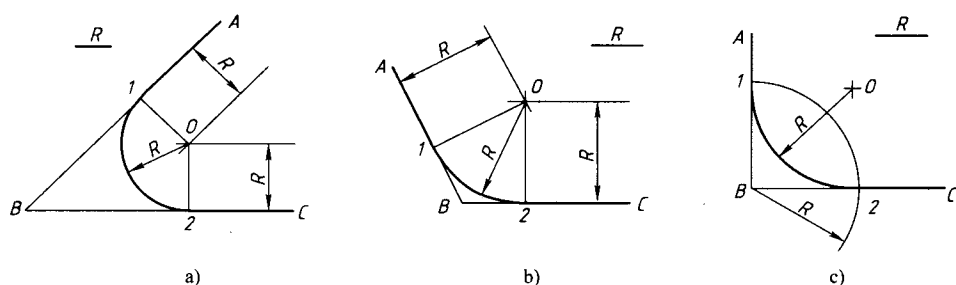


图 1-10 圆弧连接两直线

a) 两直线成锐角 b) 两直线成钝角 c) 两直线成直角

作图步骤:

1) 分别作  $AB$ 、 $BC$  的平行线, 使它们之间的距离等于已知圆弧半径  $R$ 。两条平行线的交点  $O$ , 即为连接圆弧的圆心。

2) 自  $O$  点分别向已知角的两边作垂线, 得垂足 1、2, 即为切点。

3) 以  $O$  点为圆心、 $R$  为半径在两切点 1、2 之间画弧即为所求。

(2) 直线与圆弧间的圆弧连接 如图 1-11a 所示, 用已知半径为  $R$  的圆弧连接已知直线  $AB$  和以  $O_1$  为圆心、 $R_1$  为半径的圆弧, 其作图步骤如下:

1) 以  $O_1$  为圆心,  $R_1 + R$  为半径画弧; 作与直线  $AB$  距离为  $R$  的平行线, 两平行线的交点  $O$  即为圆心。

2) 连接  $O_1O$  得切点 1, 过  $O$  作直线  $AB$  的垂线, 得切点 2; 以  $O$  点为圆心,  $R$  为半径在两切点 1、2 之间画弧即为所求, 如图 1-11b 所示。

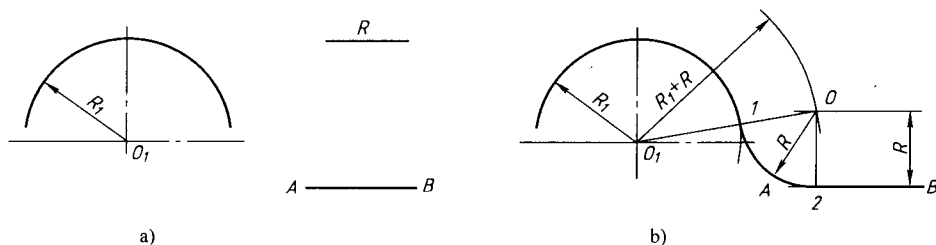


图 1-11 直线与圆弧间的圆弧连接

a) 待连接圆弧与直线 b) 连接结果

(3) 圆弧间的圆弧连接

1) 外连接。外连接是指用圆弧以外切的形式将两个已知圆或圆弧连接起来。图 1-12 表示了采用外连接方式用半径为  $R$  的圆弧连接两个已知圆的作图过程。

2) 内连接。内连接是指用圆弧通过内切的形式将两个已知圆或圆弧连接起来。图 1-13 表示了采用内连接方式用半径为  $R$  的圆弧连接两个已知圆的作图过程。

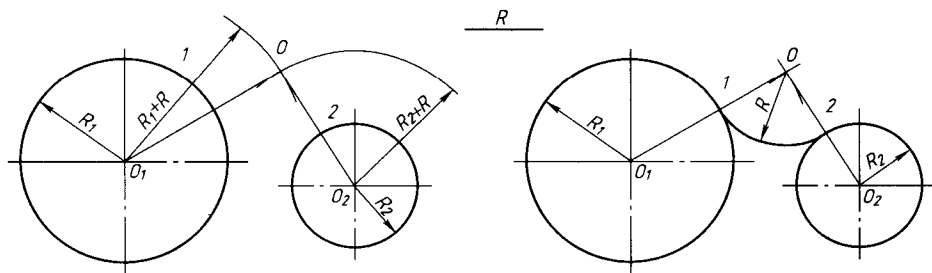


图 1-12 圆弧外连接已知直线和圆弧

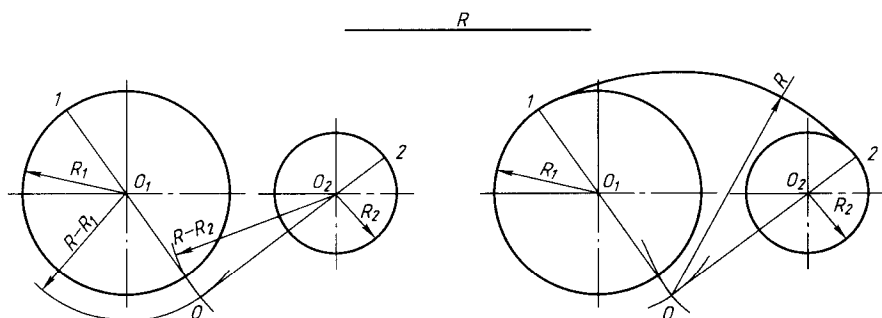


图 1-13 圆弧内连接两已知圆弧

3) 混合连接。混合连接是指用圆弧通过内切和外切混合的形式将两个已知圆或圆弧连接起来。图 1-14 表示了采用混合连接方式用半径为  $R$  的圆弧连接两个已知圆弧的作图过程。

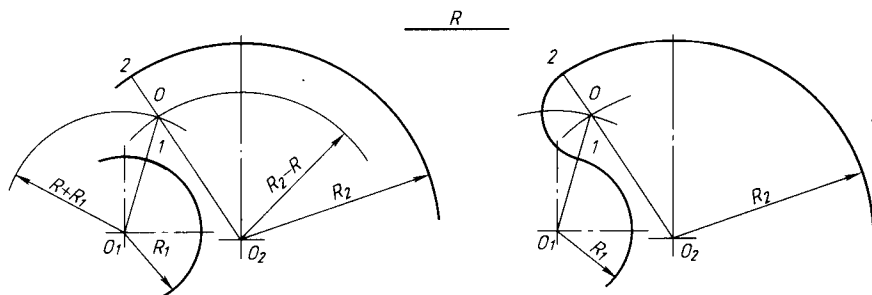


图 1-14 混合连接

#### 4. 平面图形的尺寸分析与绘制

平面图形由若干条线段连接而成，各线段由尺寸或几何关系确定其位置和形状。画图时，必须对图形的尺寸和线段进行分析，弄清每一线段由哪些尺寸确定；线段之间属于哪一种连接。在此基础上，拟定出各线段的画图先后次序。下面以图 1-15 为例，说明平面图形的尺寸分析和作图方法。

(1) 尺寸分析 如图 1-15 所示，图中的尺寸可分为两类：

- 1) 定形尺寸。如  $\phi 10$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 14$ 、 $\phi 26$ 、 $\phi 4$ 、 $R5$ 、 $R52$ 、 $R30$ 、83、12 等。
- 2) 定位尺寸。如尺寸 6。另外，尺寸 83、 $\phi 26$ 、 $\phi 14$  也兼有定位尺寸的功能。

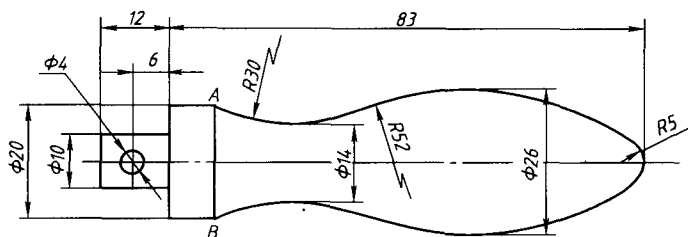


图 1-15 平面图形

### (2) 线段分析

- 1) 已知线段。定形、定位尺寸都齐全的线段，如图中  $\phi 10$ 、 $R5$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 4$ 、12 等。
- 2) 中间线段。只有定形尺寸和一个定位尺寸的线段。它需要其相邻一端的线段画出后，才能通过几何作图画出，如图中的  $R52$ 、 $R30$ 。
- 3) 连接线段。只有定形尺寸而没有定位尺寸的线段，如图中的线段  $AB$ 。

### (3) 平面图形的绘图步骤

- 1) 画基准线，如图 1-16a 所示。
- 2) 画已知线段  $\phi 10$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 4$ 、 $R5$  及 12，如图 1-16b 所示。
- 3) 由尺寸  $\phi 26$  及内切关系求  $R52$  的圆心以及与  $R5$  的切点，画  $R52$ ，如图 1-16c 所示。
- 4) 由尺寸  $\phi 14$  及外切关系求  $R30$  的圆心以及与  $R52$  的切点，画  $R30$ ，如图 1-16d 所示。
- 5) 画连接线段  $AB$ ，擦去作图线，描深图形，标注尺寸，结果如图 1-15 所示。

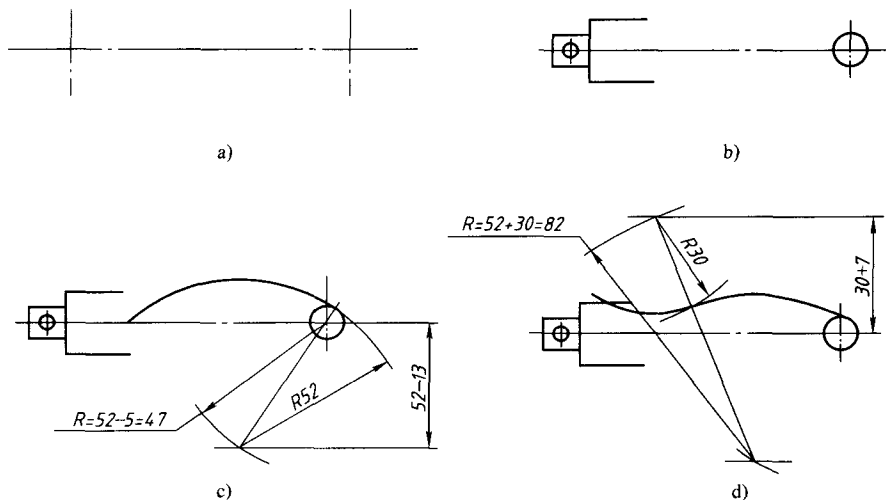


图 1-16 平面图形的尺寸分析与绘制

a) 画基准线 b) 画已知线段 c) 画中间线段  $R52$  d) 画中间线段  $R30$ 

## 五、投影法基础

### 1. 投影法及其分类

投射射线通过物体向选定的平面进行投射，并在该平面上得到图形的方法称为投影法。其所得到的图形称为投影或称为投影图，选定的平面称为投影面。

投影法可分为中心投影法和平行投影法。平行投影法又分为正投影法和斜投影法。

## 2. 工程上常用的几种投影图

工程上常用的投影图有以下4种：多面正投影图、轴测投影图、透视投影图和标高投影图。一般将多面正投影图称为二维图，将其余3种投影图称为三维图。

## 3. 点、直线和平面的投影特性

(1) 点 空间点的3个投影存在如下投影特性：

1) 点的投影连线垂直于相应的投影轴。

2) 空间点到投影面的距离等于相应投影点到投影轴的距离。

3) 每个投影点表示了空间点的两个坐标，两个投影点可以惟一确定点的空间位置。

点的投影和点的坐标存在如下关系：

点  $A$  到  $W$  面的距离等于点的  $x$  坐标。

点  $A$  到  $V$  面的距离等于点的  $y$  坐标。

点  $A$  到  $H$  面的距离等于点的  $z$  坐标。

(2) 直线 直线在空间的位置可以由直线上任意两个点来确定，或由直线上一点及其直线的给定方向确定。

空间直线与投影面的相对位置有3种，即一般位置、平行位置和垂直位置。

1) 一般位置直线。与3个投影面既不平行也不垂直的直线称为一般位置直线。一般位置直线的投影具有以下特性：

① 3个投影的长度均不反映空间直线的实际长度，且小于实长。

② 3个投影均与投影轴倾斜。

③ 3个投影均不反映其对  $H$ 、 $V$ 、 $W$  面的倾角  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  的大小。

2) 投影面平行线。平行于一个投影面而与另外两个投影面倾斜的直线称为投影面平行线。投影面平行线具有以下投影特性：

① 直线在与其平行的投影面上的投影反映实际长度，同时反映与另外两个投影面的倾角。

② 其余两投影分别平行相应的投影轴。

3) 投影面垂直线。垂直于一个投影面而与另外两个投影面平行的直线称为投影面垂直线。投影面垂直线具有以下投影特性：

① 直线在与其垂直的投影面上的投影积聚为一点。

② 其余两投影分别平行相应的投影轴，且反映实长。

投影面平行线和投影面垂直线又称为特殊位置直线。

(3) 平面 平面相对投影面的位置也有3种，即一般位置、垂直位置和平行位置。

1) 一般位置平面。与3个投影面既不平行也不垂直的平面称为一般位置平面。一般位置平面的3个投影均不反映实形，也不具有积聚性。

2) 投影面垂直面。垂直于一个投影面而与另外两投影面倾斜的平面称为投影面垂直面。投影面垂直面具有如下投影特性：

① 平面在与其垂直的投影面上的投影积聚为一条直线，且反映平面与另外两个投影面