

21世纪

高职高专教育统编教材

# 工程制图

主编 曾令宜



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



### 图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/曾令宜主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2004

21 世纪高职高专教育统编教材

ISBN 7-5084-2153-1

I. 工... II. 曾... III. 工程制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 089180 号

|       |                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名   | 21 世纪高职高专教育统编教材<br><b>工程制图</b>                                                                                                                                                                                            |
| 作 者   | 主编 曾令宜                                                                                                                                                                                                                    |
| 出版 发行 | 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) |
| 经 售   | 全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                                                                                        |
| 排 版   | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                                                                                                           |
| 印 刷   | 北京市兴怀印刷厂                                                                                                                                                                                                                  |
| 规 格   | 787mm×1092mm 16 开本 18.5 印张 451 千字 2 插页                                                                                                                                                                                    |
| 版 次   | 2004 年 8 月第 1 版 2005 年 10 月第 2 次印刷                                                                                                                                                                                        |
| 印 数   | 4001—7000 册                                                                                                                                                                                                               |
| 定 价   | 26.00 元                                                                                                                                                                                                                   |

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

## 内 容 提 要

本书为 21 世纪高职高专教育统编教材, 共分 15 章, 内容包括: 制图的基本知识, 投影制图, 视图、剖视图和断面图, 建筑物中常见的曲面, 标高投影, 水利工程图, 道路桥梁工程图, 房屋建筑图, 机械图。本书采用了 1994~1998 年正式实施的 GB/T《技术制图》标准、SL73—95《水利水电工程制图标准》和 GB50162—92《道路工程制图标准》, 总结了多年的教学经验, 具有鲜明的画图和读图特色。

本书为高职高专水工、水利、监理、施工、路桥、工程测量等专业及相近专业工程制图课程的教材, 也可作为水工、路桥类成人教育、自学考试教材或参考书。

此外, 还同时出版了与本书配套的《工程制图习题集》。

# 前 言

本教材根据高职高专对培养人才及对制图教学的基本要求编写,是21世纪高职高专教育统编教材。

本书采用了1994~1998年正式实施的GB/T《技术制图》标准、SL73—95《水利水电工程制图标准》和GB50162—92《道路工程制图标准》。

本书在教材体系上遵循教学规律,从画和读基本体、简单体的三视图入手,讲述正投影的基本原理,使学生先从感性上学会形体分析的画图和读图方法,然后通过学习点、线、面的投影规律,掌握正投影的基本理论,最后从理论上进一步掌握形体分析的方法,学会线面分析的画图和读图方法。本书在编写过程中,坚持少而精,做到内容精炼、概念清楚、注重教材的实用性。

本教材由曾令宜任主编,陶杰任副主编。第一章由毕宪珍编写,第二章、第三章由孙天星编写,第四章由郭玲编写,第五章、第六章由孔芬蕊编写,第七章、第九章由曾令宜编写,第八章、第十三章由张圣敏编写,第十章、第十二章由王娟玲编写,第十一章、第十四章由陶杰编写,第十五章由唐宋编写。

另编有《工程制图习题集》与本书配套使用。

限于编写时间和编写水平,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2004年8月

# 目 录

## 前 言

|                      |    |
|----------------------|----|
| 绪论                   | 1  |
| 第一章 制图的基本知识          | 3  |
| 第一节 常用制图工具           | 3  |
| 第二节 基本制图标准           | 8  |
| 第三节 几何作图             | 24 |
| 第四节 平面图形分析           | 29 |
| 第五节 平面图形的绘图步骤与方法     | 30 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 31 |
| 第二章 投影的基本知识          | 33 |
| 第一节 投影法              | 33 |
| 第二节 正投影的基本性质         | 34 |
| 第三节 三视图的形成及投影规律      | 35 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 38 |
| 第三章 基本体与简单体          | 39 |
| 第一节 平面体三视图的画法与识读     | 39 |
| 第二节 曲面体三视图的画法与识读     | 45 |
| 第三节 简单体三视图的画法与识读     | 49 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 55 |
| 第四章 点、直线、平面的投影       | 56 |
| 第一节 点的投影             | 56 |
| 第二节 直线的投影            | 61 |
| 第三节 平面的投影            | 71 |
| 第四节 直线与平面、平面与平面的相对位置 | 77 |
| 第五节 用换面法求直线实长和平面实形   | 79 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 85 |
| 第五章 立体的表面交线          | 87 |
| 第一节 平面体的截交线          | 87 |
| 第二节 曲面体的截交线          | 92 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第三节 两平面体相交 .....           | 99  |
| 第四节 平面体与曲面体相交 .....        | 100 |
| 第五节 两曲面体相交 .....           | 102 |
| 复习思考题(单项选择题) .....         | 107 |
| <b>第六章 轴测图</b> .....       | 109 |
| 第一节 轴测投影的基本知识 .....        | 109 |
| 第二节 平面体轴测图的画法 .....        | 110 |
| 第三节 曲面体轴测图的画法 .....        | 115 |
| 第四节 轴测图的选择 .....           | 120 |
| 复习思考题(单项选择题) .....         | 121 |
| <b>第七章 组合体</b> .....       | 123 |
| 第一节 组合体的形体分析 .....         | 123 |
| 第二节 组合体视图的画法 .....         | 125 |
| 第三节 组合体的尺寸标注 .....         | 130 |
| 第四节 组合体视图的识读 .....         | 134 |
| 复习思考题(单项选择题) .....         | 139 |
| <b>第八章 工程形体的表达方法</b> ..... | 141 |
| 第一节 视图 .....               | 141 |
| 第二节 剖视图 .....              | 146 |
| 第三节 断面图 .....              | 154 |
| 第四节 剖视图与断面图的规定画法 .....     | 156 |
| 第五节 剖视图与断面图的识读 .....       | 157 |
| 第六节 常用的简化画法 .....          | 160 |
| 复习思考题(单项选择题) .....         | 162 |
| <b>第九章 建筑物中常见的曲面</b> ..... | 164 |
| 第一节 概述 .....               | 164 |
| 第二节 柱面与锥面 .....            | 165 |
| 第三节 扭曲面 .....              | 169 |
| 复习思考题(单项选择题) .....         | 174 |
| <b>第十章 标高投影</b> .....      | 175 |
| 第一节 标高投影的概念 .....          | 175 |
| 第二节 点和直线的标高投影 .....        | 175 |
| 第三节 平面的标高投影与交线 .....       | 177 |
| 第四节 规则曲面的标高投影与交线 .....     | 182 |
| 第五节 地形面的标高投影与交线 .....      | 187 |
| 第六节 地形断面法求交线 .....         | 192 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 复习思考题(单项选择题)         | 194 |
| <b>第十一章 水利工程图</b>    | 196 |
| 第一节 水利工程图的种类         | 196 |
| 第二节 水工图的表达方法         | 197 |
| 第三节 水工图的尺寸标注         | 204 |
| 第四节 水工图的识读           | 207 |
| 第五节 水工图的绘制           | 213 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 214 |
| <b>第十二章 道路桥梁工程图</b>  | 216 |
| 第一节 道路桥梁工程图的分类       | 216 |
| 第二节 道路路线工程图          | 218 |
| 第三节 道路交叉口            | 229 |
| 第四节 桥梁、涵洞、隧道工程图      | 235 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 240 |
| <b>第十三章 钢筋混凝土结构图</b> | 242 |
| 第一节 钢筋混凝土结构的基本知识     | 242 |
| 第二节 钢筋图的表达方法         | 243 |
| 第三节 钢筋图的识读           | 246 |
| 第四节 平面整体表示方法         | 249 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 251 |
| <b>第十四章 房屋建筑图</b>    | 253 |
| 第一节 房屋建筑图概述          | 253 |
| 第二节 建筑施工图的图示方法与特点    | 259 |
| 第三节 建筑施工图的图示内容及识读    | 261 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 266 |
| <b>第十五章 机械图</b>      | 268 |
| 第一节 概述               | 268 |
| 第二节 螺纹及螺纹紧固件的画法      | 269 |
| 第三节 零件图              | 277 |
| 第四节 装配图              | 282 |
| 复习思考题(单项选择题)         | 284 |



# 绪 论

## 一、工程图的作用

在生产实践中，无论是修建大坝、水电站、水闸，还是建造房屋、修路架桥、制造机器、安装设备，都需要依照工程图进行施工或生产。因此，工程图（图样）是表达设计者的设计意图、指导施工（或生产）、从事管理、技术交流的主要技术文件，被喻为“工程界的技术语言”。

## 二、本课程的学习内容与学习目的

（1）制图的基本知识（第一章）。学习绘图工具、仪器的使用、基本制图标准和几何作图等基本知识。目的是学会正确使用绘图工具和仪器，掌握制图的基本标准，能运用绘图的技巧和方法正确抄绘各种平面图形。

（2）投影制图（第二章～第十章）。学习用正投影法来表达空间物体的基本原理和常用的图示方法。目的是掌握各种常用的图示方法，具备由立体画出平面图形和由平面图形想象出立体的能力。

（3）专业图（第十一章～第十五章）。学习阅读和绘制水利工程图或道路桥梁工程图，了解房屋建筑图和机械图的图示特点和阅读方法。目的是掌握水利工程图或道路桥梁工程图的绘制方法，能熟练阅读常见水利工程图或道路桥梁工程图。

## 三、本课程的特点及学习方法

本课程是一门既有理论又重实践的课程。学习时认真钻研教材，弄懂基本原理和基本方法只是前提，要真正掌握这门知识还必须亲自实践，进行相当数量的绘图和读图练习。

具体应注意以下几个方面：

（1）工程制图课程的内容环环相扣，学习中必须认真听好每一堂课，听课时应主动思考，积极消化，步步为营。

（2）投影制图是本课程的基本理论，必须学深学透。学习时不能死记硬背，要注意空间想象，即注意对空间物体的分析和注意进行空间立体与平面图形的反复转换。如有模糊不清之处，要通过各种方法搞清楚弄明白，不可轻易放过。要多画、多练、多思考，逐步建立空间概念。

（3）对于制图的标准和有关规定要牢牢记住，正确应用。

（4）严格要求，一丝不苟。认真细致是所有从事工程技术工作的高级人才所必须具备的工作作风与基本素质，也是学习好本课程不可缺少的思想作风，图样中的任何疏忽、错误都会给工程造成不可弥补的损失。所以必须从一开始就严格要求，每一条线、每一个字，都应一丝不苟、认真对待。注意绘图工具的正确使用，注重基本功的训练，力求作图规范、准确、迅速、美观，为今后工作打下良好的基础。

#### 四、我国工程图学发展史简介

我国工程图学具有悠久的历史，公元前 1059 年的《尚书》中，就有工程中使用图样的记载。宋代（公元 1100 年）李诫所著《营造法式》一书，是世界上最早的一部建筑技术著作，其大量的工程图样画法，采用了正投影、轴测投影和透视图等方法，直到 1795 年法国人加斯帕拉·蒙日才发表《画法几何》一书。这充分说明我国古代在图学方面已达到了很高的水平。

随着科学技术的进步与发展，1982 年原水利电力部发布了 SL73—95《水利水电工程制图标准（试行）》，并于 1995 年进行了修订，使其上升为正式标准。为了适应各行业间及国际间的技术交流，1993 年我国发布了 GB/T《技术制图》标准，标志着我国工程图学已步入了一个新阶段。此外，在制图技术、图学教育方面也卓有成效。尤其是计算机绘图技术的广泛应用，必将对我国近代科学技术的发展产生深远的影响。

# 第一章 制图的基本知识

学习制图，首先应掌握制图工具的正确使用方法、基本制图标准和绘图方法，这是制图的基本知识，本章将分别介绍。

## 第一节 常用制图工具

### 一、图板

图板用于固定图纸。图板板面为光滑、平整、洁净的三合板，四边镶有平直的硬质木条，短边为工作边。图板有大小不同的规格，可根据需要选用。使用图板时，板面和工作边不得损坏，否则将会影响绘图质量。绘图时，用胶带纸将图纸固定在图板的适当位置，如图 1-1 所示。

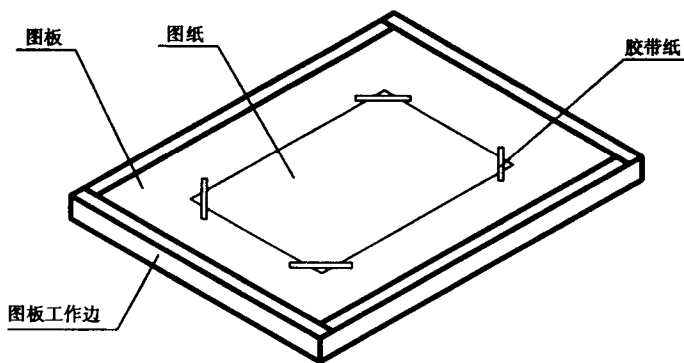


图 1-1 图板及图纸的固定

### 二、丁字尺

丁字尺主要用于画水平线。丁字尺由尺头和尺身两部分组成。使用丁字尺画水平线时，应将尺头内侧紧靠图板左边框，左手握尺头，右手扶尺身，上下滑动，将尺身上边对准所要画线的位置，左手按住尺身，右手持铅笔自左向右画线，如图 1-2 所示。

### 三、三角板

一副三角板有两块，一块为  $30^\circ$ 、 $60^\circ$  直角三角板，另一块为  $45^\circ$  等腰直角三角板。

三角板主要有以下三方面的用途：

(1) 与丁字尺配合画垂直线。画线时，三角板放在要画图线的右边，左手按住丁字尺和三角板，右手持铅笔，自下而上画铅垂线，如图 1-3 所示。

(2) 与丁字尺配合画  $15^\circ$  倍角的斜线，如图 1-4 所示。

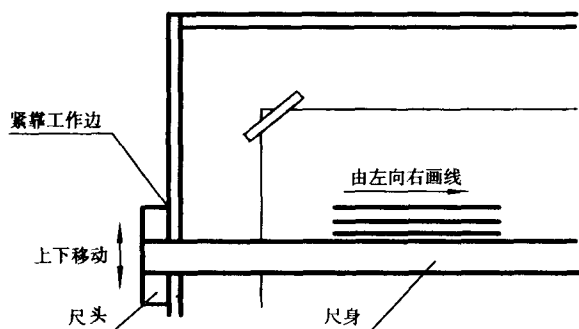


图 1-2 用丁字尺画水平线

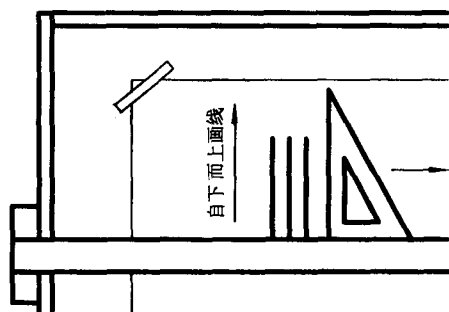


图 1-3 三角板与丁字尺配合画垂直线

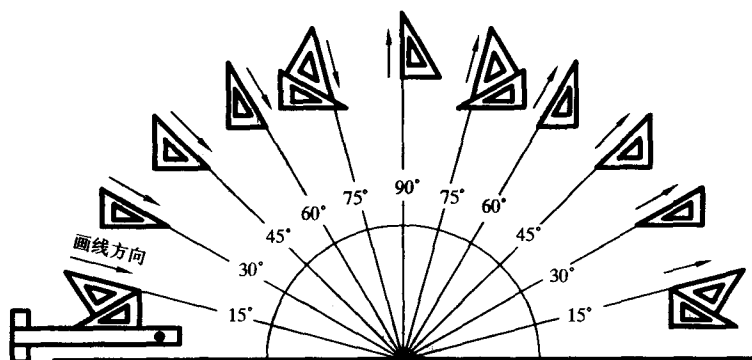
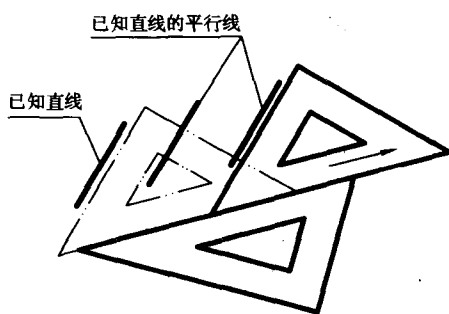
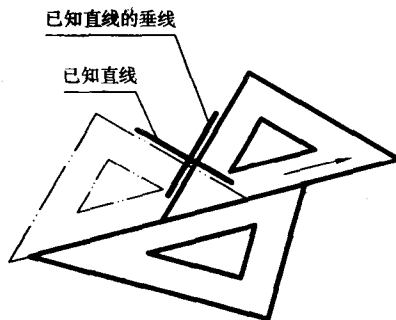


图 1-4 三角板与丁字尺配合画 15° 倍角的斜线

(3) 两块三角板配合画任意直线的平行线或垂直线。画线时，其中一块三角板起定位作用，另一块三角板沿定位边移动并画直线，如图 1-5 所示。



(a) 画任意直线的平行线



(b) 画任意直线的垂直线

图 1-5 两块三角板配合画任意直线的平行线或垂直线

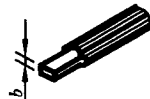
#### 四、铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，用 B 和 H 表示。B、2B、3B、4B 数字越大表示铅芯越软且色越浓黑；H、2H、3H、4H 数字越大表示铅芯越硬且色越浅淡；HB 介于 H 和 B 之

间。绘图时,常用 H 或 2H 的铅笔画底稿和加深细实线,用 HB 的铅笔写字,用 HB 或 B 的铅笔加深粗实线;将 B 或 2B 铅笔的铅芯装入圆规的铅芯插脚内,用来加深粗线的圆及圆弧,以保证与直线的颜色深浅程度一致。

削铅笔时应保留标号,以便识别铅芯的软硬度。被削去的笔杆长度约 30mm,露出的铅芯长度约 8~12mm。画底稿、加深细线和写字的铅芯应磨成圆锥形,加深粗线的铅芯应磨成扁平形,见表 1-1。

表 1-1 铅笔和铅芯的选用与削磨

| 项 目  | 铅 笔                                                                               |     |                                                                                   | 圆 规 用 铅 芯                                                                         |                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 用 途  | 打底稿                                                                               | 写 字 | 加深粗实线                                                                             | 打底稿                                                                               | 加深粗线圆                                                                               |
|      | 加深细实线                                                                             |     |                                                                                   | 加深细线圆                                                                             |                                                                                     |
| 软硬程度 | H 或 2H                                                                            | HB  | HB 或 B                                                                            | H 或 HB                                                                            | B 或 2B                                                                              |
| 削磨形状 |  |     |  |  |  |
|      | 锥 状                                                                               |     | 扁 平 状                                                                             | 楔状或锥状                                                                             | 四棱柱状                                                                                |

使用铅笔画线时,应保持笔杆前后方向与纸面垂直,向画线方向自然倾斜,并匀速前进,如图 1-6 所示。

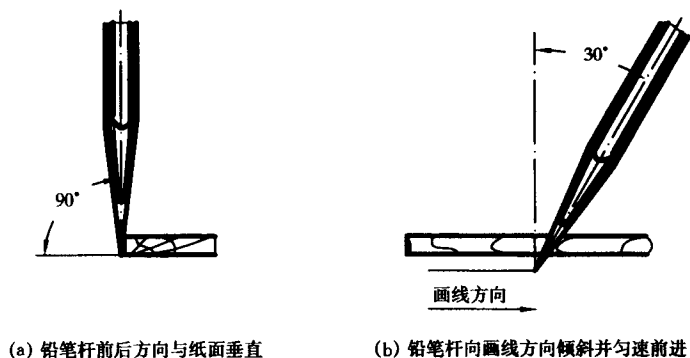


图 1-6 铅笔的用法

## 五、圆规

圆规用于画圆和圆弧,并可以兼作分规用。圆规的一条腿有固定插脚,可装钢针,钢针两端的形状不同,带台阶的一端用于画圆和圆弧时定圆心,台阶可以防止图纸上的圆心扩大,影响绘图的准确性;圆锥形的一端可作为分规使用。圆规的另一条腿端部能拆卸,根据需要可分别装入铅芯插脚、延长杆(画大圆用)、钢针插脚(做分规用)或鸭嘴插脚(描图用),如图 1-7 所示。圆规上铅芯的磨削方法见表 1-1。

画圆或圆弧前,要调整好铅芯与钢针,使铅芯尖端与定位钢针的台阶平齐。画圆或圆弧时,铅芯与定位钢针应尽可能垂直纸面,按顺时针方向旋转,并向前进方向自然倾斜,

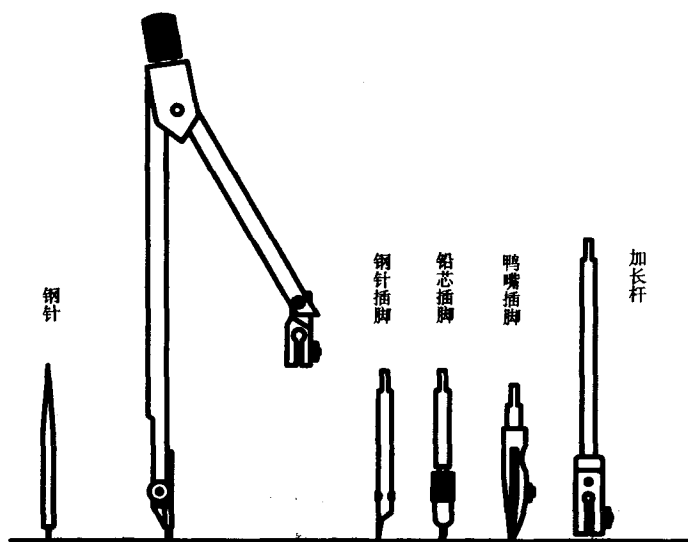


图 1-7 圆规及其附件

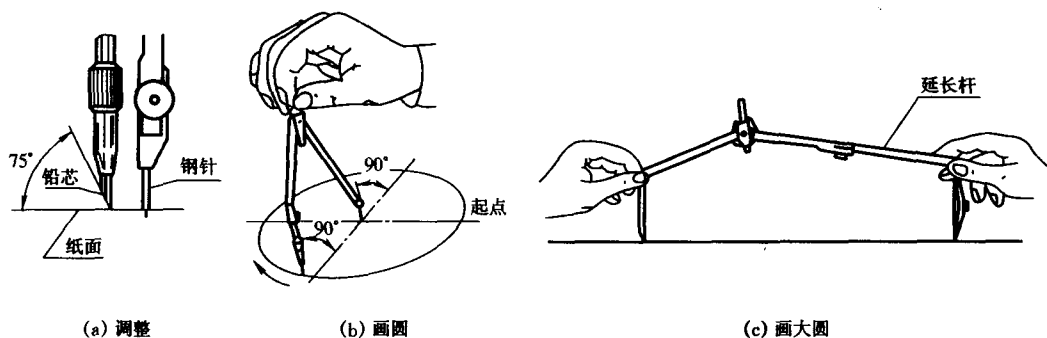


图 1-8 圆规的用法

如图 1-8 所示。

## 六、分规

分规用于量取尺寸和等分线段。分规的两腿合拢时针尖应平齐，如图 1-9 所示。量取尺寸时分规针尖要平放在尺子面上，然后截取所需的尺寸。等分线段时，先用目测估计，使分规两针尖距离大致为等分的线段长度，然后沿已知直线试分，如有余量（或不足）时，应重新调整分规针尖间距离，再试分，直至等分完全为止，如图 1-10 所示。

## 七、比例尺

比例尺用于直接缩小（或放大）图形。比例尺只用于量取尺寸，不能用来画线。

常用的比例尺有两种：一种是三棱尺，三棱尺的 3 个面上有 6 种不同比例的刻度；另一种是比例直尺，比例直尺上面有 3 种不同比例的刻度，如图 1-11 所示。画图时直接从比例尺上量取所需的长度，可以省去繁琐的计算。

使用比例尺的方法有两种：一种方法是比例尺放在图纸上直接量取图线的长度；另

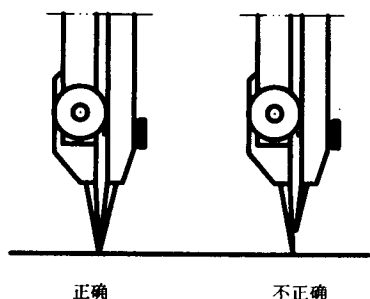


图 1-9 分规两针尖应平齐

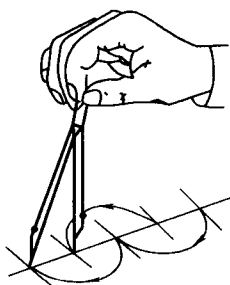
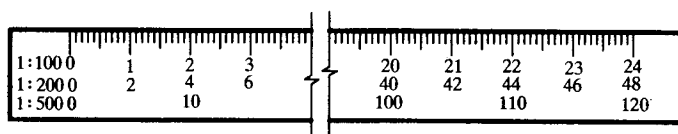


图 1-10 用分规等分线段



(a) 三棱尺



(b) 比例直尺

图 1-11 比例尺

一种方法是用分规从比例尺上量取尺寸后再移到图纸上。后一种方法适用于截取大量重复尺寸。

读比例尺上刻度的方法，如图 1-12 所示。当用 1:100 的比例画图时，尺上的 1cm 实际长度是 1m。也就是说，已将实际长度 1m 缩短了 1%。如果实物尺寸为 3200mm (3.2m)，应在比例尺 1:100 尺面上直接量取 3.2m。在比例尺 1:100 的刻度上，也能读出 1:1、1:10、1:1000 等比例的尺寸。在比例尺 1:200 的刻度上，也能读出 1:2、1:20、1:2000 等比例的尺寸。

### 八、曲线板

曲线板用于加深非圆曲线。用曲线板画曲线时，应先徒手轻轻地各点用细线连成光

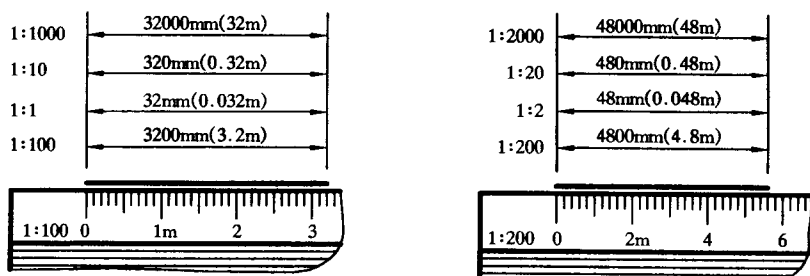


图 1-12 读比例尺的方法

滑的曲线,然后在曲线板上选择与曲线吻合的部分,尽量多吻合一些,一般应不少于4点,从起点到终点按顺序分段加深。加深时应将吻合段的末尾留下一段暂不加深,待下一段加深时重合,以使曲线连接光滑,如图1-13所示。

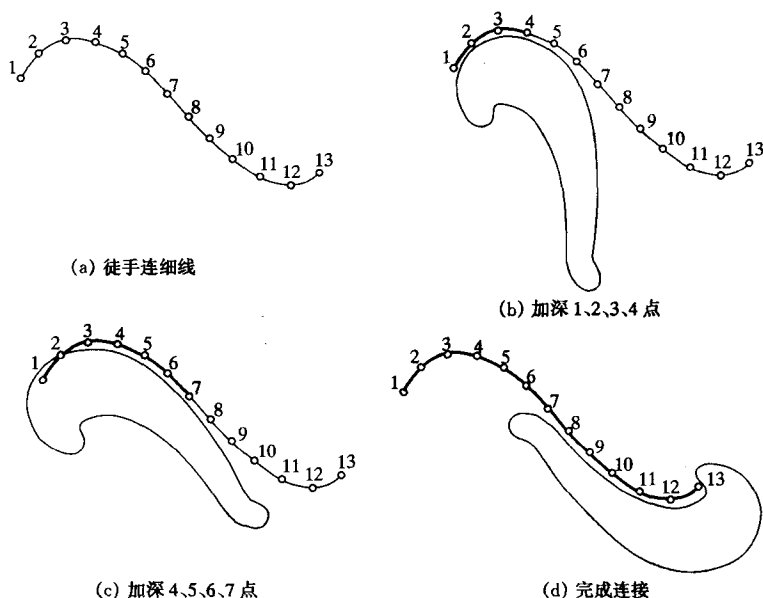


图 1-13 曲线板的用法

### 九、擦图片

擦图片用于加深图线时修改错线。使用擦图片时,应将要擦去的图线从擦图片的孔中露出来,然后用橡皮擦去,这样可避免擦掉其他部分的图线。

## 第二节 基本制图标准

图样是工程界的技术语言。作为技术的共同语言,必须有统一的规范,这些规范就是制图标准。对各类制图中需要统一的内容,国家制定了 GB/T《技术制图》标准,各行业也制定有行业制图标准。技术制图标准与行业制图标准不同时,应遵循技术制图标准。国家标准《技术制图》标准代号为 GB/T、行业标准《道路工程制图标准》代号为 GB50162—92、行业标准《水利水电工程制图标准》代号为 SL73—95。本节主要介绍:图幅、比例、图线、字体、尺寸注法等基本制图标准,其他有关标准将在后续章节逐步介绍。

### 一、图纸幅面与标题栏

各行业都应采用 GB/T14689—93《技术制图》标准规定的图纸幅面和格式,GB/T14689—93 对标题栏内容没有统一规定,应采用行业标准。

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面(简称图幅)即图纸的面积,图纸的短边 $\times$ 长边用  $B \times L$  表示。制图标准规定了 5 种不同尺寸的基本图幅,见表 1-2。绘制技术图样时,应优先选用基本幅面。



表 1-2 基本幅面及图框尺寸

| 图幅代号         | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
|--------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| $B \times L$ | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| $e$          | 20       |         | 10      |         |         |
| $c$          | 10       |         |         | 5       |         |
| $a$          | 25       |         |         |         |         |

由表 1-2 可以看出, 图纸幅面以 A0、A1、A2、A3、A4 为代号, 基本图幅之间大小的关系如图 1-14 所示。

图幅在应用中面积如果不够大, 允许加大图幅面积, 具体尺寸必须参照执行有关制图标准。

### 2. 图框格式

绘制图样时, 必须在图纸上用粗实线 (在图线中介绍) 画出图框, 图形只能绘制在图框内。图框格式分为不留装订边和留有装订边两种, 但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边图纸的图框格式如图 1-15 所示, 周边的尺寸见表 1-2。国际上早已采用自动晒图机晒图, 它可以完成复制、剪切、折叠等全过程, 若需要附加装订边, 它还可以自动粘贴一条具有装订孔的装订边。这种不留装订边的图纸对绘图、复制、折叠、装订和使用都十分方便, 应优先选用。

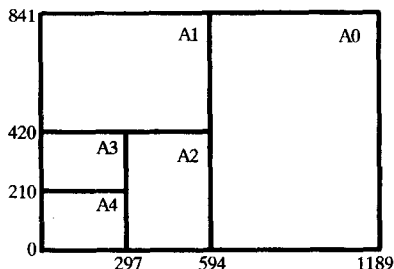


图 1-14 基本图幅之间大小的关系

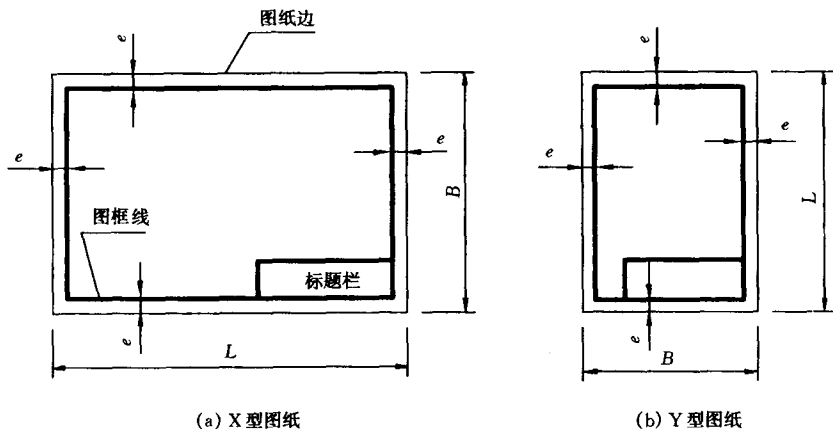


图 1-15 不留装订边的图框格式

留有装订边图纸的图框格式如图 1-16 所示。

### 3. 标题栏

标题栏 (简称图标) 是图样的重要内容之一, 每张图纸均应画出图标。图标的位置应位于图纸右下角。图标的外框线用粗实线绘制, 分格线用细实线绘制, 图标的右边框和下边框线应与图框线重合。