

中等专业学校教材



# 工程制图

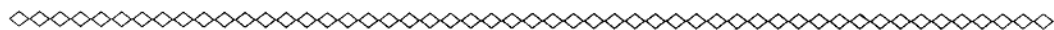
(第三版)

江苏省扬州水利学校 杨昌龄 主编



江苏水利学校  
杨昌龄  
PDG

中等专业学校教材



# 工 程 制 图

(第 三 版)

江苏省扬州水利学校 杨昌龄 主编

中国水利水电出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

工程制图/杨昌龄主编. —3 版. —北京: 中国水利水电出版社, 2007

中等专业学校教材

ISBN 978-7-80124-361-4

I. 工… II. 杨… III. 工程制图—专业学校—教材  
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 122747 号

中等专业学校教材

**工 程 制 图**

(第三版)

江苏省扬州水利学校 杨昌龄 主编

\*

中国水利水电出版社 出版、发行  
(原水利电力出版社)

(北京市三里河路 6 号 100044)

网址: [www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

E-mail: [sales@waterpub.com.cn](mailto:sales@waterpub.com.cn)

电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)

北京科水图书销售中心 (零售)

电话: (010) 88383994、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售

北京市兴怀印刷厂印刷

\*

787mm×1092mm 16 开本 17.75 印张 409 千字

1978 年 12 月第 1 版 1985 年 8 月第 2 版

1991 年 10 月第 3 版 2007 年 8 月第 21 次印刷

印数 227231—230230 册

ISBN 978-7-80124-361-4

(原 ISBN 7-120-01350-5/TV·471)

定价 25.00 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

本书共分 13 章,其中第一章制图基本知识,第二章至第四章为图示的基本理论——投影作图,第五章轴测图,第六章至第八章为形体的表达方法,第九章标高投影,第十章水利工程图,第十一章房屋建筑图,第十二章机械图,以上为本书的基本内容。第十三章计算机绘图供选用。另编有《工程制图习题集》一册与本书配合使用。

本书可供中等专业学校水电工程建筑、农田水利、水利工程、水利工程管理等专业的工程制图课程的教材,同时可供水文、水电站等专业参考,也可供有关工程技术人员参考。

### 第三版前言

本书是根据前水利电力部第三轮教材编审规划组织修订编写的。

本书修订编写的依据是1988年4月前水利电力部颁布的中等专业学校（水电工程类）的《工程制图》教学大纲，并广泛吸取了1989年8月中专水电类专业教研会制图课程组山西会议关于编写第三轮教材的意见。

本书除保留了从感性入手、理论联系实际、结合专业、画图与读图并重等特点外，在基本理论方面突出了图示原理，加强了形体表达，立体一章分为基本体和立体表面交线两章，水利工程图、房屋建筑图、机械图和计算机绘图等章节的内容都作了较大修改，使更符合教学大纲的要求。本书在修订中注意文字力求简练严谨、叙述清晰、插图准确、步骤明确，便于自学。

配合本书使用，同时又重新选编了一套《工程制图习题集》供各校选用。

本书可作为中等专业学校“水电工程建筑”、“农田水利”、“水利工程”、“水利工程管理”等专业的工程制图课程的教科书，同时可供“水文”、“水电站”等专业参考，也可供有关工程技术人员参考。

参加本书修编工作的有江苏省扬州水利学校杨昌龄任主编，并编写了绪论、第一、二、三、六、七、十一、十三章；童正心编写第八、九、十章；邹葆华编写第十二章；黄河水利学校吴金华编写第四、五章。

本书由广西水电学校禰钟民同志主审。在本书修编过程中，还得到广东省水利电力学校饶聪辉同志提供的资料和一些兄弟学校的大力协助，编者谨在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中的缺点和不妥之处在所难免，恳请各兄弟学校的师生及广大读者给以批评指正。

编 者

1990年7月

## 第二版前言

本书是根据水利电力部第二轮教材编审规划组织修订编写的。

本书第一版原名《水利工程制图》，为了与1980年修订的水利工程建筑和农田水利工程专业教育计划所设课程的名称一致，故改名为《工程制图》。1981年5月修订了中等专业水利工程建筑和农田水利工程的工程制图教学大纲。本书就是根据这一大纲所提出的课程目的、任务、要求和内容进行修编的。

本书除保留了第一版的体系和理论联系实际、结合专业、画图与读图并举等特点外，加强了点、线、面投影的基本理论，以利于培养空间想象力和分析能力。并增加了投影变换、立体表面展开、房屋建筑图和计算机绘图等章节，以适应不同专业选用。多数章节是重新编写的，并更新了一部分图例，力求由浅入深，循序渐进，分步叙述，便于自学。关于专业图部分在选择图例时，尽量照顾了山区和平原的特点，但由于地区性差别较大，只能供作参考。

为了配合本书使用，加强读者画图、读图的训练，同时重新选编了一套《工程制图习题集》供各校选用。

本书可供中等专业学校水利工程建筑和农田水利工程专业使用，同时可供水文、水电站等专业参考，也可供有关工程技术人员参考。

参加本书修编工作的有江苏省扬州水利学校杨昌龄（主编）、童正心、邹葆华、湖南省水利电力学校谢君祎等。

本书由广西水电学校禰钟民同志主审。在修编本书的过程中，还得到黄河水利学校、辽宁水利学校及各兄弟学校的大力协助，编者谨在此表示衷心感谢。

由于我们水平所限，书中还可能存在不少缺点和错误，恳切希望各兄弟学校的师生及广大读者给以批评指正。

编者

1984年1月

# 第一版前言

本教材是根据水利电力部教材编审规划组织编写的。

编写教材的大纲，经十一所兄弟学校先后三次讨论。在认真总结建国以来制图课程教学经验的基础上，提出编写本教材的指导思想是：力求以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指导，运用辩证唯物主义的观点，阐明制图学科的基本规律；贯彻理论联系实际的原则，既要加强制图的理论基础，又要密切结合专业的生产实际；贯彻删繁就简，“少而精”的原则；注意阐明基本概念、基本原理、基本方法和基本技能的训练。

本教材第一章介绍制图工具、制图仪器、制图基本标准和几何作图的有关知识，给学生以绘图基本技能的训练。第二章至第六章叙述投影理论和形体的表达方法。这五章是本教材的重点。为了便于读者的理解，投影部分从体入手，对几何元素进行理论分析，总结出投影规律和特性，再运用这些规律和特性来研究形体表达和作图的方法。为培养读者分析问题和解决问题的能力，在阐明基本概念的基础上，采用数量较多的分步骤的插图和立体图，着重进行作图方法的分析。第七章标高投影，主要介绍地形等高线的标高投影和水工建筑物与地形面有关交线的问题。第八、第九两章水利工程图和机械图，分别介绍其图示特点及有关知识。书中图例以水工建筑物的形体为主，并照顾了山区和平原的特点。全书始终注意画图和读图这两个方面的基本要求，采取由浅入深，逐步提高的叙述方法。

为了配合本教材的使用，加强读者画图、读图的训练，同时选编了一套《水利工程制图习题集》，供各校选用。

参加本教材编写工作的有：江苏省扬州水利学校杨昌龄、邹葆华、童正心、湖南省水利电力学校谢君祎、陕西省水利学校李焕、黄河水利学校王宝善等六位同志，并由杨昌龄同志主编。

本教材由四川省水利学校喻泽良、吴光扬两位同志审阅。

在编写本教材的过程中，得到扬州水利学校、成都水力发电学校制图教研组的一些同志们的大力协助，编者谨在此表示谢意。

由于我们水平所限，书中一定存在不少缺点和错误，恳切希望各兄弟学校的师生以及广大读者提出改进意见，以便进一步提高教材质量。

编者

1978年5月

# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第三版前言                |     |
| 第二版前言                |     |
| 第一版前言                |     |
| 绪 论                  | 1   |
| 第一章 制图的基本知识          | 2   |
| 第一节 制图工具和仪器          | 2   |
| 第二节 基本制图标准           | 11  |
| 第三节 平面图形的画法          | 25  |
| 第二章 投影的基本方法          | 35  |
| 第一节 投影方法             | 35  |
| 第二节 几何元素投影的基本特性      | 37  |
| 第三节 物体的三视图           | 39  |
| 第三章 点、直线、平面          | 46  |
| 第一节 点的投影             | 46  |
| 第二节 直线的投影            | 51  |
| 第三节 平面的投影            | 59  |
| 第四节 直线与平面、平面与平面的相对位置 | 66  |
| 第四章 基本体的投影           | 71  |
| 第一节 平面体的投影           | 71  |
| 第二节 曲面体的投影           | 73  |
| 第三节 立体表面上点的投影        | 77  |
| 第四节 基本体的尺寸注法         | 81  |
| 第五节 读图的基本知识          | 82  |
| 第五章 轴测图              | 88  |
| 第一节 概述               | 88  |
| 第二节 正等测图的画法          | 90  |
| 第三节 斜二测图的画法          | 96  |
| 第六章 立体表面的交线          | 101 |
| 第一节 平面与立体表面相交        | 101 |
| 第二节 两立体表面相交          | 110 |
| 第七章 组合体的视图           | 120 |
| 第一节 组合体视图的画法         | 120 |
| 第二节 组合体视图的尺寸注法       | 125 |
| 第三节 组合体视图的识读         | 128 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第八章 视图、剖视图和剖面图  | 135 |
| 第一节 视图          | 135 |
| 第二节 剖视图         | 140 |
| 第三节 剖面图         | 150 |
| 第四节 其他表达方法      | 152 |
| 第五节 剖视图和剖面图的识读  | 154 |
| 第九章 标高投影        | 157 |
| 第一节 点和直线的标高投影   | 157 |
| 第二节 平面的标高投影     | 160 |
| 第三节 曲面和地形面的表示法  | 166 |
| 第四节 建筑物的交线      | 169 |
| 第十章 水利工程图       | 174 |
| 第一节 水工图的特点和分类   | 174 |
| 第二节 水工图的表达方法    | 176 |
| 第三节 水工图的尺寸注法    | 188 |
| 第四节 水工图的识读      | 191 |
| 第五节 水工图的绘制      | 208 |
| 第六节 钢筋混凝土结构图    | 208 |
| 第十一章 房屋建筑图      | 213 |
| 第一节 房屋建筑图概述     | 213 |
| 第二节 建筑施工图       | 218 |
| 第三节 建筑施工图的阅读    | 223 |
| 第十二章 机械图        | 226 |
| 第一节 概述          | 226 |
| 第二节 螺纹及螺纹连接件的画法 | 227 |
| 第三节 齿轮和键        | 236 |
| 第四节 零件图         | 241 |
| 第五节 装配图         | 259 |
| 第十三章 计算机绘图      | 263 |
| 第一节 概述          | 263 |
| 第二节 绘图机绘图       | 265 |
| 第三节 图形显示        | 267 |

# 绪 论

## 一、工程图样在生产中的作用

在现代化的生产建设中，无论是一台机器的设计、制造、安装，或者是一个工程建筑物的规划、设计、施工、管理，都离不开工程图样。工程图样是按投影原理和制图方法绘制而成，它能正确地表达出物体的形状、大小、材料、构造以及有关技术要求等内容。图样是人们用以表达设计意图、组织生产施工、进行技术交流的重要技术文件。因此，工程图样被比喻为“工程技术语言”。作为工程技术人员，必须掌握这种“工程技术语言”，也就是“会说”（制图）和“会听”（读图）这种“工程技术语言”。

## 二、本课程的任务和要求

本课程是研究工程图样的一门学科，其主要任务是培养学生具有绘制和阅读工程图样的基本能力，空间想象力，认真细致的工作作风。学完本课程后，应达到下列基本要求：

- (1) 掌握正投影的基本理论和图示方法。
- (2) 了解轴测图的基本知识，并掌握其基本画法。
- (3) 掌握标高投影的基本概念和作图方法。
- (4) 能绘制和识读一般的水工建筑物图和房屋建筑图；能识读简单的机械图。
- (5) 能够正确熟练地使用绘图工具和仪器，掌握仪器作图的基本技能。所绘图样应做到：投影正确，视图选择和配置适当，尺寸齐全，字体工整，图面整洁，符合制图标准。
- (6) 对计算机绘图知识有初步了解。

## 三、本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又有实践的技术基础课，学习时应注意以下几个方面。

首先应集中精力弄懂讲述的基本概念和基本理论，掌握作图和读图的方法和步骤。

投影制图是本课程的基本理论，必须学深学透。由于投影理论比较抽象，初学时可以借助模型增强感性认识，弄清基本概念和作图方法，但不能长期依赖模型，而应多画、多读、多思考，逐步建立空间概念，提高空间想象能力。

制图的练习和作业是本课程的实践性环节。各次练习和作业的目的是为了巩固所学的知识。因此，必须认真做好每次练习和作业。做作业前，首先要了解题意，分析作图的方法和步骤；画图时要认真对待图中的每一条图线、每一个数字、每一个符号，做到作图准确、线型分明、字体工整、图面整洁。

工程图样的内容还涉及到许多专业知识，本课程只着重于研究形体的分析、视图的表达、读图的方法和绘图的技能，其余只作概要的介绍。因此，学完本课程后，还应结合专业课程的学习和以后的生产实践，不断地充实、完善和提高识图绘图能力。

# 第一章 制图的基本知识

## 第一节 制图工具和仪器

我国有句俗语：“工欲善其事，必先利其器”。制图工作应备有必要的制图工具和仪器，并学会正确使用的方 法，才能提高图样质量和加快制图的速度。

常用的制图工具和仪器有：铅笔、图板、丁字尺、三角板、比例尺、曲线板、绘图仪器、针管绘图笔、擦图片、橡皮等。下面分别介绍其使用和维护的方法。

### （一）铅笔

绘图铅笔的铅芯有软、硬之分，“B”表示软，“H”表示硬，前面数字越大则铅芯越软或越硬，“HB”表示铅芯软硬适中。绘图时一般用 2H 或 3H 的铅笔画底稿，用 HB 或 B 的铅笔加深底稿，用 H 的铅笔写字。

削铅笔应从没有标号的一端开始，保留标号是便于识别铅芯软硬程度。削去的笔杆长度约为 25~30mm，露出的铅芯长度 6~8mm 为宜，铅芯磨成圆锥形或楔形，如图 1-1。圆锥形用于画底稿和写字，楔形用于加深描粗图线。

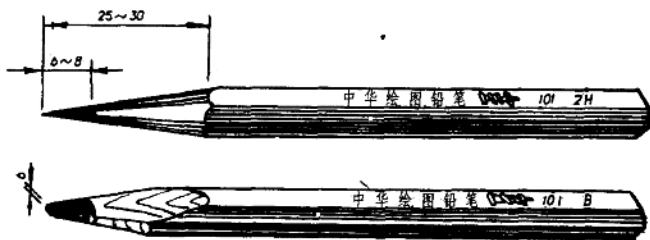


图 1-1 铅笔的削法

铅笔划线时的工作位置如图 1-2 (a)，铅笔中心线与画出的直线所构成的平面应垂直纸面，笔杆并向画线的方向倾斜约 30°，铅芯须靠着尺的边缘。铅笔尖紧贴尺缘或远离尺缘都是不正确的，如图 1-2 (b)。

### （二）图板

图板板面一般用质软而平整的三合板制成，两短边或四边镶有质硬而平直の木条，四角成 90°直角。使用时应将图板平置桌上（或使图板与桌面倾斜一个适当的角度），长边为水平方向，左侧短边是图板的工作边，如图 1-3。

在图板上固定图纸的方法，如图 1-4。图纸应置于图板的左上方，使图板下方留有放置丁字尺的部位。移动丁字尺（丁字尺的尺头应靠紧图板的工作边），使丁字尺尺身的上边缘和图纸的上边缘重合，然后用胶带纸先后贴住图纸四角。固定图纸不宜使用图钉，以免影

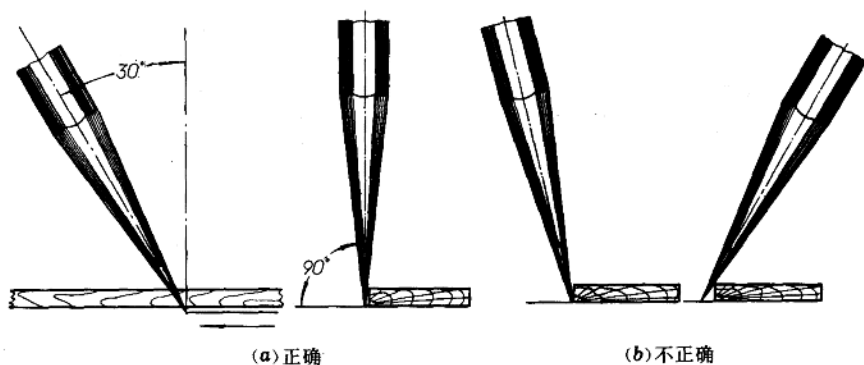


图 1-2 铅笔的工作位置

响丁字尺的上下移动和图钉扎孔损坏板面。

丁字尺应沿靠图板左侧的工作边上下滑动，如图 1-4。不准沿靠图板的非工作边使用，如图 1-5。

图板不可受潮、曝晒或作其他用途。板面应保持清洁平整，工作边不应有损伤，否则会影响图样的质量。

### (三) 丁字尺

丁字尺由尺头、尺身两部分组成，尺头 工作边 和尺身相互垂直，如图 1-6。

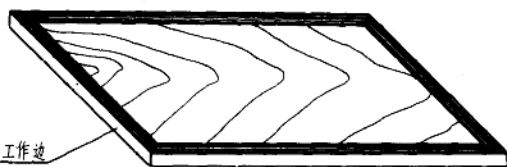


图 1-3 图板

丁字尺的尺头内边缘和尺身上边缘是工作边，应平直光滑。使用丁字尺时，尺头内边缘应紧靠图板左侧工作边，左手握住尺头；上下移动丁字尺时，应注意尺头内边缘必须始终紧靠图板左侧工作边。画水平线时用左手按住尺身，右手握铅笔沿尺身上边缘（不可使用下边缘）从左向右画出。画相互平行的水平线时，应按先上后下的次序逐条画出，如图 1-7。

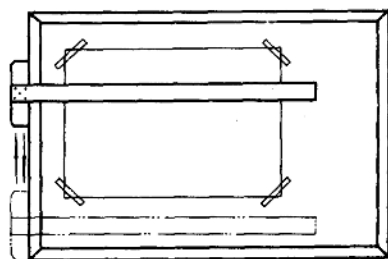


图 1-4 图纸固定方法

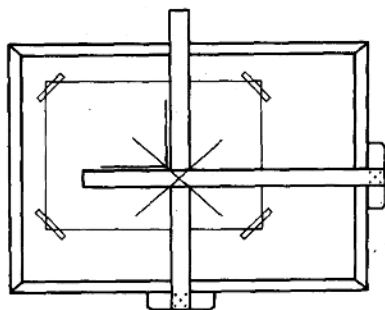


图 1-5 丁字尺不能沿靠图板的非工作边使用

每次使用丁字尺，都要将丁字尺拭擦干净，用毕应将丁字尺挂在通风的干燥处。不能沿尺身切纸，注意保持丁字尺的工作边平直光滑。

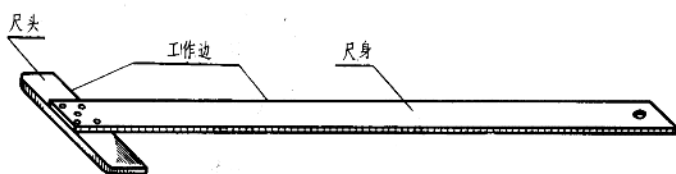


图 1-6 丁字尺

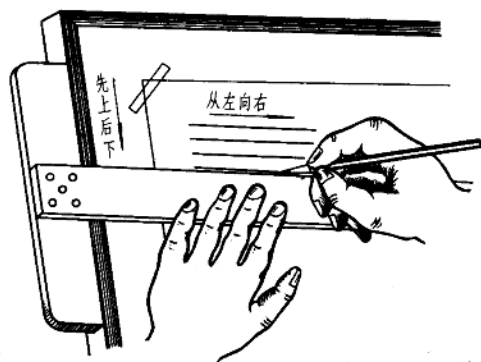


图 1-7 画水平线的方法

#### (四) 三角板

一副三角板有两块，如图 1-8，一块是  $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  角，另一块是  $45^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$  角，用塑料或有机玻璃制成。 $60^\circ$  角三角板的长垂直边与  $45^\circ$  角三角板的斜边长度相等，这个长度  $L$  就是一副三角板的规格尺寸。

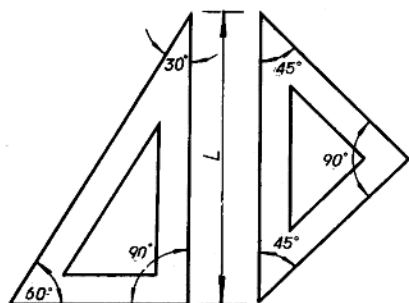


图 1-8 三角板

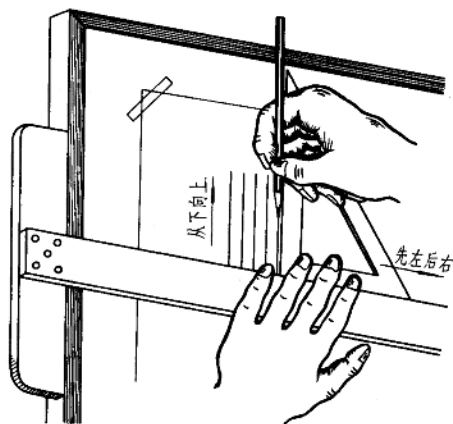


图 1-9 画铅垂线的方法

三角板与丁字尺配合使用可画铅垂和倾斜方向的直线。画铅垂线时，将三角板一直角边紧靠丁字尺尺身上边缘，另一直角边向着左方，左手按住三角板和丁字尺，右手握笔从下向上的方向画出，如图 1-9。画互相平行的铅垂线时，应按先左后右的次序逐条画出，三角板沿丁字尺尺身上边缘由左向右滑动。

一块或两块三角板与丁字尺配合使用，可画  $15^\circ$  角整倍数的倾斜方向直线，如图 1-10。

两块三角板配合使用，可画各种位置互相平行或垂直的直线，其中一块三角板代替丁字尺起定位作用，另一块用来画直线，画法如图 1-11。

应保持三角板各边的平直光滑，各个角的完整准确。不能沿三角板各边切纸。用完后

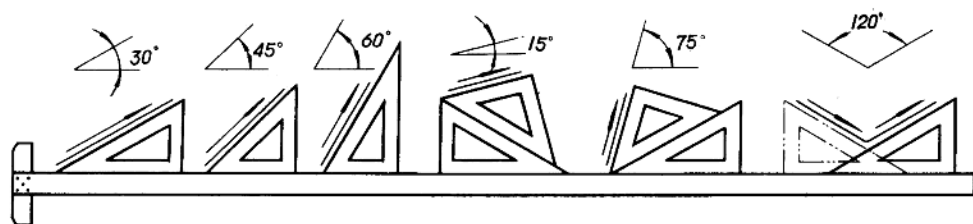


图 1-10 三角板与丁字尺配合画  $15^\circ$  角整倍数的斜线

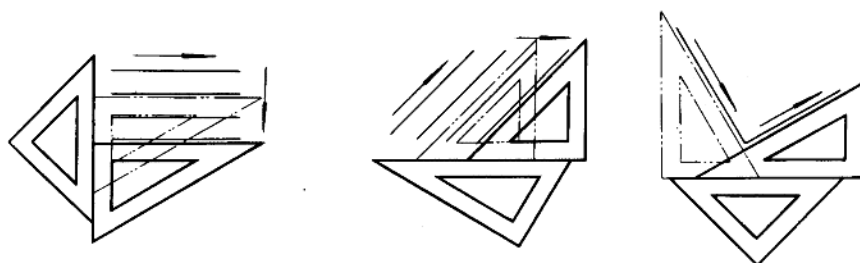


图 1-11 用两块三角板作平行线与垂直线

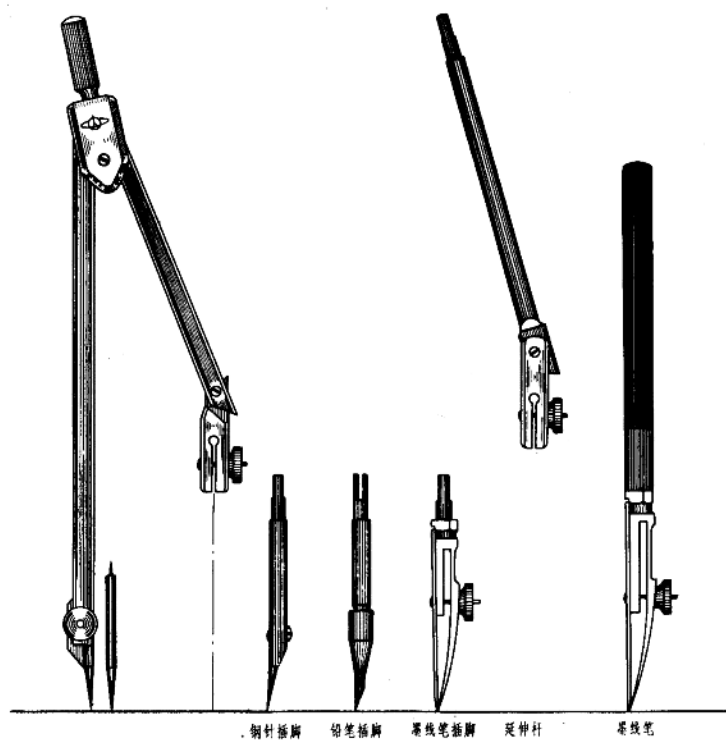


图 1-12 五件制图仪器

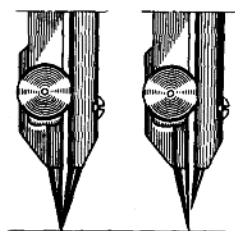
须将三角板拭擦干净，收入纸套内妥善保管。

#### (五) 制图仪器

制图仪器有单件的或成套多件的，多件的仪器以件数多少相区别。常用的五件仪器中有圆规（包括铅笔插脚）、钢针插脚、墨线笔插脚、延伸杆和墨线笔等部件，如图 1-12。

现将仪器的使用和维护分述于下。

1. 分规 分规是用来量测距离、截取线段和等分线段的。分规两脚都装有钢针，两脚合拢时两钢针尖端应汇集一点，如图 1-13 (a)。使用分规是用右手握持分规调整两腿张开的距离，如图 1-14。



(a) 正确 (b) 不正确

图 1-13 分规校验

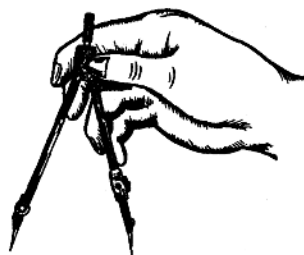


图 1-14 分规正确拿法

量测距离时，分规两钢针尖应位于所测距离两端点的中央，如图 1-15。在量测过程中应保持分规所张开的两腿不动，否则将影响量测距离的精确性。

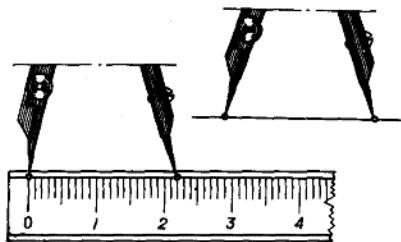


图 1-15 量测距离

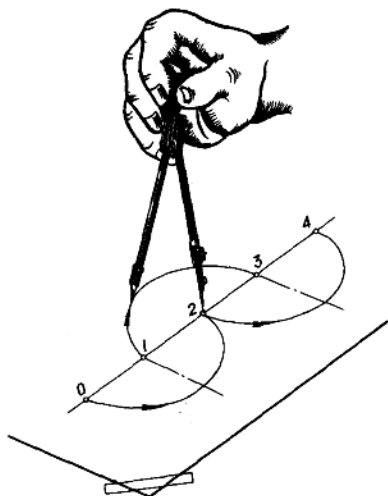


图 1-16 截取线段

截取线段的方法如图 1-16。先按已知线段的长度调整好分规两腿张开的距离，从线段端点 0 开始截取 01、12、23、... 等于已知线段长度。钢针尖扎孔要轻，分规两腿要采取不同方向交替截取，以便保持截距不变。

等分圆弧和线段的方法如图 1-17。若三等分已知圆弧  $AB$ ，可先使分规两腿张开约为  $AB/3$  圆弧的弦长距离，由  $A$  点开始在  $AB$  圆弧上截取 3 段到  $B_1$  点，当  $B_1$  点在  $AB$  圆弧内时，再将分规两腿原张开距离增大到  $B_1B/3$  圆弧的弦长距离，再从  $A$  点开始在  $AB$  圆弧上截取 3 段，如此多次试分即可将圆弧  $AB$  三等分。等分直线亦采用同样的方法。

2. 圆规 圆规是用来画铅笔线、墨线的圆或圆弧的。圆规的一腿应装有锥形台肩的钢针，这样可在定圆心的部位扎孔不深，画同心圆时，图纸上圆心孔不会过于扩大而影响作图的准确。圆规的另一腿装上铅笔插脚或墨线笔插脚，可分别画出铅笔线或墨线的圆或圆弧。铅笔插脚的铅芯应选用比绘图铅笔铅芯软一号的 H、HB 或 B 的标号，以便画出图线浓淡一致。铅芯露出圆规铅芯套外约 6~8mm，削磨成圆锥形或与水平方向倾斜  $75^\circ$  的斜柱形（削磨面是椭圆形）。两腿合拢时，铅笔插脚的铅芯要与另一钢针脚的台肩平齐。铅芯太短或太长、磨角小于  $75^\circ$  都是不正确的，如图 1-18。

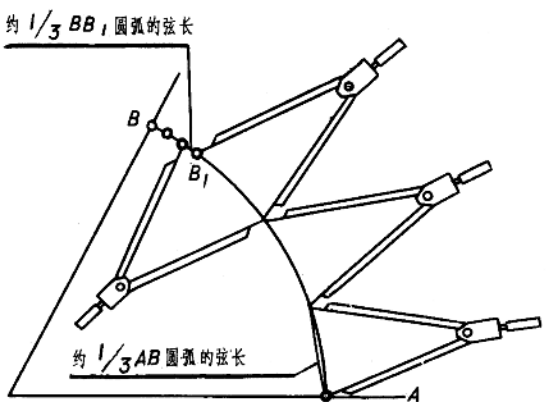


图 1-17 等分圆弧

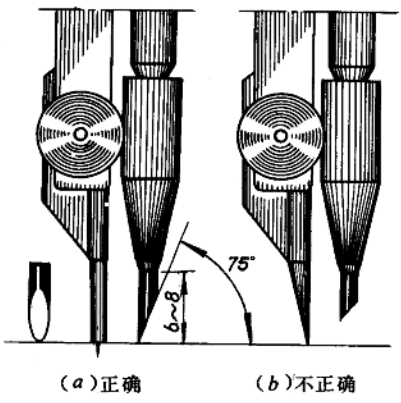


图 1-18 钢针脚与铅芯

画圆时，按已知半径大小调整圆规两腿张开的距离，用左手食指将钢针尖导入圆心位置如图 1-19 (a)，用右手拇指和食指握住圆规手柄，顺时针方向旋转并稍微向前倾斜画圆

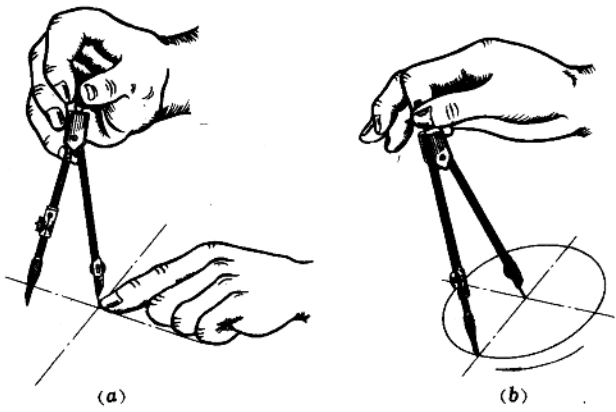


图 1-19 画圆方法

如图 1-19 (b)。

画大圆时，在圆规一腿的肘形关节处接装延伸杆，再接上铅笔插脚，钢针尖与铅芯都要垂直纸面，用双手握持可画出半径为 200~300mm 的大圆，如图 1-20。画半径为 1~3mm 的小圆，应使圆规两脚稍向里弯曲，如图 1-21。



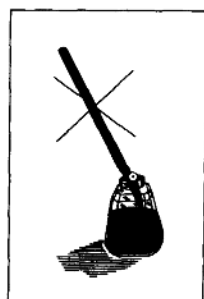
图 1-20 装延伸杆画大圆



图 1-21 画小圆



(a) 正确



(b) 错误

图 1-22 用吸管注入墨水

3. 墨线笔 墨线笔是用来在描图时画墨线的。墨线笔由笔杆和笔头两部分组成，笔头有两叶尖端呈椭圆形的弹性薄钢片，其上的调节螺丝能调节两钢片的张合程度，可画出不同粗细的墨线。

把墨汁注入墨线笔，要用墨水瓶盖上的吸管或用绘图小钢笔蘸墨注入两钢片之间，如图 1-22 (a)，不要把墨线笔直接插入墨水瓶内注墨，如图 1-22 (b)。两钢片的外侧有墨污时应拭擦干净，以免沾污尺边和图纸。钢片间注墨多少应根据所画线条的长短粗细而定，通常在钢片间的注墨高度以 6mm 为宜。注墨后调整好两钢片间的距离，使符合所画图线的宽度，一般应先在同样质量的描图纸纸片上试画，经过校正达到所要求的图线宽度后再在图纸上正式画线。

用墨线笔画线时，笔杆中心线与画出的直线所构成的平面应垂直纸面，笔杆并向画线方向倾斜约  $20^\circ$ ，有调节螺母的钢片应向外方，内侧钢片靠着尺缘，轻轻用力而速度均匀地一次画完整条图线，如图 1-23 (a)。

两钢片间注入墨水过少，画出的图线则较细且会中途形成空心线，如图 1-23 (b)；注入墨水过多，则画出的线条变粗且易漏墨，如图 1-23 (c)；笔杆外倾只有前叶片接触纸面，墨水易渗入尺下而沾污图纸，图线内侧亦不光滑，如图 1-23 (d)；笔杆内倾只有后叶片接