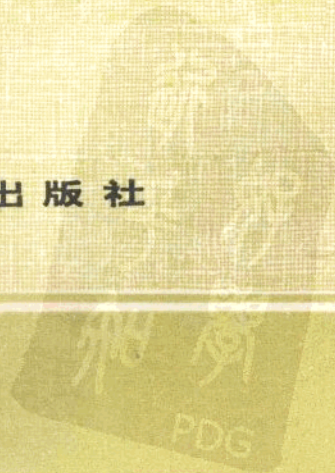


中等专业学校教材

水利工程制图

扬州水利学校主编

水利电力出版社



中等专业学校教材
水利工程制图
扬州水利学校主编

水利电力出版社出版
(北京德胜门外六铺炕)
水利电力出版社印刷厂印刷

1978年12月北京第一版
1978年12月北京第一次印刷
印数 00001--21670 册 每册 1.40 元
书号 15143·3394

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，提出思想为指导，运用辩证原则，既要加强制图的原则；注意阐明基本

本教材第一章介绍生以绘图基本技能的训教材的重点。为了便于出投影规律和特性，再析问题和解决问题的能体图，着重进行作图方建筑物与地形面有关交特点及有关知识。书中始终注意画图和读图

为了配合本教材《图习题集》，供各

参加本教材编写的水利电力学校谢君禧同志主编。

本教材由四

在编写本教材志们的大力协助

由于我们水广大读者提出改

义、列宁主义、毛泽东；贯彻理论联系实际的删繁就简，“少而精”练。

作图的有关知识，给学表达方法。这五章是本素进行理论分析，总结的方法。为培养读者分多的分步骤的插图和立高线的标高投影和水工械图，分别介绍其图示区和平原的特点。全书提高的叙述方法。

编了一套《水利工程制

华、童正心、湖南省水单位同志，并由杨昌龄

制图教研组的一些同

各兄弟学校的师生以及

编 者

1978年5月



目 录

前 言

绪 论 1

第一章 制图的基本知识 4

第一节 制图工具和仪器 4

制图新工具简介 15

第二节 基本制图标准 18

- 一、图纸幅面、图框(GB126-74)及标题栏 二、图线(GB126-74) 三、字体(GB126-74)
四、比例(GB126-74) 五、尺寸注法 六、材料剖面符号

第三节 几何作图 33

第四节 制图步骤和方法 44

- 一、制图前的准备工作 二、平面图形的分析 三、画底稿及铅笔加深的步骤和方法 四、描图

图样的复制 47

第二章 制图的基本原理 50

第一节 正投影的基本知识 50

- 一、投影及正投影 二、几何元素投影的基本特性 三、体的单面视图

第二节 三视图 54

- 一、三视图的形成 二、三视图的投影规律 三、三视图与物体位置的对应关系

第三节 基本形体的视图 59

- 一、平面体 二、曲面体 三、基本形体的尺寸注法 四、简单形体的三视图

第四节 点、直线、平面的投影特性 71

- 一、点的投影 二、直线的投影 三、平面的投影 四、应用举例

第五节 读图的基本知识 83

- 一、读图的基本知识 二、读图的一般方法和步骤

投影变换 85

第三章 轴测图 89

第一节 概述 89

- 一、为什么要学习轴测图 二、轴测图的形成 三、轴测图的三要素
四、轴测图的基本特性

第二节 正等测图的画法 91

- 一、正等测图的三要素 二、正等测图的画法步骤 三、平面体正等测图画法举例 四、曲面体正等测图画法

第三节 斜二测图的画法	96
一、斜二测图的三要素 二、平面体斜二测图画法举例 三、曲面体斜二测图画法	
第四章 截交与相贯	102
第一节 物体表面上点的投影	102
一、积聚性法 二、辅助线法 三、辅助圆法	
第二节 截交线的投影	106
一、平面与平面体截交 二、平面与圆柱截交 三、平面与圆锥截交	
四、平面与圆球截交	
第三节 相贯线的投影	114
一、两平面体相贯 二、平面体与曲面体相贯 三、两曲面体相贯 四、过渡线	
表面展开	127
一、圆柱面的展开 二、圆锥面的展开 三、方圆接头的展开	
第五章 组合体的视图	131
第一节 组合体视图的画法	131
一、形体分析 二、视图选择 三、作图方法	
第二节 组合体视图的尺寸标注	136
一、怎样使尺寸标注齐全 二、怎样使尺寸标注清晰 三、怎样使尺寸标注合理	
第三节 组合体视图的识读	138
一、形体分析法 二、线面分析法 三、培养读图能力的方法	
第四节 形体的其它表达方法	147
一、六面基本视图 二、辅助视图 三、其它画法	
第五节 水工建筑物中常见曲面的表示法	151
一、倾斜平面 二、圆柱面 三、圆锥面 四、渐变段 五、扭面	
第三角投影简介	157
第六章 剖视图和剖面图	159
第一节 概述	159
一、剖视图和剖面图 二、剖视图的标注 三、剖视图的一般画法	
第二节 剖视图	162
一、剖视图的种类 二、剖视图的尺寸注法	
第三节 剖面图	170
一、剖面的种类 二、剖面图的标注	
第四节 剖视图和剖面图的识读	172
第七章 标高投影	175
第一节 标高投影和地形图	175
一、标高投影 二、地形面的表示法	
第二节 直线和坡面的标高投影	178
一、直线 二、平面 三、同坡曲面	
第三节 求交线的方法	184

一、交线的性质 二、交线的作图方法

第八章 水利工程图	190
第一节 概述	190
第二节 水工图的表达方法	193
一、基本表达方法 二、特殊表达方法	
第三节 水工图的尺寸注法	198
第四节 水工图的识读	200
一、读图的步骤和方法 二、水工图识读举例	
第五节 钢筋混凝土结构图	204
一、基本知识 二、钢筋混凝土结构图 三、钢筋混凝土结构图的识读	
第九章 机械图	208
第一节 概述	208
机件加工的基本知识	208
一、机器的制造过程 二、基本的加工方法 三、常用的工艺结构	
第二节 标准件与常用件画法	212
一、螺纹 二、齿轮 三、蜗轮蜗杆 四、键、销、弹簧及焊接代号	
第三节 零件图	232
一、零件图的作用与内容 二、典型零件的表达 三、零件图的尺寸注法 四、零件图的技术要求 五、零件常用金属材料及热处理知识简介 六、零件图的识读	
第四节 装配图	256
一、装配图的内容 二、装配图的画法特点 三、装配图的识读	

绪 论

《水利工程制图》的研究对象是水利工程图样。在水利工程的勘测、规划、设计、施工、验收等各个阶段都要用到图样。例如：勘测时有地质图、地形图；规划时有示意图；设计时有设计图；施工时有施工图；验收时有竣工图等。

一个水利工程的布局，特别是各种水工建筑物的形状、大小和结构的具体要求，是很难用语言或文字来叙述清楚的。但用图样却能对上述要求表达得清晰、准确、细致、全面。因此，图样被人们比喻为“工程技术语言”。我们必须牢固地掌握好本课程的基本理论和技能。

本课程是一门理论与实践紧密联系的技术基础课。学习本课程的主要目的是培养读者的空间思维能力，在实际工作中能够绘制和阅读水利工程的图样。具体要求是：

- 1.掌握正投影原理，能运用形体分析法和线面分析法绘制和阅读正投影图。
- 2.掌握标高投影和轴测投影的基本概念和一般作图方法。
- 3.掌握绘制和阅读一般水利工程图的基本方法，通过专业知识的学习，能绘制和阅读水利工程图。
- 4.对于机械图部分，应能阅读和绘制简单零件图，并能阅读简单装配图。
- 5.能正确使用制图工具和仪器，掌握仪器作图的基本技能。
- 6.养成认真、负责的工作态度和严肃、细致的工作作风。

制图课程的教学以精讲多练为原则。讲课仅占总学时的百分之四十。学校的学生应集中精力听好课，着重理解讲述中的基本概念、基本理论和基本方法；听懂讲课中的重点、难点及主要结论；掌握作图步骤及注意事项。在消化讲课内容的基础上，要认真做好作业和练习。教材中的重要图例最好自己动手复画一次，以加深理解和记忆。

独立地完成一系列制图练习和作业是本课程的实践性环节。练习和作业的目的是为了巩固学习内容。因此，练习、作业前应做好必要的准备工作，明确每次练习、作业的要求及注意事项，选择视图的表达方案，研究作图步骤和方法。练习、作业中要认真地对待每一条图线、每一个数字、每一个符号；练习、作业完成后应仔细检查，避免图样产生错误，造成工程上不必要的返工和浪费。

我国是世界文明古国之一，在制图学科方面也有巨大的成就，从历史记载中可以看出，我国古代就有近似于现代的透视图、轴测图和正投影图的图画。

春秋时代——约公元前七百多年的《周礼考工记》中就有画图仪器“规”（圆规）、“矩”（直角尺）、“绳墨”（类似木工用的墨线斗）、“悬”（类似测量仪器上的垂球）、“水”（测水平的工具）的记载，图0-1是这些仪器的图形。

秦汉以来，历代建筑宫室都有图样。如《史记》记载：“秦每破诸侯，写放其宫室，作之咸阳北阪上”。

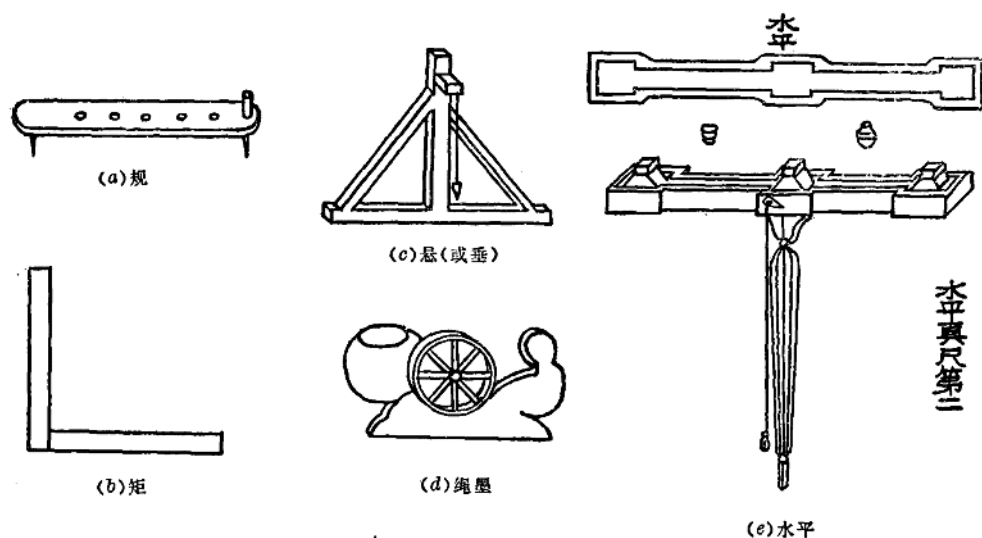


图 0-1 古代画图仪器

唐文学家柳宗元在《梓人传》中描写当时建筑宫室的情景：“画宫于堵。盈尺而曲尽其制。计其毫厘而构大厦。无进退焉。”可见，至少在公元八百年左右我国已经用图样指导工程的建筑，而且应用了比例尺。

公元一千年左右，宋李诫所著的《营造法式》一书，完整地总结了我国数千年来的建筑技术，全书达三十六卷，其中图样有六卷之多。图中已正确地使用了正投影图、轴测图，如图0-2。

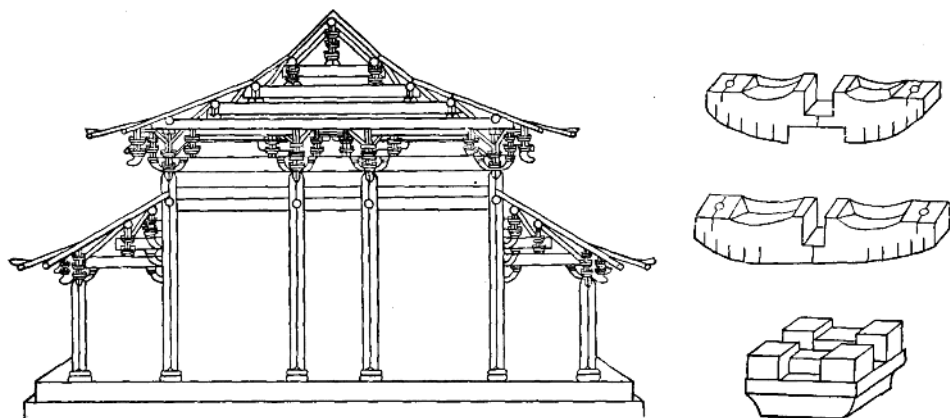


图 0-2 殿堂举折图、斗拱图

元、明、清各代，附有各种图样的技术书籍更多。如元薛景石的《人遗制》、王桢的《农书》、明宋应星的《天工开物》、徐光启的《农政全书》等，载有不少生产工具的机械图。图0-3是《天工开物》中的水碾图，该图不仅画得准确，而且立体感很强。

解放前，由于历代封建统治阶级不重视工农业生产，劳动人民在长期生产斗争中积累

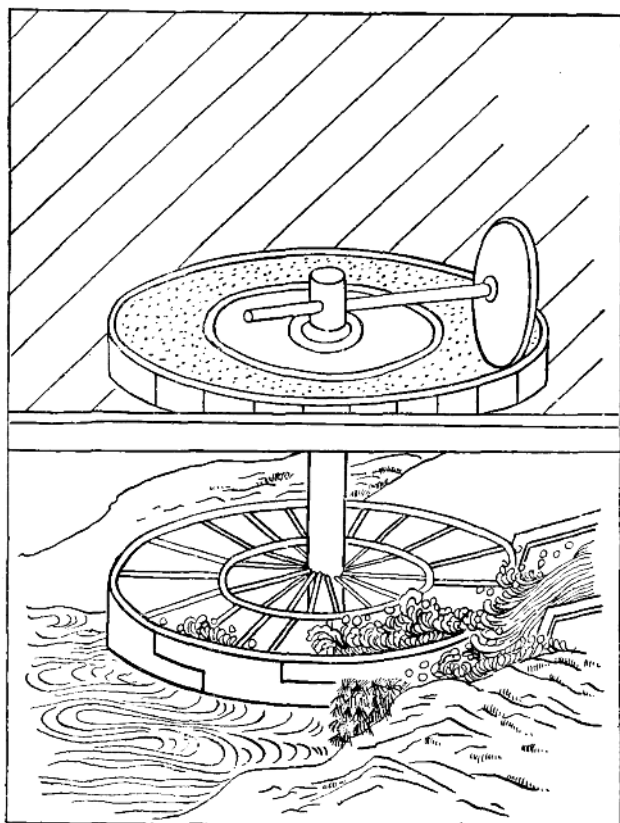


图 0-3 水碾图

起来的制图成就得不到总结、提高。特别是近百年来帝国主义入侵，使我国沦为半封建半殖民地社会，更阻碍着科学技术的发展，技术教育脱离实际，制图学科不被重视，制图技术长期陷于停滞和落后的状态。

中华人民共和国成立二十八年来，在中国共产党和毛主席英明、正确的领导下，我国的社会主义革命和社会主义建设事业飞速发展，制图学科与其它学科一样，获得很大的成就。普及制图教育，出版制图书籍，改进并生产制图仪器和工具，特别是先后制订和颁布了机械制图、建筑制图的国家标准。使我国有了统一的制图规格，这对促进生产的发展起到一定的作用。

当前，在英明领袖华主席为首的党中央正确领导下，我国的社会主义革命和社会主义建设进

入新的发展时期，科学技术将获得更快地发展。在制图学科领域内，我们也一定会赶上和超过世界先进水平。

制图学科今后的发展方向是：

- 1.改进与研究新型制图仪器、工具及设备，加速制图的过程。
- 2.改进与加速图样的复制过程，减少或省去重复、繁琐的描图工作。
- 3.改进与研究现有的制图“国家标准”，简化各种画法，制订出促进水利工程发展、适应水利工程制图的“国家标准”。
- 4.普及推广制图的电化教育，出版制图书籍和期刊，总结交流国内外先进经验及科研成果，提高制图技术，促进技术革命，在本世纪内把我国建设成为农业、工业、国防和科学技术现代化的伟大的社会主义强国。

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。正确掌握它们的使用和维护方法，才能提高图样质量，加快制图的速度。

常用的制图工具有：铅笔、图板、丁字尺、三角板、曲线板、比例尺、擦图片、橡皮等。制图仪器有：分规、圆规、墨线笔等。下面分别介绍其用途、使用及维护方法。

（一）铅笔

铅笔用来画图样底稿、加深底稿及写字。绘图时宜选用笔杆为六角形的绘图铅笔（图1-1）。



图 1-1 铅笔

绘图铅笔的铅芯有软、硬之分，用标号“B”、“HB”和“H”标记在笔杆的尾端。标号B、2B、……6B表示不同程度的软铅芯，6B铅芯最软，色浓黑；标号H、2H、……6H表示不同程度的硬铅芯，6H铅芯最硬，色浅淡；标号HB表示铅芯软硬适中。绘图时一般用2H的铅笔画底稿，用HB的铅笔加深底稿，用H的铅笔写字。

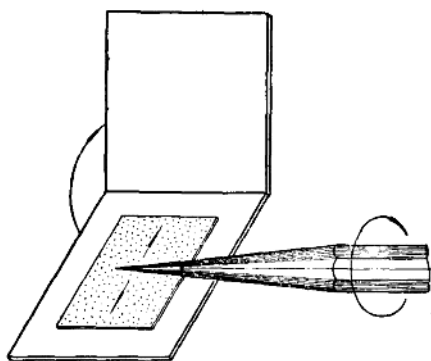


图 1-2 磨铅芯方法

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。削去的笔杆长度以约为30~35毫米，露出的铅芯长度以约为8~10毫米为宜（图1-1）。铅芯可在砂纸上用左右移动同时转动的方法磨成圆锥形（图1-2）。

铅笔的工作位置如图1-3(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30°左右，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（图1-3, b）。

使用铅笔画线时，用力的轻重及移动的速度要均匀，做到线条清晰，但纸面上不留凹痕。过点画线，笔尖要过点的中心。画长线时，笔杆应经常转动，使铅芯尖端磨损均匀，避免线条粗细不均。

（二）图板

图板是用来固定图纸的。图板是矩形的木板，其大小用号数表示，可根据图纸幅面的

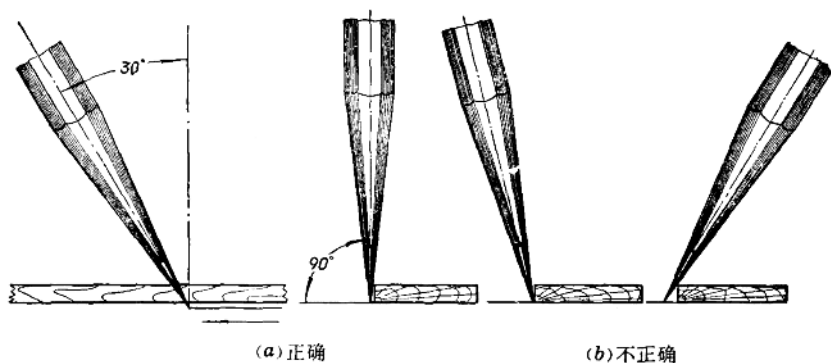


图 1-3 铅笔的工作位置

大小选用。校内一般采用长边为900、短边为600毫米左右的2号图板。

图板板面一般用质软而平坦的三合板制成，两短边或四边镶有质硬而平直的木条，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，两侧短边为垂直方向，左侧短边是图板的工作边（图1-4）。

在图板上固定图纸的方法如图1-5。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（图1-5），不准沿靠图板的非工作边使用（图1-6）。

图板不可受潮、曝晒或作其它用途。

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

丁字尺主要用来画水平方向的直线，用木材或有机玻璃材料制成。选用的长度应配合各号图板，校内一般可选择80厘米长的丁字尺配合2号图板使用。



图 1-4 图板

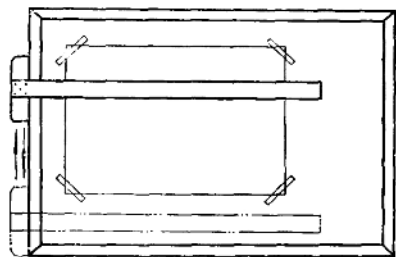


图 1-5 图纸固定方法

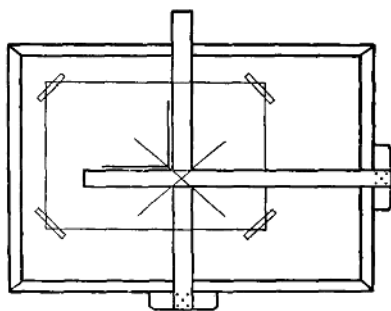


图 1-6 丁字尺不能沿靠图板的非工作边使用

丁字尺由尺头和尺身两部分组成，尺头和尺身相互垂直，其连接方法有固定式（图1-7, a）和活动式（图1-7, b）两种，以固定式为好。活动式丁字尺可以调节尺头和尺身所成的角度，便于画各种不同方向的倾斜直线，但画水平线时要对准“0”点，使尺头与尺身垂直并须拧紧元宝螺母，否则尺身转动，便不能保持图线的水平方向。

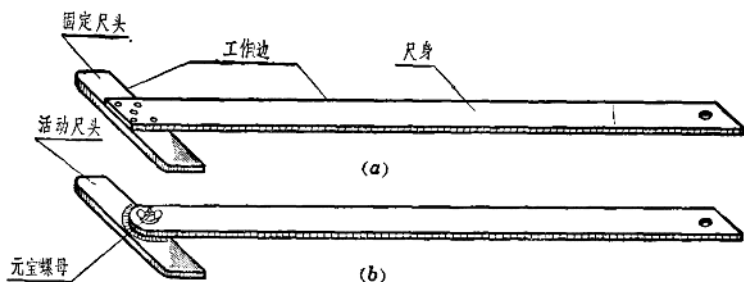


图 1-7 丁字尺

丁字尺的尺头内边缘和尺身上边缘是工作边，两工作边应平直光滑。使用丁字尺时，尺头内边缘应紧靠图板的左侧工作边，左手握住尺头（图1-8），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）从左向右的方向画出。画互相平行的水平线时，应按先上后下的次序逐条画出，如图1-9。

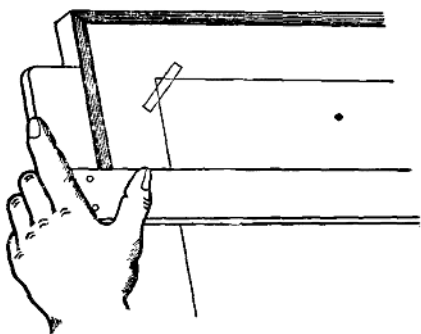


图 1-8 尺头紧靠图板左侧工作边

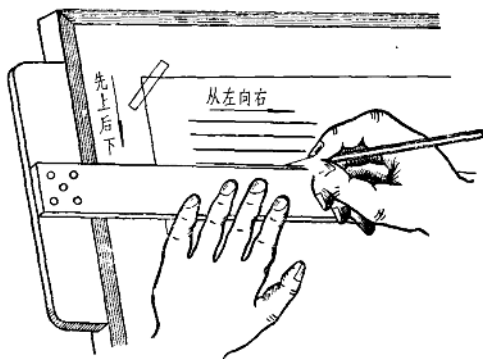


图 1-9 画水平线的方法

每次使用丁字尺，都要将丁字尺拭擦干净，用毕后应将丁字尺挂在通风的干燥处，不能沿尺身工作边切纸，要注意保持丁字尺工作边的平直光滑。

（四）三角板

一副三角板有两块（图1-10），一块是 30° 、 60° 、 90° 角，另一块是 45° 、 45° 、 90° 角，用塑料或有机玻璃制成。 60° 角三角板的长垂直边与 45° 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，校内可选用 $L=25$ 厘米的三角板一副。三角板的角度要准确，各边应平直光滑。

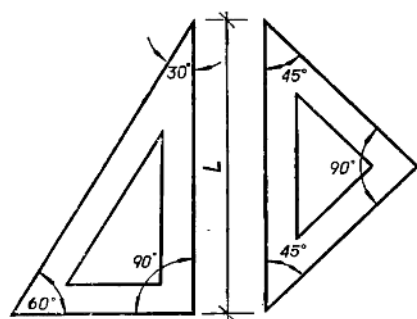


图 1-10 三角板

三角板与丁字尺配合使用可画铅垂和倾斜方向的直线,如图1-11。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(图1-12)。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° 角整倍数的倾斜方向直线(图1-13)。

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1-14。

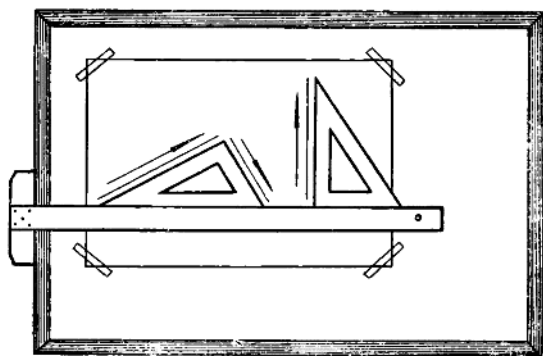


图 1-11 三角板与丁字尺配合使用

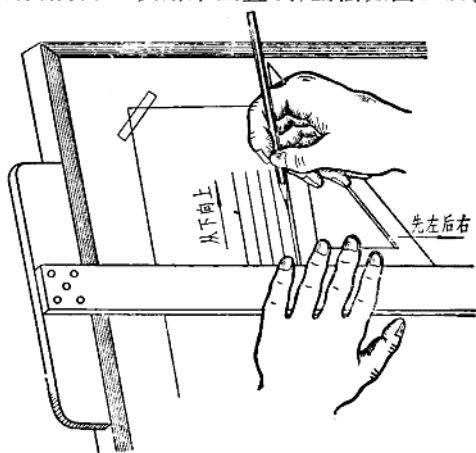


图 1-12 画铅垂线的方法

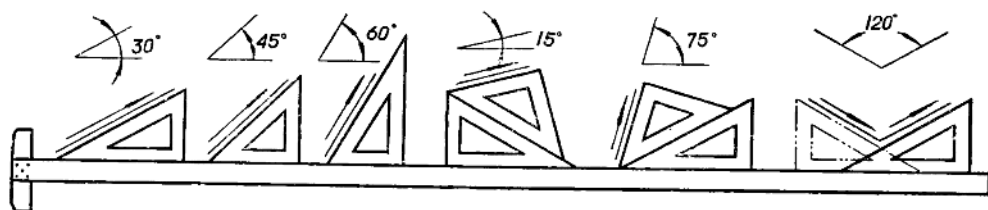


图 1-13 三角板与丁字尺配合画 15° 角整倍数的斜线

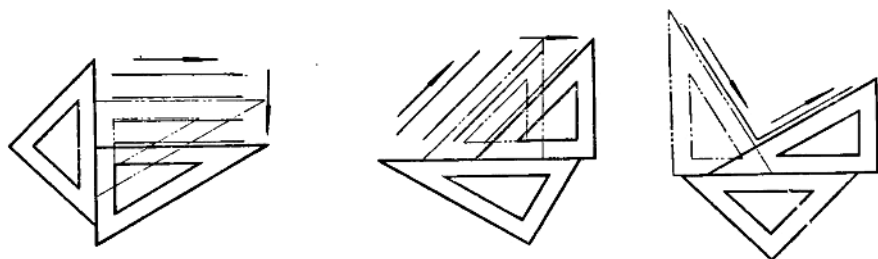


图 1-14 用两块三角板作平行线与垂直线

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。用毕后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。校内一般使用五件的仪器，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（图1-15）。

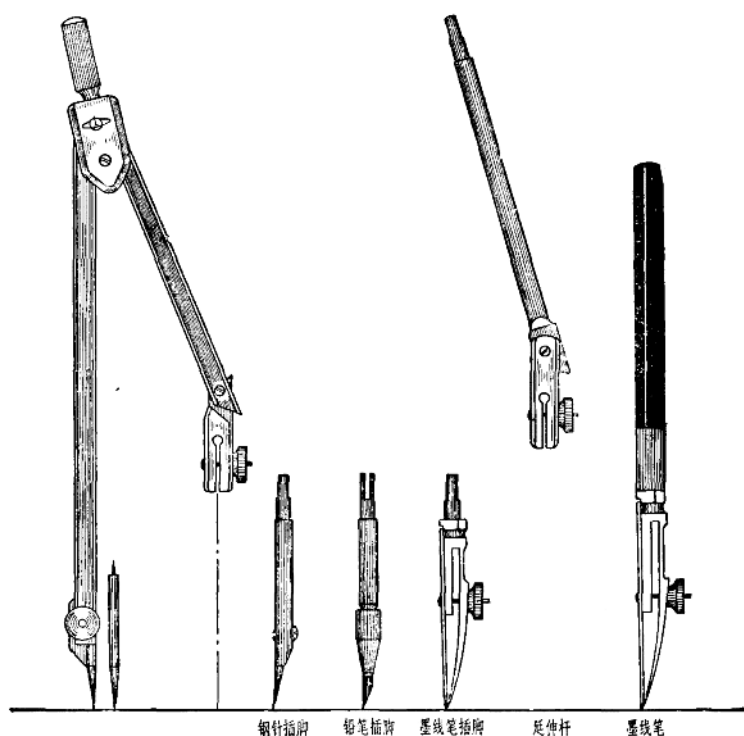


图 1-15 五件制图仪器

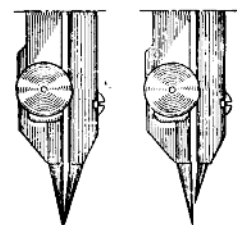
现将仪器的使用和维护分述于下。

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（图1-16）。使用分规是用右手握持分规调整两腿张开的距离，如图1-17。

量测距离时，分规两钢针尖应处在同一直线上且位于所测距离两端点的中央（图1-18）。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。

截取线段的方法如图1-19。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。



(a)正确 (b)不正确

图 1-16 分规校验

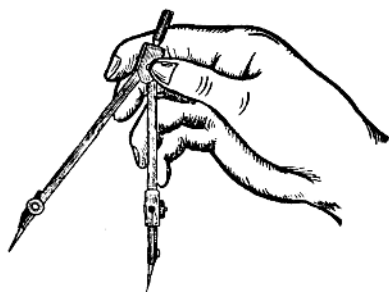


图 1-17 分规正确拿法

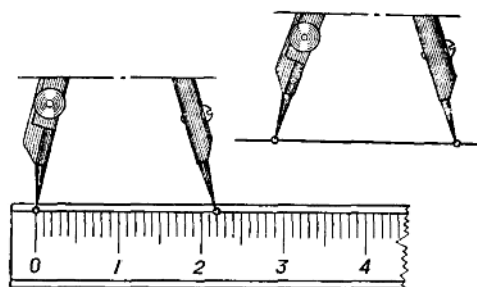


图 1-18 量测距离

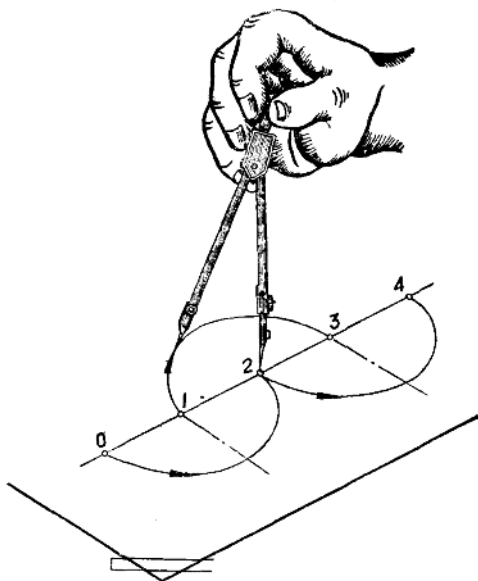


图 1-19 截取线段

等分圆弧和线段的方法如图1-20。若三等分已知圆弧 AB ，可先使分规两腿张开约为三分之一 AB 圆弧的弦长距离，由 A 点开始在 AB 圆弧上截取三段到 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三分之一 B_1B 圆弧的弦长距离，再从 A 点开始在 AB 圆弧上截取三段，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6~8毫米，削磨成圆锥形或与水平方向倾斜 75° 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° 都是不正确的，如图1-21。

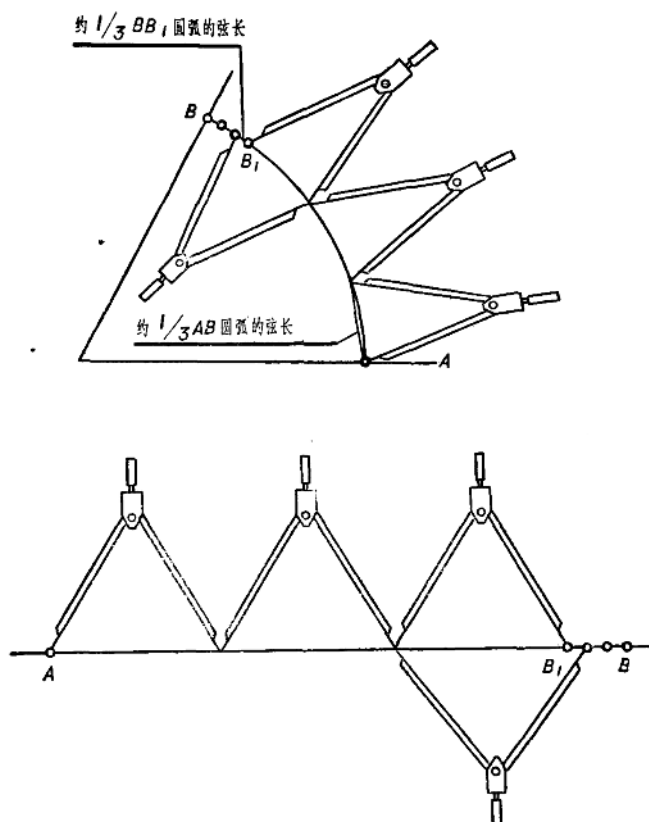


图 1-20 等分圆弧和线段

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（图 1-22，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 1-22，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

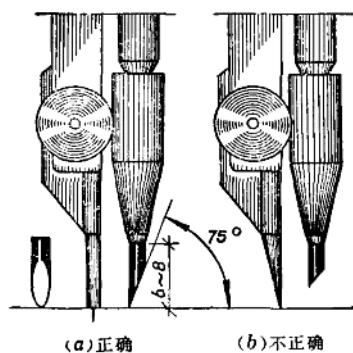


图 1-21 钢针脚与铅芯

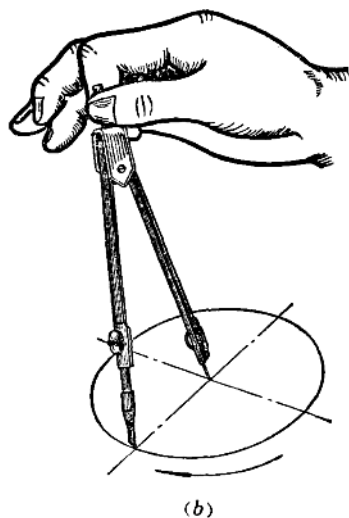
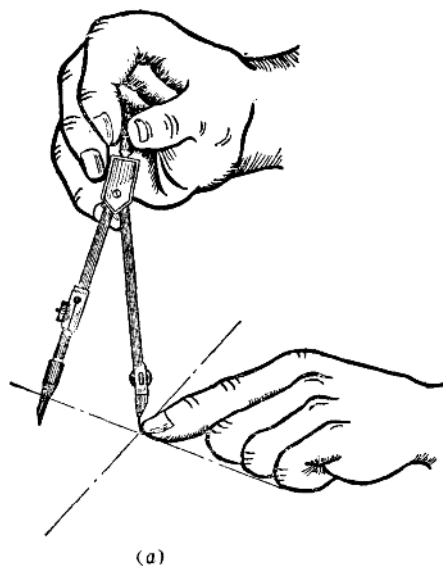


图 1-22 画圆方法

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200～300毫米的大圆（图1-23）。画半径为1～3毫米的小圆，应使圆规两脚稍向里弯曲，如图1-24。

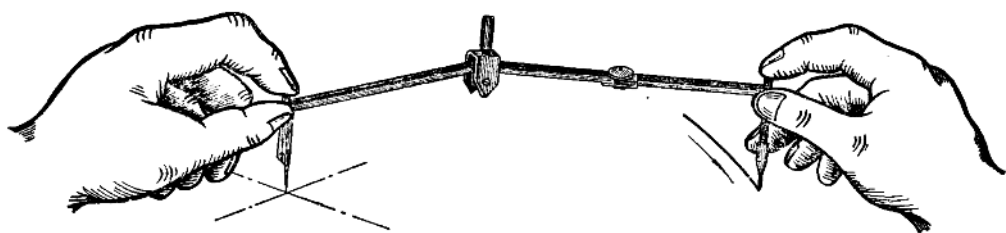


图 1-23 装延伸杆画大圆

3. 墨线笔

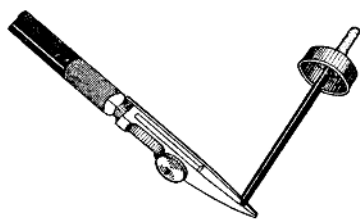
墨线笔是用来在描图时画墨线的。墨线笔由笔杆和笔头两部分组成，笔头有两叶尖端呈椭圆形的弹性薄钢片，其上的调节螺丝能调节两钢片的张合程度，可画出不同粗细的墨线。

把墨汁注入墨线笔，要用墨水瓶盖上的吸管或用绘图小铅笔蘸墨注入两钢片之间（图1-25，a），不要把墨线笔直接插入墨水瓶内注墨（图1-25，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6毫米为宜。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。

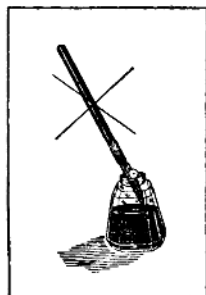
用墨线笔画线时，笔杆中心线与画出的直线所构成的平面应垂直纸面，笔杆并向画线方向倾斜 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，有调节螺母的钢片应向方，内侧钢片靠着尺缘，轻轻用力而速度均匀地一次画完整条图线（图1-26，a）。



图 1-24 画小圆



(a) 正确



(b) 错误

图 1-25 用吸管注入墨水