

335



256073

# 水利工程制图

上册

武汉水利电力学院工程制图教研组编



水利电力出版社



51  
13121  
T.1

51  
13121  
T.1

# 水利工程制图

上册

武汉水利电力学院工程制图教研組編

水利电力出版社

## 內 容 提 要

本书是以1954年高等教育部批准的高等工业学校土木建筑、水利及道路运输各专用“画法几何”及“建筑工程制图”两教学大纲为基础，并根据武汉水利电力学院在1958年教育革命以后修订的“水利工程制图”教学大纲编写而成的。

全书共五编，分上下册出版。上册的内容是介绍制图基础及投影制图，下册介绍的重点是常用水工建筑物的绘制与阅读方法。

本书可作高等院校水利专业教学用书或参考书，亦可供水利工作者制图参考。

## 水利工程制图

上 册

武汉水利电力学院工程制图教研组编

\*

22358681

水利电力出版社出版（北京西郊百万庄二里内）

北京市书刊出版业营业登记证出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

\*

87×1092 1/32开本 \* 11%印张 \* 258千字 \* 定价（第10类）1.60元

1959年9月北京第1版

1959年9月北京第1次印刷（0001—3,480册）

## 前 言

經過1958年的教育革命，党的教育方針在高等学校中得到了进一步的貫徹，理論脱离实际的傾向逐步得到了糾正。在党的教育方針的正確指導下，我們決定編写新的工程制圖教材。在新的教材中一方面刪去了就事論事生產工藝的內容，加強了对制圖基本理論与基本作圖方法的闡述；另一方面將画法几何与制圖兩門課程結合在一起，消除了过去二者重复和脫节的現象，并使理論密切地联系实践，保證了这一課程基本理論的系統和完整。

經過一年来的教學實踐証明，画法几何与制圖兩門課程結合为一門，有它一定的优越性，对提高教學質量有明显的作⤵用。

水利專業随着整个国民經济的发展而在飞跃发展，迫切要求培养足以担当起建設任务的人材。作为水利專業教學內容之一的工程制圖教學，必須适应这个要求。但是，目前已有的工程制圖教材及参考书，多偏重于机械方面，缺少完全切合水利專業的制圖教材及参考书。这不能不使我們在教學中感到一定的困难，因而也就推动了我們編写这部教材的工作。我們希望能够在总结自己教學經驗的基础上，編写成一本适合于水利專業的工程制圖教材。

在編写过程中，得到了部分兄弟院校的支持和鼓勵，使我們增加了編写的信心。但是，由于我們的水平有限，時間紧迫，錯誤和不恰当之处在所难免，衷心地希望各兄弟院校及讀者隨時予以指正是幸。

武汉水利电力学院工程制圖教研組

1959年9月

# 目 录

緒論	1
§ 1 工程制图的意义、研究的目的和对象	1
§ 2 我国在工程制图方面的成就	2
§ 3 本課程的特点	4

## 第一編 制 图 基 础

第一章 制图工具、仪器及用品	6
§1-1 制图工具	6
§1-2 繪图仪器	8
§1-3 制图用品	12
§1-4 繪图机	13
第二章 制图基本規格	13
§2-1 图幅	13
§2-2 图框及标题栏	14
§2-3 字体	15
§2-4 綫型及綫的接头	18
§2-5 断面符号	20
§2-6 尺寸注法	21
§2-7 比例尺	24
第三章 几何作图	25
§3-1 綫段及圆弧的等分	25
§3-2 綫的连接	27
§3-3 常用平面几何图形的画法	29
§3-4 任意曲綫的繪制	31
第四章 上墨	32
§4-1 上墨的目的	32
§4-2 上墨的工具	32
§4-3 上墨前的准备	33
§4-4 上墨时的注意事項	33

## 第二編 投 影 制 图

第五章 投影的基本知識	35
§5-1 投影的定义	35
§5-2 平行射影的性质	37
§5-3 矩形及方体的投影、坐标軸的投影	39
第六章 点	40
§6-1 点的正投影	40

§6-2	点的复图	41
§6-3	点在两投影面体系中的各种位置	42
§6-4	点的三面复图	43
§6-5	点的正投影与坐标的关系	45
§6-6	由已知两个投影求第三个投影	47
§6-7	点及其坐标系统的立体图	47
<b>第七章</b>	<b>直线</b>	<b>49</b>
§7-1	直线的复图	49
§7-2	直线与投影面的相对位置	51
§7-3	线段的实长和直线对投影面的倾角	57
§7-4	直线的迹点	59
§7-5	无轴图	60
§7-6	两直线的相对位置	63
§7-7	两直线所成角度的投影	66
<b>第八章</b>	<b>平面</b>	<b>67</b>
§8-1	平面的表示法	67
§8-2	平面与投影面的相对位置	70
§8-3	平面上的特殊位置直线	74
<b>第九章</b>	<b>直线与平面、平面与平面</b>	<b>78</b>
§9-1	直线与平面平行	78
§9-2	平面与平面平行	79
§9-3	直线与平面相交的特殊情形	81
§9-4	平面与平面相交	82
§9-5	一般位置的直线和平面相交	85
§9-6	可见性问题	86
§9-7	垂直问题	88
<b>第十章</b>	<b>投影改造</b>	<b>91</b>
§10-1	投影改造的目的和方法	91
§10-2	辅助投影面法	91
§10-3	旋转法	95
<b>第十一章</b>	<b>曲线、曲面</b>	<b>98</b>
§11-1	曲线的形成	98
§11-2	曲线	98
§11-3	曲面的形成	102
§11-4	曲面的分类	102
§11-5	可展直纹曲面(单曲面)	103
§11-6	不可展开的直纹曲面(扭曲面)	104
§11-7	螺旋线	107
§11-8	螺旋面	109
<b>第十二章</b>	<b>几何体的表示法</b>	<b>110</b>
§12-1	几何体的投影	110
§12-2	平面立体的投影	110

§12-3	平面立体表面上取点和直线	112
§12-4	曲面立体的投影	113
§12-5	曲面立体表面上的点和线	114
§12-6	关于立体表面上取点和线的结论	115
<b>第十三章</b>	<b>立体表面的展开</b>	<b>115</b>
§13-1	锥体表面的展开	115
§13-2	柱体表面的展开	117
§13-3	过渡曲面的展开	119
<b>第十四章</b>	<b>平面与立体相交</b>	<b>122</b>
§14-1	基本概念	122
§14-2	平面与平面立体相交	122
§14-3	平面与曲面立体相交	123
§14-4	截断面的实形	125
<b>第十五章</b>	<b>直线与立体相交</b>	<b>126</b>
§15-1	直线与立体相交	126
§15-2	特殊位置的直线与立体表面的贯穿点	126
§15-3	一般位置的直线与立体相交	127
<b>第十六章</b>	<b>两立体相交</b>	<b>129</b>
§16-1	基本概念	129
§16-2	两平面立体相交	130
§16-3	两曲面立体相交	132
§16-4	平面立体与曲面立体相交	138
<b>第十七章</b>	<b>立体</b>	<b>140</b>
§17-1	六个基本视图的配置	141
§17-2	视图的选择	142
§17-3	绘制和阅读视图的方法	143
§17-4	视图中注尺寸的基本方法	144
§17-5	技术草图	147
<b>第十八章</b>	<b>剖面与断面</b>	<b>149</b>
§18-1	剖面与断面的意义	149
§18-2	剖面的种类	150
§18-3	剖面与断面的基本规则	151
§18-4	工程制图中常用的剖面	151
§18-5	断面的种类及画法	157
<b>第十九章</b>	<b>轴测投影</b>	<b>161</b>
§19-1	轴测投影的定义与基本概念	161
§19-2	正轴测投影	165
§19-3	斜轴测投影	168
§19-4	圆及曲线的轴测投影	170
§19-5	轴测图的画法	174
§19-6	常用轴测投影的比较与选择	178
§19-7	带剖面的轴测图	180

# 目 录

## 第三篇 机械制图

概述 .....	182
第二十章 螺紋連接与鍵連接 .....	183
§20-1 連接的作用和分类 .....	183
§20-2 螺紋 .....	184
§20-3 螺絲連接 .....	188
§20-4 螺釘連接 .....	191
§20-5 管連接 .....	195
§20-6 鍵連接 .....	197
第二十一章 零件图 .....	198
§21-1 视图的选择和配置 .....	198
§21-2 常用的机械零件及其規定画法 .....	204
§21-3 零件图尺寸的标注 .....	216
§21-4 公差及配合 .....	219
§21-5 表面光洁度的代号及注法 .....	223
§21-6 零件的測繪 .....	224
第二十二章 装配图 .....	227
§22-1 装配图的内容 .....	227
§22-2 视图的选择及其表示方法 .....	227
§22-3 装配图尺寸的标注 .....	229
§22-4 零件編号和零件表 .....	229
§22-5 繪制装配图的步驟 .....	230
§22-6 閱讀装配图的方法 .....	230

## 第四篇 建筑工程制图

第二十三章 房屋图 .....	236
§23-1 房屋图的内容 .....	236
§23-2 房屋图的特点 .....	237
§23-3 房屋的主要結構 .....	239
§23-4 房屋建筑图讀图举例 .....	246
§23-5 房屋图的繪制 .....	248



第二十四章 木結構 .....	249
§24-1 木結構的連接方式及連接件 .....	249
§24-2 木桁架节点 .....	252
§24-3 木便橋 .....	258
第二十五章 鋼結構及鋼筋混凝土結構 .....	258
§25-1 各種鋼材的表示方法 .....	259
§25-2 鋼节点的連接方式 .....	261
§25-3 桁架节点圖與結構圖 .....	266
§25-4 板梁結構 .....	267
§25-5 混凝土及鋼筋混凝土結構 .....	268

### 第五篇 水利工程制圖

第二十六章 標高投影 .....	270
§26-1 點和直線的標高投影 .....	270
§26-2 平面的標高投影 .....	273
§26-3 曲面的標高投影 .....	278
§26-4 標高投影的應用實例 .....	280
第二十七章 水利工程各階段的制圖 .....	287
§27-1 概述 .....	287
§27-2 示意圖 .....	288
§27-3 常用水工建築物的技術設計圖舉例 .....	289
§27-4 施工設計圖 .....	310
附錄 .....	314

# 緒 論

## § 1 工程制图的意义、研究的对象

在生产活动中，人們用語言来沟通思想，用文字将生产活动中积累的經驗记录下来，傳給远方和后代。但是，随着生产的发展，产品的种类和結構逐渐繁雜，人們相互間的接触也頻繁了，利用語言和文字來說明产品的形状、尺寸以及生产活动的組織情况等，就显得非常不够。如果用图样来表达現有的或設計的物体，就比用語言和文字来叙述方便得多，准确得多，这就产生和发展了制图的技术和理論。

在生产实践中，人們逐步发现了物体上几何元素的規律，并开始应用这些規律画图。如古代的图画中，就有近似于近代的透視图、軸測图，后来又进一步发展，便成为現在应用的正投影图和透視图，最近，两者又融合为現代的工程图。

从生产活动与制图发展的过程中可以看到，要准确清晰地表达物体，以及表达設計、施工中的具体措施，都需要图样。如渠道的定綫、开挖，必須有地形图；机械的制造，必須有設計好的机械装配图和零件图。因此，对于参加生产活动的劳动者来说，图就是他們的技术語言，必須会說(制图)和会听(讀图)这种語言。所以，以下二点就是学习制图課程所要求达到的主要目的：

(一)培养繪制工程图的能力：即能够將現有的或設計的建筑物或产品，准确地、迅速地画成图样。

(二)培养閱讀工程图的能力：即能根据图样，想象出建筑物或产品的形状、大小、結構等。

在学习制图課程过程中，还可以培养敏锐的思維能力，丰富各方面的有关知識。

空間物体有三个主要量度方向(长、寬、高)，如果要把它們在兩度的平面上表示出来，就必須建立实物与平面图形之間的对应关系。制图的基本理論就是建立在这种关系上的。我們不仅要用图样来表达物体，而且应力求制图的簡單、明了和准确无誤，使制图更好地为生产服务。因此，这門課程研究的主要对象是：

(一)在平面上用图形来表示空間物体的各种方法及其理論根据；在图上解决空間物体的相互位置及其他几何性質等的方法。

(二)各种专业制图中的标准規格、表达方法及习惯画法(简化画法)。

学习的方法必須是理論密切地联系实际，通过亲身的实践，牢固地掌握理論。那种只注意理論，輕視实践，或者只要求实践的感性知識，而对理論不求甚解的学习态度都是錯誤的。因此，必須認真地按时完成每一次作业，也必須及时消化每次所講的理論內容。制图是生产过程中重要的組成部分，画图时必須以对待生产的認真負責的态度来完成，任何制图的錯誤，都会給生产造成相当大的损失。

党的教育方針給学习这門課程指出了明确的方向，那就是必須为社会主义建設服务，必須与生产实际相結合。

## §2 我国在工程制图方面的成就

我国在制图方面的成就是巨大的，可惜很多历史资料没有流传下来，仅有的一些在旧社会中也沒有得到很好的整理和总结。在今天的新社会里，党非常重视祖国各方面的历史成就，并教育我们有分析地接受前人的丰富遗产。

从历史记载中可以看出，我国古代在制图方面取得了不少的成就，其中有近似于现代的正投影图、透视图和轴测图的图画。

流传至今的工程图书，最著名的是宋李诫(明仲)所著“营造法式”一书，写于公元1100年，在全书三十六卷中，其中图样达六卷之多。书中运用了各种图示方法，总结了我国历史上建筑技术与艺术的成就，如制图规格、营造技术、材料规格等。附图的水平也很高，图1是该书的几个例子。

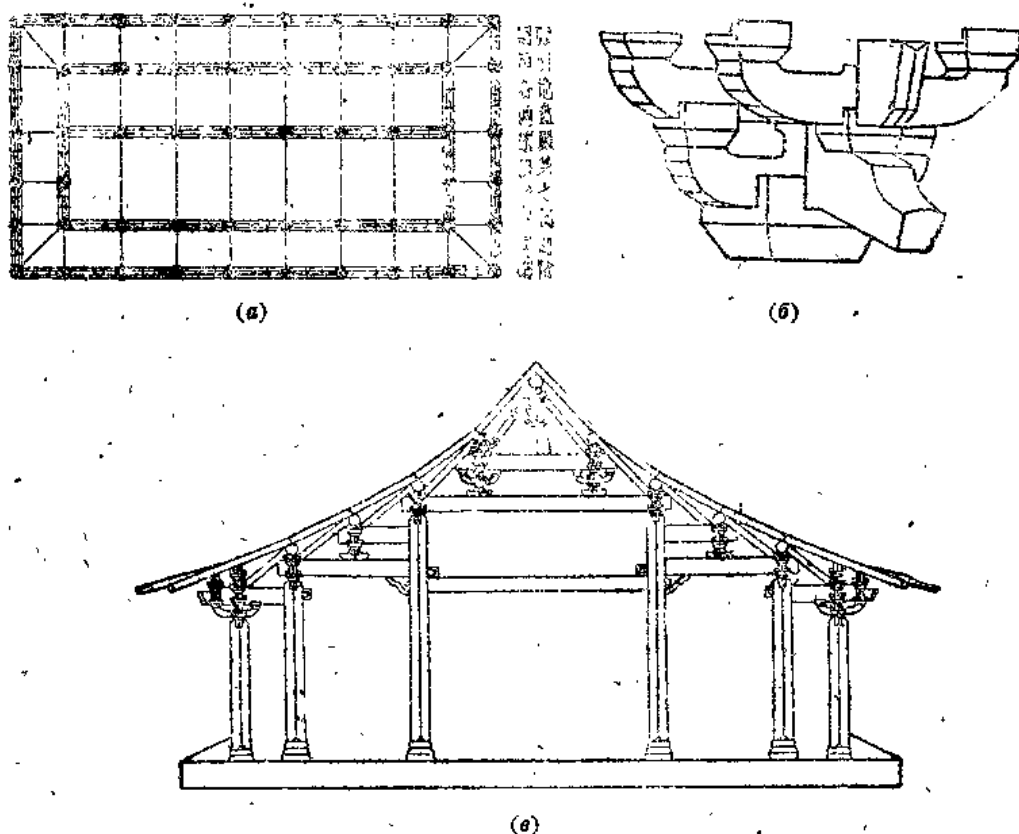


图1 “营造法式”一书中的附图

a—殿閣地盤图；b—斗拱图；c—十架椽屋前后各翻牵乳袱用六柱。

在这以后的元、明、清各代，技术书籍更多，其中都附有各种图样，特别是表示生产工具的机械图。如元薛景石的“人遗制”，王楙的“农书”，明宋应星的“天工开物”，徐光启的“农政全书”等。图2便是“天工开物”中的附图。

制图仪器的发明和制图方法的创造也很早，“周礼·考工记”中载有规矩、绳墨、悬(或垂)、水等工具。墨子著述中的“为方以矩，为圆以规，直以绳，衡以水，正以垂”，

說明了各种工具的使用。图3就是这些工具的图形。在宋代，出現了比例尺的应用，在“营造法式”中叫“举折之制”。所謂以尺为丈，以寸为尺，即1:10的比例。还用两寸折一里，即1:7500。

但是，由于我国长期受到封建社会制度的束縛，制图技术也和其他科学一样，处于窒息的状态。劳动人民的創造未能系統地总结，落后的生产方式使得制图也未得到应有的发展。而后在半封建、半殖民地的社会里，官僚资产階級及封建地主不重視发展生产和改进技术，而帝国主义的侵入，使得各个地区受到不同帝国主义国家的影响，襲用了不同的制图标准，形成了极其混乱的局面。

中华人民共和国成立以后，建設事业一日千里地向前发展，情况有了根本的改变。在学习苏联先进經驗的基础上，結合我国的实际情况，1956年第一机械工业部頒布了“机械制图标准”，这是一項重要措施。

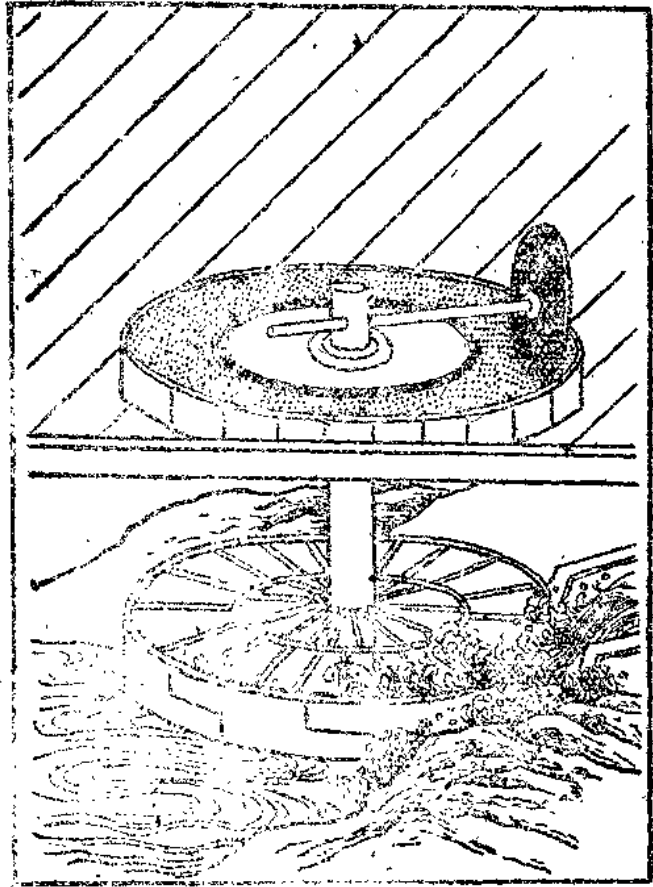


图2 水碾图

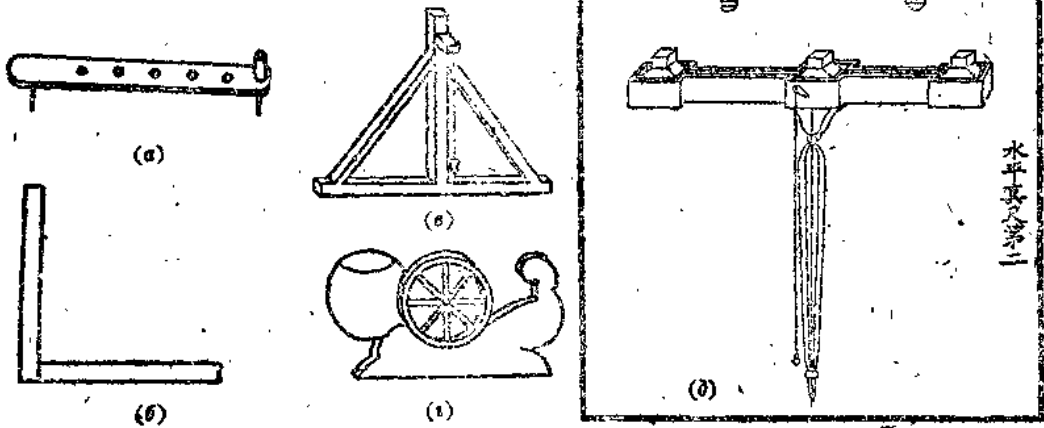


图3 制图工具

a—規；b—尺；c—三角；d—圆規；e—分規；f—水平。

生产的高速度发展，广大群众要求迅速地掌握制图技术，“机械工人速成看图法和速成制图法”在这方面起了一定的作用。在高等院校的教学方面，经过教学改革，特别是1958年的教育革命，肃清了资产阶级的学术观点，明确了党的教育方针，认识到制图必须更好地结合生产实际，这就给制图教学的发展奠定了良好的基础。

社会主义建设的总路线，要求各项事业都要又多、快、好、省的方针。在制图方面，全国各地有关部门也都在积极进行各项研究，并且已经取得了一定的成绩。这表现在以下几方面：

(一)研究和改进制图仪器、工具和设备，以提高制图速度。如设计制造轴测仪、测圆仪等。1959年在武汉举办的测绘成就展览会，其中在制图方面(特别是地形制图)改良的仪器就有数十种之多。

(二)改进和加速制图的生产过程。如设计快速自动晒图机，以及研究如何加快图样的复制过程等。

(三)提高制图技术。在制图技术上，目前在有些方面已达到国际水平，如纸质地图、塑料地形图等。

(四)修订现行的制图标准，简化和改进某些零件的表示法，并逐步制订其他新的标准。

(五)节约图纸用量，合理布置视图。

(六)普及制图教育，使更多的劳动人民能掌握制图知识，加速社会主义建设。

### §3 本课程的特点

水利工程所涉及的面非常广泛，它和国民经济各个部门都有关系。在设计时必须考虑到各方面的要求，力求综合利用。在施工时要用到多种机械和材料。同时，在修建水利工程的时候还可能要修建许多附属性的建筑，如道路、桥梁、房屋等。因此，水利专业的学生所需要的知识是比较广泛的。例如：水利工程的机械化，要求我们对机械专业的知识，必须有一定的了解；临时建筑物的修建、电站厂房的修建，要求我们对土木建筑的知识必须有一定的了解；在进行勘测和处理地质基础时，要求我们必须对地质专业有一定的知识。既然如此，我们对其他专业的制图知识，也必须了解其一般内容。

水利工程对于制图的要求除了一般的制图要求外，还有它自己的特殊要求。水利工程最显著的特点是大。例如：一座拦河坝可能有几百米长，甚至千余米长，隧洞、渠道的长度一般也在几百米或几千米以上。这样庞大的建筑物，就只能用小的比例尺来绘图。常用的有1:200、1:500、1:1000……等。在勘测规划阶段还往往用到1:10000以上的比例尺。当然，在表达局部的详细结构时，也还用到大比例尺。

某些建筑物的水平尺寸和铅直尺寸往往相差很大，或者纵向和横向的尺寸相差很大。例如：引水隧洞或渠道等。因此，在绘制这种建筑物的图样时，在水平方向和铅直方向，或者在纵向和横向，一般采用不同的比例尺。

水利工程所用的材料种类很多。例如：混凝土、钢筋混凝土、块石和卵石、木材和钢材等；土料有粘土、砂、壤土等。因此，在图样上常需用到许多的代号。

水利工程和自然条件的关系很密切，不同的地形，不同的地质，不同的水文情况和

气象条件，都直接影响到水工建筑物的形状和结构，从这一点来看，各个水工建筑物没有绝对相同的。因此，各个建筑物的图样也是不同的。

水利工程有勘测、设计、施工、验收等各个阶段，而每个阶段对图样的要求也不同。所以，一个工程有各种不同的图样。例如：勘测时有地质图、地形图；设计时有设计图；施工时有施工图；验收时有竣工图等。因此，在绘制水利工程图样时，应当合理地选择和布置视图，以节约图纸用量。

水利工程制图的特点还有很多，我们将在第五编中再作详细和具体的阐述。

# 第一編 制圖基礎

## 第一章 制圖工具、儀器及用品

工欲善其事，必先利其器。因此，在繪圖之前，對於繪圖所需的工具、儀器和用品等的種類、性能和選擇、正確的使用方法與保管等基本知識，必須有一定的了解，這樣才能使制圖質量和速度不斷提高，才能畫出一張合乎生產要求的圖樣來。

### §1-1 制圖工具

(一)圖板 圖板是用來安放圖紙的，為了保證制圖質量，因此圖板要用質地較軟且富有彈性的木料制成，最好是夾板。板面要平整無毛，左右兩導邊要用平直的硬木制成。檢查板面及導邊是否平直時，可用準確的直尺邊緣緊貼板面或板的導邊，仔細觀察尺邊與圖板間是否有透光的縫隙。

圖板不能受潮，也不能曝曬或受烤，為了保持圖紙的平整，最好不要在板面上按圖釘，更不得作其他用途。

(二)丁字尺 主要用來畫水平線，或與三角板配合使用畫其他線條。尺頭與尺身可以是固定的，也可以是活動的。使用時尺頭要緊靠圖板左邊，尺身應緊貼板面，因此尺頭的內側及尺身邊必需平直。只能沿靠尺身的上邊畫線，不能用下邊，也不能單獨用它來畫鉛直方向的線條。畫線時應使尺身緊貼圖板，使用姿勢如圖 1-1 所示。

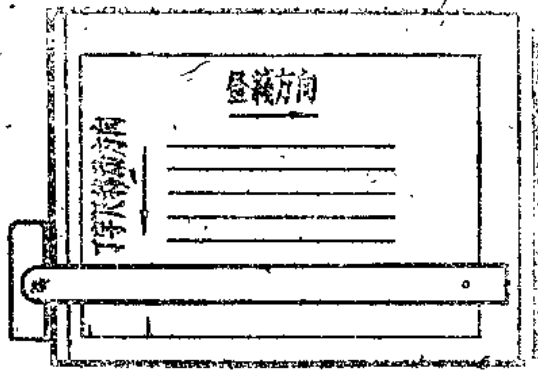


圖 1-1 丁字尺的使用姿勢

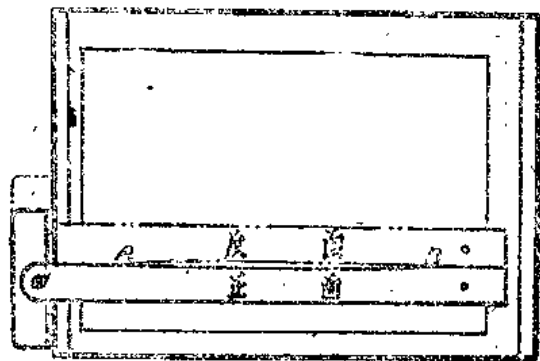


圖 1-2 丁字尺的檢查方法

尺身上邊是否平直，可用尺的上邊與圖板面是否完全吻合來檢驗。或者是在尺身上邊任取兩點（兩點間的距離不宜太小），過此兩點靠尺邊畫一條線，然後翻轉尺身，過該兩點再靠尺邊畫一條線，如前後兩線完全重合，則表示尺身上邊平直。否則是不平直的（圖 1-2）。尺頭內側的檢驗方法同上。

丁字尺用畢後應將它掛起，以免彎曲或折斷。同時應避免受潮或受烤而發生翹曲，更不能將丁字尺移作它用（如靠尺邊切紙等）。

(三)三角板 以餐璐路的透明三角板为宜，常与丁字尺配合使用，用来画与水平线成 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 等各种角度的倾斜线及 $90^\circ$ 的垂直线。如果两块三角板配合使用时，可以画出 $15^\circ$ 及 $75^\circ$ 的倾斜线。25厘米以下的三角板不宜使用。

使用时一般是将三角板沿丁字尺的上边向右移动画线的。画线方向必须顺手，如图1-3所示。

三角板边缘上的缺陷用手触摸即可发现，各边是否平直也可以用上述检验丁字尺的方法来检验。

检验三角板各种角度的方法：检验直角的方法是将三角板一边紧靠已校正的直尺边上，沿另一直角边画细线，直尺不动，翻转三角板，使一边仍然紧靠直尺，察看另一直角边是否与前次所画细线重合，如不重合，就会出现图1-4所示的情况。这就表示三角板两直角边互不垂直，不能使用。

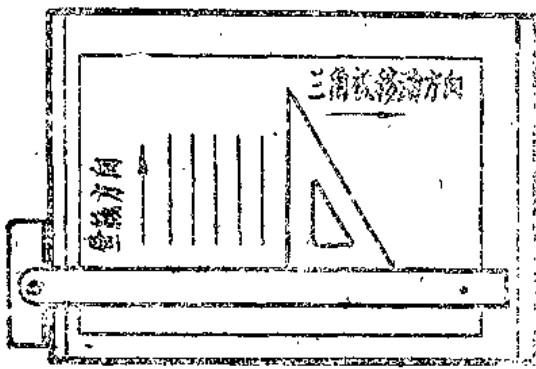


图 1-3

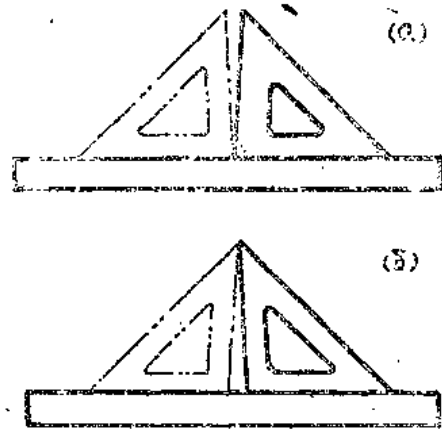


图 1-4 直角的检验方法

检验 $45^\circ$ 角的方法，是将斜边紧靠直尺边上。沿一直角边画细线，直尺不动，翻转三角板，放在原位置，另一直角边应与所画细线完全重合，否则就会出现图1-5所示的情况。这就表示该三角板的 $45^\circ$ 角有误差。

检验 $30^\circ$ 及 $60^\circ$ 角的方法可用作图法，先用丁字尺作水平线，再用 $60^\circ$ 三角板紧靠丁字尺作两个方向的 $60^\circ$ 斜线，并与水平线组成等边三角形，检查三边是否等长。如三边长不等，则证明所检验的角度不准的。如图1-6所示。



图 1-5  $45^\circ$ 角的检验方法

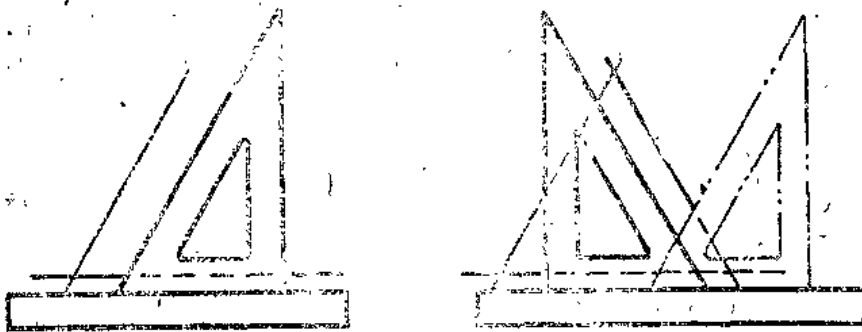


图 1-6  $60^\circ$ 及 $30^\circ$ 角的检验方法



必須保護三角板各邊的平直及每個尖角的完整，不得用三角板敲擊他物或作裁紙用，更應避免掉落地上損壞角尖。

(四)比例尺 比例尺的型式很多，常用的是三棱尺，通常又有百分尺與千分尺兩種，水利工程中常用千分比例尺，用法詳見§2-7。

(五)曲綫板 画任意曲綫用，用法見§3-4。

(六)量角器 用它可画任何角度的綫條。

## § 1-2 繪圖儀器

一般是指裝在盒內的成套制圖工具，常用的為八件裝，現分述如下：

(一)分規 分規又稱比規，是用來測量兩點間的距離或截取綫段的，形狀如圖1-7。圖1-8表示分規的正確拿法，大拇指和食指放在分規兩腿的外面，可以使兩腿合攏，中指和無名指放在分規兩腿的中間，可以使兩腿分開。

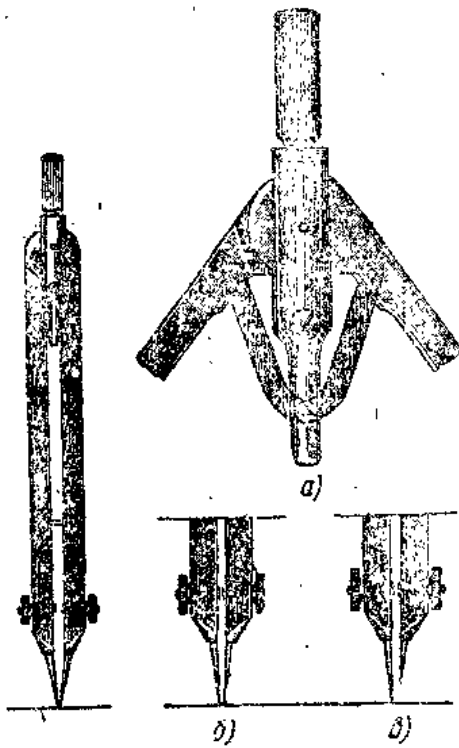


圖 1-7 分規

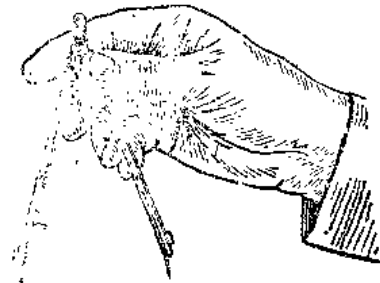


圖 1-8 分規的正確拿法

量取兩點長度時，針尖必須對准兩點，然後移至比例尺上讀出所量距離的長度。在直綫上截取相等長度時，應當更替移轉分規，針尖移轉時，在綫段的兩側交替前止，如圖1-9所示。

分規還可以用來等分綫段。如五等分已知綫段，先用目估全長的五分之一，用上述量取長度的方法將分規在綫段上截取五次，最後如有超出或剩餘，再調整分規，復量第二次，如此反復多次，直到不再出現差額為止，這就是試分法。如圖1-10所示。

使用分規時，應檢驗兩腿在靠緊時兩針是否平齊。針尖不能作其他用途（如穿孔等）。

(二)圓規及其附件 圓規是用來画半徑為2~200毫米的圓及圓弧的，它與分規的區別在於一條腿上有肘形關節及可以互換的三個插腿：鋼針插腿、鉛筆插腿和鴨咀筆插腿。當換上鋼針插腿時即可作分規用（圖1-11）。

使用時，插腿必須與圖面垂直，以免針孔在旋轉時擴大，或半徑變化而產生誤差。定圓心時可用左手輔助。画圓時按順時針方向旋轉較為順手。如圖1-12所示。

使用時，插腿必須與圖面垂直，以免針孔在旋轉時擴大，或半徑變化而產生誤差。定圓心時可用左手輔助。画圓時按順時針方向旋轉較為順手。如圖1-12所示。