

 城乡建设电视中专教材

工程制图

张宝贵 编

中国建筑工业出版社

本书是土建类电视中专“乡镇建设”及“建筑施工与管理”专业《工程制图》课教材。全书共十五章，分为三大部分。第一部分是制图基本知识及几何作图；第二部分为投影作图，包括正投影的基本原理、几何体及组合体正投影图的画法及阅读、轴测投影图及草图画法、展开图和辅助投影图等；第三部分是土建专业制图，包括建筑施工图、结构施工图、设备施工图及道桥工程图等。各部分分别介绍了它们的图示特点、绘制的方法、步骤及阅读。每章的后部均附有小结及思考题。书后还有附录，其中包括本课程的基本要求、对本课程学习方法的建议、常用图例及一套较完整的施工图示例。

本书的编写从广大学员的需要出发，内容力求理论联系实际，密切结合专业，由浅入深，通俗易懂。与本教材相配套使用的，另编有《工程制图习题集》。

本书主要为电视中专“乡镇建设”及“建筑施工与管理”专业教材，也可供土建类中专学生或业余学习班学习参考，基建战线的工程技术人员也可用作自学参考书。

城乡建设电视中专教材

工程制图

张宝贵 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：787×1092毫米 1/16 印张：19 插页：1 字数：459 千字

1987年7月第一版 1987年7月第一次印刷

印数：1—60,580册 定价：2.65元

统一书号：15040·5244



前 言

《工程制图》课是“乡镇建设”及“建筑施工与管理”专业的主要技术基础课之一。本课程的任务是培养学员阅读土建工程图的能力，并能运用图示方法和制图标准绘制土建工程图的技能。按教学计划的规定，本课程的讲授时间为一个学期。

根据1986年召开的“乡镇建设”、“建筑施工与管理”、“建筑企业经济管理”专业教学大纲审定会的精神以及学员的基础情况，对课程内容在体系上作了调整。本书的编写内容力求由浅入深、通俗易懂，同时也贯彻了少而精的原则。

本书所介绍的标准规格，均根据《建筑工程制图基本规定》（报批稿）及《机械制图》等国家标准编写。关于专业制图的图例部分仍沿用《建筑制图标准》（GBJ1—73）的有关规定。

与本教材相配套使用的，另有韩继芳同志编写的《工程制图习题集》。

本教材在编写中曾得到建设部远距教育中心关心帮助，此外承蒙韩继芳同志对本稿提出了许多有益的意见。书稿完成后曾经梁玉成同志对全稿进行了认真的审阅，在此一并致谢。

由于时间仓促以及编者水平所限，教材中如有疏漏和差错之处，诚望读者批评指正。

编者一九八六年六月

目 录

前言	
绪论	1
第一节 工程图是工程技术界的语言	1
第二节 工程制图的发展简况	1
第一章 制图工具和使用方法	3
第一节 一般说明	3
第二节 制图工具的使用方法	4
第三节 绘图机和快速绘图	10
小结	12
第二章 制图基本标准和绘图工作	13
第一节 制图基本标准	13
第二节 绘图方法	29
小结	31
第三章 几何作图	32
第一节 应用绘图工具作直线的平行线、垂线和等分平行线间距	32
第二节 等分线段、角度和斜率的画法	33
第三节 等分圆周及作正多边形	35
第四节 连接圆弧和圆弧曲线	38
第五节 非圆曲线	45
第六节 几何作图的实例	49
小结	50
第四章 投影的基本概念	51
第一节 投影的原理	51
第二节 投影法的分类	52
第三节 工程上常用的投影图	53
第四节 平行投影的特性	54
小结	56
复习思考题	57
第五章 几何体的正投影	58
第一节 几何体的正投影图	58
第二节 点、直线和平面形的投影分析	68
第三节 立体表面上点的投影	71
第四节 立体的截断	74
第五节 几何体的尺寸注法	78
小结	78
复习思考题	82

第六章 组合体的正投影	83
第一节 画组合体正投影图	83
第二节 读组合体正投影图	91
第三节 同坡屋顶的投影	96
第四节 立体表面的交线	100
第五节 辅助投影图	108
小结	111
复习思考题	112
第七章 轴测投影	115
第一节 概述	115
第二节 轴测投影图的种类	116
第三节 轴测投影图的画法	118
第四节 轴测投影图的选择	131
第五节 轴测草图	132
小结	140
复习思考题	140
第八章 剖面图与断面图	141
第一节 概述	141
第二节 剖面图	143
第三节 断面图	149
第四节 断裂画法	150
小结	151
复习思考题	151
第九章 立体表面展开图	152
第一节 展开图的基本知识	152
第二节 立体表面展开图	154
小结	159
复习思考题	160
第十章 透视图	161
第一节 透视图的基本知识	161
第二节 透视图的画法	164
第三节 绘制透视图的简捷方法	169
小结	171
复习思考题	171
第十一章 建筑工程图的基本知识	172
第一节 建筑工程图的作用及房屋的基本组成	172
第二节 建筑工程图的分类	173
第三节 建筑制图的基本规定	174
小结	179
复习思考题	179
第十二章 建筑施工图	180
第一节 总平面图	180

第二节 平面图	182
第三节 建筑剖面图	190
第四节 建筑立面图	197
第五节 建筑详图	200
第六节 单层工业厂房施工图	208
小结	211
复习思考题	212
第十三章 结构施工图	214
第一节 概述	214
第二节 基础图	219
第三节 楼层结构平面布置图	225
小结	230
复习思考题	232
第十四章 室内给水、排水和采暖工程图	233
第一节 室内给水、排水工程图	233
第二节 采暖工程施工图	239
小结	244
复习思考题	245
第十五章 道路与桥涵工程图	246
第一节 道路工程图	246
第二节 涵洞工程图	255
小结	258
复习思考题	258
附录	259
一、本课程的基本要求	259
二、关于本课程学习方法的建议	259
三、常用图例及符号	260
四、附图	269

绪 论

第一节 工程图是工程技术界的语言

一、什么是工程图

工程图是应用在工程技术界的图样,这种图样,在各种工程的建设中都是离不开的,不论是修建庞大的房屋或桥梁,也不论是细小精微的机械制造,都需要应用这种专门的工程图样。所以常把工程图称为“工程技术界的共同语言”。

工程图是以投影原理为基础,按国家规定的制图标准,把已经建成的或尚未建造的工程的形状、大小等真实地表达在平面上的图样,同时图中还要标注所采用的材料以及生产、安装等要求。

工程图和一般艺术性的图画不同,后者多用徒手勾绘,在构图方面多运用艺术表现手法,因而它常常不能真实地反映物体的实际形状和大小。而工程图则是用仪器、工具并依照一定的原理和规格绘制的。工程图能够清晰、正确地反映物体的真实形状和大小,这种图样必须经过专门的学习后才能绘制和阅读。

二、工程制图课的目的和任务

工程制图课是有系统地研究绘制和阅读工程图的学科。前面曾谈到,工程图是工程技术界的语言,所以对于刚刚开始学习工程技术的人员来说,首先就要学好这门课程。否则今后的学习和工作会遇到许多困难。

通过这门课的学习,要达到两个目的:

- 1.通过学习要掌握制图的方法、原理和规格标准,学会正确的画图能力;
- 2.通过学习要逐步树立立体概念,掌握投影原理,为以后能正确而完整地阅读专业图纸打下牢固的基础。

三、学习方法

学习工程制图课,一方面要透澈地领会投影的原理和制图标准;另一方面也要学习掌握制图技能及正确而迅速的作图方法。因此在学习过程中,对于投影理论部分,学者必须反复思考,对于概念、原理要深刻理解,如有任何的模糊不清之处都要通过各种方法搞得清楚明白,不可轻易放过。对于制图的有关规定需要牢牢记住,不但要正确地理解,也要能灵活地运用。在整个学习过程中,要逐章地作好练习和作业。

工程制图要求完整、正确和严密,图中任何细小的错误、忽略或多余都会给工程的建造带来严重的损失,所以制图是一种非常细致的技术工作,需要有耐心和细致的工作态度与高度认真负责的工作精神。

第二节 工程制图的发展简况

工程制图的发展是随着社会生产的发展而前进的,我们国家具有光辉灿烂的文化,远

在西欧各国之先即有了很高的成就。

在几何作图方面,中国最古的技术经典《周礼·考工记》中就提到“规”、“矩”、“悬”,(也称“垂”、“水”),就是说画圆用“规”,而“矩”就是指直角尺,“悬”与“水”则是求垂直与水平的工具。

营造技术在我国也是发展较早的一门科学,夏、商、周时代的建筑营造已有史可考。到秦代以后,历代宫室的营造就已经运用图样了。如在唐代文学家柳宗元的《梓人传》中曾提到“画宫于堵,盈尺而曲尽其制,计其毫厘而构大厦,无进退焉。”这段话描述了当时修建宫室的情景,就是工匠把图画到墙上,图样很准确,可以根据图样的尺寸来修筑房屋,不曾有差错。足见当时图样的准确程度了。

宋朝李诫(明仲)所著《营造法式》一书,完整地总结了中国建筑技术的成就。在世界技术史上也是一部不可多得的巨著。在该书中的图样绝大多数都包含着正投影、斜投影和中心投影的作图法(图1)。

在李诫之后七百年,欧洲法国学者蒙惹(Monge)(1746~1818)于1799年才发表关于投影法的著作《画法几何》。

元、明以后,中西文化交流日益频繁,随着生产的发展,工程图也有了很大的发展。

现代由于科学技术的进步制图理论与技术也在不断发展。运用电子计算机绘图,将日益普及,设计人员把绘图要求或设计方案等原始资料输入计算机后,即可通过计算机的运算处理,由自动绘图机绘成图样,或由电视屏幕把图形显示出来。运用计算机绘图,可以把各种工程图迅速而准确地绘制出来。从手工绘图到运用计算机控制的自动绘图机绘图,这是一个重大的变革,它使工程制图这门学科进入了一个崭新的阶段。当前,我国在计算机绘图方面虽还不甚普遍,但随着四个现代化建设的进展,运用计算机绘图必将得到迅速的发展和广泛的采用。

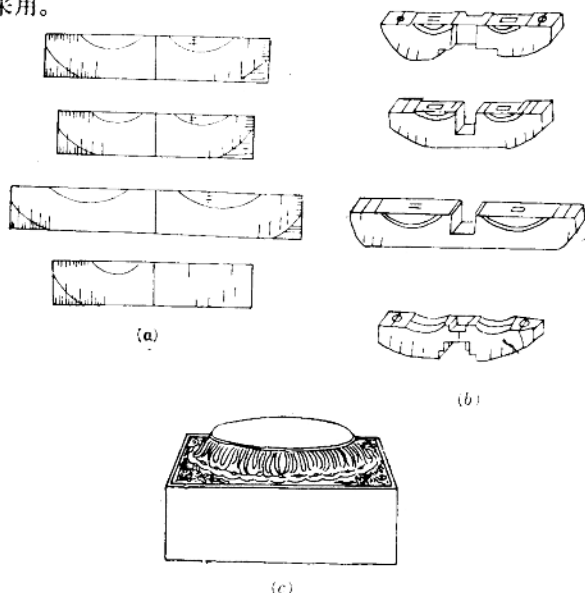


图1 《营造法式》中图样举例

(a) 拱拱斗口正投影图, (b) 斜轴测图, (c) 柱脚透视图

第一章 制图工具和使用方法

内容提要 本章介绍制图工具的使用及保管方法。学员通过本章的学习应学会正确地使用绘图工具。

第一节 一般说明

绘制工程图，必须具备良好的制图工具和仪器，才能画出精美的图样，古语说得好：“工欲善其事，必先利其器。”这是有一定道理的。

在学习工程制图之前，首先要掌握制图工具的正确使用方法，这样才能保证制图质量，提高工作效率。对于制图工具的保管必须认真细致，否则就会使仪器工具损坏或失去精确度。

在学习工程制图的过程中，必须具备下列制图工具及用品：

一、制图仪器

墨线笔一支或绘图针管墨水笔一套；

圆规一支；

分规一支。

二、制图用品

图板一块；

丁字尺一支；

三角板一付；

比例尺一支；

曲线板一块；

铅笔、HB、2 H或 3 H各一支；

绘图小钢笔一支；

橡皮一块；

刀片一片；

绘图墨汁一瓶；

砂纸一片；

绘图纸若干张；

胶布一小卷；

蒙图纸一大张；

擦布一块。

第二节 制图工具的使用方法

一、图板

用来画图的图纸必须安置在图板上进行制图,图板均用木料制成,板面要求光滑平整,软硬合宜。图板的两短边必须平直,一般镶嵌不易收缩的硬木,亦有四周加硬木条为框的胶合板面图板。图板在放置时应很好的保护短边(图1-1)。图板也不能存放在潮湿的地方,以免翘曲。图板的尺寸依所绘制图纸的大小而不同,一般有0号图板(900×1200毫米)、1号图板(600×900毫米)及2号图板(450×600毫米)等几种规格。

二、丁字尺

丁字尺是由尺头及尺身两部分组成,尺头及尺身的划线边应互相垂直(图1-2)。

作图时,所有水平线均凭借丁字尺画出,丁字尺的尺头应放置于图板的左边,与图板边缘靠紧,握尺的方式如图1-3所示。当使尺身移动较大距离时,则握紧尺头移动如图1-3a所示;当移动很小距离时,则可握住尺身移动如图1-3b所示。

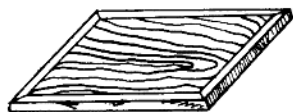


图 1-1 图板

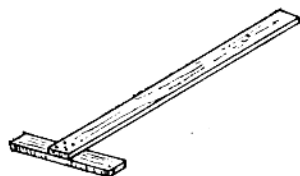


图 1-2 丁字尺

用丁字尺画水平线时,左手按住尺身以防翘起,用右手自左向右画线,如图1-3c中箭头所示的方向,铅笔应向前进方向偏约15°左右,且向前略倾,以使铅笔尖能触及尺身底缘(图1-3d)。

为了作图操作方便,常使用带滑轮的一字尺(又称平行尺)来代替丁字尺(图1-4)。当上下推动一字尺时,尺身依靠滑轮和弦线装置,使尺身移动始终保持平行。但推动时手要放在尺的中间,用力要均匀,以防尺身倾斜。

三、三角板

一般由一块45°及一块30°、60°的三角板组成一付(图1-5)。三角板的制作材料以采用透明有机玻璃者最为合用。

三角板为工程制图的主要工具之一,与丁字尺配合可画出各种与水平线成特定角度的直线,如15°、30°、45°、60°、75°及105°角的倾斜直线(图1-6)。

图中所有垂直线都要以三角板与丁字尺配合画出(图1-7)。画线的方向应自下向上,如图1-7中箭头所示方向。

四、比例尺

把物体或图形放大或缩小画在图纸上需要运用比例尺。比例尺通常制成三棱形,也称三棱尺,一般为木质或塑料制成(图1-8)。三棱尺的三个棱面上刻有六种不同比例的刻度。其比例有百分和千分两种,通常尺上的刻度为:

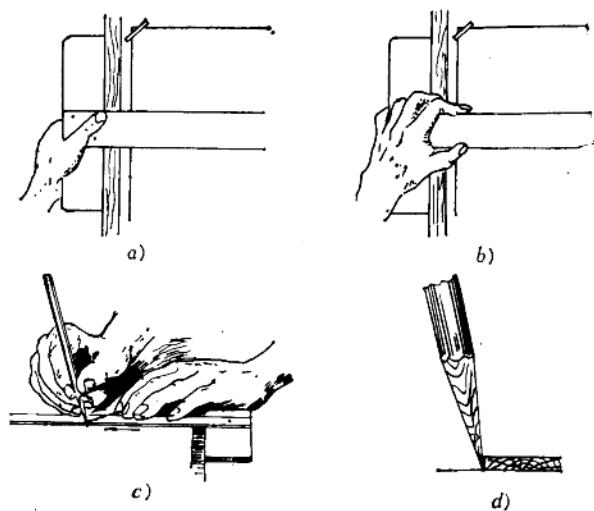


图 1-3 丁字尺的运用

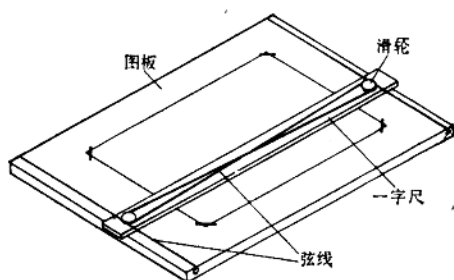


图 1-4 一字尺

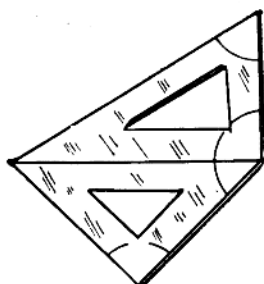


图 1-5 三角板

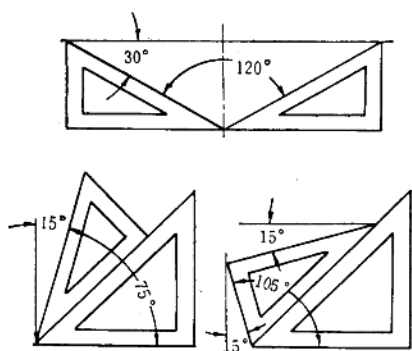


图 1-6 绘制不同角度的直线



图 1-7 用丁字尺三角板画垂直线

百分比例尺: 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600。

千分比例尺: 1:1000、1:2000、1:3000、1:4000、1:5000、1:6000。

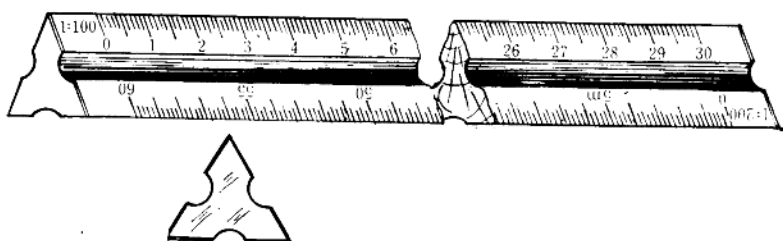


图 1-8 比例尺

上述两种比例尺单位虽有差别,但使用上是完全一样的。使用时,三棱尺只能用来度量尺寸,不可以用来画线。尺上的刻度,务必要细而清晰、准确。三棱尺不能翘曲,棱边要保持平直完好。

五、分规

分规是移置已知尺寸于图上的一种仪器,也可以用来等分线段或圆弧。在使用分规时其两针脚高低应一致。如不一致则可旋松螺丝将其调整(图1-9)。分规的运用如图1-10所示。

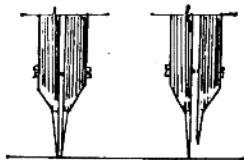


图 1-9 分规两针脚应高低一致



图 1-10 分规的运用

用分规试分线段的方法如图1-11所示。如欲五等分线段 ab 。先用目估测将分规两脚间距调整到约为线段 ab 的五分之一长度。自0点开始试分,若点5不到 b 点则放大分规间距五分之一的 $b5$,重新自0点开始试分,至点5与 b 点重合为止。一般试作二、三次即可达到要求。

六、圆规

圆规是一种用来画圆周及圆弧的制图仪器。在使用圆规时应使铅笔的插腿或墨线笔插腿与另一腿的针脚高低一致(图1-12),否则应予以调整。圆规两腿间距调整的手法与分规相同,如图1-10所示。

画圆时,常不易使针脚尖对准圆心,故可用左手食指引置针尖于圆心处(图1-13),然后以右手大拇指及食指旋转手柄,并使圆规微向画圆方向倾斜(图1-14)。通常自中心线开始顺时针方向画圆。

当画较大的圆时,应将圆规两脚折弯,使其垂直于纸面(图1-15)。若圆规腿不够长时,可用延伸杆接长(图1-16)。

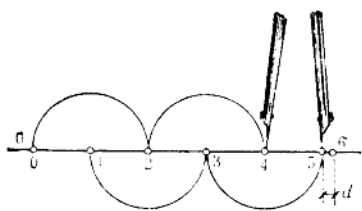


图 1-11 用分规等分线段

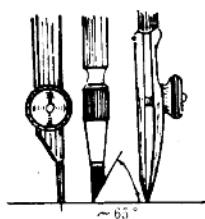


图 1-12 圆规两腿应高低一致

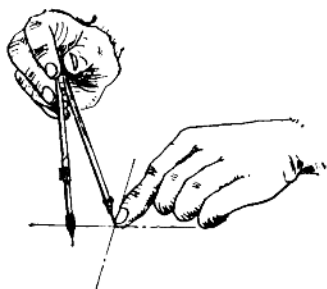


图 1-13 置圆规针脚于圆心

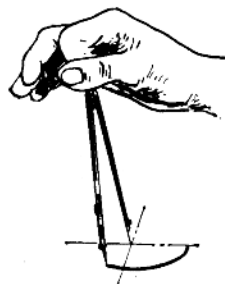


图 1-14 圆规画圆

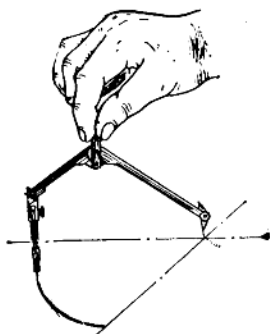


图 1-15 用圆规画大圆

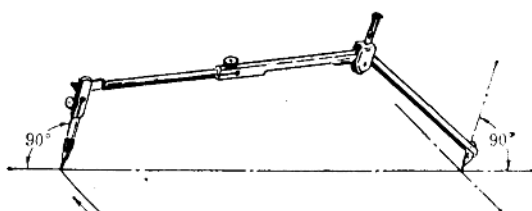


图 1-16 圆规加添加长杆画大圆

一般直径在10毫米以下的小圆可用小弹簧圆规来画,如图1-17所示。使用时以食指按住顶部,大姆指和中指夹住套管顶部,提起套管,置针脚尖于圆心处,然后放下套管用大姆指和中指旋动套管而画圆。

七、墨线笔和绘图墨水笔

墨线笔是用在图纸上画墨线的主要仪器,也称直线笔或鸭嘴笔。笔间注入墨水后,可用来画直线或沿曲线板画曲线。新购置的鸭嘴笔在使用前要擦净笔叶上的油,用墨水瓶上的鹅毛管或竹片向笔叶间加墨,每次加入墨水高度约4~5毫米,如图1-18所示。切不可把直线笔直接插入墨水瓶中蘸墨汁。

执墨线笔的姿势,笔杆向右略偏约 20° 左右(图1-19a),笔杆前后方向当垂直于纸面画线时,速度要匀,起落笔要略快,以免在起端和末端变粗(图1-19b)。

墨线笔是较难掌握的制图仪器,使用不当画出的线条会出现如图1-20所示的弊病。

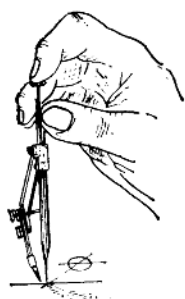


图 1-17 弹簧圆规画圆

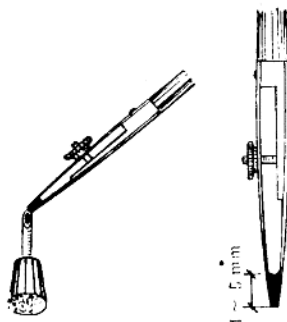


图 1-18 墨线笔加墨水

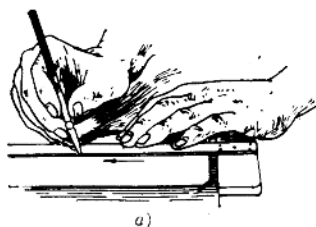


图 1-19 墨线笔的正确使用

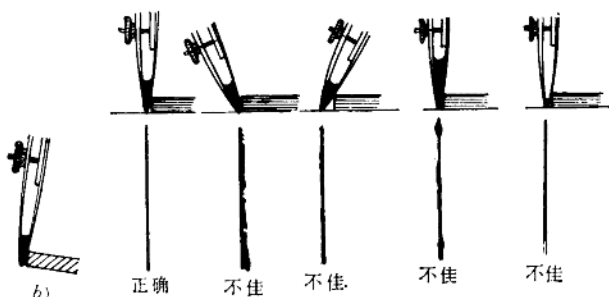


图 1-20 墨线笔易出现的弊病

墨线笔的两片笔叶不宜过钝或过尖，过钝则下水太快，过尖则不易出水。不好用的笔叶可用油石修磨。

近年来，常使用绘图墨水笔来代替鸭嘴笔，以提高绘图速度。绘图墨水笔象普通自来水钢笔那样吸墨水，但所使用的墨水必须是炭素墨水。这种笔的笔尖是用无缝不锈钢针管制成，所以也常叫作针管笔（图1-21）。根据所画线型的粗细可选用不同规格的针管笔。开始使用这种绘图墨水笔时，要先参阅它的使用方法说明。



图 1-21 绘图墨水笔

八、铅笔

制图用的铅笔有各种不同的硬度。在铅笔的一端均刻有硬度的标记。 H 表示硬铅笔， H 前面的数字越大，就表示其铅芯硬度越高，如 $3H$ 就比 $2H$ 的铅笔硬些。 B 则表示软铅笔， B 前面的数字越大，就表示其软度越大，如 $3B$ 就比 $2B$ 的铅笔软些。绘制工程图所使用的绘图铅笔，一般用 $2H \sim 3H$ 铅笔画底稿线，而用 $2B$ 左右的绘图铅笔加深图线。铅笔最好用小刀修削，应修削没有硬度标记的一端，保留硬度标记以便在使用时鉴别。修削后用细砂纸磨尖铅芯（图1-22）。在左右磨削的同时，还要不停的转动铅笔，以使铅笔芯修削成圆锥形。如图1-23所示。

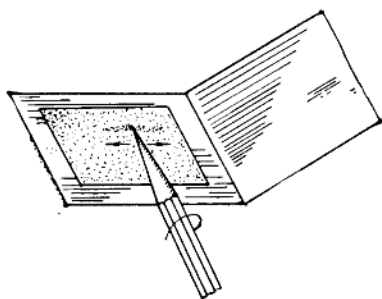


图 1-22 修磨铅笔

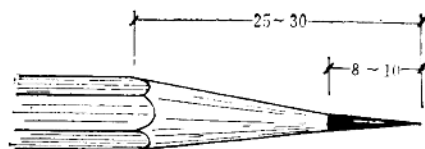


图 1-23 铅笔修削成的形状

近年来生产了一种脉动铅笔，如1-24示。这种铅笔的铅芯粗细有0.5、0.7、0.9毫米三种，备有一支0.5毫米铅芯的脉动铅笔，在绘图时使用会感到很方便。



图 1-24 脉动铅笔

九、曲线板

绘制非圆曲线时，可用作图法先求出位于曲线上的若干个点，然后再用曲线板去凑合各点，连接而成所需要曲线。

曲线板的种类很多，有单块的，也有多块成套的。如图1-25所示，就是单块的曲线板。



图 1-25 曲线板

曲线板的使用方法见图1-26所示，点1、点2、点3……点20为非圆曲线上的各点，用曲线板连接该非圆曲线的步骤是：先用铅笔通过各点轻轻地徒手勾成曲线，然后用曲线板绘制，如图1-26c所示，曲线板的边沿通过1~11点（至少要与4个点吻合），但连线仅能画到点8略过一些。第二次继续进行试画时，要有一段与第一次重复（如点7~11），如图1-26d所示。这逐渐连结成光滑的曲线。

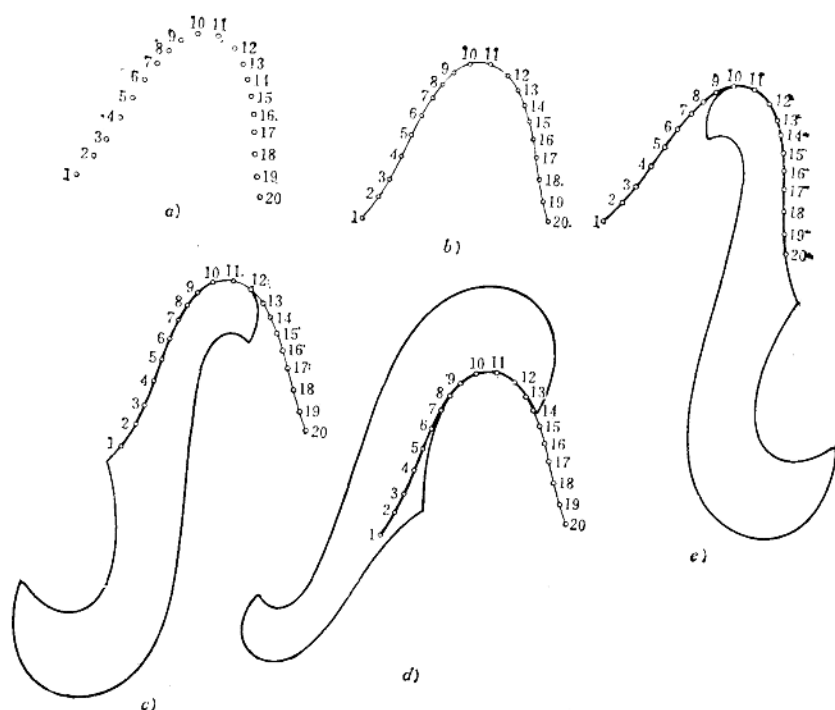


图 1-26 用曲线板连接曲线

第三节 绘图机和快速绘图

一、绘图机

为了简化绘图工作的过程,可采用绘图机来代替丁字尺、三角板及量角器等绘图工具。如图1-27所示,为导轨式绘图机。

绘图机除装在专用的支架上之外,还可安装在专用的画图桌上,绘图机上图板的高低和俯仰倾斜度可以任意调节。绘图时,直尺沿着横向和竖向导轨进行移动,就能画出不同部位的水平线和铅直线来。根据刻度盘上的刻度,可以把直尺调整到任意倾斜的位置,而画出斜向的平行线。其使用如图1-28所示。

二、快速绘图

多年来,为了提高绘图工作效率,在绘图工作上有许多既简便又快速的工作方法和工具的改革,从而减轻了绘图工作中的大量繁复劳动。当然,用计算机绘图,是绘图工作的一项重大变革,但在计算机绘图还不普及的今天,这些便捷的绘图工作方法和改革的工具还

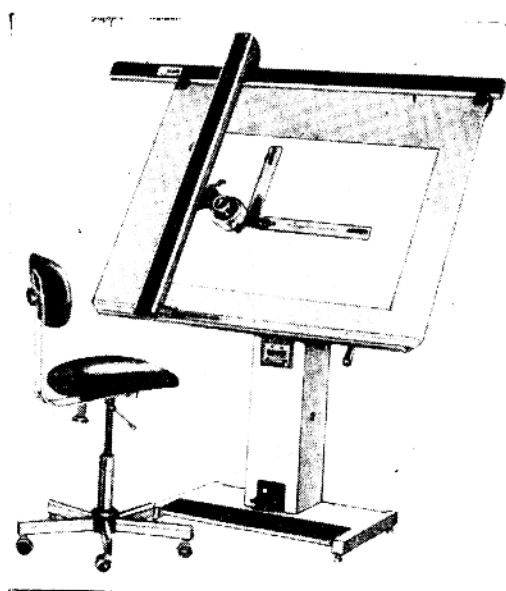


图 1-27 导轨式绘图机



图 1-28 绘图机的使用

是应当大力推广的。

如在建筑制图中可以使用建筑模板来辅助画图就有许多方便之处。建筑模板如图1-29所示。

此外，还有各种专业应用的绘图模板，如暖卫、电工及机械等专业的模板，本书不予赘述。