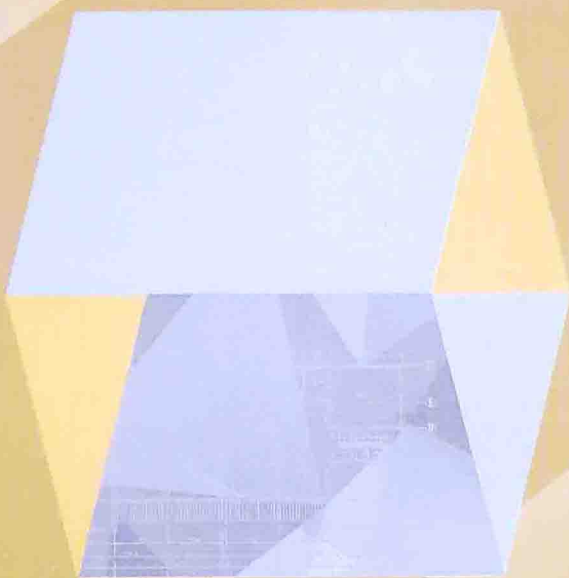




画法几何

李翔 刘觅 凌莉群 主编

高等教育出版社

HUAFA JIHE

画法几何

李翔 刘觅 凌莉群 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书除绪论外共 12 章, 主要内容包括制图的基本知识、投影的基本知识、点的投影、直线的投影、平面的投影、直线与平面及两平面的相对位置、基本体的投影、组合形体、工程形体的表达方法、轴测投影、标高投影、展开图。

与本书配套的由李翔、刘觅、凌莉群主编的《画法几何习题集》同时出版, 可供选用。

本书可作为高等院校工科类相关专业画法几何相关课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何 / 李翔, 刘觅, 凌莉群主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-04-040191-2

I. ①画… II. ①李… ②刘… ③凌… III. ①画法几何-高等职业教育-教材 IV. ①O185.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 128761 号



策划编辑	张玉海	责任编辑	张玉海	封面设计	王 洋	版式设计	马敬茹
插图绘制	杜晓丹	责任校对	刘 莉	责任印制	朱学忠		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京鑫海金澳胶印有限公司	网上订购	http://www.landracol.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landracol.com.cn
印 张	15.75	版 次	2014 年 8 月第 1 版
字 数	380 千字	印 次	2014 年 8 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	32.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40191-00

前 言

画法几何是土木建筑工程专业学生必修的课程,是阅读和绘制工程图的理论基础,亦是其他工科类专业的学生应掌握的基本知识。学好“画法几何”能够为其他专业课打下扎实的基础。画法几何培养人们的空间想象力和空间构思能力,培养人们的读图能力,培养人们的工程素质,因此画法几何在工科高等院校非常重要,特别是土建类工科院校。本课程难以入门,对初学者来说,一本易读易学的教材是非常重要的。

本书的特点是:

1. 注重基础知识,对基础知识重点讲,详细讲。
2. 通俗易懂,用简单图例,讲清作图原理与方法,图例由浅入深。
3. 图例较多,作图多采用分步图,步骤简明而清晰,给自学者带来方便。
4. 对承前启后的内容详细讲解,有利于读图。如组合体部分,讲解很细致,为画较复杂形体的轴测图带来方便,给后续课程的读图打下了很好的读图基础。
5. 根据土建类学生的教学要求,为突出重点,本书省略了部分内容,如阴影透视、投影变换等。同时增加了建筑制图的基本知识,以便于与后续课程顺利衔接。

本书由李翔、刘觅、凌莉群主编,编写分工为:绪论、制图的基本知识,由李翔编写;投影的基本知识,由左波编写;点的投影,由宋良瑞编写;直线的投影,由梁胜增编写;平面的投影,由张翔编写;直线与平面及两平面的相对位置、工程形体的表达方法,由凌莉群编写;基本体的投影,由黄雪峰编写;组合形体、展开图由刘觅编写;轴测投影,由吴志刚编写;标高投影,由唐英敏编写。

四川建筑职业技术学院吴明军教授审阅了书稿,并提出许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。由于水平有限,时间紧促,不当之处,请读者批评指正!

编者

2014年4月

目 录

第 1 章 绪论	1	§ 8-2 曲面体的投影	86
§ 1-1 图学发展概述	1	§ 8-3 形体表面上的点与线	89
§ 1-2 画法几何的任务和学习方法	2	第 9 章 组合形体	95
第 2 章 制图的基本知识	3	§ 9-1 组合形体的投影	95
§ 2-1 绘图工具与仪器使用方法	3	§ 9-2 截交线	110
§ 2-2 制图基本标准及运用	11	§ 9-3 相贯线	137
§ 2-3 几何作图	23	§ 9-4 组合形体视图的读法	157
第 3 章 投影的基本知识	29	第 10 章 工程形体的表达方法	174
§ 3-1 投影及其特性	29	§ 10-1 工程形体的画法	174
§ 3-2 正投影图及其特性	34	§ 10-2 工程形体尺寸标注	177
第 4 章 点的投影	38	§ 10-3 剖面图	179
第 5 章 直线的投影	46	§ 10-4 断面图	187
§ 5-1 概述	46	§ 10-5 简化画法	190
§ 5-2 直线对投影面的相对位置	47	第 11 章 轴测投影	192
§ 5-3 直线上的点	52	§ 11-1 轴测投影的基本知识	192
§ 5-4 线段的实长与倾角	53	§ 11-2 正轴测图	194
§ 5-5 两直线的相对位置	56	§ 11-3 斜轴测图	203
第 6 章 平面的投影	62	第 12 章 标高投影	208
§ 6-1 平面的表示方法	62	§ 12-1 标高投影的基本知识	208
§ 6-2 平面对投影面的相对位置	63	§ 12-2 点和直线的标高投影	209
§ 6-3 平面上的点和直线	66	§ 12-3 平面的标高投影	213
第 7 章 直线与平面及两平面的 相对位置	70	§ 12-4 形体的标高投影	219
§ 7-1 直线与平面、平面与平面平行	70	§ 12-5 地形面的标高投影	223
§ 7-2 直线与平面、平面与平面相交	73	第 13 章 展开图	229
§ 7-3 直线与平面、平面与平面垂直	78	§ 13-1 平面体表面的展开	230
第 8 章 基本体的投影	82	§ 13-2 可展开曲面的展开	235
§ 8-1 平面基本体的投影	82	§ 13-3 不可展开曲面的近似展开	242
		参考文献	245

第1章

绪论

画法几何是研究在平面上用图形表示形体和解决空间几何问题的理论和方法的学科。画法几何是工程制图、机械制图的投影理论基础,它应用投影的方法研究多面正投影图、轴测图、透视图和标高投影图的绘制原理,其中多面正投影图是主要研究内容。画法几何的内容还包含投影变换、截交线、相贯线和展开图等。由于本教材主要适用于土木工程和机械工程类专业,故部分内容作了一些删减。

§ 1-1 图学发展概述

画法几何是几何学的一个分支,是由于人们生产实践需要而产生和发展的科学理论。在古代,由于丈量田亩、兴修水利和航海的需要,产生了量度几何。在绘画、雕刻、防御工事、建筑工程、天文观测领域都需要精确的表达方法,因而提出了在平面上表达空间物体的几何问题,并逐渐形成了一套科学方法,应用于技术和艺术的各个领域。1103年,中国宋代的李诫著有《营造法式》,其中的建筑图基本上符合几何规则,但在当时未形成画法的理论。1763年,里昂学院年轻的物理学教授加斯帕·蒙日(Gaspard Monge, 1746—1818),在一次探亲回家的途中,遇见一位搞工程的官员,对方曾看见蒙日16岁时完全凭自己的能力画的一幅有名的地图,他建议蒙日到梅济耶尔的军事学校去。蒙日没有仔细考虑就答应了。到梅济耶尔之后,他很快就知道自己永远得不到军官委任状,因为他出身低微。他只能做实际工作,天天跟测量和制图打交道。不过,他觉得很快活,因为这种工作使他有大量时间研究数学。学校常规课程中很重要的一部分筑城术,其中的关键是把防御工事设计得十分隐蔽,没有任何部分暴露在敌方的直接火力之下,而这往往需要没完没了的算术运算。有时为了解决问题,只好把已经建成的工事拆毁,再从头开始。精通

几何的蒙日在思考如何简化这项军事工程的过程中发明了画法几何。按照他的方法,空间的立体或其他图形现在可以由两个投影描画在同一个平面上。这样,有关工事的复杂计算就被作图方法所取代。经过短期训练,任何制图员都能胜任这种工作。蒙日把他的发明呈交给一位高级官员。那人不相信一个繁难的工事问题能够得到解答,于是就开始审查。蒙日继续坚持,说他没有用算术,官员只好让步。审查结果发现,他的解答是正确的。蒙日立刻得到一个小小的教学职位,任务是把这个新方法教给未来的军事工程师们。他被要求宣誓不泄露他的方法,画法几何因此作为一个军事秘密被小心翼翼地保守了15年之久,到1794年蒙日才得到允许在巴黎师范学院将之公之于世。1795年蒙日将多面正投影法则命名为画法几何(Descriptive Geometry),并发表了完整而系统的著述。蒙日著作的发表对世界各国科学技术的发展产生了巨大的影响,在以后的一个多世纪里画法几何得到了广泛的应用和发展。没有蒙日的发明,19世纪机器的大规模出现也许是不可能的。画法几何这一中文名称由我国著名物理学家萨本栋和著名教育家蔡元培在1920年间翻译定名。画法几何是工程制图的重要基础。随着计算机绘图和图形显示技术的发展,将解析几何的数解法与画法几何的图解法有机结合起来,使空间几何问题的解决得以从传统的手工绘图转变为计算机绘图和图形显示。

§ 1-2 画法几何的任务和学习方法

一、画法几何的任务

- (1) 研究在二维平面上表达三维空间形体的方法,即图示法。
- (2) 研究在平面上利用图形来解决空间几何问题的方法,即图解法。

二、画法几何的学习方法

(1) 由于画法几何的内容体系是按点、线、面、体等几何要素,由简到繁、由易到难、由浅入深的顺序编排的,前后内容之间的联系十分紧密,学习时必须抓住一条主线,由点到线、由线到面、再由面推及立体,环环相扣,循序渐进地进行学习。

(2) 由于画法几何的主要内容是图示和图解,涉及的是三维空间形体和二维平面图形的对应关系,所以必须注意空间几何关系的分析及空间几何元素与平面图形的联系,对于每一个概念、原理、规律、方法都必须弄清其空间意义和空间关系,以便真正掌握学习内容。

(3) 多看、多想、多练。在学习过程中,不仅要多看、多想,还要多练,通过大量的练习提高空间的想象力和识图能力。

第2章

制图的基本知识

§ 2-1 绘图工具与仪器使用方法

绘制图样是通过制图工具来进行的。为保证工程图样的绘制质量、加快绘制速度,就必须熟悉制图工具的性能,正确地、熟练地掌握各种工具的使用方法,并能对制图工具进行挑选和妥善地保管。常用的绘图工具有图板、铅笔、丁字尺、三角板、比例尺等,绘图仪器有圆规、分规、鸭嘴笔等,如图 2-1 所示。

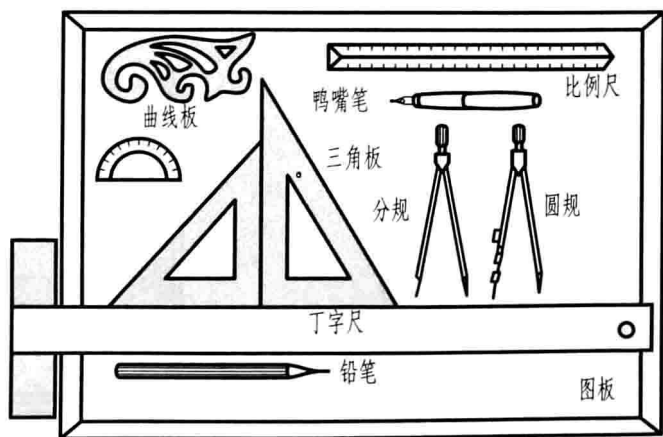


图 2-1 制图常用工具和仪器

一、图板

图板是画图时的垫板,如图 2-2 所示。图板通常用胶合板制成,为防止翘曲,四周镶以硬木

条。图板板面应质地松软、光滑平整、有弹性,图板两端要平整,角边应垂直。图板的大小有 0 号、1 号、2 号等不同规格,可根据所画图幅的大小而选定。

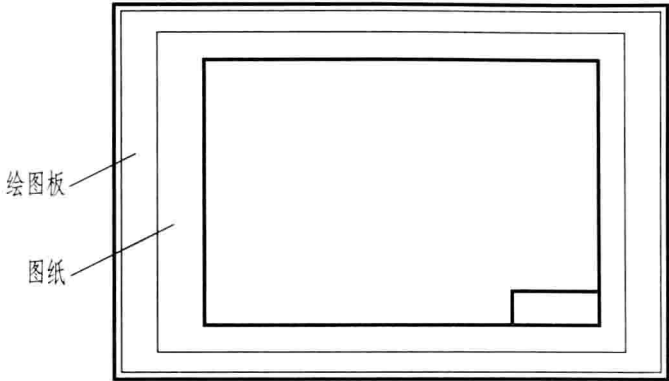
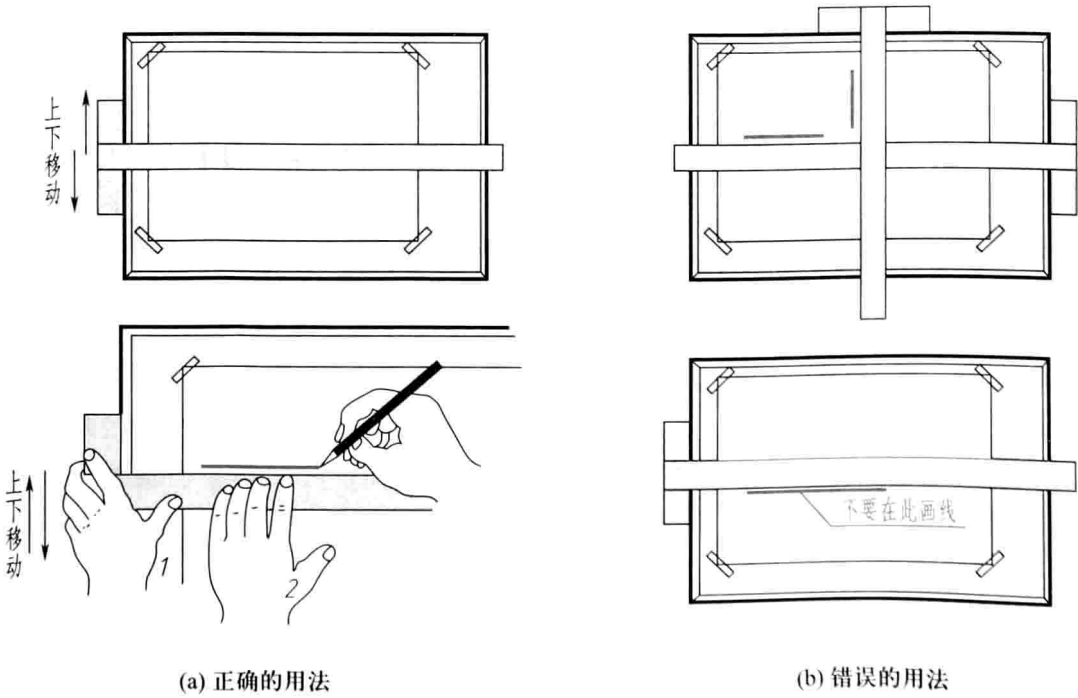


图 2-2 图板

图板不能受潮或曝晒,以防变形。为保持板面平滑,贴图纸时宜用透明胶纸,不宜使用图钉。不画图时,应将图板竖立保管(长边在下面),并随时注意避免碰撞或刻损板面和硬木边条。

二、丁字尺

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身构成。丁字尺主要与图板配合来画水平线。使用时应先检查尺头和尺身是否坚固,再检查尺身的工作边和尺头内侧是否平直光滑。用丁字尺画水平线时,铅笔应沿着尺身工作边从左画到右,如水平线较多,则应自上而下逐条画出。丁字尺每次移动位置都要注意尺头是否紧靠图板,画线时应防止尺身移动,图 2-3a 所示为移动丁字尺的手势,图 2-3b 所示为丁字尺的错误用法。



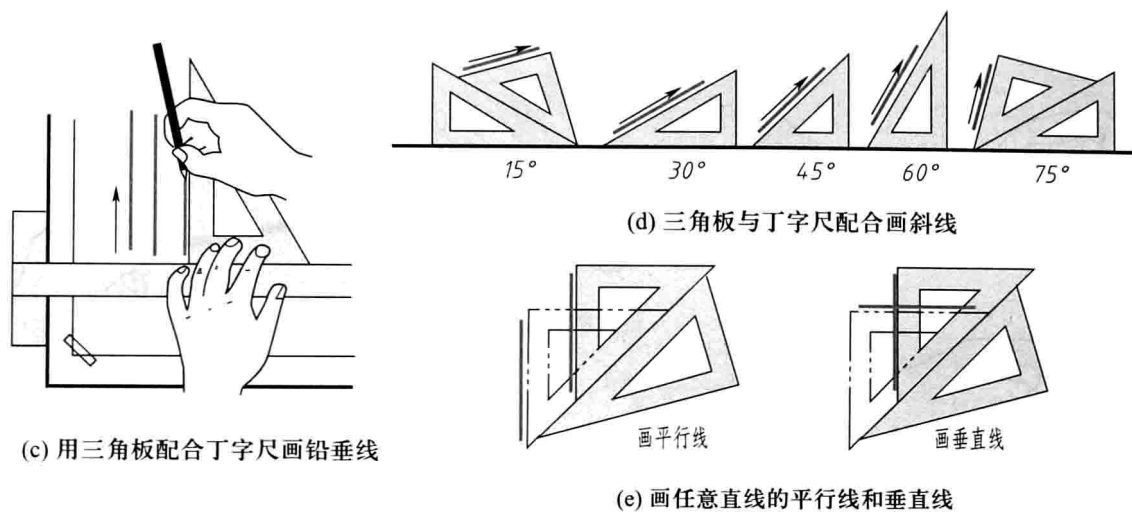


图 2-3 丁字尺与三角板的使用方法

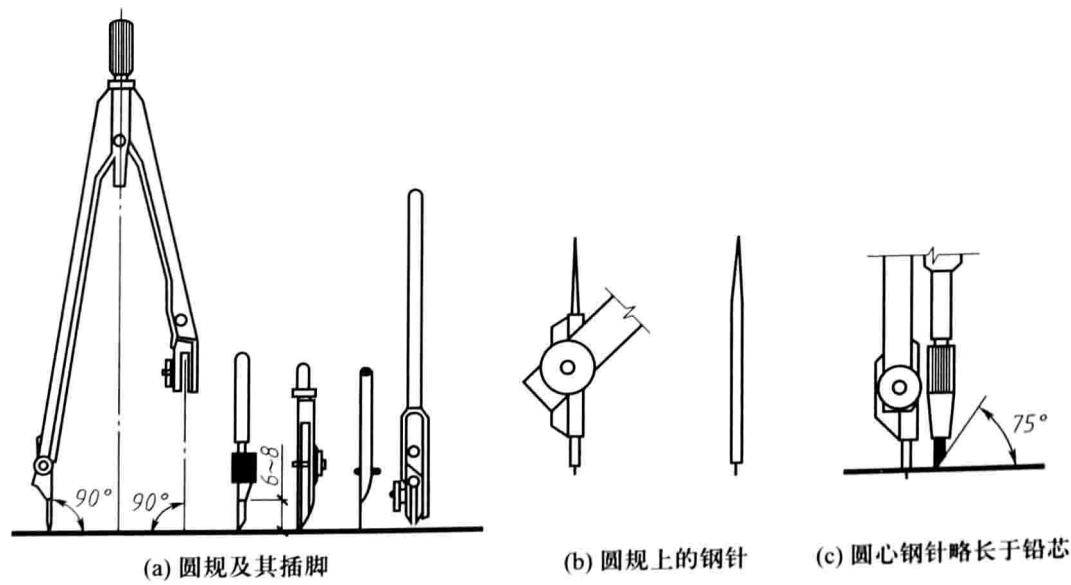
三、三角板

三角板每副有两块,其中 45° 和 30° 各一块。除与丁字尺配合使用可以画铅垂线外(图 2-3c),还可以画出 15° 的整数倍的任一角度的斜线(图 2-3d)及平行线、垂直线。

四、圆规和分规

1. 圆规

圆规用于画圆弧和圆,它的固定腿上装有钢针,钢针的两端形状不同,带有台阶的一端用于画圆和圆弧,使用时将针尖全部扎入图板,台阶接触纸面,具有肘关节的腿用来插铅笔或直线笔的插腿,画圆时要弯曲肘关节并调整针尖方向,使它们分别垂直于纸面,画大图时要加延长杆,如图 2-4 所示。



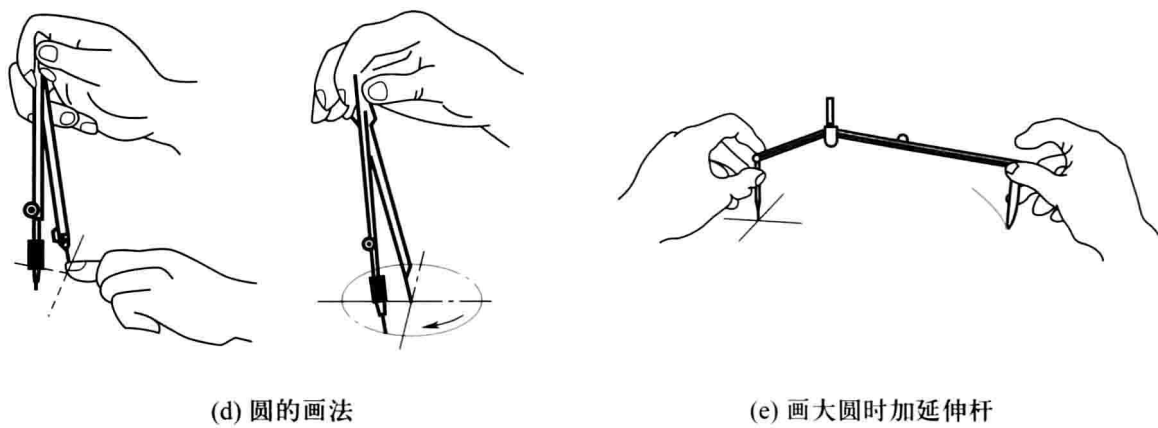


图 2-4 圆规及其插脚

2. 分规

分规用来量取线段、等分线段和截取尺寸等。分规两腿端部有钢针,当合拢两腿时两针尖应汇交于一点,如图 2-5 所示。

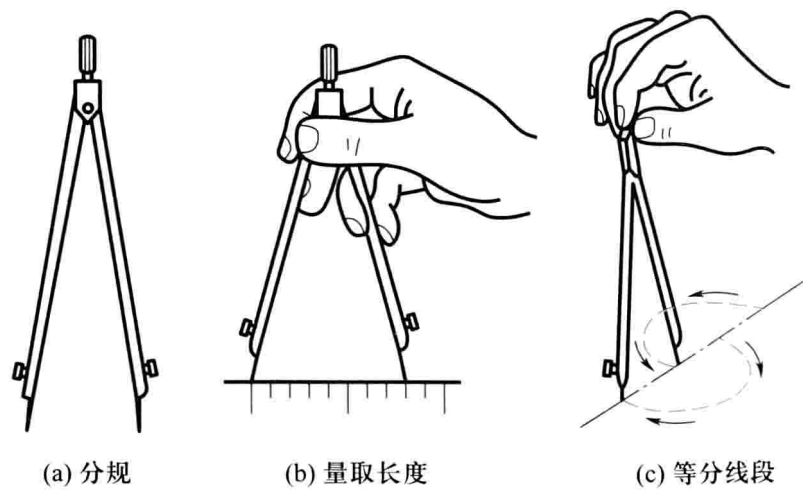


图 2-5 分规

五、曲线板

曲线板是用来绘制非圆曲线的。单式曲线板一套共十二块,每块都由许多不同曲率的曲线组成。复式曲线板如图 2-6a 所示。

曲线板的使用如图 2-6b 所示。首先要定出曲线上足够数量的点,再徒手用铅笔轻轻地将各点光滑地连接起来,然后选择曲线板上曲率与之相吻合的部分分段画出各段曲线。注意应留出各段曲线末端的一小段不画,用于连接下一段曲线,这样曲线才显得圆滑。

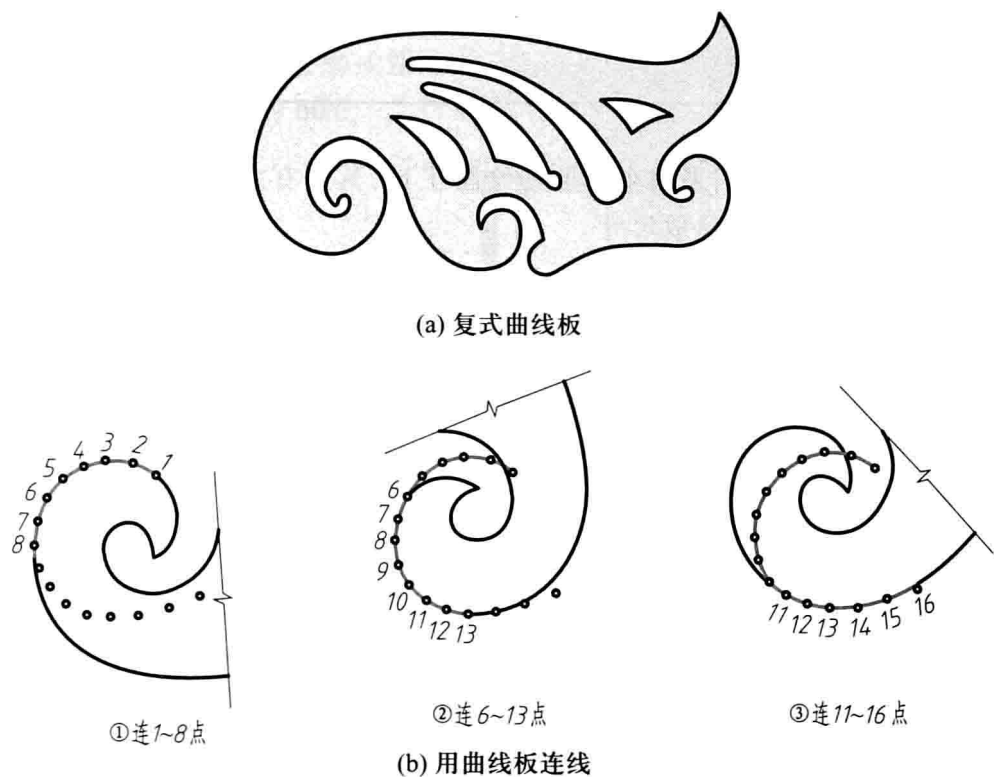


图 2-6 用曲线板作图

六、绘图墨线笔

墨线笔是一种用来描图或在图纸上画墨线的仪器,也称直线笔或鸭嘴笔,如图 2-7a 所示。

执墨线笔的姿势:笔杆向右略偏 20° 左右,笔杆在画线时走出的平面应垂直于纸面,画线速度要均匀(图 2-7b、c)。使用不当会使线条出现如图 2-7d~g 所示的弊病。

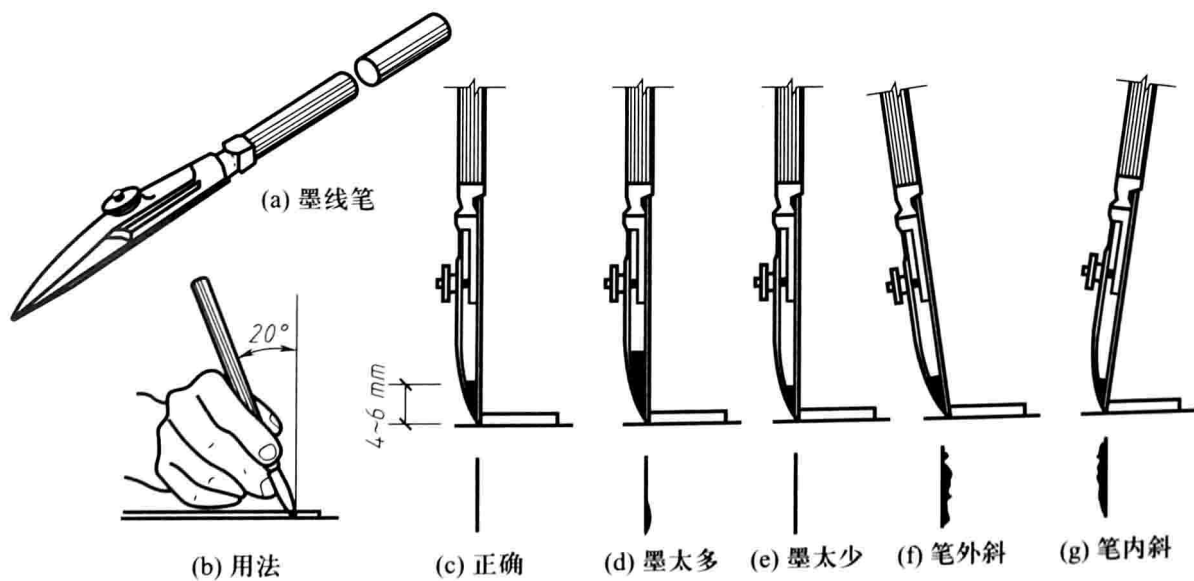


图 2-7 墨线笔的使用

七、比例尺

比例尺(图 2-8)是绘图时用来缩小图形的绘图工具,其上有六种不同比例的刻度,画线时可以不经计算而直接从比例尺上量取尺寸。

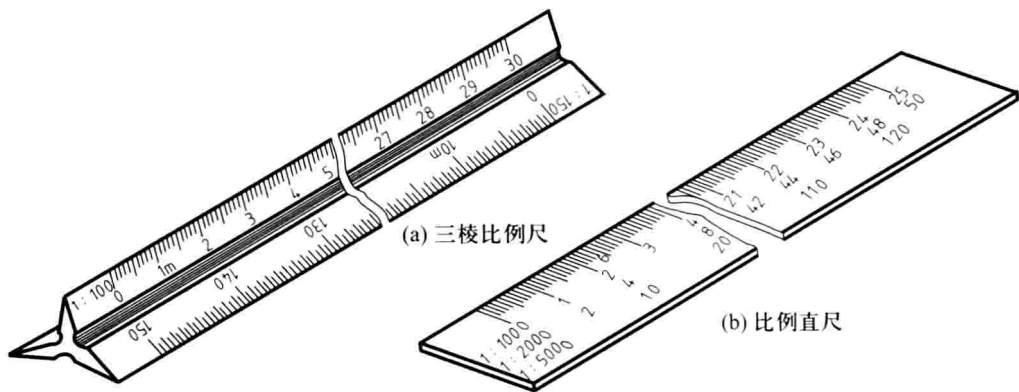


图 2-8 比例尺

八、其他绘图用品

1. 图纸

绘图纸用于画铅笔图或墨线图,要求纸面洁白、质地坚实,并以橡皮擦拭不起毛、画墨线不洇为好。

描图纸(也称硫酸纸)是专门用来绘制墨线图的,描绘的墨线图样即为复制蓝图的底图。要求纸张透明度好,表面平整挺括。

画图时图纸在图板上的固定如图 2-9 所示。

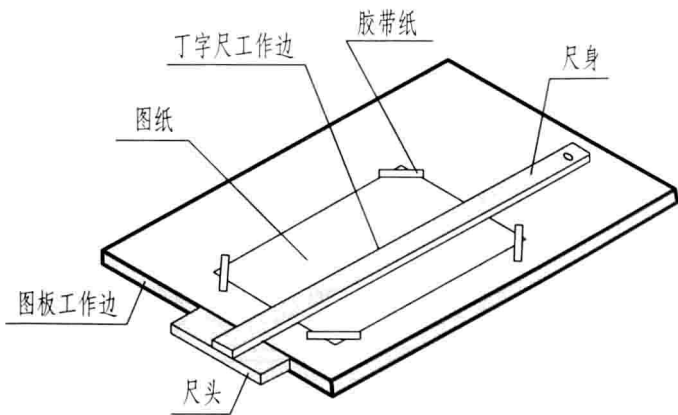


图 2-9 图纸在图板上的固定

2. 铅笔

绘图使用的铅笔的铅心硬度用 B 和 H 标明,B 表示软而浓,H 表示硬而淡,HB 表示软硬适

4. 橡皮

橡皮有软硬之分,如图 2-12 所示,修整铅笔线多用软质的,修整墨线则多用硬质的。

5. 砂纸

砂纸可固定在一块薄木板或硬纸板上,做成如图 2-13 所示的形状。

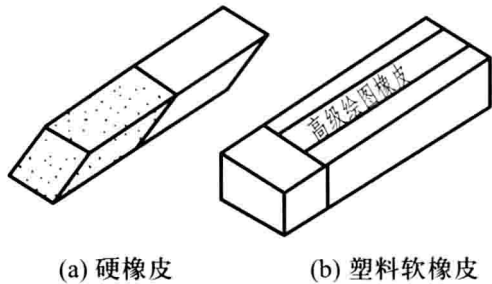


图 2-12 橡皮

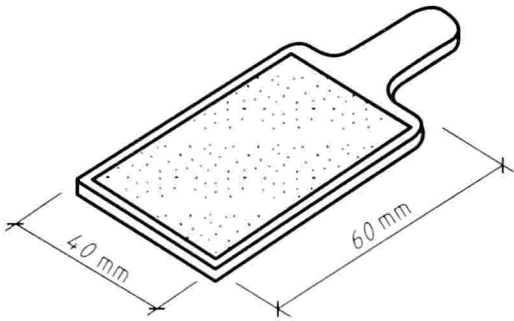


图 2-13 砂纸板

6. 擦图片

擦图片(图 2-14)是修改图线用的辅助工具,将需擦去的图线对准擦图片上相应的孔洞,再用橡皮擦拭,可避免影响邻近的线条。

7. 排笔

排笔(图 2-15)用来清扫橡皮擦拭图纸产生的橡皮屑。

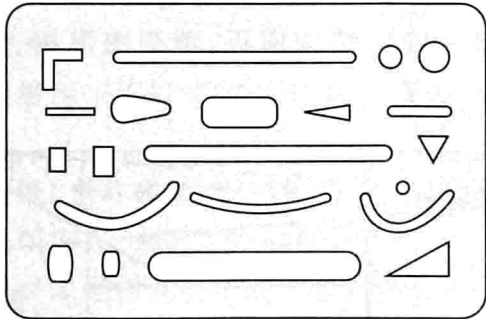


图 2-14 擦图片

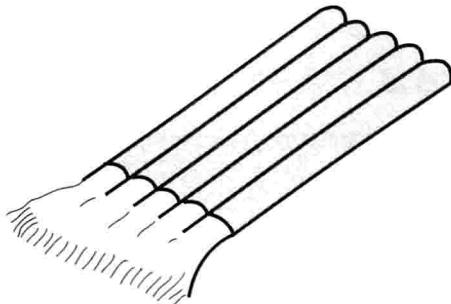


图 2-15 排笔

九、画底稿及铅笔加深

1. 制图前的准备工作

- (1) 准备工具 准备好所用的绘图工具和仪器,磨削好铅笔及圆规上的铅芯。
- (2) 安排工作地点 使光线从图板的左前方射入,并将需要的工具放在方便之处,以便顺利地进行制图工作。
- (3) 固定图纸 利用丁字尺,在图板上方摆正图纸。一般是按对角线方向顺次固定,使图纸平整。当图纸较小时,应将图纸布置在图板的左下方,但要使图板的底边与图纸下边的距离大于丁字尺的宽度。

2. 画底稿的方法和步骤

画底稿时,宜用削尖的 H 或 2H 铅笔轻而淡地画出,并经常磨削铅笔。对于需上墨的底稿,在线条的交接处可画出头一些,以便清楚地辨别上墨的起止位置。

画底稿的一般步骤是:先画图框、标题栏,后画图形。画图形时,先画轴线或对称中心线,再画主要轮廓,然后画细部;如图形是剖视图或断面图时,则最后画剖面符号,剖面符号在底稿中只需画一部分,其余可待上墨或加深时再全部画出。图形完成后,画其他符号、尺寸界线、尺寸线、箭头、尺寸数字横线和仿宋字的格子等。

3. 铅笔加深的方法和步骤

在加深时,应该做到线型正确、粗细分明、连接光滑、图面整洁。

加深粗实线用 B 铅笔,加深虚线、细点画线及线宽约 $b/3$ 的各类图线,都用削尖的 H 或者 HB 铅笔,写字用 HB 铅笔。画图时,圆规的铅芯应比画直线的铅芯软一号。加深图线时用力要均匀,运笔速度要稳定,还应使图线均匀地分布在稿线的两侧。在加深前,应认真校对底稿,修正错误和缺点,并擦净多余的线条和污垢。

铅笔加深的步骤如下:

- (1) 加深所有的点画线。
- (2) 加深所有的粗实线圆和圆弧。
- (3) 从上向下依次加深所有水平的粗实线。
- (4) 从左向右依次加深所有铅垂的粗实线。
- (5) 从图的左上方开始,依次加深所有倾斜的粗实线。
- (6) 按加深粗实线的同样步骤依次加深所有虚线圆及圆弧,水平的、铅垂的和倾斜的虚线。
- (7) 加深所有的细实线、波浪线等。
- (8) 画符号和箭头,注尺寸,书写注解和标题栏等。
- (9) 检查全图,如有错误和缺点,即行改正,并作必要的修饰。

§ 2-2 制图基本标准及运用

图样是表达和交流技术思想的工具,是工程界的技术语言,是指导现代化生产的重要技术文件。为此,国家标准对图样上的有关内容作出了统一的规定,每个从事技术工作的人员都必须掌握并遵守这些国家标准。如一个建筑工程项目,从制订计划到最终建成,必须经过一系列的过程。建筑工程图样的绘制是建筑工程从计划到建成过程中的一个重要环节。为了使房屋建筑图样基本统一,清晰简明,保证图面质量,提高绘图效率和符合设计、施工、存档等要求以适应工程建设的需要,图样的绘制必须遵守统一的规范,这个统一的规范就是国家标准,简称国标,用 GB 或 GB/T 表示。我国现行的建筑制图标准是由住房和城乡建设部会同有关部门共同对《房屋建筑制图统一标准》等六项标准进行修订,经有关部门会审、批准,《房屋建筑制图统一标准》

(GB/T 50001—2010)、《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010)和《暖通空调制图标准》(GB/T 50114—2010)于2010年8月18日发布,并于2011年3月1日实施。本节主要介绍《建筑制图标准》的部分内容。

一、图纸幅面

图纸样式如图2-16所示。绘制技术图样时,应优先采用表2-1所规定的基本幅面。

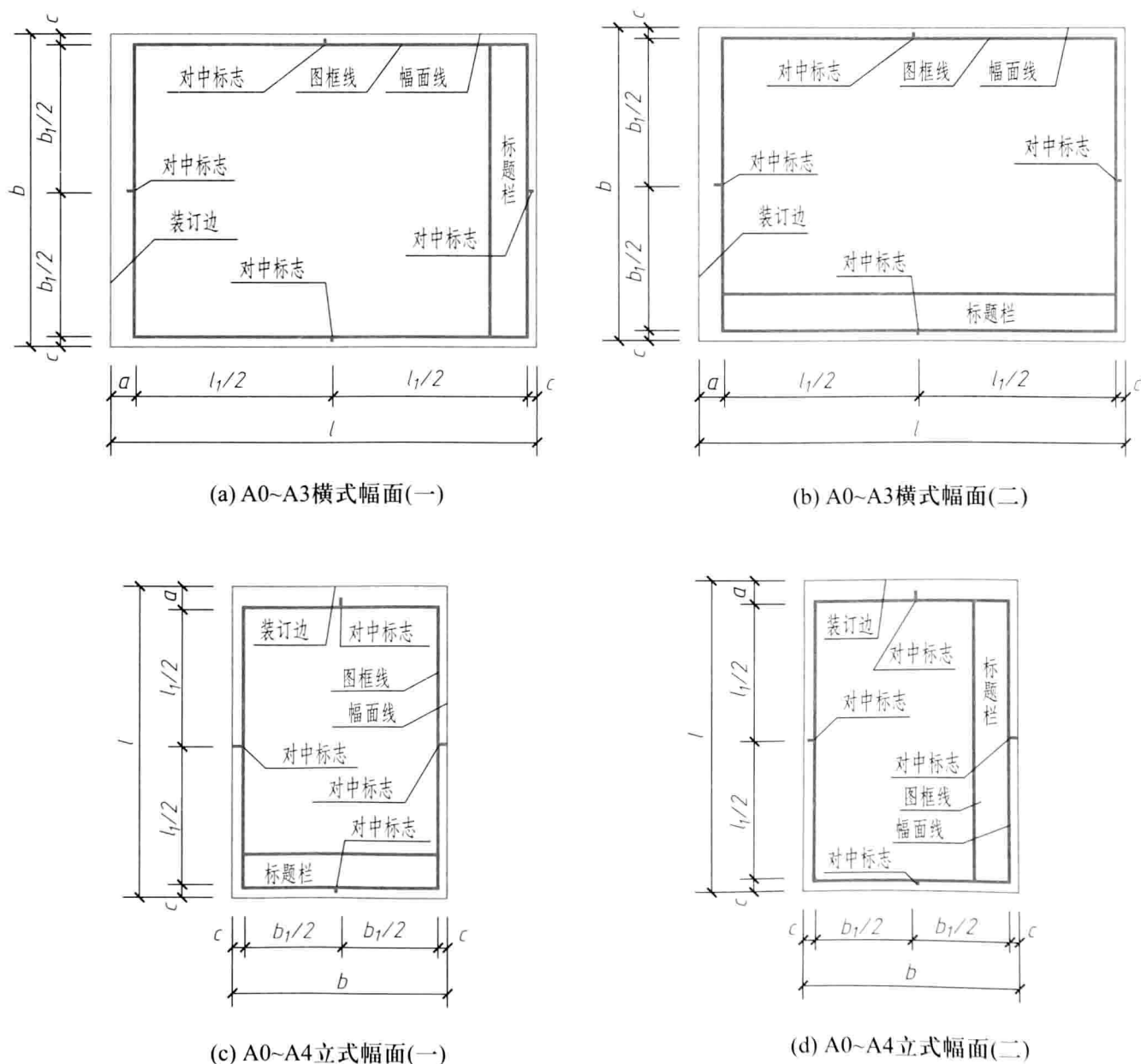


图2-16 图纸样式