

工程图学系列教材

本书配多媒体教学光盘

土木建筑工程制图

——含画法几何与计算机绘图

· 土木、建筑类专业适用 ·

罗康贤 左宗义 冯开平 主编

丁宇明 主审

2-2 剖面图 1:100

华南理工大学出版社

工程图学系列教材

土木建筑工程制图

——含画法几何与计算机绘图

土木、建筑类专业适用

主编：罗康贤 左宗义 冯开平
编委：唐西隆 周小坚 李 冰
 凌 玲 王 穗 谭夏梅
主审：丁宇明

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目 (CIP) 数据

土木建筑工程制图——含画法几何与计算机绘图/罗康贤, 左宗义, 冯开平主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2003.9

(工程图学系列教材)

ISBN 7-5623-1967-7

I. 土… II. ①罗…②左…③冯… III. ①土木工程-建筑制图 IV. TU204

总发行: 华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87111048(传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑: 王魁葵

印刷者: 中山市新华印刷厂有限公司印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.875 字数: 630 千

版次: 2003 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1~3 000 册

定价: 37.00 元

版权所有 盗版必究

内 容 简 介

本书主要包括：制图的基本知识和技能，画法几何，建筑形体的各种表达方法，轴测投影，标高投影，阴影与透视，建筑施工图，结构施工图，给水排水施工图，建筑电气施工图，道路及桥涵工程图，计算机绘图等。

本书的特点是紧密结合建筑工程中的各个专业及工种的实际，涵盖面广，有利于扩宽学生的视野，也便于教师结合其专业需要取舍。同时，本书配有多媒体教学光盘。光盘中除了用动画、视频等媒体表现教材的全部内容外，还提供配套习题集中的习题模型、解题帮助和标准答案。

全书采用了到 2003 年 6 月为止的国家最新颁布的制图标准。

本书配套的《土木建筑工程制图习题集》同时出版，可供选用。

本书可单独使用或配合多媒体光盘使用，作为高等学校土木、建筑类以及工程管理类各专业的制图教材。也可作为电大、函授、成教、高职高专的课堂教学或自学的教材。多媒体光盘适用于课堂教学，也适用于在计算机上复习或自学。学生版光盘与书配套，也可单独购买。教师版光盘的订购，请与广东工业大学联系。

地址：广州，广东工业大学工程与计算机图学教研室

邮编：510090

电话：020-37627091，37628139，87082925，13802510627

联系人：左宗义，冯开平，罗康贤

E-mail: zuo@gdut.edu.cn

前 言

本书是为适应教学改革的发展,满足工科院校土木建筑类各专业的教学需要,根据教育部关于高等学校的“画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求”,总结了作者多年的教学与设计经验,参考了各方面的意见而编写的。

本书的内容主要有四部分:画法几何、制图基础、土木建筑专业图和计算机绘图。本书最大的特点是紧密结合土木建筑工程的实际,以房屋建筑图为主,对相关各专业,包括建筑、结构、给排水、建筑电气、道路与桥涵的工程制图,作了全面的介绍。由于涵盖面广,有利于扩宽学生的视野,也便于教师结合其专业需要取舍。

随着制图技术的迅猛发展和工程实际的需要,本书加强了计算机绘图的内容。主要介绍目前最新版本的绘图软件 AutoCAD 2002 中文版,及其绘制二维和三维图形的方法。

为适应现代化教学的需要,本书配有分别为教师和学生学习和练习使用的多媒体光盘。多媒体光盘与教材的章节划分配合,用声音、图形、二维和三维动画、文本等媒体细致地模拟了所有作图过程以及教学、练习解答的全部内容,极大地提高了教与学的效率。

本书章节的划分符合教学单元的设置,精心设计的习题集保证了恰当的练习和足够的训练。分别为教师和学生设计的习题光盘减轻了教师批改作业的负担又保证了学生的练习效果。

本书的全部内容,采用了迄今(2003年6月)为止的新国家标准。

本书由罗康贤编写第10、11、14章和第9章的第4~6节;左宗义编写第2、3和15章的1~4节;冯开平编写第6章和15章的5~8节;唐西隆编写第12和13章;周小坚编写第7章和9章的第1~3节;李冰编写第4章;凌玲编写第1章;王穗编写第5章;谭夏梅编写第8章。此外,莫春柳、唐超兰、韦宇炜等参加了多媒体光盘的制作工作。

衷心感谢武汉大学丁宇明教授作为全书的主审,对本书的热心指导和认真审阅。感谢广东工业大学工程与计算机图学教研室全体教师给予的宝贵意见和建议。感谢其他关心和帮助本书出版的人员。

由于编者水平有限,本书难免存在缺点和错漏,恳请读者和同行批评指正。

编 者

2003年7月1日

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识和技能	4
§ 1-1 手工绘图工具和仪器的使用	4
§ 1-2 制图基本规定	7
§ 1-3 几何作图	14
§ 1-4 平面图形的尺寸分析及画法	17
§ 1-5 徒手草图	19
第 2 章 点、直线和平面的投影	22
§ 2-1 点、直线和平面的投影基础	22
§ 2-2 直线和平面以及平面之间的相对位置	39
第 3 章 投影变换	53
§ 3-1 投影变换概述	53
§ 3-2 换面法	54
§ 3-3 旋转法	62
第 4 章 曲线、曲面与基本形体	66
§ 4-1 平面体及其表面上的点和线	66
§ 4-2 曲线	71
§ 4-3 曲面的形成及分类	74
§ 4-4 回转面及其表面上的点和线	75
§ 4-5 非回转直纹曲面	84
第 5 章 截交线与相贯线	90
§ 5-1 概述	90
§ 5-2 截交线	90
§ 5-3 相贯线	98
第 6 章 建筑形体的各种表达方法	108
§ 6-1 组合体投影图的画法	108
§ 6-2 组合体投影图的读法	111
§ 6-3 建筑形体的尺寸标注	115
§ 6-4 视图	118
§ 6-5 剖面图、断面图与简化画法	121
§ 6-6 第三角画法简介	130
§ 6-7 建筑形体表达综合举例	131
第 7 章 轴测投影	134
§ 7-1 轴测图的基本知识	134
§ 7-2 正轴测图	137

§ 7-3 斜轴测图·····	144
§ 7-4 轴测剖面图·····	149
§ 7-5 轴测图的选择·····	150
第 8 章 标高投影 ·····	154
§ 8-1 点、直线与平面的标高投影 ·····	154
§ 8-2 曲面的标高投影·····	159
§ 8-3 标高投影在土建工程中的应用·····	162
第 9 章 阴影与透视 ·····	165
§ 9-1 阴影的基本知识·····	165
§ 9-2 点、直线、平面的落影·····	165
§ 9-3 建筑形体的阴影·····	173
§ 9-4 透视投影的基本知识·····	182
§ 9-5 透视图的画法·····	187
§ 9-6 透视图中的简捷作图法·····	198
第 10 章 建筑施工图 ·····	200
§ 10-1 概述 ·····	200
§ 10-2 建筑总平面图 ·····	206
§ 10-3 建筑平面图 ·····	209
§ 10-4 建筑立面图 ·····	217
§ 10-5 建筑剖面图 ·····	220
§ 10-6 建筑详图 ·····	224
第 11 章 结构施工图 ·····	234
§ 11-1 概述 ·····	234
§ 11-2 基础图 ·····	238
§ 11-3 结构平面布置图 ·····	241
§ 11-4 钢筋混凝土构件详图 ·····	243
§ 11-5 钢结构图 ·····	246
第 12 章 给水排水施工图 ·····	251
§ 12-1 概述 ·····	251
§ 12-2 室内给水排水施工图 ·····	255
§ 12-3 室外给水排水施工图 ·····	264
§ 12-4 管道上构配件详图 ·····	267
第 13 章 建筑电气施工图 ·····	269
§ 13-1 概述 ·····	269
§ 13-2 室内电气照明施工图 ·····	274
§ 13-3 动力电气施工图 ·····	280
第 14 章 道路及桥涵工程图 ·····	284
§ 14-1 概述 ·····	284
§ 14-2 道路线路工程图 ·····	286
§ 14-3 桥梁工程图 ·····	293

§ 14-4 涵洞工程图	306
§ 14-5 隧道工程图	310
第 15 章 计算机绘图	314
§ 15-1 AutoCAD 2002 系统简介及基本设置	314
§ 15-2 AutoCAD 2002 的基本命令	325
§ 15-3 尺寸标注和其他功能	337
§ 15-4 平面图形综合举例	353
§ 15-5 三维图形的绘制与编辑	359
§ 15-6 三维实体造型及编辑	372
§ 15-7 用户坐标与视区管理	382
§ 15-8 三维立体绘制举例	393
参考文献.....	402

绪 论

一、建筑绘图的历史和现状

人类的文明史,与建筑的历史息息相关。当人类走出洞穴,就开始了他们最初的建筑。有史以来,人类就试图用图形来表达和交流他们的思想,从远古洞穴中的岩石上的石刻可以看出,在没有语言文字以前,图形就是一种有效的交流工具,而最早的图形就有人类居住场所的描绘,例如,图 0-1 为公元前 650 年的 Madaktu 城地图。

考古发现,早在公元前 2600 年即距今 4600 年就出现了可以称为工程图样的图,那是刻在古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。直到 1500 年文艺复兴时期,才出现将平面图和其他多面图画在同一画面上的设计图。300 年之后,法国测量师古斯塔夫·蒙日将各种表达方法总结归纳写出《画法几何》一书。“画法几何”在工业革命中起到了重大作用。它使各种工程设计有了统一的表达方法,这样就便于技术交流和施工。我国在 2000 年前就有了正投影法表达的图样。1977 年在河北省平山县出土的公元前 323 ~ 公元前 309 年的战国中山王墓,发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,这也是世界上罕见的最早的工程图样。该图用 1:500 正投影绘制并标注有尺寸。中国古代传统的工程制图技术,与造纸术一起于唐代(公元 751 年后)传到西方。公元 1100 年的雕版印刷书《营造法式》中有各种方法画出的约 570 幅图,是当时的一部关于建筑制图的国家标准、施工规范和培训教材,图 0-2 为成都出土的汉代画砖上的民居图。

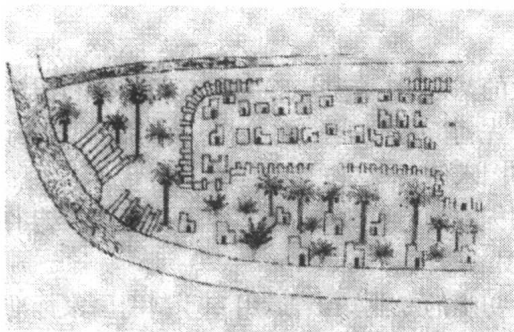


图 0-1 公元前 650 年的埃及 Madaktu 城地图

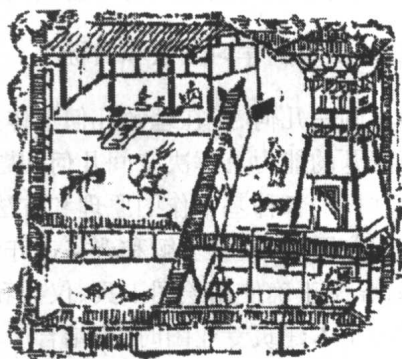


图 0-2 成都出土汉代画砖中的民居

从蒙日的《画法几何》出版至今 200 多年来,画法几何作为建筑制图的理论没有大的变化,仅在绘图工具方面有不断的改进。直到近 30 年来,随着计算机的软硬件技术和外部设备的研制成功和不断发展,导致了制图技术的重大变化,以致对画法几何的前景产生重大影响。计算机绘图(Computer Graphics)和 CAD 计算机辅助设计绘图(Computer Aided Design 或 Computer Aided Drafting)技术大大地改变了设计的方式。早期的 CAD 是用计算机绘图代替手工绘制的二维(平面)图形,用绘图机输出图纸,应用软件 AutoCAD 就是最普遍的例子。但

它还仅仅是绘图的基础工具软件,要经再次开发才能成为专业设计软件。目前国内外都有一些专业建筑设计绘图的软件(如国内自主产权的建筑 CAD 软件“天正 CAD”),这些软件也只能作为绘图的工具,是甩掉三角板和丁字尺的绘图的工具,画法几何的投影表达方法并没有多少变化,仍然是建筑设计的主要表达方法。对于建筑的内外形表达的效果图,目前大量采用了计算机三维渲染图。这样可在建筑物未施工之前就逼真地看见它的图片或制成三维动画,实现在建筑物中漫游。要更真实地看到未完成的建筑物,目前已经可采用虚拟真实技术实现。借助佩带特殊的头盔,使用者转动时,会产生亲临其景的幻觉。但是对于施工图纸,建筑制图仍然是采用画法几何表达的图形。

二、本课程的性质和内容

本课程是研究绘制和阅读土木建筑图样的原理和方法的学科。它是一门既有理论又有实践性的土木建筑类专业必修的技术基础课程。它以画法几何为理论基础,研究图解空间几何问题的基本方法以及介绍如何绘制和阅读土木建筑工程图样的方法,能培养学生的空间想像能力、空间构思能力及其制图技能,包括手工绘图和使用计算机绘图。为学生学习后继课程和完成课程设计、毕业设计打下必要的基础。

本课程的内容包括画法几何、制图基础、土木建筑专业图和计算机绘图四部分,其中,画法几何是制图的理论基础,它是研究用投影法图示空间几何要素与解决空间几何问题的基本理论和方法;制图基础部分介绍制图的基本知识和基本技能,主要包括国家标准中有关制图的基本规定和正确的制图方法;土木建筑专业图部分研究土木建筑工程中各专业工种(包括建筑、结构、给排水、电气,以及道路、桥涵等)工程图的绘制和阅读的方法;计算机绘图部分介绍使用最新版的 AutoCAD 绘图软件进行二维绘图和三维造型的基本方法。

通过这四部分的学习,为工程绘图打下坚实的基础,再经过进一步的专业基础和专业知识的学习和实践,可造就具有丰富空间想像能力和创新能力的工程技术人才。

三、本课程的学习方法和目标

学习画法几何,应在理解几何形体投影特性的基础上,着重培养图示空间形体和图解空间几何问题的能力。解决空间几何问题,要坚持先对问题进行空间分析,找出解题方案,再利用所掌握的各种基本作图原理和方法,逐步作图求解。

学习制图基础,应了解和严格遵守制图国家标准的有关规定,踏实地进行制图技能的操作训练,养成正确使用绘图工具、仪器和准确画图的习惯。

学习土木建筑专业图时,应结合所学的一些初步的专业知识,运用专业制图国家标准的有关规定,读懂教材和习题集上的专业图样。在绘制专业图作业时,必须在读懂已有图样的基础上,严格遵守专业制图国家标准的有关规定进行制图。

学习计算机绘图部分,必须重视实践性教学环节,上机操作完成一定数量的习题,并输出习题所指定的图形。

应充分利用本书所配的多媒体教学光盘作为辅助教材,由于有精美的三维模型、动画、同步的声音和详尽的图解,可有效地提高理解本课程的内容和学习效率。

在学习过程中,应逐步提高自学能力、分析问题和解决问题的能力。课前要预习,带着问题去听课,课后要及时复习和做作业,并做好阶段性小结。

学习完本课程后,学生应达到下列要求:

- (1) 掌握投影法的基本理论及应用;
- (2) 培养空间思维能力,以及对空间几何问题的图解能力;
- (3) 能正确绘制和阅读土木建筑工程图样;
- (4) 初步具有使用计算机绘制工程图样的能力;
- (5) 建立认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第 1 章 制图的基本知识和技能

本章介绍手工绘图工具、仪器及其使用方法、制图基本规则(技术制图标准和建筑工程制图标准)、绘图的一般方法和步骤、几何作图、徒手作图。通过本章的学习和习题作业的实践,应获得一定的制图基础知识,初步掌握绘图的基本技能。

§ 1-1 手工绘图工具和仪器的使用

学习制图应首先掌握制图工具的使用方法,以提高制图的质量和速度。下面介绍几种常用工具的使用方法。

一、图板、丁字尺和三角板

图板是画图时铺放图纸的垫板。图板的左边是导向边。

丁字尺是画水平线的长尺。画图时,应使尺头始终紧靠图板左侧的导边。画水平线时必须从左至右(图 1-1a)。

三角板除了直接用来画直线外,还可配合丁字尺画铅垂线(图 1-1b)及与水平线成 15° 倍角的斜线(图 1-1c)。

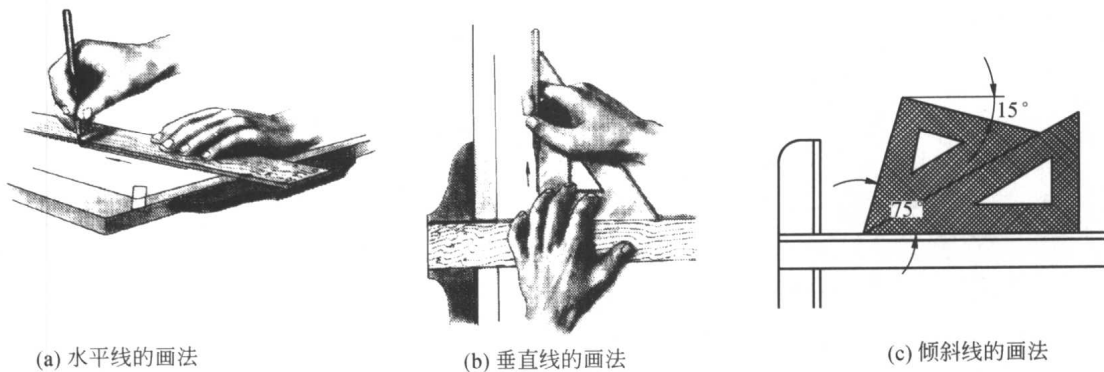


图 1-1 用丁字尺、三角板画线

二、圆规

圆规是画圆和圆弧的仪器。在使用圆规前,应先调整针脚,使针尖略长于铅心,如图 1-2a 所示。画圆时,应使圆规向前进方向稍微倾斜;画较大的圆时,应使圆规的两脚都与纸面垂直,如图 1-2b 所示。

三、分规

分规是用于等分和量取线段的仪器。分规两脚的针尖在并拢后,应能对齐(图 1-3a)。分规的用法如图 1-3b 所示。例如四等分线段 AB , 先凭目测估计,将两针尖张开大致等于 $AB/4$ 的距离,然后在 AB 上试分,如点 4 落在点 B 内,差距为 e ,此时可将分规再张开 $e/4$,将

AB 再次试分,直到满意为止。

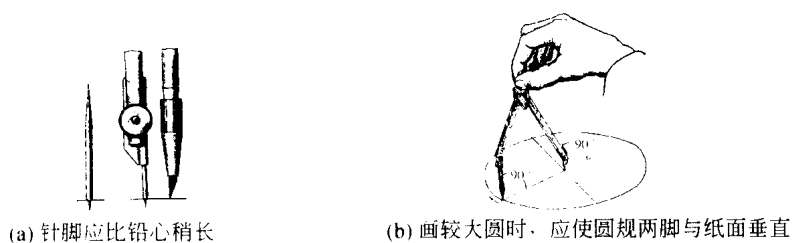


图 1-2 圆规的用法

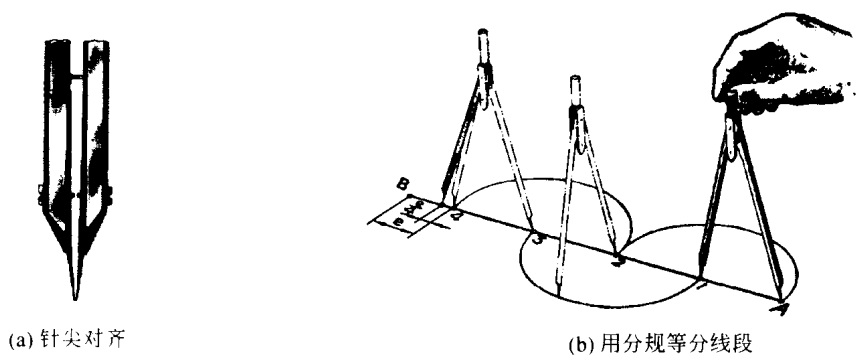


图 1-3 分规的用法

四、比例尺

比例尺是直接用来放大或缩小图形用的绘图工具(图 1-4a)。可以在比例尺上用分规直接量取已经折算过的尺寸(图 1-4b)。

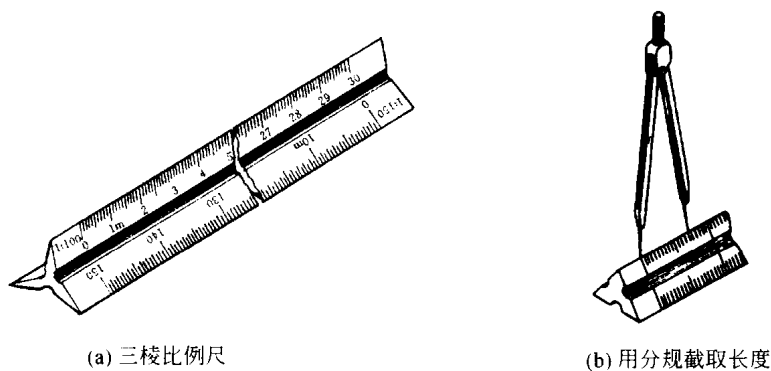


图 1-4 三棱比例尺的用法

五、曲线板

曲线板是用来描绘非圆曲线的常用工具。描绘曲线时,应先用铅笔轻轻地把各点光滑地连接起来,然后在曲线板上选择曲率合适部分进行连接并描深。每次描绘曲线段不得少于三点,连接时应留出一小段不描,作为下段连接时光滑过渡之用。如图 1-5b 所示。

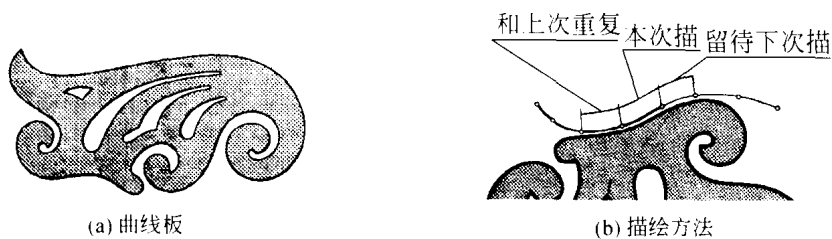


图 1-5 曲线的描绘方法

六、铅笔

绘图铅笔的铅心分别用 B 和 H 表示其软、硬程度。B 前的数字越大表示铅心越软, H 前的数字越大表示铅心越硬, HB 表示铅心软硬适中。绘图时根据不同使用要求,应备有以下几种硬度不同的铅笔: H ~ 2H 用于画底稿线; HB ~ B 用于注写文字、草图; B ~ 2B 用于加深图线。

加深圆弧时用的铅心,一般要比画粗实线的铅心软一些。

加深图线时,用于粗实线的铅心磨成铲形(图 1-6a),其余线型的铅心磨成圆锥形(图 1-6b)。

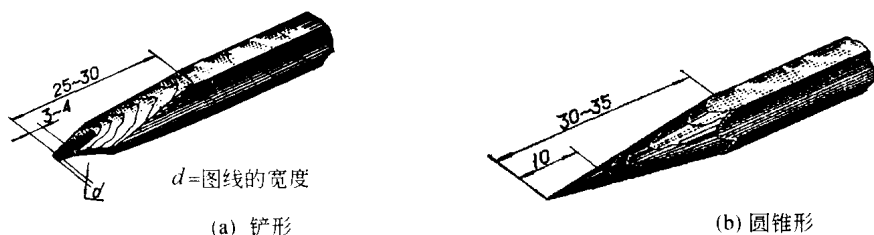


图 1-6 铅笔的削法

七、绘图墨水笔

绘图墨水笔也叫针管笔,能像普通钢笔一样吸水、储水,并附有 0.1 ~ 1.2mm 多种粗细不同的笔尖,是描图上墨用的画线工具。

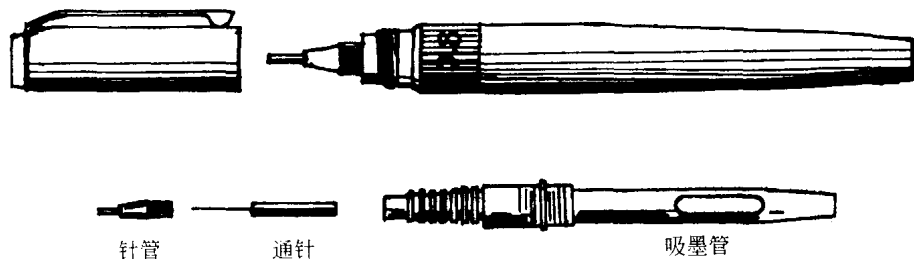


图 1-7 绘图墨水笔的构造

八、其他制图用品

除了上述工具之外,在绘图时,还需要准备削铅笔的小刀、橡皮、固定图纸用的胶带纸、测量角度的量角器、擦图片(修改图线时用它遮住不需要擦去的部分)、砂纸(磨铅笔用)等。

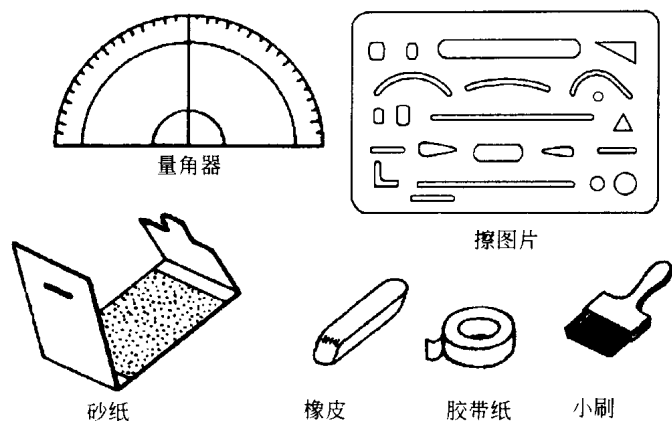


图 1-8 制图用品

§ 1-2 制图基本规定

为了统一房屋建筑制图规则,保证制图质量,提高制图效率,做到图面清晰、简明,符合设计、施工、存档的要求,适应工程建设的需要,国家建设部批准并颁布了有关建筑制图的国家标准 6 项,包括总纲性质的《GB/T 50001—2001 房屋建筑制图统一标准》和专业部分的《GB/T 50103—2001 总图制图标准》、《GB/T 50104—2001 建筑制图标准》、《GB/T 50105—2001 建筑结构制图标准》、《GB/T 50106—2001 给水排水制图标准》、《GB/T 50114—2001 暖通空调制图标准》,并自 2002 年 3 月 1 日起施行。

制图国家标准(简称国标)是所有工程人员在设计、施工、管理中必须严格执行的条例,是学习制图的依据,绘图时必须严格遵守。本节仅介绍上述标准中的部分内容。

一、图纸幅面和格式

图纸的幅面是指图纸本身的大小规格。图框是图纸上所供绘图的范围的边线。图纸的幅面和图框的尺寸应符合表 1-1 规定和图 1-9a、b 的格式,从表中可以看出,A1 幅面是 A0 幅面的对开,其他幅面依此类推。表中代号的意义如图 1-9 所示。在一个工程设计中,每个专业所使用的图纸,一般不宜多于两种幅面。图纸以短边作为垂直边称为横式(图 1-9a),以短边作为水平边称为立式(图 1-9b)。一般 A0~A3 图纸宜横式使用。图纸的短边一般不应加长,长边可加长,但加长的尺寸必须按照国标的有关规定。

表 1-1 幅面及图框尺寸

mm

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

图纸的标题栏、会签栏及装订边的位置,如图 1-9、1-10 和 1-11 所示。涉外工程的标题栏内,各项主要内容的中文下方应附有译文,设计单位的上方或左方,应加“中华人民共和国”字样。

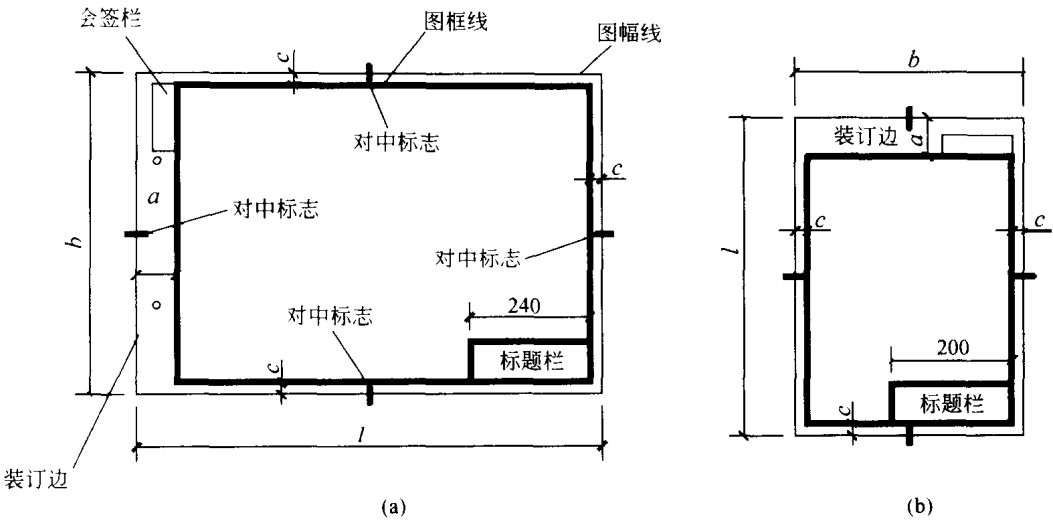


图 1-9 幅面代号的意义

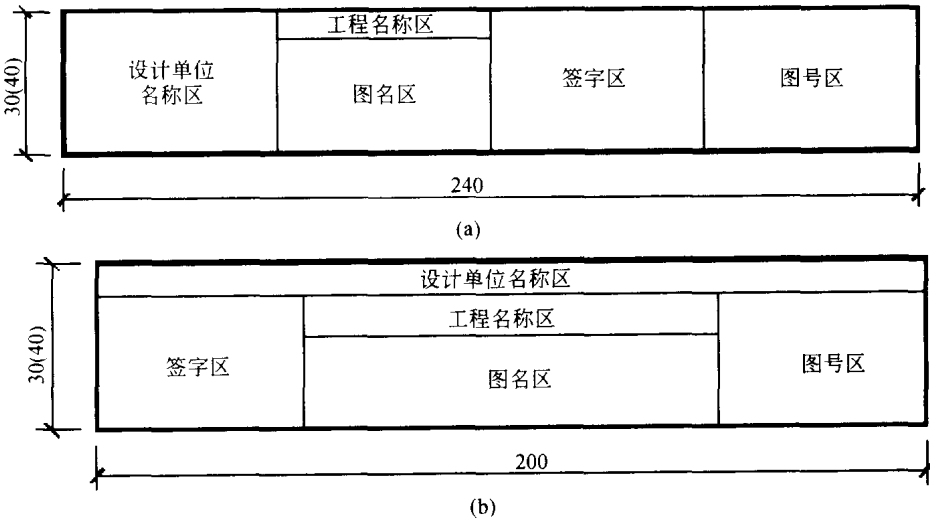


图 1-10 标题栏

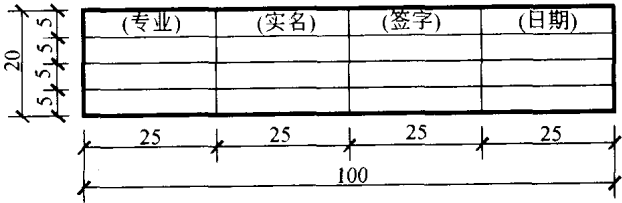


图 1-11 会签栏

对于学生在学习本课程的制图作业,其标题栏建议采用图 1-12 所示格式。学生作业无需画出会签栏。

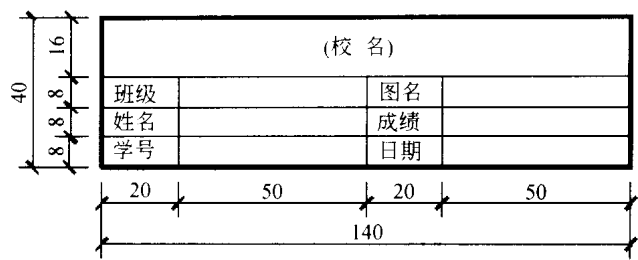


图 1-12 制图作业的标题栏格式

二、图线

画在图纸上的线条统称图线。图线有粗、中、细之分。各类图线的线型、宽度、用途如表 1-2 所示。

表 1-2 图 线

名 称		型 式	宽 度	一 般 用 途
实线	粗		b	主要可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线
	细		$0.25b$	可见轮廓线、图例线
虚线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	不可见轮廓线
	细		$0.25b$	不可见轮廓线、图例线
单点长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线等
双点长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线			$0.25b$	断开界线
波浪线			$0.25b$	断开界线

各种线型在房屋平面图上的用法如图 1-13 所示。