

普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

工程制图与计算机绘图

何培斌 主 编
吴立楷 副主编
闵 智



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

工程制图与计算机绘图

主 编 何培斌
副主编 闵 智 吴立楷
编 写 姚 纪
主 审 吕道馨



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。本书共分8章,主要内容为制图基础、组合体、图样画法、建筑施工图、结构施工图、设备施工图、计算机绘图基础、用AutoCAD绘制房屋建筑图。为适应目前高等院校系科和专业设置调整的需求,本书在拓宽专业面,优化课程结构,精选教学内容方面进行尝试。全书采用循序渐进,由浅入深的方法,突出科学性、时代性、工程实践性,注重使用现代化的绘图技术,吸取工程技术界的最新成果;在内容的选择和组织上主次分明、图文并茂、言简意赅,特别是注重了用计算机绘制建筑工程图的实际案例,理论性和实践性都很强,是本科学学生掌握尺规和计算机绘制建筑施工图的必备教材。

本书可作为普通高等院校土木工程、建筑学、城市规划、给排水工程、测绘工程、建筑设备工程、环境工程、建筑工程管理、国土及房地产管理、建筑财务管理、建筑材料、建筑装饰工程、环境科学等专业的教材,也可作为职工大学、函授大学、电视大学、高职高专学校相关专业的教材,还可供土建工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与计算机绘图/何培斌主编. —北京:中国电力出版社,2010.12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-1248-7

I. ①工… II. ①何… III. ①工程制图-高等学校-教材
②计算机制图-高等学校-教材 IV. ①TB23②TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第254877号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011年1月第一版 2011年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.5印张 349千字

定价24.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

本书是普通高等教育“十二五”规划教材。土木建筑类专业的“工程制图与计算机绘图”是该专业群必修的专业基础课。

本书是按照中华人民共和国教育部对高等院校土建类专业新的培养目标而编写的。它是编者根据多年的教学实践和重点课程、精品课程的建设经验，以及三次带队参加全国大学生先进成图技术、产品信息建模创新大赛的实战经验编写而成的；是当前建筑制图大类课程教改项目“建筑制图系列课程改革”的重要内容。为适应目前高等院校合理调整系科和专业设置，本书拓宽专业面，优化课程结构，精选教学内容；全书内容循序渐进，由浅入深，突出科学性、时代性、工程实践性；注重使用现代化的绘图技术，吸取工程技术界的最新成果；在内容的选择和组织上主次分明、图文并茂、言简意赅，采用了用计算机绘制建筑工程图的实际案例，理论性和实践性都很强，是本科学生掌握尺规和计算机绘制建筑施工图的必备教材。

本书由重庆大学何培斌主编，闵智、吴立楷副主编，全书由闵智统稿。具体编写分工为：何培斌（1、4、5、6章）、吴立楷（2、3章）、闵智（7章）、姚纪（8章）。吕道馨教授审阅了全书，提出了建设性的意见。此外，在本书的编写过程中，莫章金、朱建国、钱燕、甘民等老师提出了宝贵意见，编者在此表示衷心感谢！本书在编写过程中参考了相关书籍，在此向这些书的作者表示衷心感谢！

由于编写时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请读者不吝指正。联系 E-mail: minzhi@cqu.edu.cn

编者

2010年11月

目 录

前言	
第1章 制图基础	1
本章要点	1
1.1 制图工具及使用方法	1
1.2 图幅、线型、字体及尺寸标注	6
1.3 建筑制图的一般步骤	18
小结	20
复习思考题	20
第2章 组合体	21
本章要点	21
2.1 组合体视图画法	21
2.2 组合体视图的尺寸标注	30
2.3 组合体视图的阅读	32
小结	39
复习思考题	39
第3章 图样画法	40
本章要点	40
3.1 剖面图与断面图	40
3.2 轴测图中的剖切画法	49
3.3 简化画法	51
小结	54
复习思考题	55
第4章 建筑施工图	56
本章要点	56
4.1 概述	56
4.2 总平面图	60
4.3 建筑平面图	64
4.4 建筑立面图	81
4.5 建筑剖面图	87
4.6 建筑详图	91
小结	104
复习思考题	105
第5章 结构施工图	106
本章要点	106

5.1 概述	106
5.2 基础施工图	107
5.3 楼层(屋面)结构布置图	110
5.4 构件详图	117
小结	120
复习思考题	120
第6章 设备施工图	122
本章要点	122
6.1 概述	122
6.2 室内给、排水施工图	122
小结	135
复习思考题	135
第7章 计算机绘图基础	136
本章要点	136
7.1 AutoCAD 基本概念与基本操作	136
7.2 基本绘图命令	139
7.3 图形修改	150
7.4 文字标注	164
7.5 绘图技巧与绘图设置	169
7.6 图层与线型	175
7.7 尺寸标注	180
7.8 查询命令与绘图实用命令	191
小结	198
复习思考题	198
第8章 用 AutoCAD 绘制房屋建筑图	199
本章要点	199
8.1 绘图准备	199
8.2 AutoCAD 绘制建筑施工图	200
8.3 AutoCAD 绘制结构施工图	222
小结	222
复习思考题	222
参考文献	223

第1章 制图基础

本章要点

本章主要介绍制图工具及使用方法、中华人民共和国国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001)规定的绘制建筑施工图的图幅、图框、线型、字体及尺寸标注的基本要求。重点应掌握线型、字体及尺寸标注的基本要求。

1.1 制图工具及使用方法

建筑图样是建筑设计人员用来表达设计意图、交流设计思想的技术文件,是建筑物施工的重要依据。所有的建筑图,都是运用建筑制图的基本理论和基本方法绘制的,都必须符合中华人民共和国国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001)。本章将介绍制图工具的使用、常用的几何作图方法、《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001)的一些基本规定,以及建筑制图的一般步骤等。

1.1.1 图板

图板是画图时的垫板。要求板面平坦、光洁。左边是导边,必须保持平整(图1-1)。图板的大小有各种不同规格,可根据需要而选定。0号图板适用于画A0号图纸,1号图板适用于画A1号图纸,四周还略有宽余。图板放在桌面上,板身宜与水平桌面成 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 倾斜。

图板不可用水刷洗和在日光下曝晒。

1.1.2 丁字尺

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身组成(图1-1)。尺身要牢固地连接在尺头上,尺头的内侧面必须平直,用时应紧靠图板的左侧——导边。在画同一张图纸时,尺头不可以在图板的其他边滑动,以避免图板各边不成直角时,画出的线不准确。丁字尺的尺身工作边必须平直光滑,不可用丁字尺击物和用刀片沿尺身工作边裁纸。丁字尺用完后,宜竖直挂起来,以避免尺身弯曲变形或折断。

丁字尺主要用作画水平线,并且只能沿尺身上侧画线。作图时,左手把住尺头,使它始终紧靠图板左侧,然后上下移动丁字尺,直至工作边对准要画线的地方,再从左向右画水平线。画较长的水平线时,可把左手滑过来按住尺身,以防止尺尾翘起和尺身摆动(图1-2)。

1.1.3 三角尺

一副三角尺有 30° 、 60° 、 90° 和 45° 、 45° 、 90° 两块,且后者的斜边等于前者的长直角边。三角尺除了直接用来画直线外,还可以配合丁字尺画铅垂线和画 30° 、 45° 、 60° 及 $15^{\circ}\times n$ 的各种斜线(图1-3)。

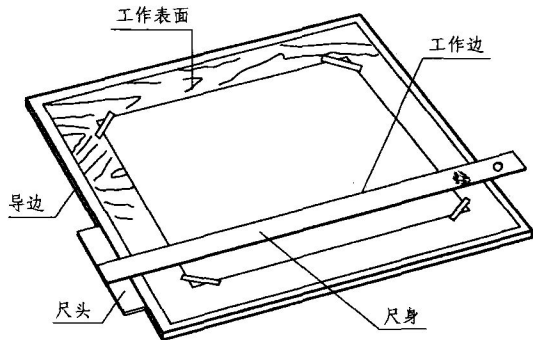


图1-1 图板和丁字尺

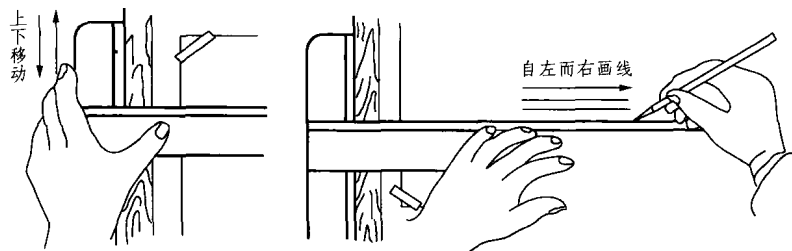


图 1-2 上下移动丁字尺及画水平线的手势

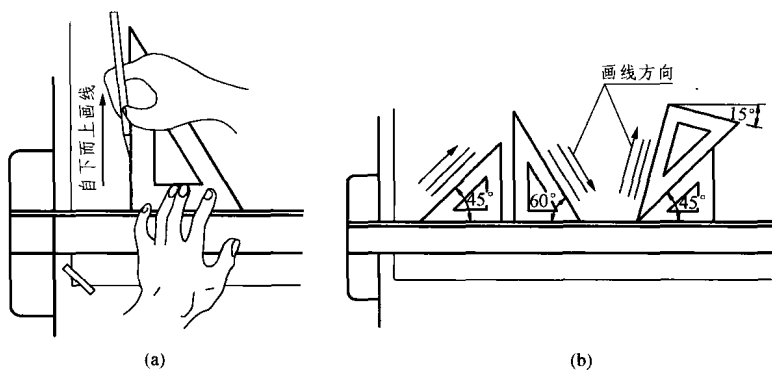


图 1-3 用三角尺和丁字尺配合画垂直线和各种斜线

(a) 画铅垂线；(b) 画斜线

画铅垂线时，先将丁字尺移动到所绘图线的下方，把三角尺放在应画线的右方，并使一直角边紧靠丁字尺的工作边，然后移动三角尺，直到另一直角边对准要画线的地方，再用左手按住丁字尺和三角尺，自下而上画线 [图 1-3 (a)]。

丁字尺与三角尺配合画斜线及两块三角尺配合画各种斜度的相互平行或垂直的直线时，其运笔方向如图 1-3 (b) 和图 1-4 所示。

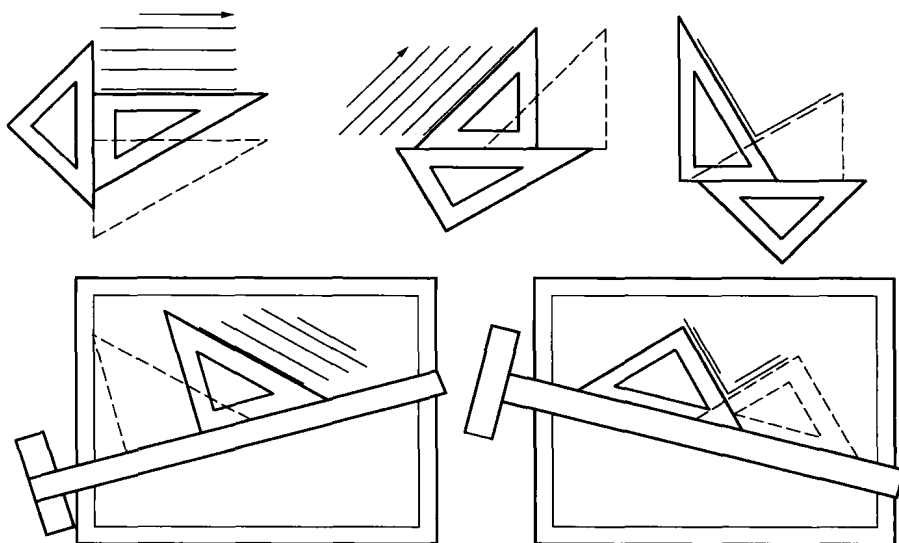


图 1-4 用三角尺画平行线及垂直线

1.1.4 铅笔

绘图铅笔有各种不同的硬度。标号 B、2B、…、6B，B 表示软铅芯，数字越大，表示铅芯越软。标号 H、2H、…、6H，H 表示硬铅芯，数字越大，表示铅芯越硬。标号 HB 表示中软。画底稿宜用 H 或 2H，徒手作图可用 HB 或 B，加重直线用 H、HB（细线）、HB（中粗线）、B 或 2B（粗线）。铅笔尖应削成锥形，芯露出 6~8mm。削铅笔时要注意保留有标号的一端，以便始终能识别其软硬度（图 1-5）。使用铅笔绘图时，用力要均匀，用力过大会划破图纸或在纸上留下凹痕，甚至折断铅芯。画长线时要边画边转动铅笔，使线条粗细一致。画线时，从正面看笔身应倾斜约 60° ，从侧面看笔身应铅直（图 1-5）。持笔的姿势要自然，笔尖与尺边距离始终保持一致，线条才能画得平直准确。

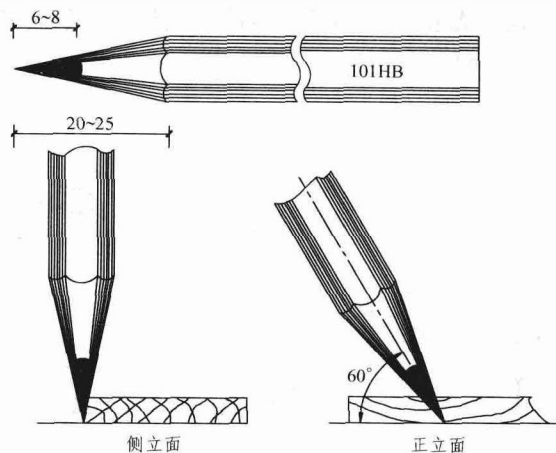


图 1-5 铅笔及其应用

1.1.5 圆规、分规

1. 圆规

圆规是用来画圆及圆弧的工具（图 1-6）。圆规的一腿为可固定紧的活动钢针，其中有台阶状的一端多用来加深图线时用。另一腿上附有插脚，根据不同用途可换上铅芯插脚、鸭嘴笔插脚、针管笔插脚、接笔杆（供画大圆用）。画图时应先检查两脚是否等长，当针尖插入图板后，留在外面的部分应与铅芯尖端平（画墨线时，应与鸭嘴笔脚平），如图 1-6（a）所示。铅芯可磨成约 65° 的斜截圆柱状，斜面向外，也可磨成圆锥状。

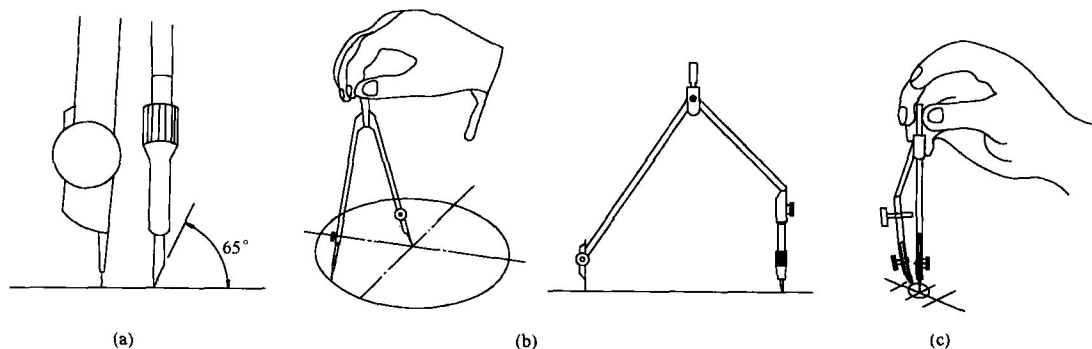


图 1-6 圆规的针尖和画圆的姿势

画圆时，首先调整铅芯与针尖的距离等于所画圆 α 的半径，再用左手食指将针尖送到圆心上轻轻插住，尽量不使圆心扩大，并使笔尖与纸面的角度接近垂直；然后右手转动圆规手柄，转动时，圆规应向画线方向略为倾斜，速度要均匀，沿顺时针方向画圆，整个圆一笔画完。在绘制较大的圆时，可将圆规两插杆弯曲，使它们仍然保持与纸面垂直 [图 1-6

(b)]。直径在 10mm 以下的圆，一般用点圆规来画。使用时，右手食指按顶部。大拇指和中指按顺时针方向迅速地旋动套管，画出小圆，见图 1-6 (c)。需要注意的是，画圆时必须保持针尖垂直于纸面，圆画出后，要先提起套管，然后拿开点圆规。

2. 分规

分规是截量长度和等分线段的工具，它的两条腿必须等长，两针尖合拢时应汇合成一点 [图 1-7 (a)]。

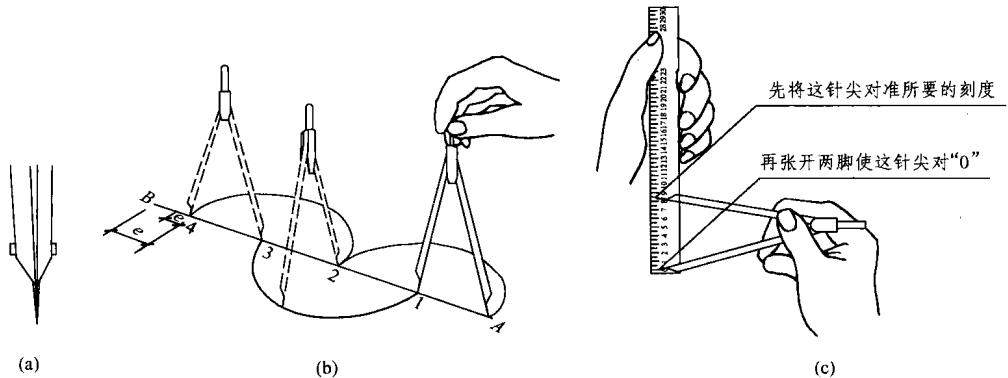


图 1-7 分规的用法

(a) 针尖应对齐；(b) 用分规等分线段；(c) 用分规截取长度

用分规等分线段的方法见图 1-7 (b)。例如，分线段 AB 为 4 等分，先凭目测估计，将分规两脚张开，使两针尖的距离大致等于 $\frac{1}{4}AB$ ，然后交替两针尖划弧，在该线段上截取 1、2、3、4 等分点；假设点 4 落在 B 点以内，距差为 e ，这时可将分规再开 $\frac{1}{4}e$ ，再行试分，若仍有差额（也可能超出 AB 线外），则照样再调整两针尖距离（或加或减），直到恰好等分为止。

1.1.6 比例尺

比例尺是用来放大或缩小线段长度的尺子。有的比例尺作成三棱柱状，称为三棱尺。三棱尺上刻有六种刻度，通常分别表示为 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600，六种比例。有的作成直尺形状（图 1-8），称为比例尺。它只有一行刻度和三行数字，表示三种比例，即 1:100、1:200、1:500。比例尺上的数字是以米 (m) 为单位。现以比例直尺为例，说明它的用法。

(1) 用比例尺量取图上线段长度。已知图的比例为 1:200，要知道图上线段 AB 的实长，就可以用比例尺上 1:200 的刻度去量度（图 1-8）。将刻度上的零点对准 A 点，而 B 点恰好在刻度 15.2m 处，则线段 AB 的长度可直接读得 15.2m，即 15 200mm。

(2) 用比例尺上的 1:200 的刻度量读比例是 1:2、1:20 和 1:2000 的线段长度。例如，在图 1-8 中， AB 线段的比例如果改为 1:2，由于比例尺 1:200 刻度的单位长度比 1:2 缩小了 100 倍，则 AB 线段的长度应读为 $15.2 \times \frac{1}{10} = 1.52\text{m}$ ，同样，比例改为 1:2000，则应读为 $15.2 \times 10 = 152\text{m}$ 。

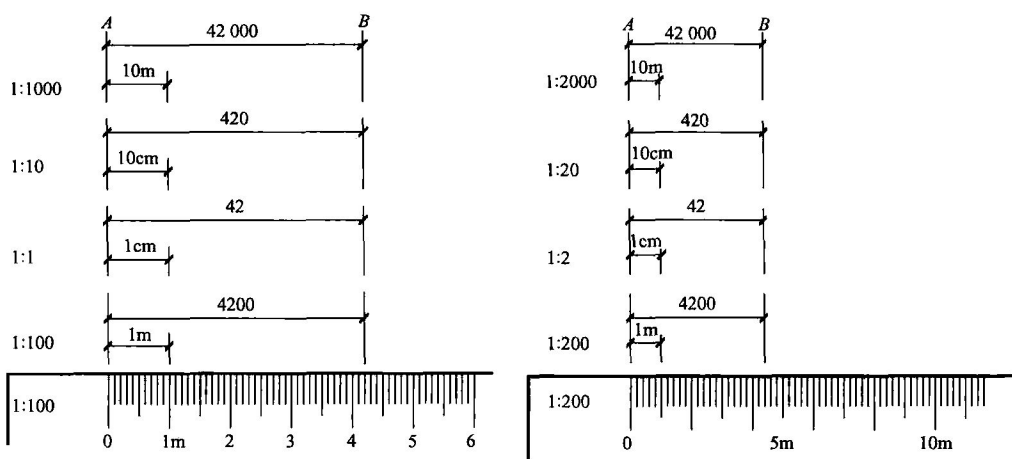


图 1-8 比例尺及其用法

上述量读方法可归结为表 1-1。

表 1-1 量 读 方 法

比 例		读 数
比例尺刻度	1 : 200	15.2m
图中线段比例	1 : 2 (分母后少两位零)	0.152m (小数点前移两位)
	1 : 2 (分母后少一位零)	0.152m (小数点前移一位)
	1 : 2000 (分母后多一位零)	152m (小数点后移一位)

(3) 用 1 : 500 的刻度量读 1 : 250 的线段长度。由于 1 : 500 刻度的单位长度比 1 : 250 缩小 2 倍, 所以把 1 : 500 的刻度作为 1 : 250 用时, 应把刻度上的单位长度放大 2 倍, 即 10m 当作 5m 用。

比例尺是用来量取尺寸的, 不可用来画线。

1.1.7 绘图墨水笔

绘图墨水笔的笔尖是一支细的针管, 又称为针管笔 (图 1-9)。绘图墨水笔能像普通钢笔一样吸取墨水。笔尖的管径从 0.1mm~1.2mm, 有多种规格, 可视线型粗细而选用。使用时应注意保持笔尖清洁。



图 1-9 绘图墨水笔

1.1.8 建筑模板

建筑模板主要用来画各种建筑标准图例和常用符号, 如柱、墙、门开启线、大便器、污水盆、详图索引符号、轴线圆圈等。模板上刻有可以画出各种不同图例或符号的孔 (图 1-10), 其大小已符合一定的比例, 只要用笔沿孔内画一周, 图例就画出来了。

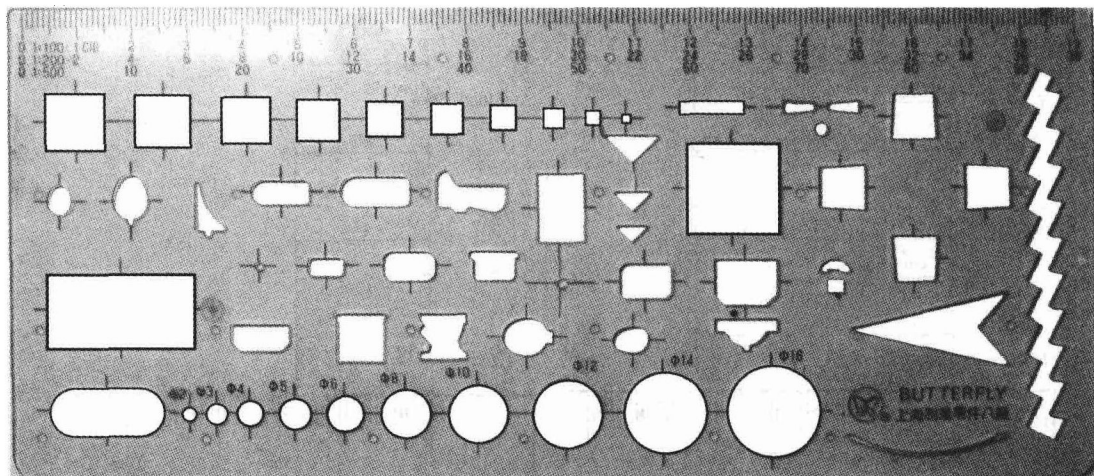


图 1-10 建筑模板

1.2 图幅、线型、字体及尺寸标注

1.2.1 图幅、图标及会签栏

图幅即图纸幅面，指图纸的大小规格。为了便于图纸的装订、查阅和保存，满足图纸现代化管理要求，图纸的大小规格应力求统一。建筑工程图纸的幅面及图框尺寸应符合表 1-2 的规定。表中数字是裁边以后的尺寸，尺寸代号的含义如图 1-11 所示。

表 1-2 幅面及图框尺寸

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

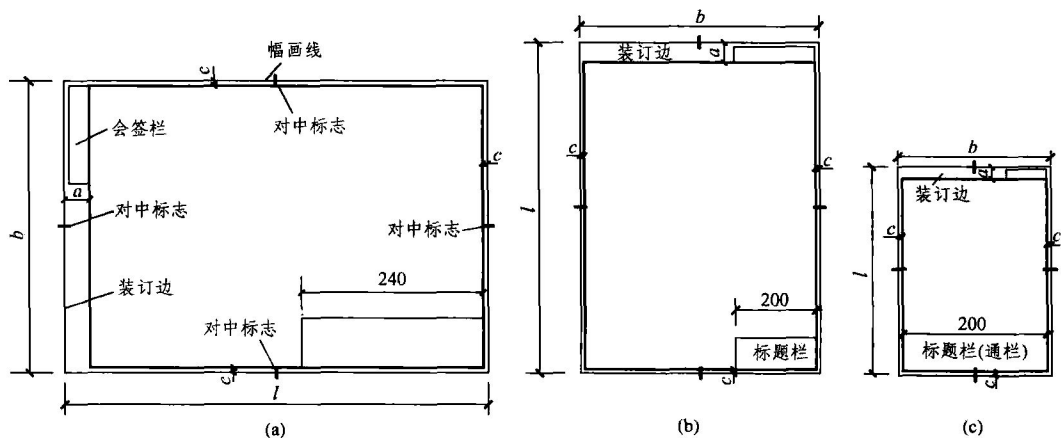


图 1-11 图幅格式

图幅分横式和立式两种。从表 1-2 中可以看出 A1 号图幅是 A0 号图幅的对折，A2 号图幅是 A1 号图幅的对折，其余类推，上一号图幅的短边，即是下一号图幅的长边。

建筑工程一个专业所用的图纸应整齐统一，选用图幅时宜以一种规格为主，尽量避免大小图幅掺杂使用。一般不宜多于两种幅面，目录及表格所采用的 A4 幅面，可不在此限。

在特殊情况下，允许 A0~A3 号图幅按表 1-3 的规定加长图纸的长边。但图纸的短边不得加长。有特殊需要的图纸，可采用 $b \times l$ 为 840mm×392mm 与 1189mm×1261mm 的幅面。

表 1-3 图纸长边加长尺寸

幅面代号	长边尺寸 (mm)	长边加长后尺寸 (mm)
A0	1189	1338 1487 1635 1784 1932 2081 2230 2387
A1	841	1051 1261 1472 1682 1892 2102
A2	594	743 892 1041 1189 1338 1487 1635 1784 1932 2081
A3	420	631 841 1051 1261 1472 1682 1892

图纸的标题栏（简称图标）、会签栏及装订边的位置应按图 1-11 布置。

图标的大小及格式如图 1-12 所示。

会签栏应按图 1-13 的格式绘制，栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、日期（年、月、日）；一个会签栏不够用时可另加一个，两个会签栏应并列；不需会签的图纸可不设此栏。

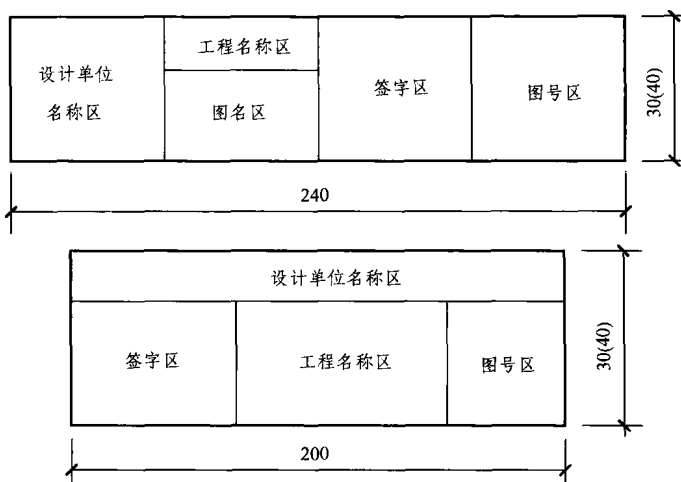


图 1-12 图标

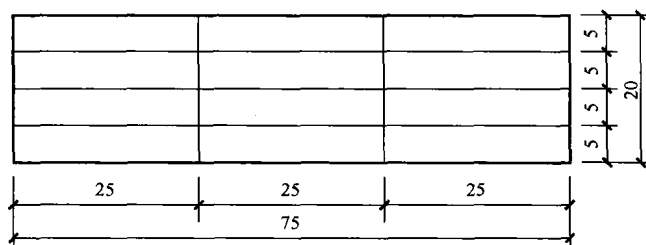


图 1-13 会签栏

学生制图作业用标题栏推荐图 1-14 的格式。

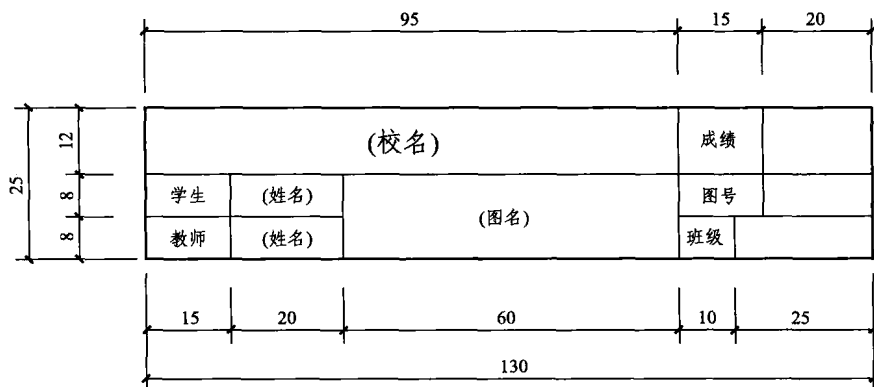






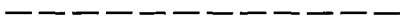

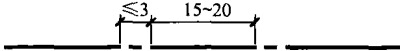

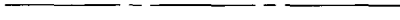
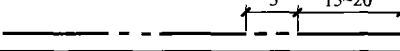


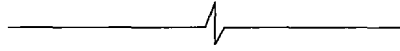
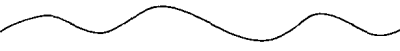
图 1-14 学生制图作业用标题栏推荐格式

1.2.2 线型

任何建筑图样都是用图线绘制成的，因此，熟悉图线的类型及用途，掌握各类图线的画法是建筑制图最本的技能。

为了使图样清楚、明确，建筑制图采用的图线分为实线、虚线、单点长画线、双点长画线、折断线和波浪线六类，其中前四类线型按宽度不同又分为粗、中细三种，后两类线型一般均为细线。各类线型的规格及用途见表 1-4。

表 1-4 线 型

名称	线型	线宽	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、图例线等
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、图例线等
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	

图线的宽度 b ，应从下列线宽系列中选取：0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2.0mm。

每个图样，应根据复杂程度与比例大小，先确定基本线宽 b ，再按表 1-5 确定适当的线宽组。在同一张图纸中，相同比例的各图样，应选用相同的线宽组。虚线、单点长画线及双点长画线的线段长度和间隔，应根据图样的复杂程度和图线的长短来确定，但宜各自相等，表 1-5 中所示线段的长度和间隔尺寸可作参考。当图样较小，用单点长画线和双点长画线绘图有困难时，可用实线代替。

表 1-5 线宽组

线宽比	线宽组 (mm)					
b	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	0.18
$0.25b$	0.5	0.35	0.25	0.18		

在同一张图纸内，各不同线宽组中的细线，可统一采用较细的线宽组的细线。

需要缩微的图纸，不宜采用 0.18mm 线宽。

图纸的图框线和标题栏线，可采用表 1-6 中所示的线宽。

表 1-6 图框线、标题栏线的宽度

幅面代号	图框线宽度 (mm)	标题栏外框线宽度 (mm)	标题栏分格线、会签栏线宽度 (mm)
A0、A1	1.4	0.7	0.35
A2、A3、A4	1.0	0.7	0.35

此外在绘制图线时还应注意以下几点：

(1) 单点长画线和双点长画线的首末两端应是线段，而不是点。单点长画线（双点长画线）与单点长画线（双点长画线）交接或单点长画线（双点长画线）与其他图线交接时，应是线段交接。

(2) 虚线与虚线交接或虚线与其他图线交接时，都应是线段交接。虚线为实线的延长线时，不得与实线连接。虚线的正确画法和错误画法，如图 1-15 所示。

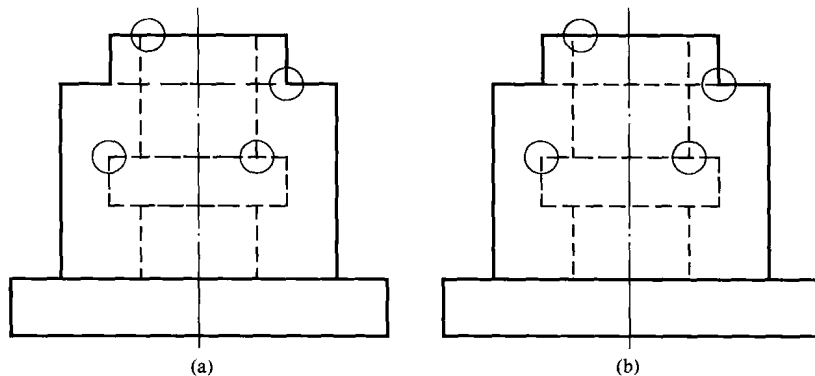


图 1-15 虚线交接的画法

(a) 正确画法；(b) 错误画法

(3) 相互平行的图线，其间距不宜小于其中粗线宽度，且不宜小于 0.7mm。

(4) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字等的清晰。

1.2.3 字体

图纸上所需书写的文字、数字或符号等，均应笔划清晰、字体端正、排列整齐；标点符号应清楚正确；如果字迹潦草，难于辨认，则容易发生误解，甚至造成工程事故。

图及说明的汉字应写成长仿宋体，大标题、图册封面、地形图等汉字，也可以写成其他字体，但应易于辨认。汉字的简化写法，必须遵照国务院公布的《汉字简化方案》和有关规定。

1. 长仿宋字体

长仿宋字是由宋体字演变而来的长方形字体，它的笔划匀称明快，书写方便，因而是工程图纸最常用字体。写仿宋字（长仿宋体）的基本要求，可概括为“行款整齐、结构匀称、横平竖直、粗细一致、起落顿笔、转折勾棱”。

长仿宋体字样如图 1-16 所示。

建筑设计结构施工设备水电暖风平立侧断剖切面总详标准草略正反迎背新
旧大中小上下内外纵横垂直完整比例年月日说明共编号寸分吨斤厘毫甲乙丙丁
戊己表庚辛红橙黄绿青蓝紫黑白方粗细硬软镇郊区域规划截道桥梁房屋绿化
工业农业民用居住共厂址车间仓库无线电人民公社农机粮畜舍晒谷厂商业服务修
理交通运输行政办宅宿舍公寓卧室厨房厕所贮藏浴室食堂饭厅冷饮公从餐馆百
货店菜场邮局旅客站航空海港口码头长途汽车行李候机船检票学校实验室图书
馆文化官运动场体育比赛博物馆走廊过道盥洗楼梯层数壁橱基础底层墙踢脚阳
台门散水沟窗格

图 1-16 长仿宋字样

(1) 字体格式。

为了使字写得大小一致、排列整齐，书写前应事先用铅笔淡淡地打好字格，再进行书写。字格高宽比例，一般为 3:2。为了使字行清楚，行距应大于字距。通常字距约为字高的 $\frac{1}{4}$ ，行距约为字高的 $\frac{1}{3}$ （图 1-17）。

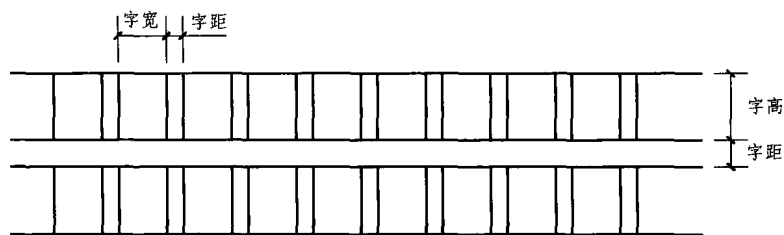


图 1-17 字格

字的大小用字号来表示，字的号数即字的高度，各号字的高度与宽度的关系如表 1-7 所示。

表 1-7 字 号

字号	20	14	10	7	5	3.5
字高	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

图纸中常用的为 10、7、5 三号。如需书写更大的字，其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增。汉字的字高应不小于 3.5mm。

(2) 字体的笔划。

仿宋字的笔划要横平竖直，注意起落，现介绍常用笔划的写法及特征：

1) 横划基本要平，可略向上自然倾斜，运笔起落略顿一下笔，使末端形成小三角，但应一笔完成。

2) 竖划要铅直，笔划要刚劲有力，运笔同横划。

3) 撇的起笔同竖，但是随斜向逐渐变细，运笔由重到轻。

4) 捺的运笔与撇笔相反，起笔轻而落笔重，终端稍顿笔再向右尖挑。

5) 挑划是起笔重，落笔尖细如针。

6) 点的位置不同，其写法亦不同，多数的点是起笔轻而落笔重，形成上尖下圆的光滑形象。

7) 竖钩的竖同竖划，但要挺直，稍顿后向左上尖挑。

8) 横钩由两笔组成，横同横划，末笔应起重轻落，钩尖如针。

9) 弯钩有竖弯钩、斜弯钩和包钩，竖弯钩起笔同竖划，由直转弯过渡要圆滑，斜弯钩的运笔由轻到重再到轻，转变要圆滑，包钩由横划和竖钩组成，转折要勾棱，竖钩的竖划有时可向左略斜。

(3) 字体结构。

形成一个完善结构的字的关键是各个笔划的相互位置要正确，各部分的大小、长短、间隔要符合比例，上下左右要匀称，笔划疏密要合适。为此，书写时应注意如下几点：

1) 撑格、满格和缩格。每个字最长笔划的棱角要顶到字格的边线。绝大多数的字，都应写满字格，这样可使单个的字显得大方，使成行的字显得均匀整齐。然而，有一些字写满字格，就会感到肥硕，它们置身于均匀整齐的字列当中，将有损于行款的美观，这些字就必须缩格。如“口、日”两字四周都要缩格，“工、四”两字上下要缩格，“目、月”两字左右要略为缩格等等。同时，须注意“口、日、内、同、曲、图”等带框的字下方应略为收分。

2) 长短和间隔。字的笔划有繁简，如“翻”字和“山”字。字的笔划又有长短，像“非、曲、作、业”等字的两竖划左短右长，“土、于、夫”等字的两横划上短下长。又如“三”、“川”字第一笔长，第二笔短，第三笔最长。因此，必须熟悉其长短变化，匀称地安排其间隔，字态才能清秀。

3) 缀合比例。缀合字在汉字中所占比重甚大，对其缀合比例的分析研究，也是写好仿宋字的重要一环。缀合部分有对称或三等分的，如横向缀合的“明、林、辨、衍”等字，如