



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

工程制图

Gongcheng Zhitu

主编：张丽萍 肖冰
主审：王小平



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

工程制图

主编 张丽萍 肖冰

主审 王小平

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部发布的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》的精神,作者结合多年工程图学教学改革成果编写而成。全书共包括:制图的基本知识及基本技能,组合体,工程形体常用的表达方法,钢筋混凝土结构图,钢结构图,桥梁工程图,涵洞工程图,隧道工程图,道路与铁道工程图,房屋建筑图,给水排水工程图,采暖通风工程图及水利工程图十三章内容,另外,配套出版了《工程制图习题集》。

本书适用于高等院校土建、测绘、交通、给排水、环境工程及水利水电工程等专业使用,也可用作函授、继续教育同类专业本专科学生的教材及相关专业工程技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/张丽萍,肖冰主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.9
ISBN 978-7-5640-3567-9

I. ①工… II. ①张… ②肖… III. ①工程制图-高等学校-教材
IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第152855号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/15.75

插 页/1

字 数/291千字

版 次/2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

责任编辑/张玉荣

印 数/1~4000册

责任校对/张沁萍

定 价/32.00元

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

工程图样是工程技术人员表达设计思想和进行技术交流的重要工具，也是进行土建工程施工、机械加工和制造的依据及重要的存档技术文件。学习制图的基本知识、基本技能、工程图样的表达方法及相关专业技术要求等，是绘制和阅读工程图样的基本要求。

本教材是根据教育部发布的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》的精神，为适应教学内容、教学体系、教学手段及教学方法改革的需要，执行新的制图“国家标准”，结合工程图学教学改革成果编写而成。

本书共分十三章，第一章介绍制图的基本知识及基本技能，第二章、第三章主要介绍组合体投影图的画法、阅读、尺寸标注及工程形体常用的表达方法，第四章至第十三章介绍了钢筋混凝土结构图、钢结构图、桥梁工程图、涵洞工程图、隧道工程图、道路与铁道工程图、房屋建筑图、给水排水工程图、采暖通风工程图及水利工程图等，适用于高等院校土建、测绘、交通、给排水、环境工程及水利水电等专业使用，也可用作相关专业工程技术人员的参考书。

本教材内容全面、题材新颖、条理清晰，由浅入深。通过本教材的学习，能使学生掌握新的制图“国家标准”的基本规定，进一步深化基本投影理论，提高读图和画图的能力，培养学生的工程意识。同时出版了与本教材配套使用的《工程制图习题集》，该习题集内容丰富、题型全面，学生可通过有选择的练习，循序渐进，逐步掌握绘图、读图的技能与技巧，提高空间想象力及思维能力。

本书由兰州交通大学张丽萍、肖冰主编，兰州交通大学王小平教授主审。参加编写的人员有：张丽萍（第一章、第二章、第六章、第七章），肖冰（第三章第1、第2节、第十一章第1、第2、第3节、第十二章），李兴田（第四章、第五章），程耀东（第八章、第九章、第十三章），谭磊（第三章第3、第4节、第十章、第十一章第4节）。

本书的出版获得兰州交通大学教务处教改立项、兰州交通大学数理与软件工程学院教材建设基金及兰州交通大学“青蓝”人才工程基金等联合资助。另外，在本书的编写过程中，金栋老师对第八章、第十三章提出了很好的建议，李艳敏和王玲老师绘制了部分插图，在此谨表示诚挚的感谢。

由于时间仓促、水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

第一章 制图的基本知识及基本技能	1
第一节 常用的绘图工具及仪器	1
第二节 制图标准简介	4
第三节 几何作图	23
第四节 平面图形的尺寸分析及画图步骤	27
第五节 绘图方法	30
第二章 组合体	32
第一节 组合体投影图的画法	32
第二节 组合构思	38
第三节 组合体的尺寸标注	40
第四节 组合体投影图的阅读	45
第三章 工程形体常用的表达方法	51
第一节 基本投影及辅助投影	51
第二节 剖面图	54
第三节 断面图	66
第四节 简化画法和规定画法	69
第五节 第三角投影法简介	72
第四章 钢筋混凝土结构图	75
第一节 钢筋混凝土结构的基本知识	75
第二节 钢筋的基本知识	75
第三节 配筋图中钢筋的表示法	80
第四节 配筋图中尺寸的标注	88
第五节 配筋图的阅读	88
第五章 钢结构图	90
第一节 钢结构的基本知识	90
第二节 钢结构的连接方法	92
第三节 钢结构的尺寸标注	97
第四节 钢屋架结构图	98
第六章 桥梁工程图	101
第一节 桥址平面图	101
第二节 桥梁总体布置图	103
第三节 桥墩图	109

第四节 桥台图	114
第七章 涵洞工程图	119
第一节 概述	119
第二节 涵洞的表示法	121
第三节 涵洞工程图的阅读	125
第八章 隧道工程图	126
第一节 隧道洞门的构造	127
第二节 隧道洞门的表达	128
第三节 隧道洞门图的阅读	130
第九章 道路与铁道工程图	133
第一节 铁路线路设计图	133
第二节 道路工程设计图	140
第十章 房屋建筑图	145
第一节 房屋建筑图的基本知识	145
第二节 施工说明和总平面图	147
第三节 建筑平面图	150
第四节 建筑立面图	158
第五节 建筑剖面图	163
第六节 建筑施工详图	165
第七节 建筑施工图的绘制	174
第十一章 给水排水工程图	181
第一节 概述	181
第二节 室内给水排水工程图的一般规定	181
第三节 室内给水排水工程图	184
第四节 水处理厂工程图	195
第十二章 采暖通风工程图	210
第一节 采暖工程图	210
第二节 通风空调工程图	220
第十三章 水利工程图	228
第一节 概述	228
第二节 水工图中的表达方法	228
第三节 水电工程图的阅读	234
参考文献	243

第一节 常用的绘图工具及仪器

一、图板和丁字尺

图板是画图时铺放并固定图纸的垫板，要求表面平坦光滑，又因其左侧边要作为导边，必须平直。

丁字尺主要是用来画水平线的，它由尺头和尺身构成。画图时应使尺头紧靠图板的左侧导边，铅笔沿尺身上缘工作边自左向右画出水平线，如图 1-1 所示。

二、三角板

三角板分 30° 、 60° 和 45° 两块，除了直接用来画直线外，也可配合丁字尺画竖直线和其他倾斜线，如可画出与水平方向成 30° 、 45° 、 60° 、 75° 及 15° 的斜线，如图 1-2 所示。

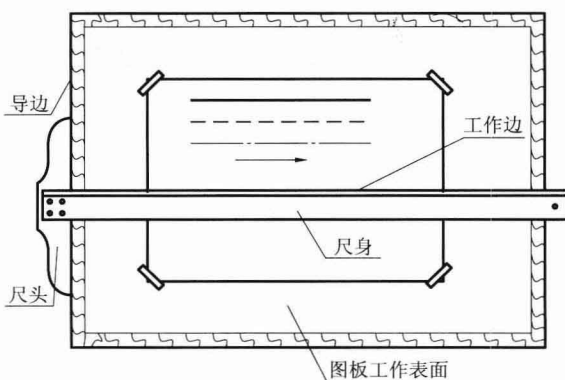


图 1-1 图板和丁字尺

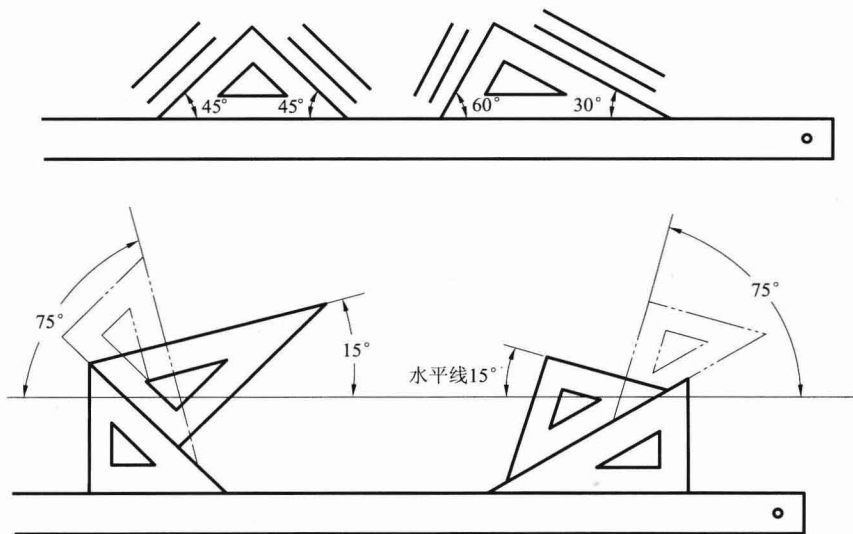
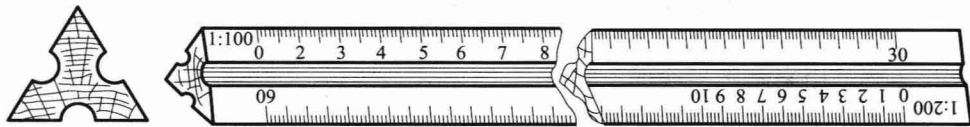


图 1-2 三角板和丁字尺配合使用

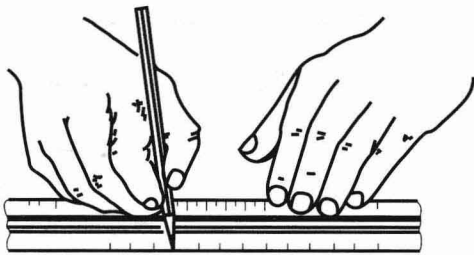
三、比例尺

比例尺又叫三棱尺，供采用不同比例绘图时直接量取尺寸用，而不必另行计算。比例尺的样式有多种，常用的比例尺如图 1-3 (a) 所示。尺上刻有预先选定的六种缩小比例的刻度，如 1:100、1:200 等。而有些比例可由尺上的比例推算出来，如比例 1:100 缩小到其十分之一即为比例 1:1 000，放大十倍即为比例 1:10。依此类推就可扩大比例尺的比例种类。

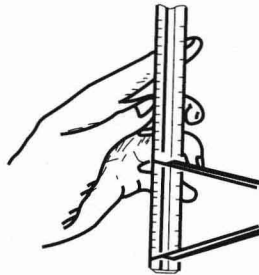
比例尺只能用来量取尺寸，而不能用来画线。用比例尺量度尺寸时，要注意姿势，以保证所量尺寸的准确度，并不致损伤尺面。正确的量度方法如图 1-3 (b)、(c) 所示。



(a)



(b)



(c)

图 1-3 比例尺的用法

(a) 比例尺；(b) 直接在图纸上量尺寸；(c) 用分规在比例尺上量尺寸

四、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的。样式有多种，图 1-4 是其中的一种，其使用方法如下：

(1) 首先把已知非圆曲线上一系列点用铅笔徒手轻轻的连成一条光滑曲线，如图 1-4 (a) 所示。

(2) 选取曲线板上的合适区段，使其与所画的铅笔线密合，并通过连续三个以上的已知点，如图 1-4 (b) 中的 1、2、3、4 点。

(3) 沿曲线板画线直到所通过的最后两点之间为止。

(4) 再选取曲线板上另一段曲线，使其通过上次连线时所通过的最后两点及后续各点。按上述方法沿曲线板画线，如图 1-4 (c) 所示。重复这一过程直到把全部曲线画完为止，如图 1-4 (d) 所示。

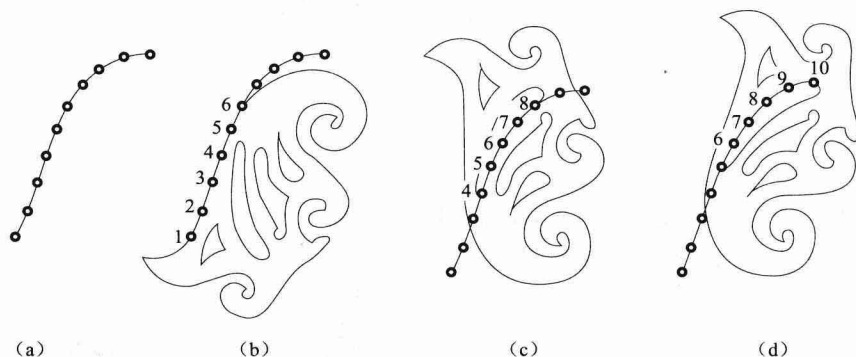


图 1-4 曲线板的用法

(a) 连成光滑曲线；(b) 3 个以上点密合；(c)、(d) 用曲线板画线

五、铅笔

绘图时应采用绘图铅笔绘制。绘图铅笔铅芯的软硬程度以字母 H 和 B 在其端部标明，H 表示硬，系数越大越硬；B 表示软，系数越大越软。绘图时常用的铅笔是 3H、2H、H、HB、B、2B 等几种。铅笔磨削的好坏对图线的均匀及光滑程度影响较大，铅笔应削成图 1-5 所示的形式，这种形式使画出的线条清晰，粗细均匀。

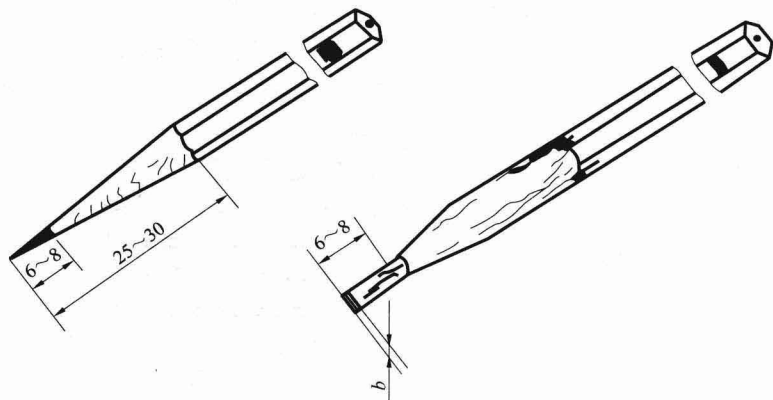


图 1-5 铅笔的削磨

六、圆规

圆规是用来画圆或圆弧用的。使用前应先将圆规两腿并拢，调节针尖或铅芯，使针尖上端的小平台与铅芯插腿的尖端对齐。

画圆或圆弧时，将圆规的两腿分开，使两尖端的距离与所要画的圆或圆弧的半径相等，然后把针尖准确地扎入圆心。并按顺时针方向转动圆规画圆或圆弧。转动时，应使圆规略向前进方向倾斜，用力要均匀。

画较大半径圆或圆弧时,应使圆规两腿大致与纸面垂直。当画更大半径的圆或圆弧时,应使用接长杆。

七、分规

分规是用来量取线段长度用的,有时也可以用试分法等分线段或圆弧。使用分规前要使两针尖对齐。

八、点圆规

点圆规用于画直径小于 5 mm 的小圆。画小圆时,先调节好圆规两尖端的距离,把针尖插入圆心处,用食指压住针脚顶端,用中指和拇指转动另一针脚,即可画出所需的小圆,如图 1-6 所示。

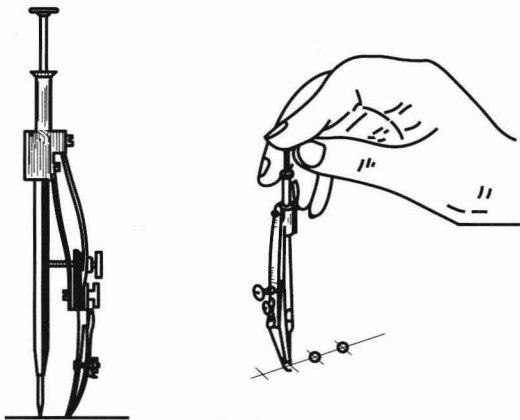


图 1-6 小圆的画法

九、其他绘图工具

绘图时,除了需要上述工具及仪器外,还需要准备一些其他用具,如胶带纸、擦图片、小刷、砂纸等,如图 1-7 所示。擦图片主要用于擦除图纸上多余的或需修改的图线。使用时,将擦图片的孔洞对准要擦去的图线,而把需要保留的图线盖住,然后用橡皮擦拭即可。

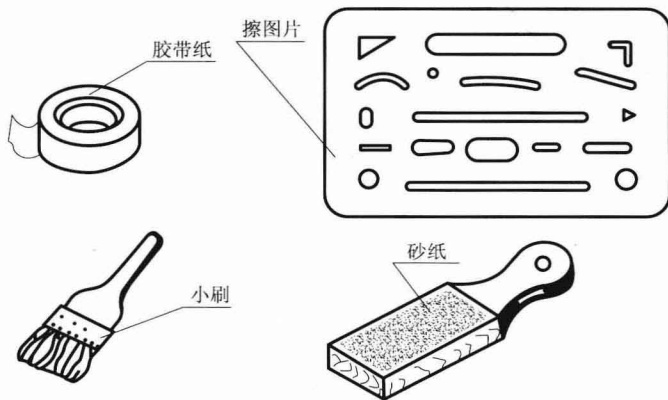


图 1-7 胶带纸、擦图片等

第二节 制图标准简介

土木建筑工程图是表达房屋、桥梁、道路、给水排水、环境工程等土木建筑工程设计的重要技术资料,是施工建造的依据。为了使工程制图规格统一,便于技术交流,作为工程技

术语言的图样，必须用统一的标准，也就是对图样的内容、格式和表达方法作出统一要求，以保证图样画法一致、图面清晰简明。以下我们将介绍我国《技术制图》国家标准中的《图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）》《字体（GB/T 14691—1993）》《比例（GB/T 14690—1993）》等规定的主要内容。各专业图标准详见各专业图章节。

一、图纸的幅面

（一）基本幅面

图纸的幅面是指所画图样占用的图纸边界的大小。为了合理使用图纸和便于装订，国标规定在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

由表 1-1 得知图纸幅面为一矩形线框，以细实线画出。各号图纸幅面的长边尺寸 L 相当于短边尺寸 B 的 $\sqrt{2}$ 倍。A0 号幅面的面积为 1 平方米。A1 号幅面是 A0 号幅面的对裁，其他幅面类推。一般图纸幅面稍小于产品图纸大小。各号图纸的对裁方法见图 1-8。图中的 1 230 × 880 为产品图纸的幅面。

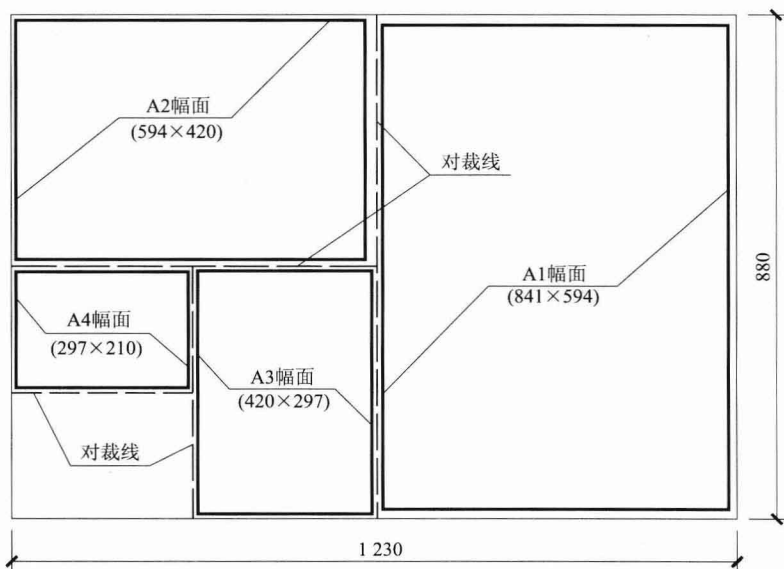


图 1-8 各号图纸幅面对裁图

必要时，也允许按国标的规定加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得到的。国标规定的部分加长幅面的尺寸如表 1-2 所示。如：加长幅面代号为 A3 × 3，其尺寸 $B \times L$ 为 420×891 ，其中 891 即为基本幅面 A3 (420×297) 的短边 297 的 3 倍。其他加长幅面见 GB/T 14689—1993 的规定。

加长幅面的图框尺寸，按所选的基本幅面大一号的图框尺寸确定。如 A3 × 3 的图框尺寸，按 A2 的图框尺寸确定。

表 1-2 加长幅面的尺寸

mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1 189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1 051

(二) 图框

在绘制技术图样时，各号图幅内均要画出图框。图框线用粗实线绘制。图框格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一套图纸只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-9 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

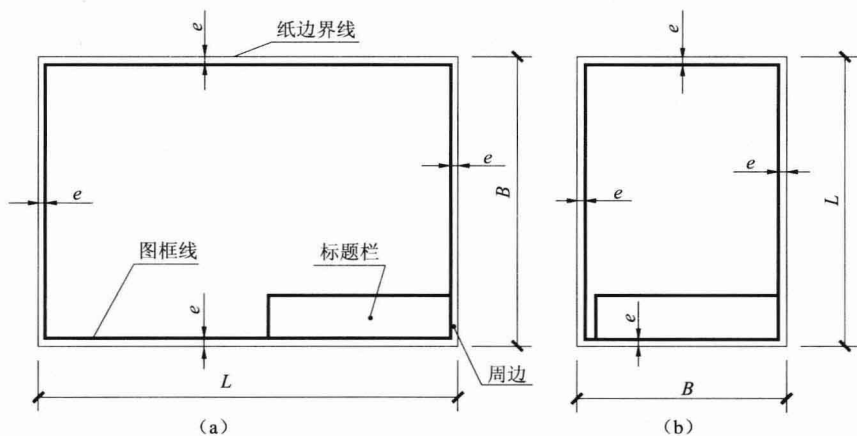


图 1-9 不留装订边的图框格式

(a) 横式；(b) 立式

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-10 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

(三) 标题栏

每张图纸的右下角都必须画有标题栏，简称图标。它是用来填写设计单位、图样名称、图纸编号等内容的。制图标准中规定的标题栏格式如图 1-11 所示。

标题栏的方位是其长边置于水平方向并与图纸长边平行时，则构成图 1-9 和图 1-10 中的横式格式。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成图 1-9 和图 1-10 中的立式

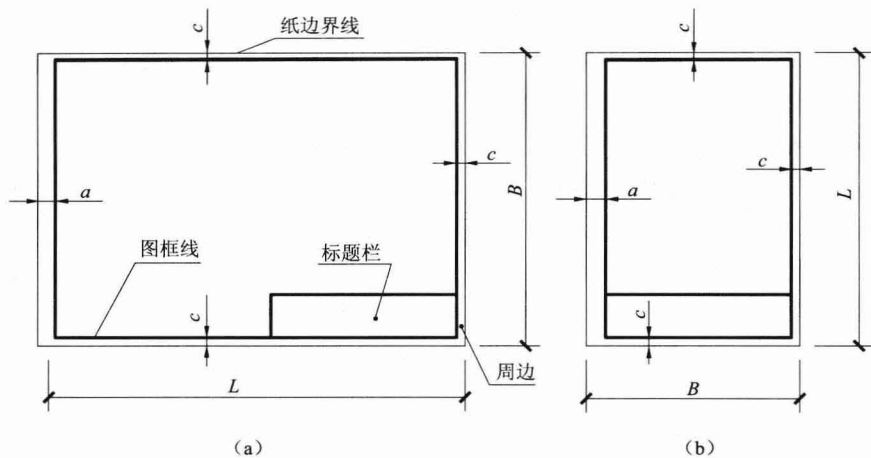


图 1-10 留有装订边的图框格式

(a) 横式; (b) 立式

格式。标题栏的格式分区及尺寸也可根据需要自行确定。

在制图作业中, 根据教学需要建议采用图 1-12 所示标题栏格式。



图 1-11 国标规定的标题栏格式

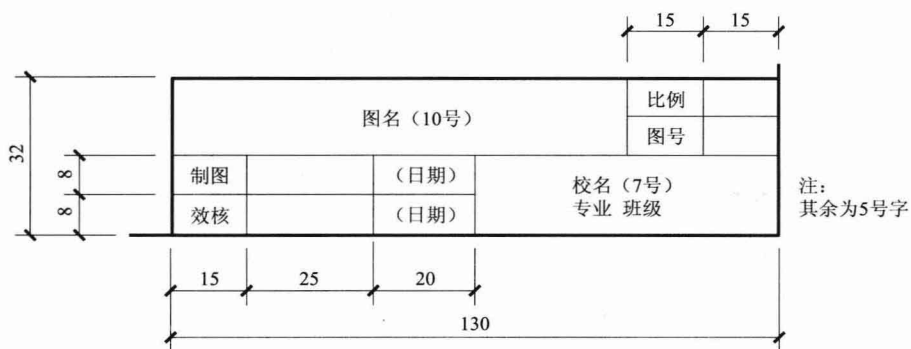


图 1-12 教学用标题栏参考格式

二、图线









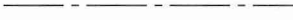





(一) 线型与线宽

在绘制土建工程图时, 为了表明图中的不同内容, 并且能使图样主次分明, 必须使用不同

线型和不同线宽的图线。土建图中的图线采用《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2001）中的有关规定进行绘制，如表 1-3。其中每种线型都有三种不同的线宽。绘制时所用线型要符合表 1-3 的规定。图中的图线宽度 b ，应从下列线宽系列中选取：0.13 mm，0.18 mm，0.25 mm，0.35 mm，0.5 mm，0.7 mm，1.0 mm，1.4 mm，2.0 mm。图 1-13 示出了楼梯间平面图中所采用的各种线型及相对线宽的情况。在同一图样中，同类图线的宽度应一致。每个图样应根据其复杂程度与比例大小，先确定基本线宽 b ，再选用表 1-4 中对应的线宽组。

图线线型及宽度关系的具体用途，各专业不同，应按照有关专业的制图标准的规定来选用。图纸的图框线、标题栏外框线及分格线，采用表 1-5 规定的线宽。

表 1-3 图线

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
点画线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线等
双点画线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见有关专业制图标准
	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	

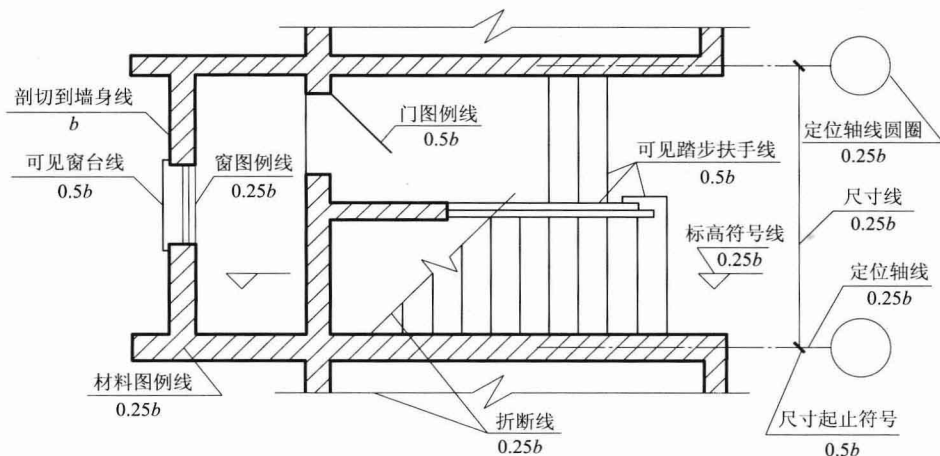


图 1-13 线型、线宽的使用实例

表 1-4 线宽组

mm

线宽比	线宽组					
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	—	—

表 1-5 图框线、标题栏线的宽度

mm

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

(二) 图线的画法要求

(1) 虚线、点画线或双点画线的线段长度和间隔，宜各自相等，不受线宽的限制，这三种线型的线段长度和间隔长度如图 1-14 所示，各种线型起止两端应为线段而不应为点。

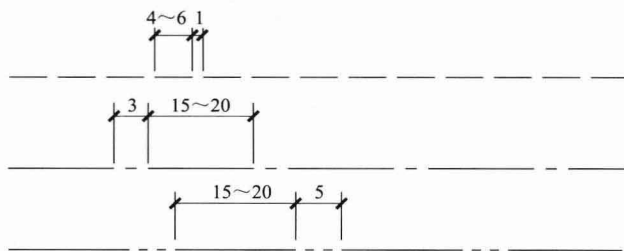


图 1-14 非连续线的线段长度与间隔

(2) 实线与实线相连接处应准确，不可偏离和超出；虚线及点画线当各自本身相交、相接时，以及分别与其他图线相交、相接时，相交与相接处均应为线段，不应是间隔或点；当虚线为实线的延长线时，虚线不得与实线连接，应留有空隙。以上各种情况，如图 1-15 所示。

当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧要画到切点，而直虚线在切点处要留有空隙；

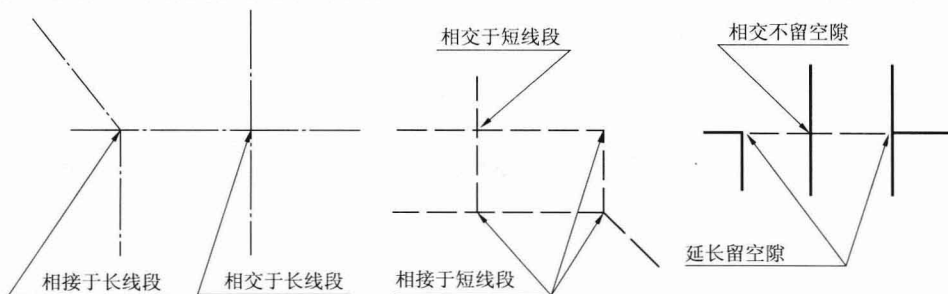


图 1-15 图线画法 (一)

当点画线用来作轴线或中心线时，应适当超出图形轮廓线 2~3 mm，当点画线在较小图形中绘制有困难时，可用细实线代替。如图 1-16 所示。

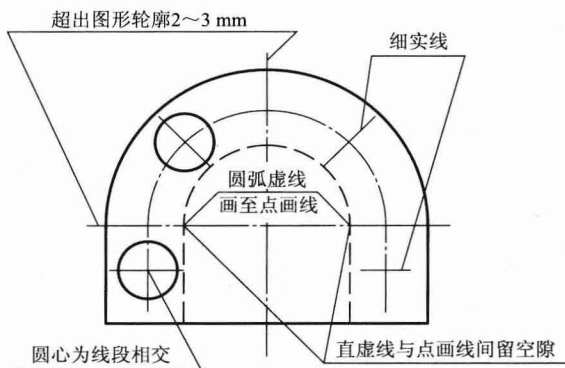


图 1-16 图线画法 (二)

三、字体

图纸上所需书写的文字、数字或符号等，均应笔画清晰、字体端正、排列整齐，标点符号清楚正确，用铅笔或墨水钢笔书写。若工程图中的字体潦草，易造成误解，给生产和施工带来损失。

字体高度的尺寸系列为：1.8 mm，2.5 mm，3.5 mm，5 mm，7 mm，10 mm，14 mm，20 mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度就是字体的号数。

(一) 汉字

工程图样上的汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。即长仿宋体字高与字宽的比例为 $1:(1/\sqrt{2})$ ，约为 1:0.7。常用长仿宋体字的字高和字宽列于表 1-6。

表 1-6 长仿宋体字的高宽关系

mm

字 高	20	14	10	7	5	3.5	2.5
字 宽	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8

长仿宋体字的书写特点：

(1) 笔法特点：粗细一致、笔画挺劲、起落有笔锋。笔画的宽度约为字高的 1/14。运笔时，注意有起有落、横平竖直、顿挫楞角、一笔完成。基本笔画的写法如表 1-7 所示。

表 1-7 长仿宋体字基本笔画的写法

笔画	横	竖	撇	捺	点		挑	钩	折
形状	一	丨	丿	㇏	丶	、	㇀	亅	𠃍
笔序									

(2) 写字要领：书写长仿宋体字时，应先按照字号规格，打好长方形的框格稿线，框格之间的字距与行距，参考图 1-17。

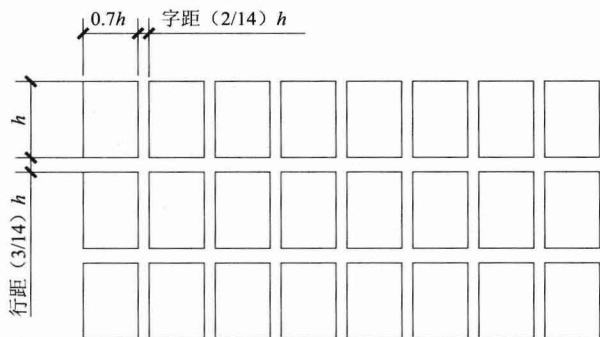


图 1-17 汉字框格稿线的画法

写字的要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

在框格内写字时，可根据字形的不同字体结构，将笔画在框格内合理布局，如图 1-18 (a) 示出了几种典型的字体结构的布局方式。还要处理好外框线适当“退缩”的情况，如图 1-18 (b) 所示。

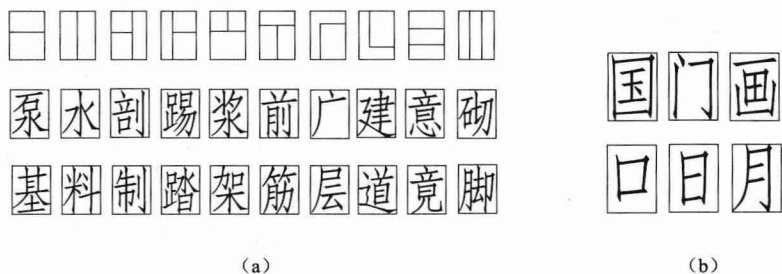


图 1-18 汉字与框格稿线的关系

(a) 在框格内合理布局；(b) 与外框线适当“退缩”

长仿宋体字例见图 1-19。

(二) 字母与数字

写在工程图中的字母和数字都是黑体字，即粗细一致，不显笔锋。字母和数字分 A 型和 B 型。两种字形完全相同，只是笔画宽度不同。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十四分之一，B 型字体的笔画宽度 (d) 是字高 (h) 的十分之一。在同一图样上，只允