



普通高等教育“十三五”系列教材

工程制图

樊培利 樊振旺 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十三五”系列教材

工程制图

樊培利 樊振旺 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书结合工程实际和制图课程的教学特征,注重“基础理论教学以应用为目的,以必需和够用为适度,以掌握、强化应用和培养技能为重点”。全书采用我国最新技术制图标准、水利水电工程制图标准、机械制图标准和建筑制图标准。本书共十二章,内容包括制图的基本知识,点、直线、平面的投影,立体的投影,轴测图,立体表面的交线,组合体,图样画法,标高投影,房屋建筑图,水利工程图,机械图和园林工程图。

本书适用于高职高专各工程类专业,特别适用于测绘工程、机电工程、土木工程、水利工程和园林工程等专业使用;也可作为计算机应用专业、工程技术人员和自学者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 樊培利, 樊振旺编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016. 8
普通高等教育“十三五”系列教材
ISBN 978-7-5170-4712-4

I. ①工… II. ①樊… ②樊… III. ①工程制图—高等职业教育—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第216722号

书 名	普通高等教育“十三五”系列教材 工程制图 GONGCHENG ZHITU
作 者	樊培利 樊振旺 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.25印张 362千字
版 次	2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本书是按照教育部对高职高专教育工程图学课程教学的基本要求和相关专业课程标准,结合我们多年来工程图学课程教学改革和建设的成果及经验编著而成的。

本书结合工程实际和制图课程的教学特征,注重“基础理论教学以应用为目的,以必需和够用为适度,以掌握、强化应用和培养技能为重点”。本书在编写过程中,以学生能力培养为主线,体现出实用性、实践性、创新性的特色,是一套理论联系实际、教学面向生产的实用教材。

全书采用我国最新技术制图标准、水利水电工程制图标准、机械制图标准和建筑制图标准。力求使图样规范化标准化,在内容上注重扩大知识面;力求综合运用基本理论和知识,以解决工程实际问题。

本书突出高等职业技术教育的特点,为适应教学改革的要求,书中不过分强调理论,而更加注重结合工程实例。注重对内容删繁就简,降低了一些知识点的教学要求,使教材更适合学生的认知水平。书中还注重基本概念、基本理论和基本作图方法在解决实际工程问题中的应用,以强化学生工程意识的培养。

全书共分十二章,内容包括制图的基本知识,点、直线、平面的投影,立体的投影,轴测图,立体表面的交线,组合体,图样画法,标高投影,房屋建筑图,水利工程图,机械图和园林工程图。

本书由山西水利职业技术学院樊培利编写第一~十章,樊振旺编写第十一章和第十二章,临猗县住建局樊培超参编了第九章和第十二章,运城市水利工程建设局丁秋菊参编了第十章。全书由樊振旺负责统稿,王启亮教授担任主审。

由于本次编写时间仓促,书中难免存在缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。

编者

2016年8月

目 录

前言

绪论	1
第一章 制图的基本知识	3
第一节 常用制图工具	3
第二节 基本制图标准	6
第三节 几何作图	19
第四节 平面图形的分析	23
第五节 绘图步骤与方法	24
第二章 点、直线、平面的投影	26
第一节 投影方法	26
第二节 投影的基本特性	28
第三节 物体的三视图	29
第四节 几何元素的投影特性	34
第三章 立体的投影	38
第一节 平面体	38
第二节 曲面体	42
第三节 简单体	46
第四章 轴测图	48
第一节 轴测投影的基本知识	48
第二节 正等测图的画法	50
第三节 斜二测图的画法	57
第四节 轴测图的选择	59
第五章 立体表面的交线	63
第一节 立体表面取点	63
第二节 截交线	67
第三节 相贯线	77

第六章 组合体	85
第一节 组合体的形体分析	85
第二节 组合体视图的画法	87
第三节 组合体的尺寸标注	91
第四节 组合体视图的识读	94
第七章 图样画法	101
第一节 视图	101
第二节 剖视图	104
第三节 断面图	110
第四节 剖视图和断面图的识读	113
第五节 第三角投影简介	115
第八章 标高投影	117
第一节 点、直线、平面的标高投影	117
第二节 曲面的标高投影	125
第三节 工程建筑物的交线	129
第九章 房屋建筑图	135
第一节 概述	135
第二节 建筑施工图	138
第三节 建筑施工图的表达与识读	147
第十章 水利工程图	155
第一节 柱面和锥面	155
第二节 渐变面	156
第三节 扭曲面	157
第四节 水工图的分类及特点	159
第五节 水工图的表达方式	162
第六节 水工图的尺寸注法	167
第七节 水工图的识读	171
第八节 水工图的绘制	182
第九节 钢筋图	183
第十一章 机械图	187
第一节 概述	187
第二节 螺纹及螺纹紧固件的画法	188
第三节 零件图	196
第四节 装配图	203
第十二章 园林工程图	206
第一节 透视的基本知识	206

第二节	鸟瞰图的绘制·····	215
第三节	园林设计平面图的绘制与识读·····	218
第四节	地形设计图的绘制与识读·····	222
第五节	园林植物种植设计图的绘制与识读·····	224
附录 I	总平面图图例 (摘自 GBJ 103—87) ·····	229
附录 II	《风景园林图例图示标准》(CJJ 67—1995) 植物部分 ·····	230
附录 III	《风景园林图例图示标准》(CJJ 67—1995) 山石部分 ·····	233
参考文献	·····	234

绪 论

一、本课程的研究对象

本课程的研究对象是工程图样。工程图样是根据画法几何的原理,按照制图标准和制图方法绘制而成的,它能准确表达工程建筑物的形状、大小、材料和构造及有关的技术要求等内容,它是工程技术人员用以表达设计意图、组织生产施工、进行技术交流的重要技术文件,也是工程造价预算和竣工验收时最重要的依据。因此,工程图样被喻为“工程技术语言”。

二、本课程的基本内容

本课程的主要内容可分为制图基本知识、画法几何和专业制图三大部分。制图基本知识主要是学习国家制图标准;画法几何是以投影法为基础,研究三维空间几何问题的图示法和图解法,简单地说,画法几何就是投影制图;专业制图则是以投影作图的原理和制图的基本知识,把工程建筑物绘制成符合标准的工程图样。为使學生能够具备绘制和阅读工程图样的技能,特别提出如下几点要求:

(1) 基本知识(第一章)——要求掌握绘图工具和仪器的使用,熟悉国家制图标准的基本规定,掌握常用的几何作图方法。

(2) 投影制图(第二~八章)——要求掌握正投影的基本原理和各种图示方法,初步掌握轴测投影和标高投影的基本方法。

(3) 专业制图(第九~十二章)——要求掌握绘制和阅读常见的各种工程图的基本技能,了解不同工程图的图示特点和阅读方法。

三、本课程的主要性质

本课程是一门系统理论独特和实践性很强的技术基础课。它既强调投影理论又注重动手能力,它不仅要求掌握绘图的基本方法,还特别强调以制图标准为准绳。在学习的过程中应注意以下几点:

(1) 投影制图是本课程的核心部分,是制图的基本理论,必须通晓。只有通晓投影的基本理论,才能不断提高自己的投影图示能力和空间想象能力。

(2) 国家制图标准的基本规定,是制图的准绳,必须遵照。只有严格按制图标准作图,才能使工程图样真正成为可交流的技术文件。

(3) 本课程的各种训练是通过一系列的练习和作业来实现的,必须多练。只有认真作图,按时完成作业,才能收到良好的效果。

(4) 专业制图是所学知识在工程实践中的具体应用, 必须掌握。只有掌握了工程图样的绘制和阅读, 才能真正成为工程界的技术工作者。

(5) 专业图涉及内容较多, 必须多看。只有结合后续课程的学习, 多看一些实际工程, 不断提高读图能力, 才能真正成为面向未来的有用型人才。

第一章 制图的基本知识

制图主要是培养绘制和阅读工程图样的能力。首先必须了解制图的基本知识，掌握制图工具的使用方法，熟悉基本制图标准和绘图的基本方法。

第一节 常用制图工具

“工欲善其事，必先利其器”。只有具备必要的绘图工具，并掌握正确的使用方法，才能提高绘图的速度和质量。

一、图板和丁字尺

(1) 图板。图板用来固定图纸及作为丁字尺的导边。如图 1-1 所示，图板四周镶以平直的硬木条或铝边，防止图板变形，并可作为丁字尺的导边。图板有大小不同的规格，常用的规格有 A0、A1、A2 等，用时可根据需要进行选择。校用一般为便携式，设计室一般固定在制图架上。使用时应注意保持工作边的平直和板面的整洁，切勿损坏板面。

(2) 丁字尺。丁字尺主要用于画水平线和作为三角板的导边。丁字尺由尺头和尺身两部分组成，材料为有机玻璃，如图 1-1 所示。丁字尺有各种规格，一般与图板配套使用。常见的丁字尺有固定式和活动式两种。使用时应将尺头紧靠图板左侧导边，左手握尺头，右手推动尺身，上下滑动，画水平线时将尺身上边缘对准所要画线的位置，笔尖紧靠尺身，笔杆略向右倾斜，从左往右匀速画线，如图 1-2 所示。

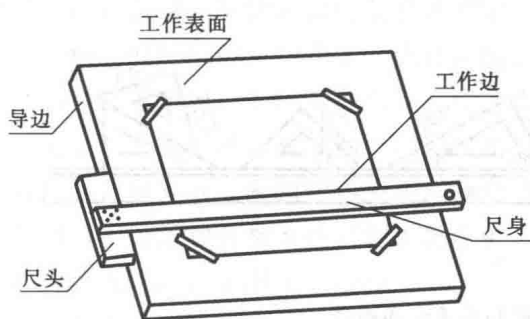


图 1-1 图板和丁字尺

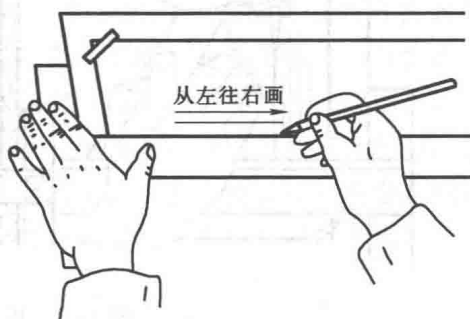


图 1-2 用丁字尺画水平线

二、铅笔和三角板

(1) 铅笔。铅笔用来绘制工程图样中不同型式的线条和注写文字。绘图铅笔的铅芯有

软硬之分,用B和H表示。B、2B、…、4B等,前面的数字越大表示铅芯越软且色越浓黑;H、2H、…、4H等,前面的数字越大表示铅芯越硬且色越浅淡;HB介于软硬之间。绘图时常用H或2H的铅笔画底稿,用HB或B的铅笔加深底稿,用H或F(硬度介于H、HB之间)的铅笔写字。削铅笔时应保留标号,以便识别铅芯的软硬度。被削去的笔杆长度约25~30mm,露出的铅芯长度约6~8mm,一般削成圆锥形,加深粗实线的铅笔芯应研磨成扁平形,如图1-3(a)所示。使用铅笔画线时,笔杆轴线与画线方向所构成的平面与纸面垂直,匀速前进,并向画线方向倾斜约 30° ,如图1-3(b)所示。



图1-3 铅笔削法及用法

(2) 三角板。两块为一副,其中一块的三个角分别为 30° 、 60° 、 90° ,另一块的两个角分别为 45° 、 45° 、 90° ,用塑料或有机玻璃制成。其用途有三个方面:

1) 与丁字尺配合画铅垂线。所有铅垂线,不论长短,都可用三角板和丁字尺配合画出,如图1-4所示。

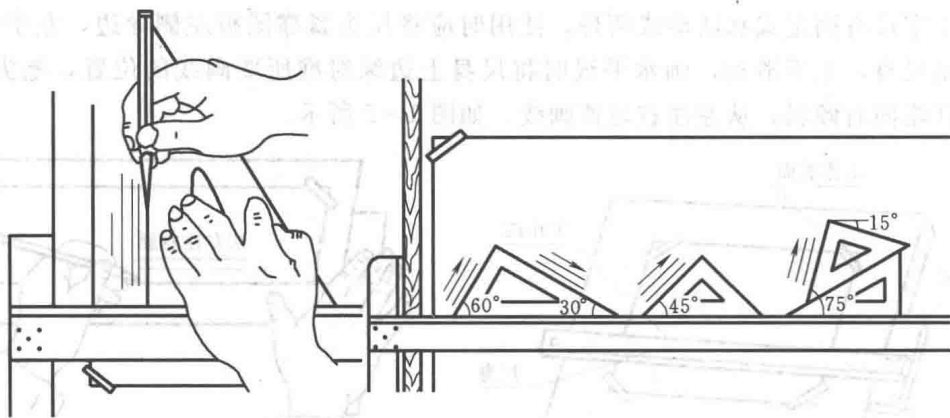


图1-4 用三角板画铅垂线和斜线

2) 与丁字尺配合画 15° 倍角的斜线。一副三角板与丁字尺配合使用,可画出与水平线分别成 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等角度的斜线,如图1-5所示。

3) 两块三角板配合画任意直线的平行线或垂直线。画线时其中一块三角板起定位作用,另一块三角板沿其定位边移动并画直线,如图1-6所示。

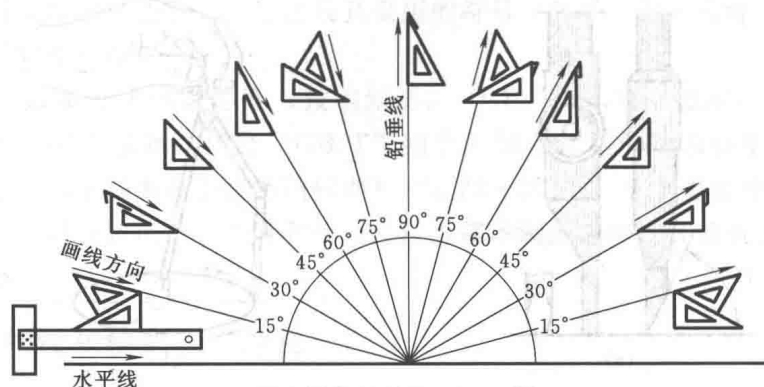


图 1-5 三角板与丁字尺配合画 15°倍角的斜线

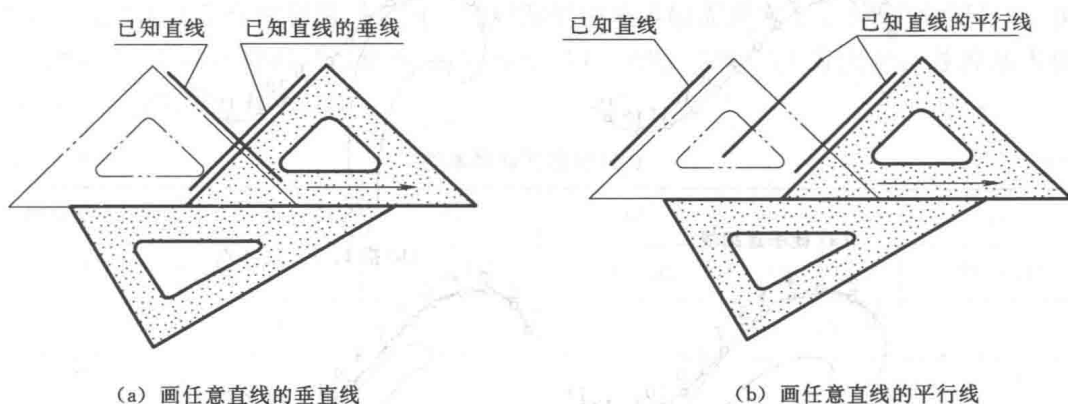


图 1-6 两块三角板配合使用

三、圆规和曲线板

(1) 圆规。圆规是用于画圆及圆弧的。圆规一条腿下端装有带锥形台肩的钢针，用于定圆心，这种台肩式钢针画圆时扎孔深度约 0.5mm，圆规的另一条腿端部是可拆卸换装的铅芯插脚、鸭嘴插脚或针管笔、钢针插脚，分别绘制铅笔图、墨线图 and 作为分规来等分线段，延伸杆用于加长所画圆的半径。铅芯在画底稿时，应磨成截头圆柱或圆锥形，加深底稿时应削磨成扁平形。在画圆之前要校正铅芯与钢针的位置，即圆规两腿合拢时，铅芯要与钢针的台肩平齐。画圆时，先用圆规量取所画圆的半径，左手食指将针尖导入圆心位置，再用右手拇指和食指捏住圆规顶部手柄，顺时针方向旋转，速度和用力要均匀，并向前进方向自然倾斜，如图 1-7 所示。

(2) 曲线板。曲线板用于画非圆曲线，多用塑料或有机玻璃制成。用曲线板画曲线时，首先用几何作图方法定出曲线上一系列点，并徒手轻轻地用铅笔将各点用细实线连成曲线，如图 1-8 (a) 所示，然后在曲线板上选择与曲线吻合的部分，尽量多吻合一些点（不少于三个点），从起点到终点按顺序分段描绘。描绘时应将吻合段的末尾留下一段暂不描绘，待下一段描绘时重合，以使曲线连接光滑，如图 1-8 (b)、(c)、(d) 所示。

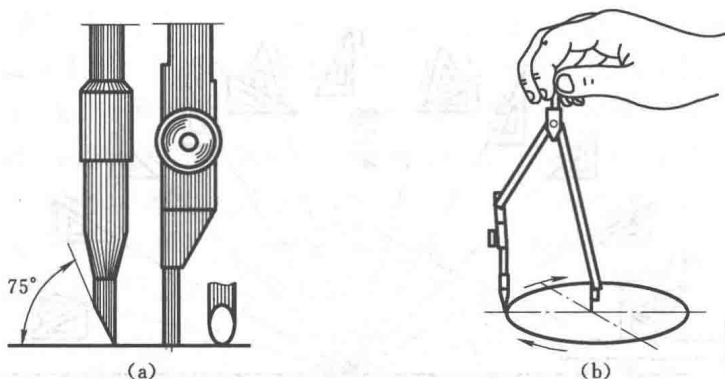


图 1-7 圆规的使用方法

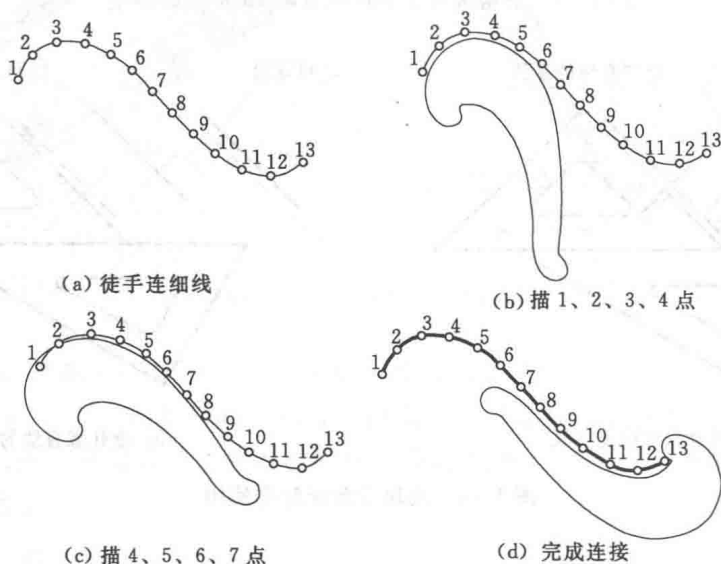


图 1-8 曲线板的用法

四、橡皮擦和擦图片

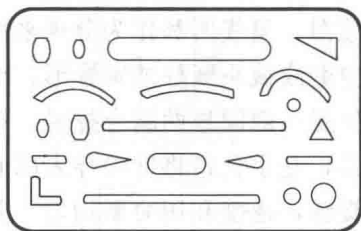


图 1-9 擦图片

(1) 橡皮擦。可分为擦拭铅笔线用和擦拭墨线用两种，在绘图过程中，橡皮擦是不可缺少的消耗品，它是用来擦拭画错、多余线条或其他内容，经常配合擦图片使用。

(2) 擦图片。由金属或塑料薄片制成，用来修改图中的错误。如图 1-9 所示，使用时，可用擦图片来掩盖需要的图线，将空格对准绘错或多余的图线，用橡皮擦去多余的线而保护其他部分的图线。

第二节 基本制图标准

图样是工程界的技术语言，为了便于生产和进行技术交流，使绘图和看图有一个共同

的准则，必须对图样的画法、尺寸注法及其采用的符号（代号）等，有统一的规范，这个统一的规范就是制图标准。

我国于 1999 年颁布了国家标准《技术制图》（GB/T 17451—1998），国家标准简称“国标”，用代号“GB”表示。代号“GB/T”则表示推荐使用的国家标准。2013 年水利部颁布了行业标准《水利水电工程制图标准》（SL 73—2013）。本节主要介绍图幅和图框、标题栏和会签栏、图线和比例、字体和尺寸注法等基本制图标准，其他有关标准将在后续章节中逐步介绍。

一、图纸幅面和格式、标题栏

1. 图幅

图纸幅面简称为图幅，即图纸的大小、规格。用图纸的短边×长边= $B\times L$ 表示。为了便于图纸的保管和合理利用，制图标准对图纸的基本幅面规定了 5 种不同的尺寸，见表 1-1。由表 1-1 可以看出，图纸幅面以 A0、A1、A2、A3、A4 为代号，各种基本图幅之间的关系，如图 1-10 所示。

表 1 - 1			基本幅面及图框尺寸			单位: mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	
e	20		10			
c	10			5		
a	25					

图幅在应用中，面积不够大时，根据要求允许在基本幅面的短边成整数倍加长，具体尺寸可参看有关的制图标准。

2. 图框

图框是图纸上限定绘图区域的线框，以便确定绘图范围。图形只能绘在图框以内。图框线应用粗实线绘制，粗实线（代号 b ）宽度见图线的规定。图框的格式有两种：

（1）非装订式。该格式在采用先进的绘图、晒图设备时，对绘图、复制、折叠、保管和使用都十分方便，应优先选用，如图 1-11 所示。

（2）装订式。该格式是附加装订边以满足使用上的习惯，如图 1-12 所示。图纸在使用中，一般是 A4 图幅长边置于垂直方向，其他图幅长边置于水平方向，如图 1-11 和图 1-12 所示。

注意：有时为使图样复制和缩微摄影时定位方便，可在图纸各边中点处画约 5mm 长的对中粗实线。

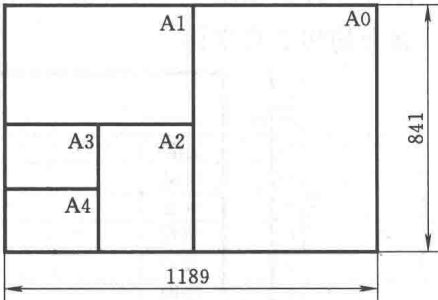


图 1-10 各种基本图幅的关系

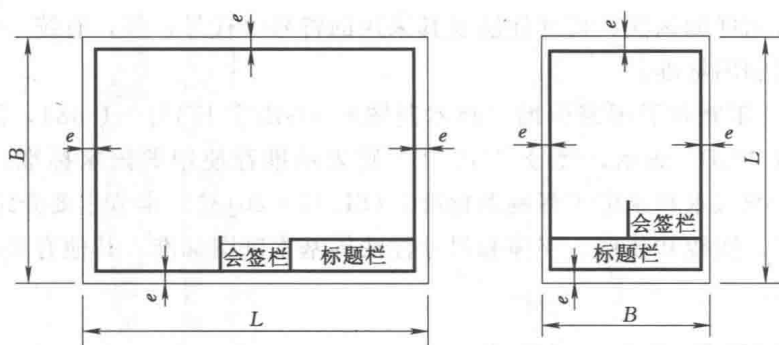


图 1-11 非装订式

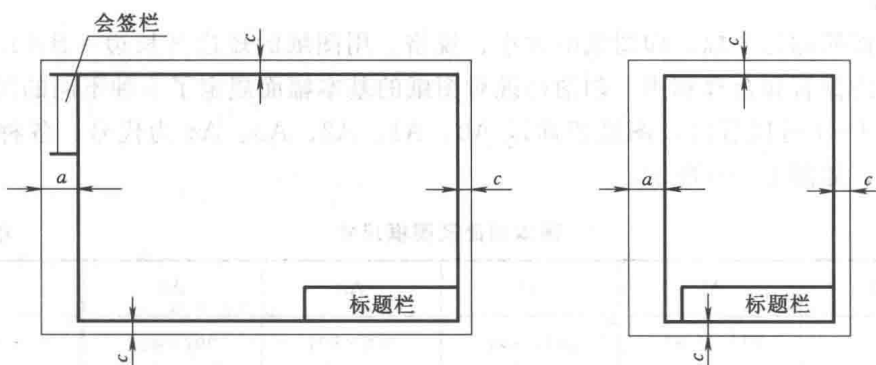


图 1-12 装订式

3. 标题栏和会签栏

(1) 标题栏是图样的重要内容之一，每张图纸都必须画出标题栏。图样中的标题栏（简称图标）应放在图纸右下角。标题栏的外框线为粗实线，标题栏的分格线为细实线。A0、A1 图幅可采用图 1-13（a）所示标题栏；A2~A4 图幅可采用图 1-13（b）所示标题栏。

标题栏中的字体，应按国标规定书写。校内作业建议采用图 1-14（a）所示的标题栏，涉外工程采用图 1-14（b）所示的标题栏，图名不超过 10 号字体，校名用 7 号字体，其余均用 5 号字体。

64

15

7

7

7

7

7

7

7

7

(单位名称)						
批准			(工程名)		(设计阶段) 设计	
核定					(专业大类) 部分	
审查			(图名)			
核校						
设计			比例			
制图						
设计证号			图号		日期	

20

35

15

20

35

20

35

180

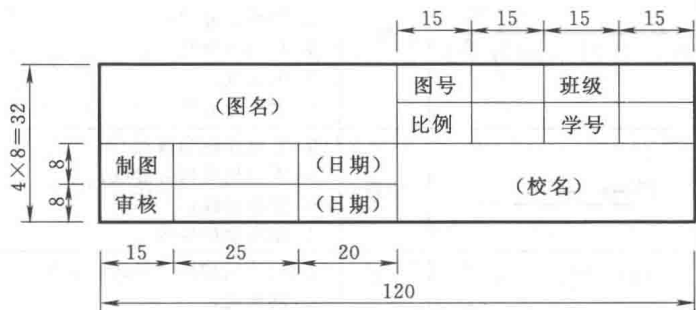
(a) A0、A1 幅面标题栏

图 1-13（一） 标题栏格式、内容、尺寸

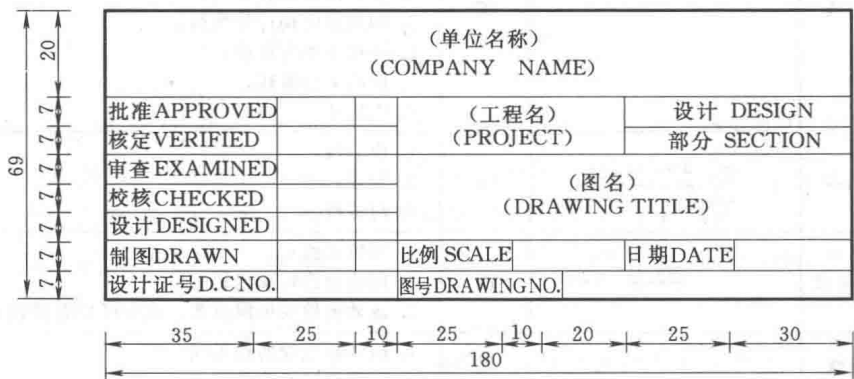


(b) A2~A4幅面标题栏

图 1-13 (二) 标题栏格式、内容、尺寸



(a) 作业用标题栏



(b) 涉外工程图标题栏

图 1-14 标题栏实例

(2) 会签栏如图 1-15 所示, 会签栏是供各种设计负责人签署单位、姓名和日期的表格, 内容、格式及尺寸应按该图式样绘制。会签栏的位置如图 1-11 和图 1-12 所示。不需会签的图纸, 可不设会签栏。

二、图线

(一) 图线及其应用

为了使图样中所表达的内容主次分明, 制图标准规定应采用各种不同型式和不同粗细

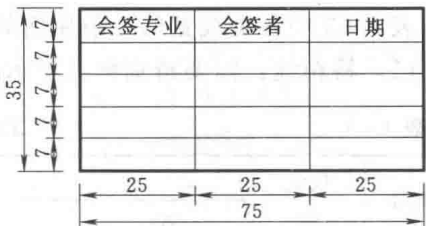


图 1-15 会签栏

的线，分别表示不同的意义和用途，绘图时必须遵照这些规定。常用的几种线型的形式和用途见表 1-2。从表中可看出图线的宽度分为粗（ b ）、中（ $0.5b$ ）、细（ $0.25b$ ），其宽度比率为 4 : 2 : 1。

粗实线的宽度用 b 表示，应根据图形的大小和复杂程度，在 0.5~2.0mm 系列中选用。常用的 b 值为 0.7mm，其他各种线型的粗细，均以粗实线的宽度 b 值按比率进行计算。具体要求参看表 1-2。

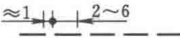
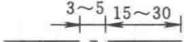
表 1-2		图 线		单位：mm
序号	图线名称	线型	线宽	一般用途
1	粗实线		粗	1. 可见轮廓线； 2. 钢筋； 3. 结构分缝线； 4. 材料分界线； 5. 断层线； 6. 岩性分界线
2	虚线		中粗	1. 不可见轮廓线； 2. 不可见结构分缝线； 3. 原轮廓线； 4. 推测地层界线
3	细实线		细	1. 尺寸线和尺寸界线； 2. 剖面线； 3. 示坡线； 4. 重合剖面的轮廓线； 5. 钢筋图的构件轮廓线； 6. 表格中的分格线； 7. 曲线上的素线； 8. 引出线
4	点画线		细	1. 中心线； 2. 轴线； 3. 对称线
5	双点画线		细	1. 原轮廓线； 2. 假想投影轮廓线； 3. 运动构件在极限位置；或中间位置的轮廓线
6	波浪线		细	1. 构件断裂处的边界线； 2. 局部剖视的边界线
7	折断线		细	1. 中断线； 2. 构件断裂处的边界线

表 1-3 中各类线宽的一般用途如下：
(1) 特粗线：需要特别醒目显示的线条。

表 1-3		工程图样中常用的图线				
线宽号	线宽 /mm	图幅				
		A0	A1	A2	A3	A4
7	2.0	特粗线	特粗线			
6	1.4	加粗线	加粗线	特粗线	特粗线	
5	1.0	粗线 (b)	粗线 (b)	加粗线	加粗线	特粗线