

0 绪 论

0.1 工程制图发展概述

自从有了人类活动,在语言和文字出现之前,图形就成为人们进行思想交流的有效工具。在长期的农业生产实践过程中,人类逐渐学会制造劳动工具、建造各类建筑物,并用图形记录 and 表达意图。随着工业生产的发展,工程图样的表达也得以充实和发展。

据考古发现,我国在新石器时代(约一万年以前),人们就能绘制一些几何图形来表达思想,已具有简单的图示能力。在春秋战国时期《墨子·法仪》中,已有“为方以矩,为圆以规,直以绳,衡以水,正以锤”的记载。其中“矩”是直角尺,“规”是圆规,“绳”是用以弹线的墨绳,“水”是用水面来衡量水平方向的仪器,“锤”是用绳悬挂重锤来保证铅垂方向的工具。在河北省平山县出土的距今有 2 400 年历史的中山王墓中,已有在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,该图用 1 : 500 的正投影法绘制并标注了尺寸。宋代李诫于公元 1100 年成书的《营造法式》中有约 570 幅图,呈现了我国古代建筑技术、艺术和制图的辉煌成就。图 0-1 为《营造法式》中的一幅运用正投影法绘制的图样。之后,宋代苏颂所著的《新仪象法要》,元代薛景石所著的《梓人遗制》、王祯所著的《农书》,明代宋应星所著的《天工开物》等书中均有大量的工农业所用工具和设备的图样。

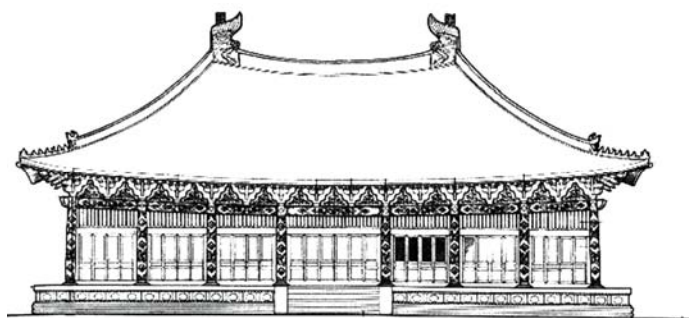


图 0-1 《营造法式》中的工程图样示例

1795 年法国科学家加斯帕·蒙日出版了《画法几何》一书,提出用多面正投影图来表达空间形体,从而为画法几何奠定了理论基础。之后各国学者不断地在投影变换、轴测投影和其他方面提出新的理论和方法,逐渐发展和完善了该学科。

0.2 本课程的性质和任务

本课程是工程造价及相关专业的一门必修的技术基础课,主要研究空间几何问题和绘制、阅读工程图样的基本理论和方法。工程图样是工程技术人员交流思想、指导生产的的重要工具。

本课程的内容主要包括画法几何、制图基础、专业图三个部分。其中画法几何是工程图样绘制的理论基础,要求学生通过学习正投影法基本原理,掌握正投影法表达空间形体的基本理论和方法,培养绘制和识读空间形体投影图的能力;制图基础主要介绍仪器绘图的方法,要求学生熟悉、贯彻国家相关制图标准,掌握工程形体投影图的画法、读法;专业图部分以工程应用为目的,介绍土木工程专业图的图示内容和特点,要求学生通过学习能掌握绘制和识读中等复杂程度的土木工程专业图。

本课程的主要任务:

- (1) 培养空间想象能力。
- (2) 培养图示和图解的初步能力。
- (3) 学习和贯彻工程制图的有关国家标准,培养阅读中等难度工程图样的能力。
- (4) 培养认真负责的工作态度和严谨的工作作风。

0.3 本课程的学习方法

本课程是一门理论严谨、实践性强、与实际工程联系很紧密的课程,在学习中除了要认真听课外,课后及时复习和认真独立地完成一定量的绘图和读图作业是很关键的。在平时不断地练习中培养由物画图和由图想物的能力。在专业图的识读练习中增强工程意识,熟悉国家制图标准,提高识图的能力。

1 制图的基本知识

【学习要点】

- (1) 了解和熟悉常用制图工具的使用；
- (2) 掌握图线、字体的绘制和书写；
- (3) 对平面图形分析并掌握尺寸标注的基本要素；
- (4) 对平面绘图有初步认识。

本章主要介绍制图工具的正确使用方法、有关制图规定、常用的几何作图方法等内容。

1.1 常用制图工具

工程图样的手工绘制是通过制图工具来完成的。正确使用和维护制图工具，既能保证图样的质量，又能提高绘图速度。常用的制图工具有：图板、丁字尺、三角板、圆规、比例尺、曲线板和制图模板等，如图 1-1 所示。

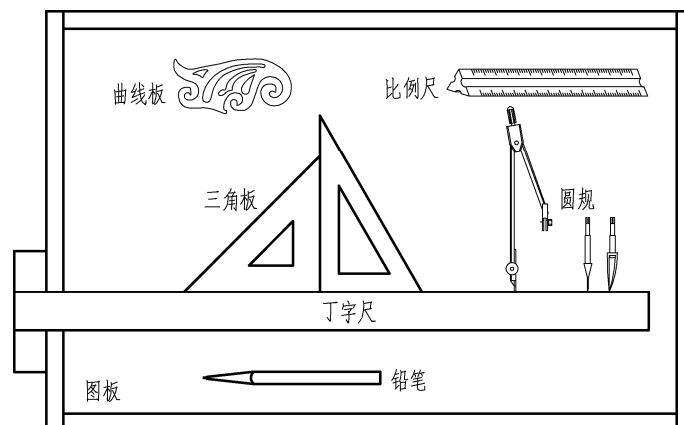


图 1-1 常用制图工具

1.1.1 图板与丁字尺

1. 图 板

图板主要用于固定图纸。图板选用要求：表面是光滑、平整、洁净的两块三合板，四边是平直的硬木条，短边为图板的工作边。绘图时，应与丁字尺配合，将图纸固定在图板中部略偏左上方的位置，如图 1-2 所示。

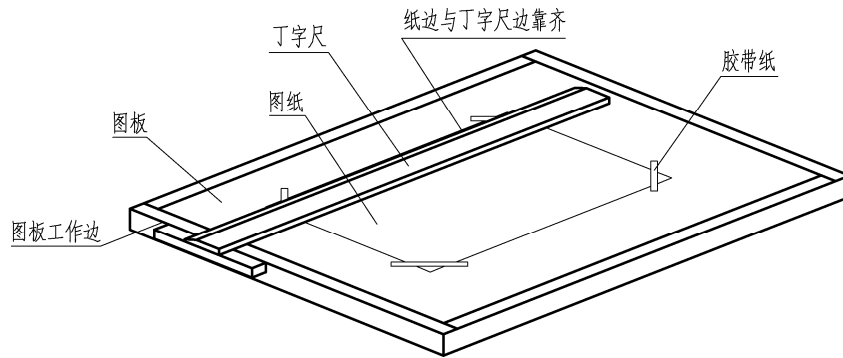


图 1-2 图纸的固定方法

2. 丁字尺

丁字尺主要用于画水平线，由尺头和尺身组成，尺身带刻度的一侧为工作边。使用时，应将尺头内侧紧靠图板的工作边，左手握尺头，右手扶尺身，上下滑动将尺身工作边对准所要画线的位置，左手按住尺身，右手持铅笔沿丁字尺工作边自左向右画线，如图 1-3 所示。

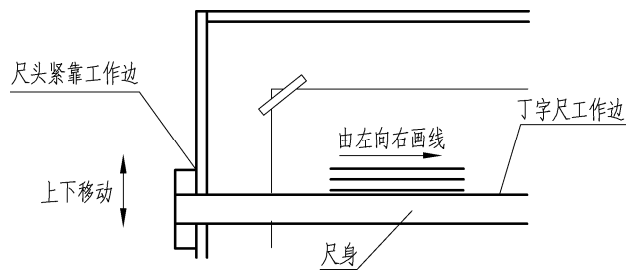


图 1-3 丁字尺的使用方法

1.1.2 三角板

一副三角板由 45° 和 30° (60°) 两块直角板组成。三角板常与丁字尺配合使用，可以画垂直线、 15° 倍角的斜线、已知直线的平行线与垂直线。

1. 与丁字尺配合画垂直线

画线时，三角板放在图线的右边，左手按住丁字尺和三角板，右手持铅笔，自下而上画铅垂线，如图 1-4 (a) 所示。

2. 与丁字尺配合画 15° 倍角的斜线

画法如图 1-4 (b) 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，另一块三角板沿定位边移动并画直线，如图 1-4 (c) (d) 所示。

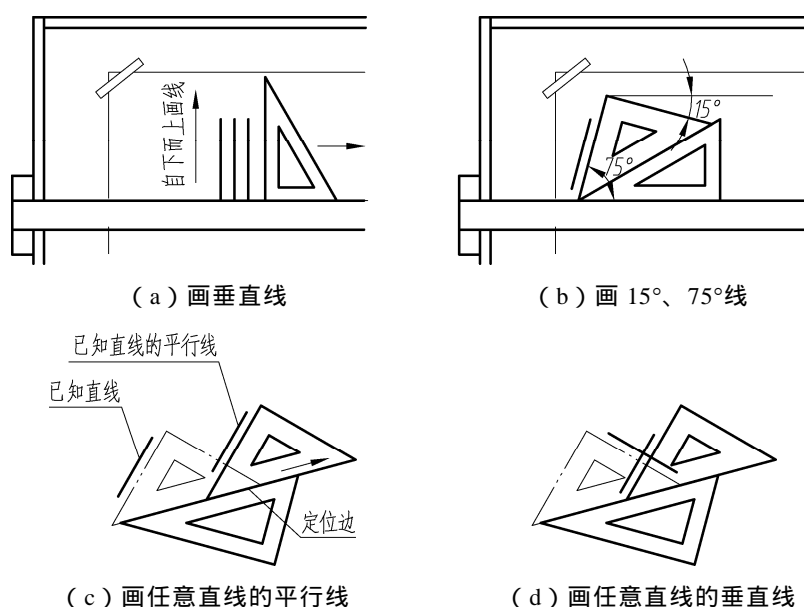


图 1-4 三角板的使用方法

1.1.3 圆规与分规

圆规用于画圆和圆弧。圆规的一条腿是固定的，插脚上装有钢针，钢针两端的形状不同，带台阶的一端用于画圆和圆弧时定圆心，可以防止图纸上的圆心扩大；圆锥形的一端可作为分规使用。圆规的另一条腿能拆卸，常配有四大附件。

根据需要可分别装入铅芯插脚（画圆）、钢针插脚（作分规用）、延伸杆（画大圆）、鸭嘴插脚（描墨线），如图 1-5（a）所示。画圆或圆弧前，要调整好铅芯与钢针，使铅芯尖端与定位钢针的台阶平齐，如图 1-5（b）所示。画圆或圆弧时，铅芯与定位钢针应尽可能垂直纸面，按顺时针方向旋转，并向前进方向自然倾斜。所画的圆半径过大时，应装上延伸杆。圆规上铅芯的磨削方法如图 1-5（c）所示。

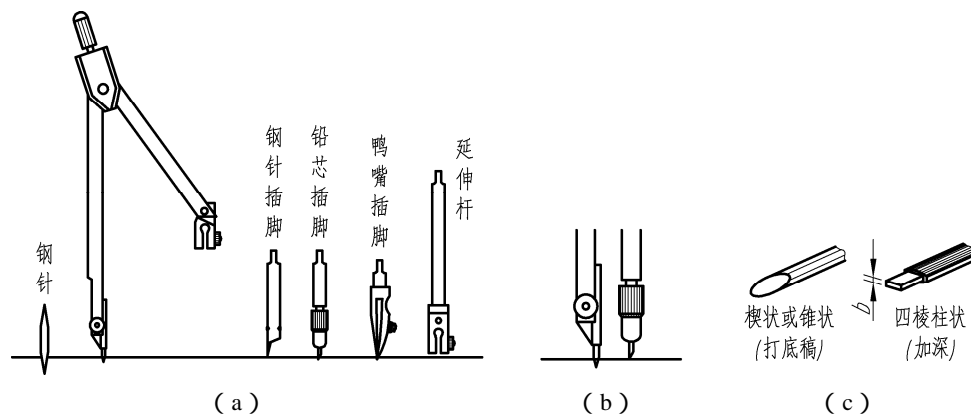


图 1-5 圆规的使用方法

分规用于量取尺寸和等分线段。注意分规的两腿合拢时针尖应平齐。使用方法如图 1-6 所示。

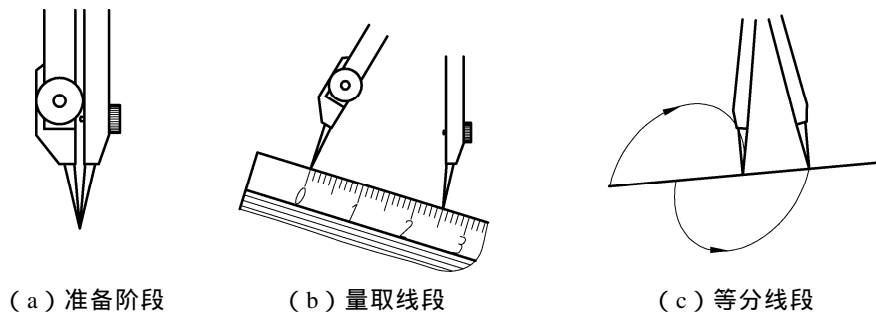


图 1-6 分规的使用方法

1.1.4 曲线板和制图模板

曲线板用于绘制光滑的非圆曲线。用曲线板画曲线时，应先徒手将各点用细线连成平滑的曲线，然后在曲线板上选择与曲线吻合的部分，一般应不少于四点，从起点到终点按顺序分段加深。加深时应将吻合的末尾留下一段暂不加深，留待下一段加深，以使曲线连接光滑，如图 1-7 所示。

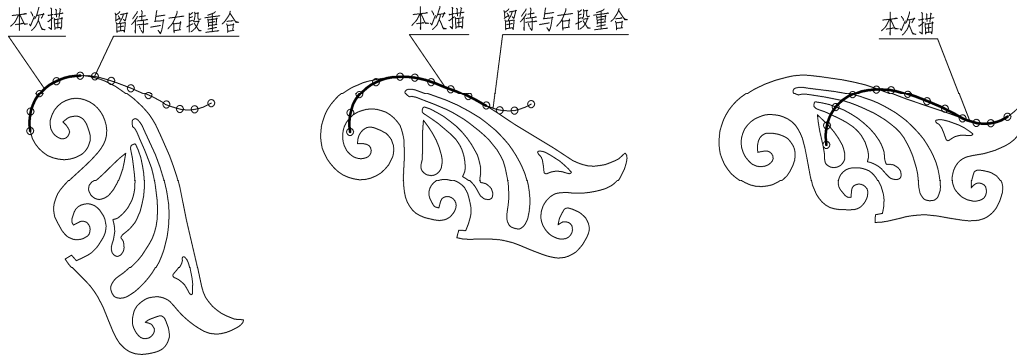


图 1-7 曲线板

制图模板：在手工制图条件下，为提高制图的质量和速度，人们把建筑工程专业上常用的符号、图例和比例尺均刻画在透明的塑料薄板上，制成供专业人员使用的尺子，如图 1-8 所示。

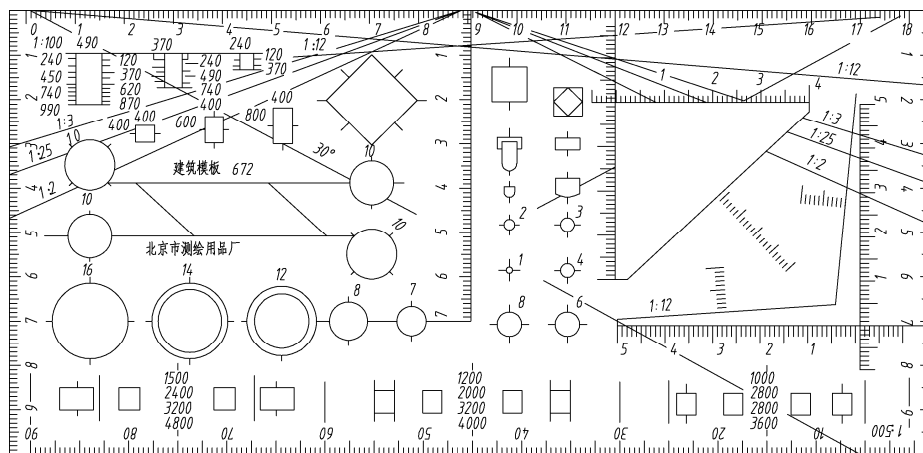


图 1-8 制图模板

1.1.5 比例尺

比例尺是直接用来缩小（或放大）图形的绘图工具。如 1:100 是指图中 1 cm 代表实际长度 100 cm，即 1 m。工程图样是工程形体依据一定的比例绘制的，绘图时物体的实际大小与图中线段之间往往需要换算，比例尺上的刻度是按比例换算得到的，可以直接量取物体实际尺寸，从而简化作图，如图 1-9 所示。比例尺只用来量取尺寸，不可用来画线。

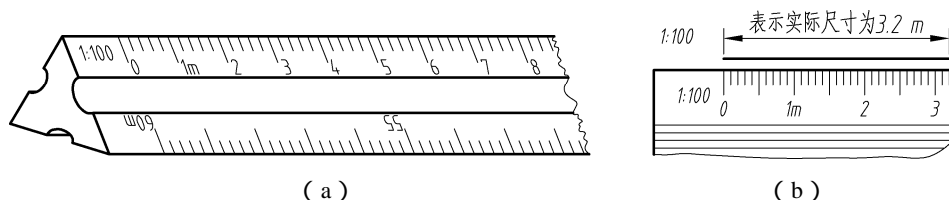

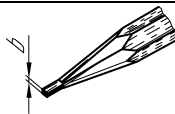


图 1-9 比例尺

1.1.6 铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，B 表示软铅芯，H 表示硬铅芯，HB 表示软硬适中的铅芯。不同类型铅笔的用途和削法见表 1-1。

表 1-1 铅笔用途和削法

分类	用途	削法	使用方法
H	打底稿，加深细实线	 锥状	画线时，铅笔前后方向与纸面垂直，并向前进方向倾斜
HB	书写文字，画箭头		
B	加深粗实线	 扁平状	

1.2 制图标准的基本规定

1.2.1 图线（GB/T 17450—1998、GB/T 50001—2010）

1. 线型













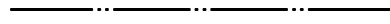
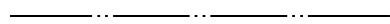
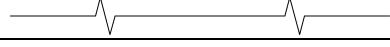

《技术制图 图线》（GB/T 17450—1998）中规定了 15 种基本线型及其变形，供工程各专业选用。《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2010）中规定了 6 种线型，供房屋建筑各专业使用，如表 1-2 所示。

2. 图线的宽度

所有线型的图线宽度（ b ）应按图样的类型以及尺寸大小在下列数系中选择：0.13 mm，

0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。各图线组中的粗、中粗、中、细线宽分别为 b 、 $0.7b$ 、 $0.5b$ 、 $0.25b$ ，常用的 b 值为 0.5~1 mm。同一图样中，同种图线的宽度应一致。

表 1-2 常用图线

名称		线型	线宽	一般用途
实线	粗		b	主要可见轮廓线
	中粗		$0.7b$	可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线、尺寸线、变更云线
	细		$0.25b$	图例线、填充线、家具线
虚线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中粗		$0.7b$	不可见轮廓线
	中		$0.5b$	不可见轮廓线、图例线
	细		$0.25b$	图例填充线、家具线
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、轴线等
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、成形前原始轮廓线
折断线	细		$0.25b$	断开界线
波浪线	细		$0.25b$	断开界线

注：表中各种图线可以是直线或曲线。

3. 图线的画法

不论铅笔线还是墨线都要做到：清晰整齐、均匀一致、粗细分明、交接正确。虚线、点画线、双点画线与同种线型或其他线型相交时，均应相交于“画线”处，如图 1-10 所示；两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

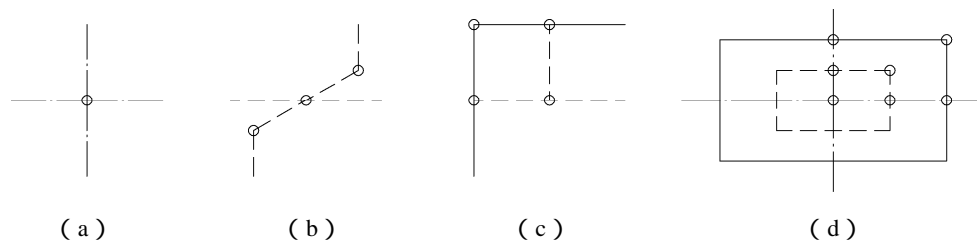


图 1-10 图线的交接

此外，制图标准对构成不连续性线条的各线素（点、短间隔、短画等）的长度也有规定。虚线的画长 3~6 mm，间隔 0.5~1 mm。点画线或双点画线的画长为 15~20 mm。

1.2.2 字体（GB/T 14691—1993、GB/T 50001—2010）

《技术制图 字体》（GB/T 14691—1993）中规定了技术图样中字体（汉字、字母和数字）的结构形式及基本尺寸。书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为 1.8 mm，2.5 mm，3.5 mm，5 mm，7 mm，10 mm，14 mm，20 mm，字体号数代表字体的高度。汉字宜写成长仿宋体或黑体，并采用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，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体字的特点是笔画挺坚、粗细均匀、起落带锋、整齐秀丽。图 1-11 所示为长仿宋体字的字例。

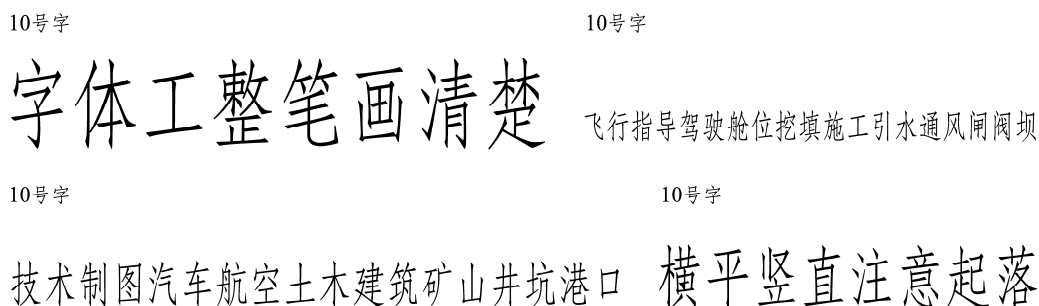


图 1-11 长仿宋体字字例

字母、数字可以写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。与汉字写在一起时，字母、数字宜写成直体。书写的数字和字母不应小于 2.5 号。字母和数字的书写字例如图 1-12 所示。



图 1-12 拉丁字母和数字字例

1.2.3 图幅及格式

为了便于图纸的装订、保管以及合理地利用图纸,《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)和《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)中都对绘制工程图样的图纸幅面和格式作了规定。在图纸上必须用粗实线画出图框。表 1-3 所列为图纸基本幅面和图框的尺寸(必要时,图纸幅面可按规定加长)。图 1-13 所示为其格式和尺寸代号的含义,其中图 1-13 (a) (b) 为横式幅面,图 1-13 (c) (d) 为立式幅面。

表 1-3 图纸幅面和图框尺寸

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

在每张正式的工程图纸上都应有工程名称、图名、图纸编号、日期、设计单位、设计人、绘图人、校核人、审定人的签字等栏目,把它们集中列成表格形式就是图纸的标题栏。本课程的作业和练习都不是生产用图纸,所以除图幅外,标题栏格式和尺寸都可以简化或自行设计。在本课程作业中,标题栏可采用图 1-13 所示的格式,其中图名用 10 号字,校名用 7 号字,其余用 5 号字,标题栏的位置一般在图框的右下角。比例为图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。《技术制图比例》(GB/T 14690—1993)中规定了适用于技术图样和术文件中绘图的比例和标注方法。

