

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

土木工程制图 (第二版)

卢传贤 主编

朱育万 主审



中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

面 向 21 世 纪 课 程 教 材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

土 木 工 程 制 图

(第二版)

卢传贤		主 编
王广俊	汪碧华	副 主 编
韩太昌	周慧莺	
张 竞	王东方	编
朱育万		主 审

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程制图/卢传贤主编. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材. 面向
21 世纪课程教材

ISBN 7-112-05465-6

I. 土... II. 卢... III. 土木工程-制图-高等
学校-教材 IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 043072 号

面向 21 世纪课程教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
土木工程制图
(第二版)
卢传贤 主编

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 29 1/4 字数: 585 千字
2003 年 6 月第二版 2003 年 6 月第二次印刷
印数: 3501—7000 册 定价: 39.00 元

ISBN 7-112-05465-6
TU·4803 (11079)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是教育部面向 21 世纪土建类人才培养方案和教学内容改革与实践项目研究成果的一部分,是普通高等学校土木工程专业土木工程制图课程教材。

本书将原画法几何、工程制图、计算机绘图等课程的内容有机结合起来,融合穿插编排,是土木工程图学课程的合编教材,并编有配套的《土木工程制图习题集》。全书共有 15 章,内容包括:制图基本知识与技术,投影法和点的多面正投影,平面立体的投影及线面投影分析,平面立体构形及轴测图画法,规则曲线、曲面及曲面立体,组合体,图样画法,绘图软件 AutoCAD 的基本用法和二维绘图, AutoCAD 三维绘图,透视投影,标高投影,钢筋混凝土结构图,房屋建筑图,桥梁、涵洞、隧道工程图,水利工程图。

本书适用于高等学校本科教育土建类、水利类、交通运输类各专业工程图学相关课程的教学,也可供其他类型高等教育有关课程的教学使用。

* * *

责任编辑 朱首明 李 东

第二版前言

《土木工程制图》及配套的习题集，是教育部审批的面向 21 世纪课程教材，是建设部审批的普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材，也是高等学校土木工程专业指导委员会规划推荐教材。

《土木工程制图》是适应图学课程教学改革新发展的需要，将原来的画法几何、工程制图、计算机绘图课程进行课程整合而编写的合编教材，教材总的取名为《土木工程制图》。图学课程整合体现了课程改革的新趋势。现在多数学校的图学课程都在重组教学内容，重建课程体系。本教材吸取了近年来教学改革的有效成果，针对土建类专业加大了课程整合的力度，特别在画法几何与工程制图的融合上做了较大的努力，突出了画法几何理论与方法的实用训练，形成了本书特有的编写风格。

本书第一版出版后，在教学实践中取得了良好的使用效果。现在的第二版保持了原书的基本结构和风格，内容上未作实质性的改写，但根据教学情况的变化精简了计算机绘图中的一部分内容，并对于原书中的文字、插图、习题进行了勘误。由于计算机图形技术的发展，原来 DOS 平台上的 C 语言编程绘图已经不适应当前的技术水平；另一方面，受教学学时和教材篇幅的限制也无法在本教材内大量贯彻 Windows 程序设计技术。有鉴于此，第二版删去了 C 语言编程绘图的章节和相应的习题作业，缩减了教材的篇幅。

本书适用于高等工科院校本科教育土建类、水利类、交通运输类各相关专业工程图学相关课程的教学，也可供其他类型高等教育有关课程的教学使用。

欢迎读者对本书提出批评指正。

第一版前言

本书是普通高等学校原画法几何、工程制图、计算机绘图等课程的合编教材，总的取名为《土木工程制图》，适用于高等工科院校本科教育土建、水利、交通运输类各专业工程图学相关课程的教学，亦可供其他类型高等教育有关课程的教学使用。本书是面向 21 世纪课程教材。

近年来，我国高等工科院校的工程图学相关课程的教学发生了深刻的变化，其中最突出的是教学内容的更新、课程体系的重组和教学手段的逐步现代化。计算机绘图的引入和计算机作为工具在教学中的应用是本课程教学改革最积极、最活跃的因素。本教材是在这一形势下，在教改实践的基础上编写出来的。为了适应新世纪对工程技术人才培养的需要，本教材的编写除仍参照 1995 年原国家教委颁布的《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》外，还特别吸取了近年来教学改革的有效成果。本书在教学内容、课程体系和编写风格上着重贯彻了以下几点：

1. 打破传统的课程划分，将原画法几何、工程制图、计算机绘图有机结合起来，融合穿插编排，建立起新的课程体系。在新的教材中已经看不出三门课程之间的界线和分割痕迹：画法几何中的投影原理与制图中的投影制图紧密结合，突出了画法几何方法的实用训练；在手工绘图得到一定训练后即开始计算机绘图的培训，先相对集中地讲解绘图软件的基本用法，然后分散结合各专业图贯彻工程图的成图技术，最后再讲解绘图程序的编制。这样有利于节省学时，分散难点（例如尺寸标注），提高教学实效。计算机绘图的这种安排照顾了多数学校的教学条件，也便于教师筛选教学内容。

2. 内容更新跨度大。在总篇幅没有增加的情况下，计算机图形技术在本教材中的比重大约有 40%，除使用绘图软件作二维绘图外还包含有三维绘图、渲染和 C 语言绘图程序的设计，并贯彻程序式绘图与交互式绘图的结合。而对传统的画法几何内容则作了较大幅度的精简。画法几何内容取舍的原则是：突出其图示作用，淡化度量问题，取消综合性纯几何问题的分析，降低立体相贯的难度，去掉与本专业类关系不大的专题（如立体表面展开、正投影中的阴影），强化轴测画法。

3. 注重能力的培养。在讲述方式上改变把画法几何当作几何课来教的做法，采用从体的投影入手，强调投影分析，使投影原理与画图、读图更好地结合起来，以加强培养几何抽象能力和应用能力；在作业、练习中改变单纯的作图题模

式,增加投影分析、几何抽象、造型创作、形象表达和创造思维类型的作业。

4. 扩大适用面。本教材包含的专业工程图有钢筋混凝土结构图,建筑工程图,桥梁、涵洞、隧道工程图,水利工程图等,可供土建类、水利类、交通运输类各相关专业使用。

5. 贯彻新的制图标准,采用新的软件版本。

6. 全部插图和习题都采用计算机出图,提高了图面质量。使用这些插图文件便于教师在计算机、投影仪上进行教学,无需另外制作挂图。

本书由西南交通大学卢传贤教授主编,王广俊、汪碧华副主编,朱育万教授主审。参加编写工作的有西南交通大学卢传贤(第1、8、9、11、16章)、王广俊(第2、3、4章)、汪碧华(第10、13章)、韩太昌(第5、14章)、周慧莺(第6、7章)、王东方(第12章)、武汉大学张竞(第15章)。西南交通大学许昱、刘聪敏参加了本书的部分绘图工作,在此一并致谢。

书中不妥及疏漏之处,欢迎指正。

导 言

工程制图是培养绘制和阅读工程图样基本能力的技术基础课。土木工程图样是土木工程建设中的重要技术文件，工程图纸表达了有关工程建筑物的形状、构造、尺寸、工程数量以及各项技术要求和建造工艺，在设计和施工建造中起着记载、传达技术思想和指导生产实践的作用。作为工程技术人员，必须精通工程制图的原理，熟练掌握图形技术。本课程的主要任务就是帮助学习制图原理和方法，教会绘制工程图的初步技术，培养绘制和阅读工程图的基本能力，为后续课程的学习和专业技术工作打下必要的基础。

由于图样是一种通用的技术语言，所以画图和看图都必须依据共同的原理和方法，遵守统一的规定。为此，国家以制图标准的形式颁布了制图方面的准则，这是画图和识图都要遵守的共同章法。可以简单地说，有关制图原理、方法的详细论述和对统一准则的说明与贯彻，构成了本课程的基本内容，并贯穿于本书的始终。

随着科学技术的发展，近二三十年来图形技术有了长足的进步。从传统的手工绘图到现代的计算机绘图，图样的生成技术和图纸的制作工艺发生了许多变化，但是制图的基本原理没有改变，制图标准始终都要贯彻。特别是，图纸的重要地位决定了它的严肃性，要求工程技术人员必须按照标准的规定办事，在画图时不能随心所欲或漫不经心，看图时不能粗枝大叶。画图时的任何差错或者看图时的错误理解，都有可能对工程实践造成严重的恶果。作为初学者从一开始就要养成严肃认真、耐心细致的工作作风和自觉遵守制图标准的良好素养。

本课程在教学方式上的一个显著特点是突出强调它的实践性环节。学习原理、理论当然是重要的，但更重要的环节还在于实际动手画图和上机操作。本课程中将用较多的时间去完成一系列的制图作业和上机练习，以此来培养和提高画图、读图的能力与技术。每个学习工程制图的人，都必须以极其认真的态度和严谨细致的工作作风去完成一定数量的制图作业和练习，这是一切成功者的实践经验证明了的行之有效的学习途径。

目 录

第1章 制图基本知识与技术	1
§ 1.1 制图标准	1
§ 1.2 图纸幅面	2
§ 1.3 字体	3
§ 1.4 绘图比例	5
§ 1.5 图线	5
§ 1.6 尺寸的标注形式	7
§ 1.7 手工绘图的一般方法和步骤	12
§ 1.8 手工绘图中的几何作图	14
§ 1.9 计算机绘图概述	17
第2章 投影法和点的多面正投影	19
§ 2.1 投影法	19
§ 2.2 三投影面体系及点的三面投影图	25
§ 2.3 辅助正投影	34
第3章 平面立体的投影及线面投影分析	37
§ 3.1 平面立体的三面投影	37
§ 3.2 立体上直线的投影分析	40
§ 3.3 立体上平面的投影分析	52
§ 3.4 点、线、面间的相对几何关系	61
§ 3.5 同坡屋顶的画法	77
第4章 平面立体构形及轴测图画法	79
§ 4.1 基本平面体的叠加	79
§ 4.2 基本平面体的切割	81
§ 4.3 基本平面体的交接	85
§ 4.4 平面立体的尺寸标注	90
§ 4.5 轴测投影原理及画法	91
第5章 规则曲线、曲面及曲面立体	100
§ 5.1 曲线	100
§ 5.2 曲面概述	104
§ 5.3 直纹面	107
§ 5.4 旋转曲线面	113

§ 5.5 基本曲面立体和立体上的曲表面	115
§ 5.6 平面与曲面体或曲表面相交	121
§ 5.7 两曲面体或曲表面相交	133
§ 5.8 圆柱与圆锥的轴测图画法	136
第 6 章 组合体	143
§ 6.1 组合体的形成分析	143
§ 6.2 组合体的三视图及其画法	145
§ 6.3 组合体的尺寸注法	149
§ 6.4 组合体三视图的阅读和根据两视图作第三视图	153
§ 6.5 组合体的轴测图	159
第 7 章 图样画法	161
§ 7.1 基本视图	161
§ 7.2 剖视图	162
§ 7.3 断面图	168
§ 7.4 轴测图中的剖切画法	170
§ 7.5 简化画法	171
§ 7.6 第三角画法	172
第 8 章 绘图软件 AutoCAD 的基本用法和二维绘图	175
§ 8.1 AutoCAD 用户界面	175
§ 8.2 绘图基础	182
§ 8.3 常用绘图命令	191
§ 8.4 对图形的显示控制	200
§ 8.5 图层、线型、线宽、颜色	203
§ 8.6 图形编辑	211
§ 8.7 使用复合直线	224
§ 8.8 帮助绘图的工具	227
§ 8.9 成图方法参考	236
§ 8.10 块的使用	240
§ 8.11 图案填充	243
§ 8.12 注写文字	247
§ 8.13 尺寸标注	251
§ 8.14 图形输出	264
§ 8.15 建立自己的样板文件	266
第 9 章 AutoCAD 三维绘图	269
§ 9.1 概念	269
§ 9.2 三维坐标和三维图形显示	270

§ 9.3	高度和厚度	274
§ 9.4	建立三维表面模型	275
§ 9.5	三维实体造型	281
§ 9.6	三维空间中的编辑	287
§ 9.7	模型空间和图纸空间	289
§ 9.8	在正投影图上作剖视	296
§ 9.9	渲染	299
第 10 章	透视投影	308
§ 10.1	透视的基本概念	308
§ 10.2	直线的透视	310
§ 10.3	视点、画面和物体相对位置的选择	314
§ 10.4	作建筑透视的基本方法	319
§ 10.5	透视图中的分割	328
§ 10.6	圆的透视画法	331
§ 10.7	透视图的计算机处理技术	335
第 11 章	标高投影	339
§ 11.1	概述	339
§ 11.2	点和直线的标高投影	340
§ 11.3	平面的标高投影	342
§ 11.4	曲面的标高投影	347
§ 11.5	地面的标高投影及作图问题	350
第 12 章	钢筋混凝土结构图	355
§ 12.1	基本知识	355
§ 12.2	钢筋混凝土结构的图示方法	356
§ 12.3	钢筋图的阅读	363
§ 12.4	用 AutoCAD 绘制钢筋图	363
第 13 章	房屋建筑图	368
§ 13.1	概述	368
§ 13.2	房屋总平面图	373
§ 13.3	建筑平面图	375
§ 13.4	建筑立面图	382
§ 13.5	建筑剖面图	388
§ 13.6	建筑详图	391
§ 13.7	结构施工图	397
§ 13.8	给排水施工图	403
§ 13.9	用 AutoCAD 绘制房屋建筑图	409

第 14 章 桥梁、涵洞、隧道工程图	414
§ 14.1 桥墩图	414
§ 14.2 桥台图	419
§ 14.3 涵洞图	425
§ 14.4 隧道洞门图	427
§ 14.5 用 AutoCAD 绘制桥涵工程图	432
第 15 章 水利工程图	437
§ 15.1 水工图的表达方法	437
§ 15.2 水工图的阅读	445
§ 15.3 用 AutoCAD 绘制水工图	449
主要参考文献	453

第1章 制图基本知识与技术

§ 1.1 制图标准

图纸是工程技术人员传达技术思想的共同语言。图纸上详尽、充分地描述了工程对象的形状、构造、尺寸、材料、技术工艺、工程数量等各项技术资料，是工程设计的主要成果和施工建造的重要技术文件。为使不同岗位的技术人员对工程图的各项内容有完全一致的理解，必须对图纸的各个项目在表达上有严格而统一的规定。这就是制定制图标准的意义。

由国家职能部门制定、颁布的制图标准，是国家级的标准，简称国标。国标的代号为 GB。国标包括的内容很多，制图标准只是其中的一种。它是在全国范围内使图样标准化、规范化的统一准则，大家都要遵守。但除此以外，对于某些行业仅靠国家标准可能适应不了某些特殊需要，所以这些部门还制定有部颁标准作为一种补充。就世界范围来说，为了促进各国间的技术交流与合作，国际标准化组织（ISO）制定有国际标准，这些标准的代号为 ISO。

制图标准的规定不是一成不变的。随着科学技术的发展和生产工艺的进化，过一段时间就要对制图标准进行必要的修改。我国的制图标准还要向国际标准靠拢。

在土木工程制图中，涉及到的国家标准有技术制图标准和有关建筑工程制图方面的标准，这些标准未能包括进去的某些专业工程图还要采用行业标准。例如，对于铁路工程图有《铁路工程制图标准》，对于水利工程图有《水利水电工程制图标准》等。有关建筑工程制图方面的标准共有 6 个分册，即：

《房屋建筑制图统一标准》GB/T50001—2001

《总图制图标准》GB/T50103—2001

《建筑制图标准》GB/T50104—2001

《建筑结构制图标准》GB/T50105—2001

《给水排水制图标准》GB/T50106—2001

《采暖通风与空气调节制图标准》GB/T50114—2001

由于制定年份和适用场合的差别，各套制图标准在某些具体规定上不完全一致。本书在讲述带有共性问题的章节里，将主要依据《技术制图》标准和《房屋建筑制图统一标准》；对于各种专业工程图，将分别采用各自的行业制图标准。

§ 1.2 图 纸 幅 面

1.2.1 幅面尺寸和图框格式

绘制工程图应使用制图标准中规定的幅面尺寸,见表 1-1 所列。表内使用的符号其意义如图 1-1 所示。

图纸幅面尺寸 (单位: mm)

表 1-1

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				

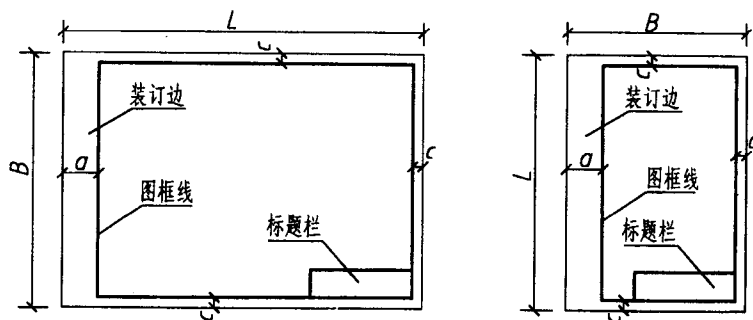


图 1-1 图纸幅面

图 1-1 中用细实线表示的是外边框,它是画图完成后的裁切边线,画图时可用细实线绘制。图上的内边框是图框线,用粗实线绘制。图框线以内的区域是作图的有效范围。位于图纸左侧内、外边框之间的 25mm 宽的长条是图纸的装订边。不需要装订的图纸可以不留装订边,其图框格式只需把 a 、 c 尺寸均换成表 1-1 中的 e 尺寸即可。

1.2.2 标 题 栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏简称图标,它是用来填写工程名称、设计单位、图纸编号、设计人员等内容的表格。标题栏位于图纸的右下角,其具体的格式由绘图单位确定,制图课中完成制图作业建议使用图 1-2 所示的标题栏。

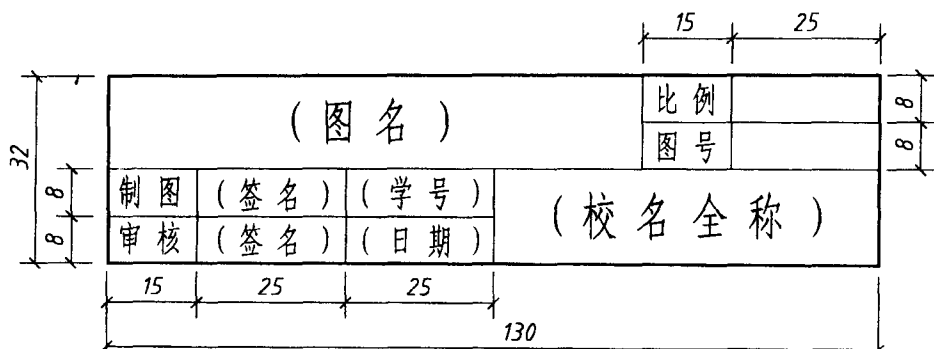


图 1-2 制图作业中的标题栏

§ 1.3 字 体

1.3.1 一般规定

图纸上的各种文字如汉字、字母、数字等，必须书写正确，且应做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。高度尺寸即为字体的号数，如 5 号字，其字高即为 5mm。汉字不应小于 3.5 号。汉字的字宽是字高的 $1/\sqrt{2}$ ，具体地说，汉字的尺寸系列为：3.5×2.5、5×3.5、7×5、10×7、14×10、20×14。字母和数字分为 A 型和 B 型，A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一张图上只允许选用一种形式的字体。

1.3.2 汉 字

汉字应写成长仿宋体，并采用《汉字简化方案》中规定的简化字。

手工书写汉字时应先按字体的大小尺寸打好格子，字与字之间要留出间隔。绝大多数汉字应写满方格，以确保字的大小一致，排列整齐。图 1-3 是长仿宋体的字样。

1.3.3 字母和数字

字母和数字可写成斜体或直体，斜体字字头向右倾斜成与水平成 75° 。图 1-4 是斜体拉丁字母和数字的字样。

手工书写字母和数字时，应按字号的高度尺寸画出两条平行的导线，用以控制字的大小。

14号字
图样是工程界的技术语言

10号字
字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字
写仿宋字的要领：横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字
房屋建筑桥梁隧道水利枢纽结构设计施工建造生产工艺企业管理

图 1-3 长仿宋体字样

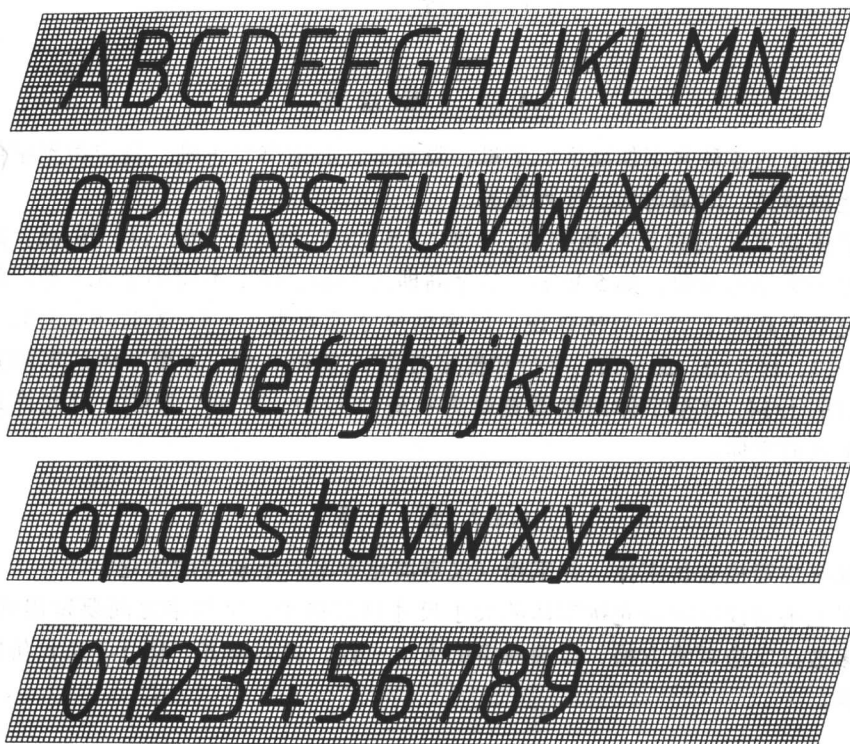


图 1-4 斜体字符字样

§ 1.4 绘图比例

多数情况下,无法把图画成和实物一样大小。例如画房屋,需将实物缩小才能够在图纸上画得下;而在画精密仪器的小零件时,需将实物放大才能画清楚。画图时的这种缩放处理是按比例进行的。图与实物相应要素的线性尺寸之比叫图的比例。比值小于1的比例是缩小比例,写成如同1:2的样子,意思是说图上一个单位长代表实物的两个单位长;比值大于1的比例是放大比例,写成如同2:1的样子,表示图上两个单位长对应于实物的一个单位长;比值等于1的比例叫原值比例,表示画图时未作缩放,写作1:1。

绘图所用的比例与图样的用途和实物的大小及其复杂程度有关。在手工绘图中,制图标准规定的缩小比例有 $1:1 \times 10^n$ 、 $1:2 \times 10^n$ 、 $1:5 \times 10^n$, n 为等于或大于0的整数。如果这些比例不合用,必要时也允许从 $1:1.5 \times 10^n$ 、 $1:2.5 \times 10^n$ 、 $1:3 \times 10^n$ 、 $1:4 \times 10^n$ 、或 $1:6 \times 10^n$ 中选用。

按比例画图,应使用刻有比例刻度的比例尺进行度量。常用的比例尺是三棱柱形的,俗称三棱尺。尺上有6种比例刻度,最常见的刻度是1:100、1:200、1:300、1:400、1:500和1:600。每一尺面刻度实际上可以转换出一系列的比例尺。例如在1:100的尺面上,把刻度读数缩读100倍,就成了1:1的比例尺;而把读数放大10倍来读,则成了1:1000的比例尺。其余的尺面也都以此类推。

学习制图课不应回避比例尺的使用,画图时不要用计算器进行尺寸换算。

§ 1.5 图 线

1.5.1 图线的型式

图线中不连续的独立部分叫线素,例如点、长度不同的画和间隔都是线素。线素的不同组合形成了各种线型。画图使用的图线,需要符合制图标准中对线型的规定。不同的线型在图上有不同的用途。表1-2列出了土木工程图样中常用的部分线型。

常用线型

表 1-2

线 型	名 称	一 般 用 途
	实 线	粗实线表示可见轮廓
		细实线用于标注尺寸、画剖面线、图例等