

21 世纪高等职业技术教育教材

土木工程制图

CIVIL ENGINEERING GRAPHICS

庞 雷 卢玉玲 齐 虹 主编

丁宇明 主审



21 世纪高等职业技术教育教材

土木工程制图

主 编	庞 璐	卢玉玲	齐 虹
主 审	丁字明		
副主编	李汉平	晏孝才	艾小玲
编 委	苏小勇	李炽岚	李 丽

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等职业技术教育系列教材,是根据《高等学校工程专科土木建筑制图教学基础要求》及高职高专《工程制图》课程教学大纲为主要依据编写完成的。本书共有 12 章,内容包括:制图的基本知识;投影制图;视图、剖视图和断面图;标高投影;水利工程图;建筑工程图及计算机绘图。本书采用了最新国家标准(见参考文献),积累了编者多年丰富的教学经验,具有鲜明的画图与读图特色。本书还配套出版《土木工程制图习题集》及《土木工程制图》MCAI 多媒体教学辅导系统光盘。在 MCAI 课件中运用多媒体技术,用动态的二维动画形式详细描述习题的解答过程。用动态的三维动画形式表达工程形体及专业图的识读。该系统可帮助学生掌握课程的精粹,既有利于学生自学或课外辅导,又可用于教师多媒体教学。本套教材将现代教学手段融入传统教学中,真正体现了计算机绘图与尺规绘图相互交融的意境。

本书为高等职业技术学院、高等专科学校、电大等土木建筑类和水利类专业工程制图教材,也可以供其他工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程制图/庞璐,卢玉玲,齐虹主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2004.8
ISBN 7-5629-2139-3

I. 土… II. ①庞… ②卢… ③齐… III. 土木工程-建筑制图-教材 IV. TU204

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

印刷者:荆州市鸿盛印刷厂

发行者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:16.25

插 页:4

字 数:418 千字

版 次:2004 年 8 月第 1 版

印 次:2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:34.00 元(含多媒体光盘 1 张)

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

本套教材是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向21世纪教育振兴计划》等文件精神,以《高等学校工程专科土木建筑制图教学基本要求》及高职高专《工程制图》课程教学大纲为主要依据,根据高职、高专对培养人才的规格要求编写而成。

本教材采用了最新的国家标准和行业标准。进一步体现以形体为主线,以图示法为重点的原则。“立体—基本几何体—组合体—工程形体”是教材的主线,让学生先从感性上学会形体分析的画图和读图方法。然后再通过学习点、线、面的投影规律,掌握正投影的基本理论,让学生从理性上进一步掌握形体分析的方法,学会线面分析的画图和读图方法。

与教材配套的《土木工程制图》MCAI多媒体教学辅导系统,是利用计算机指导学生对核心内容的掌握及辅导学生完成作业和解答疑难问题。MCAI课件中以图片、图像、文字、二维、三维模型等多媒体技术,模拟习题整个解答过程和专业图的读图过程。在编写过程中,我们广泛征求意见。根据修订大纲,一方面深入行业工作实践,与工程设计、施工、管理等相关单位的工程技术人员相互探求,并进行了一系列的行业人员对制图理论需求的调查。另一方面,虚心向专家请教,吸取专业知识精华,明确专业理论层次定位。教材以必须、够用为度,力求做到内容精炼,概念清楚,注重实用性,反映高职高专特色。

本教材由庞璐、卢玉玲和齐虹任主编。书中绪论、第二章、第六章、第九章由庞璐编写;第一章、第十章由卢玉玲编写;第三章由卢玉玲、李汉平编写;第四章由苏小勇编写。第五章由李炽岚、晏孝才编写。第七章由李丽、晏孝才编写。第八章由庞璐、齐虹编写。第十一章由苏小勇、齐虹编写。第十二章由卢玉玲、艾小玲编写。

本教材由中国工程图学会理论图学专业委员会主任、武汉大学工程及计算机图学中心丁宇明教授任主审,他对本教材提出了若干建设性的修改意见,在此表示衷心的感谢。参加本教材审阅的有:中国工程图学会图学教育分会顾问、北京理工大学董国耀教授,中国工程图学会副理事长、《工程图学学报》主编、清华大学童秉枢教授(博导)、工程图学会图学教育分会顾问、同济大学钱可强教授,中国

工程图学会图学教育分会主任、北京理工大学焦永和教授,华中科技大学许永年、陈和平教授,武汉大学密新武教授,武汉理工大学胡业发教授,湖北工业大学赵大兴教授,湖北水利水电职业技术学院刘志光副教授,黄杰副教授,感谢他们为本教材提出宝贵意见和建议。此外,还有武汉交通职业学院周少华副教授、武汉电力职业技术学院魏敦志副教授、武汉职业技术学院项仁昌副教授、湖北工程图学会龚启良副教授,董宏俊副教授等多次参与本教材的讨论并提出若干修改意见和建议,在此一并致谢。

本教材为高等职业技术学院、高等专科学校、广播电视大学等学校土建类专业的适用教材,也可供工程技术人员及相近专业人员学习及参考。与教材配套的《土木工程制图习题集》及《土木工程制图》MCAI多媒体教学辅导系统光盘也由武汉理工大学出版社同时出版。该系统既可用于学生自学或课外辅导,又可用于教师多媒体教学。本教材可与教育部现代远程资源建设办公室发布的《土木建筑制图》网络课程配套使用。

本教材参考了部分同学科的教材等文献(见书后的“参考文献”),在此谨向文献的作者致谢。

编写一本具有高职高专特色和专业特色的土木工程类制图教材,是我们孜孜以求的目标,在湖北水利水电职业技术学院开发同名网络课程与自编教材的配套试运行一年中,取得了良好的教学效果,并获得同行的好评。但限于编写时间和编写水平,书中难免存在不当或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2004年6月·珞珈山

目 录

绪 论	(1)
第 1 章 制图的基本知识和技能	(3)
1.1 常用制图工具和仪器的使用	(3)
1.2 制图标准简介	(6)
1.3 几何作图	(16)
1.4 平面图形的分析及画法	(20)
1.5 绘图的方法和步骤	(22)
复习思考题	(25)
第 2 章 投影的基本知识	(26)
2.1 投影的概念及分类	(26)
2.2 三视图的形成及投影规律	(29)
2.3 基本体三视图的画法与识读	(31)
2.4 基本体三视图的识读	(38)
2.5 简单体三视图的画法	(40)
复习思考题	(41)
第 3 章 点、直线、平面的投影	(43)
3.1 点的投影	(43)
3.2 直线的投影	(48)
3.3 平面的投影	(59)
3.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	(65)
复习思考题	(68)
第 4 章 轴测图	(70)
4.1 轴测投影的基本知识	(70)
4.2 平面体轴测图的画法	(71)
4.3 曲面体轴测图的画法	(76)
4.4 轴测图的选择	(79)
复习思考题	(80)
第 5 章 立体表面的交线	(81)
5.1 平面体的截交线	(81)
5.2 曲面体的截交线	(88)

5.3 两曲面体的相贯线	(96)
复习思考题	(101)
第6章 组合体	(103)
6.1 组合体的形体分析	(103)
6.2 组合体视图的画法	(105)
6.3 组合体视图的尺寸标注	(108)
6.4 组合体视图的识读	(112)
复习思考题	(120)
第7章 工程形体的表达方法	(122)
7.1 视图	(122)
7.2 剖视图	(126)
7.3 断面图	(136)
7.4 其他表达方法	(139)
7.5 综合应用举例	(142)
复习思考题	(143)
第8章 标高投影	(145)
8.1 概述	(145)
8.2 点、直线、平面的标高投影	(145)
8.3 曲面和地形面的标高投影	(151)
8.4 工程建筑物的交线综合举例	(154)
复习思考题	(158)
第9章 水利工程图	(159)
9.1 水工图概述	(159)
9.2 水工图的表达方法	(165)
9.3 水工图常见曲面的画法	(170)
9.4 水工图的尺寸标注	(173)
9.5 水工图的阅读	(177)
9.6 水工图的绘制	(182)
9.7 钢筋混凝土结构图	(182)
复习思考题	(186)
第10章 房屋建筑图	(188)
10.1 建筑施工图	(188)
10.2 结构施工图	(205)
10.3 给水排水施工图	(210)

复习思考题.....	(216)
第 11 章 透视图	(218)
11.1 透视图的形成	(218)
11.2 基本术语	(219)
11.3 视图的规律、特性和种类	(220)
11.4 两点透视	(221)
复习思考题.....	(225)
第 12 章 计算机绘图简介	(226)
12.1 计算机绘图概述	(226)
12.2 绘图软件 AutoCAD 简介	(227)
12.3 Auto CAD 尺寸标注	(240)
12.4 Auto CAD 绘制三视图举例	(246)
上机练习.....	(247)
参考文献.....	(248)

绪 论

一、工程图样与“工程制图”

工程图样被喻为“工程技术语言”。它是按照投影原理及制图标准的规定,准确表达建筑物形状、大小、构造和材料的图样,是工程技术人员用以表达设计意图、组织生产施工、交流技术思想的重要工具。任何一个工程建筑物的规划、设计、施工和管理工作的,都离不开工程图样。“工程制图”是研究绘制、阅读工程图样的理论及方法的学科。

二、本课程的地位及任务

本课程是土木建筑类和水利水电类专业的一门主干技术基础课。它培养学生的绘图技能和读图能力,同时,它还是学生学习后继课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。学生绘制和阅读土木建筑工程图样的能力,应在专业课学习和工程的施工、设计等工作中,继续巩固和提高。

本课程的主要任务是:(1)学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。

(2)学习贯彻《建筑工程制图标准》和《水利水电工程制图标准》的有关的基本规定。

(3)培养较强的绘图及读图能力。

(4)使学生对计算机绘图有初步的了解。

此外,在教学过程中还必须注意培养学生的审美能力、自学能力、分析问题与解决问题的能力以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的内容及要求

本课程包括制图基本知识和技能、投影制图、专业图和计算机绘图四个部分。各部分的主要内容及要求是:

1. 制图基本知识和技能部分

本部分的主要内容有:制图工具及仪器的使用、制图基本规格、平面图形的画法等。

学习本部分所应达到的两项主要要求是:学会正确使用制图工具和仪器,掌握基本的绘图技能;了解制图标准的一般规定,培养遵守制图标准的意识。

2. 投影制图部分

本部分的主要内容是研究绘制和识读基本几何体、组合体、工程形体视图及剖视图和透视图的理论和方法。

通过学习,要求学生掌握视图、剖视图的画法、尺寸注法和读图方法,应重视读图能力的培养和提高。此外,还应初步掌握轴测图和标高投影的基本概念和作图方法。

3. 专业图部分

本部分包括水利工程图、房屋建筑图二章,介绍专业图样的图示特点和表达方法。通过学习,要求水利类学生能绘制和阅读中等复杂程度的水利工程图,了解房屋建筑施工图的内容及

特点。建筑类学生能绘制和阅读中等复杂程度的建筑施工图,了解水利工程图的内容及特点。

4. 计算机绘图部分

通过学习,要求学生能用绘图软件绘制中等复杂程度的土建工程图及简单的三维立体图。

四、本课程的学习方法

本课程是一门既有基本理论又十分重视实践的课程。只有根据课程特点采取与之相适应的学习方法,才能取得良好的学习效果。

(1)对基本理论和学习应重在理解。投影理论的基本内容是研究空间物体与平面视图两者之间的转换规律,只有增强对空间物体与平面图形转换过程的分析、理解,才能掌握投影规律和特性,切不可死记硬背。对于掌握理论、提高对物体的表达能力和对图样的读绘能力会有助益,特别是学习的初期,不应忽视其作用。应注意空间想象能力的培养和提高。

(2)对技能和能力的培养应重在实践。本课程具有实践性强的特点,绘图技能和读图能力的培养,必须通过大量“由物画图”或“由图想物”的作业实践来实现。应将“画图”与“读图”训练紧密结合,贯穿于课程的始终。为此,学生必须及时完成规定的练习和作业,并做到概念正确,才能将学习投影理论、应用制图标准、培养绘图技能、提高读图能力等诸方面的要求紧密结合,圆满完成本课程的学习任务。

五、我国工程图学发展史简介

我国工程图学具有悠久的历史,远在公元前 1059 年的“尚书”一书,就有工程中使用图样的记载。宋代(公元 1100 年)李诫所著《营造法式》一书,是世界上最早的一部建筑技术著作。其大量的工程图样画法,采用了正投影、轴测投影和透视图等方法。直到 1795 年法国人加斯帕拉·蒙日才写出《画法几何》一书。这充分说明我国古代在图学方面已达到了很高水平。

我国的制图标准是从 1956 年第一机械工业部发布的《机械制图》标准开始的,采用的是苏联标准体系,在此基础上,结合我国实际,于 1959 年制定和发布了我国第一个工程类制图方面的国家标准 GB122~141-59《机械制图》,并于 1974 年、1984 年、1993 年先后三次进行了较大的修订。为了适应各行业间及国际间的技术交流,1993 年我国发布了国家标准《技术制图》,这标志着我国工程图学已步入一个新阶段。本教材采用 1995 年水利部颁布的行业标准《水利水电工程制图标准》和 2001 年建设部颁布的国家标准《建筑工程制图标准》。随着科学、生产的高速发展,对绘图的准确度和速度提出了更高的要求。目前计算机绘图已逐步取代了手工绘图,显示了它的极大优越性。随着我国改革开放的不断推进,工程图学在图学理论、图学应用、图学教育、计算机图学、制图技术、制图标准等诸方面,定能得到更加广泛的应用和发展。

第1章 制图的基本知识和技能

1.1 常用制图工具和仪器的使用

正确掌握制图工具和仪器的使用方法,不仅能提高制图的质量,加快制图的速度,而且能够延长它们的使用期限。下面介绍一些工程制图中常用工具和仪器的使用方法。

1.1.1 图板

图板用于固定图纸。作为绘图垫板,图板板面应平整、光滑。尤其左边是图板的工作边,必须保持平直。图板有不同的规格,可根据需要选择。在图板上固定图纸应使用胶带纸,切勿使用图钉,如图1-1所示。

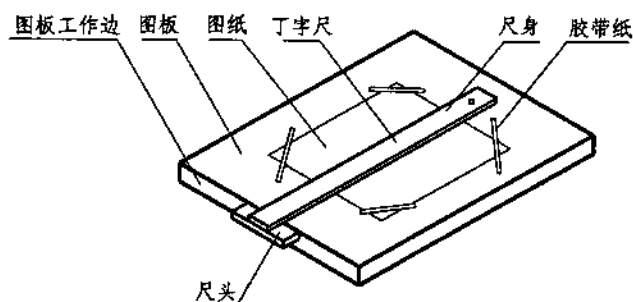


图1-1 图板和丁字尺

1.1.2 丁字尺

丁字尺与图板配合画水平线。丁字尺由相互垂直的尺头和尺身构成。尺身上边缘带有刻度,是工作边。工作边应保持平直、光滑,如图1-2所示。

切记:不得把丁字尺尺头靠在图板的非工作边画线,也不得用丁字尺尺身下边缘画线,如图1-3所示。

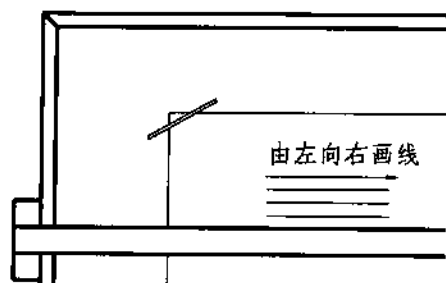


图1-2 丁字尺画水平线

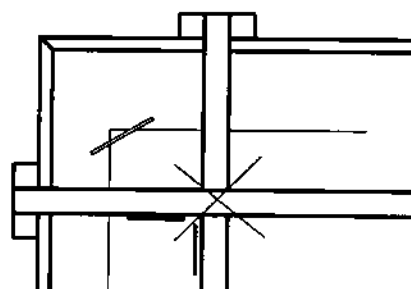


图1-3 丁字尺的错误用法

1. 1. 3 三角板

一付三角板有两块,其中 60° 角三角板长直角边与 45° 角三角板的斜边长度相等,这个长度 L 就是一付三角板的规格尺寸。三角板在使用前要确保各边平直光滑,各角完整准确,如图 1-4 所示。

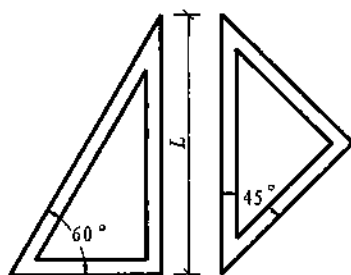


图 1-4 三角板

三角板的作用主要有三方面

- (1) 三角板与丁字尺配合画铅垂线,如图 1-5(a)所示。
- (2) 三角板与丁字尺配合画,画与水平线成 15° 整数角的斜线。
- (3) 两块三角板配合画任意直线的平行线或垂直线,如图 1-5(b)所示。

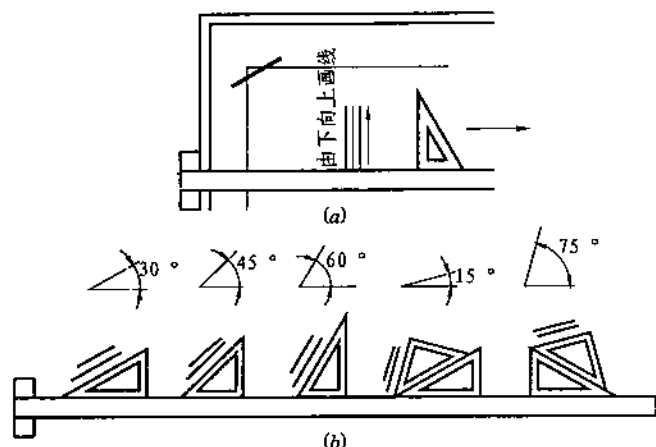


图 1-5 三角板画铅垂线和斜线

1. 1. 4 铅笔

铅笔用于绘制底图、加深和注写。绘图铅笔的铅芯有软硬之分,用 B 和 H 表示。标号为 B 、 $2B$ 、 $\dots$ 、 $6B$ 的铅芯,数字越大表示铅芯越软,画出的图线色彩越黑;标号为 H 、 $2H$ 、 $\dots$ 、 $6H$ 的铅芯,数字越大表示铅芯越硬,画出的图线色彩越浅;标号为 HB 的铅芯硬度适中,一般用来写字和标注尺寸。画底图时一般选用 $2H$ 或 H 号铅笔;加深图形时可用 HB 、 B 等号铅笔。画底稿和写字的铅笔铅芯应削成圆锥状,描深粗实线的铅芯应削成厚度为 b (粗实线的宽度) 的扁铲状,见表 1-1 所示。

表 1-1 铅笔与铅芯的选用及削磨

项 目	铅 笔			圆规用铅芯	
用途	打底稿	写字	加深粗实线	打底稿	加深粗实线
	加深细实线			加深细实线	
软硬程度	H 或 $2H$	HB	HB 或 B	H 或 HB	B 或 $2B$
削磨形状					

1. 1. 5 圆规和分规

圆规用于画圆和圆弧。

分规用于等分线段或测量距离,如图 1-6 所示。

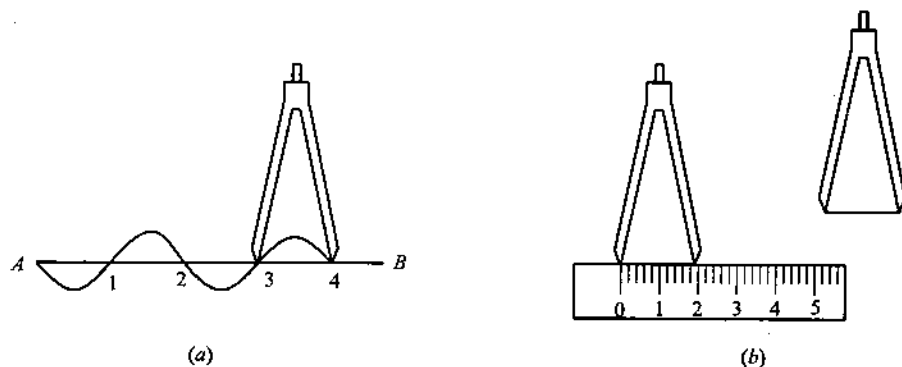


图 1-6 分规等分线段、测量距离

(a) 等分线段; (b) 测量距离

1. 1. 6 其它常用绘图工具

1. 比例尺

比例尺是按比例画图时度量尺寸的工具。常见的比例尺为三棱尺,尺身三个面上有六种不同的比例刻度,当用比例尺上已有的比例画图时,可以直接利用尺身刻度量取尺寸,无需进行计算。比例尺上的刻度以米为单位。

2. 曲线板

曲线板是画非圆曲线的工具,画图时先将需连接各点徒手连成光滑的细线,然后在曲线板上选择曲率变化相同的一段曲线,每段至少连三至四点,两段之间应有重复,如图 1-7 所示。

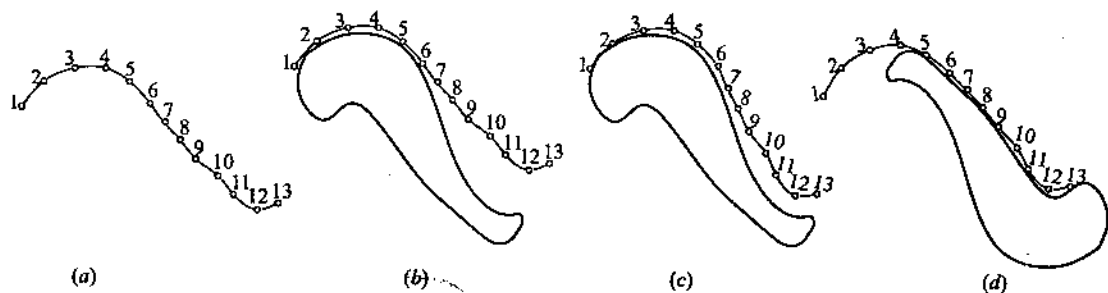


图 1-7 曲线板的用法

(a) 徒手连细线; (b) 加深 1、2、3、4 点; (c) 加深 4、5、6、7 点; (d) 完成连接

3. 鸭嘴笔与针管笔

鸭嘴笔(墨线笔)是描图的专用工具,其特点是可以根据需要调整线宽。墨线的宽度由鸭嘴笔笔头上两钢片间的距离来确定,两钢片的距离可通过调节螺母来调整。使用时,应先在两钢片之间加注墨水,装墨高度以 4-6mm 为宜,然后调节两钢片间的距离,在另一纸上试画,试画至合适的宽度后再开始画线。使用完毕应放松调节螺母,并用软布将钢片擦拭干净。

针管笔也是描图的专用工具,其特点是一杆笔一种线宽,描图时需要一组对应线宽的针管

笔。画线时,象普通钢笔那样能吸入墨水,使用比较方便,可以提高绘图速度。

4. 专用模板与擦图片

专用模板是绘制图形中常用符号的专用工具。专用模板上有各种常用的符号。绘制这些符号时,直接用模板套画,可大大提高绘图效率。

擦图片是加深时改错用的工具。擦图片上有各种各样的孔,在清除图纸上的多余图线时,只需将要擦去的图线从擦图片的孔中露出来,然后用橡皮擦试,这样可避免擦掉其他图线。

1. 2 制图标准简介

工程图样是工程界的共同语言,是指导工程施工、生产、管理等环节最重要的技术文件。为了使工程样图规格统一,便于生产和技术交流,要求绘制图样必须遵守统一的规定,这个统一的规定就是国家有关职能部门颁布的制图标准,简称国标(GB)。国家制图标准是所有工程人员必须遵守并执行的国标。我们从学习制图的第一天起,就应该严格遵守国标中每一项规定。

目前,国内执行的制图标准主要有:《技术制图标准》、《机械制图标准》、《建筑制图标准》、《水利水电工程制图标准》等。参考文献中列出了相应的编号及代码。

现将有关内容作一简要介绍。

1. 2. 1 图纸幅面、图框及标题栏

为了便于图纸的装订、保管及合理地利用图纸,图纸幅面的大小应符合表 1-2 的规定(表中尺寸单位为 mm)。必要时可以按制图标准增加图纸的长度和宽度。

表 1-2 基本幅面及图框尺寸

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

不论图纸是否横放或竖放,都应在图框右下角画一标题栏。标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式及项目一般由设计单位自定。学校制图作业中的标题栏建议采用图 1-8 所示的格式和尺寸。

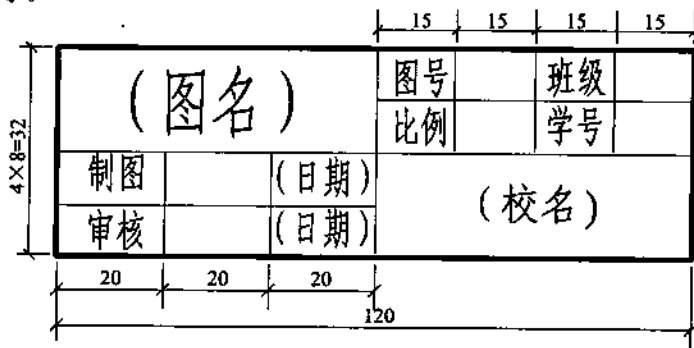


图 1-8 作业用标题栏

无论图纸是否装订,都应画出图框和标题栏,如图 1-9 所示。

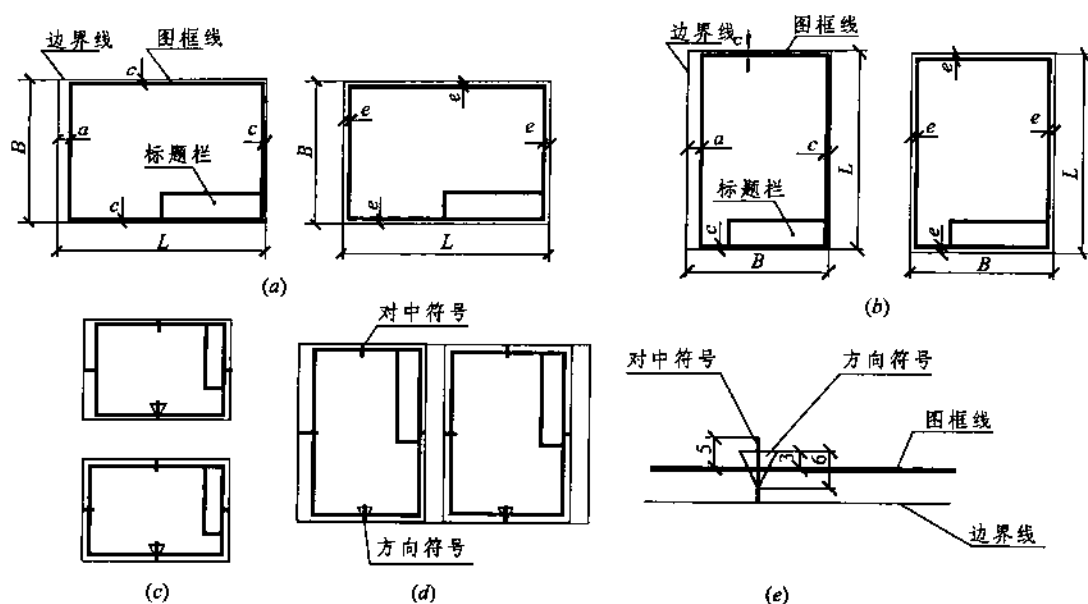


图 1-9 图纸幅面格式

(a) x 型(横放);(b) y 型(竖放);(c) 特殊 x 型;(d) 特殊 y 型;(e) 方向符号与对中符号的画法

1. 2. 2 比例

比例指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例符号为“:”,比例以阿拉数字表示,如 1:1、1:500、20:1 等。绘图时,应根据图样的用途和所绘物体的复杂程度,优先从表 1-3 规定的系列中选取适当的比例。必要时,也允许选用表 1-4 中的比例。

注意:无论采用何种比例,图中所注尺寸均应为物体的实际尺寸,与比例无关,如图 1-10 所示。

表 1-3 常用比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

表 1-4 可用比例

种 类	比 例				
放大比例	4:1			2.5:1	
	$4 \times 10^n : 1$			$2.5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

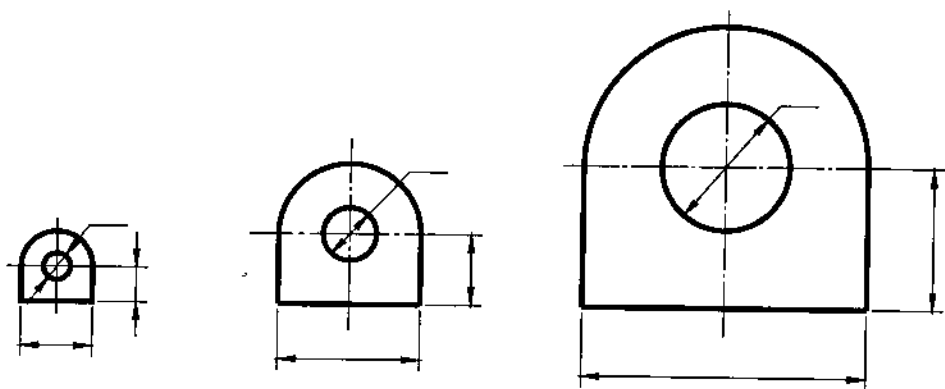


图 1-10 图中所注尺寸与比例无关

(a) 1:2; (b) 1:1; (c) 2:1

1. 2. 3 字体

工程样图中除图线外,还要用到字体。字体包括汉字、字母和数字。国标规定了字体的结构形式及基本尺寸,要求书写字体必须做到:字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。字体的高度(用 h 表示)它代表字体的号数。

1. 汉字

工程图中的汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉子简化方案》中规定的简化字。汉子的字高 h 不应小于 3.5mm。长仿宋体字书写有如下特点:

横平竖直。横笔基本要平,可稍微向上倾斜一点。竖笔要直。笔画要刚劲有力。

起落分明。横竖的起笔、收笔,撇的起笔,钩的转角等,都要顿一下笔,形成小三角。

笔锋满格。上下左右笔锋要尽可能靠近字格。

布局均匀。笔画布局要均匀紧凑。长仿宋体字书写示例如图 1-11 所示。



图 1-11 长仿宋体示例

2. 字母和数字

工程图中的字母和数字应按国标规定的示例书写。字母和数字的高度 h 不应小于 2.5 mm , 如图 1-12、图 1-13 所示。



图 1-12 斜体字母和数字字体示例



图 1-13 直体字母和数字字体示例

1. 2. 4 图线

为了表达工程图样中的不同内容,并且能够分清主次,必须使用不同的线型和不同粗细的