



世纪工程及计算机图学系列教材

湖北省精品课程

(第二版)

土木工程图学



- 主 编 陈永喜 任德记
- 副主编 夏 唯 李志红 詹 平
- 主 审 丁宇明

AutoCAD



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

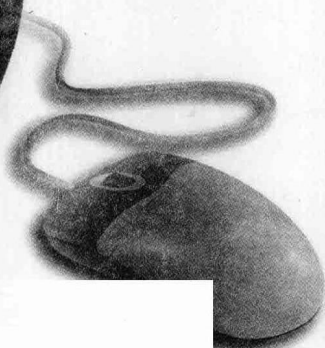
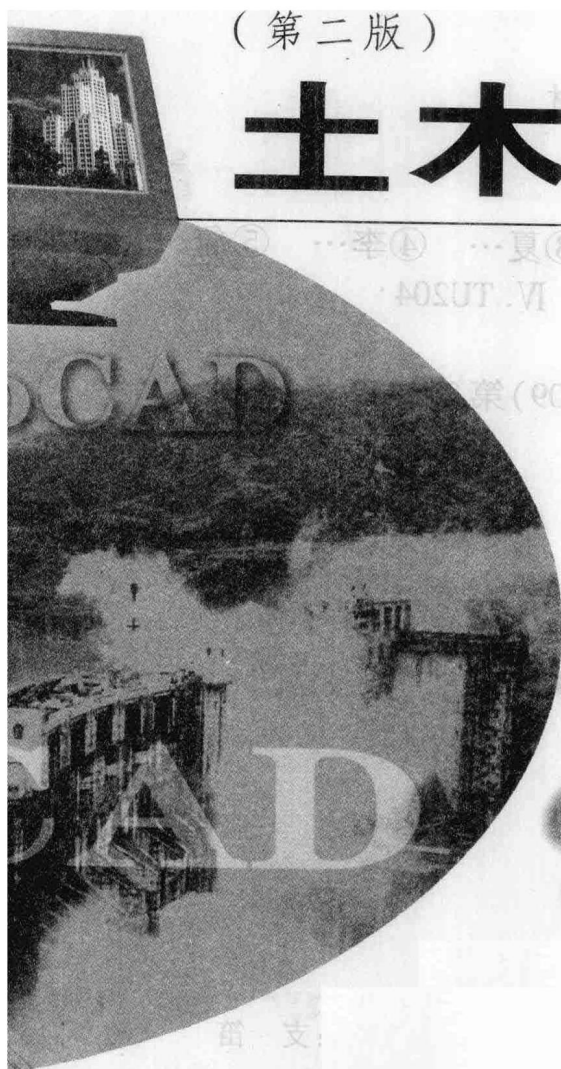
21

世纪工程及计算机图学系列教材
湖北省精品课程

(第二版)

土木工程图学

■ 主 编 陈永喜 任德记
■ 副主编 夏 唯 李志红 詹 平
■ 主 审 丁宇明



参考文献：[1] 丁宇明. 土木工程图学. 北京：机械工业出版社，2005.
[2] 詹平. 土木工程图学. 北京：机械工业出版社，2005.

图书在版编目(CIP)数据

土木工程图学/陈永喜,任德记主编;夏唯,李志红,詹平副主编;丁宇明主审. —2版. —武汉:武汉大学出版社,2010. 8

湖北省精品课程

21 世纪工程及计算机图学系列教材

ISBN 978-7-307-07448-4

I. 土… II. ①陈… ②任… ③夏… ④李… ⑤詹… ⑥丁… III. 土木工程—建筑制图—高等学校—教材 IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218842 号

责任编辑:谢文涛

责任校对:刘欣

版式设计:支笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:崇阳县天人印刷有限责任公司

开本:880×1230 1/16 印张:18.25 字数:586千字 插表:2

版次:2004年9月第1版 2010年10月第2版

2010年8月第2版第1次印刷

ISBN 978-7-307-07448-4/TU·81

定价:29.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。



世纪工程及计算机图学系列教材

编委会

主 编

丁宇明

副主编

胡建国 任德记 冯 霞 汪鸣琦

编 委

李亚萍	陈永喜	张 竞	彭正洪
夏 唯	詹 平	孙宇宁	刘丽萍
刘 永	靳 萍	许南宁	唐秋华
邓东芳	姜繁智	刘传胜	

内 容 提 要

本书是根据国家教委于1995年批准印发的高等学校工科本科适用于土建、水利类专业的《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》,以及适应当前高等学校正在合理调整系科和专业设置、拓宽专业面、优化课程结构、精选教学内容等发展趋势,总结多年的教学改革经验编写而成。本书采用了最新颁布的有关制图的国家标准,与武汉大学出版社出版的《土木工程图学习题集》(第二版)配套使用。

本书内容有:绪论,工程制图基本知识,点、直线、平面和平面体的投影,直线与平面以及两平面的相对位置,投影变换,曲线、曲面和曲面体的投影,立体的截切与相贯,轴测投影,组合体的投影图,透视图,标高投影,表达工程形体的图样画法,计算机绘图基础,几何造型设计简介,建筑结构图,建筑施工图,建筑设备图,路、桥工程图,水利工程图、机械图共十七章。

本书可作为高等学校工科本科土木工程专业、水利类各专业或其他土建类专业以及相近专业的教材,也可供其他类型的学校,如职工大学、函授大学、电视大学、网络学院、职业技术学院等有关专业选用和作为工程技术人员的参考书。

总 序

工程图学是研究工程技术领域中有关图的理论及其应用的学科。在表达、交流信息和形象思维的过程中,图的形象性、直观性和简洁性,是人们认识规律、探索未知的重要工具,在工程设计、制造、施工中工程图样有着广泛的应用。它是工程技术部门的一项必不可少的重要技术文件。工程图样可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达;可以手工绘制,也可以由计算机生成。

由于计算机科学的发展,计算机图形学(CG)和计算机辅助设计(CAD)技术大量引入,工程图学发展至今已成为一门集现代几何理论、计算机技术和工程设计制图于一体的新兴交叉学科。它着重研究如何用数字化描述形体和图形,如何按国家标准来绘制工程图样;研究如何用计算机输出和管理图形、图样,以及如何通过网络加以有效传输。

当前,我国高等教育正经历着从精英教育向大众化教育的重大转型过程,社会对高校人才培养提出各种要求。为了顺应工程图学学科发展和高等教育向大众化转型的迫切需要,我们组织武汉大学、华中科技大学、三峡大学等部分高校中有丰富教学经验的资深教师编写了工程及计算机图学系列教材,并由武汉大学出版社出版、发行。

工程及计算机图学系列教材主要包括制图和计算机绘图两类。制图类教材中有机械工程学(含配套习题集)、土木工程图学(含配套习题集)、建筑图学(含配套习题集)、工程图学(中英双语教材,含配套习题集)。计算机绘图类教材中有计算机绘图(以介绍 AutoCAD 二维绘图为主)、计算机三维造型及绘图、效果图计算机生成技术(以介绍 3Dmax、Photoshop 软件为主)、AutoCAD 二次开发指南等。

本套系列教材适用面较广,适用于机械类(如机械设计制造及其自动化、热能与动力、材料科学与工程、工业设计等)专业,电力电气类专业,土木工程类(如工民建、给排水、路桥、水利水电等)专业,建筑类(如建筑学、城市规划、园林等)专业,管理类(如工程管理、经济管理、物业管理、环境工程、工业工程等)专业。读者可根据需要来选用。希望本套系列教材能满足各有关专业、各类型、各层次读者的要求,并能为工程图学课程的教学质量提高、教材现代化作出贡献。

丁宇明

2004 年 7 月于武汉珞珈山

第二版前言

《土木工程图学》(第二版)是根据 1995 年高等学校工科本科画法几何及工程制图课程教学指导委员会审订通过、经国家教委批准印发、适用于土建、水利类专业的《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》,以及适应当前高等学校正在合理调整系科和专业设置、拓宽专业面、优化课程结构、精选教学内容等发展趋势而编写的。为了便于教学,本书与武汉大学出版的《土木工程图学习题集》(第二版)配套使用。

本书的主要内容有:绪论,工程制图基本知识,点、直线、平面和平面体的投影,直线与平面以及两平面的相对位置,投影变换,曲线、曲面和曲面体的投影,立体的截切与相贯,轴测投影,组合体的投影图,透视图,标高投影,表达工程形体的图样画法,计算机绘图基础,几何造型设计简介,建筑结构图,建筑施工图,建筑设备图,路、桥工程图,水利工程图、机械图等。

本书采用了最新颁布的有关制图的国家标准。

本书的特点是切实保证贯彻当前正在执行的国家教委 1995 年批准印发的本课程教学基本要求所规定的必学内容的深广度,以较大幅度拓宽土木建筑专业图的专业面,使大部分土建与水利类和相近专业都能在书中选用需要的内容。为使学生掌握计算机绘图基本操作,编入了本课程教学基本要求所规定的计算机绘图基础必学内容,为学生继续学习《计算机绘图》或《计算机辅助设计》课程打下基础。本教材内容选择和组织尽量做到主次分明,深浅恰当,详略适度,由浅入深,循序渐进,取舍方便;课文和插图尽量做到文句通顺,图形清晰规范,图文配合紧密,便于学生自学和复习。本书及配套的习题集可用作高等学校本科土木工程专业、水利工程类专业或其他土建类专业以及相近专业的教材,也可供其他类型的学校,如职工大学、函授大学、电视大学等有关专业选用。

本书由武汉大学丁宇明教授主审,并由武汉大学出版社出版。在编写过程中,主审对本书提出了许多宝贵的编写意见,对提高本书质量起着非常重要的作用,对此表示衷心的感谢。

本书第一版为武汉大学十五规划教材和面向 21 世纪系列教材中的一套,是武汉大学《工程制图》课程被评为 2006 年湖北省精品课程的重要成果之一。

参加本书编写工作的有:武汉大学陈永喜(前言、第八章、第十一章、第十三章)、夏唯(第十二章、第十四章、第十五章)、孙宇宁(第七章、第十七章)、詹平(第二章、第九章)、张竞(第三章)、靳萍(第十章)、三峡大学任德纪(绪论、第六章、第十六章)、许南宁(第一章)、武汉科技大学朱丽华(第四章、第九章)、李志红(第二章)、贺亚魏(第五章)、肖丽(第四章)。全书由武汉大学陈永喜统稿,陈永喜、任德纪为主编,夏唯、李志红、詹平为副主编。

对于书中的不妥或疏漏之处,热忱欢迎读者批评指正。

编者

2009 年 11 月

绪 论

一、发展概况

工程图样的绘制,从古到今都受到了人们的重视。公元前4世纪的文物,战国初期中山王墓出土的用青铜板镶金银线条,是按正投影法用1:500比例绘制并注写了439个文字的建筑平面图,为世界上罕见的早期工程图样。公元1100年宋代李诫(明仲)所著《营造法式》这一巨著,三十六卷中就有六卷是当时世界上极为先进的工程图绘制方法。南朝宋炳绘制的透视图采用的是先进的中心投影法。

18世纪,法国数学家加斯帕拉·蒙日汇集众多的图样绘制方法,并进行了严密的论证,发表了以多面正投影法为基础的画法几何学。两个多世纪以来,画法几何学与工程专业结合,产生了多个学科。跟随工程制图标准的制定,使工程图样成为工程中重要的技术文件,成为国际上科技界通用的“工程技术语言”。

上个世纪下半叶,计算机绘图、计算机辅助设计、数字城市、数字水利等现代技术的不断推进,形数结合的研究得以发展,开拓了计算机几何学、计算机图形学以及分数维几何学等图学研究领域,产生计算机工程可视化、计算机工程仿真等现代学科。随着科学技术的发展和国民素质的提高,无纸化生产将成为现实。

二、本课程的任务及要求

任何一门现代科学或专业技术都有其自身的基础,本课程有画法几何学、工程制图学和计算机绘图等三部分内容,是为本专业学生学习后续课程提供工程图学的基本概念、基本理论、基本方法和基本技能的一门专业技术基础课程;也是工程技术人员必不可少的专业基础。

通过课程的学习,学生应牢固掌握投影的基本概念和基本理论,熟练掌握作图的基本方法和基本技能;通过由物到图、由图到物的思维锻炼,努力提高自己的工程图示能力和空间构形、图解空间几何问题的空间思维能力;通过制图标准的学习和贯彻,培养学生能严格按照标准来绘制工程图样;通过计算机绘图的学习,使学生初步了解利用绘图软件绘制图样的方法并具有上机操作绘图的能力。

三、本课程的特点及学习方法

本课程内容丰富、逻辑严密、表达严谨、实用性强。在学习过程中应有针对性地进行学习。

1. 勤动手

在课堂上认真听,课后要按时完成作业,画法几何内容的学习要落实在“画”上,工程制图内容的学习要落实在“制”上,计算机绘图内容的学习要落实在“绘”上。通过按时完成作业,才能有条不紊地掌握“画”、“制”、“绘”等方面的基本知识点。

2. 多思维

本课程的逻辑严密,学习过程中要不断地温故知新、多加联想,解题时每一作图过程应有理论或方法作依据,不能盲目解题;逐步进行由物到图、由图到物的思维锻炼;完成一道作业题后应求变,即稍微改变已知条件后应该思考怎样求解。

3. 按标准

图样是工程技术语言,是重要的技术文件。学习时要严格遵守制图标准或有关规定,要有负责任的态度。在自我严格要求中,才能培养自己认真细致的工作作风。

4. 不松懈

本课程内容由易到难,步步深入,具有良好的系统性。只要掌握了学习方法,始终如一地加以使用,就能克服学习中的困难,掌握课程内容,达到课程要求,为今后的学习和工作打下坚实的工程图学基础。

目 录

总 序	1
第二版前言	1
绪 论	1
 第 1 章 工程制图基本知识	1
1.1 工程制图的基本规定	1
1.2 图样中尺寸标注的基本方法	5
1.3 平面图形的画法	8
 第 2 章 点、线、面及平面立体的投影	12
2.1 投影法的基本知识	12
2.2 点的投影	13
2.3 直线的投影	18
2.4 平面的投影	26
2.5 直线与平面的相对位置	31
2.6 投影变换方法	39
2.7 平面体的投影	45
2.8 平面立体的表面展开	49
 第 3 章 曲线、曲面和曲面体的投影	51
3.1 曲线和曲面	51
3.2 直线面	54
3.3 曲线面	62
3.4 曲面体表面展开	67
 第 4 章 立体的截切与相贯	70
4.1 平面体的截切	71
4.2 曲面体的截切	73
4.3 平面体与平面体相贯	79
4.4 平面体与曲面体的相贯线	83
4.5 曲面体和曲面体相贯	85
 第 5 章 轴测投影	90
5.1 轴测投影基本知识	90
5.2 正等轴测图	91
5.3 斜轴测投影	93

5.4 轴测图的画法	94
第6章 组合体	99
6.1 组合体的构成	99
6.2 组合体三视图绘制	102
6.3 组合体视图的尺寸标注	105
6.4 组合体三视图阅读	109
第7章 透视图	115
7.1 概述	115
7.2 透视图的作图	117
7.3 圆的透视	120
7.4 立体的透视	121
第8章 标高投影	124
8.1 概述	124
8.2 点和直线的标高投影	124
8.3 平面的标高投影	126
8.4 曲面的标高投影	130
第9章 表达工程形体的图样画法	135
9.1 视图	135
9.2 剖面图	136
9.3 断面图	145
9.4 图样中的简化画法	146
9.5 第三角投影简介	148
第10章 计算机绘图基础	150
10.1 AutoCAD 2004 用户界面与绘图环境设置	150
10.2 基本二维绘图命令	156
10.3 二维图形的编辑	160
10.4 图块与图案填充	163
10.5 尺寸标注	166
10.6 三维建模与编辑	169
10.7 建筑平面图	172
第11章 几何造型设计简介	181
11.1 几何造型概述	181
11.2 几何造型的数据结构	181
11.3 形体的几何信息和拓扑信息	183
11.4 几何造型的三种模式	184
11.5 三维实体的表示方法	185

第 12 章 建筑结构图	188
12.1 钢筋混凝土结构图	188
12.2 钢结构图	192
12.3 AutoCAD 绘制结构图	196
第 13 章 建筑施工图	197
13.1 概述	197
13.2 建筑总平面图	201
13.3 建筑平面图	203
13.4 建筑立面图	211
13.5 建筑剖面图	214
13.6 建筑详图	216
第 14 章 建筑设备图	220
14.1 给水排水施工图	220
14.2 室内采暖通风施工图	227
14.3 建筑电气施工图	233
14.4 AutoCAD 绘制设施图	235
第 15 章 路、桥工程图	237
15.1 道路路线工程图	237
15.2 桥梁工程图	241
15.3 AutoCAD 绘制路、桥工程图	245
第 16 章 水利工程图	246
16.1 水工图的分类	246
16.2 水工图的表达方法	249
16.3 水工图的读图方法	256
16.4 水工图的计算机绘制	261
第 17 章 机械图	264
17.1 概述	264
17.2 标准件和常用件	264
17.3 零件图	271
17.4 装配图	273

第 1 章 工程制图基本知识

1.1 工程制图的基本规定

1.1.1 制图标准简介

图样作为工程界的技术语言、设计和生产的技术文件,绘制和交流时必须遵守统一的标准。为此国家组织了专门的机构,制定了一系列的全国范围内通用的“国家标准”,简称“国标”,用“GB”表示。“技术制图”只是其中的一种。此外,各行业、各地区为满足需要,还制定有范围较小或局部区域使用的行业标准和企业标准,如水利水电工程制图标准、港口工程等制图标准。在世界范围内,有“国际标准化组织”(ISO)制定的许多国际标准。

本教材所涉及的国家 and 行业标准有:技术制图标准、水利水电工程制图标准及建筑制图标准等。本节将介绍制图标准中一些最基本的规定,并要求在今后的绘图时严格遵守。

1.1.2 图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用基本幅面,其幅面代号及尺寸见表 1-1。当基本幅面不能满足视图的布置时,可加长幅面,加长幅面是由基本幅面的短边成整数倍增长。

表 1-1	图 纸 幅 面					单位:mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	
标准尺寸	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	
c	10			5		
a	25					
e	20		10			

2. 图框格式

无论图纸是否装订,都应画出图框。留装订边的图纸其尺寸见图 1-1(a),不留装订边的图纸其尺寸见图 1-1(b)。

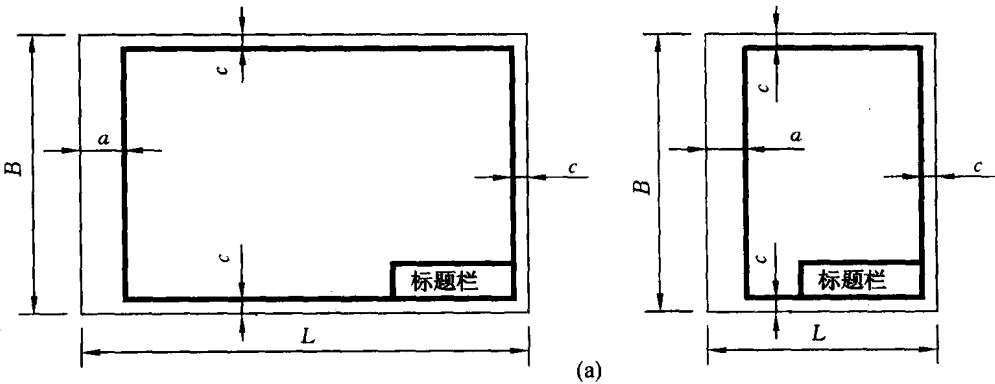


图 1-1(a) 图纸幅面及图框格式

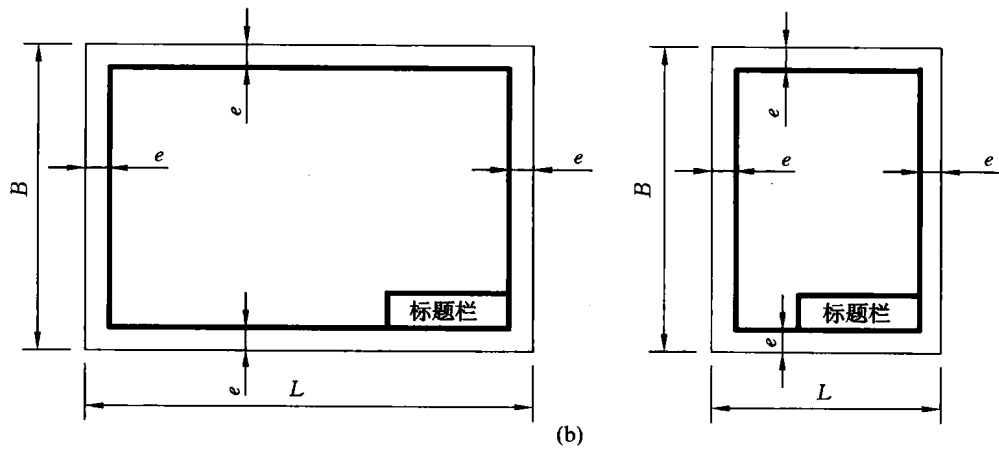


图 1-1(b) 图纸幅面及图框格式

3. 标题栏

每张图纸上都必须在其右下角画出标题栏,标题栏的内容及格式按 GB 中有关规定执行。本课程的作业中,建议采用图 1-2 所示的格式。

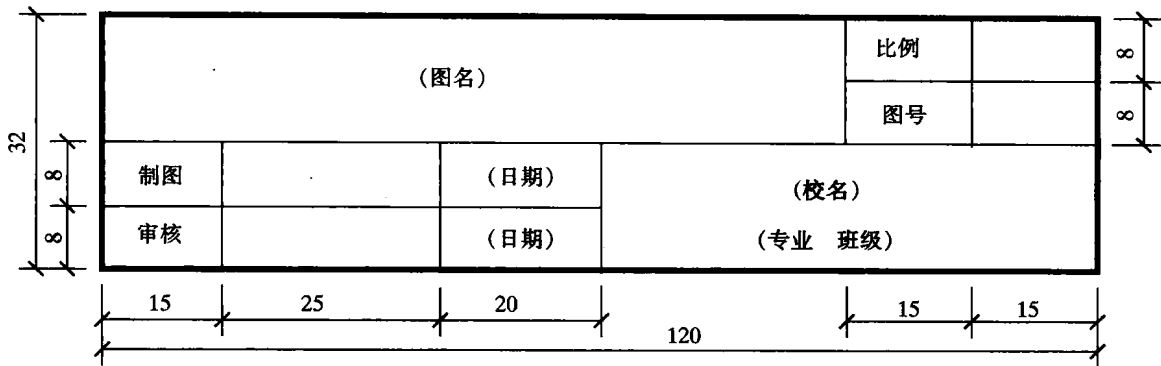


图 1-2 标题栏建议格式

1.1.3 字体

图样中书写的汉字、数字、字母等均应做到字体端正,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀。

字体高度 h 的系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20 mm,高度大于 20 mm 的字体,其尺寸按 $\sqrt{2}$ 的比率递增,字体的号数即字体的高度。

1. 汉字

图样中的汉字应采用长仿宋体。汉字中的简化字应采用国家正式公布实施的简化字,并尽可能采用仿宋体。

但在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm。汉字的宽度 d 一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋字的要领是:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

字体示例:

10 号字

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号字

平立剖总布置图回填挖土最水位柱垫枢纽高度宽和数母字国

5号字

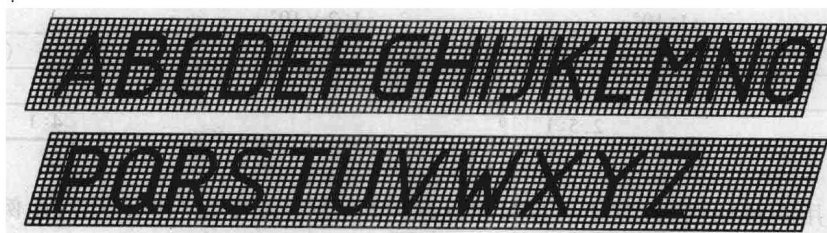
技术要求对称同轴线允许偏差检验横数值形体分析法线面 断移出立面平竖直间

2. 字母和数字

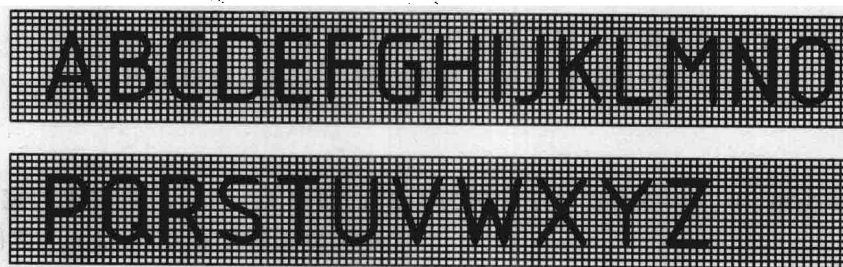
在图样中,字母和数字可写成斜体或直体。斜体字头向右,与水平线成75°。

字体示例见图1-3。

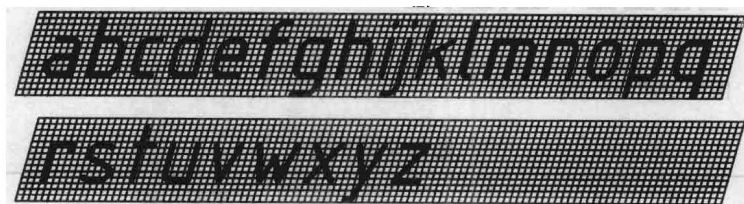
斜体



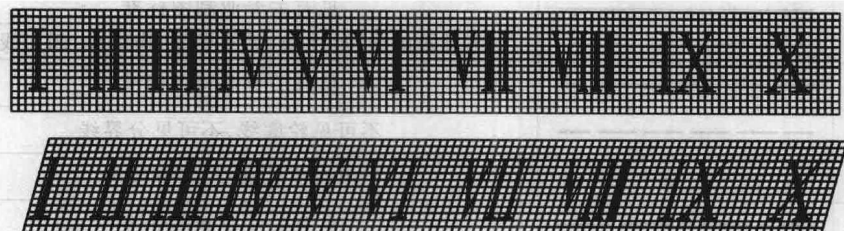
直体



(a) 大写拉丁字母



(b) 小写拉丁字母



(c) 罗马数字



(d) 阿拉伯数字

图1-3 字母和数字示例

1.1.4 比例

图样的比例应为图形与实物相对应的线性尺寸之比。土木工程图样的比例应按表 1-2 的规定选用,并应优先选用表中的常用比例。

表 1-2		比 例			
常用比例		1:1			
		1:10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	
		2:1	5:1	(10×n):1	
可用比例		1:1.5×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:3×10 ⁿ	1:4×10 ⁿ
		2.5:1			4:1

当整张图纸中只用一种比例时,应统一注写在标题栏内,否则应按如下形式注写比例

平面图 1:20 或 $\frac{\text{平面图}}{1:200}$ $\frac{\text{墙板位置图}}{1:200}$

按以上形式注写时,比例的字高应比图名的字高小一号或二号。
特殊情况下,允许在同一视图中的铅直和水平两个方向上采用不同的比例。

1.1.5 图线

图样中的图线分为粗、中、细三种,其宽度比例为 4:2:1,如图 1-4 所示。粗实线的宽度 b 应根据图的大小和复杂程度在 0.5~2 mm 之间选用。

粗线

中线

细线

图线宽度的推荐系列为:0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1.0,1.4,2.0 mm。
图线的用途见表 1-3。

图 1-4 图线的粗、中、细

表 1-3 线型及其用途

	图线名称	线 型	主要用途	线宽
实线 01	粗		可见轮廓线	b
	中		见有关专业制图标准	$0.5b$
	细		可见轮廓线,尺寸线,尺寸界线,指引线,剖面线等	$0.25b$
虚线 02	粗		见有关专业制图标准	b
	中		不可见轮廓线,不可见分界线	$0.5b$
	细		不可见轮廓线,图例线等	$0.25b$
点画线 03	粗		见有关专业制图标准	b
	中		见有关专业制图标准	$0.5b$
	细		中心线,轴线,对称线	$0.25b$
双点画线 04	粗		见有关专业制图标准	b
	中		见有关专业制图标准	$0.5b$
	细		假想轮廓线	$0.25b$
	折断线		断裂处边界线	$0.25b$
	波浪线		局部剖视的边界线,构件断裂处的边界线	$0.25b$

图线的画法规定如下:

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,如图 1-5(a)所示。点画线和双点画线的首末两端应是线段。

(3) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-5(b)所示。

(4) 虚线与虚线交接,或虚线与其他图线交接,应是线段交接,如图 1-5(c)所示。虚线为实线的延长线时,不得与实线连接,如图 1-5(d)所示。

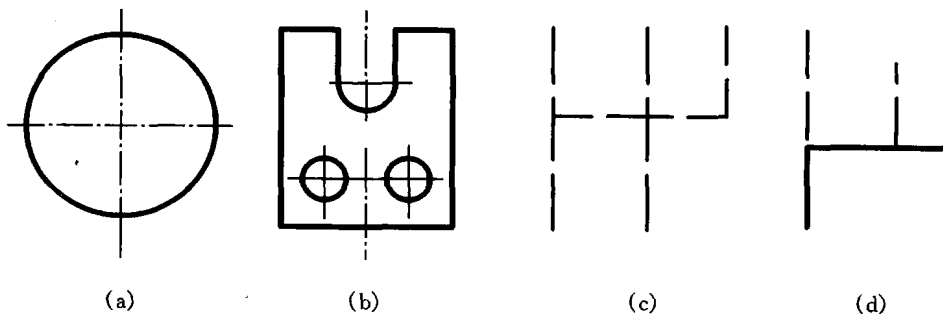


图 1-5 图线交接

1.2 图样中尺寸标注的基本方法

图形只能表达物体的形状,其大小和各部分相对位置必须靠标注尺寸确定,尺寸是施工的重要依据,因此,标注尺寸时必须认真细致,一丝不苟。

1.2.1 标注尺寸的基本规则

(1) 构件及建筑物的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为准,与图样的比例及绘图的准确度无关。

(2) 图样中标注的尺寸单位除标高、桩号及规划图、总布置图尺寸以米为单位外,其余均以毫米为单位(图中均不必标注单位)。

(3) 图样上的每一尺寸,一般只标注一次。

1.2.2 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字组成。

a. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,为被注长度的界限线,尺寸界线一般应垂直于尺寸线(必要时才允许不垂直),其一端应离开图样轮廓线不少于 2 mm,另一端超出尺寸线 2~3 mm,如图 1-6(a)所示。

b. 尺寸线和尺寸起止符号

尺寸线用细实线绘制,与被标注的线段平行,不能用图样中的其他图线及延长线代替。标注相互平行的尺寸时,小尺寸在内,大尺寸在外,两平行尺寸之间的距离不应小于 5 mm,如图 1-6(a)所示。尺寸线终端有两种形式:箭头和斜线,其形式如图 1-6(b)所示。标注圆弧、半径、直径、角度、弧长时,一律采用箭头。

c. 尺寸数字

尺寸数字一般按图 1-7(a)所示的规定注写,并尽可能避免在如图 1-7(a)所示的 30°范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 1-7(b)的形式标注。

尺寸数字不能被任何图线所通过,否则必须将该图线断开,如图 1-7(c)所示。尺寸数字一般采用 3.5

号(或 2.5 号)字,其大小全图应一致。

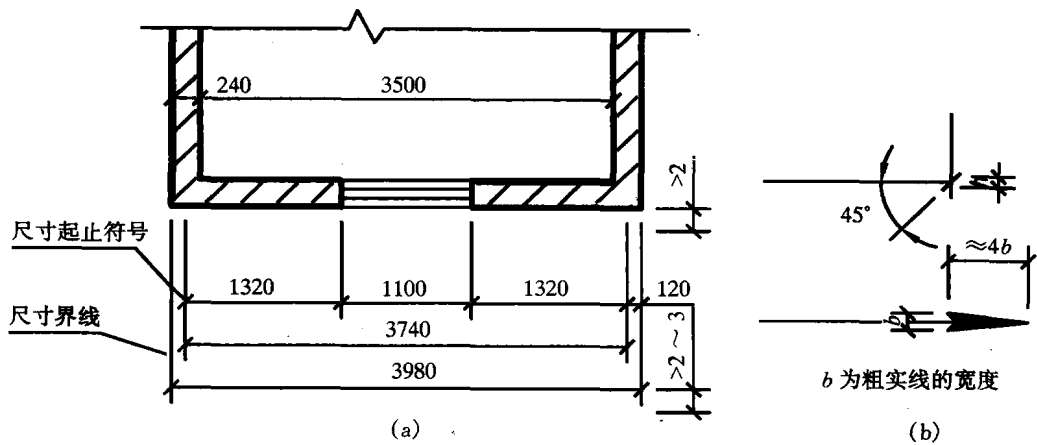


图 1-6 尺寸注法

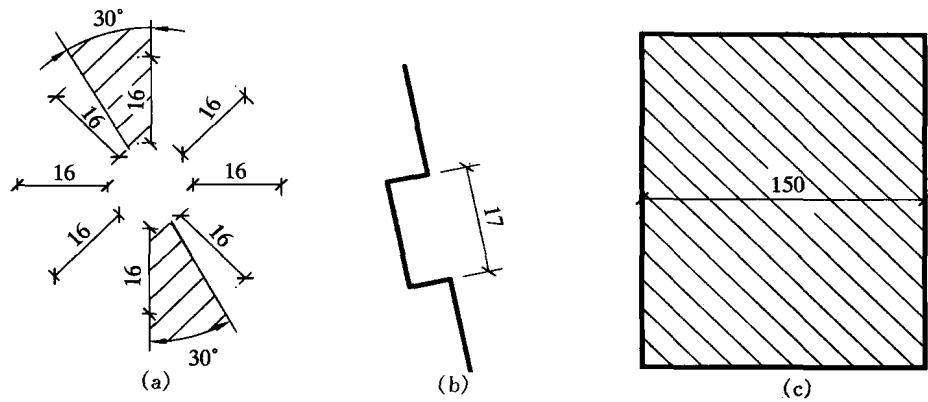


图 1-7 尺寸数字的注写

尺寸数字一般注写在尺寸线上方中部,不要贴靠在尺寸线上,一般应离开 0.5mm,当尺寸界线之间的距离较小时,尺寸数字可按图 1-8 所示的形式注写。

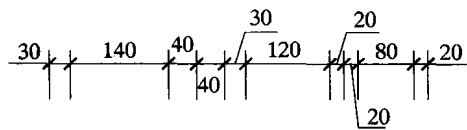


图 1-8 拥挤尺寸的注写

1.2.3 圆、圆弧尺寸及角度尺寸的注法

半圆或小于半圆的圆弧应标注其半径,大于半圆的圆应标注直径。其尺寸线必须通过圆心,标注直径时应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注半径时应在尺寸数字前加注符号“ R ”;标注球面直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”,如图 1-9 所示。圆弧半径很大时,可按图 1-10 所示的形式标注,圆弧较小时,可按图 1-11 所示的形式标注。