

21世纪高等教育规划教材

土木水利工程制图 及计算机绘图

张满栋 梁国星 主编

第2版



21 世纪高等教育规划教材

土木水利工程制图及 计算机绘图

第 2 版

主 编 张满栋 梁国星
副主编 赵洪生 张建丽 田秀萍

机械工业出版社

本书是泛土木水利类工程制图教材,采用现行的建筑制图国家标准和水电水利行业制图标准,集多年教改研究、实践等成果编著而成。全面贯彻了教育部工程图学教学指导委员会最新通过的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》的精神。

本书的主要内容包括:最新国家标准介绍,各种绘图方式以及计算机绘图方法介绍,画法几何投影理论基础,工程形体的表达方法、标高投影,房屋建筑施工图,建筑结构施工图,给水排水工程图,暖通空调工程图,道路工程图和水利工程图等。计算机绘图则以较为普及的 AutoCAD 2007 为平台进行介绍。

本书可作为高等工科院校泛土木水利类各专业“画法几何及工程制图”课程的教材或参考书,也可供职业技术教育、函授等工科同类专业学生使用,同时还可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木水利工程制图及计算机绘图/张满栋,梁国星
主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2014.8
21世纪高等教育规划教材
ISBN 978-7-111-47224-7

I. ①土… II. ①张…②梁… III. ①土木工程—计算机制图—高等学校—教材②水利工程—计算机制图—高等学校—教材 IV. ①TU204-39②TV222.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 201901 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:何文军 责任编辑:吴苏琴 责任校对:肖琳
封面设计:张静 责任印制:乔宇
北京铭成印刷有限公司印刷
2014 年 9 月第 2 版第 1 次印刷
184mm×260mm·22.25 印张·544 千字
标准书号:ISBN 978-7-111-47224-7
定价:49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>
销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>
销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>
读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材自2011年出版后,得到了广大同行的认可和欢迎。本次改版是在第一版的基础上进行了修改和扩充,以适应新时期工科院校土木水利类工程制图课程教学要求,并结合了近几年来从事教学改革和课程建设实践中积累的经验和成果,以及广大读者的要求。

本教材采用现行的建筑制图国家标准和水电水利行业制图标准。本教材涉及的建筑、道路行业制图国家标准主要有:《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《建筑给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010)、《采暖空调制图标准》(GB/T 50114—2010)、《道路工程制图标准》(GB 50162—1992);涉及的水利行业执行的部颁行业标准主要有:《水电水利工程施工基础制图标准》(DL/T 5347—2006)、《水电水利工程水工建筑制图标准》(DL/T 5348—2006)等。

近年来,我们围绕工科院校土木水利类工程制图课程教学要求,坚持课程建设,坚持教学改革,在对课程体系、教学方法和教材建设的研究实践中不断取得新突破。这些工作的积累,为本次教材的改版奠定了很好的基础。

本书的主要特点是:整合传统土木、水利工程制图课程,将公共部分提炼成章,相异部分分别介绍,实现了泛土木水利类工程制图内容有机融合。既便于教学,又实现了交叉学科的融会贯通,对培养泛土木水利类人才,扩大学生知识面,增强学生就业能力都有很大益处。

教材编写力求实现“以适用于新时期实际教学为本,以思路新、体系新、内容新、形式新、手段新、功能新为源”的总原则。力求处理好以下关系:①继承传统图学理论知识又结合当前教学要求对传统内容进行提炼,去粗取精;②从一开始就将手工绘图与计算机绘图进行结合,便于学生尽早适应当前发展要求;③以《技术制图》国家标准术语为基础,兼顾专业制图传统术语,妥善处理它们之间的差异;④教材按照“制图基础”→“专业制图基础”→“专业制图”循序渐进;⑤突出了集合体与计算机三维实体建模之间的关系。

参加本次教材改版编写工作的有:张满栋(前言、绪论、第2、4、5、11、21章),李唯东(第1章),梁国星(第3章),田秀萍(第6、7章),上官文印(第8章),董黎君(第9章),郑君兰(第10章),王琪(第12、14章),赵洪生(第13章),马金山(第15章),侯爱民(第16章),张建丽(第17、18章),刘春义(第19章),马麟(第20章)。梁国星参与了第8、9、10章的部分统稿工作,最后由张满栋负责统稿和定稿。

本书编写过程中得到太原理工大学校长、博士生导师,吕明教授的关怀和指导,也得到山西省工业技术图学会副理事长、博士生导师杨胜强教授的关怀和帮助,以及太原理工大学工程图学教研室张素珍副教授等同仁的帮助,同时还参考了国内同行编写的很多同类优秀教材,在此一并致以衷心的感谢。

向所有为本书编写出版付出辛勤劳动的各位专家、编辑及有关工作人员表示谢意。

限于编者学识水平,书中的不妥之处甚至错误在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2014年5月

目 录

前言		
绪论	1	
第1章 制图基本知识	3	
1.1 制图标准简介	3	
1.2 手工绘图工具及使用	11	
1.3 几何作图	14	
1.4 平面图形的分析	16	
1.5 绘图的方法与步骤	17	
第2章 计算机二维绘图	19	
2.1 基本知识	19	
2.2 绘图环境设置	23	
2.3 绘图和修改命令	26	
2.4 文字及尺寸标注	35	
2.5 图块操作	41	
第3章 投影基本知识及点的投影	43	
3.1 投影法的基本概念	43	
3.2 工程上常用的图示方法	45	
3.3 点的投影	46	
第4章 直线的投影	53	
4.1 直线的投影及分析	53	
4.2 直线上的点	57	
4.3 两直线的相对位置关系	59	
第5章 平面的投影	64	
5.1 平面的投影及分析	64	
5.2 平面内的点和直线	67	
5.3 圆的投影	72	
第6章 直线与平面、平面与平面的 相对位置	74	
6.1 平行问题	74	
6.2 相交问题	76	
6.3 垂直问题	80	
6.4 综合问题图解	82	
第7章 投影变换	85	
7.1 换面法	85	
7.2 旋转法	93	
第8章 立体	97	
8.1 平面立体	97	
8.2 曲面立体	100	
第9章 平面、直线与立体相交	106	
9.1 平面与平面立体相交	106	
9.2 平面与曲面立体相交	107	
9.3 直线与立体相交	112	
第10章 两立体相交	114	
10.1 两平面立体相交	115	
10.2 平面立体与曲面立体相交	117	
10.3 两曲面立体相交	119	
10.4 同坡屋面	124	
第11章 轴测投影	127	
11.1 轴测投影的基本知识	127	
11.2 常用的轴测投影图	129	
11.3 轴测剖视图的画法	137	
11.4 轴测图的尺寸标注	139	
第12章 集合体与计算机三维绘图	141	
12.1 集合体的构成分析	141	
12.2 画集合体三视图	144	
12.3 集合体的尺寸标注	146	
12.4 集合体视图的阅读	149	
12.5 计算机三维绘图	154	
第13章 工程形体的表达方法	162	
13.1 视图	162	
13.2 剖视图与断面图	167	
13.3 简化画法与规定画法	177	
13.4 第三角画法简介	179	
第14章 工程中常用的曲面	181	
14.1 概述	181	
14.2 直线面	181	
14.3 螺旋线与螺旋面	188	
14.4 曲线面	190	

第 15 章 标高投影	192	18.2 室内给水排水工程图	272
15.1 点和直线的标高投影	192	18.3 室外给水排水工程图	278
15.2 平面的标高投影	194	18.4 水处理构筑物工艺图	280
15.3 曲面的标高投影	197	第 19 章 暖通空调工程图	285
15.4 标高投影在工程中的应用	201	19.1 概述	285
第 16 章 房屋建筑施工图	207	19.2 暖通空调制图的一般规定	285
16.1 概述	207	19.3 室内采暖施工图	292
16.2 建筑总平面图	209	19.4 通风空调施工图	298
16.3 建筑平面图	213	第 20 章 道路工程图	303
16.4 建筑立面图	226	20.1 概述	303
16.5 建筑剖面图	231	20.2 道路路线工程图	303
16.6 建筑详图	234	20.3 道路交叉口	316
第 17 章 建筑结构施工图	244	第 21 章 水利工程图	321
17.1 概述	244	21.1 概述	321
17.2 钢筋混凝土构件详图	246	21.2 水工建筑物中的曲面	324
17.3 建筑结构施工图平面整体设计 方法简介	253	21.3 水工图的表达方法	328
17.4 钢结构图	256	21.4 水工图的尺寸标注	334
17.5 房屋结构施工图	259	21.5 水工图的阅读	337
第 18 章 给水排水工程图	268	21.6 水工图的绘制	348
18.1 概述	268	参考文献	349

绪 论

1. 本课程研究对象

画法几何及工程制图是工科院校重要的一门技术基础课。

在工程界,工程图样是进行交流的技术语言。它以投影原理为基础,遵照国家标准和相关规定绘制表示工程形状、大小以及施工要求等信息,是工程部门的一项重要技术合同文件,是设计和施工的主要依据。在土木、建筑、水利、园林、机械等领域的技术工作与管理工作中有着广泛的应用。在生产实践和科学实验中,设计者用图样表达设计思想和设计的对象,施工者从图样中了解设计要求指导施工,科技人员运用图样进行技术交流。所有这些过程中,图样扮演着记录和传递创新思想与技术信息的媒介角色。因此,人们形象地称之为“工程技术界的共同语言”。

工程制图是以工程图样为研究对象的技术课,涵盖了建筑、土木工程、给排水工程、采暖空调工程、道路工程、水利工程等专业。它研究遵照国家标准和相关规定,以投影原理为基础,用图样绘制及文字说明表达工程形体形状、大小以及施工要求等内容。通过本课程学习,对空间想象思维能力的培养,认真细致的工作作风培养,绘图表达形体能力的培养,国家标准的学习等都有极大的益处。

画法几何投影理论主要研究空间几何元素点、直线、平面、曲线与曲面以及立体的投影规律和投影性质,研究它们的图示方法和它们之间相互关系问题的图解方法。

与建筑、土木、道路、给水排水、采暖空调、水利工程制图相关的国家标准和行业标准是反映最新技术要求的有关规定,在绘制图样中要认真落实和遵守。

计算机绘图的出现,使工程设计领域发生了质的飞跃。计算机绘图工具快速、精确、易修改、易携带、易管理等特点是手工绘图无法比拟的。但手工绘图仍是创新思维的源泉,具有方便灵活、适应性强的优势,其基础地位是计算机绘图无法取代的。因此,工程技术人员必须掌握各种绘图方式。

2. 本课程的任务

画法几何及工程制图课程的基本任务是:

- (1) 培养使用投影的方法用二维平面图形表达三维空间形状的能力;
- (2) 培养对空间形体的形象思维能力;
- (3) 培养计算机绘制二维图样及进行三维造型设计的能力;
- (4) 培养仪器绘制,徒手绘画和阅读有关图样的能力;
- (5) 培养认真细致的工作作风,贯彻、执行国家标准意识。

本课程的更深层次的任务是高效地开发学习者的智力,提高其工程素养。学习者通过学习正投影理论基础、实体造型、形体表达等相关内容,可大幅度地提高其形象思维、逻辑能力、创新能力,为今后立足于社会,成为一个有益于社会的人打下基础。

3. 本课程学习方法

- (1) 本课程是一门实践性很强的课程,必须注重理论联系实际,细观察,多思考,勤

动手,掌握正确的读图、绘图的方法和步骤,提高绘图技能。

(2) 人的认识过程要经过感知、记忆、思维、总结等几个心理发展阶段。学习本课程时,通过观察客观事物并与所学理论知识想结合,从而加深对理论知识的深入理解,决定了空间思维能力的强弱。具备超强的空间思维能力必须通过勤观察、勤思考、勤实践才能获得。

(3) 学习过程中,必须注意空间几何关系的分析以及空间形体与其投影之间的相互联系,“由物到图,再从图到物”进行反复思考。

(4) 自学能力和创新能力是优秀科技人员必须具备的基本素质,在学习过程中要将各种理论知识与技能密切结合,有意识地培养自己的综合能力。

(5) 由于工程图样在生产中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都有可能带来重大经济损失。所以在学习过程中,应养成认真负责的态度和严谨细致的作风。

(6) 认真听课,用心作图,多实践。只有这样,才能深刻领会课程内容,很好地将理论与实践相结合,做到事半功倍,不断提高绘图和读图能力。

最后,本课程只能为学习者的绘图和读图能力打下初步基础,在后续课程以及生产实习、课程设计和毕业设计中,还须再充实专业知识,继续提高绘图和读图能力。

第1章 制图基本知识

1.1 制图标准简介

图样是一种重要的技术文件，是产品制造及工程施工的重要依据，是工程界共同的技术语言，技术图样这一职能的实现是以技术标准的制定和实施为基础的。

在我国执行的建筑、道路行业制图国家标准主要有：《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《建筑给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010)、《采暖空调制图标准》(GB/T 50114—2010)、《道路工程制图标准》(GB 50162—1992)；在水利行业执行的部颁行业标准有：《水电水利工程基础制图标准》(DL/T 5347—2006)、《水电水利工程水工建筑制图标准》(DL/T 5348—2006)等。随着时代的发展，国家标准和行业标准也在不断更新和完善。实际工作中，要使用最新的国家标准及行业标准。

制图国家标准属于工程领域的技术标准，根据我国法律规定，大多数此类标准属于推荐执行标准，此类标准代号 GB/T；为保障人身健康、财产安全而制定的标准是强制执行标准，代号 GB。对于工程技术人员，推荐执行标准也是必须严格执行的标准。

以《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)为例，将标准代号及构成名称说明如下：GB/T，国标代号；50001，标准顺序号；2010，标准批准年号；《房屋建筑制图统一标准》，标准名称。本章则主要介绍该标准相关内容。

1.1.1 图纸幅面和格式

1. 图纸幅面

GB/T 50001—2010 对图纸幅面的尺寸大小作了统一规定。绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面，其基本参数见表 1-1 所示。图幅代号为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时，也允许加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图幅代号中的 A 表示 A 系列图纸，其后面的数字为幅面号。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 (单位:mm)

尺寸代号 \ 幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。其格式分为留有装订边和不留装订边两种，但同一产

品的图样只能采用一种格式。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示。

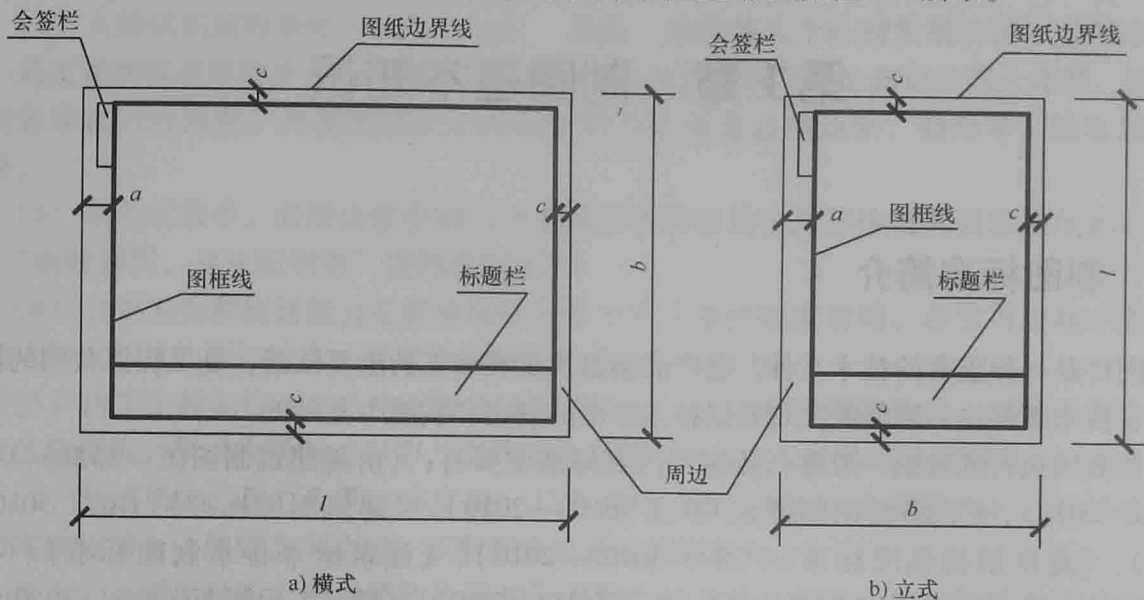


图 1-1 留有装订边的图框格式

画图时对需要缩微复制的图纸，为了复制和缩微方便，需画对中标志，对中标志应画在图纸内框各边长的中点处，线宽 0.35mm，应伸入内框边，在框外为 5mm。

每张图纸上都必须画出标题栏和会签栏，GB/T 50001—2010 规定了标题栏的组成、尺寸及格式等内容。制图作业标题栏可按图 1-2a 所示格式绘制。

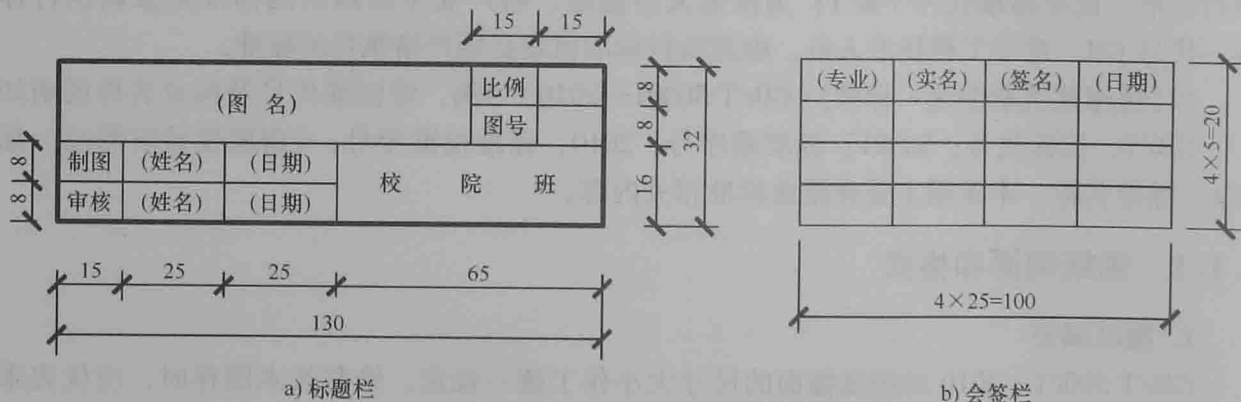


图 1-2 标题栏和会签栏格式

会签栏尺寸应为 100mm × 20mm，栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、日期（年、月、日）；一个会签栏不够时，可另加一个，两个会签栏应并列；不需会签的图纸可不设会签栏。会签栏格式如图 1-2b 所示。

1.1.2 比例

比例是图中图形与其实物相对应的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时，应按 GB/T 50001—2010 规定，由 平面图 1:100 表 1-2 规定的系列中选择适当的比例。

比例符号应以“:”表示。图样比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。对于建筑、水利专业，比例宜注写在图名的右侧，字的基准线应取平；比例的字高宜比图名的字高小一号或二号，如图 1-3 所示。



图 1-3 比例的注写

表 1-2 绘图所用的比例

	比 例
常用比例	1:1、1:2、1:5、1:10、1:20、1:30、1:50、1:100、1:150、 1:200、1:500、1:1000、1:2000
可用比例	1:3、1:4、1:6、1:15、1:25、1:40、1:60、1:80、1:250、 1:300、1:400、1:600、1:5000、1:10000、1:20000、1:50000、1:100000、1:200000

1.1.3 字体

在图样上除了用图形表示工程形体的形状之外，还要用文字和数字来说明工程形体的大小和技术要求等。在图样上书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)，对于中文矢量字体，尺寸系列为：3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm；字高大于 10mm 的文字宜采用 TRUETYPE 字体，对于 TRUETYPE 字体及非中文矢量字体，尺寸系列为：3 mm、4 mm、6 mm、8 mm、10 mm、14 mm、20mm。如果需要写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体号数代表字体的高度。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字(矢量字体)或黑体，同一图纸字体种类不应超过两种。并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字(矢量字体)的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。为了保证字体大小一致和排列整齐，书写时可先打格子，然后写字。黑体字的宽度与高度应相同。

长仿宋体字的特点是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。长仿宋体字的笔画如下：



长仿宋体汉字示例如图 1-4 所示。

2. 字母和数字

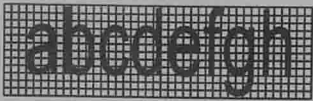
图样及说明中的拉丁字母、阿拉伯数字与罗马数字，宜采用单线简体或 ROMAN 字体。字母和数字可写成斜体和直体，斜体字向右倾斜，与水平基准线成 75°。

(1) 拉丁字母示例

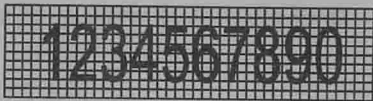


字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐

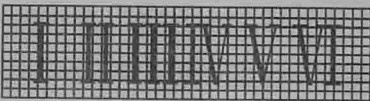
图 1-4 长仿宋体汉字书写示例



(2) 阿拉伯数字示例



(3) 罗马数字示例



1.1.4 图线

1. 基本线型

图线是组成图样的最基本要素之一，GB/T 50001—2010 规定了适用于房屋建筑各专业技术图样的图线名称、线型、尺寸及画法规则。

该标准还规定了基本线型的变形形式和图线的组合形式，以方便不同专业的使用。

2. 图线尺寸

图线宽度 b ，应在 1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm、0.25mm、0.18mm、0.13mm 线宽系列中选取，图线宽度不宜小于 0.1mm。

每个图样，应根据复杂程度与比例大小，先选定基本线宽 b ，再选用表 1-3 相应的线宽组。

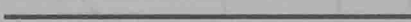
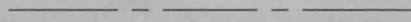
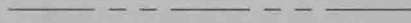
表 1-3 线 宽 组 (单位：mm)

线宽比	线宽组			
b	1.4	1.0	0.7	0.5
$0.7b$	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	0.7	0.5	0.35	0.25
$0.25b$	0.35	0.25	0.18	0.13

注：1. 需要缩微的图纸，不宜采用 0.18mm 及更细的线宽。
2. 同一张图纸内，各不同线宽组中的细线，可统一采用较细线宽组的细线。

表 1-4 列出了土木工程建设图样常用的基本图线 (GB/T 50001—2010)。

表 1-4 土木工程建设图样中常用图线

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		$0.25b$	图例填充线、家具线
虚 线	粗		b	见有关专业制图标准
	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
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、成型前原始轮廓线
折 断 线			$0.25b$	断开界线
波 浪 线			$0.25b$	断开界线

3. 绘制图线时应注意的问题

- (1) 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。
- (2) 相互平行的图线，其间隙不宜小于其中的粗线宽度，且不宜小于 0.7mm 。
- (3) 虚线、单点长画线或双点长画线的线段长度和间隔，宜各自相等。
- (4) 单点长画线或双点长画线，当在较小图形中绘制有困难时，可用实线代替(见图 1-5)。

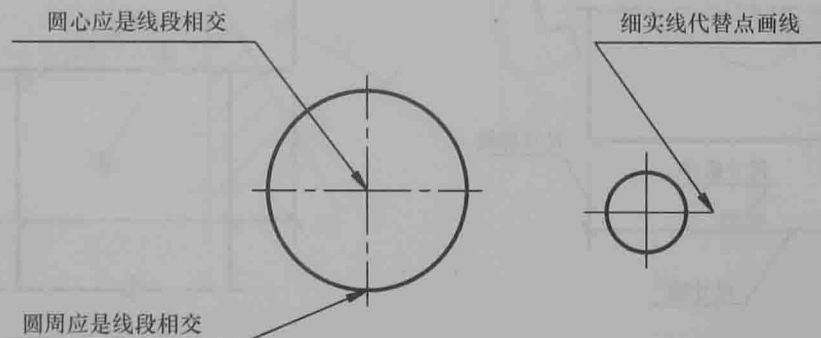


图 1-5 圆中心线画法

- (5) 单点长画线或双点长画线的两端，不应是点；点画线与点画线交接点或点画线与其他图线交接时，应是线段交接(见图 1-5)。

(6) 虚线与虚线交接或虚线与其他图线交接时, 应是线段交接。虚线为实线的延长线时, 不得与实线连接(见图 1-6)。

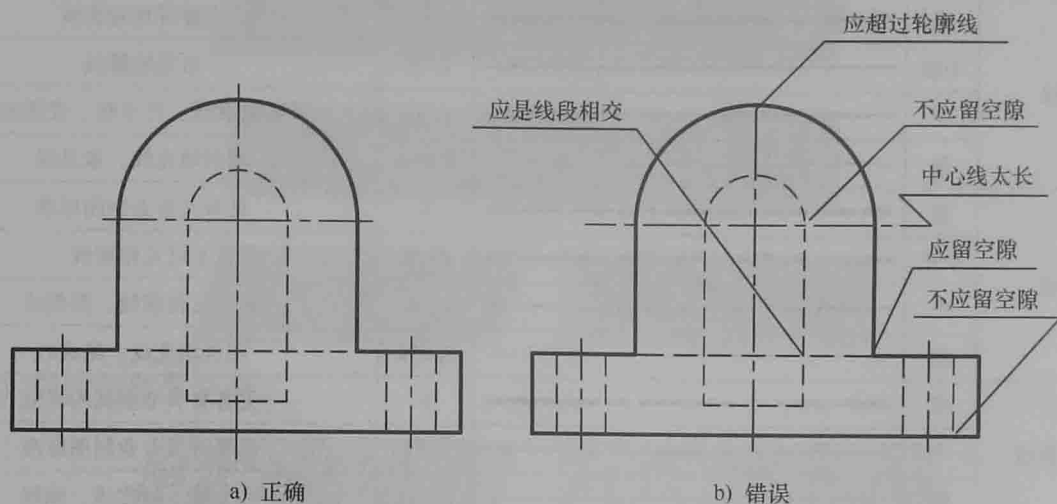


图 1-6 图线相交处画法

(7) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆, 不可避免时, 应首先保证文字等的清晰。

1.1.5 尺寸标注

工程图样中, 图形只能表达形体的形状、结构、材料等内容, 要想确定形体的大小及各部分的相互位置, 还需要标注形体的尺寸, 它是工程施工的重要依据。尺寸标注是一项十分重要的工作, 必须仔细认真, 准确无误。尺寸标注的基本要求是: 正确、完整、清晰。

各专业图样对尺寸标注有不同的要求, 这里仅介绍建筑专业图样的尺寸标注。

1. 尺寸的组成

图样上的尺寸, 包括尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字, 如图 1-7 所示。

(1) 尺寸界线, 表示所度量的尺寸范围。

尺寸界线应用细实线绘制, 一般应与被注长度垂直, 其一端应离开图样轮廓线不小于 2mm, 另一端宜超出尺寸线 2~3mm。图样轮廓线可用作尺寸界线, 如图 1-8 所示。

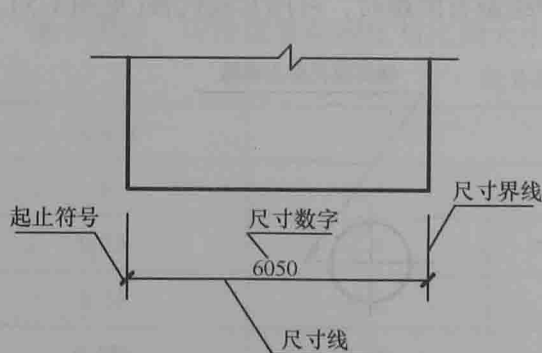


图 1-7 尺寸的组成

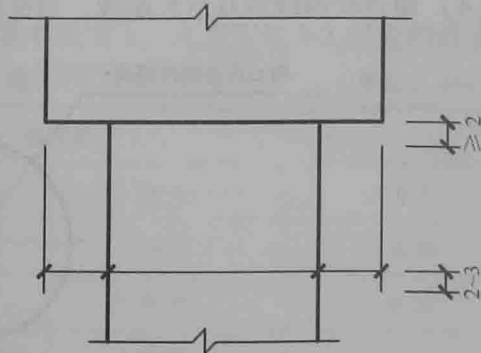


图 1-8 尺寸界线的画法

(2) 尺寸线, 表示尺寸的度量方向。

尺寸线应用细实线绘制, 应与被度量线段长度平行, 且不宜超出尺寸界线。尺寸线不得用图样本身的任何图线代替或画在其延长线上, 如图 1-9 所示。

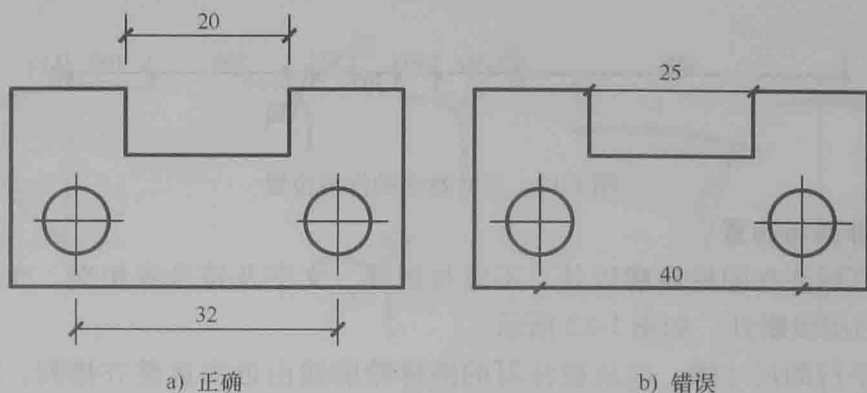


图 1-9 尺寸线的画法

(3) 尺寸起止符号, 表示尺寸度量的终点和起点。

尺寸起止符号一般用中粗斜短线绘制, 其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45° 角, 长度宜为 $2 \sim 3\text{mm}$ 。半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号, 宜用箭头表示, 如图 1-10 所示。

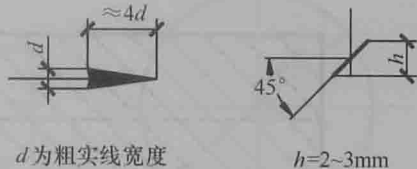


图 1-10 尺寸终端的画法

(4) 尺寸数字, 表示尺寸的真实大小。

此外, 还应当注意:

- ① 图样上的尺寸, 应以尺寸数字为准, 不得从图上直接量取。
- ② 图样上的尺寸单位, 除标高及总平面图以 m 为单位外, 其他须以 mm 为单位。
- ③ 尺寸数字的方向, 应按图 1-11a 的规定注写。若尺寸数字在 30° 斜线区内, 宜按图 1-11b 的形式注写。

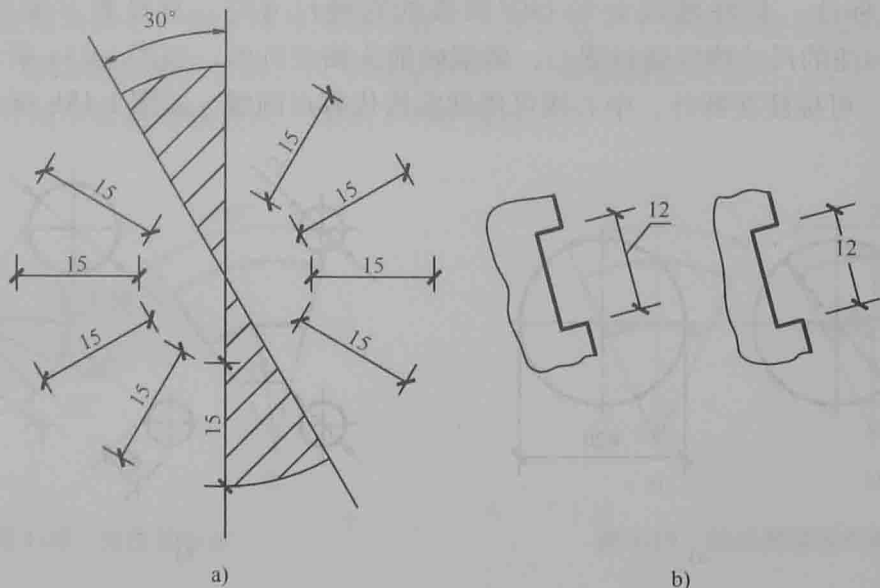


图 1-11 尺寸数字的注写方向

④ 尺寸数字一般应依据其方向注写在靠近尺寸线的上方中部。如没有足够的注写位置, 最外边的尺寸数字可注写在尺寸界线的外侧, 中间相邻的尺寸数字可错开注写, 如图 1-12 所示。

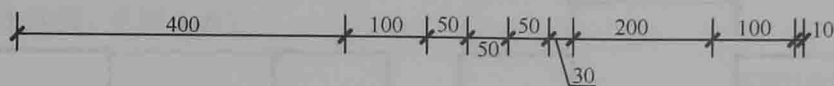


图 1-12 尺寸数字的注写位置

2. 尺寸的排列与布置

(1) 尺寸宜标注在图样轮廓以外，不宜与图线、文字及符号等相交，在不可避免时应将尺寸数字处的图线断开，如图 1-13 所示。

(2) 互相平行的尺寸线，应从被注写的图样轮廓线由近向远整齐排列，较小尺寸应离轮廓线较近，较大尺寸应离轮廓线较远，如图 1-14 所示。

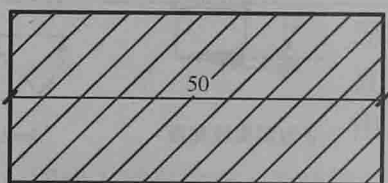


图 1-13 尺寸数字处的图线应断开

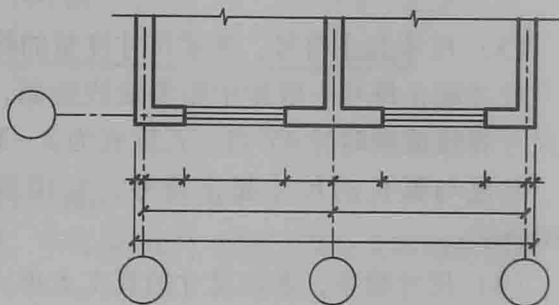


图 1-14 尺寸的排列

(3) 图样轮廓线以外的尺寸界线，距图样最外轮廓之间的距离，不宜小于 10mm。平行排列的尺寸线的间距，宜为 7~10mm，并应保持一致，如图 1-14 所示。

3. 尺寸标注示例

(1) 直径标注 标注圆或大于 180° 圆弧的直径尺寸时，直径数字前应加直径符号“ ϕ ”。在圆内标注的尺寸线应通过圆心，两端画箭头指至圆弧，如图 1-15a 所示；标注较小圆的直径尺寸，可标注在圆外，中心线可用细实线代替点画线，如图 1-15b 所示。

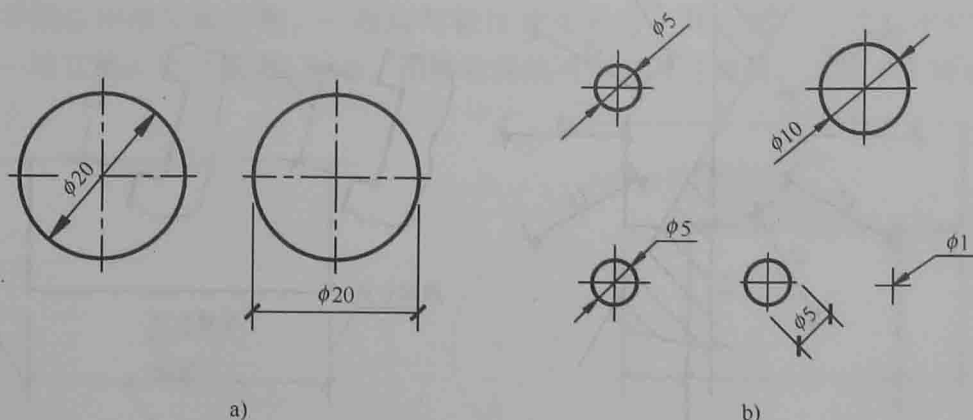


图 1-15 直径的标注

(2) 半径标注 半径的尺寸线应一端从圆心开始，另一端画箭头指向圆弧。半径数字前应加注半径符号“ R ”，如图 1-16a 所示；较小圆弧的半径，可按图 1-16b 形式标注；较大圆弧的半径，可按图 1-16c 形式标注。

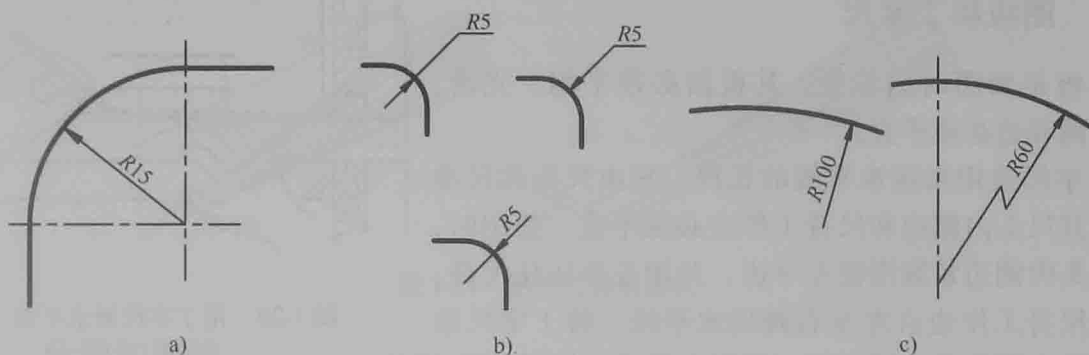


图 1-16 半径的标注

(3) 球径标注 标注球的半径尺寸时,应在尺寸前加注符号“SR”;标注球的直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“S ϕ ”。注写方法与圆弧半径和圆直径的尺寸标注方法相同,如图 1-17 所示。

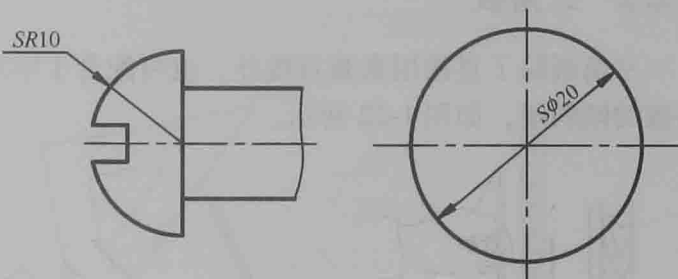


图 1-17 球径的标注

(4) 角度标注 角度的尺寸线应以圆弧表示。该圆弧的圆心应是该角的顶点,角的两条边为尺寸界线。起止符号应以箭头表示,如没有足够位置画箭头,可用圆点代替,角度数字应沿尺寸线方向注写,如图 1-18 所示。

(5) 弧长、弦长尺寸标注 标注圆弧的弧长时,尺寸线应以与该圆弧同心的圆弧线表示,尺寸界线应指向圆心,起止符号用箭头表示,弧长数字上方应加注圆弧符号“ $\widehat{}$ ”,如图 1-19a 所示;标注圆弧的弦长时,尺寸线应以平行于该弦的直线表示,尺寸界线应垂直于该弦,起止符号用中粗斜短线表示,如图 1-19b 所示。

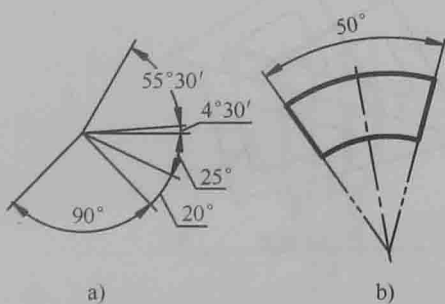


图 1-18 角度的标注

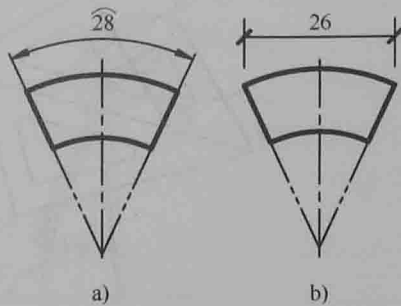


图 1-19 弧长和弦长的标注

1.2 手工绘图工具及使用

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、铅笔、分规、圆规、曲线板、擦图片等。要提高绘图速度和保证绘图质量,必须正确地使用这些绘图工具。