



高等学校“十一五”精品规划教材
浙江省“十一五”重点教材建设项目

画法几何 及土木工程制图

主编 张华

HUAFAJIHE JI TUMU GONGCHENG
ZHITU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等学校“十一五”精品规划教材
浙江省“十一五”重点教材建设项目

画法几何 及土木工程制图

主编 张华



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材是根据近年来出版的有关国家制图标准和国家建筑标准设计图集的行业规定而编写的。教材结合当前设计院施工图编排顺序安排章节，主要内容包括：制图基本知识，投影基本知识，点、直线和平面的投影，直线与平面间的图解法，换面法，平面立体，曲面立体，两立体表面的相贯线，工程曲面，标高投影，组合体，轴测投影，图样画法，建筑施工图，结构施工图，给水排水施工图，道路工程图，水利工程图。

本教材可供大专院校土木工程、给水排水工程、水利工程、建筑学、城市规划，以及土木、建筑、水利等工程的管理类各专业使用，也可供函授大学、电视大学、职工大学等选用。

图书在版编目（C I P）数据

画法几何及土木工程制图 / 张华主编. -- 北京：
中国水利水电出版社，2010.1
高等学校“十一五”精品规划教材. 浙江省“十一五”
重点教材建设项目
ISBN 978-7-5084-7168-6

I. ①画… II. ①张… III. ①画法几何—高等学校—
教材②土木工程—建筑制图—高等学校—教材 IV.
①TU204

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第012317号

书 名	高等学校“十一五”精品规划教材 浙江省“十一五”重点教材建设项目 画法几何及土木工程制图
作 者	主编 张华
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
刷 厂	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 21.25印张 504千字
版 次	2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	37.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本套教材是根据教育部批准印发的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》、全国土木工程专业指导委员会下发的课程教学大纲、国家质量监督检验检疫总局等部门联合发布的中华人民共和国有关国家制图最新标准和国家标准设计图集的行业规定而编写的。本套教材分为《画法几何及土木工程制图》和《画法几何与土木工程制图习题集》两本，由中国水利水电出版社同时出版发行。

本教材是浙江省高校重点建设教材。作者结合高等学校实际需要，根据课程性质，取材合适，深浅适宜，篇幅恰当，体现了新颖的编写思想和技巧，具有鲜明的土建专业特色，是一套方便学生掌握画法几何及土木工程制图知识的系统性、科学性、先进性和实用性的教材。教材适合土木工程专业多学时要求，也适合其他专业学生对该行业的了解，本教材可供大专院校土木工程、给排水工程、水利工程、建筑学、城市规划以及土木、建筑、水利等工程的管理类各专业使用，也可供函授大学、电视大学、职工大学等有关专业选用。

为了适应各专业不同教学内容和教学时数的需要，本教材对现有的教学内容进行整合，主要内容包括：制图的基本知识、投影的基本知识、点、直线和平面的投影、直线与平面间的图解方法、换面法、平面立体、曲面立体、两立体表面的相贯线、工程曲面、标高投影、组合体、轴侧投影、图样画法、建筑施工图、结构施工图、给水排水施工图、道路工程图、水利工程图。其中画法几何部分内容丰富，叙述流畅，由浅入深，读画结合，重点明确，循序渐进，通过对点、直线、平面、曲面、立体等投影的综合表述，逐步过渡到工程实例的阅读与绘制，及时地与工程实例相结合。土木工程图部分重点介绍专业施工图的基本规范与基本要求，以现行国家制图标准条文为准则描述有关建筑施工图、结构施工图、给排水施工图、道路工程图、水利工程图的基本理论，结合当前设计院施工图出图编排顺序安排章节，联系工程实际，着重培养学生的空间想象力、图示与图解的能力以及对工程实例图样的阅读与绘制的能力，激发学生学习兴趣和提高自己的能力与素质，提高教学效果。

本教材由张华主编，参加编写工作的教师有：浙江工业大学（张华、陆萍、马杰、缪佳）、树人大学（周赵凤、赵阳）、浙江科技学院（顾列英）、浙

江水利水电专科学校（李茶青），在教材的编写过程中，还得到了应四爱、杜国标等许多同行教师和有关设计单位的大力支持，谨此表示感谢。

编写一套适用于多数高等院校、不同专业的土木类工程制图教材，是我们孜孜以求的目标，但由于编者的水平有限，难免存在一些问题和不足，恳请各位同仁和读者批评指正，以便我们在再版时予以修改和补充。

编 者

2009年10月

目 录

前言

绪论	1
第一章 制图基本知识	3
第一节 图纸幅面、线型、字体、比例、尺寸标注	3
第二节 几何作图	15
第三节 平面图形的画法	22
第二章 投影基本知识	25
第一节 投影的概念及分类	25
第二节 工程中常用的投影图	27
第三章 点、直线和平面的投影	29
第一节 点的投影	29
第二节 直线的投影	36
第三节 平面的投影	48
第四章 直线与平面间的图解法	56
第一节 平行	56
第二节 相交	59
第三节 垂直	66
第四节 点、直线、平面的综合题	69
第五章 换面法	72
第一节 概述	72
第二节 换面法解决的基本作图题	74
第三节 换面法的应用	78
第六章 平面立体	83
第一节 平面立体的投影图	83
第二节 平面立体的截交线	89
第三节 同坡屋面	94
第七章 曲面立体	97
第一节 曲面立体的投影图	98
第二节 曲面立体的截交线	104
第八章 两立体表面的相贯线	114

第一节	平面立体与平面立体的相贯线	115
第二节	平面立体与曲面立体的相贯线	118
第三节	曲面立体与曲面立体的相贯线	120
第四节	两曲面立体相贯的特殊情况	123
第九章	工程曲面	127
第一节	概述	127
第二节	直纹曲面	128
第三节	平螺旋面	137
第四节	尾水管	142
第十章	标高投影	144
第一节	点、直线的标高投影	144
第二节	平面的标高投影	147
第三节	曲面和地形面的标高投影	152
第四节	标高投影的工程实例	155
第十一章	组合体	160
第一节	组合体的形体分析	160
第二节	组合体投影图的画法	163
第三节	组合体的尺寸标注	165
第四节	组合体投影图的阅读	168
第十二章	轴测投影	177
第一节	概述	177
第二节	正等轴测投影图	179
第三节	斜轴测投影图	187
第四节	剖切后的轴测投影图	191
第十三章	图样画法	193
第一节	视图	193
第二节	剖面图	196
第三节	断面图	201
第四节	简化画法	203
第十四章	建筑施工图	206
第一节	概述	206
第二节	施工总说明与总平面图	213
第三节	建筑平面图、立面图、剖面图	215
第四节	建筑详图	218
第五节	建筑施工图实例	220
第十五章	结构施工图	228

第一节	概述	228
第二节	结构平面图	229
第三节	钢筋混凝土构件详图	231
第四节	钢结构图	238
第五节	结构施工图实例	241
第十六章	给水排水施工图	248
第一节	概述	248
第二节	室内给水排水施工图	253
第三节	室外给水排水施工图	261
第四节	管道上的构配件详图	264
第五节	给水排水工程施工图实例	266
第十七章	道路工程图	271
第一节	路线设计图	271
第二节	桥涵设计图	286
第十八章	水利工程图	297
第一节	概述	297
第二节	水工图的表达方法	301
第三节	水工图的尺寸标注	308
第四节	水工图的阅读	312
第五节	水工图的绘制	321
附录		322
附录 1	常用建筑材料图例	322
附录 2	总平面图例	323
附录 3	管线和绿化图例	324
附录 4	构造及配件图例	325
参考文献		330

绪 论

一、本课程的研究对象和地位

本课程是高等学校各工科专业必修的一门技术基础课。它以投影法和有关专业的国家制图标准为基础,研究工程图样的绘制、阅读以及图解空间几何问题的理论和方法。

现代建设工程中,无论是建造高楼大厦,还是建造厂房、住宅、道路、桥梁,或者是设计和制造车、船、飞机、机电及化工设备或仪表电器等,都要根据设计完善的图纸才能施工,这是因为图纸可以借助一系列的图样,将设计者所要表达作品的外观艺术造型、内部形状布置、结构构造设置、地理位置环境以及其他施工要求,准确而详尽地表达出来。因此,建设工程离不开工程图样,所有从事工程技术的人员,都必须首先掌握制图技能,否则,不会读图,就无法理解别人的设计意图;不会画图,就无法表达自己的设计思想。

工程图样不但是一切工程建设和设计制造的重要技术资料,而且也是技术引进和技术交流的工具,是国际通用的“工程技术界的语言”,各国的工程界经常以工程图纸为媒介,进行讨论、交流和引进。因此,本课程是工程技术人员必须掌握和精通的一门技术。

二、本课程的学习目的和任务

本课程主要是培养学生的空间想象能力和空间逻辑思维能力,研究解决空间几何问题的图示和图解方法、绘制和阅读土木工程图样的理论和方法,是学生学习后续课程和完成课程设计与毕业设计必不可少的重要基础知识。

本课程的任务是:

- (1) 学习投影法,主要是正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 培养对三维形体与相关位置的空间逻辑思维和空间形象分析的能力。
- (3) 培养空间几何元素之间的图示和图解能力。
- (4) 培养绘制和阅读有关专业图样的基本能力。
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外,还应培养自学能力、分析问题和解决问题以及审美等能力。

三、本课程的学习方法

本课程包括画法几何、制图基础和土木工程制图 3 个部分,它们既有各自的特点,又有密切的联系,学习时应注意以下几点。

1. 养成空间思维的习惯

对于空间几何元素的投影以及其相对位置,要从它们的空间关系去理解,解题时,应首先进行空间分析,可参考教材中所给的立体图,或自制一些简单的模型,帮助理解“从空间到投影”的转化过程,然后再按投影规律进行作图。

2. 从点的投影开始,循序渐进

画法几何是从点的投影开始,依次进行直线、平面和立体投影的画法学习,因此在学

习时，应完全理解和掌握前面的概念和作图方法，才能进行后续内容的学习。

3. 积极思考，提高课堂学习的效率

上课时集中注意力，积极思考，不仅要听懂老师所讲授的内容，还要多问几个为什么，举一反三，真正掌握所学的内容，提高课堂效率。

4. 多做练习，认真完成作业

为了正确掌握所学的投影理论和作图方法，必须完成相当数量的习题，才能灵活运用所学概念和方法，解决实际问题。画法几何是用图来解答问题，因此在做作业时必须作图准确，否则会使答案“失之毫厘，差之千里”。

5. 养成一丝不苟的工作作风

工程图样是施工的主要依据，画图时要严格遵守有关国家制图标准，不可草率马虎，如有一字一线的差错，就可能给施工带来严重的后果，因此要养成耐心细致、一丝不苟的良好工作习惯，做到图面正确、清晰、美观。

6. 从画图入手，培养读图能力

画图首先要明确所表达对象的内容与特点、绘图方法与步骤，然后画出其投影图；读图就是根据形体的多面正投影图想象出它的空间形状。阅读工程图样，一般是从全局到细部，先对图样作概括了解，再分析细部构造，最后加以综合，这样反复进行，直至完全读懂为止。

画图和读图，都应注意空间几何关系的分析及空间形体与其投影之间的对应关系，要掌握形体分析的方法，提高空间思维的能力，这是学好本课程的关键。

第一章 制图基本知识

工程图样是工程技术界的语言，是工程建设中最重要的技术文件，为了统一工程图样的制图规格，保证制图质量，提高制图效率，做到图面清晰、简明，符合设计、施工、存档的要求，适应工程建设的需要，国家有关职能部门联合颁布了国家制图标准，简称国标。国标是所有工程技术人员在设计、施工、管理中必须严格执行的条例，熟悉和掌握国标，是每个工程技术人员必须具备的基本素质，因此，我们从开始学习制图的第一天起，就应该严格遵守国标中的每一项规定。

与本教材有关的国标有：GB/T 50001—2001《房屋建筑制图统一标准》、GB/T 50103—2001《总图制图标准》、GB/T 50104—2001《建筑制图标准》、GB/T 50105—2001《建筑结构制图标准》、GB/T 50106—2001《给水排水制图标准》、GB/T 50162—292《道路工程制图标准》、《水利水电工程制图标准》，本章先对 GB/T 50001—2001《房屋建筑制图统一标准》中的部分内容作一叙述，其他内容和其他标准将在后续有关章节中逐一介绍。

第一节 图纸幅面、线型、字体、比例、尺寸标注

一、图纸幅面规格与图纸编排顺序

(一) 图纸幅面

图纸的幅面是指图纸本身的大小规格，图框是图纸上可以用作绘图的范围边线，图纸的幅面和图框尺寸应符合表 1-1 的规定和图 1-1 的格式。

表 1-1

图纸幅面及图框尺寸

单位：mm

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

从表 1-1 中可以看出，A1 幅面是 A0 幅面的一半，A2 幅面是 A1 幅面的一半，其余类推。

图纸的长边可以加长，但图纸的短边一般不应加长，加长的长边应符合表 1-2 的规定。

有特殊需要的图纸，可采用 $b \times l$ 为 841mm×891mm 与 1189mm×1261mm 的幅面。

(二) 图框格式

图纸以长边作为水平边时称为横式，以短边作为水平边时称为立式。一般 A0~A3 图纸宜用横式，必要时也可立式使用。一个工程设计中，每个专业所使用的图纸，除图纸目录及表格采用 A4 幅面外，一般不宜多于两种幅面。

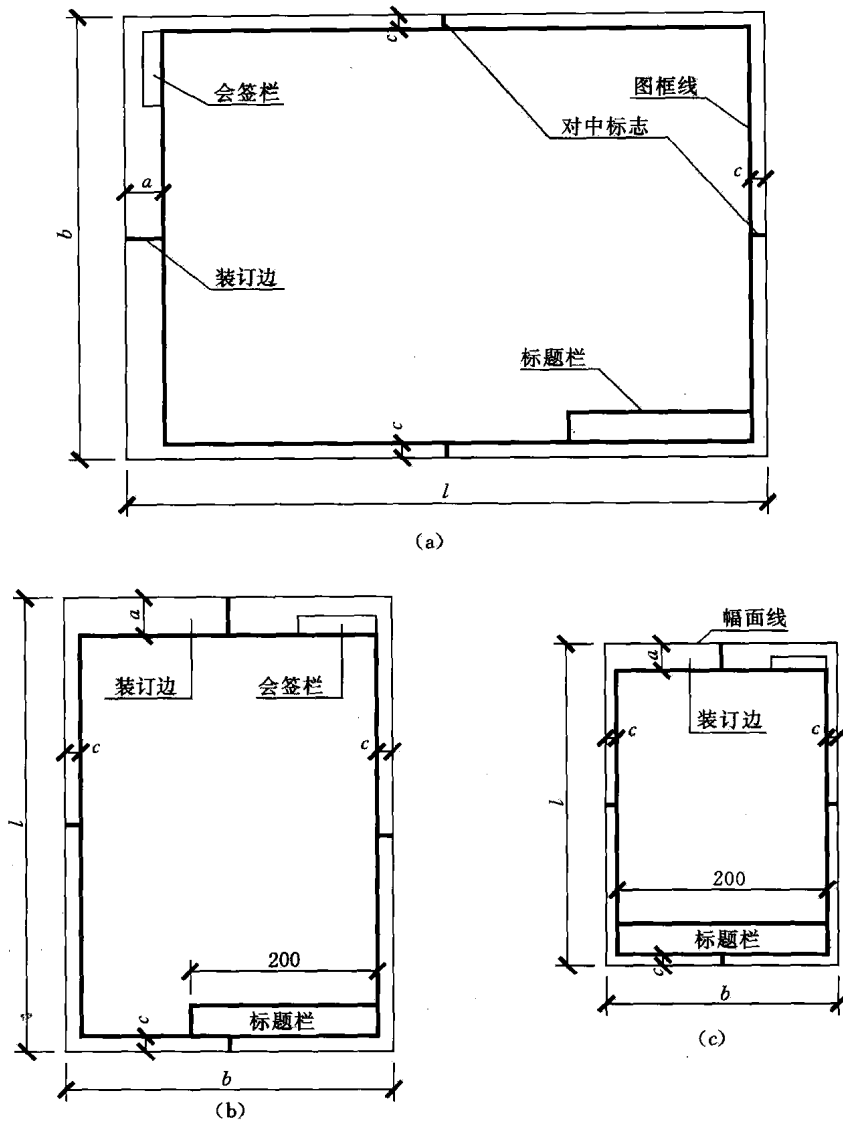


图 1-1 图纸幅面

(a) A0~A3 横式幅面；(b) A0~A3 立式幅面；(c) A4 立式幅面

表 1-2

图纸长边加长尺寸

单位：mm

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸
A0	1189	1486 1635 1783 1932 2080 2230 2378
A1	841	1051 1261 1471 1682 1892 2102
A2	594	734 891 1041 1189 1338 1486 1635 1783 1932 2080
A3	420	630 841 1051 1261 1471 1682 1892

不同大小的图纸，图幅的布置有所不同，其标题栏、会签栏以及装订边的位置，如图 1-1 所示。

(三) 标题栏与会签栏

(1) 图纸的标题栏应按图 1-2 所示的规定绘制, 根据工程需要选择确定其尺寸、格式及分区。签字区应包含实名列和签名列。涉外工程的标题栏内, 各项主要内容的中文下方应附有译文, 设计单位的上方或左方应加“中华人民共和国”字样。

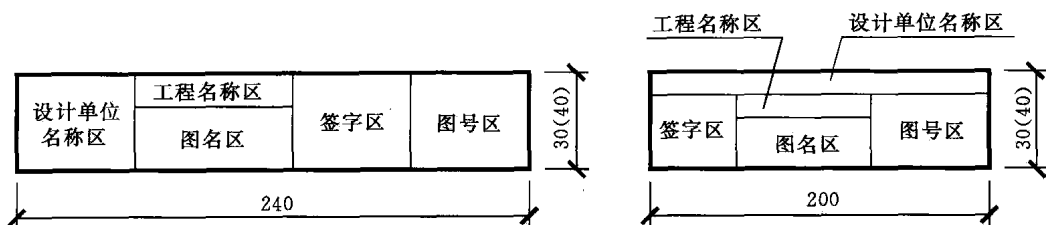


图 1-2 标题栏

(2) 会签栏应按图 1-3 所示的格式与尺寸绘制, 栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、日期, 一个会签栏不够时, 可另加一个, 两个会签栏应并列, 不需要会签栏的图纸可不设会签栏。

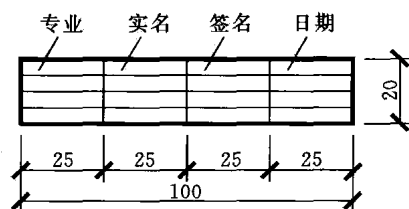


图 1-3 会签栏

(四) 图纸编排顺序

工程图纸按专业顺序编排, 一般应为图纸目录、总图、建筑图、结构图、给水排水图、暖通空调图、电气图……。各专业的图纸, 应按图纸内容的主次关系、逻辑关系有序排列。

二、图线

画在图纸上的线条统称图线。

(一) 线宽

图线有粗、中、细之分, 图线的宽度 b 宜从下列线宽系列中选取: 2.0mm、1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm。

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 中相应的线宽组。

表 1-3

线 宽 组

单位: mm

线宽比	线 宽 组					
b	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	0.18
$0.25b$	0.5	0.35	0.25	0.18	—	—



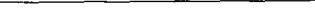









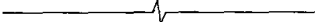
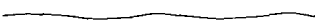
在选择图线时, 需要微缩的图纸, 不宜采用 0.18mm 以及更细的线宽。同一张图纸内, 各不同线宽中的细线, 可统一采用较细的线宽组中的细线。

(二) 线型

工程建设制图, 应选用表 1-4 所示的图线。

表 1-4

图 线

名称	线 型	线宽比	一般用途	
实线	粗		b	主要可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线
	细		$0.25b$	可见轮廓线、图例线
虚线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	不可见轮廓线
	细		$0.25b$	不可见轮廓线、图例线
单点长画线	粗		b	参见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	参见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线等
双点长画线	粗		b	参见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	参见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型线原始轮廓线
折断线		$0.25b$	断开界线	
波浪线		$0.25b$	断开界线	

(三) 图线画法

(1) 同一张图纸内, 相同比例的各图样, 应选用相同的线宽组。

(2) 图纸的图框线、标题栏线, 可采用表 1-5 的线宽。

表 1-5

图框线、标题栏线的宽度

单位: mm

幅画代号	图框线	标题栏外框线	标题栏分隔线、会签栏线
A0、A1	1.4	0.7	0.35
A2、A3、A4	1.0	0.7	0.35

(3) 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, 如图 1-4 (a) 所示。

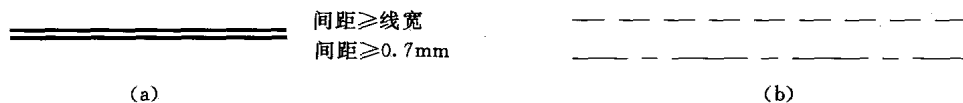


图 1-4 图线画法 (一)

(4) 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, 如图 1-4 (b) 所示。

(5) 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, 如图 1-5 所示。

(6) 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或点画线与其他图线交接时应交在线段处。

(7) 虚线与虚线交接或虚线与其他图线交接时应交在线段处。虚线作为实线的延长线时,不得与实线连接,应留有一间隔,如图 1-6 所示。

(8) 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。

三、字体

图纸上所需书写的文字、数字、字母或符号等,均应笔画清晰、字体端正、排列整齐。标点符号应清楚正确。

文字的字高应从如下系列中选用: 3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm, 如需书写更大的字,其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

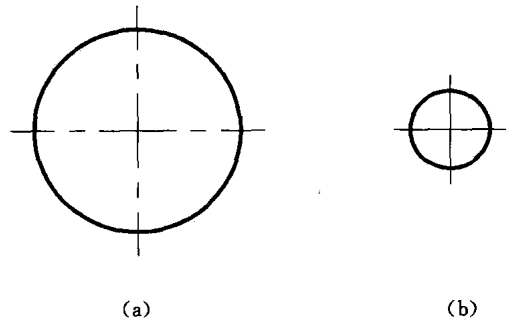


图 1-5 图线画法(二)

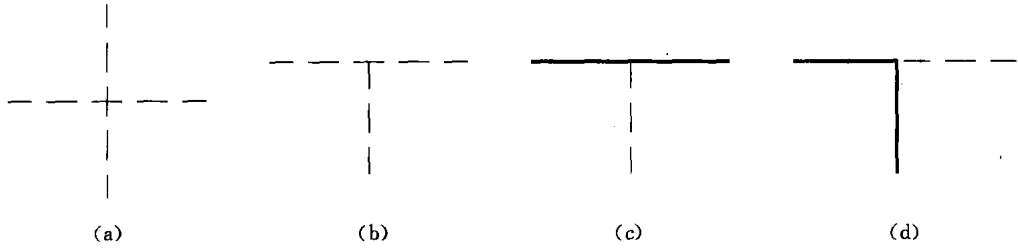


图 1-6 虚线连接

1. 汉字

图样及说明中的汉字,应采用简化汉字,简化汉字的书写必须符合国务院公布的《汉字简化方案》和有关规定。字体宜采用长仿宋体,宽度和高度的关系应符合表 1-6 的规定。大标题、图册封面、地形图等汉字也可书写成其他字体,但应易于辨认。

表 1-6 长仿宋体字高宽的关系

字高	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	0.35	2.5

长仿宋体具有横平竖直、起落分明、笔锋满格、布局均匀的特点,如图 1-7 所示为不同大小的长仿宋体汉字。

建筑制图投影基础土木水利工程
设计总说明建筑结构平立剖面图详图水泥砂浆
楼板承重墙梁板柱基础构配件钢筋混凝土材料工程厂房商场住宅

图 1-7 长仿宋体字示例

2. 拉丁字母和数字

拉丁字母和数字的书写和排列，应符合表 1-7 的规定。如需写成斜体字，其斜度应是从字的底线逆时针向上倾斜 75° 。斜体字的高度与宽度应与相应的直体字相等。拉丁字母和数字的字高不应小于 2.5mm，如图 1-8 所示。

表 1-7 拉丁字母和数字的书写规则

书 写 格 式	一般字体	窄字体
大写字母高度	h	h
小写字母高度（上下均无延伸）	$7/10h$	$10/14h$
小写字母伸出的头部或尾部	$3/10h$	$4/14h$
笔画宽度	$1/10h$	$1/14h$
字母间距	$2/10h$	$2/14h$
上下行基准线最小间距	$15/10h$	$21/14h$
词间距	$6/10h$	$6/14h$

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890
abcdefghijklmnop1234567890

图 1-8 拉丁字母和数字示例

数量的数值注写应采用正体阿拉伯数字。各种计量单位凡前面有量值的，均应采用国家颁布的单位符号注写。单位符号应采用正体字母。

分数、百分数和比例数的注写，应采用阿拉伯数字和数学符号，如四分之三、百分之二十五和一比二十应分别写成 $3/4$ 、 25% 和 $1:20$ 。当注写的数字小于 1 时，必须写出个位的“0”，小数点应采用圆点，齐基准线书写，如 0.05。

四、比例

(1) 比例是指图形与实物相对应的线性尺寸之比。比例的符号为“:”，用阿拉伯数字表示，如 $1:1$ 、 $1:2$ 、 $1:100$ 。比例的大小是指其比值的大小，如用 $1:50$ 绘制的图形大于用 $1:100$ 绘制的图形。

图 1-9 是同一形体采用不同比例所绘制的图形，图 1-9 (a) 中按 $1:1$ 绘制的图形与实物大小相等；图 1-9 (b) 按 $1:2$ 绘制的图形，其线性尺寸比实物缩小一半；图 1-9 (c) 的图形是按 $2:1$ 绘制，线性尺寸比实物放大了一倍。绘图时不论选用多大的比例，所标注的尺寸数字均为图形的实际尺寸。

(2) 图名注写在图形的下方，并在图名下用粗实线画一条横线，其长度应以图名所占长度为准，比例写在图名的右侧，与图名的基准线平齐，比例的字高宜比图名的字高小一号或二号，使用详图符号作图名时，符号下不画横线，如图 1-10 所示。

(3) 绘图所用的比例，应根据图样的用途与被绘对象的复杂程度，从表 1-8 中选用，并优先用表中的常用比例。

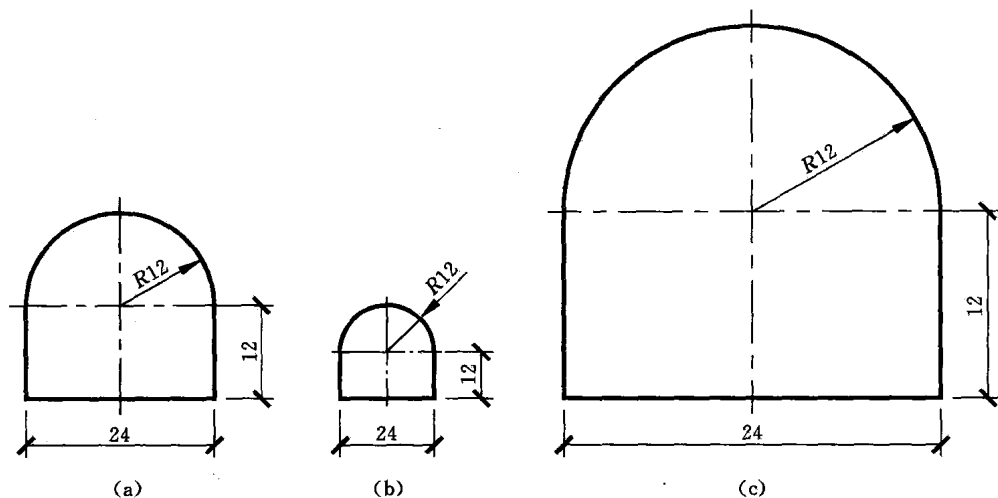


图 1-9 不同比例绘制的图形

表 1-8 绘图所用的比例

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

(4) 一般情况下，一个图样应选用一种比例。根据专业制图需要，同一图样可选用两种比例。

标准层平面图 1:100

⑤ 1:20

图 1-10 比例的注写

(5) 特殊情况下也可自选比例，这时除应注出绘图比例外，还必须在适当位置绘制出相应的比例尺。

五、尺寸标注

图样除了画出建筑物及其各部分的形状外，还必须准确、详尽和清晰地标注尺寸，作为施工的依据。

(一) 尺寸的组成

尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止符号和尺寸数字组成，如图 1-11 所示。

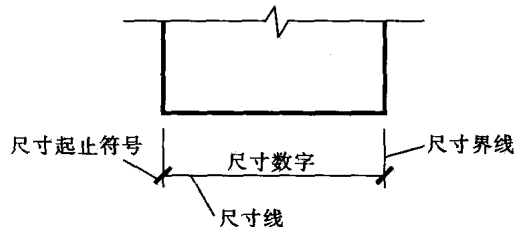


图 1-11 尺寸的组成

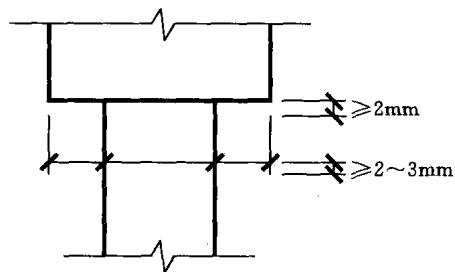


图 1-12 尺寸界线