



高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

画法几何与土木工程制图

杜春玲 张江波 主 编

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

画法几何与土木工程制图

杜春玲 张江波 主 编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何与土木工程制图/杜春玲, 张江波主编.
北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 8
高等学校土木工程专业“十三五”规划教材 全国
高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材
ISBN 978-7-112-23802-6

I. ①画… II. ①杜… ②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 (2019) 第 105426 号

本书主要包括 9 个学习情境, 分别为: 制图的基本知识和技能; 点、直线、平面的投影; 基本体的投影; 轴测图; 组合体的投影; 工程形体的表达方法; 建筑施工图; 结构施工图; 室内给水排水工程图。

本书可作为高等学校土木工程、工程造价、工程管理、建筑学、给排水科学与工程等专业的教材, 也可供土建工程技术人员参考。

为方便教学, 作者制作了与本书配套的电子课件, 如有需要, 请发送邮件至 2917266507@qq.com 索取。

* * *

责任编辑: 聂 伟 王 跃
责任校对: 张 颖

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

画法几何与土木工程制图

杜春玲 张江波 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9¼ 字数: 225 千字

2019 年 8 月第一版 2019 年 8 月第一次印刷

定价: 25.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-23802-6

(34119)

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)

前 言

工程施工图被誉为“工程界的语言”，任何一项建筑工程都需要依据图纸进行施工，用文字或语言表达不清楚的内容可以在施工图纸上通过各种数字、符号等详尽地表达出来。工程施工图是工程技术人员表达设计意图、交流技术思想、研究设计方案、指导和组织施工以及编制工程概预算文件、审核工程造价的重要依据。

“画法几何与土木工程制图”是高校土木工程类专业的一门实践性很强的基础课。为适应教学改革的需要，以培养应用型本科人才为目标，本书作者以“应用为目的、必需够用为度”的标准，在总结多年来教学经验和教改实践的基础上，根据最新国家标准和规范编写了本书。书中包括丰富的具有代表性、针对性和实用性的案例。通过本书，能够掌握正投影的基本原理和作图方法，轴测投影的基本知识和画法，组合体投影的基本画法，工程图的形成方法和表达内容；掌握制图的基本知识，了解并贯彻基本制图规范，学会正确使用绘图工具和仪器，掌握标准施工图的绘制方法，并能熟练、准确读懂土木工程施工图。

本书具有以下特色：

(1) 每个学习情境都设置了情境引入和案例导航，对知识进行引入和铺垫；在每个学习单元开始设置学习目标，明确学习要求；在学习情境最后的知识拓展和情境小结中，对内容进行了拓展和总结。

(2) 在内容表述上，做到文字叙述通俗易懂，对各种画法和表达方法力求简明扼要。

(3) 对重点、难点内容和典型例题作了较为详细的分析和叙述。

(4) 突出专业应用性的特点，以理论和实践结合为基础，选择实际工程图样，紧贴工程实际。

本书由西安思源学院杜春玲、张江波担任主编，参与编写的还有：刘薇、李芳、赵寅、郑晨、吴乐贤。具体的编写分工如下：学习情境 1、4 由杜春玲编写，学习情境 2 由赵寅编写，学习情境 3 由张江波编写，学习情境 5 由郑晨、吴乐贤编写，学习情境 6、9 由李芳编写，学习情境 7、8 由刘薇编写。

在本书编写过程中参阅了大量的文献，在此向这些文献的作者致以诚挚的谢意。由于编者的经验和水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

学习情境 1 制图的基本知识和技能	1
学习单元 1 工程制图国家标准的基本规定	2
学习单元 2 绘图工具及其使用方法	11
学习单元 3 几何作图	16
学习单元 4 平面图形的分析与画法	19
学习情境 2 点、直线、平面的投影	24
学习单元 1 投影概念	24
学习单元 2 正投影的特性	25
学习单元 3 点的投影	26
学习单元 4 直线的投影	29
学习单元 5 平面的投影	35
学习情境 3 基本体的投影	41
学习单元 1 三维形体的构造方法	41
学习单元 2 平面立体及其表面点、线的投影	42
学习单元 3 曲面立体及其表面点、线的投影	47
学习单元 4 平面截切平面立体的投影作法	53
学习情境 4 轴测图	59
学习单元 1 轴测图的基本知识	60
学习单元 2 正等轴测图的画法	61
学习单元 3 斜二轴测图的画法	64
学习情境 5 组合体的投影	67
学习单元 1 概述	67

学习单元 2 组合体三视图的画法	70
学习单元 3 组合体的尺寸标注	73
学习单元 4 组合体视图的读图	76
学习情境 6 工程形体的表达方法	81
学习单元 1 基本视图	82
学习单元 2 剖视图	83
学习单元 3 断面图	87
学习情境 7 建筑施工图	92
学习单元 1 概述	93
学习单元 2 建筑总平面图	93
学习单元 3 建筑平面图	96
学习单元 4 建筑立面图	102
学习单元 5 建筑剖面图	104
学习单元 6 建筑详图	105
学习情境 8 结构施工图	113
学习单元 1 概述	115
学习单元 2 基础施工图	117
学习单元 3 楼层结构平面布置图	121
学习单元 4 钢筋混凝土构件详图	123
学习情境 9 室内给水排水工程图	128
学习单元 1 给水排水工程图概述	129
学习单元 2 室内给水排水平面图	135
学习单元 3 室内给水排水系统图	139
参考文献	144

学习情境 1 制图的基本知识和技能

【情境引入】

当我们拿到工程图纸时，想要全面地读懂它，那么图纸中的线条、文字、符号、图案等传递给我们的信息是什么？当我们想要绘制一幅图纸时，具体的绘制方法、步骤以及要求又是怎样的呢？

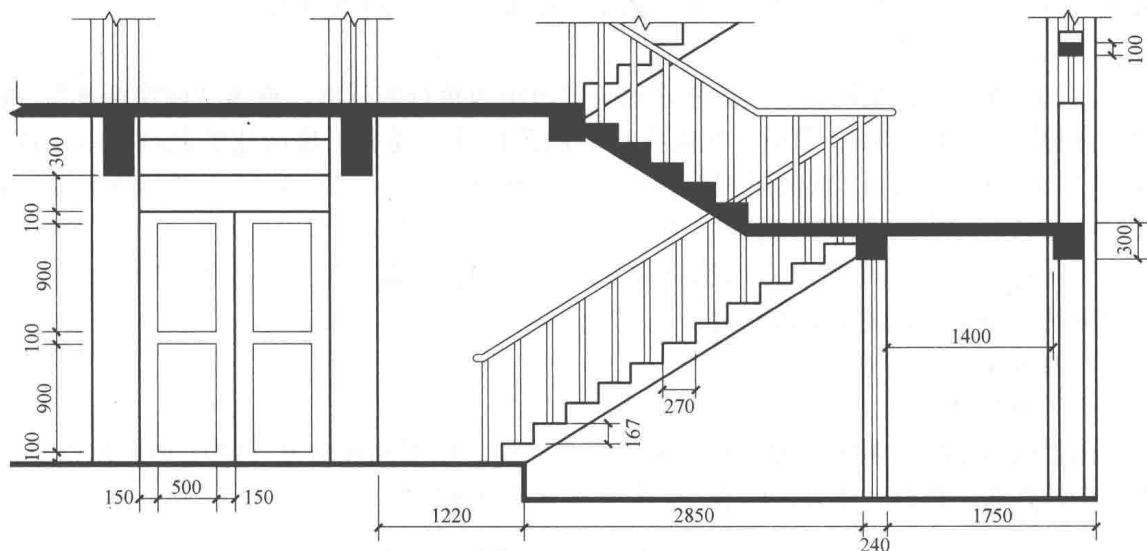


图 1-1 楼梯剖面图

【案例导航】

为了统一制图规则，保证制图质量，提高制图效率，便于进行工程建设和技术交流，国家有关部门制定出制图国家标准。凡是从事建筑工程专业的技术人员，都应该熟悉国家标准的有关知识及要求，并严格遵守执行。

想要读懂图纸所表达的内容，不仅需要知道图样中的符号、文字、线条、图例等所表达的基本意义，还要知道制图的具体规则，如图 1-1 楼梯剖面图中不同线条的线宽使用规则。

(1) 常用线条的线宽有粗、中、细三种。在建筑剖面图中，被剖切到的建筑的外轮廓线、墙体等用粗实线绘制；建筑构配件轮廓线用中实线绘制；其他的部分用细实线绘制。

(2) 起止符号长度为 2~3mm，采用中粗实线绘制。

(3) 断面图只画剖切到的形体的外轮廓线，而剖面图还要再画出剖切到的形体的内部构造。

学习单元 1 工程制图国家标准的基本规定

【学习目标】

- (1) 熟悉国家标准规定的图纸幅面及格式、比例、图线、字体、尺寸标注。
- (2) 掌握在图样中正确使用字体、图线以及尺寸标注。
- (3) 掌握正确使用铅笔、丁字尺、圆规等常用绘图工具。
- (4) 掌握常用的几何作图方法及简单平面图形的画法。

图样是工程技术界的共同语言，是产品或工程设计结果的一种表达形式，是产品制造或工程施工的依据，是组织和管理生产的重要技术文件。为了便于技术信息交流，对图样必须作出统一的规定。

由国家指定专门机构负责组织制定的全国范围内执行的标准，称为“国家标准”，简称“国标”，代号“GB”。目前，国内执行的制图标准主要有《房屋建筑制图统一标准》GB/T 50001—2017、《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 等。

本学习单元对“国标”中规定的基本内容——图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注法等的一般规定予以介绍。

1. 图纸幅面、格式和标题栏

(1) 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸宽度和长度所组成的图面。图纸幅面有基本幅面和加长幅面两类。绘制技术图样时，优先选用表 1-1 中的基本幅面规格尺寸。

图纸幅面和图框尺寸 (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				

如图 1-2 所示，粗实线为基本幅面（第一选择）；细实线所示为表 1-1 中基本幅面对应的加长幅面（第二选择）；虚线所示为规定的可加长幅面（第三选择）。必要时，可以选用加长幅面规格尺寸。

(2) 图框

图框是图纸上限定绘图区域的线框，在图纸上，必须用粗实线画出图框，图样画在图框内部。图框格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-3 所示。

(3) 标题栏

标题栏是由名称区、代号区、签字区和其他区域组成的栏目。标题栏位于图纸右下角，底边与下图框线重合，右边与右图框线重合，如图 1-4 所示。

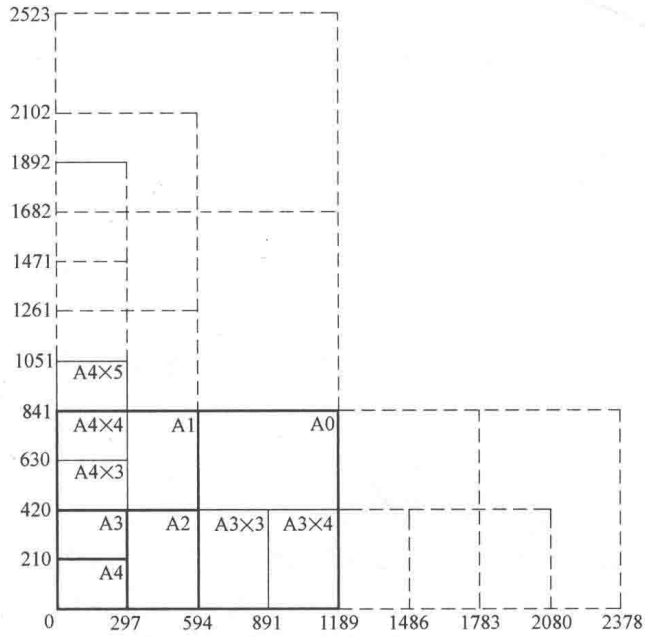


图 1-2 基本幅面和加长幅面

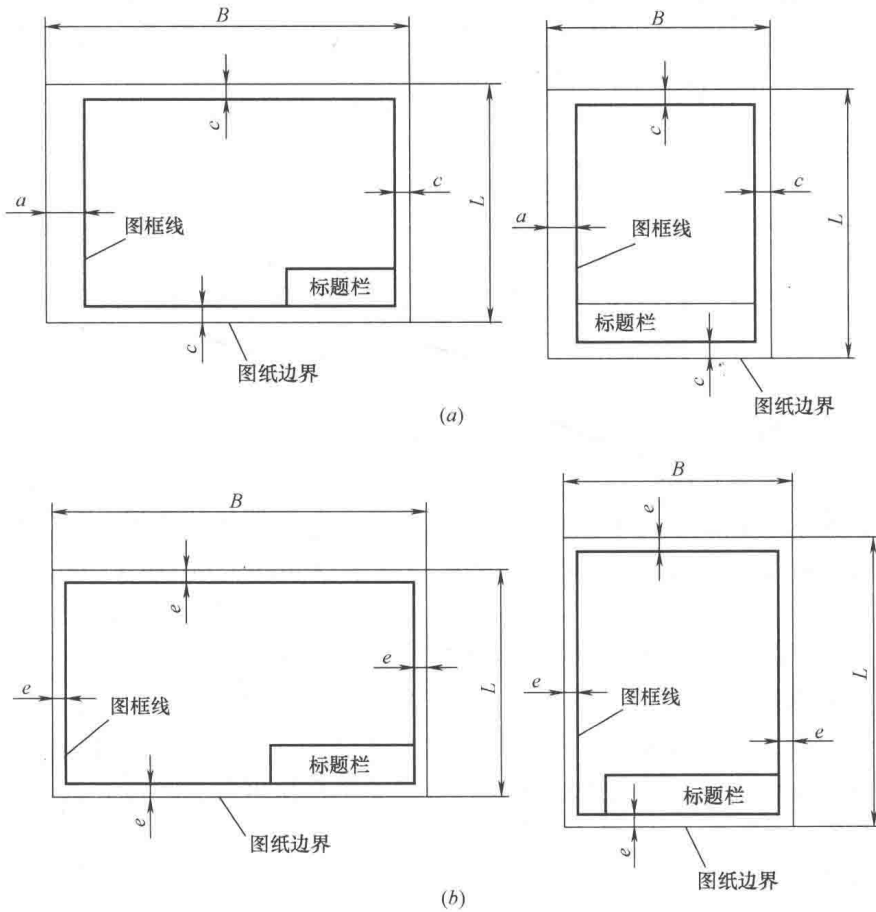


图 1-3 图框格式

(a) 留有装订边的图框格式；(b) 不留有装订边图框格式

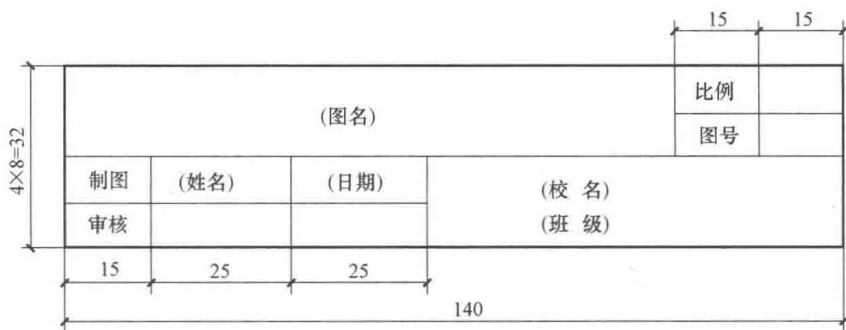


图 1-4 标题栏的格式及尺寸

2. 比例

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。原值比例是比值等于 1 的比例，如 1 : 1；放大比例是比值大于 1 的比例（小而复杂的构件），如 5 : 1；缩小比例是比值小于 1 的比例（大而简单的构件），如 1 : 10。绘制图样时，应根据实际需要优先选用表 1-2 规定的比例。

优先选用的比例

表 1-2

种类	优先选用的比例		
原值比例(比值为 1 的比例)	1 : 1		
放大比例(比值 > 1 的比例)	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1	2 × 10 ⁿ : 1	1 × 10 ⁿ : 1
缩小比例(比值 < 1 的比例)	1 : 2 1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 5 1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 10 1 : 1 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例。

3. 字体

图纸中文字、数字或符号等的书写，必须做到字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐，标点符号应清楚正确。

字体的高度（用 h 表示，单位为“mm”）习惯上称为字体的字号，如字高 7mm 就是 7 号字。字高系列为 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。

(1) 汉字

图样及说明中的汉字，宜采用长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。

长仿宋体字特点是字体细长，字高与字宽的比例为 1 : 0.7，字形挺拔，起、落笔处均有笔锋，显得棱角分明。长仿宋体汉字的书写要领是横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格，如图 1-5 所示。

(2) 字母和数字

1) 字母和数字分 A 型和 B 型两种。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。同一图样上，只允许选用一种形式的字体，如图 1-6 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

图 1-5 长仿宋体汉字示例

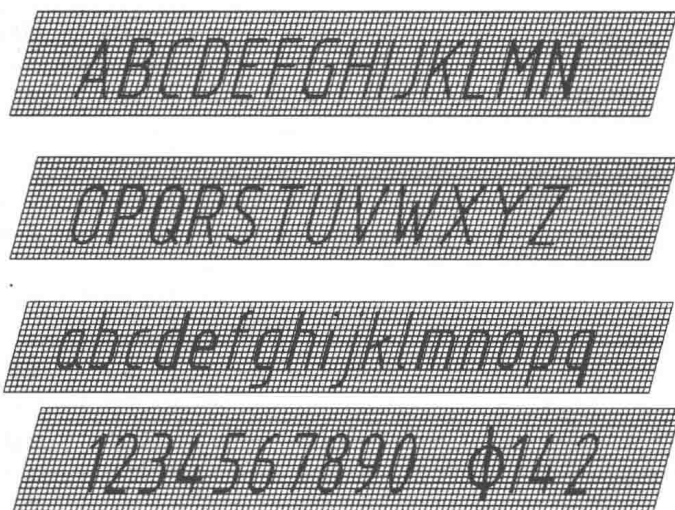


图 1-6 A 型字母和数字示例

2) 字母和数字可写成直体或斜体。斜体的字头向右倾斜，与水平基准线呈 75° ，图样上一般采用斜体字，如图 1-6 所示。

3) 用作指数、分数、极限偏差、注角的数字及字母，一般应采用小一号字体，如图 1-7 所示。

$R3$ $2 \times 45^\circ$ $M24-6H$ $\phi 60H7$ $\phi 30g6$
 $\phi 20^{+0.021}_0$ $\phi 25^{-0.007}_{-0.020}$ $Q235$ $HT200$

图 1-7 指数、分数、极限偏差、注角的数字及字母示例

4. 图线

(1) 基本线型

制图标准规定了各种图线的名称、线型、宽度以及在工程图样上的一般应用，见表 1-3 基本线型及应用。

















(2) 图线宽度

国家标准规定了 9 种图线宽度。图线的宽度 b 应根据图样的复杂程度和比例大小在下列线宽系列中选取：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，

1.0mm, 1.4mm, 2mm。

基本线型及应用

表 1-3

线名及代码		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	见各有关专业制图标准
	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、轴线等
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	细		$0.25b$	断开界线
波浪线	细		$0.25b$	断开界线

工程制图中的图线线宽分为粗、中粗、中、细四种，它们的宽度之比为 $1 : 0.7 : 0.5 : 0.25$ 。粗线宽度优先选 1mm 和 0.7mm 两组。为了保证图样的清晰度、易读性和便于缩微复制，应尽量避免采用小于 0.18mm 的图线。

(3) 画线时应注意的问题

1) 同一图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、单点长画线及双点长画线的线段长短和间隔应相等。单点长画线和双点长画线的首尾两端应是长画而不是短画。

2) 图线相交时应以线段相交，但当虚线是粗实线的延长线时，其连接处应留空隙，如图 1-8 (a) 所示。

3) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

4) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，且对称中心线两端应超出圆弧

2~5mm。在较小的图形上绘制单点长画线或双点长画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-8 (b) 所示。

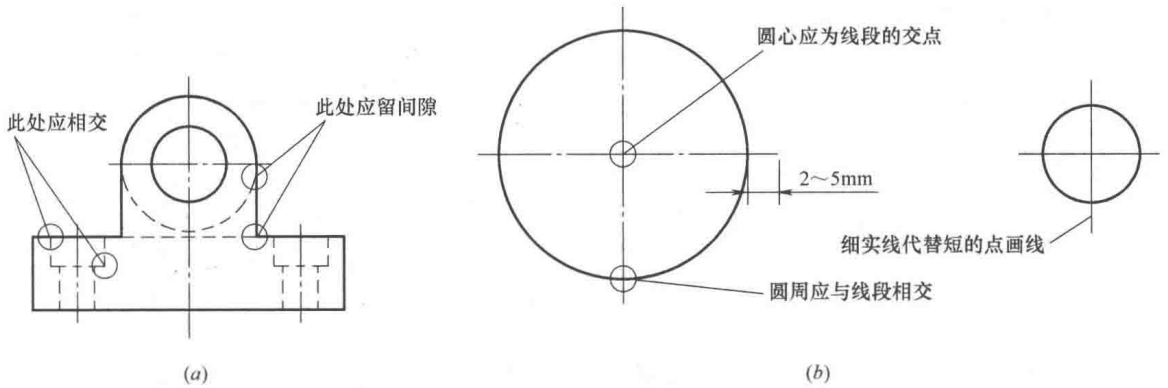


图 1-8 图线的画法

(4) 图线应用

图线应用示例如图 1-9 所示。

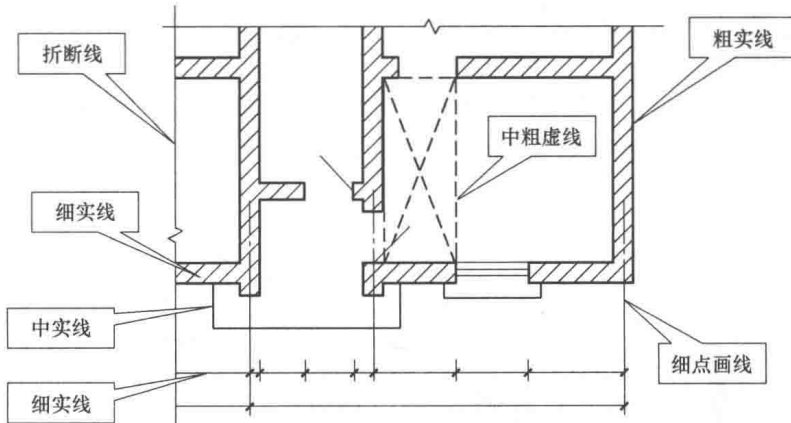


图 1-9 图线的应用

5. 尺寸注法

工程图样中除了按比例画出建筑物的形状外,还必须正确、齐全和清晰地标注尺寸,以便确定建筑物的大小,并作为制作和施工的依据。标注尺寸时,应严格遵守国家标准中有关尺寸注法的规定,做到正确、完整、清晰、合理。

(1) 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四部分组成,如图 1-10 所示。

1) 尺寸界线是控制所注尺寸范围的线条,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。必要时,图样的轮廓线、轴线或中心线可用作尺寸界线(图 1-11)。

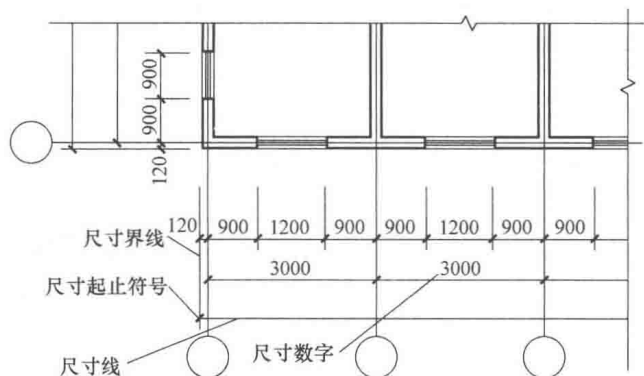


图 1-10 尺寸的组成和平行排列的尺寸

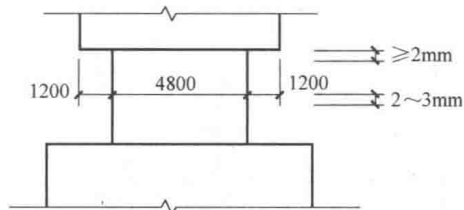


图 1-11 轮廓线用作尺寸界线

2) 尺寸线应用细实线绘制，一般应与被注长度平行，且不宜超出尺寸界线。任何图线或其延长线均不得用作尺寸线。

3) 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、角度和弧长的尺寸起止符号，宜用箭头表示（图 1-12）。

4) 图样上的尺寸应以数字为准，不得从图上直接量取。图样上的尺寸单位，除标高及总平面图以“米 (m)”为单位外，其他必须以“毫米 (mm)”为单位，且图上的尺寸都不再注写尺寸单位。

尺寸数字的注写方向，应按图 1-13 (a) 规定的方向注写，尽量避免在图中所示的 30° 范围内标注尺寸，当实在无法避免时，宜按图 1-13 (b) 的形式注写。

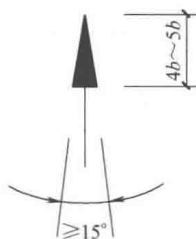


图 1-12 箭头的画法

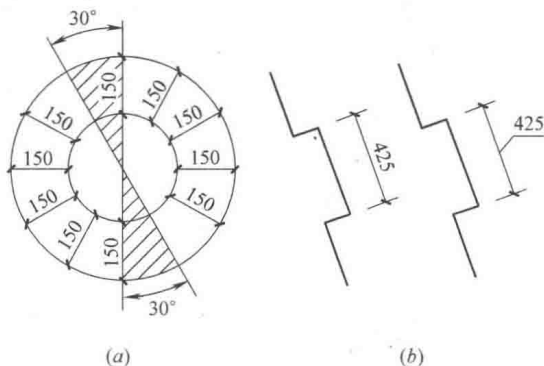


图 1-13 尺寸数字注写方向

尺寸数字应依据其读数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外侧，中间相邻的尺寸数字可错开注写，也可引出注写，如图 1-14 所示。

图线不得穿过尺寸数字，不可避免时，应将尺寸数字处的图线断开（图 1-15）。

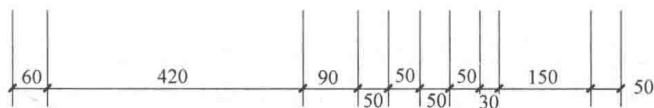


图 1-14 尺寸数字的注写位置

(2) 常用尺寸的排列、布置及标注方法

尺寸宜标注在图样轮廓线以外，不宜与图线、文字及符号等相交。相互平行的尺寸线，应从被注的图样轮廓线由近向远整齐排列，小尺寸应离轮廓线较近，大尺寸应离轮廓线较远。图样轮廓线以外的尺寸线，距图样最外轮廓线之间的距离，不宜小于10mm。平行尺寸线的间距，宜为7~10mm，并应保持一致。

总尺寸的尺寸界线应靠近所指部位，中间的分尺寸的尺寸界线可稍短，但其长度应相等。半径、直径、球、角度、弧长、薄板厚度、坡度以及非圆曲线等常用尺寸的标注方法见表1-4。

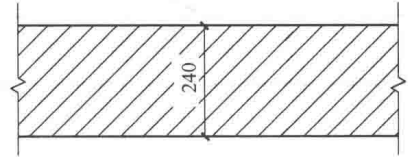
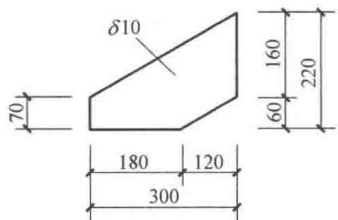
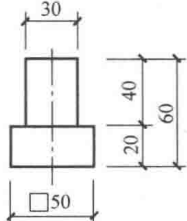
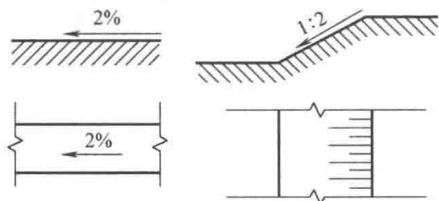
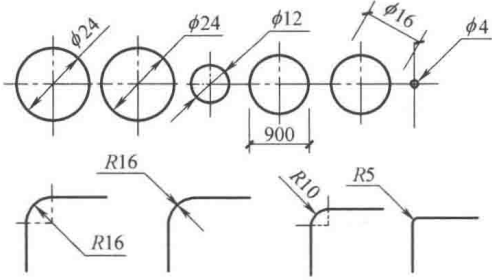
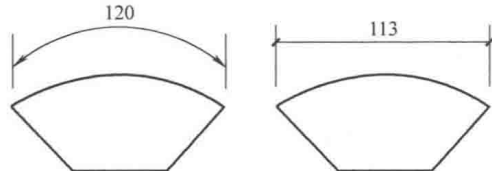


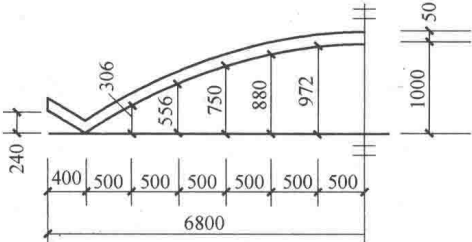
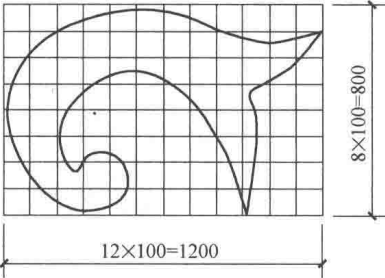
图 1-15 尺寸数字处图线应断开

常用尺寸标注方法

表 1-4

标注内容	图 例	说 明
角度		<p>尺寸线应画成圆弧，圆心是角的顶点，角的两边为尺寸界线。角度的起止符号应以箭头表示，如没有足够的位置画箭头，可以用圆点代替。角度数字应水平方向书写</p>
圆和圆弧		<p>标注圆或圆弧的直径、半径时，尺寸数字前应分别加符号“ϕ”“R”，尺寸线及尺寸界线应按图例绘制</p>
大圆弧		<p>较大圆弧的半径可按图例形式标注</p>
球面		<p>标注球的直径、半径时，应分别在尺寸数字前加注符号“Sϕ”“SR”，注写方法与圆和圆弧的直径、半径的尺寸标注方法相同</p>

标注内容	图例	说明
薄板厚度		<p>在薄板板面标注板厚尺寸时,应在厚度数字前加厚度符号“δ”</p>
正方形		<p>在正方形的侧面标注该正方形的尺寸,除可用“边长×边长”外,也可在边长数字前加正方形符号“\square”</p>
坡		<p>标注坡度时,在坡度数字下,应加注坡度符号,坡度符号的箭头,一般应指向下坡方向,坡度也可用直角三角形的形式标注</p>
小圆和小圆弧		<p>小圆的直径和小圆弧的半径可按图例形式标注</p>
弧长和弦长		<p>尺寸界线应垂直于该圆弧的弦。标注弧长时,尺寸线应以与该圆弧同心的圆弧线表示,起止符号应用箭头表示,尺寸数字上方应加注圆弧符号。标注弦长时,尺寸线应以平行与该弦的直线表示,起止符号用中粗斜线表示</p>

标注内容	图 例	说 明
构件外形为非圆曲线时		用坐标形式标注尺寸
复杂的圆形		用网格形式标注尺寸

学习单元2 绘图工具及其使用方法

【学习目标】

- (1) 了解常用的绘图工具及其功能。
- (2) 掌握常用绘图工具的使用方法。
- (3) 掌握尺规绘图的步骤与方法。

正确地使用和维护绘图工具，是提高图面质量、绘图速度和延长绘图工具使用寿命的重要因素。普通绘图工具有图板、丁字尺、三角板、比例尺、圆规、分规、曲线板等。虽然目前技术图样已使用计算机绘制，但尺规绘图既是工程技术人员的必备基本技能，又是学习和巩固制图学理论知识不可缺少的方法，必须熟练掌握。

1. 绘图方法简介

按使用绘图工具不同，绘图方法分为徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图。尺规绘图是用丁字尺、图板、三角板等绘图仪器进行手工绘图的绘图方法，工程技术人员必须熟练掌握。

2. 图板和丁字尺

图板是用来铺放图纸用的，其上表面应平滑光洁。图板的左侧边为丁字尺的导边，必须平直光滑。图纸用胶带纸固定在图板上，当图纸较小时，应将图纸铺贴在图板靠近左上方的位置，如图 1-16 (a) 所示。

丁字尺由尺头和尺身组成，尺身的上边有刻度，是工作边。画图时，要使尺头的内侧靠紧图板的左边，上下移动丁字尺由尺身的工作边从左向右画水平线，如图 1-16 (b) 所示。

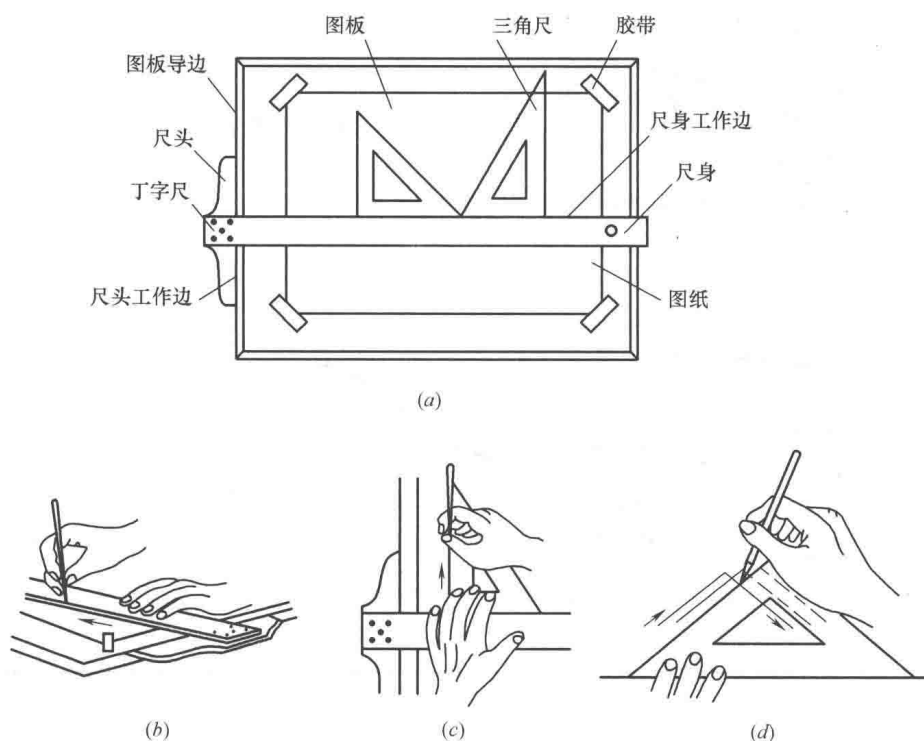


图 1-16 图板与三角板配合时水平线、垂直线和斜线的画法

3. 三角板

三角板有 45° 和 30° 两块，与丁字尺配合可以画垂直线，如图 1-16.(c) 所示，还可以绘制与水平线呈 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 夹角的斜线，如图 1-16 (d) 所示。

4. 圆规和分规

圆规用来画圆和圆弧。圆规有两只脚，其中一只脚上有活动钢针，钢针一端为圆锥，另一端是带有台阶的针尖，针尖是画圆或圆弧时定心用的，圆锥端作分规用；另一只脚上有活动关节，可随时装换铅芯插脚、鸭嘴插脚、作分规用的锥形钢针插脚。

画圆或圆弧前，调整针脚使针尖略长于铅芯。画图时，针尖插入纸面，铅芯与纸面接触，向方稍稍倾斜按顺时针方向画。画较大圆，则要使用加长杆，并使针尖和铅芯均垂直纸面，如图 1-17 所示。

分规用来量取线段长度和等分线段。其两脚均装有钢针，两脚并拢时，两针尖要调整对齐，如图 1-18 所示。从比例尺上量取长度时，针尖不要正对尺面，应使针尖与尺面保持倾斜。用分规等分线段时，通常用试分法。

5. 比例尺

比例尺是指刻有不同比例的直尺，有三棱式和板式两种。如图 1-19 (a) 所示为三棱式比例尺，它的三个侧面刻有六种不同的比例刻度。绘图时，应根据所绘图形的比例，选用相应的刻度，直接进行度量，无须换算。