

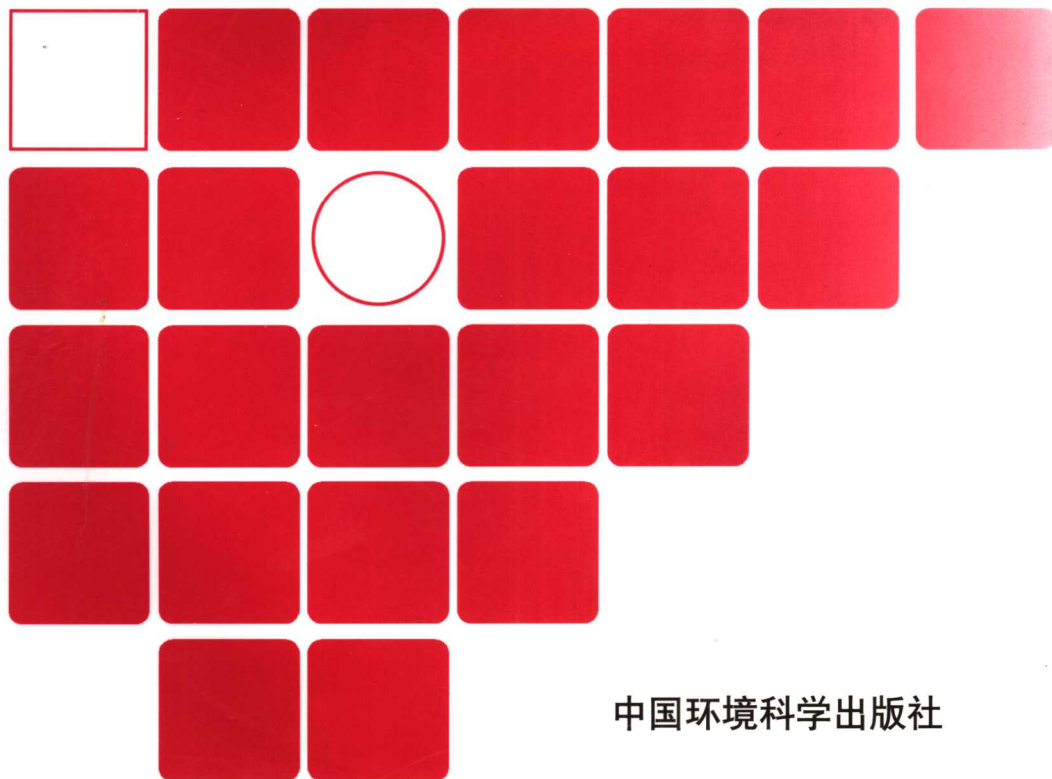
高等专科学校高等职业技术学院环境类系列教材

环境工程制图

马 英 主编

教育部高等学校高职高专环保与
气象类专业教学指导委员会

推荐教材



中国环境科学出版社

高等专科学校高等职业技术学院环境类系列教材

环境工程制图

主 编 马 英

副主编 王存海 叶安英

主 审 谷群广

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

环境工程制图/马英主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2007.6

(高职高专环境类系列教材)

ISBN 978-7-80209-543-4

I. 环… II. 马… III. 环境工程—工程制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 055541 号

责任编辑 黄晓燕 孔 锦
责任校对 尹 芳
封面设计 中通世奥

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京东海印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2007 年 6 月第一版
印 次 2007 年 6 月第一次印刷
印 数 1—5000
开 本 787×960 1/16
印 张 13.5
字 数 310 千字
定 价 28.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编 审 人 员

主 编 马 英
邢台职业技术学院

副主编 王存海 叶安英
邢台职业技术学院

参 编 张朝阳
长沙环保职业技术学院

岳朝松
徐州建筑职业技术学院

丁可轩
黄河水利职业技术学院

高运芳
邢台职业技术学院

丛 书 编 委 会

主 任 林振山

副 主 任 李 元 王京浩 王国祥

委 员 (以姓氏拼音字母排序)

白建国 陈 文 湛永红 崔树军 傅 刚

高红武 高 翔 顾卫兵 关荐伊 郭 正

姜成春 蒋云霞 李党生 李树山 廉有轩

刘海春 刘建秋 刘晓冰 卢 莎 马 英

倪才英 苏少林 孙 成 孙即霖 王 强

汪 葵 相会强 谢炜平 薛巧英 姚运先

张宝军 张 弛 赵联朝 周长丽 周 清

丛书统筹 黄晓燕

前言

《环境工程制图》是根据教育部环境工程专业的培养目标、教学计划和基本教学要求,结合多年的教学经验编写而成。本教材的编写指导思想是:体现高职高专教育的特点,以培养技术应用型人才为目标,适当降低理论要求,加强绘制和识读工程图样的基本能力的训练,通过本课程的学习使学生达到中等绘图和读图能力。本教材适用于60~80学时的课程教学。

本教材具有以下特点:

1. 体现少而精的原则,精简画法几何的内容,以“必须”、“够用”为度,以学生建立起基本的空间概念为标准。

2. 根据环境工程专业的培养目标,增加了房屋建筑图、管道工程图两章内容,考虑到环保工程设备中管道件、钣金件比较多,因此,增加了展开图和金属焊接图等内容。

3. 根据环境工程专业各种构筑物和设备的结构特点,本教材增加了专业工程图实例一章。图例选用本专业常见的、典型的零部件图及构筑物工艺图。为学生绘制和阅读专业图样及学习后继专业课程打下基础。

4. 语言精练,通俗易懂,深入浅出,全书贯穿“以例学理”的编写思想,体现了理论联系实际,培养学生识图能力为主的教学思想。

5. 注重解决问题能力的培养,教材与习题紧密结合。

6. 本教材不包含计算机绘图内容,考虑到计算机绘图软件版本更新较快,学校在教学中应使用较新版本的计算机绘图软件,所以在本教材中不包含计算机绘图内容。

7. 本教材采用最新的国家标准。

8. 书中所有的插图全部采用计算机绘图和润饰,以提高插图的准确性和清晰度,从而提高教材的质量。

本教材由马英担任主编,王存海、叶安英担任副主编,张朝阳、岳朝松、丁可轩、高运芳担任参编。由谷群广教授主审。

限于编者水平和时间仓促,书中难免存在不足和错误,恳请读者批评指正。

编者

2006年11月

目 录

第一章 制图的基本知识	1
第一节 制图的基本规定	1
第二节 绘图工具及其应用	12
第三节 几何作图	16
第四节 平面图形的画法	20
第二章 正投影法基础	25
第一节 投影法概述	25
第二节 点的投影	27
第三节 直线的投影	34
第四节 平面的投影	44
第三章 基本立体的投影	50
第一节 平面立体的投影	50
第二节 曲面立体的投影	54
第四章 立体表面的交线	60
第一节 平面与立体的截交线	60
第二节 立体与立体的相贯线	68
第五章 组合体的三面投影图	77
第一节 组合体三面投影图的画法	77
第二节 组合体的尺寸标注	83
第三节 读组合体的投影图	86
第四节 第三角投影简介	94
第六章 轴测图	97
第一节 轴测投影的基本知识	97
第二节 正等轴测图	99

第三节 斜二等轴测图	106
第七章 物体的表达方法	109
第一节 视 图	109
第二节 剖视图	112
第三节 断面图	121
第四节 投影图的简化画法	123
第八章 螺纹及螺纹紧固件	126
第一节 螺 纹	126
第二节 螺纹紧固件及联接画法	133
第九章 展开图与焊接图	139
第一节 展开图	139
第二节 焊接图	146
第十章 房屋建筑图	152
第一节 房屋建筑图的表达方法	152
第二节 房屋建筑图的识读	160
第十一章 管道工程图	173
第一节 管道投影图	173
第二节 管道轴测图	178
第三节 管道剖面图与节点图	183
第四节 管道制图的一般规定	187
第五节 给排水工程图	190
第十二章 专业工程图实例	199
第一节 机械图	199
第二节 水处理设备构筑物工艺图	203
参考文献	208

第一章

制图的基本知识

● 知识目标

本章要求熟悉并遵守《技术制图》中有关图纸幅面、格式、比例、字体、图线及尺寸标注等的规定。掌握几何作图的方法。在绘制平面图形过程中,能正确地进行线段分析。掌握正确的绘图步骤,绘制出的图样布局合理、线型匀称、字体工整、图面整洁,各项内容基本符合国家标准的要求,基本掌握手工绘图技术,理解尺寸标注的重要性和合理性。

第一节 制图的基本规定

工程图样是工业生产中的重要技术文件。为了便于生产和技术交流,绘图和读图应该有共同的准则。也就是说,图样的画法、尺寸的标注、代号的使用等,应该有统一的规定。为此,由国家质量技术监督局颁布了国家标准《技术制图》,对工程图样作了统一的技术规定,要求工程技术人员都必须掌握并遵守。所以,必须树立严格的标准化观念,在绘图时认真执行国家标准。

我国的国家标准(简称“国标”)代号为“GB”,“G”、“B”分别是“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母。“GB”是国家强制性标准;“GB/T”是国家推荐标准(“T”表示是推荐标准)。例如,“GB/T 14689—1993”是 1993 年颁布的标准序号为 14689 的国家推荐标准。

本节摘录国家标准《技术制图》中的部分内容,作为制图基本规定予以介绍,其余的内容将在以后的有关章节中分别叙述。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

(一) 图纸幅面

绘制图样时,应采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。在基本幅面中,A0 图纸长边与短边之比为 $\sqrt{2}:1$,其面积是 1 m^2 。A1 图纸的面积是 A0 的一半,其余各种幅面都是后一幅面的面积为前一幅面的一半。

表 1-1 基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
边框	a	25			
	c	10			5
	e	20		10	

(二) 图框格式

无论图样是否装订，均应在图幅内画出图框，图框线用粗实线绘制。需要装订的图样，其图框格式一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。装订边 a 预留 25 mm 宽，图框距离图纸边界的尺寸 c 要依据图幅大小而定，格式如图 1-1 所示。不需装订的图样则不留装订边，其边界尺寸 e 及图框格式如图 1-2 所示。

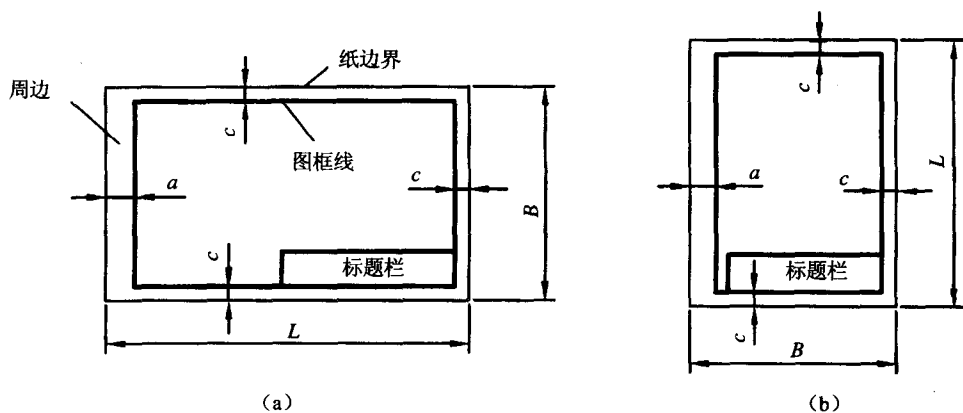


图 1-1 留装订边的图框格式

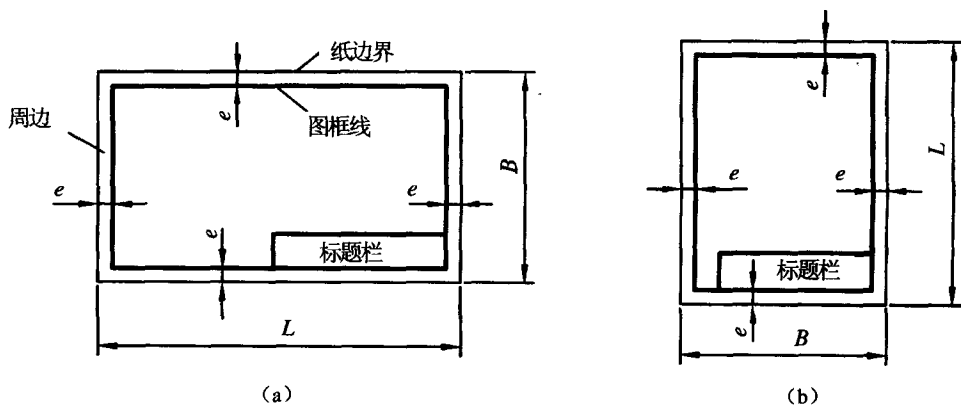


图 1-2 不留装订边的图框格式

（三）标题栏

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置一般位于图框右下角。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定，标题栏的外框是粗实线，其右边和底边与图框线重合，其余用细实线绘制。为了方便在学习本课程时作图，可采用图 1-3 所示的简化标题栏。

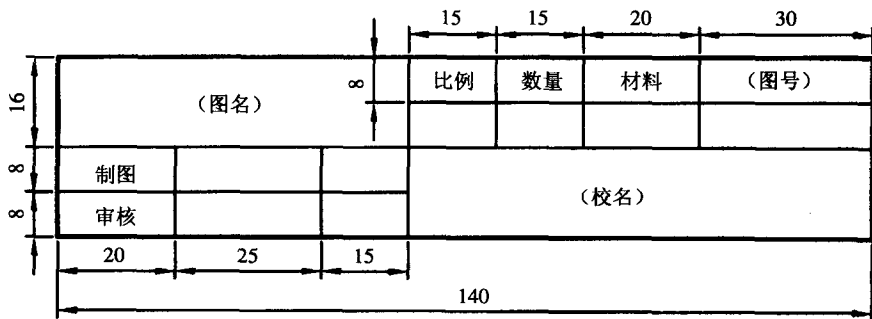


图 1-3 简化标题栏

二、比例（GB/T 14690—1993）

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时，应采用 GB/T 规定的比例。表 1-2、表 1-3 是 GB/T 规定比例值。应优先采用表 1-2 中比例值，必要时，也可以采用表 1-3 中的比例值。

绘制图样时，应尽量按物体的实际大小画出（即采用 1:1 的比例），以便直接从图样上看出物体的真实大小。对于大而简单的物体，可采用缩小比例，而对于小而复杂的物体，宜采用放大的比例。

无论采用何种比例画图，标注尺寸时都必须按照物体原有的尺寸大小标注（即尺寸数字是物体的实际尺寸）。

表 1-2 图样比例（优先系列）

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
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注：n 为正整数

表 1-3 图样比例（允许系列）

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
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注：n 为正整数

同一物体的各个图形，原则上采用相同的比例，并在标题栏中的比例栏内注明所采用的比例。如果某个图形采用了不同比例时，必须另行标注。

三、字体（GB/T 14691—1993）

国标要求，图样和有关技术文件中书写的汉字、字母和数字必须做到：字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

图样中书写的字体应采用 GB/T 规定号数。字体的号数即字体高度（用 h 表示），有 1.8 mm，2.5 mm，3.5 mm，5 mm，7 mm，10 mm，14 mm，20 mm。若书写更大的字，字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

（一）汉字

汉字要写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字，汉字高度不小于 3.5 mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的书写要领：横平竖直、起落有锋、结构匀称、写满方格。长仿宋体如下所示：

10 号字

横平竖直起落有锋结构匀称写满方格

7 号字

书写汉字字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

5 号字

机械制图国家标准认真执行耐心细致技术要求尺寸公差配合性质

（二）字母和数字

字母和数字分 A 型与 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。同一图样只允许采用一种字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成 75° 角。如下所示：

大写斜体
ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

小写斜体
abcdefghijklmn opqrstuvwxyz

斜体 直体
1234567890 1234567890

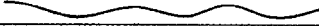
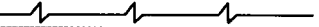
四、图线（GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002）

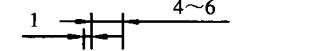
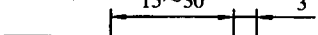
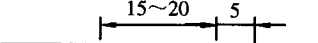
工程图样是用不同型式的图线画成的，为了统一、便于看图和绘图，绘制图样时应采用 GB/T 标准中规定的图线。

（一）图线线型及应用

国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》规定了绘制各种技术图样的基本线型。在实际应用时，各专业（如机械、电气、土木工程等）要根据该标准制定相应的图线标准。GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定的 9 种图线（表 1-4）符合 GB/T 17450—1998 的规定，是机械制图使用的图线标准。各种图线的名称、型式、图线宽度及其应用见表 1-4。建筑图样、管道工程图等的图线要求参考本书相应章节。

表 1-4 机械制图使用的图线

代码 No.	线 型	一 般 应 用
01.1	细实线 	过渡线；尺寸线；尺寸界线；指引线和基准线；剖面线；重合断面的轮廓线；短中心线；螺纹的牙底线；尺寸线的起止线；表示平面的对角线；零件形成前的弯折线；范围线及分界线；重复要素表示线，例如，齿轮的齿根线；锥形结构的基面位置线；叠片结构位置线，例如，变压器叠钢片；辅助线；不连续的同一表面的连线；成规律分布的相同要素的连线；投影线；网格线
	波浪线 	断裂处的分界线；视图和剖视图的分界线
	双折线 	断裂处的分界线；视图和剖视图的分界线

代码 No.	线 型	一 般 应 用
01.2	粗实线 	可见棱边线；可见轮廓线；相贯线；螺纹的牙顶线；螺纹长度终止线；齿顶圆（线）；表格图、流程图中的主要表示线；系统结构线（金属结构工程）；模样分型线；剖切符号用线
02.1	细虚线 	不可见棱边线；不可见轮廓线
02.2	粗虚线 	允许表面处理的表示线
04.1	细点画线 	轴线；对称中心线；分度圆（线）；孔系分布的中心线；剖切线
04.2	粗点画线 	限定范围表示线
05.1	细双点画线 	相邻辅助零件的轮廓线；可动零件的极限位置的轮廓线；重心线；成形前轮廓线；剖切面前的结构轮廓线；轨迹线；毛坯图中制成品的轮廓线；特定区域线；延伸公差带表示线；工艺用结构的轮廓线；中断线

（二）图线的尺寸

图线的宽度 d 应根据图幅的大小、物体的复杂程度等在下列数字系列中选择。

该数字系列的公比为 $1 : \sqrt{2}$ ：

0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。

机械图常用的粗线宽度 d 为 0.5~2 mm。细线的宽度约为 $d/2$ 。

（三）图线画法注意事项

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

（2）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 0.7 mm。

（3）绘制圆的对称中心线时，圆心应为线的交点。如图 1-4（b）所示是错误的。

（4）点画线和双点画线的首末两端应是线而不是点。点画线应超出图形的轮廓线 3~5 mm。如图 1-4（b）所示是错误的。

(5) 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。

(6) 当虚线与虚线相交, 或虚线与其他形式图线相交时, 应是线相交; 如图 1-4 (c) 是正确的, 而图 1-4 (d) 是错误的。

(7) 当虚线是粗实线的延长线时, 连接处应留出空隙; 如图 1-4 (e) 是正确的, 而图 1-4 (f) 是错误的。

(8) 计算机绘图时, 圆心处的中心线可用圆心符号代替。

(9) 各种图线的优先次序: 可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线、对称线等。

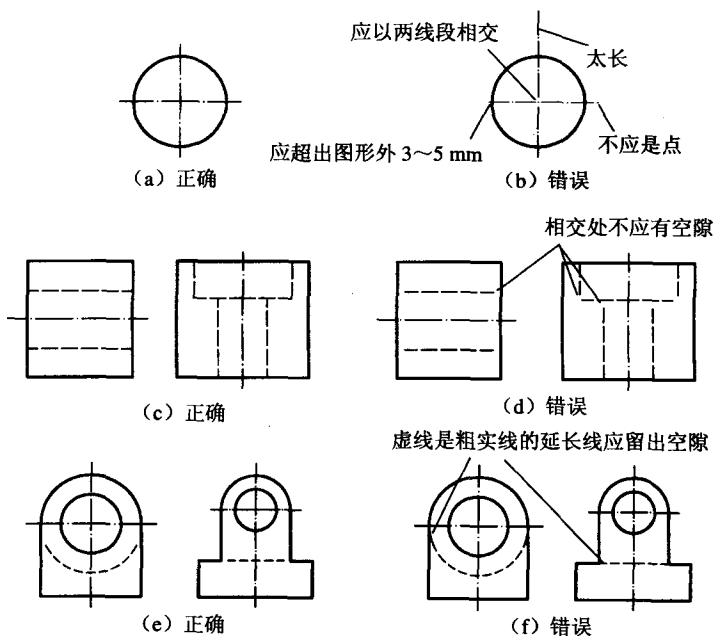


图 1-4 图线画法注意事项

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996)

图样中的尺寸是必不可少的, 这是由于尺寸能够准确反映物体的大小及物体上各部分结构的相对位置。在图样上标注尺寸时, 必须严格遵守制图标准中有关尺寸注法的规定。

(一) 基本规则

(1) 物体的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小及绘图的准确程度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米(mm)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示物体的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 物体的每一尺寸一般只标注一次,并应标在反映该结构最清晰的图形上。

(二) 尺寸的组成

在图样上标注的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字所组成(图 1-5)。

1. 尺寸界线

尺寸界线用于表明在图形上所标注尺寸的范围,其画法规定:尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出;也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线(图 1-6)。

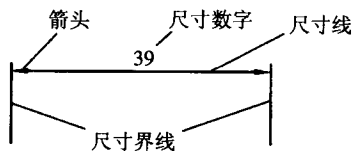


图 1-5 尺寸的组成

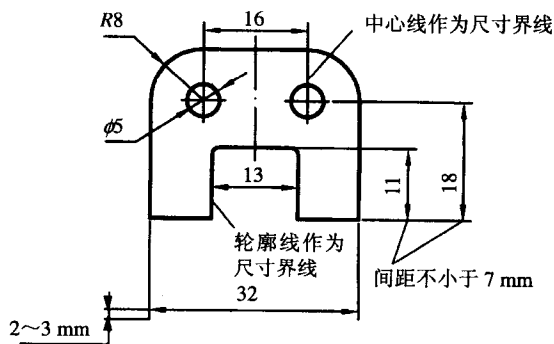


图 1-6 尺寸界线

2. 尺寸线

尺寸线用于表明所注尺寸的度量方向,尺寸线不能用其他形式的图线代替,一般也不能与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线用细实线绘制,其终端有下列两种形式。

(1) 箭头

箭头的形式如图 1-7 所示。箭头尖端应画到与尺寸界线接触,不得超过或留有空隙。在同一张图样中,箭头的大小应一致。箭头的形式适用于各种类型的图样。

(2) 斜线

斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-8 所示。尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须垂直。

当采用箭头时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头(图 1-9)。

同一张图样中只能采用一种尺寸线的终端形式。

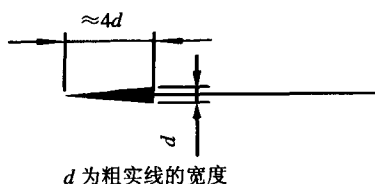


图 1-7 箭头的形式

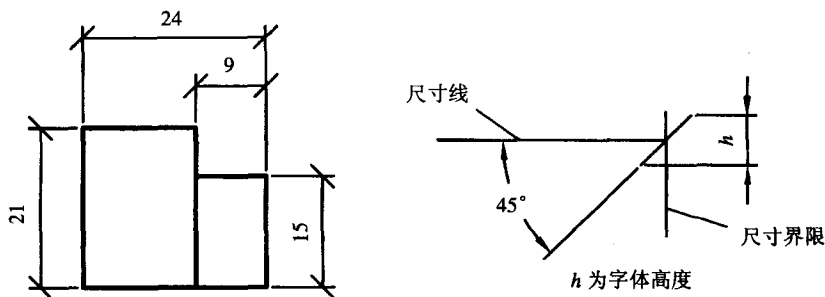


图 1-8 尺寸线的斜线终端

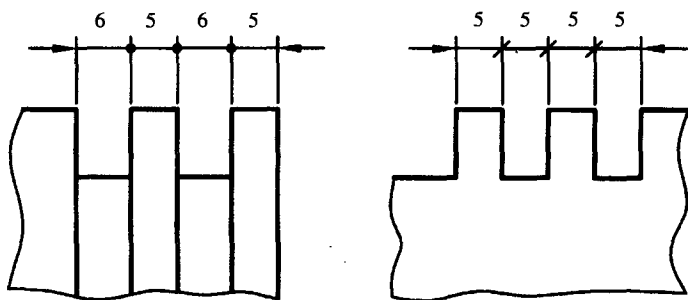


图 1-9 用圆点或斜线代替箭头

3. 尺寸数字

尺寸数字用于表明物体实际尺寸的大小，与图形的大小无关。尺寸数字采用阿拉伯数字。尺寸数字的位置和方向规定：线性尺寸数字方向的第一种注写方法，水平尺寸数字字头向上，垂直尺寸数字字头向左，倾斜尺寸数字的字头要保持字头向上的趋势。并尽可能避免在图 1-10 所示的 30° 范围内标注尺寸。当无法避