

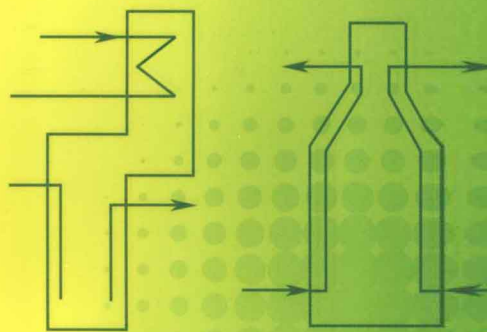


化工企业职工培训通用教材

化工工人识图

杨厚俊 主编

HUAGONG
GONGREN
SHITU



化学工业出版社

化工企业职工培训通用教材

化工工人识图

杨厚俊 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从化工工艺流程图、设备图、管路图三个方面介绍了化工企业工人需要掌握的识图知识，主要包括管路图基础、管路平面图和剖视图、管道轴测图、管道布置图、简单的零件图、工艺流程图和设备布置图，作为基础还介绍了制图国家标准和简单的图学原理。

本书可供化工企业技术工人培训使用，也可供相关专业人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

化工工人识图/杨厚俊主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 7

化工企业职工培训通用教材

ISBN 978-7-122-14625-0

I. ①化… II. ①杨… III. ①化工工程-工程制图-识别-技术培训-教材 IV. ①TQ0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 138382 号

责任编辑: 李玉晖

文字编辑: 余纪军

责任校对: 洪雅姝

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限公司

装 订: 三河市宇新印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 10¼ 字数 248 千字 2012 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究



前言

Preface

为了适应化工行业发展对化工工人培训和化工职业教育的要求，提高化工工人的识图理论水平和实际操作技能，我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工工人技术理论培训教学计划和教学大纲》编写了本书。

本书内容包括两大部分。第一部分为识图基础知识，包括制图基础、管路图的基本知识、管路平面、剖面（视）图、管道轴测图、零件图基础知识，第二部分为化工识图技能，包括工艺流程图、设备布置图、管道布置图。

本书基于作者多年教学和科研实践，参考了诸多资料，并综合编者教学笔记整理编写而成。本书的编写注重内容的准确性、科学性和适当的先进性，在广泛听取一线教师和技术人员意见建议的基础上，结合社会对化工类职业人才的要求，以应用为目的，以“必需、够用”为度，突出实用性和可读性，重视知识的更新和应用能力的培养，以实例为重点来介绍常见识图方法，力图做到使化工工人和相关专业学生能够快速掌握识图的技巧和方法，达到“快速看懂”的目的，以“图样表示方法，图样识读方法，图样掌握重点”的路线呈现，使读者易看易懂易掌握化工识图。本书简洁易懂，内容适用，重点突出，针对性强，可作为化工工人技术理论培训教材和高职高专化工相关专业教学用书，也可供企业技术人员和在校学生自学使用。

本书由杨厚俊、宋翔、王婷、李萌编写，杨厚俊统稿。本书的编写得到了化学工业出版社和本书编写人员及所在单位的大力支持。在此，向关心和支持本书编写、修订和出版工作的领导、教师和朋友们表示衷心的感谢！本书的编写和修订也借鉴了许多专家和学者在化工识图方面的见解和编写经验，编写过程中参考的资料见本书参考文献。在此向这些专家和学者一并表示衷心的感谢和崇高的敬意！

由于编写时间短促，水平和能力有限，本书不妥之处在所难免，恳请读者在使用过程中提出宝贵意见，给予批评指正。特表谢意。

作者

2012年6月

◎ 1 制图基础

1

1.1 机械制图的基本规定	1
1.1.1 图幅及格式	1
1.1.2 比例	3
1.1.3 字体	3
1.1.4 图线	4
1.1.5 尺寸标注	5
1.2 正投影原理	7
1.2.1 投影法的概念	7
1.2.2 正投影的基本特性	8
1.3 三视图及点、线、面的投影	9
1.3.1 视图的概念	9
1.3.2 三视图的形成	9
1.3.3 点的投影	10
1.3.4 直线的投影	10
1.3.5 平面的投影	14
1.4 基本几何体的投影	17
1.4.1 平面立体的投影	17
1.4.2 曲面立体的投影	18
1.5 组合体的投影	20
1.5.1 组合体的组合形式	20
1.5.2 组合体相邻表面之间的连接关系	20
1.5.3 分析组合体的方法	21
1.5.4 识组合体图的基本步骤	21

◎ 2 管路图的基本知识

23

2.1 常见管配件的投影	23
2.1.1 短管的投影	23
2.1.2 大小头的投影	23
2.1.3 平焊法兰的投影图	23
2.1.4 管子、法兰的投影图	24

2.1.5	弯头的投影图	24
2.1.6	等径三通的投影图	24
2.1.7	异径三通的投影图	24
2.2	常用管道的图示方法	24
2.2.1	管道的表示法	24
2.2.2	管道的投影积聚	25
2.2.3	管道弯折的表示法	26
2.2.4	管道交叉的表示法	27
2.2.5	管道重叠的表示法	27
2.2.6	管道连接的表示法	28
2.2.7	管架的编号和管架的表示方法	28
2.2.8	阀门及仪表控制元件的表示法	29
2.3	管道图例及符号	30
2.3.1	线型	30
2.3.2	管路的规定代号	31
2.3.3	管道图例	31
2.3.4	设备图例	32
2.4	管道施工图的表示	33
2.4.1	管道施工图的内容	33
2.4.2	管道施工图中布置管道的原则	33
2.4.3	管道施工图表示法	34
2.5	读管路施工图	36
2.5.1	读管线投影图	36
2.5.2	读管道支架图	37

◎ 3 管路平面图和剖视图

38

3.1	管路平面图	38
3.2	管路剖视图	39
3.2.1	剖视图的画法	39
3.2.2	单管道剖视图	42
3.2.3	管线间剖视图	43
3.2.4	管道断面剖视图	44
3.2.5	管道间的转折剖视图	46
3.2.6	识读管路剖视图	46

◎ 4 管道轴测图

48

4.1	轴测图概念	48
4.1.1	轴测图的作用	48
4.1.2	轴测图的投影方法	49
4.1.3	轴测投影的名词	49

4.1.4	轴测投影的特征	49
4.1.5	轴测图的种类	49
4.2	正等测图	50
4.2.1	正等轴测投影的概念	50
4.2.2	画正等测图的方法	51
4.2.3	基本几何体正等测图画法实例	51
4.2.4	管道正等测图的画法	53
4.2.5	各种管道正等测图画法实例	53
4.3	斜等轴测图	57
4.3.1	斜等轴测投影的概念	57
4.3.2	画斜等测图的方法	57
4.3.3	管道斜等轴测图画法步骤	58
4.3.4	各种管道斜等测图画法	59
4.4	偏置管轴测图画法	62
4.5	识读管道轴测图的步骤方法	63

◎ 5 零件图基础知识

64

5.1	零件图概述	64
5.1.1	零件与装配体的关系	64
5.1.2	零件图的作用与内容	65
5.2	零件图常用的表达方法	65
5.2.1	基本视图和主视图	65
5.2.2	辅助视图	67
5.2.3	零件常用的简化画法和规定画法	68
5.2.4	零件图的尺寸标注	69
5.3	标准件和常用件	73
5.3.1	螺纹及螺纹紧固件	73
5.3.2	键和销	82
5.3.3	齿轮	86
5.3.4	弹簧	87
5.4	零件图上的技术要求	90
5.4.1	互换性和标准化、系列化、通用化	91
5.4.2	表面粗糙度	91
5.4.3	极限与配合	94
5.4.4	形状与位置精度	97
5.4.5	热处理和表面处理	100
5.5	识零件图的方法步骤	100
5.5.1	识零件图的目的要求	100
5.5.2	识零件图的方法步骤	100

◎ 6 工艺流程图

102

6.1 物料流程图	102
6.1.1 物料流程图的形式及内容	103
6.1.2 物料流程图的绘制	103
6.1.3 物料流程图的识读及注意事项	103
6.2 带控制点工艺流程图	104
6.2.1 带控制点工艺流程图的内容	104
6.2.2 带控制点工艺流程图的特点及一般规定	105
6.3 辅助管道系统流程图与蒸汽伴管系统图	105
6.3.1 辅助管道系统流程图	105
6.3.2 蒸汽伴管系统图	106
6.4 工艺流程图的绘制方法与步骤	108
6.4.1 一般规定	108
6.4.2 工艺流程图的画法	109
6.5 识读工艺流程图	113

◎ 7 设备布置图

116

7.1 设备布置图常用视图及配置	116
7.1.1 设备布置平面图	116
7.1.2 设备布置剖面图	117
7.2 设备布置图的标注	118
7.2.1 设备布置图的内容	118
7.2.2 设备布置图的标注	118
7.2.3 设备布置剖面图的标注	119
7.2.4 图中附注	121
7.2.5 例图	121
7.3 首页图	121
7.3.1 工艺及仪表流程图中所采用的图例、符号等	121
7.3.2 装置的主项代号和编号	135
7.3.3 自控(仪表)专业图例、符号、代号等	135
7.3.4 其他事项	138
7.4 设备安装样图和管口方位图	138
7.4.1 设备安装样图	138
7.4.2 管口方位图	139
7.5 设备布置图的绘制方法与步骤	140
7.5.1 厂房的整体布置和厂房的轮廓设计	140
7.5.2 设备布置设计的原则	141
7.5.3 设备布置设计方法与步骤	142
7.5.4 设备布置图的绘制	143

7.6 识读设备布置图	144
7.6.1 设备布置平面图的识读	144
7.6.2 设备布置剖面图的识读	145

8 管道布置图

146

8.1 管道及附件的常用画法	146
8.1.1 管道与管件	146
8.1.2 阀门	147
8.1.3 仪表控制点	148
8.1.4 管道支架	149
8.2 管道布置平面图	149
8.3 管道布置立面图	150
8.4 管道布置轴测图	150
8.5 管段图	151
8.6 管架图及管件图	152
8.6.1 管架图	152
8.6.2 管件图	152
8.7 管口方位图	153
8.8 管道布置图的绘制	153
8.8.1 确定表达方案	153
8.8.2 确定比例、选择图幅、合理布局	154
8.8.3 绘制视图	154
8.8.4 标注图样	154
8.8.5 绘制方向标、填写标题栏、完成全图	154
8.9 读管道布置图	154

参考文献

156

1

制图基础

1.1 机械制图的基本规定

管道施工图和其他机械图样是制造施工过程中的主要依据和重要技术文件，是工程界表达和交流技术思想的共同语言。因此，图样的绘制格式和表示方法必须遵守统一的规定，这个规定就是国家标准《技术制图》与《机械制图》。国家标准（以下简称“国标”）中对图样内容、格式、表达方法等都做了统一的规定，绘图时必须严格遵守。

本章将对制图的图幅、比例、字体、图线、尺寸标注等方面的规定做简要的介绍。

1.1.1 图幅及格式

在技术制图图纸幅面及格式方面，现行的国家标准为 GB/T 14689—2008（《技术制图 图纸幅面和格式》）。其中，GB 是国标的代号，14689 是标准编号，2008 是标准颁布的年份。该规范于 2008 年 6 月 26 日发布，2009 年 1 月 1 日起实施。该规范是由 GB/T 14689—1993 的内容修改编制而成，并代替其成为现行的国家标准。

（1）图纸幅面

GB/T 14689—2008 对图纸的幅面尺寸有如下规定。

① 绘制技术图样时，应优先采用表 1-1-1 所规定的基本幅面。

② 必要时，也允许选用表 1-1-2 和表 1-1-3 所规定的加长幅面。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。

表 1-1-1 基本幅面（第一选择）

幅面代号	尺寸 $B \times L/\text{mm}$	幅面代号	尺寸 $B \times L/\text{mm}$
A0	841×1189	A3	297×420
A1	594×841	A4	210×297
A2	420×594		

表 1-1-2 加长幅面（第二选择）

幅面代号	尺寸 $B \times L/\text{mm}$	幅面代号	尺寸 $B \times L/\text{mm}$
A3×3	420×891	A4×4	297×841
A3×4	420×1189	A4×5	297×1051
A4×3	297×630		

表 1-1-3 加长幅面 (第三选择)

幅面代号	尺寸 $B \times L/\text{mm}$	幅面代号	尺寸 $B \times L/\text{mm}$
A0 $\times$ 2	1189 $\times$ 1682	A3 $\times$ 5	420 $\times$ 1486
A0 $\times$ 3	1189 $\times$ 2523	A3 $\times$ 6	420 $\times$ 1783
A1 $\times$ 3	841 $\times$ 1783	A3 $\times$ 7	420 $\times$ 2080
A1 $\times$ 4	841 $\times$ 2378	A4 $\times$ 6	297 $\times$ 1261
A2 $\times$ 3	594 $\times$ 1261	A4 $\times$ 7	297 $\times$ 1471
A2 $\times$ 4	594 $\times$ 1682	A4 $\times$ 8	297 $\times$ 1682
A2 $\times$ 5	594 $\times$ 2102	A4 $\times$ 9	297 $\times$ 1892

(2) 图框格式

GB/T 14689—2008 对图纸的图框格式有如下规定。

① 在图纸上必须用粗实线画出图框, 其格式分为不留装订边和留有装订边两种, 但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸, 其图框如图 1-1-1、图 1-1-2 所示, 尺寸按表 1-1-4 的规定选择。

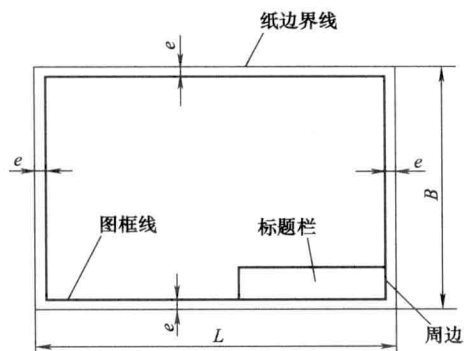


图 1-1-1 无装订边图纸 (X 型) 的图框格式

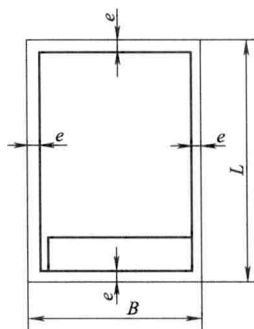


图 1-1-2 无装订边图纸 (Y 型) 的图框格式

② 留有装订边的图纸, 其图框尺寸与不留装订边的图纸类似, 只是装订边处的尺寸 e 改为尺寸 a , 其具体尺寸也是按表 1-1-4 的规定选择。

③ 加长幅面的图框尺寸, 按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2 $\times$ 3 的图框尺寸, 按 A1 的图框尺寸确定, 及 e 为 20 (或 c 为 10), 而 A3 $\times$ 4 的图框尺寸, 按 A2 的图框尺寸确定, 及 e 为 10 (或 c 为 10)。

表 1-1-4 图框尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	294×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

(3) 标题栏格式

标题栏是由名称、代号区、签字区、更改区和其他区域组成的栏目。每张图纸上都必须

画出标题栏,标题栏位于图纸的右下角,底边与下图框线重合,右边与右图框线重合。标题栏的格式和尺寸在国家标准《GB/T 10609.1》中有详细的规定。各单位亦有自己的格式,如表 1-1-5 所示。

表 1-1-5 制图标题栏

(图名)			比例		(图号)
			件数		
制图		(日期)	重量		共 张,第 张
描图			(校名)		
审核					

1.1.2 比例

对于同一物体,采用不同比例,可以画出大小不同的图形(如图 1-1-3 所示)。

国标 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》中对比例的选用作了规定。同一张图纸上,各图比例相同时,在标题栏中标注即可;采用不同的比例时,应分别标注。绘图时可采用表 1-1-6 中规定的比例。

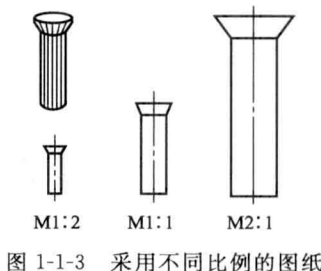


图 1-1-3 采用不同比例的图纸

表 1-1-6 绘图的比例

与实物相同	1 : 1
缩小的比例	(1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6)
	1 : 1×10 ⁿ (1 : 1.5×10 ⁿ) 1 : 2×10 ⁿ (1 : 2.5×10 ⁿ) (1 : 3×10 ⁿ)
	(1 : 4×10 ⁿ) 1 : 5×10 ⁿ (1 : 6×10 ⁿ)
放大的比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1
	(2.5×10 ⁿ : 1) (4×10 ⁿ : 1) 5×10 ⁿ : 1

注:不带括号为优先选用的比例,括号内为允许选用的比例。

选择比例的原则如下。

- ① 当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时,一般采用原值比例 1 : 1 绘制。
- ② 当表达对象的尺寸较大时应采用缩小比例,但要保证复杂部位清晰可读。
- ③ 当表达对象的尺寸较小时应采用放大比例,使各部位清晰可读。
- ④ 应尽量优先选择表 1-1-6 中的比例。
- ⑤ 选择比例时,应结合幅面尺寸选择,综合考虑其最佳表达效果和图面的审美效果。

1.1.3 字体

图样上除了绘制机械的图形以外,还要用文字来填写标题栏、技术要求,用数字来标注尺寸等。关于字体的基本要求如下。

① 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(h)的公称尺寸系列为:1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm(字高代表字体的号数)。

② 汉字应写成长仿宋体,汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽为 $h/2$ 。

- ③ 字母和数字分 A 型和 B 型。
- ④ 字母和数字可以写成斜体和正体。
- ⑤ 用做指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母，一般应采用小一号的字体。字体的示例如图 1-1-4 所示。

$12H9$ $\phi 45f5$ $\phi 60js7$ $\phi 84 \frac{H7}{K6}$ $\phi 50 \frac{0}{-0.025}$
 $\phi 30 \begin{smallmatrix} +0.008 \\ +0.007 \end{smallmatrix}$ $2 \times 45^\circ$ $R3$ $ZG \frac{1}{2}"$ $\frac{II}{2:1}$
I II III IV V VI VII VIII IX X 0123456789φ
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyzαβγδπφ

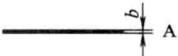
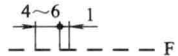
中文字体采用长仿宋体 写仿宋体要领
 横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格
 图样和技术文件中书写的字必须做到
 字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图 1-1-4 字体示例

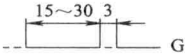
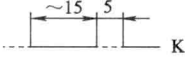
1.1.4 图线

机件的图样是用各种不同粗细和形式的图线画成的。图线分粗、细两种。粗线的宽度 b 可在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择，细线的宽度为 $b/2$ 。不同的线型有不同的用途，表 1-1-7 为基本线型和图线的应用。

表 1-1-7 图线规格

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细实线	 B	约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
波浪线	 C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线

续表

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
细点画线	 G	约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
粗点画线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线

1.1.5 尺寸标注

(1) 尺寸标注的基本规定

① 机件的真实大小应以图样所标的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

② 图样中的尺寸以毫米（mm）为单位时，不需标注单位，若采取其他单位，则必须标注。

③ 图样中所注的尺寸，为该图样的最后完工尺寸。

④ 机件上的每一个尺寸，一般只标注一次，并应标在反映该结构最清晰的图形上。

(2) 尺寸的组成

完整的尺寸应具有尺寸界线、尺寸线、尺寸数字及表示尺寸终端的箭头或斜线，如图 1-1-5 所示。

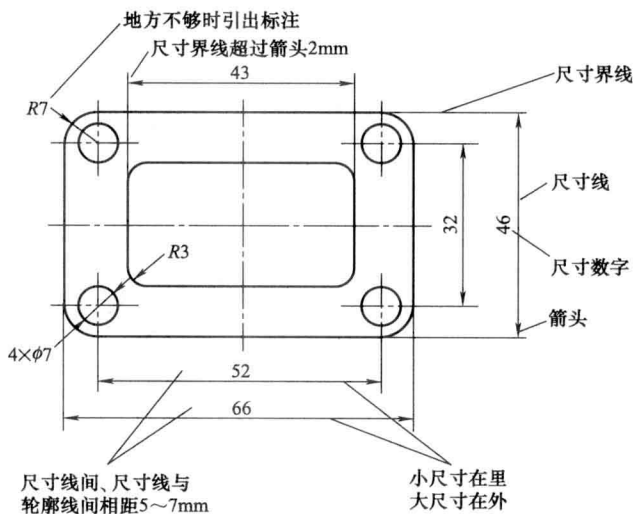


图 1-1-5 尺寸的组成及标注

① 尺寸数字

a. 线性尺寸的数字一般应注在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处。

b. 线性尺寸数字一般应按图 1-1-6 所示的方向注写，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时可按图 1-1-7 的形式标注。

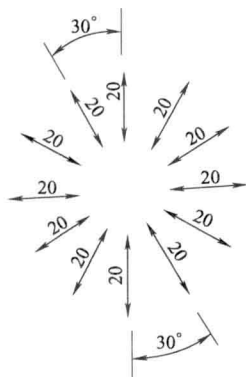


图 1-1-6 尺寸数字标注之一

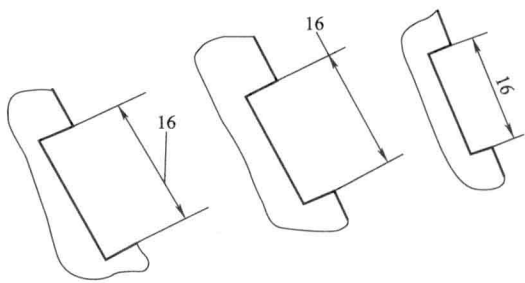


图 1-1-7 尺寸数字标注之二

② 尺寸线 尺寸线用细实线绘制，用以表示所注尺寸的方向。尺寸线的终端结构有两种形式：箭头和斜线。箭头和斜线的画法如图 1-1-8 所示。

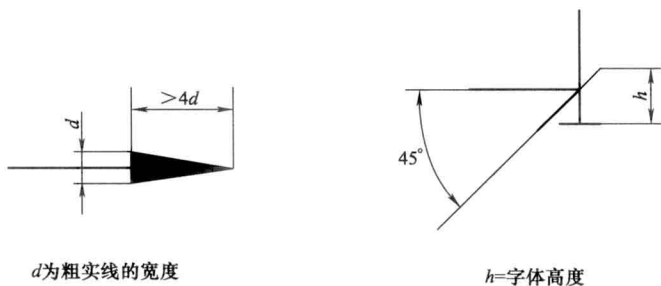


图 1-1-8 箭头和斜线

③ 尺寸界线

a. 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

b. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直并略超过尺寸线（通常以 3~4mm 为宜）；在特殊情况下也可不相垂直，但两尺寸界线必须相互平行。

尺寸组成的各部分示例见图 1-1-9。

(3) 标注尺寸时的注意事项

① 图样上的尺寸数字表示机件的真实大小。

② 图样上的尺寸以毫米为单位时，不需要标注单位。

③ 尺寸标注的三要素：尺寸界线、尺寸线、尺寸数字。

④ 尺寸数字不能被任何图线穿过。

⑤ 对于线性尺寸来说，标注时要注意水平、垂直、倾斜三个方向中尺寸数字的书写方向。

⑥ 对于角度尺寸来说，应注意角度尺寸的数字应一律处于水平方向，尺寸线是以角顶为圆心画出的圆弧。

⑦ 圆和圆弧的尺寸线要通过圆心，不能用中心线来代替，注意数字前要加注符号“ ϕ ”

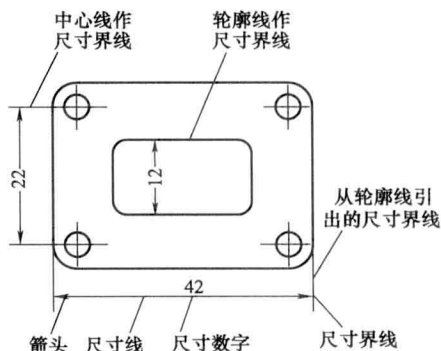


图 1-1-9 尺寸组成的各部分示例

或“R”。

1.2 正投影原理

1.2.1 投影法的概念

投影在日常生活中随处可见。如晚上把长方形纸片放在电灯和墙壁之间，墙壁上就会出现长方形的影子，这个影子就是该纸片在墙壁上的投影，如图 1-2-1 所示。在制图中，我们把电灯所发出的光线称为投影线，墙壁称为投影面，投影面上呈现出的物体影子称为物体的投影。

要将物体的形状投影到平面上，必须有投影线和投影面，并使投影线通过物体照射到投影面上。这样，就能把物体的形状在投影面上反映出来。

投影法分为中心投影法和平行投影法，这是根据光线的性质进行的分类。上面所举的灯和纸片，灯的光线发于同一点，相互不平行，这就是中心投影法的一个例子。在这个投影条件下，所得到的物体的影子总比其实际的要大，当物体在灯和墙之间的距离发生变化时，其影子或者变大，或者变小，不能准确表示物体的真实情况，所以在制图中一般不采用此种投影方法。

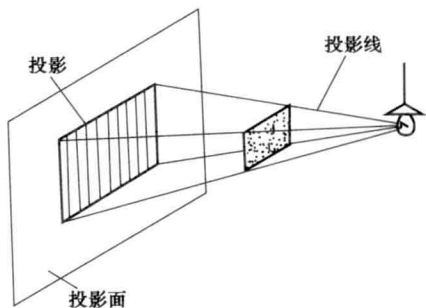


图 1-2-1 投影示意

当把光源移至无穷远时，光线（即投影线）就相互平行了。光线平行时，即使物体在光源和投影面之间平行移动，投影的形状和大小也不会改变，这就是平行投影法。平行投影法又可以分为斜投影和正投影。当光线和投影面不垂直时，称为斜投影，反之，则称为正投影。一般图纸采用的均是平行正投影法，本书中，将该投影方法简称为正投影。几种投影法的示例如图 1-2-2 所示。

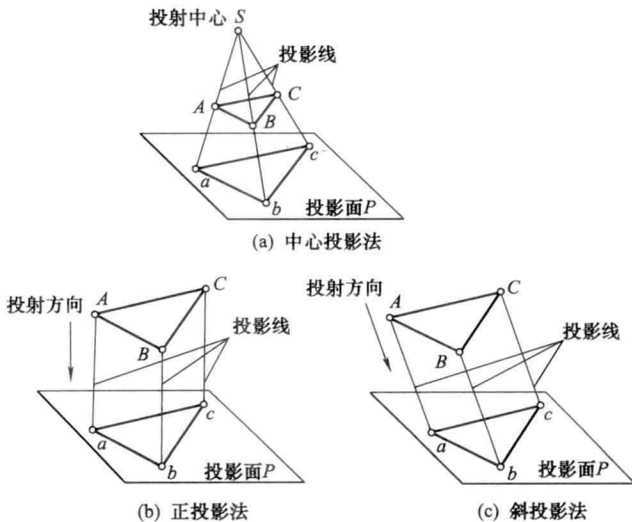


图 1-2-2 投影法

让我们再来简要总结一下正投影的特点：

- ① 被投影的物体在观察者与投影面之间，观察者是正对着看物体；
- ② 投影的大小不受观察者与物体以及物体与投影面之间距离的影响；
- ③ 投影线与投影面垂直，各投影线互相平行。

1.2.2 正投影的基本特性

正投影有如下几种特性：全等性、积聚性、类似性、重叠性。

① 全等性 当物体与投影面平行时，在投影面上的投影与原物体大小相等（见图 1-2-3）。

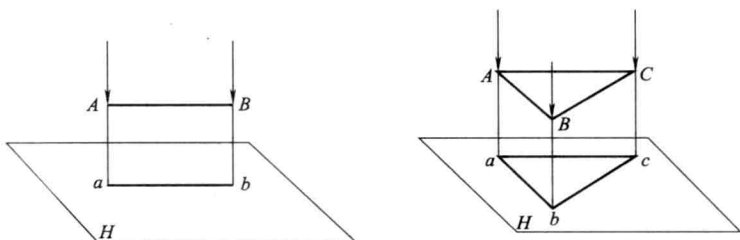


图 1-2-3 全等性

② 积聚性 当物体与投影面垂直时，空间直线在投影面上的投影积聚为一点，空间平面在投影面上的投影积聚为一直线（见图 1-2-4）。

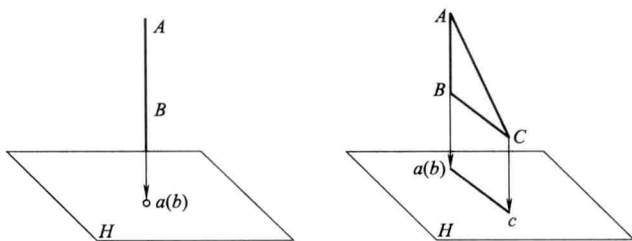


图 1-2-4 积聚性

③ 类似性 当物体与投影面倾斜时，在投影面上的投影与原物体成类似形（见图 1-2-5）。

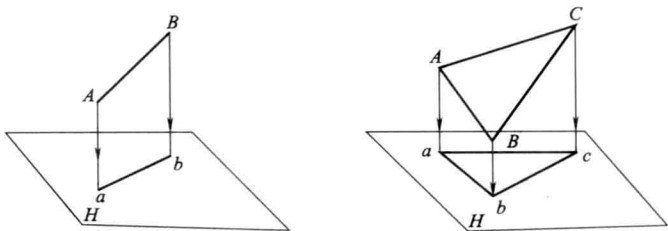


图 1-2-5 类似性

④ 重叠性 在投影中，把位置相同的两个或两个以上的点、两条或两条以上的直线、两个或两个以上相同平面的投影分别叠合成一个点、一条直线、一个平面的投影，此特性称为投影的重叠性。在管道工程平面图上，常把处在同一立面上的两条或两条以上且平行于水