

高等学校教材



# 简明化工制图

▶ 林大钧 编著



化学工业出版社  
教材出版中心

0.2-39

高等学校教材

# 简明化工制图

林大钧 编著



化学工业出版社  
教材出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

简明化工制图/林大钧编著. —北京: 化学工业出版社,  
2005. 6

高等学校教材

ISBN 7-5025-7187-6

I. 简… II. 林… III. 化工机械-机械制图-应用软件-高等学校-教材 IV. TQ050. 2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 060577 号

---

高等学校教材  
**简明化工制图**

林大钧 编著

责任编辑: 王丽娜

文字编辑: 陈敏

责任校对: 陶燕华

封面设计: 潘峰

\*

化学工业出版社 出版发行  
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京红光印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 插页 3 字数 410 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7187-6

定 价: 33.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

图样是人类借以表达、构思、分析和交流思想的基本工具之一，在工程技术中的应用尤为广泛。任何工程项目或设备的施工制作以及检验、维修等必须以图样为依据。在化工生产与科研领域，化学工作者与化工生产技术人员也会经常接触有关的图样，因而要求能看懂一般化工设备图和具备绘制简单的零件图及工艺流程图的能力。本书就是为了适应这一需要，按照教学大纲要求编写的。在编写过程中从教学实际出发，注重图示原理和方法等内容在阐述上的优化组合，并以使用为目的介绍草图、轴测图、构形想象等内容，力求这些内容成为养成较强形象思维能力和较强绘图表达能力的有效的辅助性方法。书中突出化工设备和工艺图的通用性和典型性，并注意与机械制图基本原理的有机结合和融会贯通。基于化工设备设计中，计算机绘图作为辅助设计的重要手段以及设计从三维开始的趋势，本书相应介绍了AutoCAD绘图软件的使用，以及三维造型的一般方法和步骤。还介绍了由三维造型生成二维工程图样的基本方法。为了便于国际技术交流，书中还介绍了有关的国外图样画法与规定。

为便于教学，本书配有化工制图多媒体辅助教学系统光盘，主要包含电子教案和部分习题解答等内容。

本书的编写以“实用、适用、先进”为原则并体现“通俗、精炼、可操作”的编写风格，以解决多年来在教材中存在的过深、过高且偏离实际的问题。

实用——本书重点讲述了投影与形体生成的关系，使学生学习后能形成较强空间思维能力和计算机三维造型能力。

适用——本书是以化工图样为主的教材，所以它适用于培养化工类人才的高校，既符合此类学生的培养目标又便于教师因材施教。

先进——本书所选内容是新技术、新方法、新标准。使学生在掌握经典的技术和方法之后，可用教材中的新技术、新方法、新标准去解决化工设计中的图示表达问题，为学生毕业后进入化工领域工作打下坚实的基础。

通俗——本书语言流畅、深入浅出、容易读懂。以实例说明问题，在应用实例中掌握理论，使学生轻松掌握所学知识技能，达到事半功倍的效果。

精炼——本书选材精炼，详细而不冗长，简略得当。对学生必须掌握的新技术、新方法详细讲、讲透、讲到位。既为教师提供良好的教学内容又为教师根据教学对象调整教学内容留出了空间。

可操作——本书所有的计算机绘图或造型实例均是容易操作的，且是有实际意义的案例。通过举一反三的应用，使学生能够在更高层次上创造性地应用教材中的新思想、新技术、新方法去解决问题。

本书可作为高等院校化工类各专业的教材，亦可供其他相近的专业使用或参考。

对书中的不足之处和存在问题恳请读者提出宝贵意见与建议。

编 者

2005年3月

## 内 容 提 要

本书分为工程制图基础、计算机绘图、化工设备图、化工工艺图四部分内容。

工程制图基础包括形体形成分析、典型化工设备的形体分析、投影和基本视图、尺寸标注；计算机绘图主要介绍应用 AutoCAD 软件进行三维造型、三维形体生成二维工程图样、剖视图和断面图、图样上文字注写和尺寸标注；化工设备图包括化工设备图的主要内容、表达方法、图示特点、绘制和阅读化工设备图的方法等；化工工艺图包括了化工工艺流程图、设备布置图、管道布置图等。

为加强学生自学能力的培养，并便于开展化工制图课程教学，本书配有化工制图多媒体辅助教学系统光盘，主要包含电子教案和部分习题解答等内容。

本书可作为高等工科学校化工类专业的教学用书，也可作为化工工艺及化工设备设计、制造和使用部门工程技术人员的参考用书。

# 《化工制图 AutoCAD 实战教程与开发》

方利国 董新法 编著

ISBN 7-5025-6399-7

定价：38 元

化学工业出版社出版

《简明化工制图》和《化工制图 AutoCAD 实战教程与开发》是两本具有互补性的化工制图配套教材，它们把工程制图的内容和化工图样的绘制结合起来，把有关规定、规则的理论阐述和具体的计算机绘制结合起来。前一本偏重与工程制图的基本知识、绘图的规范及三维成图，后一本则着重于 AutoCAD 软件在化工图样绘制中实际应用，对于基本的工程制图知识不再涉及。

《化工制图 AutoCAD 实战教程与开发》从实际应用的角度，站在软件应用者的立场，详细介绍了各种化工图样的 AutoCAD 绘制方法，是一本起到化工制图和 AutoCAD 软件应用中间桥梁作用的书籍。全书共分九章，内容包括 AutoCAD 绘图基础、化工图样绘制基础、化工设备零件、化工容器、热交换设备、塔设备、管道布置图、工艺流程图的绘制以及 AutoCAD 二次开发技术在化工图样绘制中的应用。

该教材可作为化工类相关专业本、专科学生计算机绘图教材，也可以作为从事化工设备制造及工程设计人员学习计算机绘图的参考书，对其他工科类工程图样绘制人员也有参考意义。

《化工制图 AutoCAD 实战教程与开发》附送光盘一张，既可作为教师的计算机辅助教学课件，也可以作为学生自学的多媒体软件。光盘不仅将书本的主要内容做成 PowerPoint 演示文档，方便读者快速查找各章节内容，同时提供已经绘制好的各种化工图样及二次开发的程序，便于读者在实际绘图过程中作为素材直接调用或修改。

# 目 录

<b>1 投影体系和基本视图</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 投影的基本概念 .....	1
1.3 投影体系与基本视图的形成 .....	2
1.4 六面基本视图间的投影联系 .....	5
<b>2 形体表达基础知识</b> .....	8
2.1 概述 .....	8
2.2 简单形体的形成及其视图 .....	8
2.3 组合体的形成分析 .....	10
2.4 组合体的形状特征与相对位置特征 .....	16
2.5 最少视图数 .....	19
<b>3 组合体的表达与阅读</b> .....	23
3.1 概述 .....	23
3.2 组合体视图画法 .....	23
3.3 组合体视图的尺寸标注 .....	26
3.4 组合体视图阅读 .....	30
3.5 构形想象 .....	35
<b>4 轴测投影图</b> .....	39
4.1 概述 .....	39
4.2 轴测投影图的基本知识 .....	39
4.3 正等轴测图的作图方法和步骤 .....	40
<b>5 草图</b> .....	45
5.1 概述 .....	45
5.2 草图基础知识 .....	45
5.3 空间想象、构思中的草图方法 .....	47
5.4 测绘零件草图 .....	50
<b>6 机件形状的表达方法</b> .....	52
6.1 概述 .....	52
6.2 视图 .....	52
6.3 剖视 .....	53
6.4 断面 .....	59
6.5 局部放大图 .....	62
6.6 简化画法和规定画法 .....	62
6.7 剖视图阅读与尺寸标注 .....	65
<b>7 AutoCAD2004 绘图软件及其应用</b> .....	70

7.1	概述	70
7.2	AutoCAD 绘图基础	70
7.3	基本图形的绘制和精确定位点	75
7.4	基本编辑命令	79
7.5	AutoCAD 绘图步骤	84
7.6	AutoCAD 文字注写、尺寸标注	86
7.7	AutoCAD 区域填充	92
7.8	AutoCAD 图块操作	93
7.9	AutoCAD 标注技术要求	95
7.10	零件图的绘制	97
7.11	装配图的绘制	99
<b>8</b>	<b>化工设备常用零部件图样及结构选用</b>	<b>107</b>
8.1	概述	107
8.2	化工设备常用零部件制造的技术文件之一——零件图	110
8.3	化工设备常用零部件结构简介	129
8.4	化工设备常用零部件制造的技术文件之二——部件装配图	145
<b>9</b>	<b>零件的连接及其画法</b>	<b>150</b>
9.1	概述	150
9.2	焊接的表示法	150
9.3	螺纹连接的表示法	154
9.4	键、销连接的表示法	159
<b>10</b>	<b>化工工艺图</b>	<b>162</b>
10.1	概述	162
10.2	管道及仪表流程图	162
10.3	设备布置图	166
10.4	管道布置图	174
10.5	管段图	178
<b>11</b>	<b>化工设备图</b>	<b>182</b>
11.1	概述	182
11.2	化工设备图的视图表达	182
11.3	尺寸标注	186
11.4	零部件序号和管口符号	187
11.5	标题栏、明细表、管口表、技术特性表	188
11.6	图面技术要求和注	190
11.7	技术数据表	191
11.8	化工设备图的绘制	193
11.9	化工设备图的阅读	195
<b>12</b>	<b>AutoCAD 三维化工制图</b>	<b>198</b>
12.1	概述	198
12.2	AutoCAD 三维化工设备制图	198



12.3	三维编辑	206
12.4	三维编辑命令	210
12.5	化工设备标准件、通用件的三维造型	217
12.6	根据储槽三维模型生成二维工程图样	221
12.7	化工管道三维配置	232
<b>13</b>	<b>机械制图外国标准简介</b>	<b>238</b>
13.1	概述	238
13.2	第三角投影法和第一角投影法的对比	238
13.3	第三角投影法的基本视图与投影法特征标记	239
13.4	国际标准 ISO 128—1982 “图示原理”	240
13.5	美国标准 ANSI Y14.3—1994 “多面视图和剖视图”	241
13.6	日本 JISB 0001—1985 制图标准简介	243
13.7	螺纹的画法	243
13.8	齿轮的画法	245
13.9	国外图样画法示例	245
	<b>附录</b>	<b>247</b>
	附录 1 国家标准有关内容	247
	附录 2 剖面符号	251
	附录 3 几何作图	252
	附录 4 尺寸注法	253
	<b>参考文献</b>	<b>256</b>

# 1 投影体系和基本视图

## 1.1 概述

在工程技术和科学研究工作中，工程图样是按一定的投影方法和技术规定将物体表达在图纸上的一种技术文件，它是表达设计思想和进行技术交流的媒体，也是工程施工和零件加工的依据，工程图样的主要内容是图形，这种图形必须能够全面、清晰、准确地反映物体的形状结构及大小，且绘制简便。为了达到这样的要求，工程图样中的图形是用“正投影法”绘制而得到的正投影图。

## 1.2 投影的基本概念

投影是日常生活中最常见的现象。例如图 1-1 所示，在光线照射下，立方体在墙面上产生一个影子，这个影子的图形在某些方面反映出该立方体的特性，这种现象称为投影。在此现象中有四个要素：光源（灯）、立方体、光线和墙面。现将此四个要素抽象为投影中心、物体、投影线和投影面，它们构成中心投影系统。中心投影的投影线集中于一点，投影的大小将随着物体与投影中心（或投影面）的距离变动而改变。所以这种投影图形不能反映物体

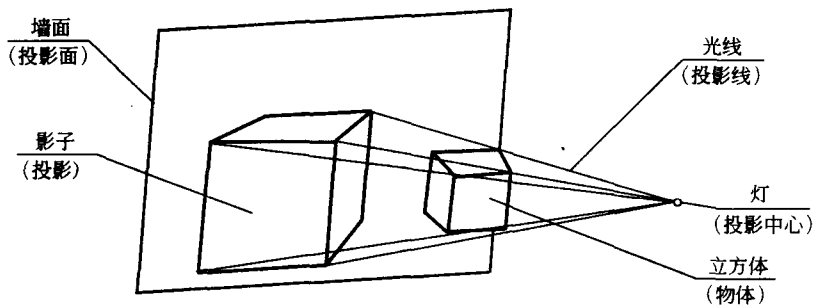


图 1-1 中心投影法

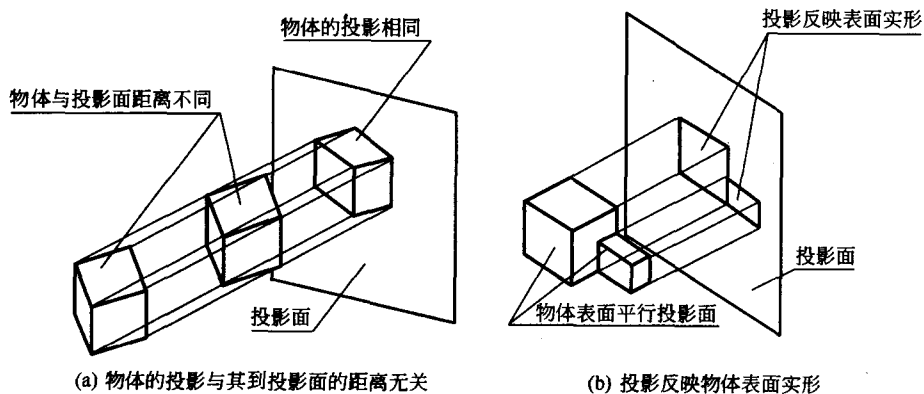


图 1-2 物体与投影相关性

的形状和大小，并且也不易绘制。如果假想将投影中心移到无穷远处，使投影线相互平行并垂直于投影面，得到的投影就不会随物体到投影面的距离变化而变化，如图 1-2 (a) 所示。而且物体的表面平行于投影面时，其投影能反映这些表面的真实形状和大小，这样绘制就较简单，如图 1-2 (b) 所示。这种以一束相互平行并且垂直于投影面的投影线将物体向投影面进行投射的方法称为“正投影法”。用正投影获得的投影图形称为“正投影图”。它能满足工程图样的有关要求。

### 1.3 投影体系与基本视图的形成

在图 1-3 中，物体 A、B 表面平行于投影面 V，所以其投影反映 A、B 表面的实形。D

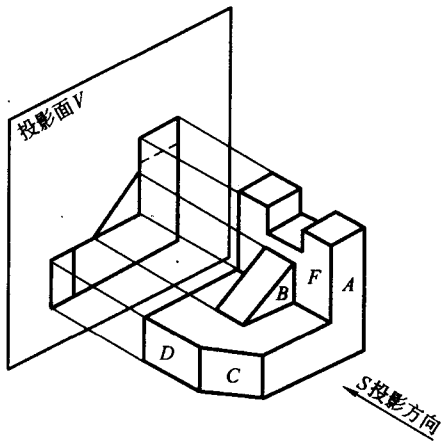


图 1-3 单面投影

表面垂直于投影面，其投影积聚成为一条直线段。而 C 表面倾斜于投影面，其投影边数不变但面积变小了。对物体上其他表面的投影可作类似的分析。根据上述分析可知平面的正投影有如下特性：(1) 平面平行投影面，投影反映平面实形——真实性；(2) 平面垂直投影面，投影积聚为直线——积聚性；(3) 平面倾斜投影面，投影边数不变但面积变小——类似性。由观察可知 A、B 两平面之间的距离；A、C 两平面之间的夹角；D、F 平面的大小等在投影图上均未得到反映。这些信息可用与 S 垂直的方向对物体作正投影加以确定，但与 S 垂直的方向有无数个，应根据表达需要及作图方便进行选择。如增设投影面 H 垂直于投影面 V，然后从上向

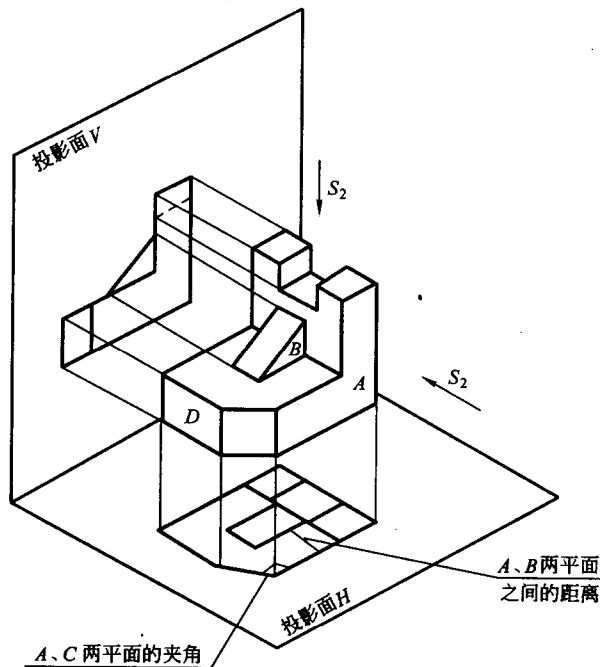


图 1-4 两面投影

下对物体作正投影，在  $H$  投影面上就反映了  $A$ 、 $B$  两平面之间的距离和  $A$ 、 $C$  两平面之间的夹角，见图 1-4。

同样道理，为了表达  $D$ 、 $F$  面的实形，可再增设一投影面  $W$  使其与  $V$ 、 $H$  投影面两两垂直，然后从左向右对物体作正投影，在  $W$  投影面上就反映出  $D$ 、 $F$  两平面的真实形状与

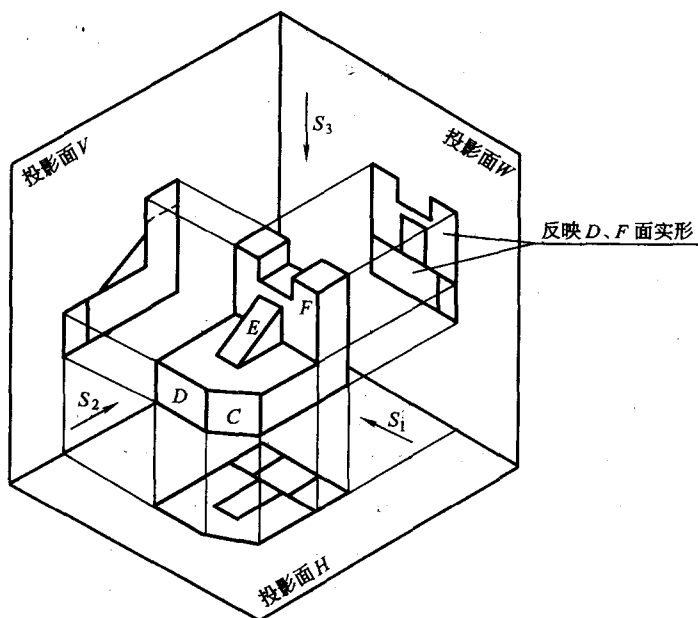


图 1-5 三面投影

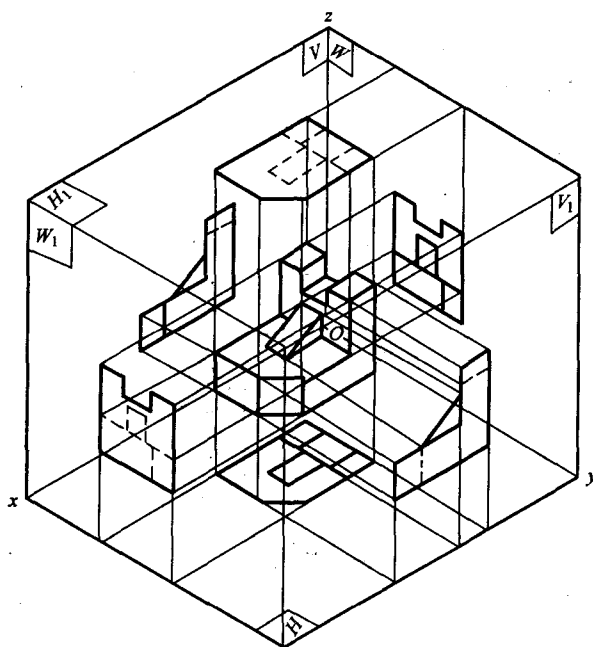


图 1-6 六投影面体系

大小，见图 1-5。同样，也可选用  $V_1$ 、 $H_1$ 、 $W_1$  投影面来获得物体另外三个方向的正投影，见图 1-6。在投影过程中，若将投影线当作观察者的视线，则可将物体的正投影称为视图。由此可知观察者、物体、视图三者的位置关系是观察者-物体-视图，即物体处于观察者与视图之间。由图 1-6 可知  $V$  与  $V_1$ 、 $H$  与  $H_1$ 、 $W$  与  $W_1$  是三对相互平行的投影面，对应的投影方向也相互平行但方向相反。按照国家制图标准规定，图样上可见轮廓线用粗实线表示，不可见轮廓线用虚线表示，因此每一对投影面上的视图除部分图线有虚实区别外，图形完全一致，把这样两个投影面称为同形投影面。在图 1-6 中，三对同形投影面构成一个六投影面体系，这六个投影面均为基本投影面，分别取名为：

$V$ 、 $V_1$  表示正投影面（正面直立位置）；

$H$ 、 $H_1$  表示水平投影（水平位置）；

$W$ 、 $W_1$  表示侧投影面（侧立位置）。

而把  $V$ 、 $H$  两投影面的交线称为  $x$ ，投影轴， $V$ 、 $W$  两投影面的交线称为  $z$  投影轴； $H$ 、 $W$  两投影面的交线称为  $y$  投影轴。把  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三投影轴的交点称为原点  $O$ 。将置于六投影面体系中的物体向各个投影面作正投影可得六面基本视图，它们是：

主视图（正立面图）——由前向后投影在  $V$  投影面上所得的视图；

左视图（侧立面图）——由左向右投影在  $W$  投影面上所得的视图；

俯视图（平面图）——由上向下投影在  $H$  投影面上所得的视图；

右视图（右侧立面图）——由右向左投影在  $W_1$  投影面上所得的视图；

仰视图（底面图）——由下向上投影在  $H_1$  投影面上所得的视图；

后视图（背立面图）——由后向前投影在  $V_1$  投影面上所得的视图。

为了能在同一张图纸上画出六面视图，规定  $V$  投影面不动， $H$  投影面绕  $x$  轴向下旋转  $90^\circ$ ， $V_1$  投影面绕其与  $W$  投影面的交线向前旋转  $90^\circ$  再与  $W$  投影面一起绕  $z$  轴向右旋转  $90^\circ$ ， $H_1$  投影面绕其与  $V$  投影面交线向上旋转  $90^\circ$ ， $W_1$  投影面绕其与  $V$  投影面交线向左旋转  $90^\circ$ ，见图 1-7。通过上述各项旋转即可在同一平面上获得六面基本视图。

当六个基本视图按图 1-8 配置时一律不标注视图名称。

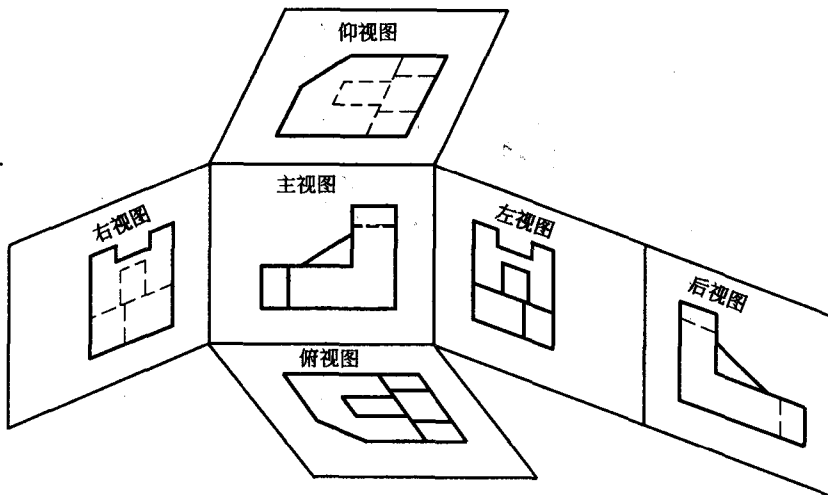


图 1-7. 六面基本视图的形成

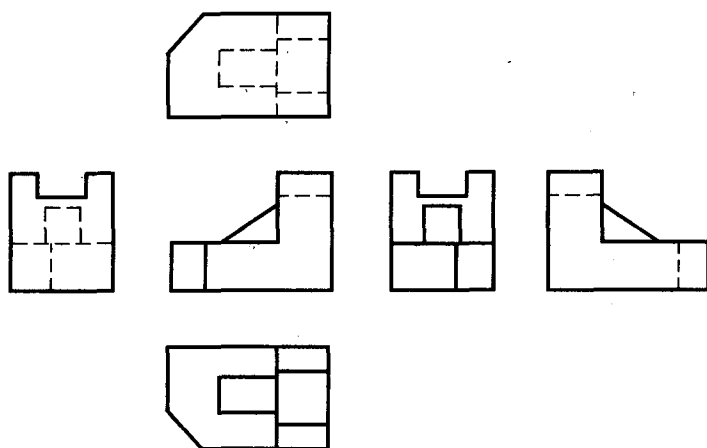


图 1-8 六面基本视图

上述过程表明，在用视图表达物体时通常有六面基本视图可供选用，但选用几个及哪几个基本视图应根据准确、完整、清晰表达物体的原则而定。在六面基本视图中，由于同形投影面上的视图图形信息重复，因此具有独立意义的投影面有三个，而独立意义投影面组成的三投影面体系有

$$C_6^3 - 3 \times (6-2) = 8 \quad (1-1)$$

式 (1-1) 中  $C_6^3$  是在 6 个基本投影面中每次取 3 个不同的投影面，不管其顺序，组合成三投影面体系的组合数， $3 \times (6-2)$  是  $C_6^3$  组合中具有同形投影面对的数量。剩下 8 个有独立意义的三投影面体系为  $VHW$ 、 $VHW_1$ 、 $VH_1W$ 、 $VH_1W_1$ 、 $V_1HW$ 、 $V_1HW_1$ 、 $V_1H_1W$ 、 $V_1H_1W_1$ 。在选择视图表达方案时应以有独立意义的三投影面体系为基础，再根据物体形状表达的需要配置其他视图，由于独立投影体系有 8 个，为简便起见，习惯上采用  $VHW$  三投影面体系。

#### 1.4 六面基本视图间的投影联系

由六面基本视图的形成和六个投影面的展开过程可以理解六面基本视图是怎样反映物体

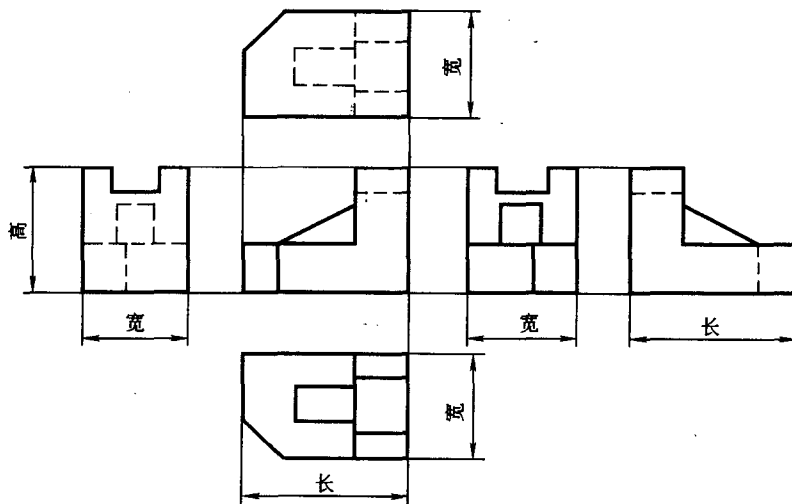


图 1-9 视图之间的投影联系

的长、宽、高三个尺寸，从而明确六个视图间的投影联系。

若将前述  $V$ 、 $H$ 、 $W$  三个投影面的交线  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三条投影轴的方向依次规定为长度、宽度和高度方向，当置于投影体系中的物体其长、宽、高尺寸方向与  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴一致时，从图 1-6 可以看出：主、后视图反映了物体的长和高；俯、仰视图反映了物体的长和宽；左、右视图反映了物体的高和宽。也就是六个视图中有四个视图共同反映同一物体的一个尺度方向。结合图 1-6 可知：主、后、俯、仰视图反映物体的长度；主、后、左、右视图反映物体的高度；俯、仰、左、右视图反映物体的宽度。如图 1-9 所示，六个视图之间的投影联系可概括为：主、俯、仰、后视图长对准，主、左、右、后视图高平齐，左、右、俯、仰视图宽相等。这就是一般所谓的“三等规律”。用视图表达物体时，从局部到整体都必须遵循这一规律。物体除有长、宽、高尺度外，还有同尺度紧密相关的上、下、左、右、前、后方位。一般认为，高是物体上下之间的尺度，长为物体左右之间的尺度，宽是物体前后之间的尺度。对照上述六个视图的“三等规律”，并参照图 1-10 可知“等长”说明主、俯、仰、后

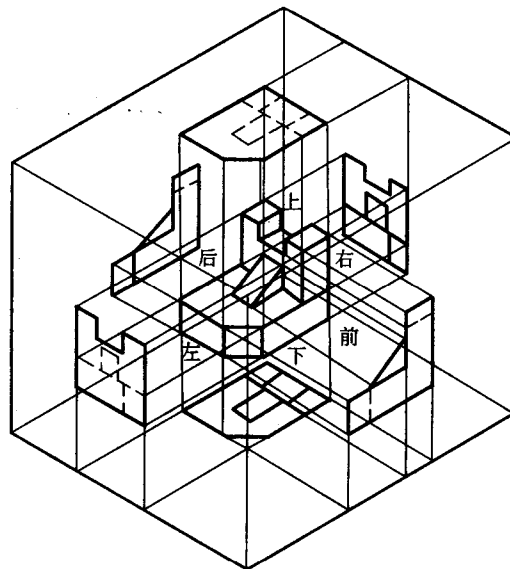
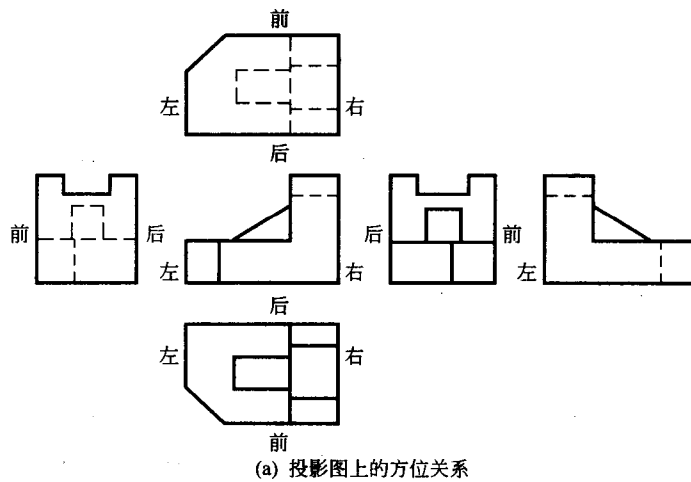


图 1-10 视图反映物体的方位关系

视图共同反映物体的左、右方位，而后视图远离主视图一侧是物体的左边，靠近主视图一侧是物体的右边。“等高”说明主、后、左、右视图共同反映物体的上下方位，“等宽”说明左、右、俯、仰视图共同反映物体的前后方位，并且各视图远离主视图的一侧是物体的前边，靠近主视图的一侧是物体的后边。以上就是六个视图所反映的物体的方位关系，它可以看成是“三等规律”的补充说明。三等规律中尤其要注意左右俯仰视图宽相等及主后视图长相等，因为这两条在视图上不像高平齐与长对正那样明显。而方位关系中应特别注意前后方位，因为这个方位关系也不像上下左右两个方位那样明显。下面举例说明物体三视图的画法。

**例** 画出图 1-11 (a) 所示的物体的三视图

**解：**(1) 分析 这个物体是在弯板的左端中部开了一个方槽，右边切去一角后形成的。

(2) 作图 根据分析，画图步骤如下（参看图 1-11）。

① 画弯板的三视图，如图 1-11 (b) 所示，先画反映弯板形状特征的主视图，然后根据投影规律画出俯、左两视图。

② 画左端方槽的三面投影，如图 1-11 (c) 所示，由于构成方槽的三个平面的水平投影都积聚成直线，反映了方槽的形状特征，所以应先画出其水平投影。

③ 画右边切角的投影，如图 1-11 (d) 所示，由于形成切角的平面垂直于侧面，所以应先画出其侧面投影，根据侧面投影画水平投影时，要注意量取尺寸的起点和方向。图 1-11 (e) 是加深后的三视图。

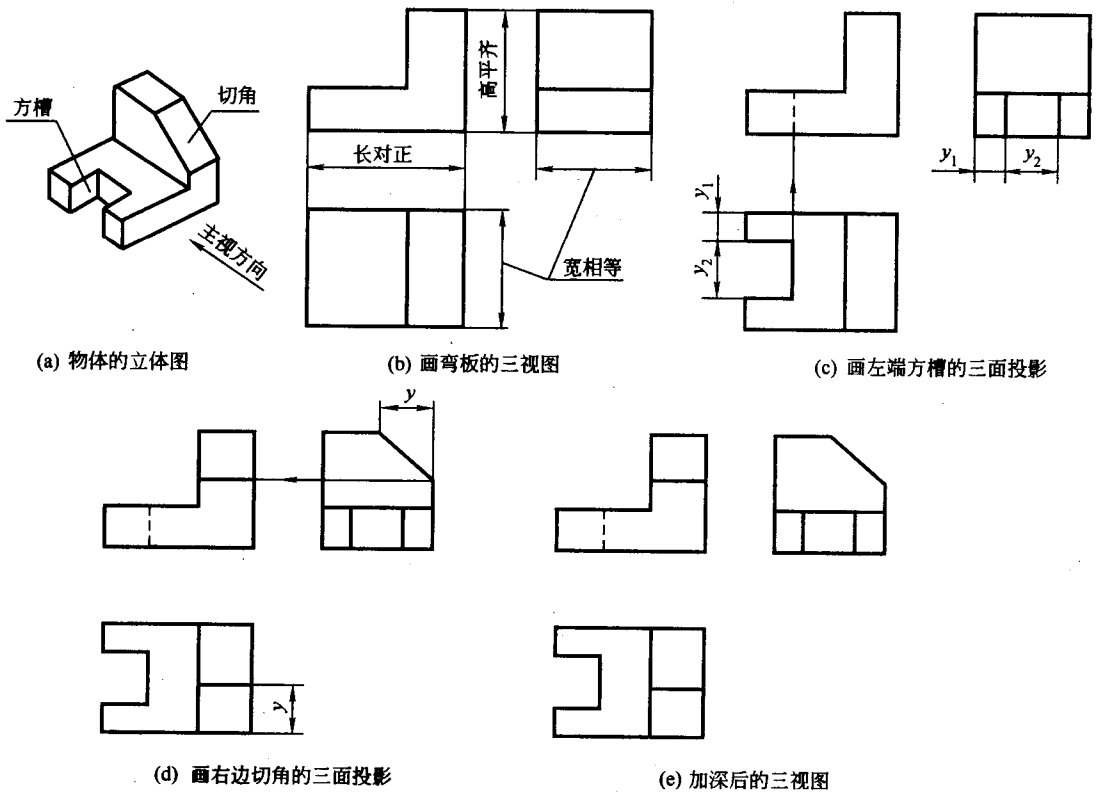


图 1-11 物体三视图的画法

上例是为了说明视图的画法，究竟如何选主视图投影方向，如何确定最佳视图方案等均未考虑。为了使所画图样准确、表达方案合理，应掌握有关形体表达的基础知识。



## 2 形体表达基础知识

### 2.1 概述

工程中通常用投影方法来表达物体。为了准确、完整、清晰、合理地表达物体，还应对物体的形成规律、形状特征、相对位置特征等加以分析，从而确定合适的投影方向、合理的视图数量、优化的视图表达方案。

### 2.2 简单形体的形成及其视图

#### 2.2.1 扫描体

扫描体是一条线，一个面沿某一路径运动而产生的形体。扫描体包含两个要素，一个是被运动的元素，称为基体，它可以是曲线、表面、立体；另一个是基体运动的路径，路径可以是扫描方向、旋转轴等。常见的扫描体有拉伸形体、回转形体等。

##### 2.2.1.1 拉伸形体

具有一定边界形体的平面沿其法线方向平移一段距离，该平面称为基面，它所扫过的空间称为拉伸形体。如图 2-1 所示的物体均为拉伸形体。

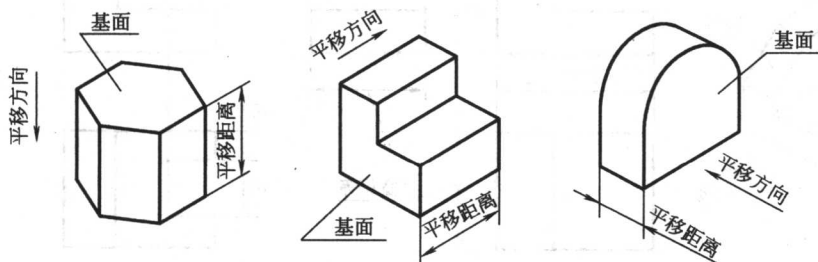


图 2-1 拉伸形体的形成

##### 2.2.1.2 回转形体

常见的回转形体有圆柱、圆锥、圆球、圆环。回转形体是一含轴的平面绕轴旋转一周扫过的空间。圆柱是包含轴的矩形平面绕轴旋转一周扫过的空间，见图 2-2 (a)。圆锥是包含轴的等腰三角形平面绕轴旋转一周扫过的空间，见图 2-2 (b)。球是包含轴的圆平面绕轴

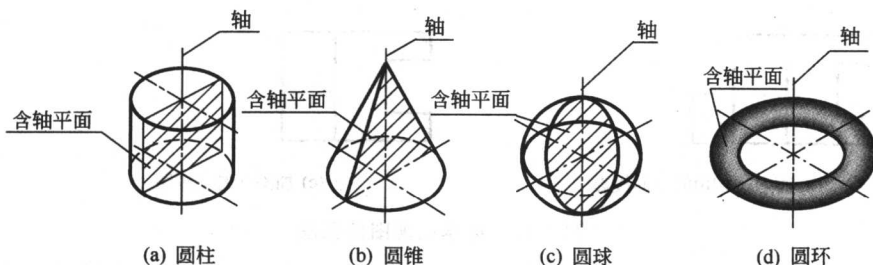


图 2-2 回转体的形成