



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

化工制图

林大钧 于传浩 杨静 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

化 工 制 图

林大钧 于传浩 杨 静 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”编写的,是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书内容包括工程制图基础、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、图样上的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,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、化工制图习题集等。

本书可作为高等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、制造专业和有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

化工制图 / 林大钧; 于传浩, 杨静主编. —北京: 高等教育出版社, 2007.8

ISBN 978-7-04-021944-9

I. 化… II. ①林… ②于… ③杨… III. 化工机械—机械制图—高等学校—教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 104888 号

策划编辑	肖银玲	责任编辑	贺玲	封面设计	张志奇	责任绘图	朱静
版式设计	陆瑞红	责任校对	杨雪莲	责任印制	尤静		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 化学工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.25
字 数 500 000
插 页 3

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 [http:// www.hep.edu.cn](http://www.hep.edu.cn)
[http:// www.hep.com.cn](http://www.hep.com.cn)
网上订购 [http:// www.landaco.com](http://www.landaco.com)
[http:// www.landaco.com.cn](http://www.landaco.com.cn)
畅想教育 [http:// www.widedu.com](http://www.widedu.com)

版 次 2007 年 8 月第 1 版
印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷
定 价 29.70 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21944-00

前言

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，并参考国内外同类教材和结合近几年各校教学改革的成功经验而编写的。

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，按照教学基本要求编写的。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构形想象等内容，力求这些内容成为培养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，计算机绘图已成为辅助设计的重要手段，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。为便于教学，本书配有化工制图多媒体辅助教学系统光盘和化工制图习题集。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，使学生能形成较强的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等学校，既符合此类学生的培养目标又便于教师因材施教。

先进——本书所选内容是当今的新技术、新方法、新标准，可使学生在掌握经典的技术和方法之后，能用教材中的新技术、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，使学生能够较好地掌握所学知识和技能，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，可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。

本书可作为高等学校化工类专业的教材，亦可供其他相近专业使用或参考。

本书由林大钧、于传浩、杨静主编，参加编写工作的有（按章序）：华东理工大学林大钧（第1、2、10章），北京化工大学杨静、崔维娜、郑烧（第3、4、5章），武汉工程大学吴保群、于传浩、袁梅、刘源、徐建民（第6、7、8、9章、附录）。

本书由同济大学何铭新教授审阅，他提出了许多宝贵意见和建议，在此谨表感谢！

鉴于时间、水平和能力的限制，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年3月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

传 真: (010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编: 100011

购书请拨打电话: (010)58581118

目 录

第1章 形体三维构形与工程图

表达方法 1

- 1.1 概述 1
- 1.2 简单形体的形成 1
- 1.3 组合体的形成分析 3
- 1.4 典型化工设备的形状与结构
分析 4
- 1.5 物体的表达方法 6
- 1.6 组合体的形状特征与
相对位置特征 19
- 1.7 构形想象 38
- 1.8 机件的表达方法 43
- 1.9 断面 52
- 1.10 简化画法和规定画法 56
- 1.11 剖视图的阅读与尺寸标注 59

第2章 AutoCAD 2004 绘图软件

及其应用 64

- 2.1 概述 64
- 2.2 AutoCAD 绘图基础 64
- 2.3 基本图形的绘制和精确定位点 69
- 2.4 基本编辑命令 74
- 2.5 AutoCAD 绘图步骤 80
- 2.6 AutoCAD 文字注写、尺寸
标注 81
- 2.7 AutoCAD 区域填充 87
- 2.8 AutoCAD 图块操作 88
- 2.9 AutoCAD 标注技术要求 90
- 2.10 零件图的绘制 93
- 2.11 装配图的绘制 94

2.12 AutoCAD 三维造型基本

方法 102

2.13 三维编辑 110

2.14 三维编辑命令 115

第3章 工艺流程图 124

3.1 概述 124

3.2 方案流程图 124

3.3 物料流程图 128

3.4 带控制点工艺流程图 130

第4章 设备布置图 138

4.1 设备布置图概述 138

4.2 设备布置图的视图表达 140

4.3 设备布置图的标注 147

4.4 设备布置图的绘制 150

4.5 设备布置图的阅读 152

第5章 管道布置图 154

5.1 概述 154

5.2 管道布置图的视图 155

5.3 管道布置图的标注 160

5.4 管道布置图的绘制方法 163

5.5 化工管道图的阅读 165

第6章 化工设备图 167

6.1 概述 167

6.2 化工设备图的基本内容 167

6.3 化工设备图的视图特点 169

6.4 化工设备图的简化画法 171

6.5 化工设备中焊缝的表示方法 176

第7章 化工设备常用零部件图

样及结构选用 182

7.1 概述 182

7.2 化工设备的标准化通用零 部件 182

7.3 典型化工设备部分常用零 部件 193

7.4 几种化工设备零件的画法 202

第8章 化工设备图的绘制 205

8.1 概述 205

8.2 选定表达方案、绘图比例和 图面安排 207

8.3 视图的绘制 209

8.4 尺寸和焊缝代号的标注 210

8.5 零部件件号和管口号 213

8.6 明细栏和管口表 215

8.7 数据表和图面技术要求 220

8.8 标题栏 223

第9章 化工设备图的阅读 226

9.1 概述 226

9.2 阅读化工设备图的一般方法 226

9.3 典型化工设备图样的阅读

举例 228

第10章 AutoCAD 三维化工

制图 237

10.1 概述 237

10.2 AutoCAD 三维化工设备 制图 237

10.3 化工设备标准件、通用件的 三维造型 237

10.4 根据贮槽三维模型生成二维 工程图样 242

10.5 化工管道三维配置 255

附录 I 相关标准 260

附录 II 剖面符号 276

附录 III 几何作图 277

附录 IV 尺寸注法 280

参考文献 284

形体三维构形与工程图表达方法

1.1 概 述

工程中物体的形状是多种多样的。为了准确、完整、清晰、合理地表达物体，应对物体的形成规律、形状特征、相对位置特征等加以分析，从而为设计形体三维构形开始打下基础。

1.2 简单形体的形成

1.2.1 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。

1.2.1.1 拉伸形体

具有一定边界形状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 1-1 所示的物体均为拉伸形体。

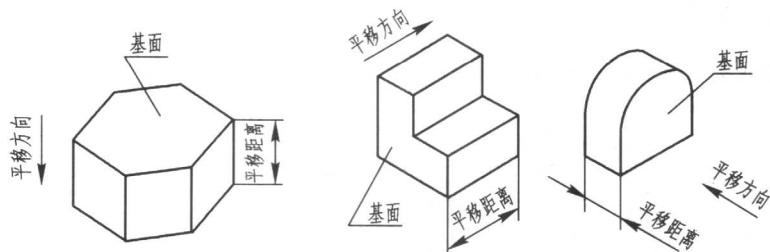


图 1-1 拉伸形体的形成

1.2.1.2 回转形体

常见的回转形体有圆柱、圆锥、圆球、圆环。回转形体是一个含轴的平面绕轴旋

转半周扫过的空间。圆柱是包含轴的矩形平面绕轴旋转半周扫过的空间,如图 1-2a 所示。圆锥是包含轴的等腰三角形平面绕轴旋转半周扫过的空间,如图 1-2b 所示。球是包含轴的圆平面绕轴旋转半周扫过的空间,如图 1-2c 所示。圆环是一圆平面绕轴旋转半周扫过的空间,该轴位于圆所在平面上,但与圆不相交,如图 1-2d 所示。

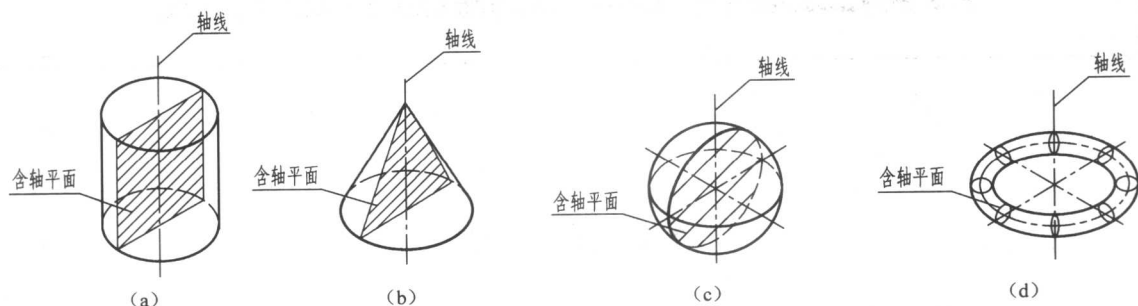


图 1-2 回转体的形成

1.2.2 非扫描体

非扫描体是一类异于扫描体的形体,它们无明显形成规律。常见的非扫描体有类拉伸体、组合拉伸体、棱锥体等。

1.2.2.1 类拉伸体

有互相平行的棱线,但无基面的棱柱称为类拉伸体,如图 1-3 所示。

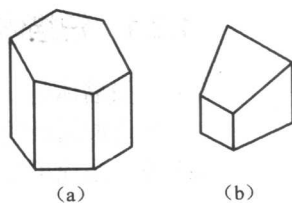


图 1-3 类拉伸体的形成

1.2.2.2 组合拉伸体

互相平行的几个基面沿它们的法线方向移动形成组合拉伸体,如图 1-4 所示。

1.2.2.3 棱锥体

棱锥体也是一种非扫描体,如图 1-5 所示。

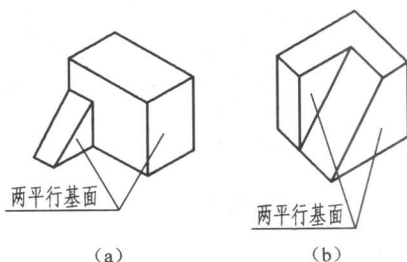


图 1-4 组合拉伸形体的形成



图 1-5 棱锥体

1.3 组合体的形成分析

由一些简单的几何形体如棱柱、圆柱、圆锥、圆球、圆环等通过叠加和切割等方式形成的物体称为组合体。如图 1-6a 所示的组合体可以看成是由圆柱和棱柱叠加形成。图 1-6b 所示物体可以看成是圆柱上切割两块后形成的组合体。图 1-6c 所示物体可理解为先从长方体上切去两个棱柱，再挖去一个圆柱后形成的组合体。

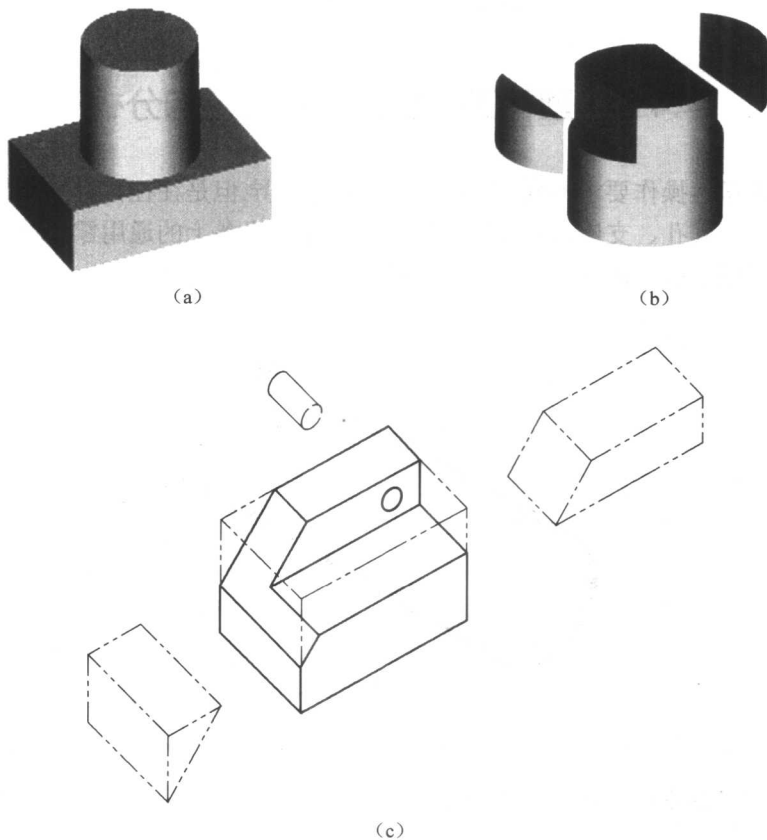


图 1-6 组合体的形成方式

常见的组合体形成方式是叠加和切割综合的方式。如图 1-7 所示的组合体可以分析成由 I、II、III 三部分形体叠加而成，而 I、II、III 部分形体上又切割出圆柱 1、2、3。

把形状比较复杂的物体分解成由几个简单几何形体组合构成的方法称为形体分析法。应用形体分析法就能化繁为简，化难为易，便于对物体的仔细观察和深刻理解。为有利于画图和看图，对组合体作形体分析时应有步骤地进行。如图 1-7 所示的组合体，首先把它分析成由 I、II、III 三部分叠加而成，而各部分上的圆孔是切割掉的圆柱体。对同一组合体，往往可以作出不同的形体分析法，在这种情况下应采用最便于解决画图和看图问题的一种。

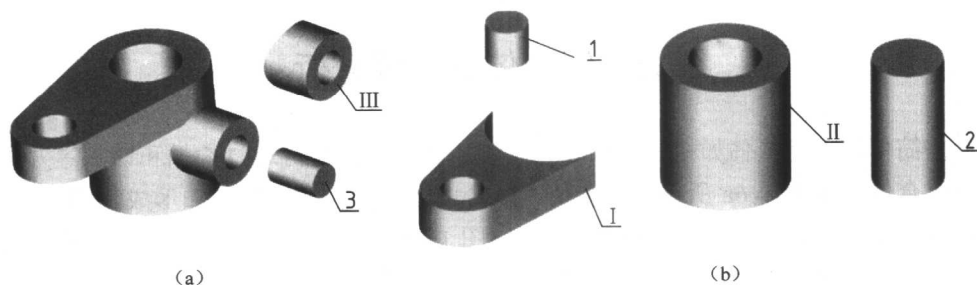


图 1-7 组合体的形成方式

1.4 典型化工设备的形状与结构分析

各种化工设备虽然操作要求不同,结构形状也各有差异,但是往往都有一些作用相同的零部件,如筒体、封头、人孔、支座、补强圈、法兰等。化工设备上的通用零部件,大都已经标准化,如图 1-8 所示就是由上述各种零部件组成的化工设备卧式容器。

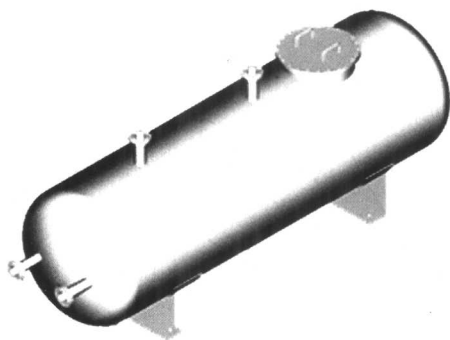
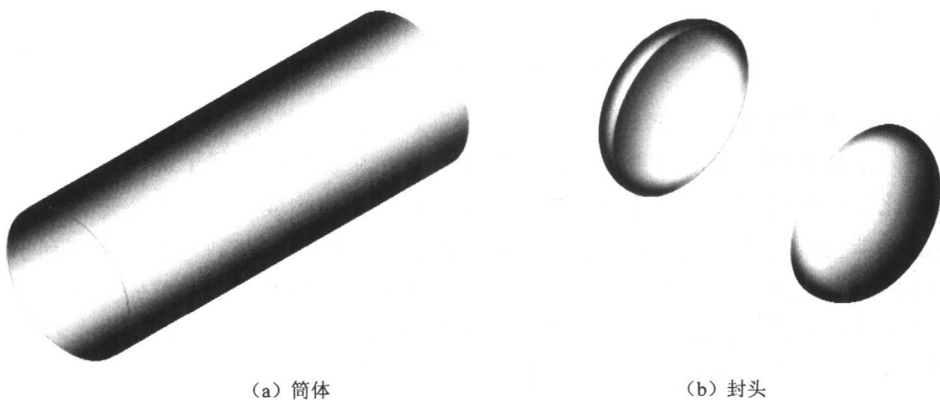


图 1-8 化工设备卧式容器

图 1-9 是化工设备常用的零部件直观图。



(a) 筒体

(b) 封头

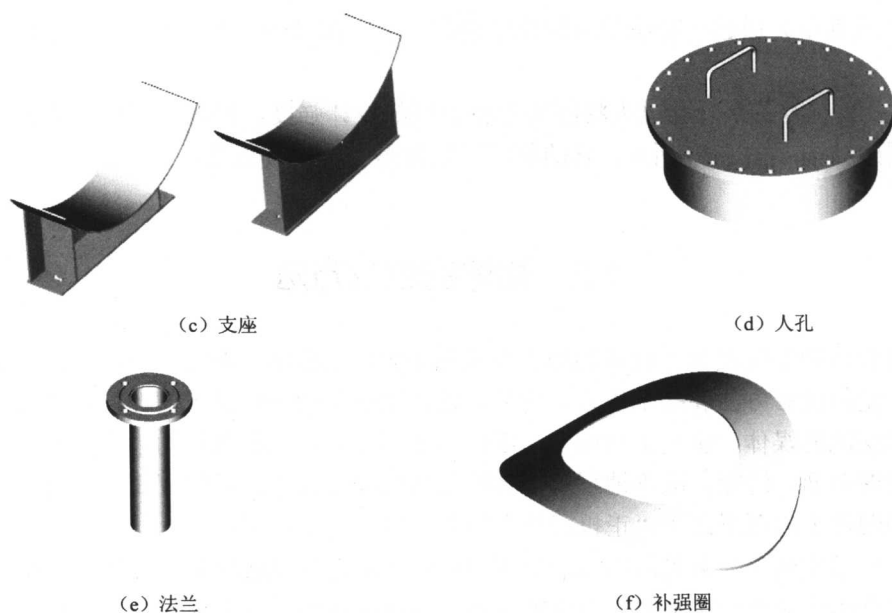


图 1-9 化工设备零部件

其中:

1) 筒体 筒体是设备的主体部分,以圆柱形筒体应用最广,其大小是由工艺条件要求确定的。圆柱形筒体的主要尺寸是直径、高度和壁厚三项数据。当直径小于 500 mm 时,可用无缝钢管作筒体。筒体较长时,可由若干筒节焊成。由图 1-9a 可知,筒体的形状是回转体。

2) 封头 封头是设备的重要组成部分,它与筒体一起构成设备的壳体。常见的封头形式有椭圆形、球形、碟形、锥形及平板等。封头和筒体可直接焊接,形成不可拆卸的连接,也可以分别焊上法兰,用螺栓、螺母锁紧构成可拆卸连接。图 1-9b 为一椭圆形封头,它的纵剖面呈半椭圆形,其形状是回转体。

3) 支座 设备的支座用来支承设备的重量和固定设备的位置。支座分为适用于立式设备和适用于卧式设备两大类,分别按设备的结构形状、安放位置、材料和载荷情况而有多种形式。图 1-9c 为鞍式支座,是卧式设备中应用最广的一种支座。它是由一块竖板支撑一块鞍形板(与设备外形相贴合),竖板焊在底板上,中间焊接若干块筋板,组成鞍式支座,以承受设备负荷。鞍形板实际上起着垫板的作用,可改善受力分布情况,但当设备直径较大、壁厚较薄时,还需另衬加强板。卧式设备一般用两个鞍式支座支承,当设备过长、超过两个支座允许的支承范围时,应增加支座数目。由图 1-9c 可知,形成鞍式支座的各块板都是拉伸形体。

4) 人孔 为了便于安装、检修或清洗设备内部的装置,需要在设备上开设人孔或手孔。人孔、手孔的基本结构类同,如图 1-9d 所示为一人孔,通常在短筒节上焊一法兰,盖上人孔盖,用螺栓、螺母连接压紧,两个法兰密封面之间放有垫片,人孔盖上带有手柄。人孔是一个部件,构成此部件的各零件有的是回转形体,如法兰、短筒节,有的是拉伸形体,如手柄。

5) 法兰 法兰是连接在筒体、封头或管子一端的一圈圆盘,盘上均匀分布若干个螺栓孔,

两节筒体（或管子）通过一对法兰用螺栓连接在一起。图 1-9e 为一管法兰，它的形状是拉伸形体。

6) 补强圈 设备上开孔过大将削弱设备器壁的设计强度，因此需采用补强圈加强器壁强度，补强圈的结构如图 1-9f 所示，它的形状可认为是两个轴线正交，且完全贯通的圆筒体的公共部分。

1.5 物体的表达方法

上述组合体的制作及化工设备的加工制造都需要用工程图样对它们的形体加以表达。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、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。

投影是日常生活中最常见的现象。如图 1-10 所示，在光线照射下，物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射中心、物体、投射线和投影面，它们构成中心投影系统。中心投影的投射线集中于一点，投影的大小将随着物体与投射中心（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的真实形状和大小，并且不易绘制。如果假想将投射中心移到无穷远处，使投射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 1-11a 所示。

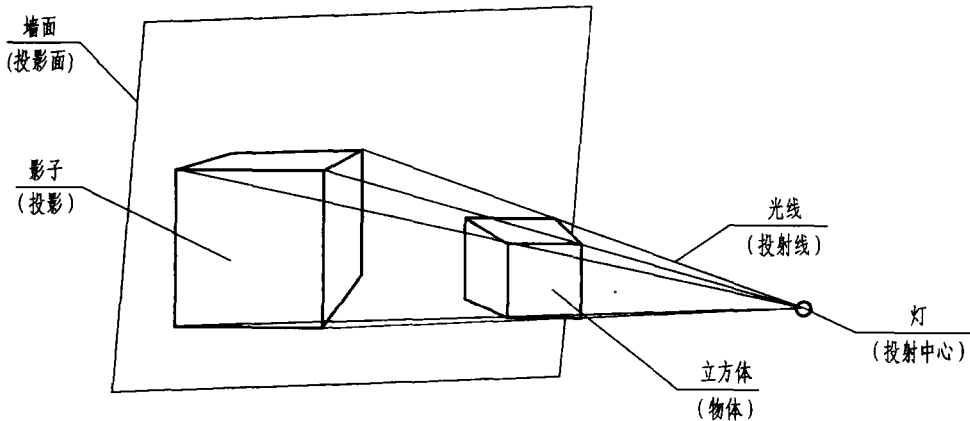


图 1-10 中心投影法

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 1-11b 所示。这种以一束相互平行并且垂直于投影面的投射线将物体向投影面进行投射的方法称为“正投影法”。用正投影法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。

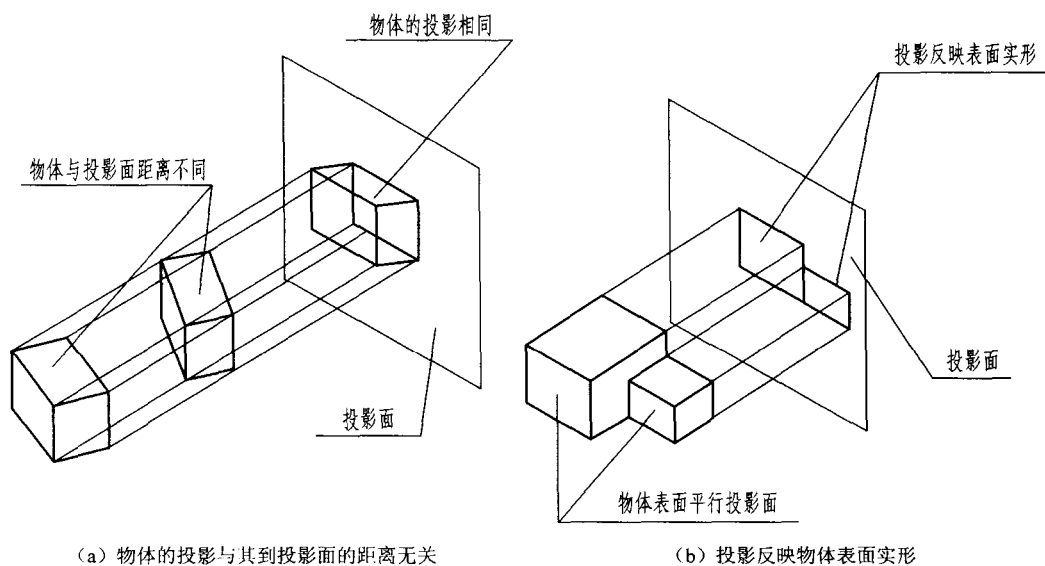


图 1-11 物体与投影的相关性

1.5.1 投影体系与基本视图的形成

在图 1-12 中, 物体的表面 A 、 B 平行于投影面 V , 所以其投影反映 A 、 B 表面的实形。 D 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。这些信息可用与投射方向 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, 如图 1-13 所示。

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大小, 如图 1-14 所示。

当然, 也可选用 V_1 、 H_1 、 W_1 投影面来获得物体另外

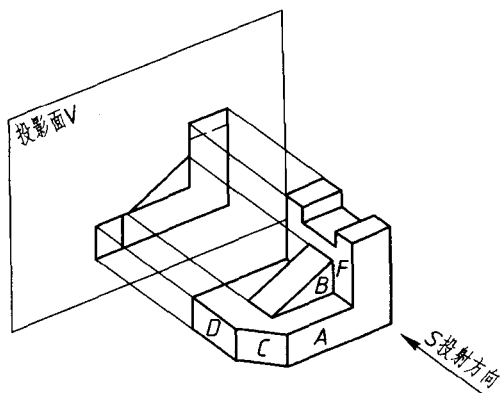


图 1-12 单面投影

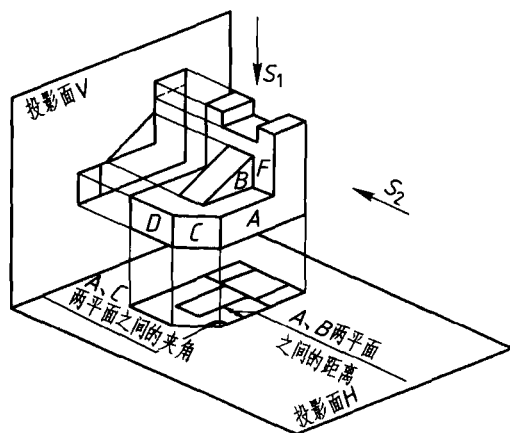


图 1-13 两面投影

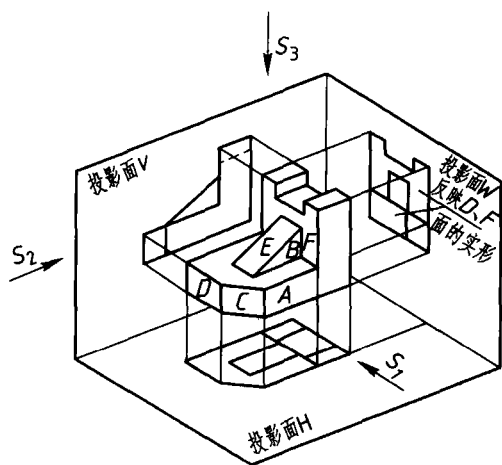


图 1-14 三面投影

三个方向的正投影，如图 1-15 所示。在投影过程中，若将投射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 1-15 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，对应的投射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 1-15 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 ——正立投影面（正面直立位置）。

H 、 H_1 ——水平投影面（水平位置）。

W 、 W_1 ——侧立投影面（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）——由前向后投射在 V 投影面上所得的视图。

左视图（侧立面图）——由左向右投射在 W 投影面上所得的视图。

俯视图（平面图）——由上向下投射在 H 投影面上所得的视图。

右视图（右侧立面图）——由右向左投射在 W_1 投影面上所得的视图。

仰视图（底面图）——由下向上投射在 H_1 投影面上所得的视图。

后视图（背立面图）——由后向前投射在 V_1 投影面上所得的视图。

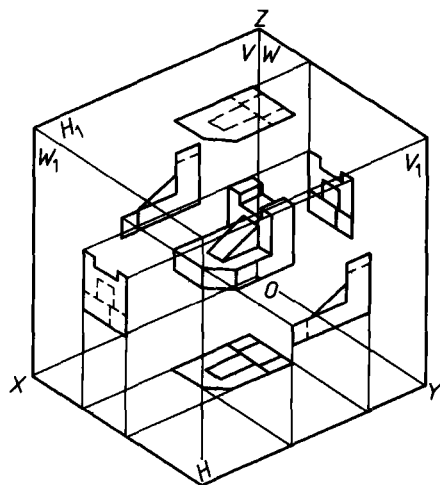


图 1-15 六投影面体系

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° , V_1 投影面绕其与 W 投影面的交线向前旋转 90° 再与 W 投影面一起绕 Z 轴向右旋转 90° , H_1 投影面绕其与 V 投影面交线向上旋转 90° , W_1 投影面绕其与 V 投影面交线向左旋转 90° , 如图 1-16 所示。通过上述各项旋转即可在同一平面上获得六面基本视图。

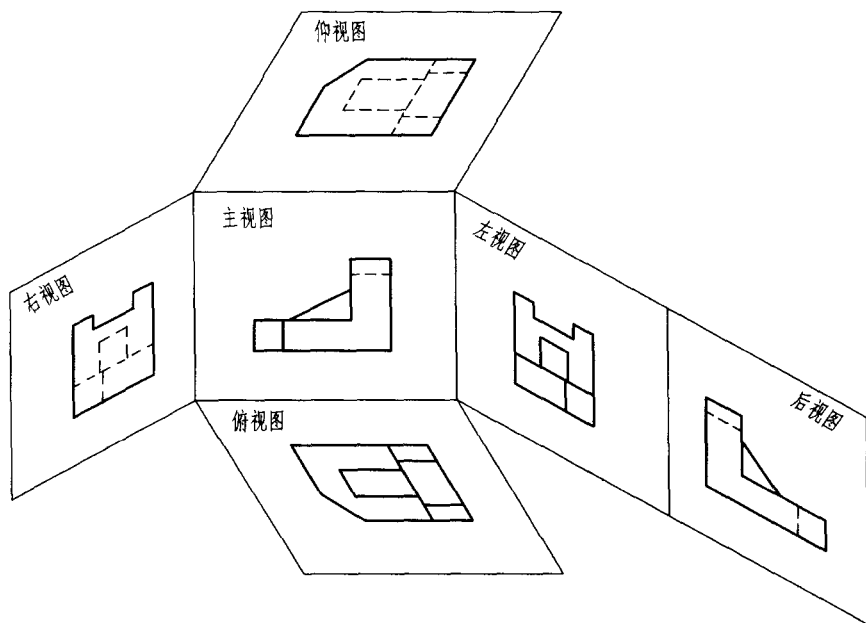


图 1-16 六面基本视图的形成

当六个基本视图按图 1-17 配置时一律不标注视图名称。

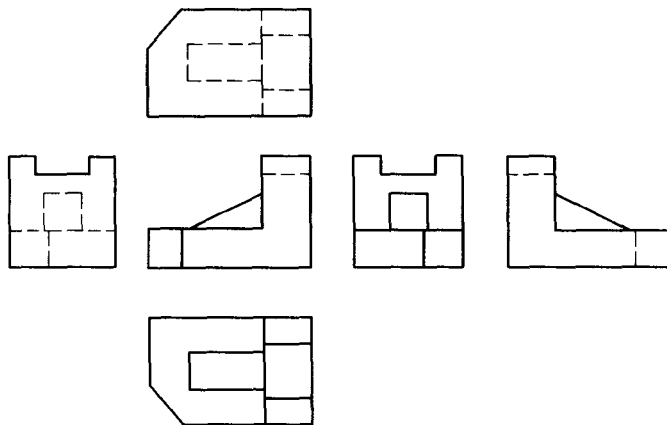


图 1-17 六面基本视图

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