

★ 高等 学 校 教 材 ★



实验工程制图

SHIYAN GONGCHENG ZHITU

林大钧 编著



化学工业出版社

※ 高等学校教材 ※

实验工程制图

SHIYAN GONGCHENG ZHITU

林大钧 编著



化学工业出版社
· 北京 ·

定价：39.00元

本书分为图学基础,主要由多面正投影、轴测投影、透视投影等内容组成;计算机图形基础,主要由二维图形、三维图形绘制和图形二次开发等内容组成;工程应用基础,主要由工程曲线、工程曲面、空间角度计算和表面展开等内容组成;实用工程图形基础,主要由零件图、装配图等内容组成。

本书的特点是以形、数、计算机结合的方式来理解工程制图,本书的特色是通过图形实验的方法应用工程制图,并发展工程制图。为便于教学和自学,本书配有《实验工程制图习题集》,有关《实验工程制图习题解》、《实验工程制图》辅助教学课件、《实验工程制图》中所有实验的程序源代码等,读者可以随书附赠光盘中找到。本书可作为高等学校机械类、化工类等专业的教学用书,也可作为机械设计、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

实验工程制图/林大钧编著. —北京:化学工业出版社, 2009.1

ISBN 978-7-122-04030-5

I. 实… II. 林… III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第166409号

责任编辑:金玉连 王丽娜

装帧设计:杨 北

责任校对:王素芹

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 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张23 字数617千字 2009年8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:39.00元

版权所有 违者必究

前言

语言、文字和图形是人们进行交流的主要方式，而在工程界，为准确表达一个物体的形状，主要用的工具就是图形。在工程技术中为了正确表示出机器、设备的形状、大小、规格和材料等内容，通常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上，这种根据正投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图就称为图样。工程图样是人们表达设计的对象，生产者依据图样了解设计要求并组织、制造产品。因此，工程图样常被称为工程界的技术语言。

上述文字是两百多年来工程界的基本认识。自蒙日创建画法几何以来多面正投影图在工程设计中被广泛采用。蒙日生活在 18 世纪后半叶的法国，人们公认他是“画法几何学”的创立者。从 1630 年到 19 世纪，法国陷入一系列的战争之中。作为一个大陆沿海的军事强国，军事要塞是绝对重要的。当时法国在各个沿海城市都设立了许多海防要塞。筑城学对于法国国防有着重要的价值。当时法国在沃邦等人的努力下，发展了一种复杂的多角形、星形堡垒，使得对军事工程师的需要变得迫切起来。在 18 世纪中叶，法国开始设立了一些军事工程学校，这一切都直接导致了画法几何在法国的创立。1765 年蒙日进入梅济埃尔的皇家工程学校学习，在进行一项军事工程设计时，蒙日打破常规的设计方法，而采用了简便的几何法，迅速完成了设计，经审核，确认方法严密，结果正确。这是蒙日迈进画法几何的第一步，画法几何曾经成为法国军事秘密文件长达 30 年之久，而且在拿破仑统治时期，这门学科一出现就享有特殊的待遇，被认为是一切工程和建筑学的基础。蒙日在当时的教育年表上与拉普拉斯和拉格朗日齐名。以后蒙日留校担任教学工作，他的巨著《画法几何学》是他的学生根据他 1795 年在培养中学师资的师范学校的讲课笔录，整理后于 1798 年公开出版，此书以后不胫而走，传入各国。蒙日讲课和作业的辅导是他的学生——著名的数学家穆斯尼、傅立叶等人。数学家高斯对蒙日画法几何有很高的评价：“近两百年来，空间几何的考察越来越多地借助于解析法，这就使他们失去了基于直觉想象的几何思考机会。蒙日命名为《画法几何学》的几何学，清晰而简练，题目由易到难，安排有序，内容丰富，包括新的各个方面及其发展。我为近十年来法国一些几何学者开动步伐，用特殊的几何法培植这门新的几何学感到高兴。因而我们应该建议学习这本书——能以活跃和维护真正几何精神的重要智慧滋养品，这种精神，现今数学里有时是缺少的。除纯科学考察方面外，我也考虑到与空间相关的一切人类劳动中，也就是设计、测量、建筑结构和工事中它们的应用”。

我国系统地介绍蒙日《画法几何学》体系理论和方法的是时任厦门大学校长的萨本栋先生编译的《画法几何学》（1923 年 6 月商务印书馆初版）。著名教育家清末翰林蔡元培先生为萨本栋编译的《画法几何学》写序如下：“萨君本栋，勤敏好学。课余译安顿利氏及亚斯利氏之《画法几何学》一书^❶，文笔条达，义理显豁，虽未照原文全译，然删繁避晦，颇便初学。学者由是熟加研究，将见科学上、工程上之各种物体，表现于纵面、横面、侧面或截面等，已能纤悉无遗，而泰西之学术工艺，或借以广传于中土，是亦吾剂之所乐为介绍

❶ 安顿利氏为美国 Tufts 学院图学教授，亚斯利氏为美国东北大学制图教授。

者也。”

当一门学科完全确立起来以后，在它形成时期明显存在的学术方面的刺激就会停息下来。画法几何就是这样一门学科。由于它未能保持住过去的学术威信，结果在许多工程和建筑学校的课程表中被其他课程所挤掉。随着科学技术的发展，特别是计算机图形学的产生，由蒙日《画法几何学》延伸出的基本概念的严密性发生动摇。到目前为止，国内外工程制图教科书都认为一个正投影图不能唯一地确定物体的空间形状和大小。国内诸多工程制图教材中对此概念描述为：“用一个投影图一般不能表达物体整体的大小和形状”。国外典型代表作《Fundamentals of engineering drawing》第七版中对此概念描述为：“In Figure 1.2 the front face is oriented to the projection plane so that the established view shows the true width and height of the house. It will be noted, however, that the depth dimension is not shown in this front view. Thus a single orthographic view in itself cannot fully describe an object. An additional view on a projection plane perpendicular to the first is needed to give the depth of the house.”。正因为如此，人们历来将由多面正投影图想象物体的空间形状看作是对空间想象能力的培养。然而，一个正投影图不能唯一地确定物体的空间形状和大小的描述是不严密的，可以通过一个正轴测投影图反求物体的形状和大小，而一个正轴测投影图就是一个单面正投影图。长期以来，虽然正轴测投影图具有良好的直观性，但由于其绘制不便，故被当作参考图形而处于从属地位，人们不得不通过多面正投影图去想象物体的空间形状，这种强制性的思维训练，反而会阻碍人的空间思维和想象力，因为人本身是处于三维空间，看到的和触摸到的都是三维物体，头脑中存储的也是立体形象，只有将头脑中进行的三维思考用立体的形式加以表达才有利于培养空间思维能力，正轴测投影图因其有立体感，所以是将三维思考用立体形式加以表达的中间桥梁。但历史的发展并非如此，使得人们对现状熟视无睹，习以为常，甚至极力研究如何通过几个二维视图想象物体的方法，可谓南辕北辙。

另外，由于缺乏实验，使目前工程制图课程主要内容还停留在对客观事物的表达层面，与工程技术、工程教育的发展态势很不适应。虽然工程制图融进了计算机图形技术，如计算机绘图、三维造型等，但仍然没有脱离“表达”这个层次，使工程制图成为一个静态的基础，总是处于新的事物产生后加以表达的地位，缺乏内在发展动力。

《实验工程制图》就是在上述认识的基础上，探索如何理解工程制图、如何应用工程制图以及如何发展工程制图。它看到了问题所在，但不是简单地否定，而是承认存在的即有其合理性，现实的改变既要基于现实而又高于现实才能循序渐进。这一发展过程中，实验是很好的选择，实验是认识客观的有效方法，它是通过观察、验证、试验、推理、推论、比较、选择等方法来认识客观事物。实验既需要理论指导，又能促使理论的发展。实验需要有实验条件、实验方法、实验结果，它与工程的联系更密切。《实验工程制图》从实验角度来看工程制图。图形的本质是数，图形是数的外在表现，形、数之间有一定的内在联系，在计算机数字化时代，以形、数、计算机结合的方式通过图形实验的方法来理解工程制图是应用工程制图、发展工程制图的基础。应用工程制图，就要既从三维出发，又要兼顾二维视图，一方面设计从三维开始是现代设计的需要，并已经具备相应的条件。另一方面二维视图在尺寸标注，及在图样中的尺寸极限、形位公差、表面粗糙度、材料表面处理等内容的注写中有其独特优势，这些内容与二维视图同处于一张工程图样中也显得比较和谐易读。因此，二维、三维图形共存，二维、三维图形混用的形式是各取所长，书中尽可能处理好各自的侧重与相互之间的联系。发展工程制图，应紧密联系工程实际，发掘和扩展工程制图在解决工程问题中的作用，本书各章都安排了图形实验内容，有的需要实验条件的支撑，如照片反求、表面展开等。有的是数字实验，如工程曲线实验、工程曲面实验、空间角度计算实验等。有的是计算机辅助设计实验内容，如零件图参数化设

计实验,设计装配图实验等。还有的需要针对要解决的问题进行专门的设计。因此,除了实验内容的安排外,还介绍了 AutoCAD 二维、三维图形的绘制方法及用于二次开发的 VisuaLISP 语言。

本书与现行工程制图课程教材在内容上有较大的区别,先修课程为高等数学。因此,在课程的教学时间安排或自学时应适应这一要求,对于实验内容,也应视条件进行教学,全书内容可根据需要和不同对象,作选择性的教学或自学。为便于教学和自学,本书配有《实验工程制图》辅助教学课件、《实验工程制图习题集》、《实验工程制图习题解》,有关《实验工程制图习题解》和《实验工程制图》辅助教学课件以及《实验工程制图》中各实验程序源代码可在随书附赠光盘中找到。本书可作为高等学校机械类、化工类等专业的教学用书,也可作为机械设计、化工设备设计、机械制造和相关工程技术人员的参考用书。

本书的编写得到了同济大学洪钟德教授,上海交通大学蒋寿伟教授,东华大学朱辉教授的支持。在此,向他们表示衷心的感谢。

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。

编著者

2008 年 6 月

目 录

1 形体分析与投影原理	1
1.1 概述	1
1.2 简单形体的形成	1
1.3 组合形体的形成	2
1.4 设备与零件的形成过程分析	4
1.5 装配体造型设计	10
1.6 物体的表达方法	14
1.7 构形想象	31
1.8 机件的表达方法	37
1.9 剖视图的阅读与尺寸标注	50
1.10 计算机辅助读图实验	55
2 物体轴测投影与应用	73
2.1 概述	73
2.2 轴测投影图的基础知识	73
2.3 正轴测投影图	76
2.4 斜轴测投影图	80
2.5 轴测投影剖视图	83
2.6 正轴测投影图的反求建模	84
2.7 轴测投影零部件设计实验	87
2.8 轴测投影动画设计实验	93
2.9 轴测投影在快速成型中获取数据的实验	96
3 透视投影与应用	99
3.1 概述	99
3.2 透视投影基本概念	99
3.3 透视基本原理	101
3.4 透视投影视点位置的选择	105
3.5 针孔照相机	106
3.6 应用照片反求零件的实验	108
4 AutoCAD 绘图基础	116
4.1 概述	116
4.2 AutoCAD 二维图形绘图基础	116
4.3 基本图形的绘制和精确定位点	120
4.4 基本编辑命令	125
4.5 AutoCAD 绘图步骤	130
4.6 AutoCAD 文本标注、尺寸标注	131

4.7	AutoCAD 区域填充	137
4.8	AutoCAD 图块操作	138
4.9	AutoCAD 标注技术要求	140
4.10	零件图的绘制	143
5	AutoCAD 三维造型及应用	145
5.1	概述	145
5.2	AutoCAD 三维造型基本方法	145
5.3	三维编辑	151
5.4	三维编辑实体修改	155
5.5	化工设备零部件的三维造型	162
5.6	零件二维工程图样的生成	167
5.7	化工管道三维配置	179
6	VisuaLISP 编程方法	184
6.1	概述	184
6.2	VisuaLISP 编程环境	184
6.3	AutoLISP 基本函数	186
6.4	绘图及屏幕操作函数	192
6.5	条件函数与循环函数	195
6.6	对话框及驱动程序设计	199
6.7	用户菜单及工具栏设计	205
6.8	AutoLISP 功能函数	209
7	工程曲线	217
7.1	概述	217
7.2	几何参数曲线	217
7.3	由参数方程绘制曲线	222
7.4	工程曲线设计实验	228
8	工程曲面	233
8.1	概述	233
8.2	空间曲面的数学描述	233
8.3	工程曲面设计实验	245
9	空间角度计算	254
9.1	概述	254
9.2	角度问题的计算	254
9.3	空间角计算机辅助求解	256
9.4	空间角度计算实验	258
10	表面展开	267
10.1	概述	267
10.2	可展曲面展开图绘制	267
10.3	不可展曲面展开图绘制	271
10.4	球面展开设计实验	276
10.5	圆管组件计算机辅助展开的板厚处理	283
10.6	展开样片排料实验	286
10.7	近似展开方法对压力容器强度影响	290

11 零件图	297
11.1 概述.....	297
11.2 零件图的主要内容.....	297
11.3 零件上常见结构及其尺寸标注.....	299
11.4 零件图上的技术要求.....	306
11.5 零件图参数化设计实验.....	315
12 装配图	321
12.1 概述.....	321
12.2 装配图的作用和内容.....	321
12.3 装配图的表达方法.....	322
12.4 装配图的尺寸标注及技术要求.....	323
12.5 零件连接的装配画法.....	327
12.6 螺纹连接.....	331
12.7 键、销连接.....	336
12.8 齿轮.....	339
12.9 部件装配图设计实验.....	341
附录	349
参考文献	359

1 形体分析与投影原理

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，从而为深刻地表达设计意图提供依据。根据投影原理应用二维投影图形表达物体是重要基础，而形体分析、构形想象、计算机读图实验等方法都是由二维图形理解空间形体的基本方法。

1.2 简单形体的形成

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，它可以是线、面、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 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，具有物体的形状特征，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。

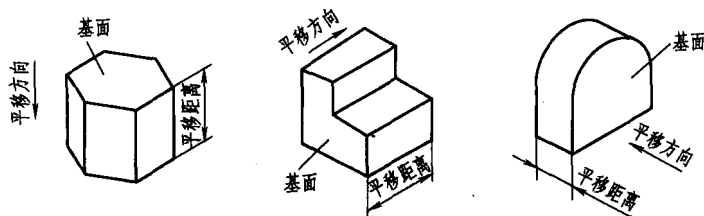


图 1-1 拉伸形体的形成

1.2.2 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半周扫过的空间。圆柱是包含轴的矩形平面绕轴旋转半周或一周扫过的空间，见图 1-2 (a)。圆锥

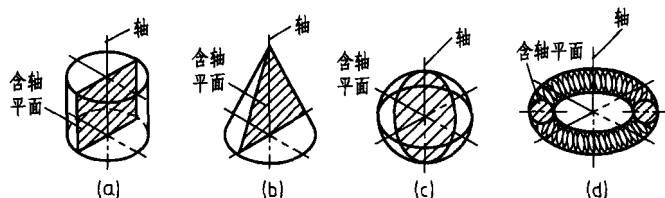


图 1-2 回转形体的形成

是包含轴的等腰三角形平面绕轴旋转半周扫过的空间，见图 1-2 (b)。球是包含轴的圆平面绕轴旋转一周扫过的空间，见图 1-2 (c)。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，见图 1-2 (d)。

拉伸形体、回转型体都是三维软件的基本造型功能。

1.3 组合形体的形成

应用布尔运算可以获得由各种简单形体组成的组合形体，称为组合体。布尔运算是一种实心体的逻辑运算。在拉伸形体，旋转形体的基础上，可以运用并集、差集、交集 3 种布尔运算方法对这些形体进行组合，通过增添或去除形体的材料来建立组合体的模型。布尔运算也是三维软件所具有的基本功能。

1.3.1 并集运算

并集运算是将 2 个或多个实心体合并成一个实心体。如图 1-3 (a)、(b) 是底板、竖板造型，它们都是拉伸形体，(c) 是底板、竖板的并集。

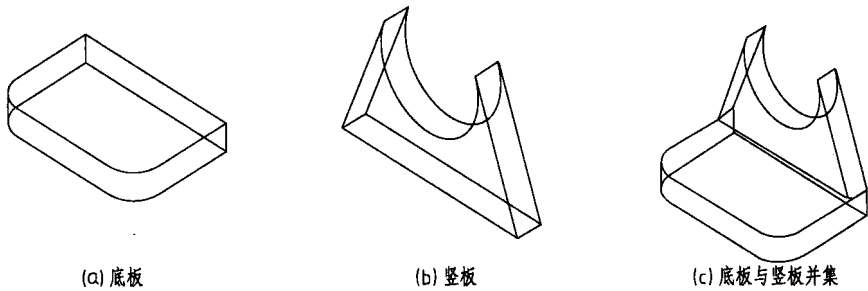


图 1-3 底板、竖板及其并集

1.3.2 差集运算

差集运算是两个实体做减法运算，就像用去除材料的方法对零件进行机械加工。如当需要在底板上设计两个孔时，可以造型两个圆柱，如图 1-4 (a) 所示，然后将底板与圆柱作差集运算即可得到带孔的底板，如图 1-4 (b) 所示。

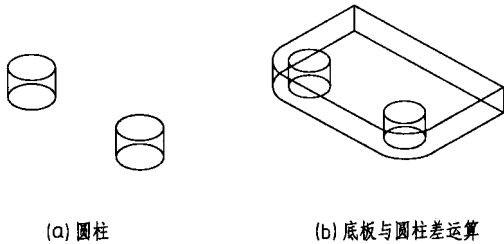


图 1-4 底板与圆柱的差集

根据上述分析，可知图 1-5 所示的轴承座的实体是图 1-6 中的带孔底板、竖板、支承板、三通的并集，而该三通可以认为是由两个外圆柱的并集与两个内圆柱的并集作差运算而形成的，如图 1-7 所示。

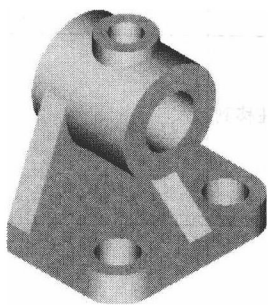


图 1-5 轴承座

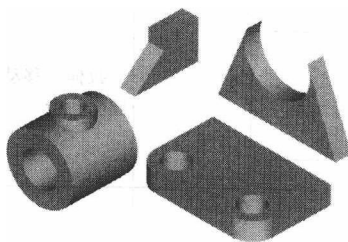


图 1-6 带孔底板、竖板、
支承板、三通

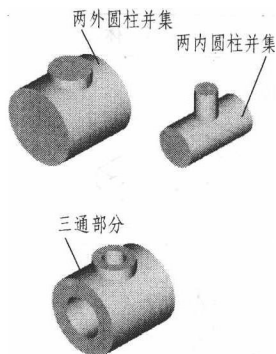


图 1-7 三通的形成

1.3.3 交集运算

交集运算可以获得两个实心体的公共部分。如图 1-8 (e) 所示的螺母上下端部形状，可以看作是由圆锥与六棱柱求交集获得其公共部分，经过复制、翻转得到上下端部形状，再与六棱柱作并集后得到螺母外形，其过程如图 1-8 (a)、(b)、(c)、(d) 所示。

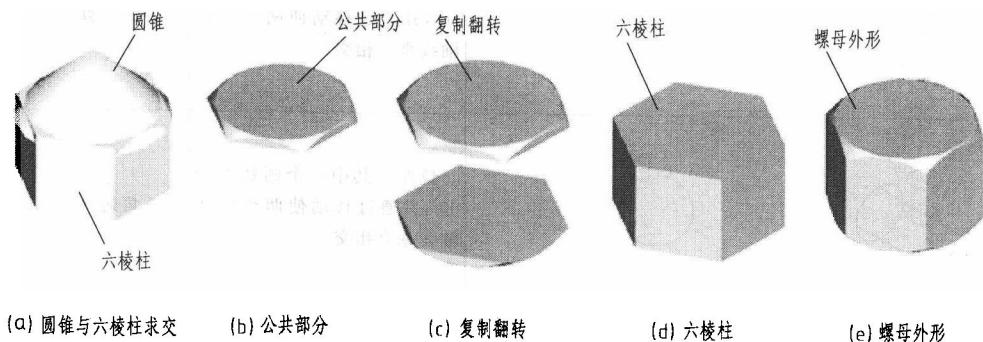


图 1-8 螺母外形的造型过程

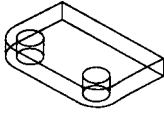
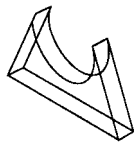
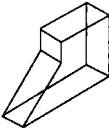
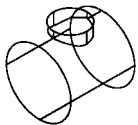
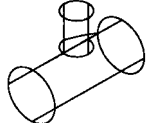
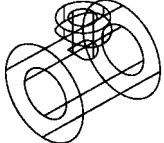
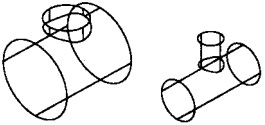
应用布尔运算可以获得各种组合体的造型。因此，对组合体的理解实际上是要弄清楚形成组合体的各种简单形体的造型方法和组合简单形体所用的布尔运算方法。表 1-1 是轴承座的形成分析情况。

表 1-1 把形状比较复杂的物体分析成是由几个简单几何形体组合构成的，同时指出了每一个简单形体的形成方式，以及简单形体之间的相对位置和简单形体的组合方式。这有利于将问题化繁为简，化难为易，便于对物体的仔细观察和深刻理解。

1.3.4 三维操作

在组合体造型过程中，各简单体造型时可先不考虑其位置，在形体造出之后，再通过三维操作将它们安置到各自应在的位置上，然后进行布尔运算形成组合体。常用的三维操作方法有三维移动、三维旋转、三维对齐、三维镜像、三维阵列等。与简单形体造型、布尔运算一样，三维操作是三维软件的一个功能，这些内容都将在第 5 章中予以介绍。

表 1-1 轴承座造型分析

简单形体	特征形状	形成方式	运算方式
底板 		拉伸+移动,将两圆柱移到圆孔位置	差运算
竖板 		拉伸	
支承板 		拉伸	
三通外形 		拉伸+其中一个圆柱旋转90°,并通过移动使两个圆柱轴线垂直相交	并集运算
三通内形 		拉伸+其中一个圆柱旋转90°,并通过移动使两个圆柱轴线垂直相交	并集运算
三通部分 	内、外两部分 	通过移动使三通内外形两部分的圆柱轴线重合	差运算

1.4 设备与零件的形成过程分析

用三维实体造型的方法设计零件组成部件,应该先根据部件要完成的功能,按照机械设计原理、机械设计方法设计出部件的总体方案,包括该部件由哪些零件组成,每一个零件起什么作用,零件之间如何连接等,该方案可由部件装配示意图表示。在此基础上对各零件进行三维造型设计,此时要抓住零件的特征形状,因为实体造型是特征形状的集合,用什么特征来构成零件,以及这些特征生成简单形体后进行布尔运算的先后次序都很重要。所以在用特征形状生成零件前,先要构思零件的生成方案,方案构思得好,生成零件既简单又方便,还便于修改。考虑不当生成就复杂,甚至无法生成。构思方案一般以模块化、简单化为原

则。构思方案的步骤一般为以下几步。

i. 分析零件, 分析零件由哪几部分组成, 进一步分析每部分又由哪些几何形体组成。对某些复杂零件先把它分解成一些简单形体, 分别生成各简单形体后, 通过移动、旋转等三维操作及布尔运算, 将各简单形体合并成一个零件。例如, 对复杂的对称零件, 只生成一半, 镜像生成与它对称的部分, 然后将两半通过布尔运算合并成一个零件。大多数的零件要分析其由哪些几何体组成, 然后思考用哪些特征来生成, 以及生成特征的次序, 构思一个优化的生成方案。

ii. 寻找合适的基础特征, 作为创建零件时生成的第一个特征, 以后生成的特征可以基础特征展开。选择基础特征有两条原则, 即尽可能简单或者它能形成零件具有代表性的特征。选择好基础特征就选好了生成零件的基础。

iii. 在基础特征的基础上先粗略地生成零件, 即先生成一个零件的毛坯。

iv. 最后细致处理零件, 相当于在毛坯上做精加工, 以生成零件的细节, 一般打孔、倒圆、倒角在最后做。

1.4.1 设备与零件的形成过程分析

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、接管与法兰等。化工设备上的通用零部件, 大都已经标准化, 如图 1-9 就是由上述各种零部件组成的化工设备卧式容器。

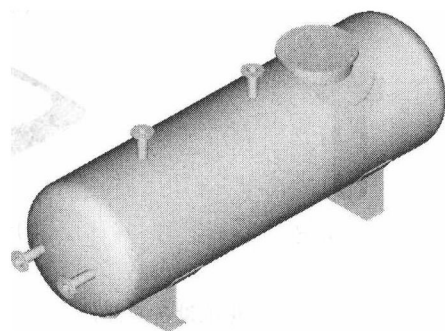


图 1-9 化工设备卧式容器

图 1-10 是化工设备常用的零部件直观图, 主要包括以下几部分。

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 500mm 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 1-10 (a) 可知, 筒体的形状是回转形体。

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 1-10 (b) 为一对椭圆形封头, 它的纵剖面呈半椭圆形, 其形状是回转形体。

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。支座有适用于立式设备和卧式设备两大类, 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 1-10 (c) 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着一块鞍形 (与设备外形相贴合) 板, 竖板焊在底板上, 中间焊接若干块筋板, 组成鞍式支座, 以承

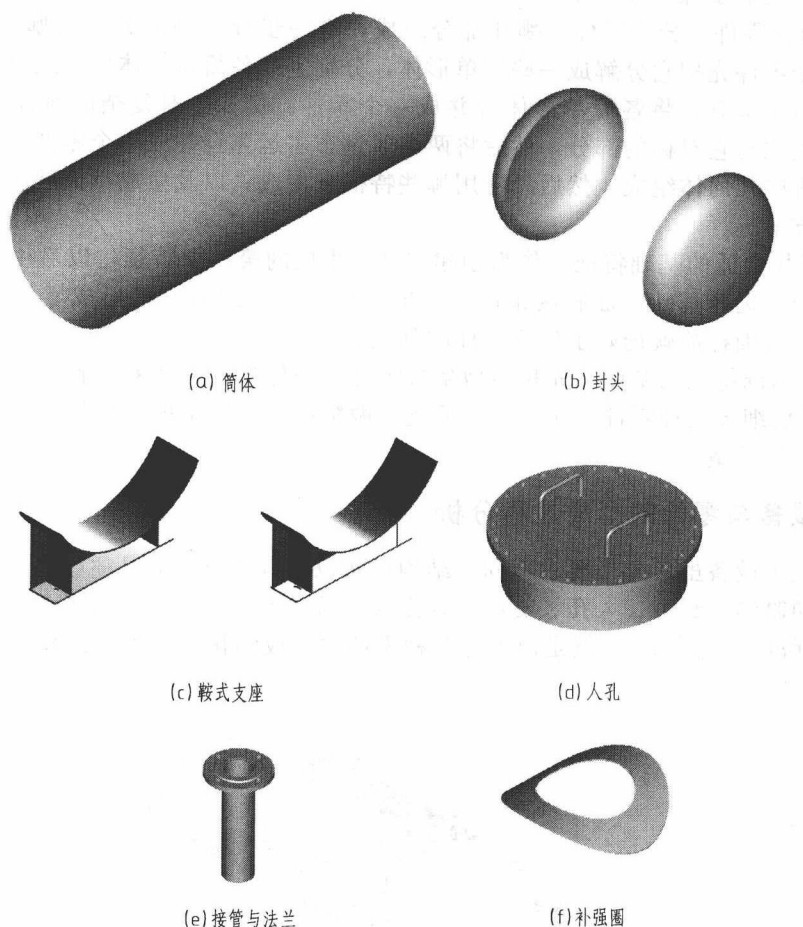


图 1-10 化工设备零部件

受设备负荷。鞍形板实际起着垫板的作用，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 1-10 (c) 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、手孔的基本结构类似，如图 1-10 (d) 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 1-10 (e) 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 1-10 (f) 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。

1.4.2 机械零件三维模型造型设计

机械零件造型设计和一般组合体模型造型设计的主要区别是在造型过程中需要考虑零件的工艺特征和实用功能,为了有效地形成零件造型经验,将零件分为轴类、盘盖类、箱体类、支架类和常用件等分别加以介绍。

1.4.2.1 轴类零件的造型

轴类零件的基本形状是同轴回转体,如图 1-11 所示。轴类零件主要在车床上加工。因此,它的轴线呈水平位置。由于轴类零件主要由同轴回转体,其他结构如孔、槽、螺纹退刀槽、砂轮越程槽等组成。根据轴的结构形状,设计轴的基础特征形状如图 1-12 所示(注意,右端螺纹的空间形状应该是螺旋体,此处是用近似的表达方法,即将锯齿形平面图形旋转所得形体代替螺纹)。将基础特征绕轴线旋转,即可得到轴零件的毛坯,再在毛坯轴上加工其他结构。这一过程在几何造型上可以先造出毛坯轴,再造出键、销钉、螺钉、顶针圆柱等实体,如图 1-13 所示,最后将毛坯轴与键、销钉、螺钉、顶针圆柱等作差运算,生成图 1-11 所示的轴。

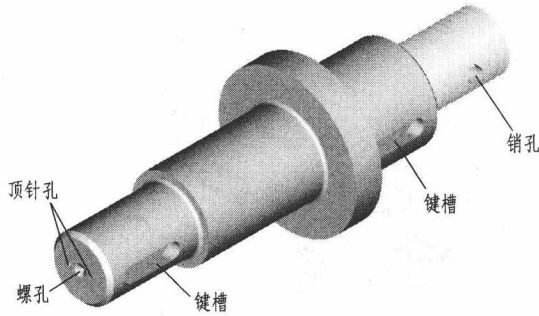


图 1-11 轴类零件

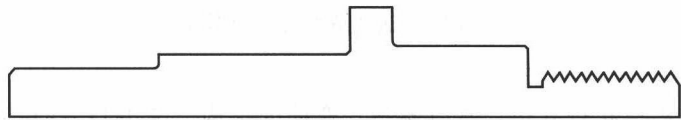


图 1-12 轴的基础特征形状

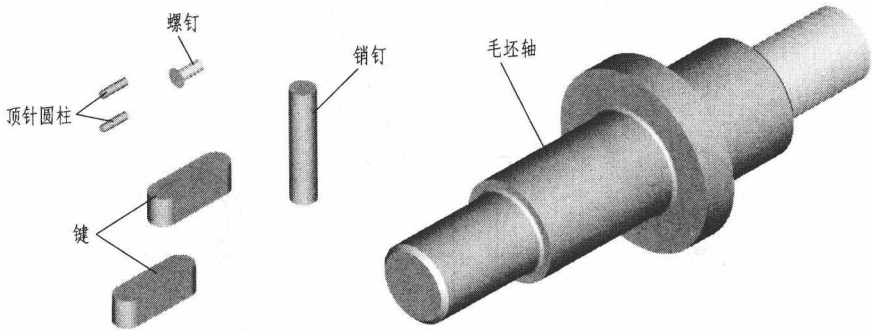


图 1-13 轴各结构的特征形状

1.4.2.2 盘类零件的造型

盘类零件的基本形状是扁平的盘状。这类零件一般有法兰、端盖、阀盖、齿轮等，它们的主要结构大体上是回转体，通常还带有各种形状的凸缘，均布的圆孔和肋等局部结构。图 1-14 是一个法兰零件。由法兰零件的结构形状可知其基础特征形状如图 1-15 所示。当基础特征绕轴旋转，就生成法兰零件的毛坯，再造出螺孔圆柱、密封槽等实体，然后用法兰毛坯减去螺孔圆柱、密封槽实体，就完成了法兰零件的造型，如图 1-16 所示。

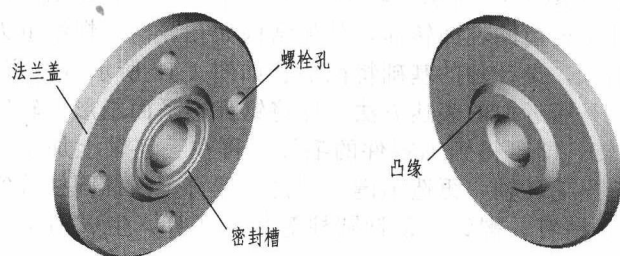


图 1-14 法兰零件

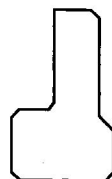


图 1-15 法兰的基础特征形状

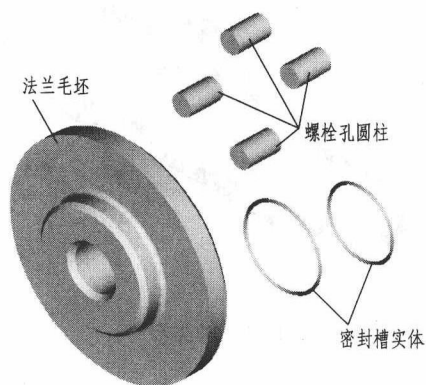


图 1-16 法兰造型的各个部分

1.4.2.3 支架类零件的造型

支架类零件结构形状较复杂，常有倾斜、弯曲的结构。图 1-17 (a) 为一支架零件，分

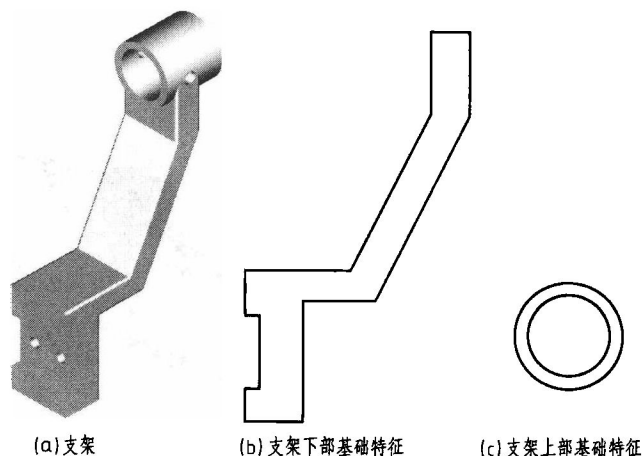


图 1-17 支架零件及其基础特征