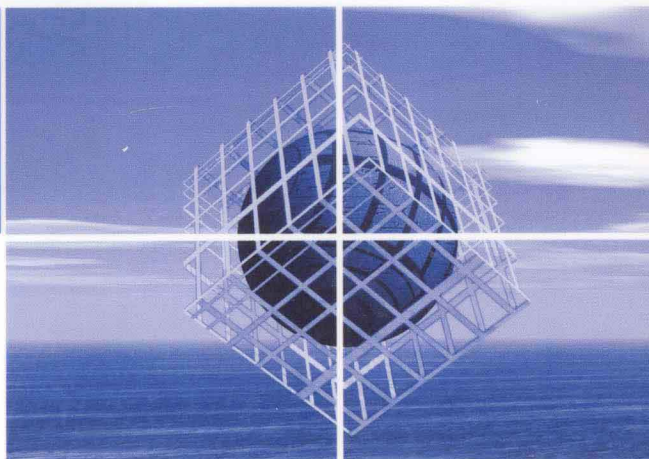


普通高等教育“十二五”规划教材



计算机实验工程 图形学

(上册)

林大钧 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



附赠光盘

普通高等教育“十二五”规划教材

计算机实验工程图形学

上册

林大钧 编著
卢章平 主审



机械工业出版社

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”及工程制图课程教学改革的发展趋势编著而成的。

本书的主要内容有：三维造型与形体分析、投影体系和基本视图、组合体的绘制与视图识读、AutoCAD 绘图软件及其应用、AutoCAD 三维造型、图形参数化编程方法、轴测投影与构形基础、草图与构形制图、机件形状的表达方法、零件图、装配图和机械制图国外标准简介。

本书配套有《计算机实验工程图形学习题集》上册可供选用。书中所附光盘内含电子教案、习题解答、程序等内容，可在授课和学习中使用。

本书可作为高等院校机械类、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

计算机实验工程图形学. 上册/林大钧编著. —北京：机械工业出版社，2012. 12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-40527-6

I. ①计… II. ①林… III. ①计算机图形学—实验—高等学校—教材
IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 283224 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：舒 恬 责任编辑：舒 恬 王海霞

版式设计：赵颖喆 责任校对：张 媛

封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20 印张·1 插页·546 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-40527-6

ISBN 978-7-89405-251-3 (光盘)

定价：43.00 元 (含 1CD)

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”及工程制图课程教学改革的发展趋势编著而成的。本书的主要目标是使学生掌握工程制图的基础知识,培养用简单的、形象的、逻辑的方式进行图形表达的技能,以及通过对一些基本原理的透彻理解,提高用图形解决问题的能力。

与其他学科一样,工程图形学有着极为丰富的内容。随着科学技术的高速发展,它已远远超出传统工程制图所研究的范围。工程图形的服务领域越发宽泛,其发展现状既保持了学科内涵中“工程”的特色,又有外延和扩展。计算机图形理论和技术则是促进工程图学向更深的层次发展,更好地服务于现代化经济建设的主要手段。本书力求以由浅入深、循序渐进的形式,尽可能满足不同层次、不同专业的学生对工程图形认识与研究的需要。

本书讲述的是工程图形学的基础内容,其主要特点是:

1) 内容上突出三维实体的形成与二维图形之间的对应关系,将传统投影理论与计算机三维造型融合渗透,使工程制图具有更强的设计功能。

2) 方法上体现二维图形和三维造型各自的侧重与不同,强调三维、二维兼用,使学生在学习后能形成很强的空间想象能力和图形处理能力。

3) 手段上增加了计算机辅助设计的内容,如零件图参数化设计实验和装配图实验等,为后续机械设计课程打下良好基础。

本书考虑到了工科学生在一、二年级必修的一些基础课程,利用计算机图形技术的表达与求解功能,将工程制图、高等数学、大学物理、工程静力学、计算机绘图等基础学科的部分内容由计算机实验工程图形学关联起来,试图使学生在基础学习阶段能冲出因学科限制引起的认识上的局限性,从而较早地养成寻求不同学科之间的内在联系的探索精神,同时也为其在学习专业课程前打下更深厚的基础。

本书将工程图形与实验相联系,是因为图形的本质是数,图形是数的外在表现,形、数之间有一定的内在联系。工程设计人员在设计之初,需要用图形进行构思和表达,并在此基础上用图形表示问题并求解。在设计方案还没有最终确定时,其构思和表达一定会有一个修改、变化的过程,用图形求解问题也会随之修改和变化。在此完善过程中,图形实验是很好的选择。与实物实验相比,图形实验可以节省成本、提高效率。在数字化时代,需要以形、数、计算机结合的方式通过图形实验的方法来理解、应用和发展工程制图。应用工程制图,就是既从三维出发,又兼顾二维图形。一方面,设计从三维开始是现代设计的需要,并已经具备了相应的条件;另一方面,图样中的尺寸标注、公差与配合、几何公差、表面粗糙度、材料表面处理、文字形式的技术要求等内容在形式上也可以视作二维的图形符号,它们与二维图形同处于一张工程图中也显得比较协调。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,本书尽可能使这两者各有侧重又相互联系。还有的需要针对要解决的问题进行专门的设计,如计算机辅助读图、零件加工仿真、逆向设计等内容。

由于本书与现行工程制图课程所用的教材在内容上有较大的区别,因此,先修高等数学、计算机基础等课程,平行修读大学物理、理论力学等课程。应在课程的教学时间安排或自学时适应这一要求。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。

特别感谢我的同窗好友，江苏大学卢章平教授，他认真审阅了本书，并且从教和学两个方面，特别是从学生的观点出发，提出了许多问题和建议，使本书更加清晰明白。

特别感谢清华大学田凌教授，她在本书撰写之初提出：“通过实验来理解工程图形，这个思路很好，对提高学生的图学应用能力很有意义”，并且对本书的框架提出了很好的建议，给予我很大的鼓励。

特别感谢教育部实施的“卓越工程师教育培养计划”，在实施这一计划的过程中，我校（华东理工大学）建立了卓越工程师班和理工优秀生班。本书初稿即为这两个教学班的教材，通过教学实践，使作者更深地理解了“厚基础、强实践，少而精、博而通”的精髓。

特别感谢我的学生，他们使用了本书初稿，并且每位同学都花时间写了对初稿的意见和建议，也写下了课程学习体会。

特别感谢机械工业出版社为本书的出版付出的辛勤劳动。还要感谢我的妻子蔡笑培和女儿林思源，在写作和出版的整个过程中，她们整理了所有书稿和书中的图片。

最后还要对我的同事们表达深深的谢意，他们对本书提出了宝贵的意见和建议。

如果读者对本书有任何建议和意见，或者有关本书的任何问题，欢迎批评指正，我将深表感谢。

林大钧

目 录

前言

第 1 章 三维造型与形体分析 1	
1.1 概述	1
1.2 简单形体的形成	1
1.3 组合体的形成	2
1.4 机器与设备的形成过程分析	5
1.5 零件三维模型造型过程分析	8
1.6 装配体初始表达方案的组成	11
第 2 章 投影体系和基本视图 16	
2.1 概述	16
2.2 投影的基本概念	16
2.3 投影体系与基本视图的形成	17
2.4 六面基本视图之间的投影关系	19
2.5 计算机三维造型与视图的关系	21
第 3 章 组合体的绘制与视图识读 24	
3.1 概述	24
3.2 组合体的形状特征与相对位置特征	28
3.3 组合体视图的优化表达方法	31
3.4 组合体视图的画法	32
3.5 组合体视图的尺寸标注	36
3.6 组合体视图识读与三维造型的关系	39
第 4 章 AutoCAD 绘图软件及其应用 ... 43	
4.1 概述	43
4.2 AutoCAD 基础知识	43
4.3 基本图形的绘制和精确定位点	48
4.4 基本编辑命令	52
4.5 AutoCAD 绘图步骤	57
4.6 AutoCAD 文字注写、尺寸标注	58
4.7 AutoCAD 区域填充	64
4.8 AutoCAD 块操作	64
4.9 AutoCAD 标注技术要求	66
4.10 零件图的绘制	70
4.11 AutoCAD 图形输出与图形数据 交换	72
第 5 章 AutoCAD 三维造型 74	
5.1 概述	74
5.2 AutoCAD 三维造型的基本方法	74
5.3 三维编辑功能	80
5.4 三维实体编辑	84
5.5 零件的三维造型	90
5.6 根据三维模型生成二维图形	93
第 6 章 图形参数化编程方法 106	
6.1 概述	106
6.2 Visual LISP 编程环境	106
6.3 AutoLISP 基本函数	108
6.4 绘图及屏幕操作函数	114
6.5 条件函数与循环函数	118
6.6 对话框及驱动程序设计	123
6.7 AutoLISP 功能函数汇总	130
6.8 二维图形参数化编程	138
6.9 三维图形参数化编程	141
第 7 章 轴测投影与构形基础 145	
7.1 概述	145
7.2 轴测投影图的基础知识	145
7.3 正轴测投影图	147
7.4 斜轴测投影图	151
7.5 轴测剖视图	154
7.6 构形基础	155
7.7 轴测图、构形想象与三维造型 的关系	158
第 8 章 草图与构形制图 160	
8.1 概述	160
8.2 草图的基础知识	160
8.3 构形制图	162
8.4 测绘零件草图	165
8.5 草图与三维造型的关系	166
第 9 章 机件形状的表达方法 169	
9.1 概述	169
9.2 基本视图与辅助视图	169
9.3 剖视图	170
9.4 断面图	176
9.5 局部放大图	178
9.6 简化画法和规定画法	179
9.7 剖视图的识读与尺寸标注	181
第 10 章 零件图 186	
10.1 概述	186

10.2 零件图的内容	186	要求	247
10.3 零件表达方案的选择	188	11.13 由零件图画装配图	248
10.4 零件图上的尺寸标注	194	11.14 识读装配图及拆画零件图	257
10.5 零件图中的技术要求	197	11.15 部件装配图计算机绘制实验	269
10.6 零件上的常见结构及其画法	209	第12章 机械制图国外标准简介	276
10.7 零件图的识读	216	12.1 概述	276
第11章 装配图	219	12.2 第三角画法和第一角画法的对比	276
11.1 概述	219	12.3 第三角画法的基本视图与投影法 特征标记	277
11.2 装配图的作用和主要内容	219	12.4 部分制图标准简介	278
11.3 装配关系的表达方法	221	12.5 螺纹的画法	281
11.4 螺纹紧固件的联接和装配画法	222	12.6 齿轮的画法	283
11.5 键和销的联接及其画法	226	12.7 国外图样画法示例	283
11.6 滚动轴承及其画法	229	附录	287
11.7 弹簧及其画法	231	附录A 技术制图与机械制图相关标准	287
11.8 焊接的表示方法	234	附录B 标准公差和极限偏差常用数值	296
11.9 齿轮及其画法	240	附录C 螺纹直径与螺距系列	299
11.10 装配结构的合理性	245	附录D 常用标准件	303
11.11 装配图的尺寸标注	246	参考文献	312
11.12 装配图中的序号、明细栏和技术			

第 1 章 三维造型与形体分析

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。根据投影原理绘制二维投影图形，是表达物体的基础，而形体分析、构形想象、计算机三维造型等方法则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

扫描体是一条线或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，一个是运动的元素，称为基体，它可以是曲线、表面或立体；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. 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。图 1-1 所示的物体均为拉伸形体。

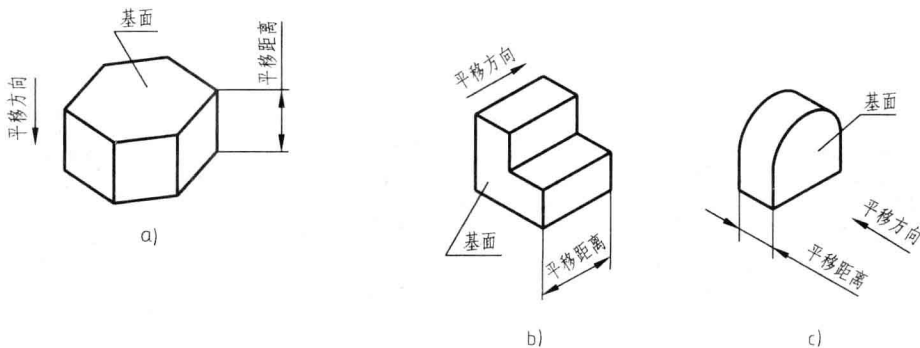


图 1-1 拉伸形体的形成

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或一周所扫过的空间。圆柱是包含轴的矩形平面绕轴旋转半周所扫过的空间，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所扫过的空间，如图 1-2b 所示；球是包含轴的圆平面绕轴旋转半周所扫过的空间，如图 1-2c 所示；圆环是一圆平面绕轴旋转一周所扫过的空间，该轴位于圆所在平面上，但不与圆相交，如图 1-2d 所示。

拉伸形体、旋转形体都是三维软件具有的基本造型功能。

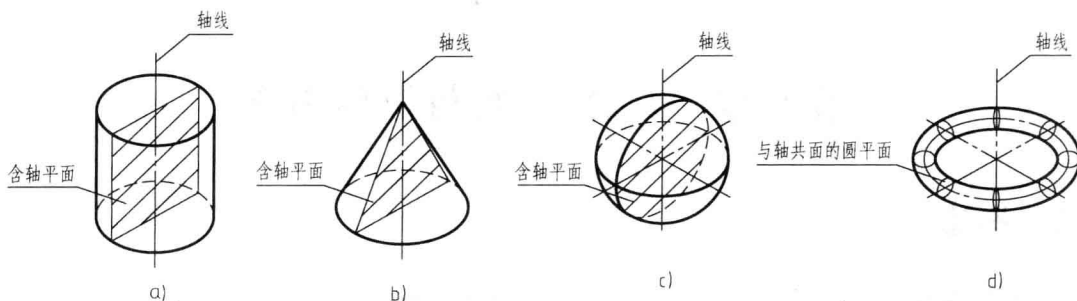


图 1-2 回转体的形成

a) 圆柱 b) 圆锥 c) 球 d) 圆环

1.3 组合体的形成

应用布尔运算可以获得由各种简单形体组成的形体,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、交集三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上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

并集运算是将两个或多个实心体合并成一个实心体。例如,图 1-3a、b 所示为底板、竖板造型,它们都是拉伸形体,图 1-3c 所示为底板、竖板的并集。

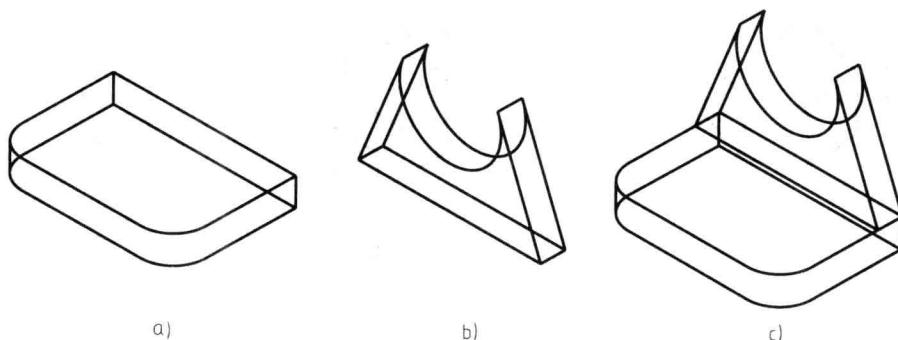


图 1-3 底板、竖板的并集

a) 底板 b) 竖板 c) 底板与竖板的并集

1.3.2 差集运算

差集运算是两个实体作减法运算,就像用去除材料的方法对零件进行机械加工。例如,当需要在底板上设计两个孔时,可以造型两个圆柱,如图 1-4a 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 1-4b 所示。

根据上述分析,可知如图 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、圆管三通等部分的并集,而该圆管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。

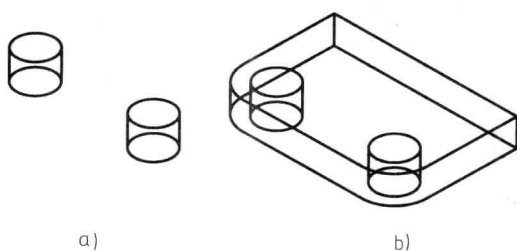


图 1-4 底板与圆柱的差集

a) 圆柱 b) 底板与圆柱的差集运算

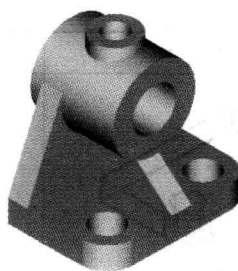


图 1-5 轴承座

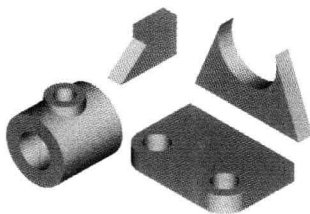


图 1-6 带孔底板、竖板、支承板、圆管三通

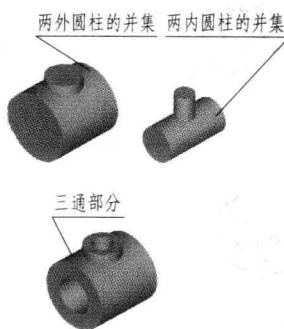


图 1-7 圆管三通的形成

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 1-8e 所示螺母外形的上、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，再经过复制翻转得到的。之后再与六棱柱作并集后得到螺母外形，其过程如图 1-8a、b、c、d 所示。

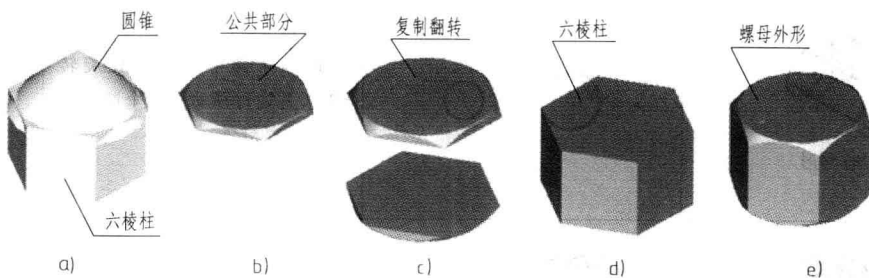


图 1-8 螺母外形的造型过程

a) 圆锥与六棱柱求交集 b) 公共部分 c) 复制翻转 d) 六棱柱 e) 螺母外形

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，以及组合简单形体所用的布尔运算方法。图 1-5 所示轴承座的造型分析见表 1-1。

表 1-1 轴承座造型分析

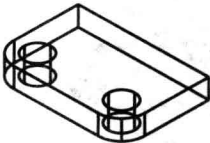
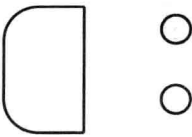
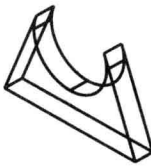
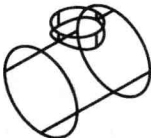
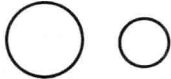
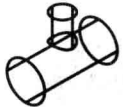
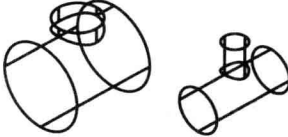
简单形体	特征形状	形成方式	运算方式
 底板		拉伸 + 移动, 将两圆柱移到圆孔位置	差运算
 竖板		拉伸	
 支承板		拉伸	
 三通外形		拉伸 + 其中一个圆柱旋转 90°, 并通过移动使两个圆柱的轴线垂直相交	并集运算
 三通内形		拉伸 + 其中一个圆柱旋转 90°, 并通过移动使两个圆柱的轴线垂直相交	并集运算
 三通部分	 内、外两部分	通过移动使三通内、外形两部分的圆柱轴线重合	差运算

表 1-1 把形状比较复杂的物体分析成是由几个简单的几何体组合构成的, 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

在组合体的造型过程中,对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,然后对其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,三维操作也是三维软件的一个基本功能,这些内容将在第5章中予以介绍。

1.4 机器与设备的形成过程分析

用三维实体造型的方法设计零件来组成机器或设备,应先根据机器或设备要完成的功能,按照机械设计原理、机械设计方法设计出部件的总体方案,包括该机器或设备由哪些零件组成,每一个零件起什么作用,零件之间如何连接等,该方案可由机器或设备的装配示意图表示。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,则生成零件既简单又方便,还便于修改;考虑不当,则生成零件就复杂,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:

1) 分析零件由哪几部分组成,并进一步分析每部分又由哪些几何体组成。对于某些复杂的零件,应先把它分解成一些简单的形体,之后通过移动、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,对于复杂的对称零件,可只生成一半,然后镜像生成与它对称的部分,再将两部分通过布尔运算合并成一个零件。对于大多数的零件,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如何,构思一个优化的生成方案。

2) 寻找合适的基础特征作为创建零件时生成的第一个特征,之后生成的特征可在此基础上展开。选择基础特征时有两条原则:尽可能简单,以及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。

3) 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。

4) 细致地处理零件,相当于在毛坯上作精加工以生成零件的细节,一般打孔、倒圆、倒角在最后进行。

1.4.1 机器的形成过程分析

图1-9是减速器的三维图形,减速器是安装在原动机(如电动机)和工作机械(如搅拌机)之间,用来降低转速和改变转矩的独立传动部件。减速器由封闭在箱体內的圆柱齿轮或锥齿轮、蜗轮蜗杆等多种传动形式来实现减速。

图1-10中的减速器是单级圆柱齿轮减速器,其基本结构有三大部分。

1. 齿轮、轴及轴承组合

小齿轮与高速轴制成一体,称为齿轮轴。这种结构用于齿轮直径与轴的直径相差不大的情况,如果轴的直径为 d ,齿轮的根圆直径为 d_1 ,则当 $d_1 - d \leq 6 \sim 7\text{mm}$ 时,应采用这种结构;否则,应采用齿轮与轴分开为两个零件的结构,如低速轴与大齿轮。此时,齿轮与轴的周向固定采用平键联接,轴上的零件利用轴肩、轴套和轴承盖作轴向固定。图1-10中的两轴均采用了单列深沟球轴承。

2. 箱体

箱体是减速器的重要组成部件,它是传动零件的基座,应具有足够的强度和刚度。箱体通常用灰铸铁制造,灰铸铁具有很好的铸造性能和减振性能。承受重载或冲击载荷的减速器也可以采用铸钢箱体。单件生产的减速器,为了简化工艺、降低成本,可采用钢板焊接的箱体。

为了便于轴系部件的安装和拆卸,箱体制成沿轴线水平剖分式。上箱盖和下箱体用螺栓联接成一体,轴承座的联接螺栓应尽量靠近轴承座孔,而轴承座旁的凸台应具有足够的承托面,以便放置联接螺栓,并保证旋紧螺栓时所需的扳手空间。为保证箱体具有足够的刚度,应在轴承孔附近加支承肋。为保证减速器安置在基础上的稳定性并尽可能减少箱体底座平面的机械加工面积,箱体底部一般不采用完整的平面。图 1-10 中减速器的下箱体底面采用了两纵向长条形的加工基面。

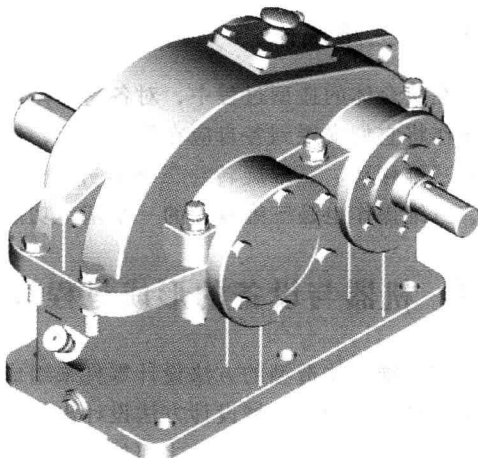


图 1-9 减速器三维图形

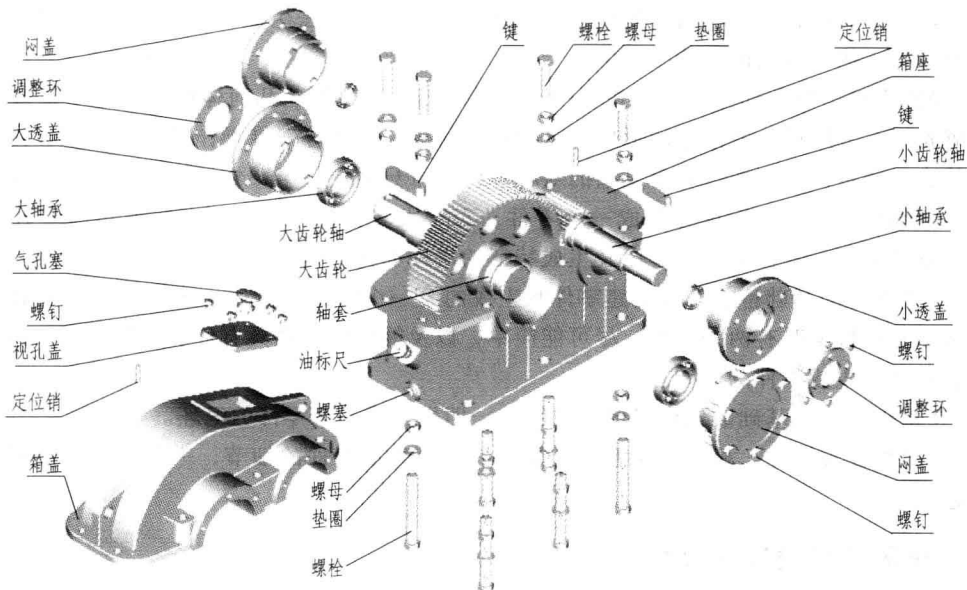


图 1-10 减速器三维分解图

3. 减速器附件

为了保证减速器的正常工作,除了要对齿轮、轴、轴承组合的结构设计给予足够的重视外,还应考虑到减速器润滑油池的注油、排油、检查油面高度,以及加工及拆装检修时箱盖与箱座的精确定位、吊装等辅助工作中零件和部件的合理选择和设计。减速器附件主要有以下几种。

(1) 检查孔 为检查传动零件的啮合情况,并方便向箱内注入润滑油,应在箱体的适当位置设置检查孔。图 1-10 中的检查孔设在上箱盖顶部,能直接观察到齿轮啮合部位处。平时,检查孔的盖板用螺钉固定在箱盖上。

(2) 通气孔 减速器工作时,箱内温度升高,气体膨胀,压力增大。为使箱内的热胀空气能自由排出,以保持箱内、外压力平衡,不致使润滑油沿分箱面或密封件等其他缝隙渗漏,通常

在箱体顶部设置通气孔。

(3) 轴承盖 为固定轴系部件的轴向位置并承受轴向载荷, 轴承座孔两端应用轴承盖封闭。常用的轴承盖是凸缘式轴承盖, 它通过六角头螺栓固定在箱体上, 外伸轴处的轴承盖是通孔, 其中装有密封装置。凸缘式轴承盖的优点是拆装、调整轴承方便, 但与嵌入式轴承盖相比, 其零件数目较多、尺寸较大、外观不平整。

(4) 定位销 为保证每次拆装箱盖时, 仍能保持轴承座孔制造加工时的精度, 应在精加工轴承孔前, 在箱盖与箱座的连接凸缘上配装定位销。定位销安置在箱体纵向两侧的连接凸缘上, 对称箱体应呈非对称布置, 以免错装。

(5) 油面指示器 为了便于检查减速器内油池油面的高度, 经常保持油池内有适量的油, 一般在箱体便于观察和油面较稳定的部位装设油面指示器, 图 1-10 中采用的油面指示器是油标尺。

(6) 放油塞 换油时, 为了排放污油和清洗剂, 应在箱座底部, 油池的最低位置处开设放油孔, 平时用螺塞将放油孔堵住。放油螺塞和箱体接合面间应加用于防止漏油的垫圈。

(7) 启箱螺钉 为了加强密封效果, 装配时通常要在箱体剖分面上涂以水玻璃密封胶, 因而在拆卸时往往因胶结紧密而难以开盖。为此, 常在箱盖连接凸缘的适当位置处加工出 1~2 个螺孔, 旋入启箱用的圆柱端或平端的启箱螺钉, 旋动启箱螺钉便可将上箱盖顶起。启箱螺钉的大小可同于凸缘的联接螺栓。

(8) 起吊装置 当减速器的质量超过 25kg 时, 为了便于搬运, 应在箱体上设置起吊装置, 如在箱体上铸出吊耳或吊钩等。

1.4.2 设备的形成过程分析

以化工设备为例。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多已经标准化, 图 1-11a 所示为由上述各种零部件组成的化工设备卧式容器, 图 1-11b~f 所示为其零部件直观图。

(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的要求确定的。圆柱形筒体的主要尺寸是直径、高度和壁厚。当直径小于 500mm 时, 可用无缝钢管做筒体; 当筒体较长时, 可由若干筒节焊成。由图 1-11b 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联接。图 1-11c 所示为一对椭圆形封头, 其纵剖面呈半椭圆形, 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。支座可分为适用于立式设备和卧式设备的两大类, 分别按设备的结构形状、安放位置、材料和承受载荷情况而有多种形式。图 1-11d 所示为鞍式支座, 它是卧式设备中应用最多的一种支座。鞍式支座是由一块竖板支承着一块鞍形(与设备外形相贴合)板, 竖板焊在底板上, 中间焊接若干块肋板, 以承受设备负荷。鞍形板实际上起垫板的作用, 可改善受力的分布情况, 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 1-11d 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、检修和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, 图 1-11e 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、螺母联接压紧,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,盘上均匀地分布着若干个螺栓孔,两节筒体(或管子)通过一对法兰用螺栓联接在一起。图 1-11f 所示为一管法兰,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,需要采用补强圈加强器壁强度。补强圈的结构如图 1-11g 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。

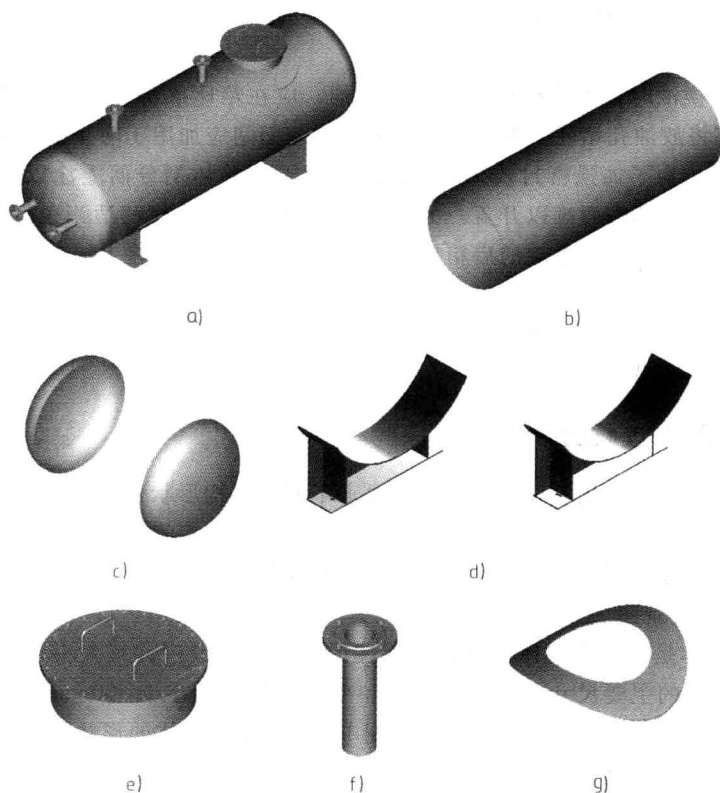


图 1-11 卧式容器及其零部件

a) 卧式容器 b) 筒体 c) 封头 d) 支座 e) 人孔 f) 接管与法兰 g) 补强圈

1.5 零件三维模型造型过程分析

机械零件造型设计与一般组合体模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、盘类、支架类、箱体类和常用件等分别加以介绍。

1.5.1 轴类零件的造型

轴类零件的基本形状是同轴回转体,如图 1-12 所示。轴类零件主要在车床上加工,因此其

轴线呈水平位置。轴类零件主要由同轴回转体和其他结构如孔、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 1-13 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，即用由锯齿形平面图形旋转所得的形体代替螺旋体）。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、顶尖圆柱等实体，如图 1-14 所示。最后，将毛坯轴与键、销钉、螺钉、顶尖圆柱等作差运算，即可生成如图 1-12 所示的轴。

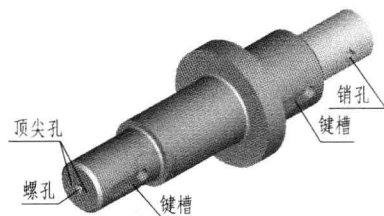


图 1-12 轴类零件

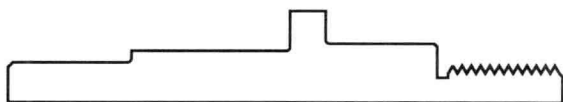


图 1-13 轴的基础特征形状

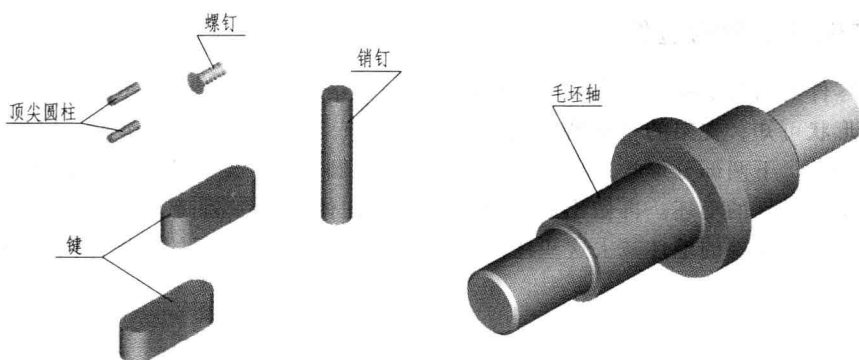


图 1-14 轴造型的各个部分

1.5.2 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 1-15 所示为一个法兰零件。由法兰零件的结构形状可知，其基础特征形状如图 1-16 所示。基础特征绕轴旋转即可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 1-17 所示。

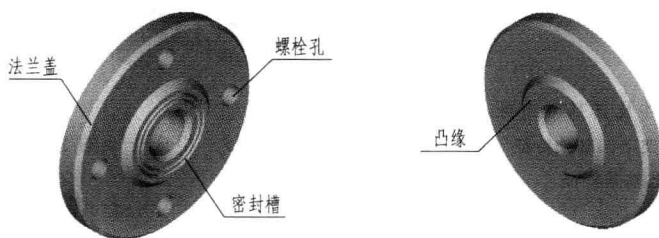


图 1-15 法兰零件

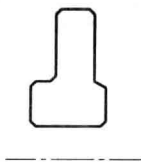


图 1-16 法兰的基础特征形状

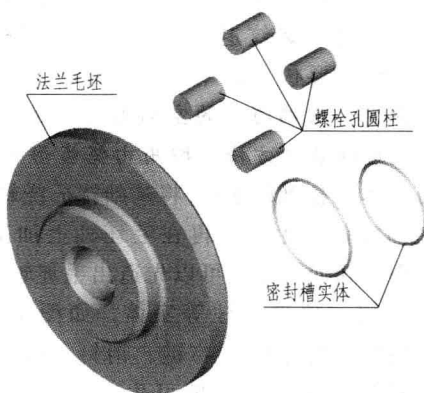


图 1-17 法兰造型的各个部分

1.5.3 支架类零件的造型

支架类零件的结构形状较复杂, 常有倾斜、弯曲的结构。图 1-18a 所示为一支架零件, 分析支架的结构形状可知, 支架的基础特征有上、下两部分, 如图 1-18b、c 所示。根据基础特征分别造出支架的上、下两部分形状, 将下部形状与上部大圆柱作并集运算后再与上部小圆柱作差集运算, 即得支架零件的毛坯。再做出底部竖板圆孔的柱体和上部圆筒上的圆孔柱体, 如图 1-19 所示。然后用支架零件的毛坯减去这些柱体, 最后对支架中间连接板的边缘作倒圆角加工, 即完成支架的造型。

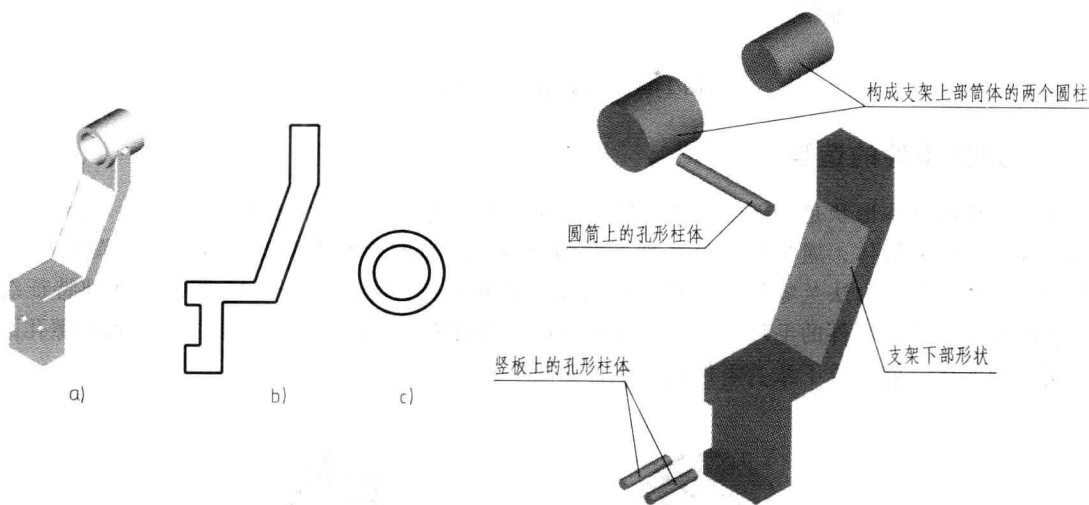


图 1-18 支架零件及其基础特征

a) 支架 b) 支架下部基础特征
c) 支架上部基础特征

图 1-19 组成支架的毛坯和细节部分

1.5.4 箱体类零件造型

箱体类零件主要用来支承、包容和保护运动零件或其他零件, 其结构特点如下: