

高等学校规划教材

PLANNING TEXTBOOKS FOR HIGHER EDUCATION



2D/3D计算机绘图教程

王淑侠 主编



西北工业大学出版社

非外借

2D/3D JISUANJI HUITU JIAOCHENG

2D/3D 计算机绘图教程

主 编 王淑侠

副主编 蔡旭鹏 王关峰

西北工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

2D/3D 计算机绘图教程/王淑侠主编. —西安:西北工业大学出版社, 2017. 7
ISBN 978-7-5612-5439-4

I. ①2… II. ①王… III. ①室内装饰设计—计算机辅助设计—教材
IV. ①TU238.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 179041 号

策划编辑: 付高明

责任编辑: 付高明

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号 邮编: 710072

电 话: (029)88493844, 88491757

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 兴平市博闻印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 19.5

字 数: 461 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

前 言

计算机绘图早已广泛应用于航空、造船、汽车、机械、电子、建筑、服装等工程领域,这使得工程技术人员的工作内容和方式发生了巨大变化。大雄机电 CAD 是我国自主知识产权的二维计算机绘图软件;SolidWorks 是美国达索公司推出的目前世界上应用最为广泛的 CAD/CAM/CAE 集成三维软件之一,其三维参数化建模功能强大。

本书的作者均是长期从事机械制图的教学工作,采用大雄机电 CAD 和 SolidWorks 进行计算机绘图的教学,跟踪了工程图学课程和国家标准的技术发展。本书具有如下特点。

(1)本书内容是多年计算机绘图教学及应用经验的总结,以机械制图为主线,注重现代工程实际,采用最新国家标准,叙述通俗易懂,案例以机械制图常见零部件为主。

(2)本书共分三部分(11章):第一部分(1~3章)计算机绘图基础,简要介绍计算机绘图发展与展望,并重点介绍 2D/3D 计算机绘图的国家标准;第二部分(4~5章)2D 计算机绘图,详细介绍大雄机电 CAD 二维工程绘图软件——DXCAD 软件的常用功能、使用方法和技巧;第三部分(6~11章)3D 实体造型设计,详细介绍 SolidWorks 的常用功能、使用方法和技巧,包括二维草图绘制、实体特征造型、装配体设计、零件工程图和综合案例——球阀。此外,在 7~9 章的内容中包括综合举例,有助于教师教学和学习者巩固所学知识。

(3)本书特别适用于作为工科院校计算机绘图课程教材或 CAD 培训教材,还可供计算机绘图的初学者使用。

本书各部分内容的编写分工如下:第一部分——王淑侠、孙根正,第二部分——蔡旭鹏、王淑侠、廖达雄,第三部分——王淑侠、王关峰。本书由王淑侠任主编,负责统稿并定稿。

在本书编写过程中,西北工业大学学生孙炎、孙悍驹、李伟、何伟、熊华强和王守霞做了大量工作,在此表示诚挚的感谢。

在本书编写过程中查阅并参考了国内外同类作品,特向有关作者表示感谢。

由于水平有限,本书的不足之处,恳请各位专家、同仁及读者批评指正。

编 者

2016 年 12 月

目 录

第 1 章 计算机绘图的基本知识	1
1.1 计算机绘图的发展与展望	1
1.2 计算机绘图系统	2
1.3 二维计算机辅助绘图	4
1.4 三维计算机辅助设计	5
1.5 小结	12
第 2 章 二维计算机绘图相关国家标准	13
2.1 国家标准介绍	13
2.2 投影法	19
2.3 CAD 工程图中视图的选择	22
2.4 CAD 工程图的尺寸标注	23
2.5 CAD 工程图的管理	23
2.6 小结	24
第 3 章 机械产品三维建模国家标准	25
3.1 通用部分	25
3.2 零件建模	27
3.3 装配建模	32
3.4 模型投影工程图	37
3.5 小结	39
第 4 章 “大雄机电 CAD”(DXCAD)快速入门	40
4.1 认识“大雄机电 CAD”工作界面	40
4.2 执行命令方式	41
4.3 大雄机电 CAD 体验	43
4.4 大雄机电 CAD 的帮助功能	51

第 5 章 DXCAD 绘制机械图的主要功能简介	53
5.1 DXCAD 软件中的基本概念和常用绘图工具	53
5.2 DXCAD 主要绘图功能简介	63
5.3 DXCAD 主要图形编辑、变换及修改功能	71
5.4 文本输入、编辑、修改	90
5.5 尺寸标注	93
5.6 其余工程标注	99
5.7 装配序号/明细表	102
第 6 章 SolidWorks 基本知识	104
6.1 用户界面	104
6.2 SolidWorks 软件特色	108
6.3 SolidWorks 软件模板制定	110
6.4 小结	125
第 7 章 二维草图绘制	126
7.1 绘制环境概述	126
7.2 草图绘制	130
7.3 草图尺寸标注	141
7.4 添加几何关系	147
7.5 参考几何体	149
7.6 综合举例	152
7.7 小结	153
第 8 章 实体特征造型	154
8.1 特征的概念和分类	154
8.2 草图特征	155
8.3 应用特征	170
8.4 特征编辑	186
8.5 综合举例	186
8.6 小结	198
第 9 章 装配体设计	199
9.1 装配基础与装配设计方法	199
9.2 装配设计环境	200
9.3 创建装配体	202
9.4 配合类型	206
9.5 虚拟装配的其他操作	208

9.6 装配体的爆炸视图	222
9.7 综合举例	226
9.8 小结	231
第 10 章 零件工程图	232
10.1 工程图概述	232
10.2 标准三视图和命名视图	237
10.3 创建辅助视图	241
10.4 工程视图的编辑操作	247
10.5 零件工程图	248
10.6 装配体工程图	256
10.7 小结	265
第 11 章 综合案例——球阀	266
11.1 球阀建模实例	266
11.2 球阀装配示例	271
11.3 投影工程图	276
11.4 小结	288
附件 1 安全阀工程图	289
附件 2 减速器工程图	290
参考文献	303

第 1 章

计算机绘图的基本知识

计算机绘图(Computer Graphics,简称 CG)是应用计算机来处理图形信息,从而实现图形的生成、显示及输出的计算机应用技术,是工程技术人员必须掌握的基本技能之一。在新产品设计中,除了必要的计算外,绘图占用了大量时间,采用计算机绘图后缩短了产品开发周期,促进了产品设计的标准化、系列化,所以说,计算机绘图是计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)的最重要组成部分。

1.1 计算机绘图的发展与展望

计算机绘图起源于 20 世纪 50 年代初期,它几乎是与计算机的发展同步发展起来的。在计算机发展初期,人们可以利用打印机等硬拷贝设备打印出粗略的图形。到了 20 世纪 70 年代末期,伴随着微型计算机技术的不断发展,微型计算机绘图及其显示技术得到了进一步的应用和发展,独立于硬件设备的交互式图形软件包的出现,使计算机绘图得以迅速推广和使用。自 20 世纪 90 年代末以来,由于微机硬件和软件的迅速发展,交互式微机绘图已由大中型计算机扩展到微型计算机。计算机绘图已由最初的静态绘图发展到动态交互式绘图,它为设计人员提供实时的输入、输出的图形编辑功能及方便的图形修改能力。完善的二维绘图功能与三维实体造型功能相结合,使计算机绘图与计算机辅助设计成为一个有机整体,增强了设计和绘图能力。与传统的手工绘图相比,计算机绘图主要有如下一些优点。

(1)高速的数据处理能力,极大地提高了绘图的精度及速度,与计算机辅助设计相结合,使设计周期更短,速度更快,方案更完美;

(2)强大的图形处理能力,能够很好地完成设计与制造过程中二维及三维图形的处理,并能随意控制图形显示,以及平移、旋转和复制等;

(3)良好的文字处理能力,能填加各类文字,以及快捷的尺寸自动标注和自动导航、捕捉等功能;

(4)具有实体造型、曲面造型、几何造型等功能,可实现渲染、真实感、虚拟现实等效果;

(5)有效的数据管理、查询及系统标准化,同时还提供强大的二次开发接口;

(6)先进的网络技术,包括局域网、企业内联网和 Internet 互联网上的传输共享等;

(7)友好的用户界面,方便的人机交互,在计算机上模拟装配,不仅可避免经济损失,而且方便、快捷。

1.2 计算机绘图系统

计算机绘图系统是基于计算机的由软件系统和硬件系统组成的系统,软件是计算机绘图系统的核心,而相应的系统硬件设备为软件正常运行提供了基础保障和运行环境。一些学者提出任何功能强大的计算机绘图系统都只是一个辅助工具,系统的运行离不开系统使用人员的创造性思维活动。因此,使用计算机绘图系统的技术人员也属于系统组成的一部分,将软件、硬件及人这三者有效地融合在一起,是发挥计算机绘图系统强大功能的前提。

1.2.1 计算机绘图系统的硬件组成

计算机绘图系统的硬件由三大部分构成:输入设备、主机和输出设备。图 1-1 所示是计算机绘图系统的构成。

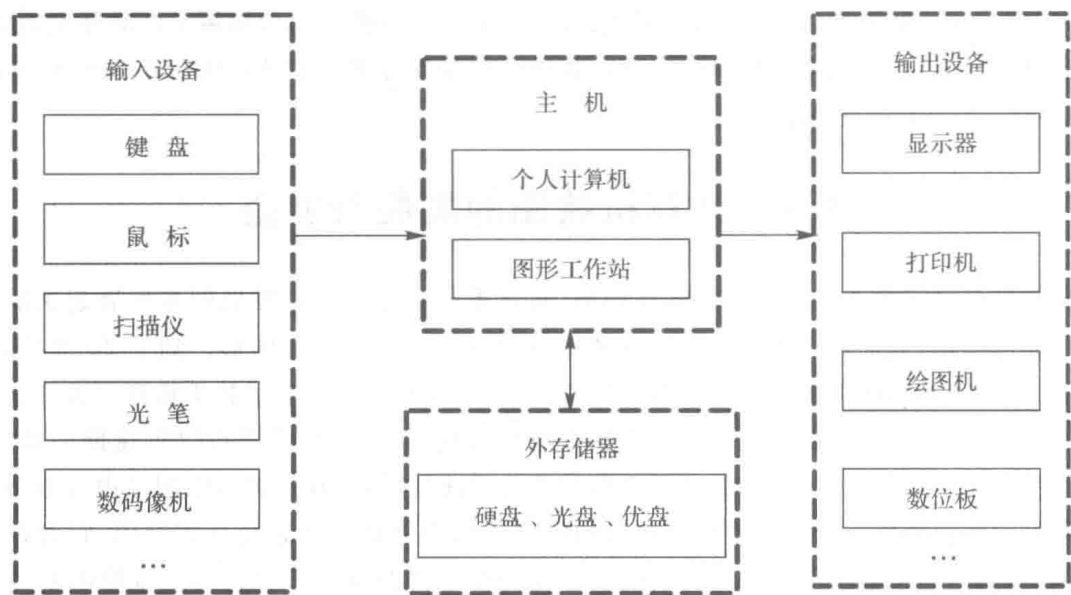


图 1-1 计算机绘图系统的构成

1. 主机

主机由中央处理器(CPU)和内存储器(内存)等组成,是整个计算机绘图系统的核心。CPU 的性能决定着计算机数据处理能力、运算精度和速度。内存是存放运算程序、原始数据、计算结果等内容的记忆装置,如果内存容量过小,将直接影响计算机绘图软件系统的运行效果。这是因为,内存容量越大,主机能容纳和处理的信息量也就越大。按平台配置的不同,主机可分为个人计算机和图形工作站两类。

2. 外存储器

虽然内存储器可以直接和运算器、控制器交换信息,存取速度很快,但内存储器成本较高,且其容量受到 CPU 直接寻址能力的限制。外存储器(外存)作为内存的后援,使计算机绘图系统将大量的程序、数据库、图形库存放在外存中,待需要时再调入内存进行处理。外存设备通常包括硬盘、光盘、U 盘等。

3. 图形输入设备

在计算机绘图过程中,不仅要求用户能够快速输入图形,而且还要求能够将输入的图形以人机交互方式进行修改,以及对输入的图形进行图形变换(如缩放、平移、旋转)等操作。因此,图形输入设备在计算机绘图硬件系统中占有重要的地位。目前,计算机绘图系统常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。

4. 图形输出设备

图形显示器是计算机绘图系统中最为重要的硬件设备之一,主要用于图形图像的显示和人机交互操作,是一种交互式的图形显示设备。图形显示器按显示设备可分3种类型:阴极射线管显示器(CRT)、液晶显示器(LCD)和等离子显示器等。目前,液晶显示器和等离子显示器的应用越来越多,已呈现出取代基于CRT的光栅扫描式显示器的趋势。衡量显示器性能的主要指标是分辨率和显示速度。对于光栅扫描式显示器而言,沿水平和垂直方向单位长度上所能识别的最大像素点数称为分辨率。对于相同尺寸的屏幕,点数越多,距离越小,分辨率就越高,显示的图形也越精细。显示速度同显示器在输出图形时采用的分辨率以及计算机本身处理图形的速度有关。从人机工程学的角度来看,通常应满足人眼观察图形时不出现闪烁的基本要求,图形屏幕的刷新速度应不低于30帧/s。常用的图形输出设备包括图形显示器、打印机、绘图仪、数位板等,其中常用的打印机主要有针式、喷墨、激光打印机等。

1.2.2 计算机绘图系统的软件组成

计算机软件是指控制计算机运行,并使计算机发挥最大功效的各种程序、数据及文档的集合。在计算机绘图系统中,软件配置水平决定着整个计算机绘图系统的性能优劣。因此,通常认为硬件是计算机绘图系统的物质基础,而软件则是计算机绘图系统的核心。从计算机绘图系统的发展趋势来看,软件占据着愈来愈重要的地位。

可以将计算机绘图系统的软件分为3个层次,即系统软件、支撑软件和应用软件。系统软件是与计算机硬件直接关联的软件,一般由专业的软件开发人员研制,它起到扩充计算机功能以及合理调度与使用计算机的作用。系统软件有2个特点:一是公用性,无论哪个应用领域都要用到它;二是基础性,各种支撑软件及应用软件都需要在系统软件的支撑下运行。支撑软件是在系统软件的基础上研制的,它包括计算机绘图时所需的各种通用软件。应用软件则是在系统软件及支撑软件支持下,为实现某个应用领域内的特定任务而开发的软件。下面分别对这3类软件进行具体介绍。

1. 系统软件

系统软件主要用于计算机的管理、维护、控制、运行,以及计算机程序的编译、装载和运行。系统软件包括操作系统和编译系统。操作系统主要承担对计算机的管理工作,其主要功能包括文件管理、外部设备管理、内存分配管理、作业管理和中断管理。编译系统的作用是将用高级语言编写的程序翻译成计算机能够直接执行的机器指令。有了编译系统,用户就可以用接近于人类自然语言和数学语言的方式编写程序,而翻译成机器指令的工作则由编译系统完成。这样就可以使非计算机专业的各类工程技术人员可以用计算机来实现绘图任务。常用的操作系统包括DOS、Windows、UNIX等,常用的编译系统包括Visual Basic、Visual C++、Java等

2. 支撑软件

支撑软件是计算机绘图软件系统的核心,是为满足计算机绘图工作中一些用户的共同需要而开发的通用软件。近 30 多年来,由于计算机应用领域迅速扩大,因此支撑软件的开发研制有了很大的进展,推出了种类繁多的商品化支撑软件,包括 SolidWorks,UG,Inventor 等。

3. 应用软件

应用软件是在系统软件、支撑软件的基础上,针对某一专门应用领域而开发的软件。这类软件通常由用户结合当前绘图工作的需要自行研究或委托开发商进行开发,此项工作又称为“二次开发”。能否充分发挥已有计算机绘图系统的功能,应用软件的技术开发工作是很重要的,也是计算机绘图从业人员的主要任务之一。目前常见的支撑软件都提供了自己的二次开发接口,如 AutoCAD,SolidWorks 等。

1.3 二维计算机辅助绘图

目前,二维计算机绘图已进入普及化和实用化阶段,在航空、造船、汽车、机械、电子、建筑、服装等行业得到了普遍应用。

1.3.1 二维计算机绘图特点

二维计算机辅助绘图与传统的手工尺规绘图在思路基本相同,前者使用计算机作为手工的一种替代形式,在画图的过程中提供了一些快速修改的工具。二维计算机绘图必然取代传统尺规绘图,其主要特点包括以下几方面。

1. 劳动强度降低,图面清洁

手绘绘图,工作人员常常拿着几只不同类型的铅笔,丁字尺、三角板、曲线板等工具不停地在手里更换,而且一旦画错,修改非常费事,甚至要从头来画,图面经常修补会显得脏乱不堪。用二维计算机绘图系统则可以通过鼠标、键盘等输入工具做需要的所有尺规绘图的事情。而且,有统一的线型库、字体库,图面整洁统一。通过二维计算机绘图系统进行绘图能真正做到方便、整洁、清洁、轻松。

2. 设计工作的高效及设计成果的重复利用

二维计算机绘图之所以比手工尺规绘图高效,因其具有拷贝、撤销、存储、删剪等功能。一些相近、相似的工程设计,图纸只要简单修改一下就行了,或者直接套用,而只需按几下键盘、鼠标。而且现在流行的二维计算机绘图软件大多提供丰富的图库(包括标准件库、电器库等),设计师需要时可以直接调入,重复工作越多,这种优势越明显。二维计算机绘图系统均提供的撤销功能让人不必担心画错,它可以返回到画错之前的那一步。

3. 资料保管方便

通过二维计算机绘图软件完成的图形、图像文件可直接存储在 U 盘、硬盘上,这使得资料的保管、调用极为方便。可以将设计项目刻录成光盘,数据可以保存多年。可以将以前的图纸通过扫描仪、数字化仪输入电脑,避免资料因受潮、虫蛀以及破坏性查阅造成的不必要损失。资料的管理更有科学性,只要一台电脑就可以管理得井井有条,资料室也将告别成排的资料

柜,一个单位所有的图纸资料只需几张光盘就可以装下。

1.3.2 常用二维计算机绘图软件简介

下面对常见的二维计算机绘图软件进行简单介绍。

1. 大雄 CAD

大雄二维绘图系列软件由西北工业大学机电学院廖达雄老师领衔开发,采用 VC 7.0 编程语言及 GDI+ 图形库。本系列绘图软件从底层做起,拥有完全的自主版权,适用于 Windows 2000/XP/Vista/WIN7 操作系统。本系列绘图软件由四部分构成:①多媒体教学授课绘图平台,主要用于本科生画法几何多媒体教室授课;②上机实验软件,主要用于计算机绘图上机练习;③引导式多媒体教材,帮助学生快速、便捷掌握计算机绘图基础知识及软件使用;④厂矿企业实用的、专业化绘图软件,用于厂矿企业实际设计绘图。该软件多年来已全面用于西北工业大学本科生工程制图系列课程教学、计算机绘图教学及实验等。

2. CAXA

CAXA 是我国 CAD/CAM/CAPP/PDM/PLM 软件的优秀代表。CAXA 软件最初起源于北京航空航天大学,经过 10 多年市场化、产业化和国际化的快速发展,目前已成为“领先一步的中国计算机辅助技术与服务联盟(Computer Aided X, Ahead & alliance)”,产品覆盖设计(CAD)、工艺(CAPP)、制造(CAM)与协同管理(EDM/PDM)四大领域,有近 20 个模块和构件,构成 CAXA-PLM 集成框架。目前的 CAXA 软件包括 9 大系列 30 多种 CAD, CAPP, CAM, DNC, PDM, MPM 以及 PLM 软件产品和解决方案,覆盖了制造业信息化设计、工艺、制造和管理四大领域。产品包括实体设计、电子图板、工艺图表(CAPP)、制造工程师(CAM)、线切割(CAM)等。

3. AutoCAD

AutoCAD 诞生于 1982 年,最初的 1.0 版只具有简单的二维绘图功能,但同其他大型、专业化的 CAD 软件相比,它对计算机系统的要求较低、价格便宜、具有较高的性能价格比。经过 20 多年的发展,AutoCAD 目前已广泛应用于机械、建筑等众多二维计算机绘图领域,其 DWG/DXF 文件格式已成为事实上的国际标准。

1.4 三维计算机辅助设计

区别于二维计算机绘图,三维计算机设计在设计思路和设计方法上完全不同。三维计算机辅助设计 CAD 不仅仅是二维计算机辅助设计的升级,其三维造型、曲面设计、参数化驱动彻底改变了设计人员的设计习惯,使设计过程与最终产品紧密相关,大幅度地提高了设计速度 and 设计质量。同时三维计算机辅助设计包含装配模拟及干涉检验,以及外围的 CAE 和 CAM 等辅助功能让设计过程进入全新的境界,蕴含着强大的生命力。三维设计是创建数字样机,实现产品全周期数字化的有力工具。

1.4.1 数字样机

数字样机是相对于物理样机而言的,指在计算机上表达的机械产品整机或子系统的数字

化模型,它与真实物理产品之间具有 1:1 的比例和精确尺寸表达,起到用数字样机验证物理样机的功能和性能。由此可见,产品的数字样机形成于产品的设计阶段,可应用于产品的全生命周期,包括工程设计、制造、装配、检验、销售、使用、售后、回收等环节;数字样机在功能上可实现产品干涉检查、运动分析、性能模拟、加工制造模拟、培训宣传和维修规划等方面。数字样机具有以下三个技术特点。

(1)真实性。数字样机产生的根本目的是为了取代或精简物理样机,所以数字样机必须在仿真的重要方面具有同物理样机相当或者一致的功能、性能或者内在特性,即能够在几何外观、物理特性以及行为特性上与物理样机保持一致。

(2)面向产品全生命周期。数字样机是对物理产品全方位的一种计算机仿真,而传统的工程仿真一般仅是对产品某个方面进行测试,以获得产品该方面的性能。数字样机是由分布的、不同工具开发的甚至是异构子模型的联合体,主要包括产品模型、外观模型、功能和性能仿真模型、各种分析模型、使用维护模型以及环境模型。

(3)多学科交叉性。复杂产品设计通常覆盖机械、控制、电子、流体动力等多个不同领域。要想对这些产品进行完整而准确的仿真分析,必须将多个不同学科领域的子系统作为一个整体进行仿真分析,使得数字样机能够满足设计者进行功能验证与性能分析的要求。

1.4.2 三维设计模块

三维设计可分为零件设计、装配体设计、投影工程图 3 个不同的阶段。三维设计的最大特点是设计过程各阶段具有全相关性,使得设计者在任何阶段对设计的修改都会影响其他阶段,设计过程变得非常灵活和轻松,大大提高了设计效率。使用三维工具进行产品设计具有快速、准确、高效的特点。

(1)快速:常规的二维计算机绘图,需设计者把真实三维实体转化成具有约定好的、抽象的工程语言,然后再根据二维图纸还原为三维模型;三维设计则直接借助于真实实体去设计虚拟实体,省去了中间环节。

(2)准确:正因为常规的二维计算机绘图中中间环节的出现,增加了出错的概率。例如,设计员人为导致抽象工程语言表达失误或者主观表述工程图纸的错误都会导致最终设计产品偏离设计的初衷。

(3)高效:三维工具的参数化和全相关性,使得设计变得容易且修改简单。

1. 零件设计

三维设计开始于零件模型的构建,设计者从产品要求和零件的功能入手,对产品的每个零件构建虚拟三维零件模型。

在如图 1-2 所示的某球阀的阀盖和阀体的零件模型中,零件包含的所有几何信息都是以三维实体的形式建立特征按不同的方式组合就形成了零件的三维模型。利用零件的三维模型,对产品的设计和制造都有不同类型的应用,包括:①生成零件的工程图纸;②用于产品的装配,验证设计的合理性;③对零件进行应力分析和强度校核;④产生数控加工代码,直接进行零件加工;⑤产生零件的模具型腔。

2. 虚拟装配

利用三维零件模型可以实现产品的虚拟装配。将两个或多个零件模型(或部件)按照一定

约束关系进行安装,形成产品的虚拟装配,如图1-3所示为某球阀的虚拟装配模型。

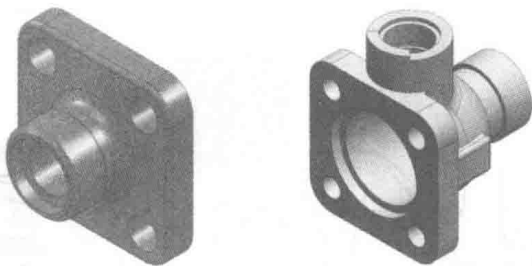


图1-2 某球阀的阀盖和阀体的零件模型

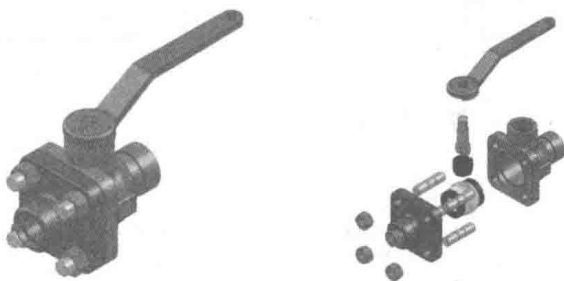


图1-3 某球阀的虚拟装配模型

通过自顶向下的设计,工程师能够在装配环境中参考虚拟装配体其他零件的位置及尺寸设计新零件,更加符合工程习惯。

利用三维设计软件对产品进行虚拟装配,不仅可以进行产品的结构验证,而且可以形成产品的真实效果图像以及对产品进行运动分析。

利用产品的虚拟装配模型,可以进行如下操作。

- (1)生成产品的爆炸图;
- (2)虚拟装配体模型转装配体工程图;
- (3)产品结构验证,分析设计的不足以及查找设计中的错误;
- (4)对产品进行运动分析和动态仿真,描绘运动部件特定点的运动轨迹;
- (5)生成产品的真实效果图,提供“概念产品”;
- (6)生成产品的模拟动画,演示产品的装配工艺过程。

零件和装配可以统称为虚拟模型。利用模型文件,可以快速、自动生成工程图文件。与传统的计算机辅助绘图相比,利用模型文件生成工程图只需要简单地指定模型的投影方向、插入模型的尺寸或添加其他的工程图细节,就可以完成零件或装配体的工程图。

在如图1-4所示的球阀阀盖的工程图中,所有视图都是通过模型投影得到的,尺寸以及注解都可以在模型中建立并插入到当前工程图。同时,由于设计过程的全相关性,当模型的形状发生变化时,工程图中所有相关的视图和尺寸都将产生相应的变化。

1.4.3 参数化三维设计的特点

要想理解参数化,必须知道参数化的4个主要特点:基于特征、基于约束、数据相关和尺寸驱动设计修改。接下来将介绍参数化三维设计软件的一些基本的建模准则,理解掌握特征参

数字化技术的应用,将在 3 维建模方面受益匪浅。

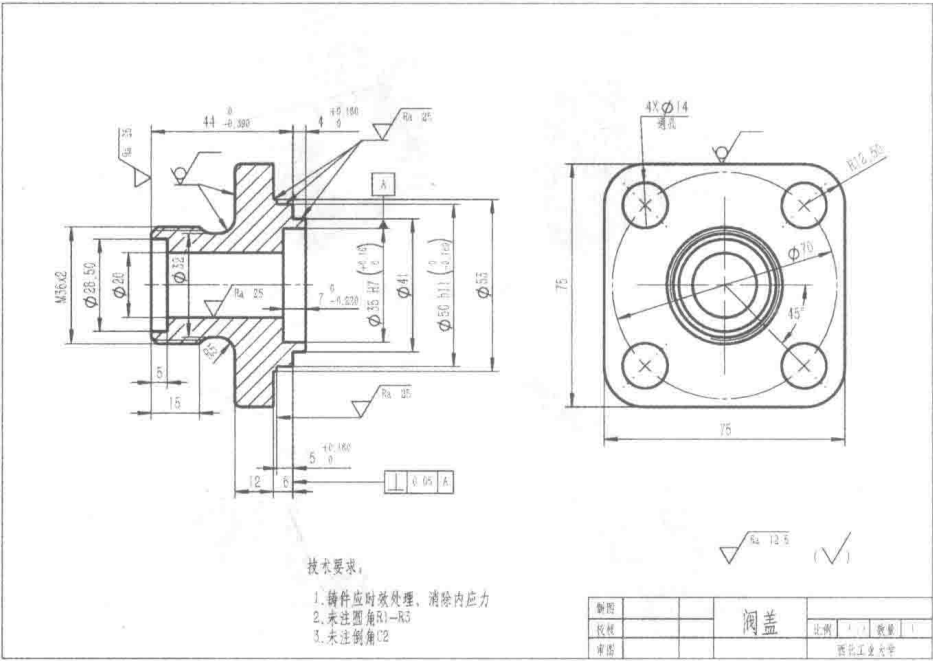


图 1-4 阀盖的工程图

1. 特征建模

特征建模被誉为 CAD/CAM 发展的新里程碑,它的出现和发展为解决 CAD/CAPP/CAM 集成提供了理论基础和方法。什么是特征? 特征就像装配体是由许多单独零件组成的一样,模型是由许多单独的元素组成的,这些元素被称为特征。特征是建模的基础,一般来说,特征构成一个零件或组件的单元,虽然从几何形状上看,它包含作为一般三维模型的基础的点、线、面或者实体单元,但更重要的是,它具有工程制造意义。

建模时,模型使用智能化的、易于理解的几何特征,如拉伸体、旋转体、孔、筋、圆角、倒角和斜度来创建,在特征创建时就可以直接加入到零件中。

三维建模软件中的特征可以分为如下 4 种。

- (1)基础特征:基于草图的特征,通常草图可以通过拉伸、旋转、扫描或放样转换为实体。
- (2)处理特征:用于在基础特征上进行修饰,圆角、倒角、抽壳和斜度就属于这类特征。
- (3)操作特征:在基础特征和处理特征基础上进行操作,如阵列特征、镜像特征等。
- (4)参考特征:用做创建其他特征时的参考,如基准平面、基准轴和参考点等。

一般在特征管理器(也称作模型树,见图 1-5)中显示模型基于特征的结构,特征管理器不仅可以显示特征创建的顺序,而且还可以很容易地得到所有特征的信息,以及对特征的的各个参数和创建顺序进行修改。

特征参数化造型时需要注意如下两点。

- (1)建模时要尽量使用简单的特征来组合形成模型,参数化建模软件是由尺寸来驱动的,越简单的特征,尺寸越少,越容易修改编辑,这样可以使设计意图更加有弹性。
- (2)特征的次序对模型的意图影响很大。由于基础特征将作为其他特征的建模基准,因此

基础特征是模型的几何基础,应将其作为设计中心。

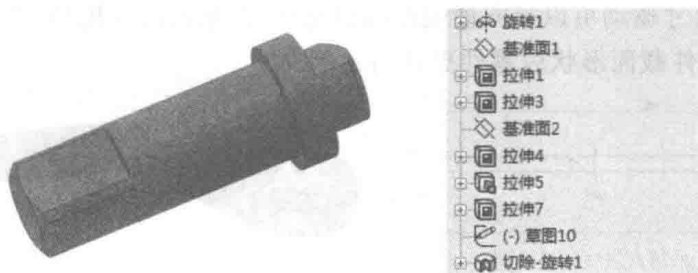


图 1-5 球阀的阀杆

以实体造型为主的三维设计软件,实体造型方法是通过许多特征根据布尔运算及一系列几何约束来生成模型的。也就是造型时必须有一个基础特征作为基础,然后在其上添加特征或去除来最终生成复杂模型,这个基础特征通常称为基体特征。图 1-6 所示是一个盒盖的生成过程,其中第一个特征就是基体特征。

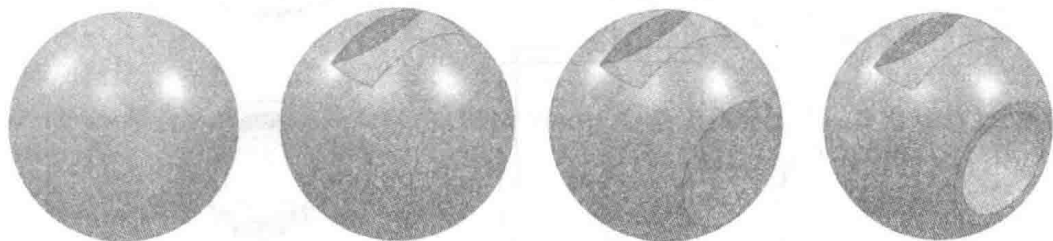


图 1-6 球阀的阀芯

基体是模型的第一个特征,也是创建模型的第一步,因此基本特征的确定对于合理构造模型来说是比较重要的。一般选择一个既符合建模设计思想,轮廓又尽可能大的实体作为基体。

基体特征应当是添加材料的特征,所以拉伸特征就可以用作基体特征,而拉伸切除特征是去除材料的,不能作为基体特征。同样地,对于旋转、拉伸和放样特征,如果是添加材料的,可以作为基体特征,反之是去除材料的,则不能作为基体特征。

2. 参数约束

参数软件支持约束,如平行、垂直、水平、竖直、相切、同心这样的几何关联。此外,还可以通过方程来建立参数间的数学关联,通过使用约束和方程,可以保证捕捉并维持像通孔或等半径这样的设计意图。

特征的约束数目如果少于必须要求的约束数目,则会形成欠约束,如果约束数目过多,则会形成过约束。图 1-7 所示是绘制球阀的把手的截面草图并进行拉伸得到实体的示例。

用于创建的尺寸和关系可以捕捉并存储于模型中,这不仅方便捕捉意图,而且还便于快速而容易地修改模型。

3. 尺寸驱动修改

驱动尺寸是指创建特征时所用的尺寸,包括与草图几何体相关的尺寸和与特征自身相关的尺寸。如圆柱体的直径由草绘圆的直径控制,高度由创建特征时的拉伸深度决定。

参数化建模软件使用尺寸来驱动特征,已建立的模型可以随着尺寸的改变而改变。这一



实体模型是 CAD 系统中所使用的最完全的几何模型类型,它包含了完整描述模型边、表面所必须的所有线架和表面几何信息,除了几何信息,还包括了把这些几何体关联到一起的拓扑信息。

单一数据库使得零件模型、装配模型、制造模型、工程图之间是全相关的,它将所有数据放置在单一数据库上,即在整个设计过程中的任何一处发生参数改动,都可以反映到整个设计过程的相关环节上。所有模块都是全相关的,意味着在产品开发过程中某一处进行的修改能够扩展到整个设计中,同时自动更新所有的工程文档,包括装配体、设计图以及制造数据,这样可以降低资料转换的时间,大大提高设计效率。

模型与它的工程图及参考它的装配体是全相关的,对模型的修改会自动反映到与之相关的工程图和装配体中。同样对工程图和装配体中进行修改,会自动反映到模型之中。三维设计的这种相关性,最大程度地提高了设计人员管理涉及文件盒修改模型的方便性和高效性,也有效保证了设计数据的一致性和统一性。设计人员需要修改工程图的尺寸时,可以通过以下几种方法实现。

- (1) 直接在工程图中双击尺寸进行修改;
- (2) 可以打开工程图参考的零件, 在零件中进行修改;
- (3) 可以在装配体中找到相应零件的尺寸进行修改。