

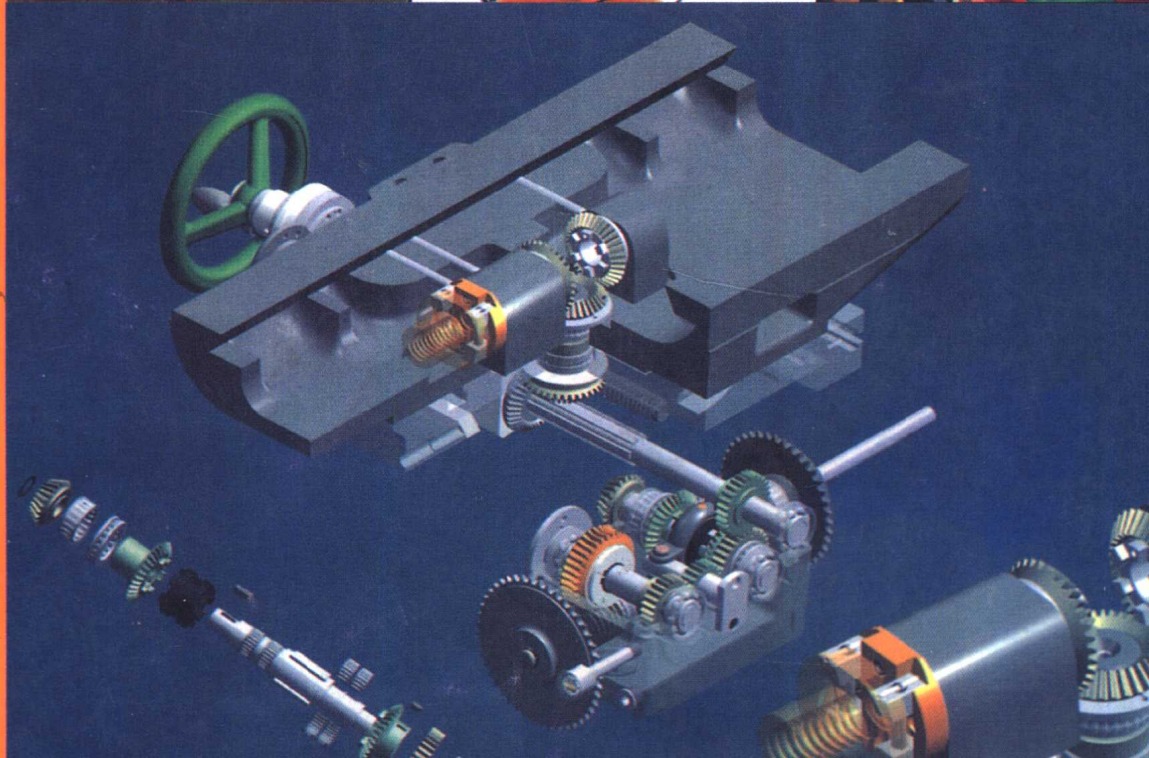
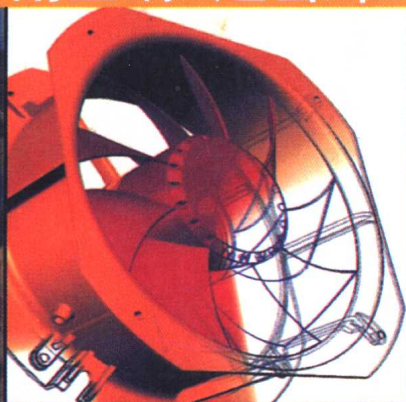
三维

CAD

软件教程

—— Solid Edge 应用与实践

主 编 李启炎 副主编 赵岳辉 李光耀



同
济
大
学
出
版
社

全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材

三维 CAD 软件教程

——Solid Edge 应用与实践

李启炎 主编 赵岳辉 李光耀 副主编
郝泳涛 吴战国 王 利 编著

同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

三维 CAD 软件教程——Solid Edge 应用与实践. 1/
李启炎主编;赵岳辉、李光耀副主编. —上海:
同济大学出版社, 2002. 5
ISBN 7-5608-2407-2

I. S… II. ①李… ②赵… III. 三维-计算机辅助设计-应用软件 IV. TP391. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 019475 号

三维 CAD 软件教程——Solid Edge 应用与实践

作 者 李启炎 主编 赵岳辉 李光耀 副主编 郝泳涛 吴战 王利 编著
责任编辑 王建中 责任校对 徐春莲 装帧设计 陈益平

出 版 同济大学出版社
发 行 (上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 同济大学印刷厂印刷
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 18.5
字 数 474000
印 数 1—6000
定 价 26.00 元
版 次 2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5608-2407-2/TP·248

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

普及计算机辅助设计
迎接人工智能新时代

宋健

内容提要

Solid Edge 软件是在微软公司 Windows 平台上开发的,它集成和兼容了所有 Windows 系统的卓越功能。本书全面地介绍了 Solid Edge 的功能,包括草图设计和规划、钣金设计、装配设计、渲染处理、管道设计、高级塑料件的设计以及如何调用 AutoCAD 文件等,内容非常丰富。本书在内容的安排上循序渐进,深入浅出;同时,在编写过程中吸收了大量工程技术人员应用 Solid Edge 软件包的经验,避免了手册式的枯燥介绍,并以大量事例来介绍该软件的功能和应用。全书通俗易懂,切合实际,适合于高等院校和中等职业学校的师生作为教学用书,同时,也可作为广大工程技术人员的自学用书和参考书。

前 言

计算机辅助设计即 CAD 技术已经成为企业提高创新能力、提高产品开发能力、增强企业适应市场需求的竞争能力的一项关键技术。大力推广应用 CAD 技术、开展“CAD 应用工程”是我国“八五”和“九五”期间的重中之重项目。通过近五年的应用示范, CAD 技术已为机械、汽车、航空、建筑、造船、家电、电气、轻工、纺织等各个行业带来显著的社会效益和经济效益。广大工程技术人员和设计人员进行工程设计和产品开发的过程中, 已离不开 CAD 技术。CAD 技术是一门集计算机、图形学、工程分析、模拟仿真、数据库、网络等各项科学技术于一体的综合科学。它对人才素质的要求较高, 所以, 在实施 CAD 应用工程、推广应用 CAD 技术时, “人才先行”是基本方针。在国家科学技术部、国家教育部等各有关部门的统一部署下, 在全国建立了 CAD 应用培训网络; 同时, 在各高等院校相关专业设置 CAD 技术课程, 并对原有工程制图、机械制图等课程进行改造, 并加强了计算机绘图能力的培养。但目前的情况是: 在教学、培训中, 在一些企业的大量应用中, 仍以二维绘图为主要内容。这一方面解决了很多企业技术人员绘图板的繁杂劳动, 使他们从中解放出来, 为创新设计创造条件, 使各个设计部门的效率得到了提高。但同时, 设计人员在使用 CAD 技术时, 也感到现实产品的设计构思都是基于三维空间的, 现在的设计人员要从三维现实空间构思出产品的造型, 但又无法表达出来。人们需要从三维转化成二维, 以图形形式提交给加工制造部门。这往往既费时、又费力, 且不一定能准确反映实际, 经常发生错误、碰撞和二义性。同时, 在产品开发的过程中, 有限元分析、装配模拟、仿真、加工等都必须以三维模型为基础; 长期以来, 由于三维 CAD 软件价格昂贵, 对技术人员要求高, 除在一些大型企业中应用, 广大中小企业仍只停留在二维绘图的阶段, 这也大大制约了三维 CAD 技术的推广和普及; 在高等院校中也因为经费、设备等各种原因, 除在相关专业的研究生教学中使用三维 CAD 技术外, 很少在大学生中进行教学。美国 UniGraphics Solutions 公司(以下简称 UGS 公司)和国家教育部合作, 由 UGS 公司向各大院校赠送该公司的三维 CAD 软件 Solid Edge, 以满足在高等院校中进行三维 CAD 教学的需要。

Solid Edge CAD 软件是在微软公司 Windows 平台上开发的, 集成和兼容了所有 Windows 系统的卓越功能。其三维实体建模系统具有易教、易学、易用的特点; 参数化特征造型技术定义清晰, 操作直观; 该软件还具有强大的工业装配设计、管道设计和钣金设计的功能。该软件支持从三维到二维以及从二维到三维的转移和相关功能, 用户可以轻松地用它生成和保存二维工程图并与三维实体动态相关。当用户动态修改三维模型时, 零件二维视图、尺寸和注释都能自动更新。Solid Edge 是一个功能强、易学、易用的三维 CAD 软件, 已经在国内外很多企业尤其是制造业中得到了应用。现在 UGS 公司适时在高等院校中推出了三维 CAD 的教育计划, 适应了当前国内外 CAD 技术应用的潮流。

本书在编写过程中吸收了大量工程技术人员应用 Solid Edge 软件包的经验, 避免了手册式的枯燥介绍, 并以大量实例来介绍该软件的功能和应用。全书通俗易懂, 切合实际, 便于组织教学和实践。

本书由全国 CAD 应用培训网络工程设计中心主任李启炎教授担任主编,赵岳辉、李光耀副教授任副主编,同济大学 CAD 研究中心吴战国、王利、郝泳涛讲师等参加编写。其中,第一章由李启炎执笔,第二章、第十章、第十一章由李光耀执笔;第三章、第四章由王利执笔;第五章、第六章由郝泳涛执笔;第七章、第八章、第九章由吴战国执笔;全书由李光耀统稿。在本书的编写过程中得到了同济大学 CAD 研究中心许多同志的关心和支持,在此表示衷心的感谢。

编 者

2002.2

目 录

前言

第一章 CAD 技术概况 (1)

- 1.1 CAD 技术的发展史 (1)
- 1.2 CAD 系统的构成 (2)
- 1.3 CAD 技术的应用 (5)
- 1.4 CAD 技术发展展望 (7)

第二章 Solid Edge 简介 (8)

- 2.1 Solid Edge 软件的特点 (8)
- 2.2 Solid Edge 的安装 (10)
- 2.3 Solid Edge 的启动 (15)
- 2.4 Solid Edge 的用户界面 (16)
- 2.5 一个简单的例子 (17)
- 2.6 Solid Edge 视图介绍 (23)
- 2.7 Solid Edge 中的一些常用工具 (25)

第三章 二维草图设计与规划 (29)

- 3.1 草图命令 (29)
- 3.2 二维绘图 (30)
- 3.3 智能草图 (38)
- 3.4 修改与编辑 (40)
- 3.5 尺寸约束 (48)
- 3.6 几何约束 (53)
- 3.7 关系助手 (57)
- 3.8 变量表 (58)
- 3.9 实例分析 (59)

第四章 基本特征造型 (71)

- 4.1 基于轮廓的特征命令工作流程 (71)

4.2	参考平面	(73)
4.3	拉伸特征	(75)
4.4	旋转拉伸特征	(79)
4.5	扫掠拉伸特征	(81)
4.6	放样拉伸特征	(84)
4.7	切除特征	(88)
4.8	肋板特征	(89)
4.9	孔特征	(92)
4.10	特征修改	(94)
4.11	实例分析	(95)

第五章 生成高级特征与特征编辑 (105)

5.1	高级特征的生成	(105)
5.2	特征的编辑修改	(121)
5.3	实例分析	(130)

第六章 钣金特征的生成与编辑 (132)

6.1	钣金特征的生成过程与全局设置	(132)
6.2	基本钣金特征	(133)
6.3	其他钣金特征	(139)

第七章 二维工程图 (154)

7.1	零件图的组成	(154)
7.2	Solid Edge 零件图环境	(155)
7.3	设定绘图规范	(156)
7.4	视图的生成	(159)
7.5	剖视图和剖面图的生成	(167)
7.6	视图编辑	(171)
7.7	尺寸标注	(177)
7.8	表面粗糙度及焊接标注	(180)
7.9	形位公差标注	(183)
7.10	引出标注命令	(185)
7.11	文字处理	(187)
7.12	命令补遗	(188)

第八章 零件装配 (190)

8.1 零件装配关系	(191)
8.2 装配环境下的特征管理器	(195)
8.3 零件装配的基本过程	(198)
8.4 装配命令简介	(204)
8.5 阵列装配	(207)
8.6 参照装配	(209)
8.7 装配体的三维剖视图	(211)
8.8 设计校验	(214)
8.9 显示配置	(217)

第九章 装配体分解..... (220)

9.1 装配体分解工具	(221)
9.2 装配体分解图的生成	(226)

第十章 文件版本管理和渲染处理..... (228)

10.1 文件版本管理.....	(228)
10.2 文件属性.....	(232)
10.3 查找文件.....	(235)
10.4 生成报表.....	(236)
10.5 模板管理.....	(238)
10.6 生成和修改风格.....	(243)
10.7 渲染.....	(244)

第十一章 综合应用工具 (247)

11.1 数据转换.....	(247)
11.2 OLE 功能	(248)
11.3 特征库及插入文件.....	(250)
11.4 零件族功能.....	(251)
11.5 管道设计功能.....	(256)
11.6 机构运动.....	(264)
11.7 曲面替换和布尔运算.....	(274)
11.8 在 Solid Edge 中调用 AutoCAD 图形.....	(278)

第一章 CAD 技术概况

1.1 CAD 技术的发展史

1. CAD 技术的发展

CAD 是 Computer Aided Design 的缩写,即计算机辅助设计,也就是使用计算机和信息技术来辅助工程师和设计师进行产品或工程的设计。CAD 技术是一项综合性的、正在迅速发展和应用的高新技术。

纵观 CAD 技术的发展历史,它起源于计算机图形学技术的发展。早在 20 世纪 60 年代初,美国麻省理工学院(MIT)的博士生 Ivan . SutherLand 研制出世界上第一台利用光笔的交互式图形系统 SKETCHPAD,并且在一篇题为“计算机辅助设计纲要”的论文中提出了:“设计师坐在 CRT(显示屏)的控制台前用光笔操作,从概念设计到生产设计以至制造,都可以实现人机对话,设计人员可以随心所欲地对计算机显示的图形进行增、删、改、……”这里第一次提出了计算机辅助设计和制造的概念。但在 20 世纪 60 年代,由于计算机及图形设备价格昂贵,技术复杂,只有一些实力雄厚的大公司,如波音飞机、通用汽车等才能使用这一技术。作为 CAD 技术的基础,计算机图形学在这一时期得到了很快的发展,如 Coons 曲面片技术。洛克希德公司还研制了用于数控的图形系统。

20 世纪 70 年代是 CAD 技术充实提高的时期。由于电子电路设计采用了 CAD 技术,使集成电路技术得到很大发展。集成电路用于计算机,使计算机平台的性能大为提高。20 世纪 70 年代推出了以小型计算机为平台的 CAD 系统。同时,图形软件和 CAD 应用支撑软件也不断充实提高。图形设备,如光栅扫描显示器,图形输入板,绘图仪等都相继推出和完善。于是,20 世纪 70 年代出现了面向中小企业的 CAD 商品化系统。如 1970 年,美国 Applicon 公司首先推出基于小型计算机的 CAD 系统。接着,Computer Vision(CV),Inter-graph,Calma 等公司相继推出各自的 CAD 系统。因为这种系统包含了计算机、CAD 软件、图形输入、输出设备,用户只要学会操作即可进行计算机辅助设计工作。人们称这种系统为 Turnkey,即交钥匙系统。

20 世纪 80 年代是 CAD 技术取得大发展的时期。由于集成电路技术的进一步发展,出现了大规模和超大规模集成电路(VLSI)。计算机硬件平台又向前推进了一大步,微型计算机进入市场。1980 年美国阿波罗公司生产出第一台以超级微型计算机为平台的工作站(Workstation)。接着 Sun 微系统公司提出了开放性系统的概念,推出了以 UNIX 系统支撑的 SUN 工作站。这种系统推出的初衷即是为满足工程师、设计师们的需求,提供给他们一个性能好、价格便宜、便于开发的图形处理系统。它一经推出,就受到广大科技界和工业界的青睐。其后,DEC,HP,SGI,IBM,……等供应商都相继进入工作站这一广阔的市场,展开了激烈的竞争。市场需求的驱动,促进了 CAD 技术的不断发展和完善。特别值得一提的

是,20 世纪 80 年代中后期,RISC(精简指令集计算机)技术在 CAD 工作站系统上的应用使 CAD 系统的性能大大提高了一步。与此同时,图形软件更趋成熟。二维、三维图形处理技术、真实感图形技术以及有限元分析、优化、模拟仿真、动态景观、科学计算可视化等各方面都已进入实用阶段,包括 CAD/CAE/CAM 一体化的综合软件包使 CAD 技术又更上一个层次。

20 世纪 90 年代是 CAD 技术广泛普及、继续完善和向更高水平发展的时期,出现了成熟的高度标准化、集成化的 CAD 系统。由于 PC 平台的性能越来越好,基于 Windows 和 Windows NT 平台的价廉物美的系统相继出现,使 CAD 技术的普及应用更具广阔诱人的前景。

2. CAD 技术的地位

CAD 技术综合了信息技术和制造业、工程设计等各个行业、各个领域的技术,日趋成熟。它应用广泛,几乎覆盖了机械、汽车、航空航天、电子、建筑工程、轻工、纺织、服装、家电乃至体育、文艺影视等各个领域。它是促进科技成果转化,提高产品和工程设计水平、缩短新产品开发周期、降低成本、大幅度提高劳动生产率的重要手段,是提高企业自主开发能力,技术创新能力和市场应变能力,参与国际竞争的重要条件。其作用和地位日益为广大科技界和产业界人士所认识。美国国家工程科学院在 1989 年——成立 25 周年时,曾将 CAD/CAM 技术评选为当今最具影响的十大科技成就之一。从表 1-1 中可以看出:CAD/CAM 技术名列第四项。

表 1-1 1989 年十大科技成就

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
登月	应用卫星	微处理机	CAD/CAM	CT	高级复合材料	喷气客机	激光	光纤通信	遗传工程

也有人甚至认为,CAD 技术是自电力技术发展以来对工业界影响最大,能牵动整个产业界向前发展的技术。目前,各个国家都十分重视 CAD 技术的发展和运用。如美国的 AMT 计划、日本的 IMS 发展计划、欧洲共同体的 ESPRIT 计划、韩国的 G7 计划等都是围绕着以 CAD 技术为基础的先进制造技术展开的。我国在经过了“六五”、“七五”等科技发展计划的准备,在“八五”期间明确提出了在全国范围内实施“CAD 应用工程”,大力推广应用这一技术,并在“863”高科技发展计划中确立了以先进制造技术为内容的主题工程。这一切都反映我国对该技术极端重视,并尽其全力推广普及。

1.2 CAD 系统的构成

1. CAD 系统对支撑环境的要求

(1) 高速数据处理能力和数值计算能力,以适应大量工程计算、有限元分析、机械设计、机械运动分析及模拟仿真的需求。这就要求系统有高速中央处理机 CPU,有大容量的主存储器,有优良的数值分析算法乃至并行处理的机制。

(2) 很强的图形处理能力,以适应设计与制造过程中二维及三维图形处理以及透视渲染、真实感图形处理、可视化、虚拟现实等种种高级图形处理技术的需求。这要求系统不仅有高速 CPU,还必须配备强有力的图形处理硬件,以实现图形裁剪、消隐、变换等处理过程。同时,系统应配备性能优良的图形显示器及图形输入输出设备。当然,与之相适应的是高效的图形处理算法及实现手段。

(3) 有效的数据管理功能,以适应大量非结构化的工程数据、图形图表、标准规范以及图象、语音等各种类型数据的管理工作。这要求系统必须有高效的数据存储及传输能力,大容量的存储设备,以及各种媒体数据的录入及管理输出手段、性能良好的工程数据库管理系统。

(4) 系统应符合标准化,适应当前通用的各种国际标准和工业标准,这包括系统的开放性标准,用户界面标准,数据存储与数据交换标准,图形处理标准以及各国家制定的工业标准。如设计规范、标准件库、制图格式标准、编码标准……等等。以便于各种系统间的交换及协同设计、并行工程。

(5) 良好的文字处理能力,以便于进行设计文档、报表、清单的制作。这就要求该系统有可能集成当今流行的字处理软件,如 Word, Excel 等。

(6) 友好的用户界面,以便于学习和使用。这就要求系统具有符合国际标准的图形用户界面、醒目方便的菜单以及适宜于多媒体操作以及中文化的界面。

(7) 系统应具有较强的适合各领域应用的功能,如几何造型、参数化、渲染效果、尺寸驱动、自动导航、特征抽取、有限元分析、机构运动分析、可视化、数控加工等。同时,还应具有较强的二次开发能力和接口,以适应用户自我开发及本地化的需求。

2. CAD 系统组成

(1) 从以上分析可知 CAD 系统是一个综合的、集成了各种技术在内的系统,它将信息技术与应用领域技术紧密集成在一起。它所涉及到的信息技术有:

计算机技术 包括计算机硬件,即主机(CPU 和存储器)、外围设备、接口技术等;计算机软件,包括操作系统 OS 和编程语言、软件工具、开发方法(面向对象技术)等。

图形学 包括图形学算法及其实现、图形软件及其标准化,图形设备(显示器、绘图仪、数字化仪、扫描仪)。

数据管理 工程数据库管理系统、能处理文本、图形、图像、CAD 文件、标准、规范等各种工程数据。

数值分析 包括有限元分析、模拟、仿真等技术。

智能技术 包括知识工程、专家系统、人工智能及智能化接口等。

人机界面 如图形用户界面 GUI、多媒体界面等。

数据交换 包括各系统间数据交换的标准接口,如 DXF, IGES, STEP 等。

网络通信 包括局域网、广域网、分布式处理、客户机服务器即 Client/Server 系统、In-

ternet 和企业内联网 Intranet、外联网 Extranet。

(2) CAD 系统的组成如图 1-1 所示。

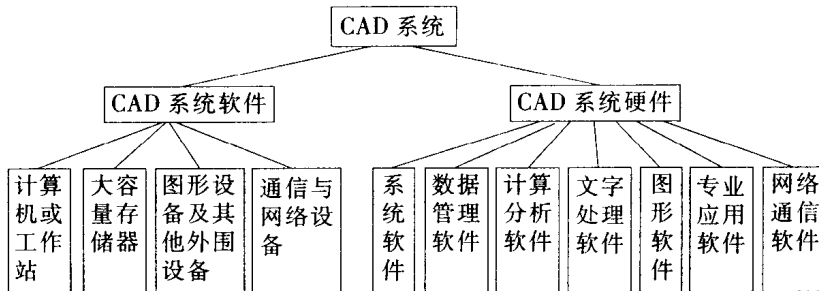


图 1-1 CAD 系统的组成

3. CAD 系统中的软件环境

(1) 系统软件

系统软件主要是指计算机操作系统和编程语言。目前,运行在工作站上的操作系统是 UNIX;在 PC 平台上则是 DOS, Windows, Windows 95, Windows 98, Windows NT 等。UNIX 已成为国际上公认的具有标准意义的操作系统,它已经能在从大型机到微型机的各种硬件平台上安装。在 PC 机上 Windows 系统已取代 DOS 系统,成为 PC 机的主流操作系统。

编程语言是用来进一步开发的工具。现在,在 CAD 领域内常用的语言有 Fortran, Basic, C, C++, Visual C, Visual Basic 等。一些图形软件和 CAD 软件中有专门的开发工具,提供和编程语言的接口。

(2) 工程分析软件

它包括有限元分析以及模拟仿真软件。

(3) 几何造型和图形处理软件

造型技术是将客观现实在计算机中表示出来的一项关键技术。线框造型、曲面造型和实体造型是目前流行的三大造型技术。实际 CAD 系统中采用了以上三种造型或者混合造型技术,现在最著名的三维造型核心系统有 ACIS, PARASolid 等。这些三维造型技术已为很多著名的 CAD 系统采用,如 I-DEAS, PRO/E, UG-II, Solid edge, Solid works 等等。

二维和三维图形处理技术包括图形编辑,如缩放、平移、旋转、变换等各种图形操作,是 CAD 系统乃至出工程图的必不可少的部分。

随着科学技术的发展,造型技术除了几何造型外,又有能反映制造业中加工工艺特性特征造型的技术,并使之参数化,使设计人员和工艺技术人员能很方便地使用这种技术进行产品的设计和加工。

(4) 数据管理软件

信息处理技术中采用的数据库管理系统,如 ORACLE, SYBASE, DB2……多为关系型数据库管理系统。这类商用数据库管理系统已经在各类事务管理中得到广泛的应用,它们很适宜于管理结构化类型的数据。如人事、财务、金融等系统中大多为这类数据。但在 CAD 系统中,涉及到大量的图形数据及其他各类与产品属性有关的非结构化数据,相对而

言要复杂得多。因此,对工程 CAD 数据管理系统的要求也高,目前,已出现了便于工程数据管理的面向对象数据库系统,即 OODB。

(5) 网络软件

CAD 系统正在向网络化、分布式处理发展。这就要求 CAD 软件本身网络化。同时也要求系统具有网络管理功能。小型的 CAD 系统以运行于企业内部一个部门或一幢大楼的局域网来解决信息和资源的共享,以 Novell 公司的 Netware 为网络操作系统。可以提供 10MB 和 100MB 的以太网传输功能。当 CAD 系统中有工作站、小型机及 PC 不同机种的时候,则需要运行 TCP/IP 协议来解决异种机的通信。

当今最热门的话题是因特网 Internet 和建立在 Internet 构架上的企业内联网 Intranet。企业的 CAD 系统其发展趋势随着经济全球一体化的发展必然会走上信息高速公路,形成国际化的 CAD 企业网络。各种设计图纸信息和其他信息可以通过 Internet 网传播到任何一个目的地。实现异地设计和异地制造。当然,这种需要有支撑 Internet 网的浏览器软件,以及支撑 Intranet 网的各种应用软件。

(6) 文字处理软件

过去,在 DOS 环境下,以我国自主开发的 WPS 软件作为汉字文字处理的主要软件。在 Window 环境下,则以 Office 软件中的 Word 等中文处理环境作为主要的软件。图形处理和 CAD 软件应当有相当的接口,可以将这些字处理软件集成进来,以便利用它们强大的字处理功能实现文字编辑工作,为完成 CAD 文档服务。

1.3 CAD 技术的应用

1. 制造业中的应用

CAD 技术已广泛应用于各个领域,其中,以机床、汽车、飞机、船舶、航天器……制造业应用最为广泛,深入。众所周知,一个产品的设计过程要经过概念设计、详细设计、结构分析和优化、仿真模拟等几个阶段。概念设计主要解决产品的造型外观,在满足功能的前提条件下,使产品外观和外界环境协调,在现化设计中还应考虑对环境的污染使其减至最小。当然还要考虑产品的整体结构、材料及实现主要功能的机构;详细设计是要确定产品的详细结构,各零部件的设计,所以又称为部件设计,包括各零部件的尺寸、形状和结构;结构分析主要包括有限元分析,将对各部件及产品整体的结构进行力学性能、热学性能的分析;仿真模拟则主要是对产品进行装配模拟、运动机构模拟,进行干涉、碰撞分析。

CAD 技术可以说贯穿于整个设计过程。而且现代设计技术还从并行工程的概念出发进行面向产品全生命周期的设计,即在设计阶段就对产品整个生命周期进行综合考虑,包括产品的功能、外观,对其可装配性、可生产性、可维持性、可循环利用性和环境的融和化等进行全面设计。

2. 工程设计中的应用

工程设计领域中 CAD 技术的应用也是比较早的。实际上,用计算机进行结构分析计算早在 20 世纪五六十年代就已开展。但真正在建筑、结构等领域应用 CAD 技术取得显著成效的,则是在 20 世纪 70 年代。当时由小型计算机组成的图形系统推出,并广泛应用于 CAD 工程设计领域。较早应用并得到工程界认可的是 Intergraph 公司推出的 CAD 系统。我国工程界在 20 世纪 70 年代开始也已经开始应用 CAD 系统,并着手研制、开发适合中国国情的工程 CAD 系统。至 20 世纪 80 年代和 20 世纪 90 年代已形成了建筑、结构、水、电、暖设备等一系列工程设计软件,这类系列软件运行于微型计算机上,具有中国国家标准,规范。其中,比较流行的有 ABD,PKPM,APM,HOUSE 等等。

归纳起来,CAD 技术在工程领域中的应用有以下几个方面:

- (1) 建筑 方案设计、三维造型、建筑渲染图(也就是我们通常所说的概念设计)、平面布景、建筑构造设计、小区规划、日照分析、室内装璜、包括室内分隔、家俱、环境装修等。
- (2) 结构 有限元分析、结构平面设计、框、排架结构计算和分析、高层结构分析、地基及基础设计,钢结构设计与加工;
- (3) 设备 水、电、暖各种设备及管道设计;
- (4) 市政建设 城市规划、城市交通——道路高架、轻轨、地铁;
- (5) 市政管线 自来水、污水排放、煤气、电力、暖气、通信(包括电话、有线电视、数据通信等);
- (6) 交通工程 公路、桥梁、铁路、航空、机场、港口、码头;
- (7) 水利工程 大坝、水渠、河海工程;
- (8) 房地产开发及物业管理;
- (9) 工程概预算;
- (10) 施工过程控制与管理;
- (11) 风景、旅游景点设计与布置;
- (12) 智能大厦设计等。

目前,在工程 CAD 软件中,集建筑、结构、水、电、暖设备于一体的集成化 CAD 软件尚不多见,在国内开发和市场上推出的软件大多为单项设计软件,工程领域中集成化软件的开发也是当今软件开发商们集中关注的热点。此外,科学计算可视化以及虚拟现实技术正应用于建筑物抗震、抗风、抗灾的分析研究以及虚拟建筑、室内漫游等现代化设计方法中,因此,具有广阔的应用前景。

3. 其他应用

CAD 技术除了在制造业和工程设计领域中的应用外,在轻工、纺织、家电、服装、制鞋、医疗和医药乃至文化娱乐和体育都会用到 CAD 技术。轻工中,轻工机械的设计、化妆、洗涤用品、盛器、三维造型、模具设计及包装平面设计,各种小商品的造型设计;纺织行业中印花提花设计、服装 CAD 及排料、裁剪;制鞋业中造型以及配合人体足部骨骼肌腱的人体工

学设计;医药中的分子键结构分析、医疗器械以及辅助医疗手术、家电产品的造型和模具技术,在文化娱乐上已大量利用计算机造型仿真出逼真的原始动物和外星人,并将动画和实际背景以及演员的表演天衣无缝地合成在一起,在电影制作技术上大放异彩,拍制出一个个激动人心的巨片,如未来世界、玩具总动员、侏罗纪公园、大灌篮等。

1.4 CAD 技术发展展望

CAD 技术目前发展的趋势概括起来是:标准化、智能化和集成化。

随着 CAD 技术应用越来越广泛 CAD 标准化体系进一步完善。在 20 世纪 80 年代,已经出现了计算机图形系统方面的标准:如计算机图形接口 CGI(Computer Graphics Interface)、图形核心系统 GKS(Graphics Kernel System)和 GKS-3D、层次结构图形系统 PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)等;产品数据交换方面的标准有:基本图形交换规范 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)、和产品模型数据交换标准 STEP(STandard for Exchange of Product model data)。STEP 标准目前正在不断完善之中。它是覆盖了整个产品生命周期的数据交换标准。对协同设计、并行工程、集成制造等具有重要的意义。

系统智能化是 CAD 技术发展的又一热点。一方面设计领域的专家知识和工程技术人员的经验积累非常丰富,如何将这些宝贵的财富融合于 CAD 系统中,使之成为可以继承的知识宝库;另一方面 CAD 系统本身的智能化,如用户界面、数据采集、各种模型的自动生成、方案的优选、仿真模拟技术和多媒体技术的应用等。

集成化是当今 CAD 技术发展的一大趋势。CAD 技术不是孤立的。首先,它集成了计算机软、硬件、数据库、外围设备、图形学、网络及各个应用领域的技术。同时,它又不断和 CAM(计算机辅助制造)、CAPP(计算机辅助工艺流程规划)以及 MIS(管理信息系统)、PDM(产品数据管理)、MRP(制造资源管理)等系统相集成。

科学计算可视化、虚拟设计、虚拟制造技术是 20 世纪 90 年代 CAD 技术发展的新趋向。波音 777 飞机是世界上第一架实现无图纸设计与制造的飞机,它避免了传统的制造实样样机的过程、节约了投资、缩短了开发周期。这大大增强了企业的竞争能力。这种技术已经在制造业领域内推广,并会越来越为广大企业接受,成为企业技术进步的动力。

由于因特网 Internet 的发展,使得这些设想得以实现。因此,人们必须对在 Internet 构架上建立起的 Intranet 进行深入的探讨,如何构造在 Intranet 体系上的 CAD/CAM 集成化系统将会是人们追踪的热点。特别是在经济全球一体化的背景下,并行工程、异地设计制造等概念的发展和应用,基于网络、基于 WEB 的协同设计制造系统大受青睐。现在已有一些标准,如解决异构系统平台的 XML 和 XML-3D,以及解决三维图形、图像在互联网上传输共享的 VRML 标准相继出台,已经为我们在互联网的构架,建立协同设计和协同工作的环境打下了基础。