

计算机工业应用技术丛书

JISUANJI GONGYE YINGYONG JISHU CONGSHU

计算机辅助设计与工程分析

● 景作军 方建军 徐宏海 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

计算机工业应用技术丛书

计算机辅助设计与工程分析

景作军 方建军 徐宏海 编著

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与工程分析/景作军, 方建军, 徐宏海
编著. —北京: 化学工业出版社, 2001.10
(计算机工业应用技术丛书)
ISBN 7-5025-3472-5

I. 计… II. ①景…②方…③徐… III. ①计算机辅助设计
②计算机辅助分析 IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 069995 号

计算机工业应用技术丛书
计算机辅助设计与工程分析
景作军 方建军 徐宏海 编著
责任编辑: 张兴辉
责任校对: 马燕珠
封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社
工业装备与信息工程出版中心 出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64918013
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 787×1092 毫米 1/16 印张 19 字数 461 千字
2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷
印 数: 1—4000
ISBN 7-5025-3472-5/TP·294
定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

计算机工业应用技术丛书

编写委员会

主 任	黄淼云				
副主任	张常年	李也白			
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	马全明	方建军	王振红	冯晓君	左 岐
	张吉生	张向慧	张学忠	张常年	李也白
	李 凯	邱 岩	岳中心	罗学科	姚建平
	胡春江	赵红怡	唐良瑞	徐宏海	郭书军
	黄淼云	景作军	景晓军	谢晓辉	谢富春
	韩 朝	蔡 炯			

序

我国在“十五”期间和今后相当长的时期内将大力发展国民经济和推进社会信息化。这是覆盖现代化建设全局的战略举措。以信息化带动工业化，改造传统产业、发展以信息技术为代表的高新技术产业，从而推进国家现代化建设，已经成为全社会的共识。信息化给企业的经营、管理和发展带来了前所未有的冲击、挑战和机遇，信息化是必然趋势。

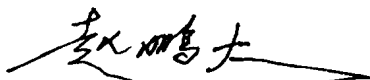
当前计算机应用朝着多领域发展，信息化技术涉及多方面的工作，主要包括计算机的广泛利用；企业内部网的建立并与外界实现网络互联；方便访问和利用的信息资源；生产过程控制方面的信息技术应用；计算机辅助设计用于设计新产品；企业生产、流通或服务信息系统有效运转并利用信息网络等手段与外界进行商务往来；建立企业综合管理信息系统等等。随着计算机新技术的不断出现，信息化的内容和工作也将不断扩展。凡是关心国家信息化建设、从事计算机应用开发工作的科技工作者和专业技术人员，都很有必要了解和掌握计算机技术的进步和计算机应用技术的发展。《计算机工业应用技术丛书》就是为以上目的编写的。

《计算机工业应用技术丛书》一套共八册，300多万字，涉及了当今计算机应用技术的主要领域。其中，《计算机辅助设计与工程分析》和《计算机辅助制造》论述了CAD/CAM的主要技术方法并辅以大量的设计制造实例和经验；《工业企业决策支持系统》、《管理信息系统解决方案》和《数据库与工程应用》从不同的角度论述了信息处理技术在企业管理和办公自动化等领域的应用方法、设计技术和如何开发一个以数据库为中心的信息管理系统技术，介绍了多种理论和实用技术；《计算机通信与工业控制》则从企业自动化生产的角度讨论了计算机通信与控制技术的结合并通过先进的背景技术和丰富实例给予说明；《数字信号处理及其MATLAB实现》和《图像处理实用技术》则从另外的角度讨论了计算机信息处理技术的发展和变化，用全新的理论和方法研究和处理信息，使信息的表现更丰富多彩、更实用。

《计算机工业应用技术丛书》参考了国际上相关领域的专著和资料，也融会了作者们长期以来的研究成果和心得。对于从事计算机应用工作和关心计算机技术发展的读者，从这套书中可以得到很多启迪和对一些重要问题的解答。它的出版，对推动企事业单位信息技术的发展和应用会产生积极的影响。

《计算机工业应用技术丛书》立足于应用。在内容组织和编排上从理论到实践、由浅入深、图文并茂、通俗易懂。本套书中阐述的解决方案和开发工具是目前先进的和流行的。对于计算机应用技术人员以及从事计算机应用工作的其他专业的科技人员，它都是一套很有益的参考书。

中国科学院院士



2001年6月于北京

前 言

随着计算机软硬件技术的飞速发展, CAD/CAE 技术从最初的画图、计算发展到今天已深入到工程中的各个行业。与 CAD/CAE 软件技术相比, CAD/CAE 技术的应用在其深度与广度上还存在较大滞后, 如何更加深入地应用 CAD/CAE 技术, 解决工程实际中的相关问题, 是每一个工程技术人员面临的任务。

本书作为工程技术人员的参考书, 在编写过程中主要是从工程应用的角度介绍 CAD/CAE 的有关内容。在内容的取舍上着重于应用过程中所涉及的一些问题, 如 AutoCAD 的二次开发的问题, 系统分析计算中的建模问题, 应用过程中的步骤、方法等问题, 目的在于使读者对 CAD/CAE 技术应用的过程有一个较深入的了解与认识, 帮助读者掌握 CAD/CAE 技术的应用, 解决一些工作中的实际问题。

本书共分 11 章。第 1、2 章介绍了有关 CAD/CAE 的基本概念与基本原理; 第 3~7 章介绍了有关 CAD 应用的重点内容, 着重介绍了 AutoCAD2000 Object ARX 二次开发方法与实例, 所介绍的实例均经过作者的上机调试; 可供读者在编程时调用; 第 8 章给出了 CAD 的应用实例; 第 9~11 章介绍了工程有限元的基本方法与工程应用实例, 着重介绍了工程有限元应用的建模方法, 并给出了相关的实例, 可供读者在实际应用中参考。

本书由景作军、方建军、徐宏海编著, 其中徐宏海编写了第 1 章、第 2 章和第 8 章的 8.1、8.2, 方建军编写了第 3~7 章和第 8 章的 8.3, 景作军编写了第 9~11 章, 李凯编写了第 8 章中部分实例。本书在编写过程中参阅了近几年来出版的有关 CAD/CAE 方面的书籍和论文, 也从互联网上下载了有关 CAD/CAE 的一些最新科研成果和应用实例, 在此向所有参考文献的作者表示感谢。北方工业大学机电中心的有关老师在编写本书的过程中给予了很大的帮助, 李凯帮助作者录入了部分内容, 在此一并致谢。

由于编者水平有限, 并且 CAD/CAE 技术内容发展迅速, 书中难免有缺点、错误, 敬请读者批评指正。

编著者
2001 年 7 月

内 容 提 要

全书系统论述了 CAD/CAE 的主要技术方法并辅以大量的设计实例和经验。内容共 11 章，着重阐述了工程技术人员在应用过程中的一些实际问题，包括 AutoCAD 的二次开发、工程分析中的有限元法及其建模、应用过程中的步骤和方法等。

本书主要面向从事计算机辅助设计和工程分析的相关工程技术人员，也可供高校相关专业师生参考。由于书中附有大量的程序代码，所以读者应具备一定的 Visual C++6.0 的编程知识。

目 录

第 1 章 CAD 技术简介	1
1.1 CAD 基本概念及其系统组成	1
1.2 CAD 技术状况	2
1.2.1 发展历程	2
1.2.2 网络时代 CAD 技术的特点及发展趋势	3
1.2.3 常用 CAD 软件简介	5
1.3 CAD 应用领域	10
1.3.1 电子工业	11
1.3.2 机械工业	11
1.3.3 建筑行业	13
1.3.4 其他行业 CAD 技术的应用	13
第 2 章 CAD 技术应用基础	14
2.1 CAD 系统的选择	14
2.1.1 软硬件选择原则	14
2.1.2 CAD 系统的选择原则	15
2.1.3 软硬件选择步骤	16
2.1.4 注意事项	17
2.2 CAD 技术的标准体系	17
2.2.1 CAD 通用技术规范	17
2.2.2 CAD 开发和应用标准化	18
2.2.3 CAD 制图标准化	18
2.2.4 CAD 数据交换	18
2.2.5 电子设计自动化 CAD 描述语言标准	19
2.2.6 CAD 标准件库	19
2.2.7 CAD 文件管理	20
2.2.8 CAD 光盘存档	20
2.2.9 标准体系中的其他标准	21
2.2.10 标准体系中的相关标准	21
2.2.11 CAD 一致性测试	22
2.2.12 CAD 标准体系表	22
2.3 CAD 三维造型图形基础	23
2.3.1 CAD 图形软件标准	23
2.3.2 计算机三维建模技术	31
第 3 章 AutoCAD 2000 绘图环境定制	36
3.1 用户定制菜单	36

3.1.1	菜单的文件类型和文件结构	36
3.1.2	菜单项定义语法	37
3.1.3	菜单项的表示	41
3.1.4	面向菜单的帮助	42
3.1.5	屏幕菜单	42
3.1.6	下拉菜单	43
3.1.7	加速键	45
3.1.8	图像菜单	46
3.2	工具条	48
3.2.1	工具条的外观和定义方式	48
3.2.2	工具条实例	50
第 4 章	ObjectARX 2000 入门	51
4.1	AutoCAD 2000 开发工具	51
4.1.1	开发工具概述	51
4.1.2	开发工具的评价	52
4.2	ObjectARX SDK	53
4.3	创建第一个 ObjectARX 程序	54
4.3.1	创建 ObjectARX 程序框架	54
4.3.2	编写代码	56
4.3.3	程序运行与命令加载（卸载）	58
4.3.4	程序分析	59
4.4	ADSRX 库函数	62
4.4.1	ADS 定义的数据类型	62
4.4.2	ADS 输出函数	63
4.4.3	用户输入函数	64
4.4.4	结果缓冲区链表和类型码	71
4.4.5	实体选择和常用选择集操作函数	73
第 5 章	ObjectARX 数据库编程	79
5.1	AutoCAD 数据库概述	79
5.1.1	符号表	79
5.1.2	有名对象字典	79
5.1.3	句柄、对象 ID	80
5.2	AutoCAD 数据库基本操作	80
5.2.1	向数据库添加实体对象	80
5.2.2	向数据库添加非实体对象	85
5.3	符号表	86
5.3.1	获取指定符号表记录的指针或 ID 号——getAt()函数	87
5.3.2	确定符号表中指定记录是否存在——has()函数	87
5.3.3	向符号表中添加记录——add()函数	87
5.3.4	获取符号表的指针	88

5.3.5 符号表浏览器——newIterator()	88
5.4 符号表应用实例	88
5.4.1 块表操作和块表浏览器	88
5.4.2 层表和线型表操作	97
5.5 组和组字典	102
5.5.1 组(AcDbGroup)	102
5.5.2 字典(AcDbDictionary)	103
5.5.3 组与字典应用实例	104
5.6 图块的定义和引用	110
第 6 章 几何类与实体类	139
6.1 类模板 AcArray	139
6.2 ObjectARX 的几何类	144
6.2.1 AcGePoint2d 类	144
6.2.2 AcGeCircArc2d 类	146
6.2.3 AcGeLinearEnt2d 类	152
6.3 ObjectARX 的实体类	154
6.3.1 实体的公共属性	154
6.3.2 AcDbEntity 类	156
6.4 AcDbHatch 类	164
6.5 AcEdJig 类	170
6.5.1 定制 AcEdJig 类	171
6.5.2 使用 AcEdJig 类的一般步骤	171
6.5.3 为拖动过程设置参数	171
6.5.4 拖动循环	171
6.5.5 AcEdJig 类的成员函数	172
6.5.6 AcEdJig 类应用举例	173
6.6 AcDbDimension 类	179
6.6.1 尺寸标注对象	179
6.6.2 尺寸标注类的主要成员函数	180
6.6.3 尺寸标注对象的生成	180
6.6.4 设定尺寸标注参数	180
6.6.5 尺寸标注的鼠标拖动技术	182
6.6.6 尺寸标注实例	183
第 7 章 AutoCAD 用户界面设计技术	193
7.1 对话框设计原则和规范	193
7.1.1 设计原则	193
7.1.2 对话框设计规范	194
7.2 Windows 对话框	194
7.3 ObjectARX 的用户界面类	195
7.4 模式对话框	196

7.4.1 建立项目文件	196
7.4.2 创建对话框资源	197
7.4.3 创建对话框类	198
7.4.4 编写代码	199
7.5 无模式对话框	208
第8章 CAD 技术应用实例	219
8.1 建筑门窗 CAD	219
8.1.1 建筑门窗 CAD 技术的研究现状	219
8.1.2 建筑门窗 CAD 的基本思想	220
8.1.3 综合应用举例	224
8.2 AutoCAD2000 三维造型实例	225
8.3 AutoCAD2000 参数化设计实例	232
8.3.1 参数化绘图的原理	233
8.3.2 齿轮参数化绘图	233
第9章 工程有限元技术应用基础	237
9.1 CAE 的含义与意义	237
9.2 CAE 技术发展概况	238
9.2.1 有限元技术的发展	238
9.2.2 结构优化技术的发展	238
9.2.3 结构强度与寿命评估的发展	239
9.2.4 机械动态仿真的发展	239
9.3 有限元软件概况	239
9.3.1 MSC.NASTRAN	239
9.3.2 MSC.MARC	240
9.3.3 ANSYS	241
9.3.4 ALGOR	241
9.3.5 MSC.PATRAN	242
9.4 有限元分析的基本过程	242
9.4.1 一个简单的实例	242
9.4.2 有限元分析的一般步骤	244
9.5 结构线性静力分析的有限单元法	245
9.5.1 单元分析	245
9.5.2 单元集成求解有限元方程	246
9.6 结构动力学问题的有限单元法	247
9.6.1 结构动力学方程	247
9.6.2 系统的动力响应	248
9.7 结构非线性有限单元法	249
9.7.1 单元分析	250
9.7.2 单元集成及非线性方程组的求解	250
9.8 温度场问题的有限单元法	251

9.8.1	温度场问题的基本方程	251
9.8.2	稳态温度场的有限单元法	253
9.8.3	瞬态温度场的有限单元法	256
第 10 章	工程有限元建模技术	258
10.1	几何建模与单元类型	258
10.1.1	几何建模技术	258
10.1.2	单元类型	262
10.2	网格划分技术	268
10.2.1	单元类型的选择	268
10.2.2	网格划分技术	269
10.3	边界条件处理	274
10.3.1	约束边界条件处理	274
10.3.2	载荷边界条件处理	275
10.3.3	接触边界条件处理	275
10.4	材料特性	276
10.4.1	金属材料	276
10.4.2	橡胶类材料	278
10.4.3	复合材料	278
第 11 章	工程有限元技术应用实例	279
11.1	线性问题应用实例	279
11.1.1	杆结构的线性屈曲分析	279
11.1.2	梁的弯曲	280
11.1.3	平面桁架的静力分析	280
11.1.4	销连结构的静力分析	281
11.1.5	板结构的动力分析	282
11.2	非线性问题应用实例	283
11.2.1	法兰盘的连接分析	283
11.2.2	冲压成型分析	284
11.2.3	冷弯成型分析	286

第 1 章 CAD 技术简介

1.1 CAD 基本概念及其系统组成

CAD 是计算机辅助设计(Computer Aided Design)的英文缩写, 也称作设计自动化(Design Automation)。国外把 CAD 技术作为现代化设计的方法和手段, 称它为新技术起飞的“引擎”。CAD 的含义很广, 但是各个行业对 CAD 的理解都有其片面性, 例如有人把应用计算机进行科学计算、分析看成 CAD, 或者把 CAD 看成是计算机绘图, 因此有必要对 CAD 给出恰如其分的说明。由于 CAD 技术仍处于不断发展过程中, 不同国家、地区的学者从不同的角度出发, 对 CAD 的理解不完全相同。

CAD 的准确含义应该是指使用计算机系统来辅助一项设计的建立、修改、分析或优化等。因此, CAD 系统支持设计过程的各个阶段, 即方案设计、总体设计和详细设计, 其主要功能是减轻设计人员的制图、绘图及改图等繁重劳动, 协助编写各种材料或零件明细表、工艺流程及施工文件等。同时, 它又将设计和工程计算、有限元分析和模拟仿真结合起来, 以实现优化设计, 这又称为计算机辅助分析(CAE)。CAD 的主要特点是让计算机去完成那些比较机械、繁琐的工作, 如绘图、计算、设计图纸及文件的存储和检验等。由设计人员提出新的设计思想和设计方案, 利用计算机对各种设计方案进行综合评审和选择。因此, 这是一种人机紧密结合的交互式系统, 使人、机在设计过程中互相取长补短, 以达到最佳的合作效果。

基本的 CAD 系统由计算机硬件系统与软件系统组成见图 1-1。

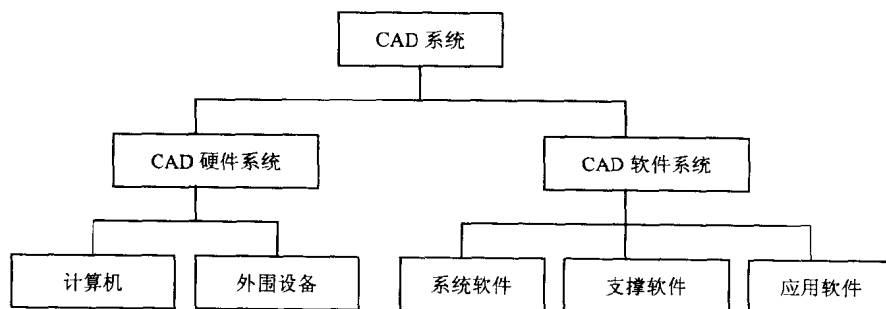


图 1-1 CAD 系统组成

计算机及其外围设备称为 CAD 硬件系统。CAD 软件系统由系统软件、支撑软件及应用软件组成。系统软件决定了系统的使用方式, 特别是交互处理的能力。常用系统软件有 DOS、UNIX、WINDOWS 等。支撑软件也称功能软件, 是以系统软件为基础, 用来开发 CAD 应用软件所需的一切通用软件, 主要包括几何建模、绘图、设计和有限元分析等方面的软件包, 如 AutoCAD、Pro/E、UG II、MDT、Inventor R2、MARC、ANSYS、ALGOR 等。应用软件是用户在系统软件和支撑软件的基础上, 为解决其特定设计任务所开发的各种程序。

1.2 CAD 技术状况

CAD 作为电子信息技术的一个重要组成部分,是促进科研成果的开发和转化,实现设计自动化、增强企业创新能力和竞争能力,加速国民经济发展和国防现代化的一项关键性高技术。了解 CAD 技术的发展历史、现状和发展趋势,有助于更好地掌握和使用 CAD 技术。

1.2.1 发展历程

CAD 技术起步于 20 世纪 50 年代后期,进入 60 年代,随着在计算机屏幕上绘图成为可能而开始迅速发展。人们希望借助此项技术来摆脱繁琐、费时、绘制精度低的传统手工绘图。此时 CAD 技术的出发点是用传统的三视图方法来表达零件,以图纸为媒介进行技术交流,这就是二维计算机绘图技术。

在 CAD 技术发展初期,CAD 的含义仅仅是图板的替代品,即指 Computer Aided Drawing(or Drafting),而非现在经常讨论的 CAD(Computer Aided Design)所包含的全部内容。CAD 技术以二维绘图为主要目标的算法一直持续到 70 年代末期,以后作为 CAD 技术的一个分支而相对单独、平稳地发展。早期应用较为广泛的是 CADAM 软件,近十年来占据主导地位的是 Autodesk 公司的 AutoCAD 软件。如今,我国的 CAD 用户特别是初期 CAD 用户中,二维绘图仍然占有相当大的比例。

(1) 第一次 CAD 技术革命——“贵族化”的曲面造型系统

20 世纪 60 年代出现的三维 CAD 系统只是极为简单的线框式系统。这种初期的线框造型系统只能表达基本的几何信息,不能有效表达几何数据间的拓扑关系。由于缺乏形体的表面信息,CAM 及 CAE 均无法实现。

进入 20 世纪 70 年代,正值飞机和汽车工业的蓬勃发展时期,此间飞机及汽车制造中遇到了大量的自由曲面问题,当时只能采用多截面视图、特征纬线的方式来近似表达所设计的自由曲面,设计者对自己设计的曲面形状能否满足要求也无法保证。

此时法国人提出了贝赛尔算法,使得人们在用计算机处理曲线及曲面问题时变得可以操作,同时也使得法国的达索飞机制造公司的开发者们能在二维绘图系统 CADAM 的基础上,开发出以表面模型为特点的自由曲面建模方法,推出了三维曲面造型系统 CATIA。它的出现,标志着计算机辅助设计技术从单纯模仿工程图纸的三视图模式中解放出来,首次实现以计算机完整描述产品零件的主要信息,同时也使得 CAM 技术的开发有了现实的基础。曲面造型系统 CATIA 为人类带来了第一次 CAD 技术革命。

(2) 第二次 CAD 技术革命——生不逢时的实体造型技术

20 世纪 80 年代初,CAD 系统价格依然令一般企业望而却步,这使得 CAD 技术无法拥有更广阔的市场。为使自己的产品更具特色,在有限的市场中获得更大的市场份额,以 CV、SDRC、UG 为代表的系统开始朝各自的发展方向前进。70 年代末到 80 年代初,由于计算机技术的大跨步前进,CAE、CAM 技术也开始有了较大发展,SDRC 公司在当时星球大战计划的背景下,由美国宇航局支持及合作,开发出了许多专用分析模块,用以降低巨大的太空实验费用,同时在 CAD 技术方面也进行了许多开拓;UG 则着重在曲面技术的基础上发展 CAM 技术,用以满足麦道飞机零部件的加工需求;CV 和 CALMA 则将主要精力都放在 CAD

市场份额的争夺上。

有了表面模型, CAM 的问题可以基本解决。但由于表面模型技术只能表达形体的表面信息, 难以准确表达零件的其他特性, 如质量、重心、惯性矩等, 对 CAE 十分不利, 其最大的问题在于分析的前处理特别困难。基于对于 CAD/CAE 一体化技术发展的探索, SDRC 公司于 1979 年发布了世界上第一个完全基于实体造型技术的大型 CAD/CAE 软件——I-DEAS。由于实体造型技术能够精确表达零件的全部属性, 在理论上有助于统一 CAD、CAE、CAM 的模型表达, 给设计带来了惊人的方便性。它代表着未来 CAD 技术的发展方向, 可以说, 实体造型技术的普及应用标志着 CAD 发展史上的第二次技术革命。

(3) 第三次 CAD 技术革命——一鸣惊人的参数化技术

进入 80 年代中期, PTC(Parametric Technology Corp.)公司提出了一种比无约束自由造型更新颖、更好的算法——参数化实体造型方法, 研制命名为 Pro/E 的参数化软件。它主要的特点是: 基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。目前, PTC 在 CAD 市场份额排名上已名列前茅。可以认为, 参数化技术的应用主导了 CAD 发展史上的第三次技术革命。

(4) 第四次 CAD 技术革命——更上一层楼的变量化技术

参数化技术的成功应用, 使得它在 1990 年前后几乎成为 CAD 业界的标准, 但是参数化技术尚有许多不足之处, “全尺寸约束”这一硬性规定就干扰和制约着设计者创造力及想象力的发挥。

全尺寸约束, 即设计者在设计初期及全过程中, 必须将形状和尺寸联合起来考虑, 并且通过尺寸约束来控制形状, 通过尺寸的改变来驱动形状的改变, 一切以尺寸(即所谓的“参数”)为出发点。一旦所设计的零件形状过于复杂时, 面对满屏幕的尺寸, 如何改变这些尺寸以达到所需要的形状就很不直观; 再者, 如在设计中关键形体的拓扑关系发生改变, 失去了某些约束的几何特征也会造成系统数据混乱。事实上, 全约束是对设计者的一种硬性规定。

SDRC 的开发人员以参数化技术为蓝本, 提出了一种比参数化技术更为先进的实体造型技术——变量化技术, 于 1993 年推出全新体系结构的 I-DEAS Master Series 软件。

变量化技术既保持了参数化技术的原有的优点, 同时又克服了它的许多不利之处。它的成功应用, 为 CAD 技术的发展提供了更大的空间和机遇。截止到 2000 年, SDRC 的市场排名已上升至第 3 位。无疑, 变量化技术成就了 SDRC, 也驱动了 CAD 发展的第四次技术革命。

由此可见, CAD 技术基础理论的每次重大进展, 无一不带动了 CAD/CAM/CAE 整体技术的提高以及制造手段的更新。

1.2.2 网络时代 CAD 技术的特点及发展趋势

CAD 技术作为成熟的普及技术已在企业中广泛应用, 并已成为企业的现实生产力。围绕企业创新设计能力的提高和互联网的普及, 传统技术的应用环境发生了变化, CAD 技术的应用也从孤立的应用环境转向网络环境, 其应用特点有以下几个方面。

(1) CAPP、PDM 渐成热点

首先, CAD 技术进入深化应用阶段, 制造业企业计算机应用的热点已经转向 CAPP、PDM 等应用和管理技术。有些企业设计部门的计算机应用起步较早, 已经取得了良好的应用效果, 但是在大多数企业, 工艺水平差, 工艺装备得不到有效管理, 在这种状况下, 企业对 CAPP 技术的应用, 已经形成热点。例如柳州工程机械股份公司、上海柴油机股份有限公司等大中

型企业,纷纷全面采用 CAPP 软件。

其次,多年来,企业运用 CAD 技术进行设计,生成了大量的电子图文档,如何有效地管理、利用和保存这些图文档,并实现对企业新产品开发过程的管理,日益成为企业关心的热点。因此,进入 2000 年来,企业已经逐渐将目光投向了 PDM 技术的应用。

(2) 应用环境网络化

一方面,在 CAPP 领域已经出现了基于网络的工艺资源库技术并开始得到利用,人们可以利用数据库,对企业的机床设备、工艺装备、典型工艺等信息进行有效的存储和管理。另一方面,PDM 和图档管理技术在网络和数据库技术发展的带动下,逐渐为企业所了解和应用,企业在选择 PDM 系统时,越来越强调基于 B/S 模式的管理方式和实现异地的协同工作。

(3) 信息和资源共享

目前,企业在选择 CAD 软件时,不再单纯地依据软件的功能进行选择,而是根据企业的需求,选择具备很强的开发、实施和服务能力的合作伙伴,帮助企业实现各部门间的信息集成,特别是实现技术部门和管理部门的信息资源共享,以最终实现各种信息的一次输入、多次引用的目标。

网络时代的 CAD 技术呈现出以下发展趋势。

① 利用基于网络的 CAD/CAPP/CAM/PDM 集成技术,实现真正的全数字化设计与制造。

在设计过程中,企业利用 PDM 技术实现并行工程,将大大提高产品的设计效率和质量。例如,波音 757、767 的设计制造周期为 9~10 年,但波音公司通过使用 CAX 技术和 PDM 技术,使波音 777 在 4、5 年的周期内完成了设计制造。

在设计方法上,企业将越来越多地通过 PDM 的产品配置功能来利用系列件、标准件、借用件、外购件,以完成产品的设计工作,减少不必要的重复设计。通过在 PDM 环境下进行产品设计,实现完全无图纸的设计,通过 CAD/CAM 的集成,实现全数字化制造。

② CAD/CAPP/CAM/PDM 技术和 ERP(企业资源计划)、SCM(供应链管理)、CRM(客户关系管理)的应用,将形成企业信息化的总体构架。

CAD/CAPP/PDM 实现企业设计和工艺部门的管理;ERP 实现企业产、供、销、人、财、物的管理;供应链管理实现企业内部与上游企业之间的物流管理;客户关系管理系统则帮助企业挖掘新客户、留住老客户。这些技术的集成,将由内而外地整合企业的管理,建立从企业的供应决策到企业内部技术、工艺、制造和管理部门,再到用户之间的信息集成,实现企业与外界的信息流、物流和资金流的顺畅传递。而企业之间的交易,将立足于 Internet,以 B2B 电子商务的形式实现。

③ 通过 Internet,可能将企业的业务流程紧密地连接在一起,对其所有环节(如订单、采购、库存、计划、生产制造、质量控制、运输、分销、服务与维护、财务、成本控制、实验室/配方、人力资源等)有效地进行管理。

下面通过一个具体的应用实例来说明企业的信息化构架。当企业的设计部门利用 CAD 技术完成了产品设计之后,生产管理部门可以通过 PDM 系统的 BOM 模块进行产品信息的汇总,生成标准件、外购件、外协件、借用件等清单;这些清单随后以数据库的形式传递给 ERP 系统,再由 ERP 系统生成生产计划、采购计划和销售计划;零件加工的工艺过程、工时定额、材料定额以及工艺装备可以由 CAPP 生成后再传递给 ERP 系统,由相关人员制定车间生产计划;在产品营销方面,销售部门可以利用 CRM 系统作为开辟网络营销的手段,利用互联网实现产品介绍、价格协商、订购、交付、结算等一系列销售活动,建立新的销售

渠道;同时还可以利用供应链管理系统,将整个企业的采购需求合并,通过互联网进行招标,供货商在网上进行竞标,通过电子商务手段进行网上交易,最终实现全球化采购,大大降低采购成本。

④ 虚拟工厂、虚拟制造、动态企业联盟将成为 CAD 技术在电子商务时代继续发展的一个重要方向。

目前,整个世界的制造业生产能力过剩,因此对那些迅速发展企业,更多的是考虑通过专业化的协作,实现世界级的制造和供应网络。因此,在充分利用信息技术的前提下,虚拟工厂的实现成为可能。例如,在美国通用汽车公司的生产过程中,大量的零部件生产、装配都通过“虚拟工厂”、“动态企业联盟”的方式完成,本企业只负责产品总体设计和生产少数零部件,并最终完成产品的装配。

在虚拟制造方式中,将有大量标准化的 CAD 电子文档和供求信息通过 Internet 的联盟企业之间流动。零部件厂商与总装厂之间的物流通过采用零库存的 JIT(准时生产模式)来降低库存成本。而零部件厂商与总装厂之间的结算,则完全采用电子商务形式来完成。制造业企业的销售,也将通过 B2B 或 B2C 的电子商务模式销售给代理商、分销商或直接用户。对用户使用产品的服务和技术支持,则可以通过电子化服务来完成。

CAD、CAPP 等信息技术在企业中成功应用的关键是加强企业的核心竞争力,这种竞争力表现在企业业务效率的极大提高和成本的降低。

当前 CAD 技术已经朝着与计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助分析(CAE)和计算机辅助工艺规程设计(CAPP)集成化的方向发展,更高层次的计算机集成制造系统(CIMS)和柔性制造系统(FMS)也相继问世,产品的设计制造周期大大缩短。

1.2.3 常用 CAD 软件简介

(1) AutoCAD

Autodesk 公司推出的 AutoCAD 软件是众多 CAD 软件中最为流行和普及的 CAD 支撑软件,其应用几乎涉及到所有设计领域,越来越多的设计人员选择 AutoCAD 作为设计工具,同时 AutoCAD 为各种应用软件(如 MDT、HMCAD 等)的开发提供了一个开放式的软件平台,交互设计能力强。目前 AutoCAD 的最新版本为 AutoCAD 2000。

AutoCAD 为用户提供了两类作图命令:第一类是基本作图命令,如点、直线、圆、圆弧、实心面和文字串等;第二类是组合图形命令,如多段曲线、图案、尺寸标准和图形插入等。作图命令将用户输入的图形参数(如直线的两个端点坐标)经过适当的转换,送入系统的图形数据库中,然后根据这些数据通过相应的算法,在显示区域内将图形画出。

使用 AutoCAD 2000 可以进行二维设计、三维设计、装配图设计和彩色效果图设计。目前国内各设计院所应用最多的是利用 AutoCAD 或在此基础上开发的各种应用软件进行二维工程图纸的设计工作,基本上甩掉了传统的手工绘图及图纸文档的管理工作,使设计周期大大缩短,设计质量得到很大的提高,设计图纸的修改也十分方便。

另外,由于 AutoCAD 是一个开放式的软件平台,它提供了与高级语言、工程数据库的接口,这就为用户结合自身产品特点对其进行二次开发创造了有利条件,特别是对于相似类零件,可利用高级语言进行设计计算求出所设计零件的各参数值,再调用 AutoCAD 本身提供的 DBM(数据库管理程序)和显示处理程序 SCR,实现参数化绘图,大大提高设计效率。