

机械工程中的 CAD 技术应用

JIXIE GONGCHENG ZHONG DE CAD JISHU YINGYONG

钟波 孙鹏 潘雄师 编著

机械工程中的 CAD 技术应用

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书系统地介绍了 CAD 技术在机械工程中的应用和技术方法,重点介绍了 CAD 技术在机械设计、模具制造、数控加工、逆向工程、企业管理中的应用及其二次开发技术。本书通过对 CAD 技术在机械工程中的应用及计算机辅助设计,实现三个既独立又相关方面的详细介绍,使读者对 CAD 技术及其在机械工程中的应用有一个较为全面的了解,具有很强的实用性。

本书可作为机械设计、机械制造、模具设计与制造及机电一体化技术等相关专业的高职高专教材,也是工程技术人员、科研人员以及中高等职业院校学生的一本实用工具书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程中的 CAD 技术应用/钟波,孙鹏,潘雄师编著. —北京:北京理工大学出版社,2009.8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2506 - 9

I. 机… II. ①钟…②孙…③潘… III. 机械设计:计算机辅助设计 - 高等学校 - 教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 131190 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津市建新彩色印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 16

字 数 / 374 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 30.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

经过十几年的建设与推广,我国的 CAD 技术(计算机辅助设计)已经广泛地应用在机械、电子、化工、建筑、服装等行业中,促进了企业的设计效率、设计方案的优化(水平)和产品设计标准化水平的提高,缩短了产品设计周期,减轻了设计人员的工作强度以及降低了设计成本等。进入 20 世纪 90 年代中期, CAD 技术除继续在国外 CAD 技术(特别是 CAD 应用软件)基础上进一步提高汉化水平或在其基础上进行第二次补充开发外,还产生了许多具有完全独立(自主)版权、符合我国标准化条例、满足我国设计人员工作习惯以及具有较强市场价格竞争力的国产 CAD 技术(系统),例如大天、开目、凯思等优秀 CAD 系统。正是这些优秀 CAD 系统的崛起,为我国的广大企业“甩掉”图板,实现产品设计现代化提供了强有力的支持,并从国外 CAD 技术统占我国市场中夺取了一定的市场份额。

根据 ISO 9000 族质量管理标准对现代企业的质量保证体系的描述,现代企业主要由管理决策、产品设计、工艺设计与生产制造、检验与试验以及销售与服务等环节组成,其企业经营活动也主要由上述环节构成。由于普通的 CAD 技术只解决了产品设计的自动化问题,占现代企业经营活动的一个环节,而 CAD 技术是现代企业采用先进生产制造技术的基础。在企业实现“甩掉”图板之后, CAD 技术深化应用问题自然就摆在企业的面前。如何进行深化应用,笔者概括为以下两个方面:

(1) 进一步普及 CAD 技术,加强技术图档的管理,加大 CAD 技术的应用深度(如三维造型、有限元分析计算、优化设计等技术),提高 CAD 技术应用的效果。

(2) 应用 CAPP、CAM、PDM、CIMS 等单元智能系统技术,在此基础上,逐步建立企业级信息集成系统,真正地从整体上提高管理、技术、生产、检测、销售以及服务等协调能力与工作效率,进一步降低企业在经营活动中的管理成本。

面对浩如烟海的国内外大量文献,我们从中提取了 CAD 技术在机械工程中的应用实例,其中一些内容是我们这几年应用研究的成果以及近几年给高职生授课时的一些心得。我们希望,通过本书理论和应用部分的学习,使读者能够掌握 CAD 技术在机械工程各领域的应用方法和思路,为解决读者工作中遇到的复杂系统建模技术起到举一反三的效果。

本书的特点:一是在基本原理方面力求深入浅出,通俗易懂。对于理论及概念,避免繁琐的数学分析,使广大读者不致望而生畏,易于理解;二是把 CAD 技术的计算机实现作为一个重要部分来介绍,使读者在读完理论和应用部分之后,能基本掌握 CAD 技术的方法和技巧。

本书共分 8 章,第 1 章 CAD 技术概论,介绍了 CAD 技术的发展概况;第 2 章 CAD 技术学习规则;第 3 章 CAD 技术与企业的现代化管理;第 4 章介绍了 CAD 技术在机械设计中的应用;第 5 章介绍了 CAD 技术在模具设计中的应用;第 6 章介绍了 CAD 技术在数控

由于作者水平有限，书中的错误与不足之处在所难免，敬请广大读者提出宝贵意见和建议。

3.6 从 CAD 档案看企业档案信息系统中存在的问题 33

目 录

第 1 章 CAD 技术概论	1
1.1 CAD/CAM 技术现状	1
1.2 我国 CAD 技术的发展趋势	3
1.3 目前国内国外流行的 CAD/CAM 软件	7
1.4 CAD/CAM 技术集成	13
1.5 CAD 图形输出	18
1.6 CAD 技术及其应用中的具体问题	19
1.7 有限元分析的发展趋势	22
第 2 章 CAD 技术基础	28
2.1 CAD 软、硬件的选型	28
2.2 企业如何选择 CAD 软件	34
2.3 企业购买 CAD 时的软、硬件选择	35
2.4 企业应如何建立和应用 CAD/CAE/CAM/PDM 技术	38
2.5 利用 Windows NT 组建中小企业 CAD 局域网	41
2.6 如何做好工程设计人员的 CAD 应用培训	43
2.7 AutoCAD 入门对比教学法	45
2.8 AutoCAD 绘图软件学习技巧	51
2.9 AutoCAD 绘图速度提高的技巧	52
2.10 AutoCAD 中采用形定义标注表面粗糙度	54
2.11 AutoCAD 与 MDT 的比较——以零件图为例	58
2.12 AutoCAD 与 CAXA 电子图版软件的区别	60
2.13 AutoCAD 认证考试中的绘图技巧	61
2.14 基本 CAD 应用技术融入工程图学	63
2.15 Inventor 和 CAXA 的文件交换及应用	68
2.16 CAD 技术的发展与高职工程图学的改革	70
第 3 章 CAD 技术与企业管理	73
3.1 CAD 技术在机械工程中的深化应用	73
3.2 CAD 技术应用与企业管理现代化	77
3.3 应用 CAD 促进企业技术进步与管理变革	83
3.4 CAD/CAPP/CAM 技术发展与模具企业管理模式的变革	87
3.5 AutoCAD 与产品数据管理整合运用	91

3.6 从 CAD 档案看企业技术系统信息化中的档案管理问题	93
第4章 CAD 技术在机械设计中的应用	98
4.1 CAD 在机械设计中的应用现状与发展趋势	98
4.2 Pro/ENGINEER 及 AutoCAD 在机械工程设计中的转化及运用	102
4.3 基于 Pro/ENGINEER 产品组件的设计	104
4.4 基于 Pro/ENGINEER 机械产品的系列化	105
4.5 基于 Pro/ENGINEER 的曲面造型	106
4.6 基于 Pro/ENGINEER 的高级圆角特征处理	108
4.7 Pro/ENGINEER 在机械设计教学中的运用	110
4.8 Pro/ENGINEER 在绘制凸轮模型中的应用	111
4.9 Pro/ENGINEER 用设计来简化复杂的装配	116
4.10 三维 CAD 技术在液压挖掘机设计中的应用	118
4.11 CAD 技术及其在机床整机设计中的应用	122
4.12 用 Solid Edge 在 AutoCAD 中绘制齿轮渐开线	128
第5章 CAD 技术在注塑模具设计中的运用	131
5.1 模具 CAD/CAM 软件的应用与开发现状	131
5.2 Pro/ENGINEER 注塑模具的设计流程	134
5.3 Pro/ENGINEER 分模方法	136
5.4 一模多腔模具设计	138
5.5 Pro/ENGINEER 数控加工基本步骤	139
5.6 Pro/ENGINEER 和 Mastercam 在模具设计及制造中的应用	141
5.7 Pro/ENGINEER 电极设计	142
5.8 基于 UGNX 的型腔零件 3D 建模与 NC 加工	143
5.9 Pro/ENGINEER 与 CAXA 在塑料模具中的运用	145
5.10 基于 Pro/ENGINEER 的三维零件信息模型的建立与应用	148
5.11 塑件的拔模	151
5.12 Pro/ENGINEER 动画设计模块在产品开发过程中的应用	153
第6章 CAD 技术在数控加工中的应用	156
6.1 CAD/CAM 在数控编程中的应用策略	156
6.2 空间曲面电火花线切割 CAD/CAM 系统	159
6.3 利用 Master CAM 中的曲面反求技术加工鼠标面	165
6.4 AutoCAD 与数控机床的连接	168
6.5 Master CAM 的平面图形雕刻加工技术	173
6.6 CAM 在加工中心上的应用	176
6.7 Pro/ENGINEER 在数控编程中的应用	179
6.8 CAD/CAPP/CAM 在数控加工中的应用	183

第7章 CAD 技术的二次开发	185
7.1 CAD 二次开发简介	185
7.2 二维 CAD 软件的二次开发技术	186
7.3 三维 CAD 软件的二次开发技术	188
7.4 AutoCAD 的常用零件二次开发	192
7.5 AutoCAD 开发工具综述	193
7.6 机床夹具的二次开发	197
7.7 AutoCAD 二次开发菜单的加载	200
7.8 AutoCAD 二次开发中的尺寸标注	202
7.9 AutoCAD 二次开发中幻灯片和脚本的定制	204
7.10 AutoCAD 二次开发齿轮设计	207
7.11 AutoCAD 二次开发技术在带传动设计中的应用	210
7.12 AutoCAD 二次开发中的图层	213
第8章 CAD 技术的逆向工程	217
8.1 逆向工程技术及应用	217
8.2 基于 CAXA 的逆向工程实现技术	225
8.3 UG 软件在逆向工程中的应用	228
8.4 PTC 公司的逆向工程工具	231
8.6 Copy CAD 在逆向工程中的应用	238
8.7 逆向工程中的 CAD 建模技术	241
8.8 基于逆向工程的 Power Solution 整体解决方案	243
参考文献	246

第1章

CAD 技术概论

1.1 CAD/CAM 技术现状

经过 40 多年的发展, CAD/CAM 技术有了长足的进步。现在 CAD/CAM 技术主要运行在工作站或微机平台上。工作站虽然性能优越, 图形处理速度快, 但价格却十分昂贵, 这在一定程度上限制了 CAD/CAM 技术的推广。随着 Pentium 芯片和 Windows NT 操作系统的出现并流行, 以前只能运行在工作站上的 CAD/CAM 软件现在也可以运行在微机上。由于微机的价格远远比工作站低, 性能也不比中低档工作站逊色多少, 并且 Windows NT 操作系统的安全性与 DOS、Windows 3. X、Windows 98/XP 等操作系统相比有了很大提高。所以, 微机平台为普及 CAD 应用创造了绝好的条件。在此基础上, CAD/CAM 软件厂商展开了新一轮的竞争。一方面工作站上著名的 CAD/CAM 的软件 (如 UG、CATIA) 全功能地移植到微机平台, 使微机完全对等地实现了工作站环境的处理能力; 另一方面 CAD/CAM 软件打破了原有 Unix 环境的桎梏, 在 Windows 平台上全面拓展。Pentium 以上处理器和 NT 环境已经成为 CAD/CAM 软件运行和应用的主流平台。

1.1.1 使用微机作为开发和应用平台

微机平台的 CAD/CAM 软件的特点如下:

1. 采用 Windows 环境

采用 Windows NT 操作系统是新一代推出的微机 CAD/CAM 软件的共同特点。现在, 个人计算机已经具备了与中低档工作站竞争的實力, 且其价格低廉, 使得 CAD 应用的普及成为可能。Windows 平台上的新一代 CAD/CAM 软件基本上都采用典型的 Windows 界面和操作规范, 同时由于 DDE 和 OLE 技术的广泛应用, 这些 CAD/CAM 软件可以与 Windows 平台的其他软件进行动态数据交换, 也可以在不退出 CAD/CAM 软件的前提下嵌入 (或链接) 其他应用程序的对象。

2. 采用 COM 技术

COM (Component Object Model) 是国际上为提高软件稳定性和开发效率而引入的重要技术。现今推出的 Windows 平台的 CAD/CAM 软件都或多或少地应用了 COM 技术。通过使用现成的组件, 软件开发商可以避免软件开发中许多烦琐和困难的基础部分, 从而可以从极高的起点出发, 大大缩短了 CAD 软件的上市周期, 这样容易取得竞争优势。

同时, 由于采用面向对象技术, 微机 CAD 软件的可维护性和可扩展性得以增强。

3. 吸收 Unix 平台软件的优点

新一代微机平台 CAD 软件充分吸取 Unix 工作站软件的精华。诸如参数驱动、特征造型、动态导航、二维与三维双向相关、STEP 标准和动态图形显示等这些比较好的特点已经被微机平台软件全部吸收。

1.1.2 PDM 技术的实施

随着 CAD 技术的推广,原有的技术管理系统面临着巨大的挑战。在采用计算机辅助设计以前,产品的设计、工艺和经营管理过程中涉及的各类图纸、技术文档、工艺卡片、生产单、更改单、采购单、成本核算单和材料清单等均由人工编写、审批、归类、分发和存档,所有的资料均通过技术资料室进行统一管理。自从采用计算机技术之后,上述与产品有关的信息都变成了电子信息。简单地采用计算机技术模拟原来人工管理资料的方法往往不能从根本上解决先进的设计制造手段与落后的资料管理之间的矛盾。要解决这个矛盾,必须采用 PDM 技术。

PDM (产品数据管理)是从管理 CAD/CAM 系统的高度上诞生的先进的计算机管理系统软件,它管理的是产品整个生命周期内的全部数据。工程技术人员根据市场需求设计的产品图纸和编写的工艺文档仅仅是产品数据中的一部分。PDM 系统除了要管理上述数据外,还要对相关的市场需求、分析、设计与制造过程中的全部更改历程、用户使用说明及售后服务等数据进行统一有效的管理。由此可见,PDM 系统管理的产品信息将涉及企业的产品设计、工艺、制造、经营和服务等部门。因此,PDM 系统的实施具有涉及面广、信息工作量等特点。

实施 PDM 技术可以实现并行工程,提高产品设计效率,支持全面质量管理,实现人、过程、技术三者的平衡。因此,它可以为企业带来巨大的收益。PDM 技术的实施与 CAD/CAM 技术的实施不一样,前者调整的是企业的管理模式,将原来的人工管理方式转变为 PDM 的计算机管理模式,既要兼顾原有的管理习惯,又要考虑信息集成的要求。由于企业技术环境、管理水平、企业文化等方面的差异,每个企业的 PDM 实施过程都不会相同。只有对企业的计算机环境、企业过程以及 PDM 的总体目标有了充分的理解后,全面地分析企业对 PDM 产品的详细需求,才能选出最适合本企业发展的 PDM 产品和解决方案。

目前国际主流的 PDM 产品有 UG 的 IMAN、SDRC 的 Metaphase 等软件,国内 PDM 产品有清华同方的 PDM、武汉天喻的 PDM 等。

1.1.3 现代集成制造系统 (CIMS) 的研究及应用

1973 年美国的瑟夫哈林顿博士在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首次提出 CIM (Computer Integrated Manufacturing) 的概念。它的内涵是借助计算机,把企业中与制造有关的各种技术系统地集成起来,进而提高企业适应市场竞争的能力。这个概念强调了两个方面:① 企业的各个生产环节是不可分割的,需要统一安排组织;② 产品制造过程实质上是信息采集、传递、加工处理的过程。

CIM 是一个先进的思想,但是由于当时技术水平的限制,直到 20 世纪 80 年代初,这个思想才被制造领域重视并采用。近 10 余年来,在市场竞争的激励与相关技术进步的推动下,CIM 在实践中被不断充实、完善与发展。从这个概念出发,经历了信息集成、过程集成和企

业集成的研究和实践,从而提出了现代集成制造系统(Contemporary Integrated Manufacturing System, CIMS)的概念。

我国于1986年3月提出863/CIMS主题计划,从而开始了对CIMS的全面研究和实施。863/CIMS主题研究和实施技术的核心是现代集成制造,其中集成分为三个阶段:信息集成、过程集成(如并行工程)和企业集成(如敏捷制造)。下面分别简要地介绍这三种集成。

1. 信息集成

在企业内部实现信息正确、高速共享和交换,是改善企业技术和管理水平必须首先解决的问题。

信息集成对于提高企业的市场竞争力是有效的,但是直到现在实施信息集成的手段还比较落后。这使得企业CIMS应用工程开发周期长,质量不易得到保证。所以,信息集成在今后仍然是企业信息化的主要内容,也是实施诸如并行工程技术的基础。在我国,以信息集成为主要内容的CIMS应用工程,仍将是今后大多数企业信息化过程中必然要经历的。

2. 过程集成

传统串行作业的设计、开发过程,往往会造成产品开发过程中出现反复,使产品开发周期长、成本增加。如果把产品设计中的各个串行过程尽可能多地转变为并行工程,在设计时考虑到后面工序中的可制造性和可装配性,则可以减少反复,缩短开发时间。并行工程便是基于这一思想的一种先进制造模式。

3. 企业集成

为提高自身的市场竞争力,企业必须面对全球制造的新形势,充分利用全球的制造资源,以便更好、更快、更节省地响应市场,这就是敏捷制造的来源。敏捷制造的组织形式是企业之间针对某一特定产品,建立企业动态联盟(即所谓的虚拟企业)。企业这种不断结盟的能力正是企业敏捷性的标志之一。

1.2 我国CAD技术的发展趋势

CAD在中国的发展已经超过20年,从10年前的“甩图板工程”到现在CAD技术与高性能宽带网络技术的紧密结合,其真正推动中国CAD发展的是中国经济日益增长的需求,而目前正是制造业和建筑业以及娱乐业等大市场需求的不断变化,让CAD市场在应用力度上有了新的变化……

CAD是辅助设计,不是辅助绘图。随着中国本地市场的扩大,以及中国建筑业、产品设计业的不断壮大,越来越多的设计者要从中国制造转向中国创造,创造的就不再是为了解剖或生产某一个零部件而设计,而是整体设计整个产品、整个建筑,这样单凭二维设计是不够的,三维设计自然必不可少。

1.2.1 三维设计是CAD的发展方向

三维设计采用直观的三维模型表达方式,能清楚地描绘更复杂的产品结构,并能在产品概念设计和功能设计的同时,并行地进行优化分析和可制造性分析,从二维向三维的大规模转变已经成为一种趋势。

服装行业只是CAD应用的行业之一,CAD已经被我国大部分中小企业用户所熟悉。

“甩图板”工程让我们接受了二维 CAD 系统,它帮助工程师们轻松地画出规范、漂亮的图纸,提高了绘图效率,并使图纸的修改和管理更加方便,同时也改善了“面朝图板背朝天”的工作环境。

但如果调查一下国内企业中 CAD 的应用,会得出如下结论:很多应用 CAD 很好的企业,也只是做到从用手工出图转变为计算机出图的现状。即以前是设计师用图板、直尺、笔将设计画在图板上,现在是用鼠标在计算机上拖曳和修改完成。

但是如果我们只是停留在这个阶段,就失去了 CAD 的作用。因为 CAD 是辅助设计,不是辅助绘图。既然是设计就不但想到产品的机械模型,还应想到产品的结构分析、运动机构分析和生产加工处理等,只有这样才能真正发挥 CAD 的作用。如果真正做到这一点,单凭二维设计是不够的。传统的制图方法通过二维视图来描述三维实体,这种描述做不到进一步的结构分析、运动机构分析和数控加工,不能真正做到生产的自动化。因此,必须找到更先进的、更合理的三维设计手段。

三维设计采用直观的三维模型表达方式,能清楚地描绘更复杂的产品结构,并能在产品概念设计和功能设计的同时,并行地进行优化分析和可制造性分析,这是在现代制造业对 T (时间)、 Q (质量)、 C (成本)、 S (服务) 不断追求的必然结果。

全球制造业逐步向中国转移的结果促使目前很多国内制造企业都引入了二维 CAD。中国在全球制造环节上处于利润最低、劳动量最大的加工制造一环,对二维 CAD 的要求当然逐渐增大。企业中年轻的工程师们也已经能熟练地使用计算机, CAD 软件成为很多企业的标准设计平台。可以说,中国制造业本身就意味着二维 CAD 的大规模应用。

当然,从外部环境看,国内制造业已经融入国际制造业的产业链,国内市场的国际化不可避免,市场对 T 、 Q 、 C 、 S 的要求正在提高。加之,三维 CAD 软件和相应的计算机硬件已经非常成熟,国内企业的设计平台从二维向三维的大规模转变已经成为一种趋势。

提到“普及”二字,并不是说所有的制造企业在整个产品开发和制造过程中全面使用三维软件,而是指大部分有条件的制造企业将产品开发平台从以二维为主转向以三维为主。本着“饭要一口口吃”的原则,根据自身条件,在一段时期内逐渐从二维平台过渡到三维平台,这才是“普及”的本意。三维软件的普及不可能“一刀切、一把抓”。

1.2.2 国产三维 CAD 走向春天

长期以来,国内 CAD 软件市场一直被国外软件所垄断,在国外 CAD 软件一统天下的情况下,技术垄断形成商业垄断,软件价格十分昂贵,这在很大程度上限制了我国企业应用 CAD/CAM 技术实现制造业信息化的跨越式发展。在这一情况下,国家开始大力支持自主版权 CAD/CAM 软件的开发,促使许多科研成果快速转化,经过近 10 年的发展,国产优秀 CAD 软件层出不穷,国产软件的性价比也显著提高,其功能更为强大,价格也更加优惠,如某些 CAD 软件从最初的上万元降到 100 元左右,如此巨大的反差说明国产 CAD 软件的大众化趋势日益明显,国家“甩图板”工程取得了最大突破。

在二维 CAD 普及的今天,三维 CAD 也就成为我国加快实现工业化和现代化的必然选择,其对制造业企业增强产品创新开发能力起到了巨大的推动作用,是制造业信息化建设不可或缺的工具。然而目前在我国制造业中普及三维 CAD 还存在很多现实的问题。首先,国内三维 CAD 软件市场大部分被国外软件所占据,这些软件价格昂贵,操作复杂,很难满足

国内中小企业的要求。其次,企业缺乏相关的设计人才。因此,为中国的中小制造业企业提供一种既能满足企业的设计需求,又符合中国设计师设计习惯,适应中国国情的三维 CAD 软件就成为在我国普及三维 CAD 的基本途径。

1998 年,国内三维 CAD 市场开始起飞,为打破国外厂商在 CAD 技术上的垄断,新洲协同软件技术有限公司在几年内投资了近千万元,集中一大批国内优秀的 CAD 技术开发人才,经过几年潜心开发,2001 年推出了国内第一个具有国际水平的新洲三维商品化设计软件 Solid 2000。但同时一些国外竞争对手开发的软件,已经占据了一部分国内市场,得到了很多用户的认可,使国内三维 CAD 发展变得异常艰难。在随后的两年多时间里,新洲软件一方面加紧软件功能的开发和完善,一方面加强市场宣传力度,广告、展会、巡回培训等工作不断加强,到 2004 年年初,新洲软件已经拥有了近千家企业用户,装机数量近万套,在全国建立了近百个培训基地。甚至在我国航空、航天、电子、汽车等行业已经得到了广泛的应用,并且取得了良好的效果。2004 年 6 月,新洲公司产品升级到 V6.0,正式更名为 Solid 3000,整个软件的系统构架发生了变化,软件的功能与稳定性都达到了很高的商品化水平,成为国内市场上唯一的全面实现本地化、标准化的三维设计软件,并为用户提供 CAD/CAM/CAE 一体化解决方案。同时被国家“制造业信息化工程”培训和“中国机械工程学会机械设计”培训选为推荐软件。由此,国产三维 CAD 软件终于在强手如林的市场中实现了第一次突围。

在二维普及型 CAD 软件方面,1999 年以来,企业的需求保持平稳的小幅度增长。开目、大恒、大天等公司的销售量增长较快。增长的原因包括:

① 一些企业逐步抛弃了以往使用的盗版软件,开始从整体上对企业的 CAD 应用和全面信息化建设进行规划,企业逐渐意识到,CAD 软件的服务是非常关键的,所以,开始重新进行 CAD 软件的选型。

② 中西部地区的 CAD 应用起步较晚,目前属于大力推广阶段。

③ 华东、华南地区的一些乡镇企业、私营企业的崛起,扩大了对普及型二维 CAD 的需求。

④ 大量企业意识到,CAD 软件重在应用,必须充分结合企业的实际,盲目追求所谓的高档是没有意义的。

制约二维普及型 CAD 软件销售增长的因素包括:

① 许多企业效益滑坡,没有能力在 CAD 方面投入。

② 盗版 CAD 软件随处可见。

③ 一些三维软件公司的二维软件免费的做法,在一定程度上使部分地区的一些企业减少了对二维普及型 CAD 软件的购买量。

在高端三维 CAD/CAM/CAE 软件方面,销售基本维持持平,一些国有大中型企业,特别是航空、航天、造船、汽车、工程机械等行业,在进行复杂产品的造型方面,仍然花费百万以上的投资,购买了包括 Pro-E、UG、I-DEAS 等软件,一些华南地区的模具制造企业,也是这些 CAD/CAM 软件的热心购买者。这些软件的报价和实际成交价格差异非常大。

2000 年以后,企业逐渐从单一的对 CAD 软件的需求发展成为对 CAD、CAPP、CAM、CAE、PDM、MIS/ERP 等技术的集成软件的需求,从单一考虑某个软件的功能发展为考虑企业级信息集成系统的整体功能和各个子系统的信息共享。企业对 CAPP、图档管理、PDM

等新技术、新产品的需求迅速增长,而对于二维 CAD 软件的需求,趋于持平。对于中档三维 CAD 系统,需求有小幅增长。对于大型集成系统,则需求出现下降。

值得一提的是,开目、红地、华中软件等软件公司都购买了美国 Spatial Technology 公司的三维造型核心系统 ACIS 软件,开发了三维造型系统。在三维 CAD 软件市场上,涌现出了更多的软件产品,一种符合工程师思维特点和工程习惯的基于约束的三维参数化造型软件将逐渐取代目前的中端三维软件产品。

1.2.3 精品工程打造 CAD 春天

全国 CAD 应用工程办公室有关专家指出,国内一些三维 CAD 企业之所以没有取得大的进展,除了体制原因外,根本原因是产品没做好,不能得到用户的认可。究其原因,一方面,企业经不住市场的诱惑,急功近利,轻易地放弃了已经初具规模的产品;另一方面,产品持续升级的能力不强,质量不稳定,经常出现这个版本行,下个版本就不行的情况,使用户对其失去了信心。同时,CAD 软件毕竟是工程应用软件,是面向最终用户的,所以其开发过程是紧凑型的,不像原子弹几年才爆一颗,一鸣惊人。用户的需求不断增长,设计制造的工艺也在不断翻新,软件的功能要跟得上。要做到这一点,一方面软件的架构要有延展性,一方面也需要开发企业不断跟踪用户的需求,持续地对产品做出改进。

据新洲软件公司总经理王可介绍,为取得持续的发展,新洲软件从一开始就在公司内部实行名为“精品化工程”的一整套管理体制,其最突出的体现在“建立精品化队伍、开发精品产品和提供精品服务”三个方面,而核心则放在了“开发精品产品”上面。“精品化工程”使新洲在产品研发和质量管理方面独具特色,并保证了软件的可持续发展。

目前新洲的质量保证队伍和开发队伍的人数比例超过了 1:2,这个比例在国内三维 CAD 开发团队中是非常高的。在“精品化工程”的思路下,新洲软件制定了软件开发流程和质量控制流程的精细策略,将研发中心分为几大部分,规定了明确的职责。产品部负责规划产品形态,跟踪产品发展方向,设计产品的功能;软件部负责研究系统架构,实现产品部提出的功能设计;质量部根据产品部提出的功能规范,来验证产品。新洲的研发中心使用了自主开发的网上协同系统,这套系统固化了整个研发中心从设计、质量控制到最后产品提交和售后维护等方面的全套流程,规范了产品开发的各个环节,建立了一整套数据资源体系。这套资源体系分为需求管理和缺陷管理两个部分。通过网上通道,可以吸收、接纳来自市场营销中心、用户和代理商的需求,这些需求直接反馈到研发中心,纳入到产品的开发工作中。缺陷管理则把质量部发现的任何问题都直接存入缺陷库,并由质量经理来标定错误的责任人,提请跟踪责任人最终解决问题。

精品化工程的实施,直接增强了新洲三维的核心竞争力。新洲软件现已成为国内主流三维 CAD 软件,并逐步替代部分企业的价格昂贵的中高端软件,从而打破了国外软件对中国软件市场的垄断和价格控制。2004 年,科技部国家制造业培训中心成立了以新洲软件公司为依托的“三维 CAD-Solid 3000 认证培训管理办公室”,承担“国家制造业信息化——三维 CAD 认证培训”工作,从而使国内三维 CAD 的发展应用与人才培养进入了一个崭新的阶段。

面对国内三维 CAD 发展的前景,新洲软件公司总经理王可认为,“困难肯定是有的,但用户的支持给了我们动力。只要我们能坚持把产品做好,坚持服务于用户,就一定能获得支持,那么国内三维 CAD 的春天也就真正来临了。”

1.3 目前国内国外流行的 CAD/CAM 软件

CAD/CAM 技术经过几十年的发展,先后走过大型机、小型机、工作站、微机时代,每个时代都有当时流行的 CAD/CAM 软件。现在,工作站和微机平台 CAD/CAM 软件已经占据主导地位,并且出现了一批比较优秀、比较流行的商品化软件。下面将分别介绍国内外一些流行的软件。

1.3.1 国外软件

1. Unigraphics (UG)

UG 是 Unigraphics Solutions 公司的拳头产品。该公司首次突破传统的 CAD/CAM 模式,为用户提供了一个全面的产品建模系统。在 UG 中,优越的参数化和变量化技术与传统的实体、线框和表面功能结合在一起,这一结合被实践证明是强有力的,并被大多数 CAD/CAM 软件厂商所采用。

UG 最早应用于美国麦道飞机公司。它是从二维绘图、数控加工编程、曲面造型等功能发展起来的软件。20 世纪 90 年代初,美国通用汽车公司选中 UG 作为全公司的 CAD/CAE/CAM/CIM 主导系统,进一步推动了 UG 的发展。1997 年 10 月 Unigraphics Solutions 公司与 Intergraph 公司签约,合并了后者的机械 CAD 产品,将微机版的 SOLIDEDGE 软件统一到 Parasolid 平台上。由此形成了一个从低端到高端,兼有 Unix 工作站版和 Windows NT 微机版的较完善的企业级 CAD/CAE/CAM/PDM 集成系统。

2. SOLIDEDGE

SOLIDEDGE 是真正的 Windows 软件。它不是将工作站软件生硬地搬到 Windows 平台上,而是充分利用 Windows 基于组件对象模型 (COM) 的先进技术重写代码。SOLIDEDGE 与 Microsoft Office 兼容,与 Windows 的 OLE 技术兼容,这使得设计师们在使用 CAD 系统时,能够进行 Windows 下文字处理、电子报表、数据库操作等。

SOLIDEDGE 具有友好的用户界面,它采用一种称为 Smart Ribbon 的界面技术,用户只要按下一个命令按钮,既可以在 Smart Ribbon 上看到该命令的具体的内容和详细的步骤,同时在状态条上提示用户下一步该做什么。

SOLIDEDGE 是基于参数和特征实体造型的新一代机械设计 CAD 系统,它是为设计人员专门开发的,易于理解和操作的实体造型系统。

3. AutoCAD

AutoCAD 是 Autodesk 公司的主导产品。Autodesk 公司是世界第四大 PC 软件公司。目前在 CAD/CAE/CAM 工业领域内,该公司是拥有全球用户量最多的软件供应商,也是全球规模最大的基于 PC 平台的 CAD 和动画及可视化软件企业。Autodesk 公司的软件产品已被广泛地应用于机械设计、建筑设计、影视制作、视频游戏开发以及 Web 网的数据开发等重大领域。

AutoCAD 是当今最流行的二维绘图软件,它在二维绘图领域拥有广泛的用户群。AutoCAD 有强大的二维功能,如绘图、编辑、剖面线和图案绘制、尺寸标注以及二次开发等功能,同时有部分三维功能。AutoCAD 提供 AutoLISP、ADS、ARX 作为二次开发的工具,

在许多实际应用领域（如机械、建筑、电子）中，一些软件开发商在 AutoCAD 的基础上已开发出许多符合实际应用的软件。目前，Autodesk 公司已经发布 AutoCAD 2008 版。

4. MDT

MDT 是 Autodesk 公司在 PC 平台上开发的三维机械 CAD 系统。它以三维设计为基础，集设计、分析、制造以及文档管理等多种功能为一体，为用户提供了从设计到制造一体化的解决方案。

MDT 主要功能特点如下：

① 基于特征的参数化实体造型。用户可十分方便地完成复杂的三维实体造型，可以对模型进行灵活的编辑和修改。

② 基于 NURBS 的曲面造型，可以构造各种各样的复杂曲面，以满足如模具设计等方面对复杂曲面的要求。

③ 可以比较方便地完成几百甚至上千个零件的大型装配。

④ MDT 提供相关联的绘图和草图功能，提供完整的模型和绘图的双向联结。

该软件的推出受到广大用户的普遍欢迎。至今为止，全世界累计销售已达 7 万套，国内已销售近千套。由于该软件与 AutoCAD 同时出自 Autodesk 公司，因此两者完全融为一体，用户可以方便地实现三维向二维的转换。MDT 为 AutoCAD 用户向三维升级提供了一个较好的选择。

5. Solid Works

Solid Works 是生信国际有限公司推出的基于 Windows 的机械设计软件。生信公司是一家专业化的信息高速技术服务公司，在信息和技术方面一直保持与国际 CAD/CAE/CAM/PDM 市场同步。该公司提倡的“基于 Windows 的 CAD/CAE/CAM/PDM 桌面集成系统”是以 Windows 为平台，以 Solid Works 为核心的各种应用的集成，包括结构分析、运动分析、工程数据管理和数控加工等，为中国企业提供了梦寐以求的解决方案。

Solid Works 是微机版参数化特征造型软件的新秀，该软件旨在以工作站版的相应软件价格的 1/5 ~ 1/4 向广大机械设计人员提供更友好的用户界面和运行环境，以及具有更大众化的实体造型实用功能。

Solid Works 是基于 Windows 平台的全参数化特征造型软件，它可以十分方便地实现复杂的三维零件实体造型、复杂装配和生成工程图。图形界面友好，用户上手快。该软件可以应用于以规则几何形体为主的机械产品设计与生产准备工作中，价位适中。

6. Cimatron

Cimatron CAD/CAM 系统是以色列 Cimatron 公司的 CAD/CAM/PDM 产品，是较早能在微机平台上实现三维 CAD/CAM 全功能的系统。该系统提供了比较灵活的用户界面，优良的三维造型、工程绘图，全面的数控加工，各种通用、专用数据接口以及集成化的产品数据管理。

Cimatron CAD/CAM 系统自从 20 世纪 80 年代进入市场以来，其在国际上的模具制造业备受欢迎。近年来，Cimatron 公司为了在设计制造领域发展，着力增加了许多适合设计的功能模块，每年都有新版本推出，市场销售份额增长很快。1994 年北京宇航计算机软件有限公司（BACS）开始在国内推广 Cimatron 软件，从第 8 版本起进行了汉化，以满足国内企业不同层次技术人员的应用需求。用户覆盖机械、铁路、科研、教育等领域，从目前已销售的情况看，市场前景看好。

7. Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER 系统是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 的产品。PTC 公司提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关的概念改变了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念, 这种全新的概念已成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准。利用该概念开发出来的第三代机械 CAD/CAE/CAM 产品 Pro/ENGINEER 软件能将设计至生产全过程集成到一起, 让所有的用户能够同时进行同一产品的设计制造工作, 即实现所谓的并行工程。

Pro/ENGINEER 系统主要功能如下:

- ① 真正的全相关性, 任何地方的修改都会自动反映到所有相关地方。
- ② 具有真正管理并发进程、实现并行工程的能力。
- ③ 具有强大的装配功能, 能够始终保持设计者的设计意图。
- ④ 容易使用, 可以极大地提高设计效率。

Pro/ENGINEER 系统用户界面简洁, 概念清晰, 符合工程人员的设计思想与习惯。整个系统建立在统一的数据库上, 具有完整而统一的模型。Pro/ENGINEER 建立在工作站上, 系统独立于硬件, 便于移植。

8. IDEAS

IDEAS 是美国 SDRC 公司开发的 CAD/CAM 软件。该公司是国际上著名的机械 CAD/CAE/CAM 公司, 在全球范围享有盛誉, 国外许多著名公司, 如波音、索尼、三星、现代、福特等公司均是 SDRC 公司的大客户和合作伙伴。

IDEAS Master Series 5 于 2007 年 6 月 20 日在美国首次展示, 引起了广泛的注意。该件是高度集成化的 CAD/CAE/CAM 软件系统。它帮助工程师以极高的效率, 在单一数字模型中完成从产品设计、仿真分析、测试直至数控加工的产品研发全过程。IDEAS 是全世界制造业用户广泛应用的大型 CAD/CAE/CAM 软件。

IDEAS 在 CAD/CAE 一体化技术方面一直雄居世界榜首, 软件内含诸如结构分析、热力分析、优化设计、耐久性分析等真正提高产品性能的高级分析功能。

SDRC 也是全球最大的专业 CAM 软件生产厂商。IDEASCAMAND 是 CAM 行业的顶级产品。IDEASCAMAND 可以方便地仿真刀具及机床的运动, 可以从简单的 2 轴、2.5 轴加工到以 7 轴 5 联动方式来加工极为复杂的工件表面, 并可以对数控加工过程进行自动控制和优化。

1.3.2 国内软件

1. 高华 CAD

高华 CAD 是由北京高华计算机有限公司推出的 CAD 产品。该公司是由清华大学和广东科龙 (容声) 集团联合创建的一个专门从事 CAD/CAM/PDM/MIS 集成系统的研究、开发、推广、应用、销售和服务的专业化高技术企业。公司与国家 CAD 支撑软件工程中心紧密结合, 坚持走自主知识产权的民族软件产业的发展道路, 以“用户的需要就是我们的需要”为承诺, 在科研成果商品化方向迈出了可喜的一步。

高华 CAD 系列产品包括计算机辅助绘图支撑系统 GHDrafting、机械设计及绘图系统 GHMDS、工艺设计系统 GHCAPP、三维几何造型系统 GHGEMS、产品数据管理系统