

计算机图形 和 CAD 设计方法学

JISUANJI TUXING HE CAD
SHEJI FANGFAXUE

李莉敏 吕永俞 涛 方明伦 / 编著

上海大学出版社

TP391.72

172

计算机图形和 CAD 设计方法学

李莉敏 吕永俞涛 方明伦 编著

上海大学出版社

·上海·

2008

内 容 提 要

本书从“原理—方法—应用”三方面介绍 CAD,旨在指导 CAD 工作者和大专院校学生从理解的基础上去应用 CAD。全书分为三篇:第一篇 CAD 技术,主要介绍 CAD 的基本组成和原理;第二篇 CAD 方法,主要从设计方法、集成、工程图纸管理以及并行工程角度去描述 CAD;第三篇 CAD 应用,主要推荐目前优秀的中端 CAD 软件 Solid Edge。本书得到美国 Unigraphics Solutions 公司支持,在前批的每本教科书中免费附送 Solid Edge Origin 光盘一张(其安装密码在前言中寻找)。

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形和 CAD 设计方法学 / 李莉敏等编著. —上海: 上海大学出版社, 2001. 10
ISBN 7-81058-276-3

I. 计... II. 李... III. 计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 069209 号

责任编辑/陆义群 责任校对/张 懿
技术编辑/冯谷兰 封面设计/王春杰

上海大学出版社出版发行
(上海市延长路 149 号 邮政编码: 200072)
上海上大印刷厂印刷 各地新华书店经销
开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 372 千字
2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷
印数: 1—1050
定价: 27.00 元

前 言

计算机辅助设计(computer aided design, CAD)是指设计人员利用计算机技术对产品进行设计、绘图、分析和编写技术文档等设计活动的总称。CAD 技术作为现代信息技术的一个重要组成部分,是实现设计方法、设计理念的根本变革,是把设计工作纳入信息技术的轨道上来的一个必要手段。CAD 技术是一项综合性的,集计算机图形学、数据库、网络通信等计算机以及其他领域知识于一体的高新技术,也是提高设计水平、缩短产品开发周期、增强行业竞争能力的一项关键技术。目前 CAD 已广泛应用于军事、民用、建筑、机械、电子、轻纺、天文地理、影视广告等各行各业。其中,在机械行业应用最早。但是以前,由于受计算机技术和 CAD 技术的限制,在人们传统观念上的 CAD 软件只是一种绘图工具,图形 CAD 系统只能将设计过程的最后阶段——绘图搬到计算机上,而设计过程仍然在工程师头脑中完成,设计效率提高不是很大。随着计算机及其相关技术的发展,现在人们可以将计算机高速、海量存储及处理能力与人的综合分析及创造性思维能力结合起来进行产品设计,不但可以使设计人员“甩掉图版”、更新传统的设计方法,随着 CAD 技术的发展,基于特征的、参数化、变量化建模也已得到应用,作为先进制造技术及 CIMS 的首要环节,标准化、多媒体化、集成化、智能化的 CAD 系统正在形成。在机械行业,随着制造技术的需求和发展,面向产品生命周期的关系型产品模型的概念,较好地解决了信息在设计、制造、检验和装配等环节的共享问题,完整地描述了产品在概念设计——装配设计——零件设计的全过程中的各种属性和相关关系,实现了产品生命周期中内部描述信息和外部过程信息的集成。在电子商务时代,利用基于网络的 CAD/CAPP/CAM/PDM 集成技术将实现真正的全数字化设计与制造。其与 ERP(企业资源计划)、SCM(供应链管理)、CRM(客户关系管理)的集成应用,将形成企业信息化的总体构架。CAD 技术又是未来虚拟设计、虚拟制造、动态企业联盟中不可缺少的关键技术。

目前,CAD 技术在我国各个行业的应用越来越普及和深入。为了对企业工程设计人员以及大专院校学生在 CAD 的理论、应用中有所帮助,我们编写了本书。本书分为三个篇章。第一篇 CAD 技术,共分五章,主要介绍 CAD 的基本组成和原理,旨在为 CAD 的应用打些基础。第二篇 CAD 方法,共分四章,主要从设计方法、集成、工程图纸管理以及并行工程角度去描述 CAD。第三篇 CAD 应用,共分六章,从应用角度出发特别推荐目前优秀的中端 CAD 软件 Solid Edge。并得到 UGS 公司的支持,在前一批的每本教科书中附送免费 Solid



Edge Origin 光盘一张,其密码是:5A3FACEF0C0D。Solid Edge 是易学易用真正基于 Windows 桌面的参数化三维实体造型软件,是设计人员从二维制图到基于实体的三维设计的理想工具。

全书由王荣航教授审定。王教授是我国最早研究应用 CAD 的开创者之一,目前他虽已年过古稀,但仍孜孜不倦地致力于 CAD 事业。我们衷心感谢王教授的指导和关心。同时也感谢阮家莹老师以及蔡韬、胡俊峰、贾明峰、朱赛娟、秦爱华、罗健、张红刚、郭丽娟、刘慧蘋等研究生在文字输入和图示标注中所付出的辛勤劳动。

本书希望能给热爱 CAD 事业的人士有所启发和帮助。限于作者的水平,书中难免会有错误和疏漏,恳请读者批评指正。

作 者

2001 年 2 月

目 录

第一篇 CAD 技术

第一章 导 论	3
1.1 计算机辅助设计的概念及作用	3
1.2 CAD 技术的历史及发展	4
第二章 CAD 系统的组成和选型	9
2.1 CAD 系统	9
2.1.1 CAD 系统的功能	9
2.1.2 CAD 系统的组成	10
2.2 CAD 系统的配置与选型	13
2.2.1 硬件的配置与选型	13
2.2.2 软件的选型	14
第三章 二维图形的生成与变换	16
3.1 基本图素生成原理及算法	16
3.1.1 直线的生成	16
3.1.2 绘制圆弧的 Bresenham 算法	18
3.2 图形显示中的坐标系及窗口视区的匹配	20
3.2.1 世界坐标、规格化坐标、设备坐标	20
3.2.2 窗口、视区及其匹配	21
3.3 二维图形的裁剪	23
3.3.1 点的裁剪	23
3.3.2 直线的裁剪	24
3.3.3 多边形的裁剪	25
3.3.4 字符的裁剪	27
3.4 二维图形的基本几何变换	28
3.4.1 平移变换	29
3.4.2 旋转变换	29
3.4.3 比例变换	30
3.4.4 对称变换	30
3.4.5 错切变换	31

3.4.6 复合变换	32
3.5 图形的消隐处理	33
3.5.1 凸多面体的隐藏线消除	34
3.5.2 凹多面体的隐藏线消除	36
3.5.3 消隐处理流程举例	38
3.6 区域填充	40
3.6.1 多边形填充	40
3.6.2 种子填充算法	43
3.7 交互技术及窗口系统	46
3.7.1 交互技术的基本介绍	46
3.7.2 窗口系统	48
第四章 三维建模技术	52
4.1 三维形体的表达	52
4.1.1 三维几何造型的分类	52
4.1.2 几何元素的定义	53
4.2 线框造型	56
4.3 表面造型	59
4.3.1 平面造型	59
4.3.2 曲面造型方法	59
4.4 实体造型	63
4.4.1 实体的定义和正则几何体	64
4.4.2 正则集合运算	64
4.4.3 欧拉公式和欧拉操作	65
4.4.4 实体模型的表示方法	67
4.5 参数化特征造型	72
4.5.1 参数化设计方法	72
4.5.2 特征造型方法	73
4.5.3 基于特征设计的 CAD 系统	78
第五章 曲线和曲面	80
5.1 曲线、曲面参数表示的基础知识	80
5.1.1 显式、隐式和参数表示	80
5.1.2 三次参数曲线的一般表示形式	82
5.1.3 空间曲线上任意一点的切向量	82
5.1.4 两曲线在连接点的连续性	83
5.2 常用曲线	83
5.2.1 赫米特曲线	83
5.2.2 三次 Bezier 曲线	85
5.2.3 B 样条曲线	87
5.3 常用曲面	89

5.3.1 Coons 曲面	89
5.3.2 Bezier 曲面	92
5.3.3 B 样条曲面	93
5.3.4 NURBS 曲面	93
 第二篇 CAD 方法 	
第六章 CAD 设计方法学	99
6.1 CAD 的设计方法	99
6.1.1 按机械结构的层次进行设计的 CAD 方法	99
6.1.2 按产品系列进行设计的 CAD 方法	101
6.2 装配设计	102
6.2.1 装配设计的策略和过程	103
6.2.2 其他装配设计工作	104
6.2.3 装配设计和示例	106
6.2.4 装配设计中的关键技术	111
6.2.5 生成爆炸图	112
6.3 产品设计	114
6.3.1 产品设计过程	114
6.3.2 功能设计基础	114
第七章 CAD 系统集成	116
7.1 系统集成概述	116
7.2 CAD 系统集成的核心管理(PDM)	117
7.3 两种 CAD 集成系统的简单介绍	117
7.3.1 应用接口连接的 CAD 集成系统	117
7.3.2 具有集成工具的 CAD 集成系统	118
7.4 CAD 集成系统的应用举例	119
第八章 工程图纸图像处理系统和图纸管理系统	121
8.1 工程图纸的图像处理	121
8.1.1 国内外发展状况	121
8.1.2 扫描仪	121
8.1.3 工程图纸矢量化	123
8.1.4 图像二值化	124
8.1.5 图像分离及矢量化预处理	124
8.1.6 箭头分离	125
8.1.7 图像识别	125
8.1.8 图形校正及综合	125
8.2 图纸管理	125
8.2.1 图纸管理系统的分类	126

8.2.2 几种出图方式和 CAD 时代的出图系统	127
第九章 并行工程	129
9.1 并行工程的基本概念	129
9.1.1 并行工程的定义及基本要素	129
9.1.2 并行工程的体系结构	130
9.1.3 实施并行工程的几个问题	130
9.2 机械产品的并行开发过程	131
9.2.1 概述	131
9.2.2 产品的开发过程	132
9.2.3 产品开发过程的战略	134
9.2.4 结论	135
9.3 产品数据的集成	136
9.3.1 概述	136
9.3.2 CAD/CAPP 的集成	136
9.3.3 三维产品数字化建模	137
9.3.4 结论	137
9.4 并行工程的集成框架	138
9.4.1 应用需求	138
9.4.2 集成框架的体系和功能	138
9.5 并行工程应用实例	139
9.5.1 并行工程内的可装配性设计	139
9.5.2 并行工程与 CAD/CAPP/CAFD/CAM 的功能集成	140

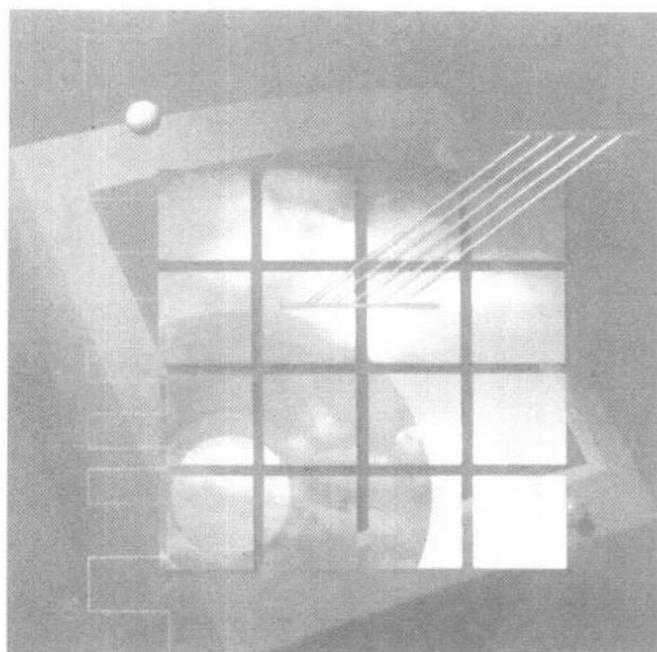
第三篇 CAD 应用

第十章 Solid Edge Draft 简介	145
第十一章 图纸标准	149
11.1 设置图页	149
11.2 设置投影角标准	150
第十二章 零件视窗	153
12.1 零件视窗	153
12.2 主要视窗	155
12.3 辅助视窗	156
12.4 剖视窗	156
12.5 零件视窗的线型	158
12.6 编辑零件视窗	160
第十三章 工程视窗	163
13.1 绘图工具条	163
13.2 智能绘制工具	171

13.3 关系工具	173
第十四章 尺寸和其他标注	187
14.1 尺寸标注	187
14.2 尺寸标注工具	187
14.3 实例	190
14.3.1 例 1	190
14.3.2 例 2	191
14.3.3 例 3	197
第十五章 编辑功能	204
15.1 编辑视窗(零件视窗/工程视窗)	204
15.2 改变视窗显示区域	205
15.3 删除视窗	206
15.4 拷贝视窗	206
15.5 编辑属性	206
15.6 文本:设置尺寸放置方式	208
15.7 编辑图素	209
15.8 设计三维实体的工具及方法	209
15.8.1 进入 SolidEdgePart 模块	209
15.8.2 设计思路	209
15.8.3 基本特征	211
15.8.4 范例	212
15.9 由二维工程图生成三维实体	237

第一篇

CAD 技术



第一章 导 论

1.1 计算机辅助设计的概念及作用

设计,是任何产品出现的第一道工序,是创造性思维和技术活动过程的产物。传统的设计方法以经验、试凑、静态、定性为核心,从而导致产品的设计周期长、设计费用高、产品质量差和缺乏竞争力等情况。如何在设计过程中运用新的原理和方法,真实地反映产品实际性能,预测各种破坏形式,使产品质量可靠、外形美观、产品设计既快又好。简要地讲,也就是从人工设计向设计过程计算机化或自动化方向发展,这是关系到机械工业兴衰的大问题。

计算机辅助设计是以计算机为辅助工具,进行产品的设计、分析、计算、制图及编写技术文件等活动的总称。其内容虽然包括了辅助制图,但决不能将 CAD 理解为仅仅是辅助制图。作为计算机辅助设计系统应当具备充分的辅助功能。在设计过程中一个工程师所花的大量时间在于设计、分析,譬如零件尺寸、形状、运动关系、机械组成、受力分析、标准化、装配等等。在此项活动的过程中,将计算机高速而精确的运算功能、大容量的存储和数据处理的能力、丰富而灵活的图形文字处理功能与设计者的创造性结合起来,形成一个人与计算机各自发挥所长、又紧密配合的系统,从而极大地加快设计进程,缩短研制周期,提高设计质量。通过 CAD 技术可以承担产品和工程设计中的方案拟定、计算分析、优化设计、工程图绘制、技术文件编写、模拟装配与试验。由此对传统的设计方法产生了根本的变革。其主要表现在以下几个方面:

1. 先导性

提前进行产品和工程的“样品设计”或“虚拟设计”,可让客户及早从屏幕上看到尚未问世的新产品或新工程的外观,对其进行多方面的观察和评审,为产品和工程的方案设计及标书的编写绘制作出快速反应,有利于市场竞争。

2. 演绎性

在产品和工程进入详细设计阶段,通过 CAD 技术可以模拟装配和设施布置,以便及早发现运动结构的碰撞或空间布局中的干涉,避免不必要的损失和浪费,从而保证设计质量的提高。

3. 并行性

便于组织并行工程(concurrent engineering)的实现。一旦在计算机中确立了产品模型和工程的总体布局,那么与之配套的各个独立系统、部件组、试验组、生产准备组等都可以在总体设计下同时分头协调进行,大大加快了设计速度。

4. 扩展性

能方便简洁地输入已有的图形,并对图形上的信息缺陷进行修复;能根据用户提出的各

种设计要求进行及时更改。在此基础上建立的型号管理数据库越来越丰富,可以方便地检查和迅速组织全套设计图的发放,为生产准备工作的各个方面赢得时间。

5. 效益性

应用了 CAD 能产生很大的效益。据美国科学研究院工程技术交流委员会 1986 年分析预测能达到如下指标:降低工程设计成本 13%~15%;提高产品的质量 5~15 倍;增加分析问题的广度和深度能力 3~35 倍;降低人工成本 5%~20%。根据国内外取得成功的实例表明,应用 CAD/CAM 是加速国民经济发展和现代化的一项关键技术,能有力地促进高新技术的发展和科研成果转化为生产力,加速产品的更新换代。

当前的 CAD 技术是一项成熟的高科技技术,并已逐步在各技术领域普及和应用,成为产品设计开发的强有力工具。掌握了 CAD 的应用和开发技术就会形成一种新的生产力,就可以在当前竞争社会中产生效益赢得市场。目前 CAD/CAM 技术日趋成熟,已广泛应用于各行各业。其应用按行业大体上分布为:机械行业 51%,电子电器行业 23%,建筑行业 15%,其他 11%。CAD 已成为工业发达国家制造业保持竞争的优势、开拓市场的重要手段,有力地促进了全世界高新技术的发展和新产品的更新换代。

1.2 CAD 技术的历史及发展

计算机系统是由软件和硬件组成的。软件的制作是为满足零件产品的设计要求特征方法而编制的。如果它是通用软件,那么它必须能满足所有零件设计的要求,而且随着零件产品的不断更新以及从设计到制造过程为缩短其产品的制造周期所创造的一体化、集成化、并行化等等的制造模式,对 CAD 支撑软件的设计提出了越来越高的要求,而且在众多的 CAD 商品化软件的市场争夺大战中,如何提高软件运行的可靠性、可维护性,使用的简便性、流通性、交互性以及多种产品的适应性,不断对软件的设计者提出新的要求和挑战。而硬件是软件的载体,若硬件的存储容量、处理速度各方面的性能不能满足软件的要求,这就会限制软件的发展。所以,软件和硬件的发展应是同步的、相关的。CAD 技术起源于 20 世纪 50 年代工业发达国家,在这个年代中大多采用电子管计算机,用机器语言编程。计算机主要用于科学计算,所配置的图形设备仅具有输出功能。

第一代 CAD 软件产品开发于 20 世纪 60 年代,由于在 1962 年美国麻省(MIT)理工学院林肯实验室首次提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想,从而为 CAD 的发展和应用打下了理论基础。20 世纪 60 年代中期出现了许多商品化的 CAD 设备。例如 1964 年 IBM 公司推出了商品化的计算机绘图设备。美国通用汽车公司的多路多时图形控制台,实现了各阶段的汽车设计。在此基础上,这一代的 CAD 软件在计算机上实现了图形显示、图形编辑等基本功能,解决了计算机二维图形学问题,实现了早期的二维绘图系统。

20 世纪 70 年代是第二代 CAD 广泛使用的年代。1970 年,美国 APPLICON 公司第一个推出完整的 CAD 系统。由于此时出现了廉价的固体电路、随机存储器、产生逼真图形的光栅扫描显示器、光笔、图形输入板等多种图形输入设备,探索了各种三维零件造型技术,如线框造型、曲面造型、实体造型,并出现了面向中小企业的 CAD/CAM 商品化系统。这一类系统主要有三维造型、二维绘图、有限元分析和数控加工编程。它是多个数据库的软件系

统,从设计到加工的全过程仍是以传统的顺序方式也就是串行方式进行的。

20 世纪 80 年代是第三代 CAD 发展突飞猛进的时期。各种商品化的三维 CAD 系统开始成熟。采用各种实体造型技术辅以曲面造型技术完成零件三维建模,逐步发展为部件装配设计技术,造型系统和辅助制造及辅助分析系统逐步集成。在 20 世纪 80 年代末,在软件设计技术上有重大的突破。它以三维设计为基础,采用参数化技术和特征技术把所有的功能在单一的公共数据库下集成起来在一个数据库结构下工作,实现了 CAD 技术的真正集成,使设计到制造全过程中的各部分工作以并行方式进行,彻底改变了传统的顺序工作方式。此时图形系统和 CAD/CAM 工作站的销售量与日俱增。CAD/CAM 技术从大中型企业向小型企业扩展,从发达国家向发展中国家扩展。第三代 CAD 软件产品受到用户的高度重视,但它仍基于多重的数学模型。

在 20 世纪 90 年代后期面世的第四代 CAD 系统的特点是,商品化三维 CAD 系统的零件造型核心逐步采用三维参数化特征造型技术。部件装配功能更为强大,支持多种装配方式。随着设计复杂产品能力的提高,设计管理系统显得越来越重要。此外,造型系统辅助制造和辅助分析系统集成度提高,逐步基于统一的数学模型。

当代的 CAD 系统采用三维参数化特征模型来描述零件,通过多级引用下级零部件构造出全关联的部件三维模型,其特点是:

- (1) 零件二维视图可以直接由对应的零部件三维模型自动投影生成。
- (2) 零部件模型相互关联,当任何一个零部件被修改时,相关的部件模型和图纸都会自动更新,无须人工连锁改图。
- (3) 可以从装配模型中直接抽取统计信息,自动生成统计报表,如材料清单(BOM 表)。
- (4) 通过使用与 CAD 系统集成于一体的 CAE 系统,可对零部件模型进行各种专业分析计算。
- (5) 通过使用与 CAD 系统集成于一体的 CAM 系统,可以对零件模型进行数控加工。

从应用情况来看,在微机上辅以设计软件通过 2D 绘图的方式表达设计产品的形状,在我国已有 10 年应用发展历史,至今在中小型企业中广泛应用,仍然占有较大比例。这是由于二维 CAD 系统投资少,且更易掌握和开发,更接近于设计师的传统作图习惯。因此,以 AutoCAD 软件为典型的二维计算机绘图的应用,对于在我国普及 CAD 起到了重要的、不可替代的作用,为自动化设计的新发展奠定了十分必要的技术基础。然而,设计的过程是体现人的创造性思维的过程。当设计师在设计某一种产品时,首先反映在大脑中的产品是一个三维模型而并非是二维投影图,而二维投影图只是为了反映三维实物的一种方法,况且采用二维 CAD 技术,对于表达传统机械设计中难以描述的问题仍然不能起到作用。例如:复杂零件中的相贯线、截交线、多曲面的过渡、空间机械设计、应力应变分析、装配体的干涉检查等用二维设计系统是不能解决的。因此近来有实力的大中型企业都纷纷引入三维 CAD 系统。就目前来看二维的应用比例逐渐减少,三维的应用比例相对在增加,但是任何设计单位的设计人员都会根据其知识水平和不同需要进入不同的三个层次:一部分人仅使用二维设计工具;另一部分人使用三维造型系统;而大部分人需要具有融合二维与三维的 CAD 软件,既能用于二维制图又能用于详细而深入的基于三维造型的产品设计。但是总的应用趋势会从二维与三维集成逐步向应用三维设计软件的方向发展。从 CAD 软件技术的发展来看,首先,面向复杂产品设计全过程的智能 CAD 系统研究,将 CAD 与并行设计、智能设计以及现

代化设计方法结合,形成面向产品设计全过程的系统。其次,集成化 CAD 系统的进一步研究,将会在统一的数据库下把各应用程序间复杂的关系,变成以数据库为核心的并联关系,使设计、分析设计与加工统一在一起,并使产品整个生命周期过程的一切数据在统一的产品数据管理过程中形成一个统一的文档和图库,使自动化设计、分析、修正、加工集成于一体。

CAD 技术的发展与工业实际应用和需求密切相关,随着实际应用的需要,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。围绕企业创新能力的提高,随着“网络通信的普及化”、“信息处理的智能化”、“多媒体技术的实用化”,未来的 CAD 正向着开放性、标准化、集成化、智能化、多媒体化方向发展。

1. 开放性

开放性是决定一个系统能否真正达到实用化并转化为现实生产力的基础,这主要体现在系统的工作平台、用户接口、应用开发环境以及与其他系统的信息交换等方面。CAD 系统可以在不同的工作平台上,如工作站加 Unix 操作系统下,或普通 PC 机加 Windows/Win95~98 操作系统下,还有在网络环境下,通过用户接口、人机交互方式采用图形化界面、自适应的智能界面以及本地语言的菜单、命令,动态导航、约束驱动等绘图功能将大大提高绘图速度和精度。应用开发环境,向企业提供二次开发环境,以开发面向行业和企业应用的专用 CAD 软件和数据库。随着通用 CAD 软件的日趋成熟,尤其是特征技术的产生、发展和应用,已经为 CAD 走向专业化打下了坚实的基础。在先进、通用的 CAD 平台上,开发专用 CAD 软件,例如模具设计软件等,对提高企业的 CAD 技术的应用层次具有重要意义。

2. 智能化

产品设计活动是一个从概念设计开始的逐步细化过程。概念设计阶段的许多不确定因素,一方面由下游开发活动逐步确定,并受下游开发活动的约束;同时,产品信息的创成,还受到许多外部信息的约束。因此,实用的 CAD 系统应能及早提供满足下游开发活动约束及特定外部过程约束的智能决策支持。目前的智能化研究是将领域内专家的知识 and 经验,运用人工智能技术把它们归纳成一些规则,形成知识库,再利用推理机制进行推理判断,最后用计算机处理以获得具有专家水平的设计结果。然而,设计是一个含有高度智能的人类创造性活动领域。智能 CAD 应不仅仅是简单地将现有的智能技术与 CAD 技术相结合,更要深入研究人类设计的思维模型,并用信息技术来表达和模拟它。这样不仅会产生高效的 CAD 系统,而且必将为人工智能领域提供新的理论和方法。CAD 的这个发展趋势,将对信息科学的发展产生深刻的影响。目前的研究与应用热点放在面向对象的设计方法、基于神经网络的设计方法、模糊设计方法及其各种综合应用上。

3. 标准化

完善的 CAD 标准体系是指导我国标准化管理部门进行 CAD 技术标准化工作决策的科学依据,是开发指定 CAD 技术各相关标准的基础,也是促进 CAD 技术普及应用的约束手段。因此,在 CAD 应用工程中跟踪国际的相关标准,研究指定我国国情的 CAD 标准,并切实加以执行,是促进我国 CAD 技术研究开发、推广应用不断发展的重要保证。CAD 标准化的重要部分是各 CAx 间数据(信息)交换方法的标准化。《产品模型数据表达与交换标准》(standard for the exchange of product model data, STEP),是世界标准化组织 ISO 于 1980 年提出的一个新的数据交换规范。其基本目标是研究完整产品模型数据的交换技术,最终实现在产品生命周期内对产品数据进行完整一致的描述和交换技术。STEP 是在现有

的许多成熟的数据交换技术的基础上提出来的,是一个发展中的产品数据交换国际标准。其他的几乎所有标准和研究项目,在向 STEP 贡献其研究成果的同时,还在积极地向其靠拢,共同致力于 STEP 的发展和完善工作。STEP 的发展目标是不仅为 CAx 系统之间的信息交换提供手段,而且进一步为面向 CIM 的新一代产品建模软件的研制与开发提供一个面向对象的集成平台。这个软件平台,以面向对象的分布式数据库和知识库为基础,采用联网的方式工作。除此之外,面向应用的标准构件(零部件库),标准化方法也已成为 CAD 系统中的必备内容,且向着合理化工程设计的应用方向发展。

4. 集成化

CAD 作为制造业核心的单元技术,走向集成是必然方向。在局部实施上,通过标准化接口实现数据交换;通过与 CAE 集成实现设计过程的基本分析、仿真和优化;通过特征技术解决 CAD/CAPP/CAM 间的信息集成。目前创新设计能力(CAD)与现代企业管理能力(ERP、PDM)的集成,已成为企业信息化的重点。在广域实施上,尽早组建企业、集团、行业的 Intranet,并与 Internet 连通,通过实施数据库的分布式、运算环境的分布式,逐步走向 CAD 的异地设计制造模式,以实现产品生命周期内信息的全局优化。应运而生的虚拟设计、虚拟制造、虚拟企业、企业联盟就是在此基础上提出来的。

近年来,PDM(产品数据管理)技术和软件产品发展迅速。PDM 作为企业级的各应用软件与网络和数据库间的数据管理平台,将在制造业走向集成化的过程中扮演越来越重要的角色。

5. 多媒化

网络世界的到来使得各种经济形式发生了巨大的变化,电子商务已成为一种新的经济形式。它可使用户足不出户,便可领略万千变化的世界。同时,电子商务向工程技术人员提出了更高的要求,即产品的设计不能再局限在平面内,而是要向立体空间发展,运用多媒体技术使得用户能在网上就能领略虚拟现实带来的视觉新感官。随着多媒体技术的迅速发展和完善,对 CAD 技术的发展产生深远的影响,多媒体数据库技术、多媒体 CAD 环境的构造和虚拟制造技术的工程应用已经到来。未来的 CAD 环境将是一种异地式的,集文字、图形、声音、图像于一体的多媒化环境。

6. CAD 与其他新技术

CAD 与快速原型制造技术。CAD 技术的发展已经能够使人们迅速地将设计思想转化为三维动态可视图像和模型数据。快速原型制造技术(RPM)正是利用 CAD 三维模型数据控制桌面快速成型系统,通过一系列技术快速成型制造精密零部件。显然,CAD 技术是快速原型制造得以实现的基础。

CAD 与逆向工程。逆向工程是数字化测量技术与 CAD 的几何数据处理技术相结合的产物。数字化测量仪获得的被测物的离散几何数据,通过几何重构、重组技术,由专用的 CAD 系统进行复现、编辑、修改。

计算机辅助协同设计。设计工作是一个典型的群体工作。群体成员既有分工,又有合作。计算机辅助协同设计是计算机支持的协同工作(CSCW)技术在设计领域的一种应用。用于支持设计群体成员交流设计思想、讨论设计结果、发现成员间接口的矛盾和冲突,以便及时地加以协调和解决,减少以至避免设计的反复,从而进一步提高设计工作的效率和质量。目前,协同设计系统的现状是局域网已达到实用阶段。在异步工作方式下,远程协同设