

工程 机械 系列 教材

工程机械CAD 应用技术

储伟俊 主编

GONGCHENG JIXIE CAD YINGYONG JISHU



随书附光盘一张

国防工业出版社

工程机械系列教材

工程机械 CAD 应用技术

储伟俊 主编

图例在版目录 (CIP) 数据

《工程机械 CAD 应用技术》储伟俊主编，北京：国防工业出版社，2008.11

(《工程机械系列教材》)

ISBN 978-7-118-02143-8

I. 工... II. 储... III. 工程机械—机械设计—计算机辅助

IV. TU605

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 023413 号

国防工业出版社

(北京海淀区中关村南路 33 号 邮编 100048)

北京新街口外大街 1 号

邮编 100088

开本 285×1095 1/16 印张 28 页 字数 994 千字

2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元 (含运费)

(本书如蒙印务社印务部，请社印务部)

国防工业出版社

发行所：(010) 88411233
发行部：(010) 88412394

· 北京 ·

内 容 简 介

本书介绍了机械 CAD 技术的基础知识,并系统全面地对 CAD 核心软件 Auto-CAD 2007 的操作使用及其实例应用、Pro/E Wildfire 的建模与应用、3ds max 建模技术及典型应用进行了介绍。

本书结构清晰,结合实例,内容翔实,深入浅出,注重实际,能够起到举一反三的作用。本书既可作为高等院校机械类各专业的教材,也可作为相关工程技术人员的参考书。

本书所附光盘提供了实例演示动画、图例以及相关贴图。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程机械 CAD 应用技术 / 储伟俊主编. —北京:国防工业出版社,2008.11
(工程机械系列教材)
ISBN 978-7-118-05143-8

I. 工... II. 储... III. 工程机械—机械设计:计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD—教材 IV. TU602

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 057442 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 28 $\frac{3}{4}$ 字数 664 千字

2008 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 50.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474

发行业务:(010)68472764

《工程机械系列教材》

编写委员会成员

主任委员 王耀华 龚烈航

副主任委员 高亚明 苏凡圉 周建钊

委员 (按姓氏笔划为序)

王 强 王占录 王新晴 李 钧

陈六海 陈明宏 宋胜利 张梅军

赵建民 姬慧勇 鲁冬林 储伟俊

程建辉

工程机械 CAD 应用技术

员为会员委官编

主 编 储伟俊

编 写 储伟俊 周建钊 刘爱华

胡 键 程建辉 生龙波

(机械工业出版社)

薛 李 郭伟王 袁古王 熊 王

覃 韩 宋 陈 宋 宋 即 宋 宋 六 宋

刘 朴 谢 林 冬 鲁 袁 慧 强 刘 强 强

强 强 强

前 言

CAD 技术作为一门多学科综合应用型新技术,是改造传统设计方式的关键技术,是与现代设计和制造自动化紧密联系的。在机械产品开发过程中,利用 CAD 技术,能缩短产品的开发周期,增强产品的竞争力,创造显著的效益,并能为后期的工程与结构分析、工艺规划与编程提供便利。

作为 CAD 关键技术之一的软件技术已经成为工程设计和制造技术人员必须掌握的知识,也成为高等院校必修的专业基础课。为此,我们编写了《工程机械 CAD 应用技术》教材。该教材是根据机械工程 CAD 课程教学大纲的要求编写的。

本教材的特点是结合实例进行阐述,内容系统全面,从二维工程图设计到三维模型设计和模拟,由浅入深,可使读者步步深入,扎实地学好每一个知识点。

本教材共分 4 篇,紧紧围绕机械 CAD 核心软件进行介绍,讲究实用性。

第一篇为 CAD 技术基础。介绍了 CAD 技术概念、发展历程以及目前人们关心的研究热点等内容,并对 CAD 造型中的坐标系、窗口与视区变换、几何变换等基础知识进行了介绍,使读者能够对 CAD 技术有一个初步的了解。

第二篇为 AutoCAD 软件应用部分。主要介绍了 AutoCAD 2007 工作界面及基本操作、工程机械中常用绘图与编辑命令、复杂绘图与编辑、三维造型基础以及图块、外部参照、设计中心、图层、标注等知识,并对典型工程机械图形绘制进行了实例分析。

第三篇为 Pro/ENGINEER Wildfire 应用基础部分。主要介绍了 Pro/ENGINEER 系统的产生与发展、Pro/ENGINEER Wildfire 的基本操作与文件管理、草绘方法、几何元素编辑、尺寸标注及修改、三维模型的设计、零部件的装配以及工程图的创建方法等。

第四篇为 3ds max 建模技术及应用。主要介绍了 3ds max 8 的基本操作、基础建模方法、二维转三维建模方法、常用标准编辑器建模方法、复合建模方法、NURBS 建模方法、三维模型的常用材质和贴图应用、灯光与摄像机的应用、典型的三维动画制作方法以及渲染输出技术等。

本书所附光盘提供了实例演示动画、渲染图例以及相关贴图,供读者学习参考使用。

本教材可作为机械类各专业的学习教材,也可作为相关工程技术人员参考书。

对本书编写过程中有关领导和部门的大力支持,以及本教材所参考的有关文献资料的作者一并表示感谢。

本教材由解放军理工大学工程兵工程学院机械装备系储伟俊任主编,青岛潜艇学院刘爱华、解放军理工大学工程兵工程学院周建钊任副主编,程建辉、胡键、生龙波、余天德等参与了部分章节的编写。

由于编者水平所限,错误和不足之处恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 CAD 技术基础

第1章 CAD 技术概论	1
1.1 CAD 技术概述	1
1.2 CAD 建模技术的研究历程和主要内容	3
1.3 CAD 技术的发展趋势	5
1.4 CAD 技术研究开发热点	7
习题	10
第2章 CAD 图形处理技术	11
2.1 坐标系	11
2.2 窗口和视区变换	14
2.3 CAD 的空间几何变换	16
习题	22

第二篇 AutoCAD 软件及应用

第3章 AutoCAD 2007 工作界面及基本操作	23
3.1 认识 AutoCAD 2007 工作界面	23
3.2 AutoCAD 2007 基本操作	26
3.3 AutoCAD 图形文档管理	35
3.4 AutoCAD 多文档设计环境	38
习题	38
第4章 工程机械基本绘图与编辑	40
4.1 精确绘图前的准备	40
4.2 绘制直线	41
4.3 使用对象捕捉画直线	43
4.4 使用极轴追踪、对象追踪功能画直线	46
4.5 画圆及圆弧连接	50
4.6 改变线条的长度	58
4.7 复制与移动图形对象	64
4.8 倒圆角和倒斜角	66

4.9	常见几何作图	68
4.10	综合练习	74
习题		77
第5章	图层及图形特性	79
5.1	创建与设置图层	79
5.2	控制图层状态	82
5.3	使用【图层】工具栏	83
5.4	使用【特性】工具栏	84
5.5	控制非连续线型外观	84
5.6	修改对象的特性	86
5.7	使用图层绘图实例	89
5.8	图层管理	92
习题		94
第6章	工程机械常用绘图与编辑	96
6.1	绘制多边形、椭圆	96
6.2	绘制对称图形和均布图形	101
6.3	旋转与缩放图形	105
6.4	夹点编辑方式	107
6.5	绘制断裂线	109
6.6	图案填充与编辑	110
6.7	综合练习	113
习题		116
第7章	工程机械绘图实例	117
7.1	使用 AutoCAD 绘图的注意事项	117
7.2	画平面图形:吊钩	118
7.3	画三视图	119
7.4	画斜视图	122
7.5	画剖视图	124
习题		126
第8章	高级绘图及编辑	128
8.1	使用点定位	128
8.2	使用辅助线定位	129
8.3	使用栅格与捕捉	132
8.4	多段线的绘制与编辑	136
8.5	面域	138
8.6	选择对象的高级方法	142
8.7	浏览图形的高级方法	144
8.8	查询图形信息	146
习题		150

第9章 文字标注与尺寸标注	152
9.1 创建与修改文字样式	152
9.2 创建与编辑单行文字	154
9.3 创建与编辑多行文字	156
9.4 创建与编辑表格	160
9.5 尺寸标注概述	164
9.6 尺寸标注样式	165
9.7 长度型标注	169
9.8 圆弧型尺寸标注	172
9.9 角度标注	174
9.10 快速引线标注	174
9.11 标注尺寸公差和形位公差	176
9.12 编辑标注对象	178
9.13 尺寸标注的步骤	180
习题	181
第10章 图块、外部参照及设计中心	182
10.1 图块的创建与使用	182
10.2 编辑与管理图块属性	185
10.3 使用外部参照	188
10.4 AutoCAD 设计中心	189
习题	191
第11章 典型工程机械图形绘制实例	192
11.1 制作样板	192
11.2 画轴类零件	193
11.3 画盘盖类零件	195
11.4 画叉架类零件	196
11.5 画箱壳类零件	198
习题	200
第12章 三维绘图基础	202
12.1 选择三维建模工作空间	202
12.2 三维坐标系	203
12.3 观察三维图形	206
12.4 三维图的显示控制	209
12.5 与实体显示有关的系统变量	210
习题	211
第13章 创建与编辑三维实体	212
13.1 创建基本三维实体	212
13.2 绘制螺旋线	213
13.3 由二维对象生成三维实体	213

13.4	利用布尔运算构建实体	216
13.5	修改三维实体	217
13.6	三维操作	220
13.7	对实体修圆角和倒角	224
13.8	使用压印命令修改实体	225
13.9	获取实体体积、转动惯量等属性	226
13.10	综合练习	227
习题		234
第 14 章	图形输出	235
14.1	创建打印样式	235
14.2	从模型空间出图	236
14.3	从图纸空间出图	240
习题		242

第三篇 Pro/E 应用基础

第 15 章	Pro/E 基础知识	244
15.1	Pro/E 系统的产生与发展	244
15.2	Pro/E 系统概述	245
15.3	Pro/ENGINEER Wildfire 操作界面介绍	247
15.4	基本操作与文件管理	250
习题		254
第 16 章	Pro/E 二维草绘功能	255
16.1	草绘环境	255
16.2	草绘的基本步骤	256
16.3	草绘图标按钮	257
16.4	编辑几何元素	262
16.5	尺寸标注	264
16.6	尺寸修改	266
16.7	约束	267
16.8	草绘综合实例	271
习题		274
第 17 章	Pro/E 三维建模技术	275
17.1	零件模块简介	275
17.2	三维建模的基准特征	275
17.3	三维建模的基础特征	282
17.4	三维建模的编辑特征	288
17.5	三维建模的工程特征	292
17.6	三维建模实例	307

习题	329
第 18 章 Pro/E 装配模块	331
18.1 创建零件	331
18.2 装配零件	332
18.3 装配零件 prt0002.prt	333
18.4 装配的基本参数	334
习题	334
第 19 章 Pro/E 工程图	335
19.1 创建实体	335
19.2 创建工程图	335
19.3 创建一般视图	336
19.4 创建剖视图	337
19.5 显示及拭除	338
习题	339

第四篇 3ds max 建模技术及应用

第 20 章 3ds max 8 基本操作和基础建模	340
20.1 3ds max 概述	340
20.2 工作界面	341
20.3 基本操作	346
20.4 创建标准几何型体	357
20.5 创建扩展几何型体	360
习题	363
第 21 章 二维转三维建模方法	365
21.1 创建二维图形	365
21.2 编辑样条线 (Edit Spline) 修改编辑器	368
21.3 拉伸 (Extrude)——齿轮	373
21.4 旋转 (Lathe)——壳体	374
21.5 倒角 (Bevel)——端盖	375
习题	377
第 22 章 常用标准编辑器建模	379
22.1 修改命令面板和修改堆栈	379
22.2 弯曲 (Bend) 修改建模——弯管	380
22.3 锥化 (Taper)——导边	381
22.4 扭曲 (Twist)——波纹管	384
22.5 倾斜 (Skew)——变形板	385

22.6 拉伸(Stretch)——油缸球形套	386
习题	387
第 23 章 复合建模方法	388
23.1 布尔运算建模	388
23.2 放样建模	393
23.3 连接复合对象	396
23.4 散布复合对象	398
习题	401
第 24 章 NURBS 建模	402
24.1 NURBS 曲线	402
24.2 NURBS 曲面	405
习题	408
第 25 章 常用材质和贴图应用	409
25.1 材质编辑器应用	409
25.2 贴图操作	413
25.3 常用贴图类型	416
25.4 常用材质类型	420
习题	421
第 26 章 灯光与摄像机应用	422
26.1 灯光	422
26.2 摄像机	426
习题	427
第 27 章 三维动画制作	429
27.1 动画基本概念	429
27.2 基本动画制作	430
27.3 轨迹视图(Track View)的使用	431
27.4 动画控制器	434
27.5 正向运动和反向运动	435
习题	442
第 28 章 渲染输出	443
28.1 渲染场景	443
28.2 快速渲染	445
28.3 渲染类型	446
习题	447
参考文献	448

第一篇 CAD 技术基础

第 1 章 CAD 技术概论

计算机的出现和发展,实现了将人类从繁琐的脑力劳动中解放出来的愿望,早期辅助人类承担一些单调、重复的劳动,如辅助数控编程、工程图样绘制等,在此基础上逐渐出现了计算机辅助设计(CAD)的概念。

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)是指工程技术人员在人和计算机组成的系统中以计算机为辅助工具,完成产品的设计、分析、绘图等工作,并达到提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低产品成本的目的。

一般认为 CAD 系统的功能包括:①草图设计;②零件设计;③装配设计;④复杂曲面设计;⑤工程图样绘制;⑥工程分析;⑦真实感及渲染;⑧数据交换接口等。

本章主要内容包括:

➤ CAD 技术概念

➤ CAD 的发展历程及研究热点

1.1 CAD 技术概述

1.1.1 机械 CAD 一般过程

机械设计是产品设计、制造、装配、销售和使用整个生命周期中的重要环节。机械 CAD 是 CAD 技术在机械设计中具体运用的产物。机械 CAD 技术是一种新的设计方法,也是一门多学科综合应用的新技术。它的发展及 CAD 系统所具有的高质量、高效率以及人工所不能及的优点,使 CAD 的应用产生了巨大的经济效益和社会效益。机械 CAD 是一种用计算机硬、软件系统辅助设计人员对机械产品或工程进行设计的方法与技术,包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动。机械 CAD 一般过程如图 1-1 所示。

1.1.2 CAD 技术内涵

从方法学角度看, CAD 采用计算机工具完成设计的全过程,包括概念设计、初步设计(或称总体设计)和详细设计。在设计过程中, CAD 将计算机海量数据存储和高速数据处理能力与人的创造性思维和综合分析能力有机地结合起来,充分发挥了各自的特长。

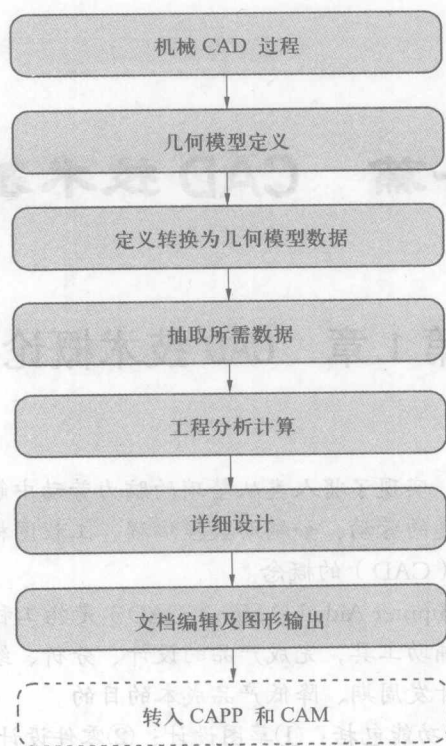


图 1-1 机械 CAD 一般过程

从技术角度看，CAD 技术把产品的物理模型转化为存储在计算机中的数字化模型，从而为后续的工艺、制造、管理等环节提供了共享的信息源。

现在 CAD 技术已不仅仅用于自动绘图或三维建模，而已成为一种广义的、综合性的关于设计的新技术，它涉及以下基础技术：

(1) 图形处理技术。如二维交互图形技术、三维几何造型技术及其他图形输入输出技术。

(2) 工程分析技术。如有限元分析、优化设计方法、物理特性计算（如面积、体积、惯性矩等计算）、模拟仿真以及各行各业中的工程分析等。

(3) 数据管理与数据交换技术。如产品数据管理（PDM）、数据库、异构系统间的数据交换和接口等。

(4) 文档处理技术。如文档制作、编辑及文字处理等。

(5) 界面开发技术。如图形用户界面、网络用户界面、多通道多媒体智能用户界面等。

(6) 基于 Web 的网络应用和开发技术。

应该指出的是，CAD 与计算机绘图、计算机图形学容易混淆，它们三者之间有联系，但它们的内涵不同。

计算机绘图的内涵：计算机绘图是使用图形软件和计算机硬件进行绘图及有关标注的一种方法和技术，它以摆脱繁重的手工绘图为主要目标。

计算机图形学(CG)的内涵:计算机图形学是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专用设备上显示的原理、方法和技术的科学(根据 ISO 在数据处理词典中的定义)。

计算机绘图是计算机图形学中涉及工程图形绘制的一个分支,可将它看成一门工程技术,它为人们以软件操作方式绘制图样提供服务;计算机绘图不是 CAD 的全部内涵,但它是 CAD 技术的基础之一。计算机图形学是一门独立的学科,有自己丰富的技术内涵,它与 CAD 有明显区别,但它的有关图形处理的理论与方法构成了 CAD 技术的重要基础。

1.2 CAD 建模技术的研究历程和主要内容

建模技术是 CAD 的核心技术,建模技术的研究、发展和应用,代表了 CAD 技术的研究、发展和应用水平。

1. 二维 CAD 技术的发展

CAD 技术起步于 20 世纪 50 年代后期。进入 20 世纪 60 年代后,CAD 技术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、费时和低精度的传统手工绘图。当时,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,CAD 的含义仅仅是图板的替代品,即 Computer Aided Drawing 的缩写。以二维绘图为主要目标的算法一直持续到 20 世纪 70 年代末。随着技术的发展,CAD 系统介入产品设计过程的程度越来越深,系统功能越来越强,逐步发展成为真正的计算机辅助设计。

2. 曲面造型技术与三维 CAD 系统的发展

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。

20 世纪 70 年代飞机和汽车工业的蓬勃发展给三维 CAD 带来了良好的机遇。为了解决飞机和汽车设计制造中遇到的大量自由曲面问题,法国人提出了贝塞尔(Bezier)算法,使得人们用计算机处理曲线及曲面问题变得可以操作,同时也使得法国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,提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。CATIA 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,首次实现了在计算机内较完整地描述产品零件的主要信息,同时也为 CAM 技术的开发打下了基础。曲面造型系统带来了第一次 CAD 技术革命,它改变了以往只能借助油泥模型来近似表达曲面的落后的工作方式。

曲面造型系统带来的技术革新,使汽车开发手段有了质的飞跃,新车型开发速度也大幅度提高,许多车型的开发周期由原来的 6 年缩短到约 3 年。汽车工业对 CAD 系统的大量采用,反过来也大大促进了 CAD 技术本身的发展。

3. 实体造型技术与三维 CAD 系统的发展

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份额,以

CV、SDRC 和 UG 为代表的系统开始朝各自的发展方向前进。20 世纪 70 年代末到 80 年代初, CAE 和 CAM 技术也有了较大发展。表面模型使 CAM 问题基本得到解决。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、重心和惯性矩等, 对 CAE 十分不利。在当时星球大战计划的背景下, 为降低巨大的太空实验费用, 许多专用分析模块得到开发。基于对 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。实体造型技术能够精确地表达零件的全部属性, 有助于统一 CAD、CAE 和 CAM 的模型表达, 给设计带来了方便, 代表着未来 CAD 技术的发展方向。但实体造型技术在带来了算法的改进和未来发展希望的同时, 也带来了数据计算量的极度膨胀。在当时的计算机硬件条件下, 实体造型的计算及显示速度很慢, 离实际应用还有较大的差距。另外, 面对算法和系统效率的矛盾, 许多赞成采用实体造型技术的公司并没有下大力气进行开发, 而是转向攻克相对容易实现的表面模型技术。在以后的 10 年里, 随着硬件性能的提高, 实体造型技术又逐渐为众多 CAD 系统所采用。

4. 参数化技术与三维 CAD 系统的发展

进入 20 世纪 80 年代中期, CV 公司提出了一种比无约束自由造型更加新颖的算法——参数化实体造型方法。这种方法的特点是, 基于特征、全尺寸约束、全数据相关和尺寸驱动设计修改。由于在参数化技术发展初期, 很多技术难点有待于攻克, 又因为参数化技术的核心算法与以往的系统有本质差别, 采用参数化技术, 必须将全部软件重新改写, 因而需要大量的开发工作和投资。同时, 由于当时 CAD 技术应用的重点是自由曲面需求量非常大的航空和汽车工业, 参数化技术还不能成为提供解决自由曲面问题的有效工具, 所以这项技术当时被 CV 公司所否决。

参数技术公司 (Parametric Technology Corp., PTC) 就在这样的环境下应运而生。PTC 推出的 Pro/E 是世界上第一个采用参数化技术的 CAD 软件, 它第一次实现了尺寸驱动的零件设计。20 世纪 80 年代末, 计算机技术迅猛发展, 硬件成本大幅度下降, 很多中小型企业也开始有能力使用 CAD 技术。处于中低档的 Pro/E 软件获得了发展机遇, 它符合众多中小型企业 CAD 的需求, 从而获得了巨大的成功。进入 90 年代后, 参数化技术变得越来越成熟, 充分体现出其在许多通用件、零部件设计时的简便易行等方面的优势。

5. 变量化技术与三维 CAD 系统的发展

参数化技术在 20 世纪 90 年代前后几乎成为 CAD 业界的标准, 许多软件厂商纷纷起步追赶。由于 CATIA、CV、UG、EUCLID 等都已经是在原来的非参数化模型基础上开发或集成了很多其他应用, 开发了许多应用模块, 所以, 重新开发一套完全参数化的造型系统困难很大, 因为这样做意味着必须将软件全部重新改写。因此这些公司采用的参数化系统基本上都是在原有模型技术的基础上进行局部的、小规模修补。这样, CV、CATIA 和 UG 在推出自己的参数化技术时, 均宣传其采用了复合建模技术。

复合建模技术把线框模型、曲面模型及实体模型叠加在一起, 难以全面应用参数化技术。由于参数化技术和非参数化技术内核本质不同, 用参数化技术造型后进入非参数化系统, 还要进行内部转换才能被系统接受, 而大量的转换极易导致数据丢失或产生其他的不利情况。

20 世纪 90 年代初, SDRC 公司的开发人员以参数化技术为蓝本, 提出了“变量化技术”。1990 年—1993 年, SDRC 投资一亿多美元, 将软件全部重新改写, 推出了全新体系结构的 I-DEAS Master Series。

1.3 CAD 技术的发展趋势

作为一门新的综合性计算机应用技术, CAD 与制造技术的集成 (CAD/CAM) 和发展几乎推动了一切领域的设计革命, 引起了产品设计和制造方式的根本性变革, 取得了显著的经济效益。1989 年美国工程研究院把它列为当代最杰出的十大工程技术成就之一。目前, 它的发展和应用水平已经成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

经过几十年的研究和应用, CAD/CAM 技术已经从国防工业发展到民用工业, 从发达国家流向发展中国家, 其应用领域已渗透到各行各业, 不仅在机械、电子、建筑等行业获得了广泛应用, 而且在气象、医疗、影视、广告、动画等领域也有广阔的应用前景。

在发达国家, CAD/CAM 技术已进入了普及阶段, 商品化软件已趋于成熟, 应用极为普遍, 它的应用使产品传统模式的设计制造和组织生产产生了极为深刻的变革。在这些国家中, CAD/CAM 技术已形成了一个推动各行各业技术进步、能够创造大量财富、具有相当规模的产业部门——软件产业。根据美国统计, CAD/CAM 世界市场总额 1985 年为 35 亿美元, 1988 年为 54 亿美元, 1990 年达 144 亿美元, 年平均增长率已达 20% 以上。

CAD 技术基础理论的每一次重大进展, 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。技术发展, 永无止境。没有一种技术是常青树, CAD 技术一直处于不断的发展与探索之中。CAD 技术的发展趋势主要围绕在标准化、开放式、集成化、智能化 4 个方面。

1. 标准化

除了 CAD 支撑软件逐步实现 ISO 标准和工业标准外, 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。

传统形式的手画工程图已经有了成熟的国际标准, 相互都能理解。而存储在磁盘、光盘上的形形色色的 CAD 二进制数字记录, 要想实现标准化就复杂、困难得多。从 20 世纪 80 年代中期起, 国际标准化组织着手酝酿制定这类标准, 称作 ISO10303《产品数据表达与交换标准》, 简称 STEP。它要涵盖所有人工设计的产品, 采用统一的数字化定义方法。由于 STEP 标准涉及的面非常宽, 众口难调, 标准的制定过程十分缓慢, 存在问题很多。而在我国, CAD 应用工程的实施具有更加严密的组织领导体系, 而且实际从事 CAD 应用软件开发的单位相对比较集中, 起步比国外晚, 不存在要与过去开发的老系统保持兼容问题。如果我国采取主动贯彻 STEP 积极思想的方针, 不纠缠于过分繁琐的技术细节, 针对我国的现实需要和技术发展前景, 及早统一协调自主开发软件的数据模型, 这将有助于推动国内 CAD 界的学术研究风气, 促进 CAD 软件开发水平的大幅度提高。这种主动出击的策略要比单纯等待 STEP 标准草案一版一版地更新有利得多。回