

21世纪高等院校教材
中国科学院规划教材



环境工程CAD 技术基础与应用

HUANJING GONGCHENG CAD JISHU JICHU YU YINGYONG

马贵春 编 著
吴伏家



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材
中国科学院规划教材

环境工程 CAD 技术基础与应用

马贵春 吴伏家 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要包含三部分内容:环境工程计算机辅助设计中的理论、方法,重点研究环境工程手册数据处理技术和方法,环境工程中常用的数据结构,环境工程图形的几何变换技术,环境工程中神经网络模型理论、方法;环境工程计算机辅助设计中常用软件包的介绍及二次开发技术,重点以AutoCAD 2005 软件及 MATLAB 6.5 软件为平台,研究环境工程图形符号库的二次开发,环境工程水处理构筑物平面图的参数化、绘制,研究如何利用MATLAB 6.5 软件包中的神经网络工具箱二次开发技术来优化设计环境工程中的实际问题等;环境工程计算机辅助设计案例应用,一些实例是作者近几年来科学研究的成果应用。

本书可作为高等院校环境工程、环境科学等相关专业研究生或本科生的教材,也可供从事工程设计特别是环境工程设计的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程 CAD 技术基础与应用/马贵春,吴伏家编著. 北京:科学出版社,2007.6

21 世纪高等院校教材·中国科学院规划教材

ISBN 978-7-03-019172-4

I. 环… II. ①马…②吴… III. 环境工程-计算机辅助设计-高等学校-教材 IV. X5-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 089651 号

责任编辑:杨向萍 吴伶俐 王国华 / 责任校对:朱光光
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 7 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007 年 7 月第一次印刷 印张:20

印数:1—4 000 字数:387 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

前 言

20 世纪,我国环境工程专业领域曾经认为环境工程从实验研究、工程设计、生产运行管理到工程施工,基本上不涉及很复杂的计算,没有必要用计算机来完成这些工作。这种片面的观点在一定程度上阻碍了 CAD 技术在环境工程方面的应用,同时也影响了环境工程专业本身的科学研究向深度和广度发展,结果是 CAD 技术在我国的环境工程的应用不仅远远落后于世界发达国家的同类专业,而且也落后于国内其他工程专业。现在,随着 CAD 技术的发展,在广大环境工程人员的努力下,这种状况有了较大的改变,特别是近年来随着我国经济的发展,有关部门对环境问题的日益重视,环境工程建设投资年年增加,同时 CAD 技术逐渐成熟,这些都为 CAD 在环境工程设计中的广泛应用铺平了道路。设计单位为适应工程任务的要求,也越来越多地在环境工程设计中采用 CAD 技术。

近几年来,CAD 技术在我国环境工程设计中得到了一定程度的发展,在专业方面的应用开发也有一定的范围,涉及市政建设的给水与排水管网、泵站、建筑给水排水、给水处理与污水处理等方面的工程设计。但 CAD 作为一种高级辅助设计工具,主要应用于设计计算和绘图方面,环境工程方面应用软件仍然很少,还处于发展的初级阶段,而且,缺少环境工程设计方面的许多标准。对于水处理工程的各个方面都未进行全面的深入,缺少水处理工程专家系统的分析、判断、推理。今后需要进一步加强和完善 CAD 的软件功能,使 CAD 技术在环境工程专业设计方面能够真正进入实用化阶段,使环境工程设计大部分由 CAD 技术来完成。为使 CAD 技术给环境工程设计带来便捷,产生日益明显的效益,环境工程行业 CAD 技术的发展、应用、开发急需需要我们去开拓。

随着现代科学技术日新月异的发展,计算机科学作为一门新兴的学科,其应用也日益广泛。目前,计算机在环境科学与工程专业领域发挥着越来越重要的作用;计算机技术对于解决一些环境科学与工程中的问题起到了至关重要且不可替代的作用。面对高新技术的飞速发展,环境科学与工程专业的学生和工作人员,也迫切需要提高自身的计算机应用能力。为满足环境科学与工程的教学需要,并提高相关人员的计算机应用水平,编者编写了本书。

本书内容尽可能体现 CAD 技术的先进性、通用性、适用性,尽量做到理论联系实际。一些实例都是作者近几年来科学研究的成果应用。最终能使读者在很好地掌握环境工程计算机辅助设计理论和方法的基础上,熟练进行应用软件包的二次开发和应用。

本书主要涉及以下内容:

(1) 环境工程计算机辅助设计中的理论、方法。重点研究环境工程手册数据处理技术和方法;环境工程中常用的数据结构;环境工程图形的几何变换技术;环境工程中神经网络模型理论、方法。

(2) 环境工程计算机辅助设计中常用软件包的介绍及二次开发技术。重点以 AutoCAD 2005 软件及 MATLAB 6.5 软件为平台,研究环境工程图形符号库的二次开发,环境工程水处理构筑物平面图的参数化、绘制,研究如何利用 MATLAB 6.5 软件包中的神经网络工具箱二次开发技术来优化设计环境工程中的实际问题等。

(3) 环境工程计算机辅助设计中的一些案例应用。

本书由马贵春、吴伏家组织编写并统稿。其中,第 1 章、第 2 章、第 6 章、第 9~13 章由马贵春编写,第 3 章、第 4 章由吴伏家编写,第 5 章由秦胜东编写,第 7 章由关世玺编写,第 8 章由吴伏家、秦胜东编写。

在本书编写过程中,参阅了大量的国内外文献,在此向这些文献的作者表示感谢。何建军、刘亮、卢建国等硕士研究生在为本书搜集整理资料方面做了大量有益的工作,梁炜为本书的绘图付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢。

环境工程 CAD 技术正处于发展之中,尚未形成自己完整的体系,本书介绍的内容也还在不断地发展与完善。作者殷切希望本书的出版,能对我国环境工程的研究和应用有所贡献,并进而促进我国环境工程的信息化进程。

由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者提出批评与改进意见。

编者

2007 年 3 月

目 录

前言

第 1 章 环境工程 CAD 概述	1
1.1 工程 CAD 技术概论	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 CAD 的基本概念	1
1.1.3 CAD 技术的发展历程	2
1.1.4 CAD 技术的发展现状	3
1.1.5 CAD 技术的未来发展简介	4
1.1.6 CAD 技术的内容	6
1.2 CAD 的工作过程及特点	6
1.2.1 传统产品的设计过程	6
1.2.2 CAD 工作过程	8
1.2.3 CAD 与传统设计的比较	9
1.2.4 CAD 技术的优点	9
1.3 CAD 硬件系统	9
1.3.1 主机及外围设备	9
1.3.2 图形输入设备	10
1.3.3 图形输出设备	11
1.4 CAD 软件系统	12
1.4.1 系统软件	13
1.4.2 CAD 支撑软件	13
1.4.3 CAD 应用软件	15
1.4.4 典型 CAD 软件介绍	15
1.4.5 CAD 系统的选型原则	17
1.5 环境工程 CAD 技术应用概论	18
第 2 章 环境工程手册的数据处理	21
2.1 数表的数据化	21
2.1.1 几个实例	21
2.1.2 一元函数的插值	25
2.2 线图的程序化	28

2.3	建立经验公式的方法	28
2.3.1	最小二乘法拟合的基本思想	28
2.3.2	最小二乘法的多项式拟合	29
第3章	环境工程 CAD 中常用的数据结构	31
3.1	基本概念	31
3.2	线性表	32
3.2.1	线性表的逻辑结构	32
3.2.2	线性结构的特点	32
3.2.3	线性表的顺序存储结构	33
3.2.4	线性表的链式存储结构	35
3.3	栈	42
3.3.1	栈的逻辑结构	42
3.3.2	栈的存储结构	42
3.3.3	栈的运算	43
3.3.4	栈的应用举例	43
3.4	树	47
3.4.1	树的逻辑结构	47
3.4.2	树的存储结构	47
3.4.3	树的应用举例	48
3.5	二叉树	50
3.5.1	二叉树的逻辑结构	50
3.5.2	二叉树的存储结构	50
3.5.3	二叉树的遍历	51
3.5.4	树的二叉树表示	53
3.5.5	二叉树应用举例——利用二叉树排序	54
第4章	图形的几何变换	57
4.1	图形变换的方法	57
4.1.1	构成图形的基本要素及其表示方法	57
4.1.2	点的变换	57
4.2	二维变换	57
4.2.1	二维基本变换	57
4.2.2	二维变换的齐次坐标表示	60
4.2.3	二维图形的组合变换	66
4.2.4	二维变换总结	68
4.3	三维图形的几何变换	69

4.4	用图形变换制作动画的方法简介	76
第5章	基于 AutoCAD 2005 环境工程二维图形设计基础	77
5.1	AutoCAD 2005 二维图形设计基础	77
5.1.1	AutoCAD 2005 及其特点	77
5.1.2	AutoCAD 2005 工作界面	77
5.1.3	CAD 文件基本操作	79
5.2	绘制二维图形	86
5.2.1	AutoCAD 2005 的坐标及其输入	87
5.2.2	AutoCAD 2005 常用的功能键	87
5.2.3	绘制直线类对象	88
5.2.4	绘制圆弧类对象	90
5.2.5	绘制多边形	92
5.2.6	绘制矩形	93
5.2.7	绘制点以及设置点的样式	93
5.2.8	绘制样条曲线	94
5.2.9	标注文字与编辑	94
5.2.10	图案填充	97
5.2.11	插入表格	97
5.3	图形编辑	99
5.3.1	构造选择集	99
5.3.2	夹点编辑	100
5.3.3	删除、取消和重做	101
5.3.4	调整对象位置	101
5.3.5	复制对象	102
5.3.6	调整对象	104
5.3.7	线编辑类命令	109
5.4	显示控制与绘图辅助功能	111
5.4.1	图形显示的缩放与平移	111
5.4.2	鸟瞰视图	113
5.4.3	视口的分割	113
5.4.4	查询功能	114
5.5	块的应用	115
5.5.1	建立块	116
5.5.2	插入块	116
5.5.3	属性块	117

5.6	尺寸标注	118
5.6.1	标注样式的设置	118
5.6.2	尺寸标注的类型	118
5.6.3	长度尺寸的标注	119
5.6.4	对齐式标注	119
5.6.5	基线标注	119
5.6.6	连续标注	120
5.6.7	角度标注	120
5.6.8	直径标注和半径标注	121
5.6.9	引线标注	121
5.6.10	坐标标注	121
5.6.11	形位公差的概念和标注样式	122
5.6.12	尺寸编辑	122
第 6 章	环境工程 CAD 二维图形设计实例	124
6.1	流程图的绘制	124
6.1.1	流程图的说明	124
6.1.2	绘图步骤	124
6.2	试验数据曲线图	126
6.2.1	试验数据曲线图的说明	126
6.2.2	绘图步骤	126
6.3	城市污水处理典型流程图	128
6.3.1	城市污水处理典型流程图说明	128
6.3.2	绘图步骤	128
6.4	机械炉排焚烧示意图	131
6.4.1	机械炉排焚烧示意图说明	131
6.4.2	绘图步骤	131
6.5	曝气池工艺图	134
6.5.1	曝气池工艺图说明	134
6.5.2	绘制步骤	134
第 7 章	有关的 CAD 工程制图国家标准介绍	143
7.1	概述	143
7.1.1	CAD 制图软件分类	143
7.1.2	CAD 工程制图的方向与任务	143
7.2	CAD 工程制图术语及图样的种类	144
7.3	CAD 工程制图的基本要求	145

7.4	CAD 工程制图的基本画法	154
7.5	CAD 工程图的尺寸标注	154
7.6	CAD 工程图管理	155
7.7	设置符合工程制图国家标准的绘图模板	156
7.8	图形符号的绘制	159
7.9	投影法	160
7.10	给水排水制图标准	162
第 8 章	AutoLISP 函数简介	176
8.1	AutoLISP 基本概念	176
8.2	AutoLISP 函数	176
8.3	程序流程	187
第 9 章	AutoCAD 2005 软件二次开发程序设计基本理论	192
9.1	利用 AutoCAD 2005 进行二次开发	193
9.2	Visual LISP	194
9.2.1	Visual LISP 语言	194
9.2.2	Visual LISP 语言的使用环境	194
9.3	AutoLISP 基本语法结构	196
9.4	使用 Visual LISP 编辑器	197
9.5	使用 Visual LISP 控制台	198
9.6	AutoLISP 程序设计	199
9.6.1	AutoLISP 程序结构	199
9.6.2	AutoLISP 语言的书写格式	199
9.6.3	AutoLISP 的求值过程	200
9.6.4	AutoLISP 程序编辑、装入和运行	200
9.6.5	幻灯片的制作与播放	202
9.6.6	图标菜单的制作	203
9.7	利用 AutoLISP 语言进行环境工程常用图形的参数化设计	204
第 10 章	环境工程常用图形符号库的建立与使用	205
10.1	常见环境工程图形符号	205
10.1.1	管道及附件	205
10.1.2	管道连接图例	206
10.1.3	阀门	207
10.1.4	卫生器具及水池	208
10.1.5	设备及仪表	209
10.1.6	通风空调设备	209

10.1.7	风管及部件	210
10.2	环境工程常用图形符号库建立的基本步骤	211
10.3	建立环境工程常用图形符号库的程序	213
10.3.1	制定并加载下拉菜单文件程序	213
10.3.2	“环境工程”菜单文件的加载	219
10.4	开发环境工程常用图形符号库显示结果	222
第 11 章	常用构筑物平流式沉淀池 CAD 技术	229
11.1	概述	229
11.2	CAD 技术及应用软件	230
11.2.1	CAD 概述	230
11.2.2	CAD 的技术特点	231
11.2.3	CAD 的应用现状和发展趋势	232
11.2.4	CAD 应用软件	233
11.3	VB(VBA)简介	234
11.4	平流式沉淀池的 CAD 设计	234
11.4.1	平流式沉淀池简介	234
11.4.2	平流式沉淀池的设计	235
11.4.3	程序部分	238
第 12 章	基于 MATLAB 6.5 环境工程优化技术	251
12.1	MATLAB 6.5 语言简介	251
12.1.1	MATLAB 的产生背景及主要产品	252
12.1.2	MATLAB 语言特点	253
12.2	BP 网络	254
12.2.1	人工神经网络简介	254
12.2.2	BP 神经网络结构简介	255
12.2.3	神经网络的数学描述	256
12.2.4	技术方案设计步骤	257
12.2.5	软件设计思路	258
12.2.6	软件的实现过程	259
12.3	BP 网络在环境工程中的应用实例	260
12.3.1	活性污泥工艺 BP 神经网络模型的建立	260
12.3.2	化工炼油工业废水处理工艺 BP 神经网络模型的建立	267
12.3.3	溶液水悬浮法造粒工艺 BP 神经网络模型的建立	274
第 13 章	面向中小企业“三废”治理的网络化 ASP 平台的开发	283
13.1	面向中小企业“三废”治理的网络化 ASP 平台的总体设计	284

13.1.1	ASP 的服务内容	284
13.1.2	网络化 ASP 平台的总体结构设计	284
13.2	ASP 平台与企业用户关系	288
13.2.1	基于 ASP 平台的 CRM(客户关系管理)系统	288
13.2.2	ASP-CRMS 系统功能设计	288
13.2.3	ASP-CRMS 系统设计原则	289
13.2.4	ASP-CRMS 系统设计目标	290
13.2.5	ASP-CRMS 系统的体系结构	290
13.2.6	ASP-CRMS 系统的关键技术	292
13.2.7	ASP-CRMS 系统数据仓库	292
13.2.8	数据仓库与 CRM 的关系	294
13.2.9	ASP-CRMS 系统数据仓库构建	294
13.3	数据库托管服务系统开发	296
13.3.1	数据库托管	296
13.3.2	数据库托管服务研究方法	296
13.3.3	数据库托管服务系统设计	297
13.3.4	数据库托管服务系统结构	298
13.3.5	关键开发技术及技术方案	301
13.4	面向中小企业“三废”治理的网络化 ASP 平台安全设计	302
13.5	面向中小企业“三废”治理的网络化 ASP 服务平台	304
	参考文献	307

第 1 章 环境工程 CAD 概述

1.1 工程 CAD 技术概论

1.1.1 概述

工程计算机辅助设计(engineering computer aided design,工程 CAD)是用计算机硬件、软件系统辅助工程技术人员进行产品或工程设计、修改、显示、输出的一门多学科的综合应用新技术。它是随着计算机、外围设备及其软件的发展而逐步形成的高技术产业。经过近 30 多年的发展,CAD 技术在国内外已被广泛应用于机械、电子、航空、建筑、轻工业、纺织、化工、环保及工程建设等各个领域。

从 20 世纪 80 年代开始,CAD 技术应用工作在我国逐步得到开展,经过“七五”的努力,取得了明显的经济效益。采用 CAD 技术后,工程设计行业提高工效 3~10 倍,航空、航天部门的科研试制周期缩短了 1~3 倍,机械行业的科研和产品设计周期缩短了 1/3~1/2,提高工效 5 倍以上。特别是近年来,我国在 CAD 应用和开发方面,取得了相当大的进展,二维 CAD 技术已经趋于成熟,三维 CAD 技术正处于蓬勃发展之中。当然,各行业在 CAD 技术的应用、发展不尽一致,特别是在 CAD 技术应用的广度和深度以及对 CAD 普及发展作用的认识上,仍然存在着需要解决的问题。

1.1.2 CAD 的基本概念

1. CAD 的定义

CAD 的定义有广义和狭义之分。广义 CAD 是指国际信息联合会给 CAD 定义的一切设计活动,而狭义的 CAD 是指工程 CAD。

2. CAD 技术应用

在方案设计及技术设计阶段,CAD 应用尤为广泛。计算机辅助设计系统则是指进行 CAD 作业时所需的硬件及软件两大部分集合。一个完整的 CAD 系统的硬件部分应包括主机、图形输入设备、图形显示器及自动绘图。它区别于一般事务处理计算机系统之处主要在于 CAD 系统具有较强的图形处理能力。在计算机辅助设计工作中,计算机的任务实质上是进行大量的信息加工、管理和交换,也就是在设计人员初步构思、判断、决策的基础上,由计算机对数据库中的大量设计资料进行检索,根据设计要求进行计算、分析及优化,将初步设计结果显示在图形显示

器上,以人机交互方式反复加以修改。经设计人员确认后,在自动绘图仪及打印机上输出设计结果。

1.1.3 CAD 技术的发展历程

研究 CAD 技术应该从 CAD 技术发展历史说起。在科学研究工作中运用计算机进行大量计算,以及在管理工作中应用计算机进行数据库处理,在 20 世纪 50 年代已见成效。相比之下,在工程技术中,特别是在具体设计工作中运用计算机则显得较晚。

20 世纪 50 年代,美国麻省理工学院(MIT)研制出第一台图形显示器,该显示器是用一个类似于示波器的 CRT 来显示一些简单的图形。随后几年又进一步发展了该系统,不过,这一阶段 CAD 技术处于被动式的图形处理阶段,我们称其为准备和酝酿时期。

20 世纪 60 年代,计算机硬件从晶体管计算机发展到集成电路计算机。计算机运行速度及内存容量有了很大提高,为在更广阔的范围内应用计算机创造了条件。这一阶段,以大型计算机为基础的 CAD 技术,开始在少数大型企业,特别是在汽车与飞机制造业中得到发展。此时有关 CAD 的理论研究也有了较大进展,提出了计算机图形学、交互技术、分层储存符号的数据结构等新思想,为后来的 CAD 技术发展奠定了理论基础。60 年代中期出现了许多商品化的 CAD 设备。60 年代末期,美国安装的 CAD 工作站达到 200 多台,可供几百人使用,此时的 CAD 技术处于蓬勃发展和进入应用阶段。

20 世纪 70 年代,CAD 技术进入了广泛使用时期。计算机硬件从集成电路发展到大规模集成电路,使小型计算机性能价格比从前有了大幅度提高。开始出现了基于小型机的 CAD 成套系统(turnkey system),即交钥匙系统。1970 年美国 Applicon 公司第一个推出完整的 CAD 系统,出现了面向中、小型企业的 CAD/CAM 商品化系统。它包括图形输入及输出设备和相应的应用软件,软、硬件配套使用。70 年代末,美国 CAD 工作站安装数量超过 12 000 台,使用人数超过 2.5 万,此时,中、小型企业也开始关注并采用 CAD 技术。

20 世纪 80 年代是 CAD 技术进入突飞猛进的时期,特别是小型机及微机的性能不断提高,价格不断下跌。计算机外围设备如彩色高分辨率图形显示器、大型数字化仪、自动绘图机等品种齐全的图形处理装置已逐步形成质量可靠的系列产品,并已成为 CAD 的一般配置,为推动 CAD 技术向更高水平发展提供了必要条件。这个时期,图形系统和 CAD/CAM 工作站的销售数量与日俱增,美国实际安装的 CAD 系统达到 63 000 套,CAD/CAM 技术从大、中型企业向中、小型企业扩展,从产品设计发展到用于工程设计和工艺设计。

开放式、标准化、集成化和智能化成为 20 世纪 90 年代 CAD 技术发展的鲜明

特色。由于微机加 Windows95/98/2000/NT 操作系统和 workstation 加 UNIX 操作系统在 Internet 环境下构成了 CAD 系统的主流工作平台,因此,现在的 CAD 技术及其系统都具有良好的开放性,图形接口、图形功能日趋标准化。在 CAD 系统中综合应用正文、图形、图像、语音等多媒体技术和人工智能、专家系统等技术,大大提高了自动化设计程度,出现了智能 CAD 学科。智能 CAD 技术把工程数据库及其管理系统、知识库及其专家系统、拟人化的用户管理系统集于一体,为 CAD 技术发展提供了更广阔的空间。

1.1.4 CAD 技术的发展现状

CAD 技术经历了二维绘图、三维线框、曲面造型、实体建模、变量化设计、参数化造型、特征建模、复合建模、装配级参数化、智能化设计等阶段。随着计算机硬件的不断发展,目前 CAD 软件技术的发展具有如下几个方面的特点:

1. 易用性

1) 硬件平台

微机性能大大提高、价格大幅下降,使得原来只能在 UNIX 操作系统上运行的高档 CAD 软件纷纷转移到微机平台上,从而大大降低了 CAD 系统的总投资。

2) 软件环境

大量的计算机用户非常熟悉微机窗口系统,它几乎成为无需培训便可使用的软件环境。因此大量的 CAD 软件采用窗口系统,提高了 CAD 系统的易用性。

3) 网络环境

并行工程和协同工作已经成为 CAD 行业无可争议的发展方向,因此 CAD 软件还需要解决不同人、不同地点之间的数据共享问题。Web 技术是解决这个问题的理想手段,是 CAD 软件广泛采用的重要技术。

2. 成熟性

经过 30 多年的发展,CAD 的核心技术——几何拓扑学已经趋于成熟,并且逐步形成公认的图形标准。目前使用最为广泛的有 Parasolid 和 ACIS 等图形核心软件。CAD 软件供应商把主要精力集中在如何给用户提供更加方便、有效、快速的设计与分析的使用工具。

软件的成熟性还表现在通用 CAD 系统的功能几乎大同小异,用户无需在软件功能的比较选型方面下很大的功夫,而可以把更多的精力放在该软件的发展策略和技术服务能力的考察上面。

3. 智能性

随着 CAD 技术的不断发展,设计知识从一个零件的关键尺寸参数化逐渐发展到零件特征的参数化和装配尺寸的参数化等几何知识。近几年设计知识进一步扩充到整体几何设计知识,如零件的体积、表面积、转动惯量等参数的控制,甚至扩充到控制非几何的设计知识,如规定装配件中零件的连接方式、运动部分的活动范围,从而大大提高了设计水平和设计效率。

4. 集成性

为了实现并行工程和协同工作,作为设计的龙头,CAD 软件必须尽早与下游的各项工作进行快速有效的通信,因此 CAD 和 CAE、CAPP、CAM 的集成一直是 CAD 供应商追求的目标。随着产品数据管理要求的日益高涨,CAD 集成到 PDM 系统也成为当前的重要课题之一。人们普遍认识到各个软件孤岛将会给整个企业的管理带来没完没了的麻烦。

1.1.5 CAD 技术的未来发展简介

1. CAD 系统的智能化

用于设计的 CAD 系统近 10 多年有了迅速发展,很多著名的 CAD 系统软件,在产品的设计、分析、计算与绘图等方面发挥了重要的作用,但设计工作并不仅限于此,在设计过程中,尤其是方案设计阶段,还必须根据专家们丰富的经验与知识,做出合理的判断与决策,才能获得优良的设计成果。

将领域专家们的知识与经验,运用人工智能技术,归纳成一些规则,形成知识库;再利用推理机制,进行推理与判断,最终应用计算机处理后,获得具有专家水平的设计结果。这种将人工智能技术与 CAD 技术相结合,使 CAD 系统智能化的计算机程序,又称为专家系统。20 世纪 90 年代,应用于工程设计的专家系统已取得令人瞩目的成绩,预计在未来发展过程中它将充分展示巨大的应用潜力和广泛的应用背景。

2. 实体造型与仿真

三维几何造型是近年来为适应 CAD 发展而不断完善的一种绘制三维形体的软件系统。表达一个三维形体的建模方法基本上有三种:线框建模、表面建模和实体造型。前两种建模方法的缺点是不能唯一地表达空间三维物体,而且无法对物体进行剖切以表达物体的内部结构,因而近年来又发展了实体造型(solid modeling)。实体造型是用基本体素的组合,并通过集合运算和变形操作来建立三维形体的建模方法。它不仅可静态造型,还可进行动态造型;不仅能准确地表达三维物

体的形状,还可以通过彩色、光照、浓淡处理来增强被显示物体的真实感;不仅能对所建立的模型提供几何信息,还可提供物体的体积、质量、加工要求等非几何信息。目前市场上已推出具有多种实体造型功能的商品化软件。20世纪90年代,实体造型发展近乎成熟,它仍将会有很大发展,并达到高水平实用化程度。

计算机仿真就是在计算机上建立一个工程设计的实际系统(如机构、机器、机械手、机器人等)的计算机模型,并通过运行仿真软件代替实际系统的运行,以便对设计结果进行试验和考核。仿真的内容十分广泛,设计阶段的仿真有应力分析、振动分析、机构分析、动态分析等;制造阶段的仿真有数控仿真、机器人仿真、搬运仿真、测试仿真、加工刀具轨迹仿真等。仿真与三维实体造型关系十分密切,它的发展将依赖于实体造型与计算机图形学的发展。

3. CAD系统的集成化

CAD系统的集成化是当前CAD技术发展的另一个重要方面。集成化形式之一,是将CAD与CAM集成为一个CAD/CAM系统。在这样的系统中,设计师可利用计算机,经过运动分析、动力分析、应力分析,确定零、部件的合理结构形状,自动生成工程图纸文件,存放在数据库中;再由CAD/CAM系统对数据库中的图纸数据文件进行转换,然后记录在磁带上,直接用它控制计算机数控机床(CNC)去加工制造,形成所谓的“无图纸生产”。CAD/CAM的优点是技术先进、成本降低、产品竞争力提高。目前在印刷电路板和集成电路设计制造中已取得明显的经济效益。

CAD/CAM进一步集成是将CAD/CAM、CAPP、CAT(计算机辅助试验)、PDM(产品数据管理)集成为计算机辅助工程系统(computer aided engineering, CAE),使设计、制造、工艺、数据管理、测试工作一体化。

设计与制造更高层次的集成,即当今所谓的计算机集成生产系统(computer integrated manufacturing system, CIMS)。CIMS是把产品规划、设计、制造、检验、包装、运输、销售等各个生产环节均包含在内的计算机优化和控制系统,以期实现产品生产的高度自动化。为提高产品在国际市场的竞争力,目前不少大型跨国公司都致力于CIMS系统的开发与研究,我国在这方面的研究也取得了令人可喜的成就。

随着CAD技术的发展和日趋完善,以及CAD系统的普及应用,可以预料,计算机辅助设计系统必将成为设计工作中不可缺少的手段,计算机辅助设计方法也将成为从事设计工作的工程技术人员必须掌握的基本技能,因此,对一位新世纪的工程技术人员来说,尽早掌握CAD技术是十分必要的。