



计算机 辅助设计技术

王明强 主编



科学出版社

www.sciencep.com

计算机辅助设计技术

王明强 主编

王黎辉 马哲树 李纯金 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机辅助设计技术的有关知识,清楚地阐述了CAD的基础理论、基本原理、开发应用和最新发展。本书是在作者多年教学和科研工作的基础上,参考有关资料编写而成。全书共10章,主要内容有CAD的概念及软硬件系统、图形技术基础、工程数据处理、三维几何造型技术、AutoCAD 2000/2002的二维及三维绘图、AutoCAD 2000/2002的定制及开发、现代CAD技术和现代设计技术等。全书以介绍理论和方法为主,辅以AutoCAD 2000/2002的应用和开发,并以经验和技巧介绍为主,注重对CAD最新发展的介绍。

本书可以作为高等工院校有关专业开设“计算机辅助绘图”、“计算机辅助设计”课的教材,也可供科研和企事业单位从事CAD应用和专用CAD软件开发的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计技术/王明强主编. —北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-011018-8

I. 计… II. 王… III. 计算机辅助设计 IV. TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第095751号

责任编辑:陈晓萍 韩 洁/责任校对:郝 岚
责任印制:吕春珉 /封面设计:王 浩

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

*

2002年12月第一版 开本:B5(720×1000)

2002年12月第一次印刷 印张:20 1/4

印数:1—5 000 字数:408 000

定价:27.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

前 言

CAD 技术是一门多学科综合应用的新技术,发展十分迅速。经过“八五”、“九五”的应用和发展,各行各业的大中型企业很多都在使用 CAD 技术。进入 21 世纪后,CAD 技术的应用将更加注重实现设计的现代化和自动化。作为高等院校教师,为企业培养适用的 CAD 人才是我们义不容辞的责任。为此我们在多年教学和科研工作的基础上,编写了本书。

本书主要内容包括 CAD 基础理论、CAD 软件应用——AutoCAD 2000/2002、CAD 开发——AutoCAD 2000/2002 的定制和开发、现代 CAD 理论与技术等四部分。全书共 10 章,前四章介绍 CAD 理论基础,主要有 CAD 的概况、图形技术基础、工程数据处理、三维造型技术等,从基础理论的介绍出发,为以后的学习打下基础;第 5、6 章介绍 CAD 软件应用,主要有 AutoCAD 2000/2002 的二维、三维绘图技术,AutoCAD 的使用心得和技巧;第 7、8 章介绍 CAD 开发,主要有针对 AutoCAD 2000/2002 完成 CAD 系统的定制和开发,为专用 CAD 系统的开发打下一定基础;第 9、10 章介绍现代 CAD 理论与技术,主要有成熟、典型的现代 CAD 技术和现代设计技术。

在编写过程中我们突出四点:一是强调理论体系的完整性,二是突出实践操作和应用的经验性,三是注重 CAD 系统的开发性,四是重视 CAD 技术的发展性。在理论体系方面,将 CAD 理论基础、CAD 应用、CAD 开发和现代 CAD 技术有机地融为一体,形成一个完整的计算机辅助设计技术体系结构,作为应用层面的教学,便于学生建立整体概念和内容的理解掌握。在实践和应用方面,CAD 技术是一门操作实践性较强的课程,考虑到学生对软件使用和操作命令的自学能力和独立使用的特点,对 AutoCAD 2000/2002 的命令介绍从简,突出应用和实践的经验性和心得体会的介绍。在 CAD 系统开发性方面,现代企业对 CAD 的应用,均应在商品化通用 CAD 软件的基础上完成二次开发,形成专用的 CAD 软件,以提高 CAD 的应用效率,因此本书注重 AutoCAD 2000/2002 的定制和开发的介绍,以便通过教学掌握 CAD 开发的基本方法,为 CAD 高层次应用打下基础。CAD 技术经过几十年的发展已成为一门成熟的技术,同时由于现代科学技术的不断发展,特别是计算机技术、人工智能技术、现代设计理论和技术的发展,它又处于不断发展之中,本书从现代 CAD 技术和现代设计技术两个方面来介绍 CAD 技术的发展,理顺了现代 CAD 的理论体系和各项技术,有利于学生掌握 CAD 的最新发展。

本书可作为高等院校本专科相关专业的“计算机辅助绘图”、“计算机辅助设计”的教材。上述各章可按相近内容组成若干模块,实现模块化教学,模块之间内

容相互独立。在教学过程中,可根据学时数,选择和组织教学内容。本课程是一门实践性很强的课程,因此教学中要安排近三分之一的学时进行上机实习,以培养学生编程和绘图的动手实践能力,上机实习的部分图例和数据未在本教材罗列,要参考有关手册资料。

本书第1、2、9、10章由王明强编写,第7、8章由王黎辉编写,第5、6章由马哲树编写,第3、4章由李纯金编写,全书由王明强主编,并负责汇总和整理。

本书由曾芬芳教授主审,他在百忙之中审阅了全书,并提出许多宝贵意见,在此深表谢意。

由于水平有限,时间仓促,书中难免有欠妥之处,请读者不吝指教。

王明强

2002年9月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 CAD 技术概述	1
1.1.1 CAD 技术的产生	1
1.1.2 CAD 系统的组成及类型	2
1.1.3 CAD 技术的实施过程	5
1.2 CAD 系统的硬件	7
1.2.1 CAD 系统硬件的组成	7
1.2.2 CAD 图形设备	7
1.2.3 CAD 局域网络	11
1.3 CAD 系统的软件	14
1.3.1 CAD 系统软件的组成	14
1.3.2 CAD 系统的支撑软件	15
1.3.3 典型 CAD 软件介绍	17
1.4 CAD 系统的设计与选型	18
1.5 CAD 技术的发展	19
1.5.1 CAD 技术的应用及效益	19
1.5.2 CAD 技术的发展过程	21
1.5.3 CAD 技术发展趋势	22
本章小结	24
习题	24
第 2 章 图形技术基础	26
2.1 图形学的数学基础	26
2.1.1 坐标系	26
2.1.2 齐次坐标技术	27
2.1.3 矢量运算	28
2.1.4 矩阵运算	29
2.1.5 图形变换的方法	30
2.2 二维图形变换	31
2.2.1 二维基本变换	31
2.2.2 二维组合变换	35
2.3 三维图形变换	37

2.3.1	三维基本变换	38
2.3.2	三维图形的投影变换	42
2.3.3	透视投影变换	44
2.4	窗口到视区的变换	46
2.4.1	窗口与裁剪	46
2.4.2	视区及窗口到视区的变换	49
2.4.3	窗口—规范化设备坐标—视区变换	51
2.5	交互技术	52
2.5.1	交互控制技术	52
2.5.2	交互拾取技术	54
2.5.3	菜单技术	55
	本章小结	58
	习题	58
第3章	工程数据处理	60
3.1	CAD系统的数据结构	60
3.1.1	概述	60
3.1.2	数据结构基本概念	61
3.1.3	常用的数据结构	62
3.2	工程数据与数据库系统管理	66
3.2.1	工程数据的特点	66
3.2.2	数据库系统原理	67
3.2.3	数据库的数据模型	68
3.2.4	工程数据库系统的主要特点	69
3.3	工程数据的程序处理	70
3.3.1	数表的程序处理	70
3.3.2	线图的程序处理	74
	本章小结	78
	习题	79
第4章	三维几何造型技术	80
4.1	概述	80
4.2	几何造型的模式	80
4.2.1	线框模型	81
4.2.2	表面模型	82
4.2.3	实体模型	85
4.3	三维实体的表示方法	89
4.3.1	扫描法	89

4.3.2	实体几何构造法	90
4.3.3	边界表示法	92
4.4	特征造型	93
4.4.1	特征造型的特点	93
4.4.2	特征的定义及分类	94
4.4.3	特征造型系统	94
4.5	真实感图形技术	96
4.5.1	Phong 模型	96
4.5.2	Whitted 模型	98
4.5.3	光线跟踪技术	99
	本章小结	102
	习题	102
第 5 章	AutoCAD 二维绘图技术	103
5.1	概述	103
5.1.1	AutoCAD 主要功能概述	103
5.1.2	AutoCAD 基本知识	104
5.1.3	AutoCAD 坐标系及基本输入	105
5.1.4	AutoCAD 辅助功能	106
5.2	AutoCAD 应用规划	106
5.2.1	定制 AutoCAD 工作环境	106
5.2.2	图层、颜色、线型及线宽设置	107
5.3	AutoCAD 二维基本绘图技术	109
5.3.1	AutoCAD 二维基本绘图	109
5.3.2	建立选择集	111
5.3.3	AutoCAD 图素的编辑	113
5.3.4	夹特点编辑	117
5.3.5	对象查询操作	118
5.4	AutoCAD 高级绘图技术	120
5.4.1	图块技术	120
5.4.2	属性块	122
5.4.3	外部参照	124
5.5	AutoCAD 标注技术	125
5.5.1	文字标注	125
5.5.2	尺寸标注	127
5.5.3	图案填充	132
5.6	AutoCAD 图形输出技术	133

5.6.1	输出设置	133
5.6.2	从模型空间输出图形	135
5.6.3	从布局输出	137
5.6.4	批打印	141
	本章小结	141
	习题	142
第 6 章	AutoCAD 三维建模技术	143
6.1	AutoCAD 三维建模技术基础	143
6.1.1	AutoCAD 三维建模能力简述	143
6.1.2	用户坐标系及定点方法	146
6.1.3	三维模型的观察方法	147
6.2	三维模型的创建与编辑	150
6.2.1	线框模型的创建	150
6.2.2	表面模型	154
6.2.3	实体模型	156
6.3	AutoCAD 真实感造型技术	161
6.3.1	渲染	161
6.3.2	光源、材质、景物	162
6.3.3	渲染控制	166
6.3.4	用 DVIEW 命令建立透视图	168
	本章小结	169
	习题	169
第 7 章	AutoCAD 的用户定制	171
7.1	概述	171
7.2	AutoCAD 的环境设置	172
7.2.1	AutoCAD 环境	172
7.2.2	设置绘图环境	175
7.3	AutoCAD 命令用户化及脚本文件	177
7.3.1	命令的用户化	177
7.3.2	脚本文件	180
7.4	形	184
7.4.1	定义形文件	184
7.4.2	编译形文件	189
7.4.3	加载形文件	190
7.4.4	插入形	190
7.5	线型文件定制	190

7.5.1	定义简单线型	190
7.5.2	复杂线型	192
7.5.3	创建线型文件	195
7.5.4	加载线型	196
	本章小结	196
	习题	196
第 8 章	AutoCAD 的二次开发	199
8.1	概述	199
8.2	菜单文件及开发	200
8.2.1	菜单文件类型及结构	201
8.2.2	定制下拉菜单项	201
8.2.3	增减主菜单项定制菜单	208
8.3	AutoLISP 二次开发	208
8.3.1	AutoLISP 和 Visual LISP 简介	208
8.3.2	Visual LISP 的界面	210
8.3.3	AutoLISP 程序结构	212
8.3.4	AutoLISP 数据类型	213
8.3.5	AutoLISP 函数	216
8.3.6	AutoLISP 编程实例	220
8.3.7	加载和运行 AutoLISP 程序	221
8.4	图形交换文件	223
8.4.1	概述	223
8.4.2	DXF 文件的输出与输入	223
8.4.3	DXF 文件的结构	224
8.4.4	DXF 文件的接口程序	233
8.5	用 VBA 开发 AutoCAD	233
8.5.1	编程示例	233
8.5.2	基本概念及 VisualBasic 编辑器	235
8.5.3	VBA 程序的编写运行	238
	本章小结	240
	习题	241
第 9 章	现代 CAD 技术	242
9.1	现代 CAD 技术概述	242
9.2	智能 CAD 技术	243
9.2.1	智能 CAD 的概念	243
9.2.2	智能 CAD 的设计方法	244

9.2.3	智能 CAD 的关键技术	245
9.2.4	智能 CAD 的设计模型简介	247
9.3	并行设计与协同环境技术	250
9.3.1	并行设计概述	250
9.3.2	并行设计过程	251
9.3.3	并行设计实施	254
9.3.4	协同工作环境	256
9.4	虚拟设计技术	257
9.4.1	虚拟设计概述	257
9.4.2	虚拟设计系统构造	258
9.4.3	虚拟环境开发系统	259
9.4.4	虚拟概念设计	260
9.5	产品数据管理技术	262
9.5.1	产品数据管理概述	262
9.5.2	PDM 技术的层次结构	263
9.5.3	PDM 技术的功能分析	264
9.5.4	PDM 技术的发展趋势	267
9.6	CAD/CAE/CAM 集成技术	269
9.6.1	概述	269
9.6.2	CAD/CAE/CAM 产品数据交换技术	272
9.6.3	CAD/CAE/CAM 集成系统	277
	本章小结	280
	习题	281
第 10 章	现代设计技术	282
10.1	现代设计技术特点	282
10.2	创新设计	284
10.2.1	概述	284
10.2.2	创新及其设计思维	285
10.2.3	创新工作方法	287
10.2.4	人的创新能力	289
10.3	稳健设计	289
10.3.1	概述	289
10.3.2	稳健设计的基本原理	290
10.3.3	稳健设计的方法	292
10.3.4	稳健设计的现状与发展趋势	294
10.4	快速响应设计	295

10.4.1	概述	295
10.4.2	快速响应设计关键技术	296
10.4.3	用变型设计实现快速响应设计	298
10.5	绿色产品设计	299
10.5.1	概述	299
10.5.2	绿色产品设计的主要内容及评价标准	300
10.5.3	绿色设计的关键技术	302
10.6	优势设计	304
10.6.1	概述	304
10.6.2	优势设计的基本思想	305
10.6.3	优势设计的主要内容	307
	本章小结	309
	习题	310
	参考文献	311

第 1 章 绪 论

1.1 CAD 技术概述

现代科学技术发展表明,要使工程设计技术走上现代化道路,必须利用电子计算机技术,即将电子计算机与各工程领域相结合形成交叉学科。从 20 世纪 60 年代开始,产生了电子计算机技术应用于各工程领域(如机械、建筑、电子、船舶、航空等)产品设计的新兴交叉技术——计算机绘图和计算机辅助设计,简称 CAD 系统和 CAD 技术。其定义为:CAD 是计算机系统在工程和产品设计的各阶段和过程中,为设计人员提供各种快速、有效的工具和手段,加快和优化设计过程和设计结果,以达到最佳的设计效果的一种技术。利用 CAD 技术可使工程设计人员从繁重的设计计算和绘图工作中解放出来,并且使设计人员将更多的精力用于创造性的劳动。经过近 40 年的研究和发展,CAD 技术在理论和实际应用技术方面得到了迅速发展和普及,已经成为众多领域,特别是工程设计领域中工程技术人员必须掌握的一门技术。

1.1.1 CAD 技术的产生

计算机对信息的处理就是对数据的输入、存储、加工、变换、显示和输出,称为广义的计算机图形学。若输入的是关于图形的描述(非图形数据),经计算机处理后产生图形或图像,称为计算机绘图 CG(Computer Graphics),即狭义的计算机图形学。按德国学者 Wolfgang K Giloi 的定义:“计算机图形学 = 数据结构 + 图形算法 + 语言”。根据 ISO 数据词典定义:“计算机图形学是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专用显示设备上显示的原理、方法和技术的科学。”

与语言、文字、声音、数据等一样,事物都可以采用图形来描述,因而图形同样是一种载送信息的媒体,也是人们交流信息的工具。图形是描述客观事物的空间位置、几何形状和形态的一种手段。这种手段比语言、文字或数据更直观、形象,易于理解。常言道“一图抵千言”,图形具有强大的描述能力、感染力是不言而喻的,因而在生活以及工程设计中被广泛采用。特别在工程设计技术中,图形是一种极其重要的信息交流工具,是无声的语言。

计算机图形学的最大应用是计算机辅助设计 CAD(Computer Aided Design),如工程技术中的加工图、施工图、剖面图、电路图、地形图、交通图等,都是采用图形来描述事物的。由于 CG 与 CAD 的发展及应用十分密切,以致人们并列地称为 CG&CAD。

CG&CAD 技术就是建立起某种方法(应用软件),用计算机及其图形输入输出设备,使计算机领会人的意图,通过科学计算和分析,做出判断和选择,帮助人们进行工程和各种任务设计和绘图。软件设计师研制的应用软件或专用软件,是根据设计要求先确定设计参数和建立起数学模型,然后让计算机去检索有关的资料,根据相应的公式和标准规范进行计算、优化,并显示出设计结果;也可以在屏幕上对设计图像进行平移、旋转、局部放大或整体缩小等变换,展示给用户。如果用户不满意,可以修改设计参数,对图形作出修改、裁剪、拼接等处理,直到获得满意结果,最后由绘图机输出图样。CG&CAD 技术不但提高了产品设计的效率,而且也提高了产品的设计水平和质量,使之能快速推出高性能产品,参与市场竞争。

1.1.2 CAD 系统的组成及类型

CAD 系统是由硬件及软件组成的。一般地说,硬件是 CAD 系统的基础,软件是 CAD 系统的核心。在硬件上进行的设计与计算工作是通过软件来实现的。CAD 系统中的硬件可以由计算机、存储设备、输入设备、输出设备、图形显示器及通信设备等组成。CAD 软件系统包括:

- (1) 计算机厂商提供的系统软件,包括操作系统软件、编译处理软件、数据库管理软件、网络通信软件等。
- (2) 用户开发的管理软件,支撑软件和应用软件等。

CAD 系统的组成,如图 1.1 所示。

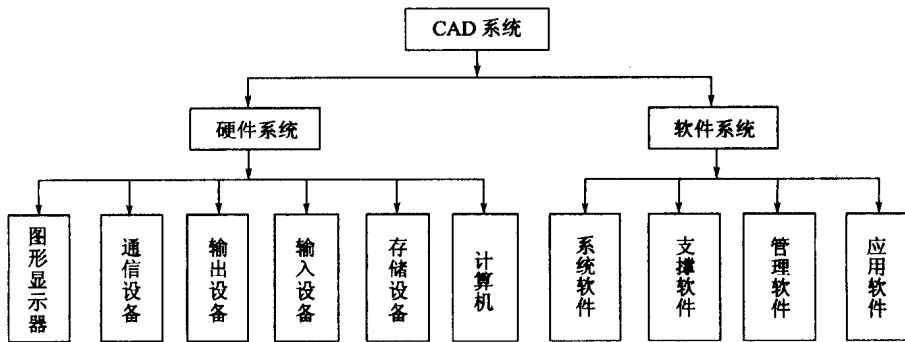


图 1.1 CAD 系统的组成示意图

CAD 软件系统除了必须提供一个带有严格而又清楚的接口模块外,一般情况下,不少 CAD 软件系统还包含以下几个模块(图 1.2)。

交互模块:它用于数据输入、输出以及对话方式的运行。

方法模块:在这个模块中包括了各工作模块,如造型模块、计算模块、有关标准零件和重复使用零件的信息和存取的模块、用于生成产品结构和产生零件明细表的模块,以及用于与 CAPP 和 CAM 连接的模块。

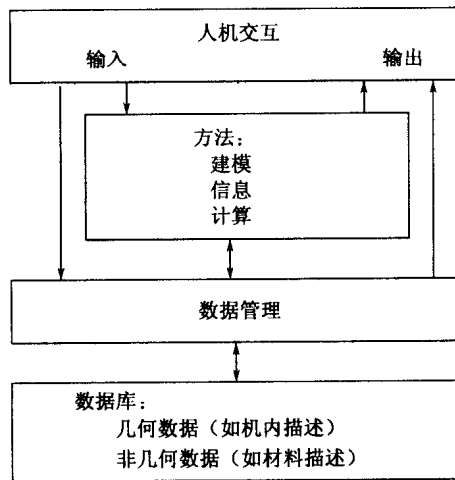


图 1.2 一般的 CAD 系统模块

数据管理模块:数据的组织和传递及图形管理。

数据库模块:几何和非几何数据的存储。后者可以是与工艺和材料有关的数据,存储时必须与管理 and 组织有关的数据分类存放。

对于 CAD 系统的组成,可以从三个角度予以分类:从计算机硬件角度、从应用领域角度、从系统结构角度。

从计算机硬件角度,可分为主机系统、工程工作站系统、高档微机系统。

(1) 主机系统。主机系统(Main Frame Based System)以高性能的大型通用计算机作为主机,用分时方式连接几十个图形终端和更多的字符终端,易于通信、保密和数据管理。这类系统的功能很强,国内外一些大型企业大多采用这种形式的 CAD 系统(如 IBM 3090、CDC CYBER 850 等),主要用于航空、航天、汽车等复杂、精密产品的开发和研制。

(2) 工程工作站系统。工程工作站(Engineering Workstation)是一种高性能的个人计算机,具有高分辨率的交互式图形终端,并可以在资源共享的局域网上工作。工作站比大型计算机系统价格低,克服了大型机响应时间慢的缺点,通过网络共用丰富的软硬件资源,为工程技术人员提供了良好的开展工程设计和科学研究的技术手段,深受人们的欢迎。目前工作站的主要供应厂商有 HP、SUN、DEC 和 SGI 等。

(3) 高档微机系统。微型计算机是指以单芯片微处理器为中央处理单元的计算机,随着微处理器技术的突破性发展,由 Pentium、P4 等芯片组成的 PC 机,结合大容量的硬盘、高分辨率的显示器以及网络技术构成的 CAD 系统,越来越受到人们的欢迎。因高档微机系统具有操作方便,使用简单,易于修改、扩充和二次开发,

通用性好,价格低廉,其售价只有小型机 CAD 系统的 1/10~1/3,故能够被许多中小企业所接受。

从应用领域角度,可分为机械 CAD、建筑 CAD、电子 CAD、计算机辅助工业设计(CAID)、地图 CAD 等。

(1) 机械 CAD 汽车 CAD 和飞机 CAD 是这个行业的先驱。使用 CAD 设计车身外形,可提高工效 20 倍,使企业在激烈竞争中取得优势。我国造船工业在 20 世纪 60 年代末就开始 CAD/CAM 的研究,和其他制造行业相比,起步较早,现在已建成规模巨大的船舶 CAD/CAM 系统 CADIS-1,覆盖船舶设计与制造全过程。模具 CAD、机械零件 CAD、以及 CAD/CAE/CAM 的结合,是机械 CAD 研究较集中的领域。

(2) 建筑 CAD 包括建筑设计、结构设计、水电设计、预算决算、小区规划、路桥设计、城市规划等。其中建筑设计功能最复杂,要同时满足功能、技术、经济、审美等多种要求,是 CAD 的难点和研究前沿之一。

(3) 电子 CAD 包括集成电路 CAD、印刷电路板 CAD、整机系统模拟、故障测试与诊断、电子线路 CAD 等。特别是大规模集成电路的设计与制造,由于密集度和精度很高。采用 CAD 技术进行电路的布局与布线已成为生产的必要手段。

(4) 计算机辅助工业设计(CAID) 包括家电、相机、钟表、车辆、器皿、家具等日用工业产品设计,室内、室外、园林等环境设计,图案、广告、展览、包装、动画等视觉传达设计。由于工业设计与制造企业的兴衰和人民生活水平有密切关系,所以 CAID 具有巨大的经济效益和广阔的发展前景。

(5) 地图 CAD 包括行政区域图、地形图和电子沙盘、地质图、城市规划图、地下管网图、交通图、人口分布图、环境保护图、生物、品种、产量分布图、海图、气象图等与地域位置有关信息的操作和图形设计。由于这些信息数量巨大,变化频繁,使用要求复杂,用手工方式来管理、分析、编辑、绘制已难以完成,地图 CAD 便成了发展方向。地图 CAD 经常和地理信息的管理、分析、处理等功能合在一起,称为地理信息系统 GIS(Geographic Information System)。GIS 将 CAD 技术与 MIS 技术结合起来,以图形数据库为核心,形成一个图形信息的管理、分析、操作与显示系统。它在工业、农业、商业、城乡建设业、军事、环境保护和政府管理部门等各行各业中都有重要的应用价值,近年来已有迅速发展。

从系统结构角度,可分为单环节 CAD 系统、顺序多环节 CAD 系统、集成化 CAD 系统。

(1) 单环节 CAD 系统。这类 CAD 系统主要用于一个设计过程中的某一特定设计环节,例如有限元分析系统,专门用于分析构件的力学性能。这种系统的数据结构与操作是专门为这一环节而设计的。由于这类系统的目标狭窄,虽然可以做得模型精确,算法效率较高,但功能狭窄,扩充性差,数据的输入输出开销太大,从设计全过程来看,这类系统的性能价格比较低。

(2) 顺序多环节 CAD 系统。为了克服单环节 CAD 系统的缺点,一个自然的做法是将若干环节的 CAD 系统顺序联结起来。前一系统的输出作为后一系统的输入,形成一个大系统。各子系统的不同数据结构,用数据文件之间的转换方式进行耦合。顺序多环节 CAD 系统减少了各子系统的人机输入输出工作量,提高了效率。但这类系统也有缺点,首先,各子系统必须顺序执行,而在很多设计过程中,各子系统的进行往往是穿插并行的,例如建筑设计中的建筑结构、水、电等子系统的设计是彼此穿插并行的,很难将一个做完了再去做另一个。因此顺序多环节结构不适应复杂的工程设计;其次,由于各子系统分别各自设计,使用各自的数据文件,有很大数据冗余,彼此又要经过转换才能交换信息,因此,在空间和时间上都不经济。

(3) 集成化 CAD 系统。集成化 CAD 系统以工程数据库为核心构成各子系统,实现数据共享。各子系统以统一设计的工程数据库为数据资源各自开展工作。各自的数据变化又通过数据库内容的修改传达给其他子系统,从而使各子系统协调地工作。集成化 CAD 系统的难点在于设计能兼顾多个子系统进行复杂操作的工程数据库。目前市场上已有初具规模的集成 CAD 系统出售,运行效率比前两类系统大有提高。集成 CAD 系统是 CAD 技术发展的一个重要方向。

1.1.3 CAD 技术的实施过程

CAD 技术的实施过程在不同的工程领域有其不同的特点,但也有其共同的过程,以机械产品的设计为例进行分析。

传统的机械设计经历概念设计、初步设计、详细设计等不同设计阶段,属于“设计—评价—再设计”的反复迭代、不断优化的过程。在人工设计情况下,设计周期长,因此实现设计自动化、缩短设计周期、降低设计成本、提高设计质量就成为 CAD 技术在机械设计领域应用的最高目标。

在机械行业中,计算机辅助设计开展的早期,主要是用计算机来完成设计工作中的一些复杂、繁琐、重复的数值计算工作。后来随着计算机外围设备的发展,尤其是图形处理设备和计算机图形学的发展,计算机辅助设计才逐步深入到设计的各个阶段和设计工作的各个领域。现在 CAD 技术不仅能利用计算机运算速度快、计算精度高、信息存储量大及逻辑推理能力强等来代替人工进行计算与绘图,而且还能通过人机交互,最大限度地发挥设计人员的创造力,在充分地综合人和计算机的特长后,确保高质量、高效率地完成设计工作。

CAD 系统的工作过程如图 1.3 所示,它反映了整个机械产品的设计过程。在整个 CAD 过程中,有两个特点必须强调:

(1) 人机信息交流及交互工作方式是 CAD 技术最显著的特点。因为 CAD 不是完全的设计自动化,它是将人的主导性及创造性放在首要地位,同时充分发挥计算机的长处,使二者有机结合起来的技术。