

计算机辅助产品造型设计

孙苏榕 著

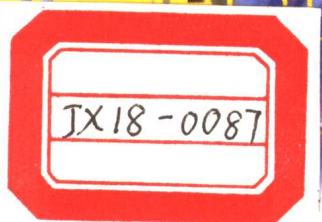


1001100001010010101

010010101

10001010010101

101



中国纺织大学出版社

计算机辅助产品造型设计

孙苏榕 著

中国纺织大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助产品造型设计/孙苏榕著.—上海: 中国
纺织大学出版社, 2000.4

ISBN 7-81038-273-X

I. 计... II. 孙... III. 电子计算机-附属装置-造
型设计 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 07644 号

书名/计算机辅助产品造型设计

著者/孙苏榕

出版/中国纺织大学出版社

(上海市延安西路 1882 号

邮政编码 200051)

发行/新华书店上海发行所

印刷/上海书刊印刷有限公司

开本/787×1092 1/16

印张/30.25

字数/75 万字

版次/2000 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印数/0001—3000

书号/ISBN7—81038—273—X/TP·15

定价/45.00 元

前 言

随着计算机技术的飞速发展,设计任务的日益复杂化,大量新技术、新产品的不断涌现,使传统的设计工具与设计方法无法满足当今设计的要求。取而代之的是,计算机已成为当今设计领域中的重要组成部分。计算机进入工业设计领域,取代了设计师的大量工作。计算机辅助产品造型设计在工业设计领域异军突起、发展迅猛。

本书正是为了更好地学习和推广计算机辅助产品造型设计而编写的。为了适应工业设计专业教学的需要,我们在原有教学讲义的基础上,结合几年来的教学经验,并根据软件的最新版本,对原教材进行了修订,完成了本书的编写工作。

全书按照计算机辅助产品造型设计的创作过程,将内容分为四大篇,共十四章。第一篇为概论部分,主要介绍了计算机辅助工业设计的基本概念以及发展趋势,使用计算机辅助产品设计的创作过程与主要方法。第二篇内容为 AutoCAD 三维建模方法,主要介绍了三维建模基础与概念;线框模型、表面模型和实体模型的建模方法;三维模型的着色渲染以及图形数据交换等。第三篇内容为 3DS MAX 建模与渲染,主要介绍了 3DS MAX 的基本概念与基本操作;材质与贴图的使用方法;灯光与环境的设置方法;三维建模方法(包括基本几何体的创建、型建模、放样建模、网格建模、面片建模、NURBS 建模、布尔建模等);以及 3DS MAX 在工业产品造型设计中的应用等。第四篇内容为 Adobe Photoshop 图象后处理简介,主要介绍了 Photoshop 的基本操作以及 Photoshop 图象处理方法。

本书内容新颖、重点突出、概念清晰、实用性强、通俗易懂,使用的软件版本新,结合大量的产品造型设计实例,达到举一反三、触类旁通的目的。特别是全书围绕计算机辅助产品造型设计,将建模、渲染和影像后处理串在一起,全面介绍了相应软件在产品造型设计中的使用方法。此外,书中每章都配有相应的练习和思考题,以帮助读者掌握和巩固所学知识。

本书不仅适用于高等院校工业设计专业的教学,也可作为各种计算机三维建模、动画制作培训班的教材,以及其他从事计算机辅助产品造型设计、平面设计的有关专业人员学习参考。

《计算机辅助产品造型设计》由北京服装学院孙苏榕主编,参加编写工作的还有北京服装学院杨九瑞。其中第一章至第十二章由孙苏榕编写;第十三、十四章由杨九瑞编写。全书由孙苏榕统稿。

东华大学的陈家训教授仔细地审阅了书稿,提出了许多宝贵意见,编者在此表示诚挚的感谢。

限于编者的水平和能力,编写时间匆促,书中难免有错误和不足之处,恳请读者指正。

编 者

2000 年 1 月

目 录

第一篇 概论	1
第一章 概论	1
第一节 CAID 的基本概念与发展概况	1
第二节 CAID 应具备的主要功能	2
一. 市场信息分析	2
二. 产品造型设计	3
三. 人机工程设计	3
四. 产品分析与评价	3
第三节 CAID 的发展趋势	4
一. CAID 与 CAD/CAPP/CAM 的集成	4
二. 智能 CAID 系统	6
三. 虚拟设计	8
第四节 CAID 系统构成	10
一. CAID 系统硬件	10
二. CAID 系统软件	15
第五节 计算机辅助产品造型设计的创作过程与方法	16
一. 创作过程	16
二. 常用软件	17
三. 联合使用软件	18
练习与思考题	21
第二篇 AutoCAD 三维建模	22
第二章 三维建模基础	22
第一节 三维建模技术	22
一. 几何建模	22
二. 特征建模	30
第二节 三维建模软件 AutoCAD R14 简介	31
一. 基本情况	31
二. 软、硬件配置	32
三. 用户界面	32
四. 约定	33
第三节 设置建模环境	33
一. 建立图层	33
二. 建立多视窗	34
三. 设置多视点	35
第四节 模型空间与图纸空间	38
一. 模型空间	39

二. 图纸空间	39
三. 模型空间与图纸空间的区别与联系	39
四. 模型空间与图纸空间的转换	40
第五节 建立 UCS 用户坐标	46
一. WCS 与 UCS	46
二. 建立 UCS 的方法	47
三. UCS 图标	49
第六节 轴测投影图	54
一. 轴测投影图的特点	54
二. 轴测作图法	55
练习与思考题	60
第三章 线框模型与表面模型	61
第一节 线框模型	61
第二节 建立简单的三维模型	65
一. 基本概念	65
二. 建模方法	66
第三节 表面模型	81
一. 三维实体	81
二. 三维表面模型的编辑	108
第四节 产品建模实例	113
练习与思考题	143
第四章 实体模型	144
第一节 面域造型 (2D 实体)	144
第二节 创建基本实体体素	147
一. 三维实体的显示控制	147
二. 标准实体体素	149
三. 创建拉伸与旋转实体	154
第三节 创建复杂实体	157
第四节 三维实体的编辑	160
第五节 简单零件的实体造型	163
第六节 三维实体的截面和分割	170
第七节 三维模型的输出文本	173
第八节 复杂部件的实体造型与装配	180
第九节 绘制产品爆炸图	193
练习与思考题	195
第五章 三维模型的着色渲染	196
第一节 消除隐藏线	196
第二节 着色显示	197
第三节 渲染图形	200
一. 渲染准备	200

二. 设置 RENDER	200
三. 设置灯光	202
四. 给三维模型赋材质	203
五. 给渲染图形添加背景	205
六. 景物图形的插入与建立	206
七. 创建场景	206
八. 保存和重新显示渲染图像	207
练习与思考题	213
第六章 图形数据交换	214
第一节 数据交换概述	214
第二节 不同格式文件的输入/输出	214
第三节 运用 Windows 剪贴板	217
一. 剪切到剪贴板	217
二. 拷贝到剪贴板	217
三. 从剪贴板粘贴对象	218
第四节 对象链接与嵌入	218
一. 关于 OLE	218
二. AutoCAD 作为 OLE 客户	218
三. AutoCAD 作为 OLE 服务器	220
练习与思考题	222
第三篇 3DS MAX 建模与渲染	222
第七章 3DS MAX 系统简介	222
第一节 概述	222
一. 关于 3DS MAX	222
二. 3DS MAX 系统配置	223
第二节 3DS MAX 的基本概念	223
一. 对象的概念	223
二. 创建场景中的对象	226
第三节 3DS MAX R3.0 操作界面	229
练习与思考题	232
第八章 3DS MAX 基本操作	233
第一节 视窗操作	233
一. 设置视窗	233
二. 激活视窗	234
三. 视窗控制器	234
第二节 物体的选择	235
一. 选择工具	236
二. 建立选择集	238
三. 选择辅助工具	239
第三节 物体的变换	239

一. 使用变换管理工具	239
二. 变换操作	242
第四节 调整器堆栈的使用	244
一. 调整器堆栈的结构	244
二. 使用调整器	246
三. 堆栈的编辑	250
四. 同时调整多个物体	253
第五节 物体的拷贝	255
一. 拷贝物体的方法	255
二. 拷贝操作	255
第六节 基本操作实例	258
一. 创建桌面与桌腿	258
二. 拷贝桌腿	259
三. 移动桌面	260
四. 编辑调整桌腿	260
五. 制作动画	261
六. 组合桌子	262
练习与思考题	262
第九章 材质与贴图	264
第一节 材质的生成原理	264
一. 材质的种类	264
二. 材质的着色渲染方式	265
三. 材质的颜色构成	265
四. 贴图作为一种材质	267
第二节 材质编辑器界面	268
一. 材质样本槽	268
二. 工具栏	270
三. 参数控制面板	270
第三节 标准材质的编辑制作	271
一. 调整材质的基本参数	271
二. 为场景中的物体设定材质	272
第四节 贴图	274
一. 贴图坐标	274
二. 贴图投影方式	279
三. 贴图通道	281
四. 贴图层级	289
五. 环境贴图	290
六. 复合材质与复合贴图	292
练习与思考题	301
第十章 灯光与环境	303

第一节 灯光	303
一. 光源的种类	303
二. 创建标准照明场景	304
三. 光控制参数	305
四. 泛光灯	306
五. 聚光灯	309
第二节 设置环境	315
一. 设置背景	316
二. 设置环境光	318
三. 设置大气效果	319
练习与思考题	326
第十一章 建模方法	327
第一节 创建对象的基本方法	327
一. 建模决策	327
二. 设置单位	328
三. 绘图辅助工具	330
四. 创建对象的基本方法	332
五. 三维物体的生成方法	333
第二节 创建基本对象	334
一. 参数化的创建参数	334
二. 标准几何体	335
三. 扩展几何体	340
四. 使用编辑调整器	345
五. 在次对象级编辑	345
第三节 使用型建模	347
一. 基本概念	347
二. 创建基本型对象	347
三. 编辑型对象	350
四. 创建复合型	361
五. 用于型建模的编辑调整器	363
六. 控制型对象的复杂程度	365
第四节 放样建模	367
一. 放样造型的基本原理	367
二. 放样造型术语	368
三. 放样造型的基本步骤	368
四. 创建与编辑放样路径和放样截面型	368
五. 使用多个截面型放样	369
六. 三维放样中的变形	376
第五节 网格建模	388
一. Edit Mesh 编辑调整器	388

二. 编辑次对象建模	388
第六节 面片建模	395
一. 面片的类型与组成	396
二. 面片的建模方法	396
三. 使用 Edit Patch 在面片次对象层级建模	397
第七节 NURBS 建模	399
一. NURBS 对象的组成	399
二. 创建 NURBS 对象	400
三. 编辑 NURBS 曲线次对象	400
四. 编辑 NURBS 点次对象	402
五. 编辑 NURBS 对象的表面	403
第八节 组合物体	409
一. 布尔运算的基本知识	409
二. 布尔对象的特性	410
三. 布尔建模	410
练习与思考题	414
第十二章 3DS MAX 在产品造型设计中的应用	416
第一节 沙发(拉伸二维实体造型)	416
第二节 茶几(沿曲线路径放样造型)	420
第三节 台灯(沿放样路径改变物体截面形状)	424
第四节 椅子(沿三维路径放样造型)	429
第五节 水盆(沿放样路径的适配变形)	435
第四篇 Adobe Photoshop 图像后处理简介	443
第十三章 Photoshop 的基本操作	443
第一节 Photoshop5.5 的操作界面	443
第二节 常用快捷键	446
第三节 选取工具的使用	447
第四节 图像颜色设定	450
第五节 使用绘图工具	452
第六节 路径的使用	453
练习与思考题	456
第十四章 Photoshop 图像处理	457
第一节 图层的应用	457
第二节 通道与遮罩	459
第三节 滤镜	460
第四节 图象控制与变形	461
第五节 特殊文字效果	464
第六节 与其他软件的配合使用	466
练习与思考题	472
参考文献	473

第一篇 概 论

第一章 概 论

随着计算机技术的飞速发展,设计任务日益复杂化,大量新技术新产品不断涌现,使传统的设计工具与设计方法无法满足当今设计的要求。取而代之的是,计算机已成为当今设计领域中的重要组成部分。计算机辅助设计(CAD—Computer Aided Design)和计算机辅助制造(CAM—Computer Aided Manufacture)直接参与了工业产品的各个设计与生产阶段,给现代工业设计的设计手段和设计方法带来了巨大的影响。随着CAD/CAM技术的发展,计算机辅助工业设计(CAID—Computer Aided Industrial Design)应运而生,并从20世纪80年代初开始进入工业设计领域。

第一节 CAID 的基本概念与发展概况

计算机的硬件与软件技术在近几年取得了飞速的发展。计算机以其计算速度快、存储容量大、图形处理能力强等优势,迅速渗透到各个领域,成为推动各项技术的强劲动力。计算机的迅猛发展也直接影响了人类设计的实践活动,改变了传统的设计程序与设计方式,并对人类传统的设计观点提出了挑战。

CAID是指以计算机作为主要技术手段,来生成和运用各种数字信息与图形信息,以进行工业设计的各类创造性活动。它是以计算机技术为支柱的信息时代的产物。工业设计是一门综合性的交叉、边缘学科,涉及到诸多学科领域,由此决定了CAID技术也涉及到了CAD技术、人工智能技术、多媒体技术、虚拟现实技术、模糊技术、人机工程学等信息技术领域。广义上,CAID是CAD的一个分支,许多CAD领域的方法和技术都可以加以借鉴和引用。

我们都知道,CAD是伴随着计算机技术和计算机图形学技术的发展而迅速发展起来的。CAD的理论基础是20世纪60年代初,美国麻省理工学院林肯实验室的Ivan E Sutherland博士提出的论文“一个人机通信的图形系统”。实际上,在1957年,英国一位研究系统设计方法的设计理论家Christopher Jones在他的一篇论文中就描述了设计计算机化的可能性。他认为:“计算机的使用不会只局限于简单的数据分析上,而应该能给设计师展示大量的可能的设计成果,以便预先掌握这些信息。这将使我们能够准确地发现正确的造型,提供恰当的产品,满足用户多种多样的要求。”尽管他没有提到设计过程计算机化的具体细节,但他的预言可以视为对我们今天用计算机辅助设计的描述。

三十多年来,CAD技术和系统迅猛发展,出现了一系列的计算机辅助设计软件系统,计算机带来了信息时代。最初的CAD软件只是一个二维交互式绘图系统,侧重于绘制二维工程图,并没有把它高效率处理数据的潜在能力发挥出来。20世纪80年代初,随着计算机图形学的发展,三维设计软件逐步走向实用,CAD技术开始走进工业设计领域。特别是在一些工业发达国家,CAID在工业设计领域迅速发展起来,美国率先研制成功CAID软件系统,并进入实用化、商品化阶段,广泛应用于汽车、飞机、船舶和机电产品造型设计中。进入90年代后,由于复杂光照技术的应用,三维造型软件产生的图形的真实感已达到近乎“真假难分”的效果,为计算机辅助工业产品造型设计奠定了基础。

由于计算机本身结构上的特点,可使设计过程视觉化。屏幕显示方式开辟了设计传达

的新领域,计算机构造物体的模式及图像处理上的特点,使计算机设计的作品表现出了新的风格。图像的生成过程能得到有效的控制,并能直接反馈出控制的效果。在设计过程中,只要随时存储变化的结果,就能在任何时候回到设计过程中的任何一点,这使设计过程不再是单向发展的,而是多向反复的。在设计过程中,以笔、纸、颜料作为绘图工具的传统模式已被计算机取代。计算机这种新工具继承了传统工具的原理,鼠标器及数字化仪(笔)、数字颜色(颜料)以及计算机屏幕(纸)为工业产品造型设计开创了新的天地。

计算机进入工业设计领域,开始取代了设计师的大量工作。在传统的设计过程中,设计表达占据了设计师的大部分时间和精力用以完成工程制图、产品效果图以及模型,用图纸和模型实物来表现设计师的创意构思。由于每一种方案都要制作模型实物,因此存在着修改困难、设计周期长、成本费用高等一系列问题。现在,在设计过程中引入计算机,由计算机接管了这部分工作,使设计师更多地致力于概念设计、创意构思以及方案选择评价等方面的工作。创意构思的过程成为设计过程中的主要组成部分。当一个构思成熟后,就交由计算机去修饰、扩展、完善这个构思,使设计师的创意构思迅速反映出来,并及时从用户得到反馈,去反复修改原设计,直到满足设计要求。这样,大大提高了设计效率,缩短了设计周期,提高了产品设计质量。计算机的使用更易于发挥设计师的创造性和智慧,以加速产品的更新换代,CAID 必将使工业设计进入到一个新阶段。

第二节 CAID 应具备的主要功能

工业设计不同与一般的工程设计,它是将与产品造型有关的功能、结构、材料、工艺、视觉传达、宜人性,以及市场等方面的多种因素进行综合的创造性设计,并由此获得人—机—环境的协调统一。工业设计师负责对产品总体设计方案进行构思、规划,确定产品的最终形态和功能。这就要求他对涉及设计方案的各个相关领域都要有相当的了解,同时具有丰富的想象力和创造力,充分利用新技术,使设计方案在满足功能要求的前提下,表现出很强的时代性和鲜明的个性,由此可知,工业设计涉及面广,牵涉到许多难以量化的学科,有着其自身的复杂性和特殊性。从而决定了工业设计中 CAID 所包含的内容与工程设计中的 CAD 有所不同。应用计算机进行工业设计,不仅要表现和控制产品的美学要求,还应包括产品设计的全过程,即:功能分析与设计、市场经济分析、人机关系分析与设计、生产效率分析、产品分析与评价,以及广告、商标设计、销售和售后服务的工业设计的各个阶段。

总之,CAID 在工业设计中是一个新的研究领域,CAID 系统不仅能产生图形,还应能进行推理和判断,即在绘图的基础上附加专家系统的功能,构成智能 CAID 系统。归纳起来,CAID 包含的内容主要有如下几方面:

一. 市场信息分析

这是进行工业产品设计的依据。设计师在对一个产品进行设计的前期,要对该产品的同类产品的结构、性能、造型、销售等情况以及市场需求信息进行综合分析,再根据工业设计原理对该产品的设计给出一系列规则作为推理分析的依据。

市场信息分析系统是一个专家系统,它包括信息库和分析决策子系统。信息库是一个开放式交互系统,它能动态存储产品的结构性能、外形、销售发展状况以及当前市场需求信息。分析决策子系统要根据产品设计原理,以特定产品设计所给出的一系列规则作为推理依据,通过人机对话,分析决策出产品是否需要改进设计,应从哪些方面进行改进设计等信息,供设计师参考。

二. 产品造型设计

这是 CAID 的重要应用和研究领域。它包括平面构成系统、实体造型系统、色彩及真实感物体的计算机生成、环境设计系统等。计算机的三维建模和渲染技术给设计带来了新的语言,应用计算机进行产品造型设计已成为工业设计领域内主要的设计表现手段。

计算机辅助产品造型设计是设计人员借助计算机辅助设计系统所提供的图形终端及其软件,对产品造型设计信息进行提取、组织、创造、加工、处理、转换、存储和输出的过程,利用计算机来描述所设计产品的形状、结构、大小,模拟在光线照射下产品表面的色彩、明暗和纹理等。通常它所提供的描述或模型是解析的而非具体的,因而可以方便地用一个产品模型来代替实际产品的设计和处理,并能对其进行任意修改和调整,使设计达到最优化,从而大大缩短了产品设计周期,降低了设计费用。另一方面,计算机辅助工业产品造型设计能够真实而精确地描述产品的几何特性以及各零部件之间的相互关系,并在计算机内部通过动态仿真对所设计的产品进行预先检验和修正,能满足机械制造过程中加工和装配的精密化和自动化的要求。由计算机辅助产品造型设计的模型也是计算机集成制造系统(CIMS——Computer Integrated Manufacture System)中传递信息极为有效的形式。

在计算机三维建模软件中,观察物体的视点具有流动性,它改变了传统在图纸上画透视图视点固定的局限,可以任意表现出物体的各个侧面及细部。同时也能在空间的任意视点上对物体进行构造和修改。这样,对于问题的思考和评价就能从接近现实的三维空间入手,使设计更符合实际使用情况。计算机的模拟技术在完成空间真实性的同时,也加入了时间性,由于动画技术的引入,可以研究物体的运动状态,或在物体之间穿行,以了解物体各部分之间的关系。这种时空连续的方法已成为一种新的设计表达方法,结合交互式多媒体技术,设计师可以将设计结果表现得更生动、更直观、更逼真。

三. 人机工程设计

人机工程学研究的是人、机及其工作环境之间的相互作用与关系。人机工程学涉及人体尺寸、人的生理与心理对产品和环境的需求。人机工程学所研究的内容将为工业产品造型设计中考虑人的因素提供人体尺度参数;为产品的功能合理性提供科学依据;为产品设计中考虑环境因素提供设计准则。用计算机辅助人机工程设计的研 究是 CAID 的特有领域。它首先要在计算机内建立动态的人—机—环境模型。然后,动态模拟人的运动器官的活动、生理器官的感觉等,从而找出工作状态下产品的最佳设计方案。此外,还要在环境中模拟光、色、热、声音等,以形象表达各种环境对人的生理与心理的影响。

近几年发展较快的虚拟现实系统的研究就是交互式实时三维图形在计算机环境模拟方面的应用。它为人机工程的计算机研究与设计提供了强大的技术支持。虚拟现实系统是一个由计算机生成的实时三维空间,人在其中可以“自由地”运动,并可通过一些特殊的设备与虚拟物体进行交互操作。在此环境中,人所看到的是全彩色的主体景象,听到的是虚拟环境中的音响,可以感受到虚拟环境所反馈的作用力,由此产生一种身临其境的感觉。

四. 产品分析与评价

利用计算机对工业产品设计进行分析与评价,实际上是个智能专家系统,这是工业产品设计所具有的特殊系统。工业产品设计是为适应人的需要、协调人——机——环境、实现功能与价值的创造性行为。从设计角度来看,造型简洁,符合人机学需求,并有完善的机能等因素,都是构成成功设计的必要条件。对于每件产品,必须采用一种具有普遍性且适当的评价标准来衡量。评价的标准包括工学机能、美学机能、心理机能、生理机能以及经济机能等。

这些评价标准都集中在计算机的系统知识库中,它们集中了客观上人们对某类产品的评价,也集中了专家级的思想与认识。计算机通过系统推理确定了评价准则,然后通过人机对话,对产品作出专家级的评价。

由此可见,CAID 所涉及到的领域是广泛的,本书仅涉及 CAID 的核心领域——计算机辅助工业产品造型设计。

第三节 CAID 的发展趋势

CAID 是当前世界各国竞相攀登的学科前沿,也是设计界和 CAD 领域里一个受人瞩目的焦点。作为一门新兴学科,CAID 也处于不断发展和变化之中,一些新思想和新技术被引入 CAID 中来。随着 CAD、人工智能、过程仿真、专家系统、多媒体、虚拟现实等技术的进一步发展,使得对设计过程的认识进一步加深,对设计思维的模拟必将达到新的境界。

从整个产品设计与制造的发展趋势来看,并行设计、协同设计、智能设计、虚拟设计、全生命周期设计等设计方法代表了现代产品设计模式的发展方向。随着设计的进一步发展,产品设计模式在信息化的基础上,将朝着数字化、集成化、网络化、智能化的方向发展。CAID 的发展趋势也必将与上述发展趋势相一致,CAID 将使工业设计朝着更加优化、多元化的方向发展,使设计过程中的人机交互方式更加自然,创新设计的手段更加先进、有效。

按照上述发展趋势,当前 CAID 技术的发展重点主要有:

一. CAID 与 CAD/CAPP/CAM 的集成

CAD/CAPP/CAM 是 CIMS 集成系统的主要功能模块。CIMS,即计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacture System),是采用信息技术和现代管理技术,加强制造技术,提高企业市场竞争能力的一种高技术,是当今工厂自动化的发展方向,是未来工厂的生产模式。CIMS 覆盖了产品的整个生命周期,是从产品的市场预测、经营决策、生产计划、产品设计、产品结构和性能分析、工艺设计、制造加工、质量控制直到产品的销售以及售后服务等各方面的计算机集成系统。

(一) CAD 技术

CAD,即计算机辅助设计(Computer Aided Design)是指以计算机为工具,对产品进行总体设计、分析、计算、综合、绘图、修改和编写技术档案等设计活动的总称。一般认为,CAD 的功能可归纳为四大类:建立几何模型、工程分析计算、动态模拟、自动绘图。因而,一个完整的 CAD 系统应由科学计算、图形系统和工程数据库等组成。

科学计算包括有限元分析、可靠性分析、动态分析、产品的常规设计和优化设计等;图形系统包括几何(特征)造型、自动绘图(二维工程图、三维实体图)、动态仿真等;工程数据库对设计过程中需要使用和产生的数据、图形、文档等进行存储和管理。

(二) CAPP 技术

CAPP,即计算机辅助工艺设计(Computer Aided Process Planning)是根据产品设计所给出的信息进行产品的加工和制造过程的设计。一般认为,CAPP 系统的功能包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制定和工时定额计算等。其中,工序设计包含装夹具选择或设计、加工余量分配、切削用量选择、机床与刀具的选择、工序图生成等。

应用 CAPP 可以迅速编制出完整、详尽、优化的工艺方案和各种工艺文件,从而极大地提高了工艺人员的工作效率,缩短工艺准备时间,加快新产品的投产。同时,还可获得符合企业实际条件的优化的工艺方案,给出合理的工时定额和材料消耗。

(三) CAM 技术

CAM, 即计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacture) 是指计算机在产品制造方面有关应用的总称。CAM 有广义和狭义之分。广义 CAM 一般是指计算机辅助从毛坯到产品制造过程中的直接和间接的活动, 包括工艺准备 (计算机辅助工艺设计、计算机辅助工序设计与制造、NC 自动编程、工时定额和材料定额编制等)、生产作业计划、物料作业计划的运行控制、生产控制、质量控制等。狭义 CAM 通常仅指数控程序的编制 (刀具路径的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹仿真、NC 代码的生成等)。

(四) CAD/CAPP/CAM 集成

产品从市场需求分析开始, 经过设计过程和制造过程, 使之从抽象的概念转变成具体的最终产品。这一过程具体包括: 产品设计、工艺过程设计、数控编程、加工、检验、装配等阶段。CAD/CAPP/CAM 集成是指在这一过程中, 将计算机辅助产品设计、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助数控编程以及零件加工等有关部门信息实现自动传递和转换, 亦即把 CAD、CAPP、CAM 应用软件连接成为一个有机的整体, 使之互相支持、互相调用, 信息共同占有, 数据共享, 以发挥出单项应用软件所达不到的整体效益。

早期的 CAD、CAPP、CAM 技术市场是分别独立发展的, 国内外均已推出了一些独立的、商品化的 CAD、CAPP、CAM 系统。这些独立的系统在使用过程中, 需经人工转换才能实现各系统之间的信息传递。这不但影响工程设计效率的进一步提高, 而且在人工转换过程中, 难免发生错误, 这将给生产带来极大的危害。为此, 从 20 世纪 70 年代起, 开始研究 CAD、CAPP、CAM 系统之间的数据和信息的自动传递和转换问题, 即 CAD/CAPP/CAM 的集成技术。目前, 这一技术在国内外均已取得了很大的进展, 达到了实用的水平。

(五) CAID 与 CAD/CAPP/CAM 的集成

就产品生命周期而论, 设计是整个生产过程的开端和信息源。工业设计作为产品生命周期中的一个阶段, 也必须定位在 CIMS 集成环境下。但是, 传统 CAID 的着眼点主要是“设计表达”, 强调利用计算机建立三维模型, 模拟在光线照射下产品表面的色彩、明暗、肌理和材质, 制作出具有真实感的产品模型 (效果图)。这仅仅是对产品几何形状的描述, 缺乏对产品信息完整描述。这种 CAID 系统主要是基于几何/拓扑信息来定义产品, 因此无法将产品模型数据传给后续过程 (CAD、CAPP、CAM) 处理, 从而导致 CIMS 系统集成的困难。为了实现产品设计与制造系统的集成化、智能化、并行化和高度自动化, 就必须将 CAID 与 CAD/CAPP/CAM 系统集成, 建立 CAID/CAD/CAPP/CAM 范围内相对统一的、完整的产品定义模型, 实现产品模型信息在产品整个生命周期内的数据自动传递与共享。

整个集成系统的工作过程主要有:

1. CAID 系统对产品进行市场需求分析, 并在此基础上进行产品设计 (包括概念设计、布局设计、造型设计、人机设计等, 也包括某些产品的结构设计), 并为 CAD、CAPP、CAM 系统准备设计数据。
2. CAD 系统对产品进行详细的结构设计及产品结构分析, 绘制产品工程图, 并为 CAPP、CAM 系统准备设计数据。
3. 生成标准化的数据结构 (如 STEP 文件), 并经过接口进行数据转换。
4. CAPP 系统直接读入 CAD 或 CAID 系统生成并经过转换的数据, 生成零件加工工艺规程。
5. CAM 系统读入 CAPP 系统生成并经过转换的数据, 生成加工零件的数控程序。

二. 智能 CAID 系统

智能 CAID 是将人工智能 (AI—Artificial Intelligence) 技术融入到 CAID 系统中的一种新的设计技术, 是面向 21 世纪的先进设计技术。

传统的 CAID 技术主要是将计算机作为一种工具, 帮助设计师更有效地完成设计工作。但由于其技术的局限性, 在处理综合问题时效果不佳, 不能自动识别设计中发生的需要由经验和知识来确定工作流程的事件, 因而在使用过程中往往需要较多的人工干预。所以, 传统 CAID 系统的使用效率 and 设计质量, 在很大程度上取决于设计师的设计经验和知识水平。尤其是在方案设计和结果评价阶段, 需要设计师具备较高的专业知识, 这一点往往成为影响 CAID 技术深入应用的瓶颈。

产品设计包含着许多学科的专门知识和丰富的实践经验, 它必须满足功能的、技术的、经济的、美观的等等诸多要求中所指定的各种因素, 需要经过分析、综合、全面运筹, 才能得到合理的、正确的设计决策, 整个过程是一种创造性活动。这个过程当中的相当部分的工作是非数据计算性的, 它不以数学公式为核心, 而要依靠思维、推理和判断来解决。在整个设计过程中, 基本的目标和准则是有明确定义的, 但有相当部分的工作是由设计师个人的见解所决定的, 也就是说, 设计工作是以设计师为主导所完成的一个复杂循环迭代过程。设计师根据产品的需求规格, 先进行概念设计, 制订出初步的设计方案; 对方案进行分析和计算, 进行详细的具体设计; 当设计不满足要求时, 就修改设计方案; 如此反复, 直至满足要求为止。也就是说, 设计的实际过程是一个围绕产品模型的反复评价和多次修改的动态过程。因此, 真正有效的 CAID 系统不仅应能很好地处理数据, 而且能用符号方法来进行自动推理和判断。应使计算机尽可能多地参与设计过程, 进行必要的创造性工作。

智能型 CAID 就是把人工智能的思想、方法和技术引入传统的 CAID 系统, 用计算机来辅助解决设计中的深层的智能问题, 使 CAID 系统在某种程度上具有设计师般的思维。分析综合设计知识, 模拟人脑进行推理, 辅助设计师正确地作出设计决策, 从而提高设计水平, 缩短设计周期。它主要是通过 CAID 系统中运用专家系统、人工神经网络等人工智能技术得以实现的。

(一) 专家系统

专家系统是近年来发展十分迅速的一个人工智能的应用领域。这种系统是一个能在某个特定领域内, 用人类专家的知识、经验和能力去解决该领域中复杂、困难问题的计算机程序系统。专家系统是基于知识的系统, 系统所具有的知识和经验来自于该领域内众多的权威专家, 体现了集体的智慧和力量。因此, 专家系统具有使计算机能够在专家级水平上工作的知识和能力。专家系统技术的主要特征是基于心理学的符号处理方法, 根据符号规则进行推理, 从人的思维活动和智能行为的心理学特性出发, 利用计算机系统来对人脑的智能行为进行宏观功能的模拟。

专家系统技术在 CAID 中的应用主要表现在两个方面: 其一是指导设计综合, 即通过专家系统操纵控制 CAID 图形系统进行设计, 起到设计决策支持作用; 其二是评价设计各阶段的活动和结果, 起到一种“评论员”的作用。

专家系统具有两个特点: 一是具有大量的专门知识, 组成系统的知识库; 二是能够根据已有的知识进行推理, 即模仿专家决策的过程来分析和解决问题的推理机构。因此, 知识库和推理机是专家系统的核心。一般 CAID 专家系统的组成如图 1-1 所示, 其基本结构有七个部分。

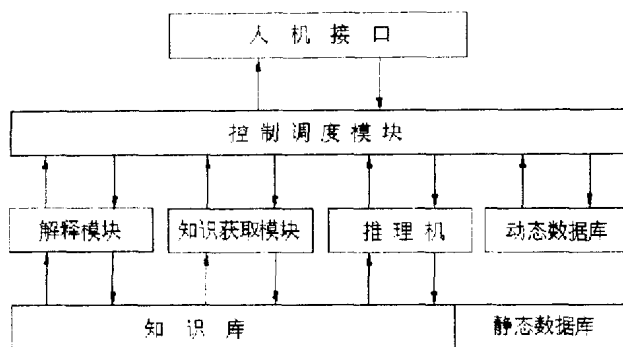


图 1-1 专家系统的组成

1. 知识库

知识库是本领域专家知识、经验和书本知识，以及常识性知识的存储器。它一般由事实和规则组成。对于任一设计任务，知识库中应包括设计中使用的各种图表、算法以及专家的经验知识等。

2. 数据库

数据库包括静态和动态两部分。静态数据库中存放着系统运行过程中所需要全部规范性数据，比如设计中用到的常识性数据、标准数据、通用件、外购件和标准件数据等。动态数据库存有该系统当前要处理的对象的一些事实，作为设计要求和条件的初始数据，推理过程中得到的中间结果，以及最后得到的优化设计方案等。

3. 推理机

推理机是一组程序，是专家系统中的执行机构，由其控制、协调整个系统。根据当前输入的数据（即数据库中的信息），利用知识库中的知识，按一定的推理策略解决当前的问题。

4. 解释模块

解释模块用来回答用户的询问，对系统的推理过程及导出结论作必要的说明，以使用户在了解这一过程的基础上判断结果的可信性和可用性，并及时发现系统可能存在的错误，进而采取相应的修整和改进措施。

5. 知识获取模块

知识获取模块用来实现专家系统的学习功能，不断对本领域的知识进行修改、补充、更新和充实。它主要有两种形式：人工传授和计算机自学习。

6. 控制调度模块

该模块用来实现过程决策，即启动设计系统、生成和改变设计环境、决定工作步骤。

7. 人机接口

人机接口即输入输出模块，是用户界面。用户通过它与专家系统通信。它把用户输入的信息，例如设计要求以及对知识库的补充或修改翻译成系统可接受的内部形式；又把推理和求解结果以及过程解释送给用户。

(二) 人工神经网络

人工神经网络是由具有适应性的简单单元组成的广泛并行互连的网络，它的组织能够模拟生物神经系统对真实世界物体所作出的交互反应。人工神经网络方法是基于生理学的模式处理方法，强调在模拟人脑神经系统结构的基础上实现智能。这种方法从人脑的生理结构