

Computer Aided Product Design

计算机辅助产品设计

中国高等艺术教育新学科丛书

雷达 邬露蕾 编著

中国美术学院出版社

Product De



China Academy of Art Press

Aided Product Design

Aided Product Design

Computer Aided
Design

ISBN 7-81083-381-2/J • 364

定价 50.00元

ISBN 7-81083-381-2



9 787810 833813 >

Υποβοηθούμενη

Προduct Δεσινγ

关于本书——

计算机辅助产品设计是当前国内产品设计中不可缺少的一环,它涵盖了从构想、分析、表现等设计所需的一系列流程。本书内容包括计算机辅助产品设计的概论、计算机辅助产品设计的基本知识、计算机辅助产品设计的技术背景、计算机辅助产品造型设计、计算机辅助设计应用与表达、计算机辅助产品设计实例和设计实例分析等共七章。内容较系统完整,特别是设计实例和实例分析两章有典型而详细的设计步骤和分析内容图文并茂。便于广大工业设计专业的学生和设计师学习、参考。本文在对计算机辅助产品设计做较系统全面的介绍的同时,结合中国美术学院工业设计系的教学,用具体实例展现了中国美术学院工业设计系在计算机辅助产品设计方面的探索。

中国高等艺术教育新学科丛书

计算机辅助产品设计

雷 达 邬露蕾 编著

中国美术学院出版社

丛书策划: 黎 阳
责任编辑: 徐新红
责任出版: 葛炜光
责任校对: 石同兴
封面设计: 郑 朝
版式设计: 杰 王

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助产品设计 / 雷达, 邬露蕾编著. —杭州:
中国美术学院出版社, 2005.4
(中国高等艺术教育新学科丛书)
ISBN 7-81083-381-2

I. 计... II. ①雷...②邬... III. 工业产品—计算机
辅助设计 IV.TB472-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第021205号

计算机辅助产品设计 雷 达 邬露蕾 编著

中国美术学院出版社 出版发行

地址: 中国·杭州市南山路218号/邮政编码: 310002

全国新华书店 经销

杭州东印制版有限公司 制版

浙江兴发印务有限公司 印刷

2005年7月第1版 2005年7月第1次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1 / 16

印张: 11

字数: 65千

图数: 330幅

印数: 0001—2000

ISBN 7-81083-381-2/J·364

定价: 50.00元



关于作者——

雷 达，1983年毕业于江南大学（原无锡轻工业学院）工业设计系造型专业，现为中国美术学院工业设计系副主任、教授，长期从事工业设计教学和设计实践活动。曾在国有大中型企业从事工业设计工作达十年之久。1997年作为访问学者赴澳大利亚悉尼大学专修计算机辅助工业设计。有丰富的教学实践和设计实践经验。

邬露蕾，2004年毕业于中国美术学院工业设计系，获硕士学位。专业方向为产品设计方法研究。现为中国美术学院设计基础部教师。

出版前言

自

20世纪末至21世纪初，正是新科学、高科技以日新月异的速度介入我们人类生活的时期，中国的高等艺术教育状况和内容也发生了极大的变化。在经历了艺术教育的恢复、发展、扩大等几个历史阶段后，中国的艺术教育普遍地面临着新的办学理念与旧的教育模式的碰撞和较量。不过，我们欣喜地看到，当今国内许多高等艺术院校开设了多项弥补以往所缺的新学科。这些新学科不再是一种单一的教学模式，而是提倡或执行多元化的复合型的教学模式。在中国，某些新兴的学科较之外国的晚了好多年，但它们能创建并良性地发展着，于国于民都是一件大好事。

立足于中国，放眼世界，与时俱进。

在充满活力和竞争的当代，中国美术学院出版社以专业的眼光和认真的工作态度策划出版了《中国高等艺术教育新学科丛书》。这套丛书涉及了多方面多层次的新学科的教学和研究内容，犹如为中国的这些新学科的“教”与“研”搭建了一张展台，在它之上，广大读者可以看到体现个性化的、务实性的、健康而富有新意的艺术教育信息和研究成果。

编者本着“不求所有，但求所在，但求所用”的想法，择优录用书稿出版。出版内容涉及到新美术理论、综合造型艺术、新媒体艺术、影视动画艺术、新设计理念与应用教学等领域。在著书立说上可观其知识性的、教研化的、学术性的内涵；在书籍装帧和版式上力求新颖美观、便于实用的设计理念和风格。

丛书的每本著作倾注了作者大量的爱心和责任，凝结了他们宝贵的知识心血和事业企望。由于他们与出版社通力合作，才使得我们的策划变成出版事实。在此，我们向所有参与丛书工作的人士表达由衷的感谢。

丛书的内容将分批计划出版，以飨读者。

编者
2005年

序 言



所周知,计算机作为上个世纪的伟大发明,已经改变了很多人的生活,而且不可避免地影响和丰富新的年轻一代的生活方式。计算机已渗透在人类社会中的各个领域里:或从知识学习到休闲娱乐,或从信息传递到商品购买,或从管理工作到生产操作等。

计算机介入设计领域有其现实的原因:一是设计任务的日益复杂化,为了保证竞争优势的需要。大量新技术产品的出现使传统设计工具无法满足设计的要求,于是计算机这种新的工具开始融入到设计之中;二是计算机辅助设计的表达效果较传统的表达更逼真,更节约时间。计算机对设计的变革,在很大程度上丰富了我们的设计思维与设计实践。尽管为人的需要而去创造设计依然是人类全部设计活动的核心,设计的本质也不会因为计算机的引入而变化,但另一方面,从整个设计历史的进程看,设计的发展与技术的发展是不可分的。

计算机辅助设计具有传统设计所不可比拟的高精度、高效率和丰富多彩的表现效果,而且逐渐具备设计师所期望的特点与能力,使设计师能摆脱大量枯燥繁重的工作和修改工作,缩短了创意和产品之间的距离。因此,计算机辅助设计被设计界广泛接受,成为一种新的作业标准。在一些设计院校里,计算机辅助设计已成为继素描、色彩、三大构成之外的另一基础课。新一代的设计师已大部分将电脑作为主要的设计工具和优秀的设计伙伴。

从上个世纪九十年代开始,产品设计师和相关专业学生们的设计手段已受到了计算机辅助设计的强烈冲击,以至于他们的设计工具在不断地变化着。大学里设计专业的教学方法,也由于计算机辅助设计的软、硬件不断地更新而不断地变化;还有计算机网络技术的发展,也使设计师之间的交流也越来越方便。

本书的主旨是实用,明确和透彻。通过介绍一些设计实例的设计过程,结合产品设计的方法,从而使读者便捷有效地掌握各种软件,快速地领会各种软件的制作效果,从各种繁多的软件“操作指南”中解脱出来。可以从实践中更深地理解、把握设计的全过程。

目 录

Contents

	出版前言
	序言
1	第一章 概论
3	第一节 计算机辅助设计的概念及范畴
3	第二节 计算机辅助设计的传承与前景
3	1. CAD技术的发展历程
5	2. 计算机辅助产品设计发展趋势
6	第三节 计算机辅助设计的特点
6	1. CAD技术的优点
7	2. CAD技术的相关应用
8	3. CAD技术的影响
11	第二章 计算机辅助设计的基本知识
13	第一节 CAD软件的基本要求
13	1. CAD的基础环境与设计应用环境
15	2. CAD的硬件组成和软件组成
17	3. CAD的系统选型
20	第二节 常用术语和概念
20	1. 文件格式
21	2. 分辨率和像素
23	3. 位图和矢量图
24	4. 操作界面
27	5. 尺寸单位、坐标
28	6. 模型库与材质库

29	第三章 计算机辅助产品设计的技术背景
31	第一节 计算机图形学
31	1. 图形的形态构成原理
32	2. 空间几何元素的定义
34	第二节 几何造型系统
34	1. 线框造型系统
35	2. 曲面造型系统
36	3. 实体造型系统
39	4. 非流形形体造型系统
40	第三节 参数化设计与特征建立
40	1. 概念与现状
40	2. 参数化造型技术
41	3. 特征造型技术
43	第四节 装配造型
45	第四章 计算机辅助产品造型设计
47	第一节 现代产品造型设计
47	1. 现代产品的基本特征
47	2. 现代产品设计的基本特征
48	3. 现代产品生产的基本特征
52	第二节 计算机辅助产品造型设计程序
52	1. 设计项目提出阶段
54	2. 设计项目解决阶段
57	3. 设计项目表达阶段
59	第五章 产品设计计算机辅助应用与表达
61	第一节 产品设计计算机辅助应用
61	1. 计算机辅助人机分析
62	2. 计算机辅助色彩分析
67	第二节 计算机辅助产品外形设计预想图的制作
67	1. 三维建模
70	2. 材质赋予
73	3. 光影渲染
74	4. 后期调整
76	第三节 计算机辅助产品结构设计预想图的制作

79	第四节 计算机三维后期制作
79	1. 动画制作
80	2. WEB3D
83	第六章 计算机辅助产品设计实例
85	第一节 花插的设计
92	第二节 锁的设计
99	第三节 (一) 大型客车设计
107	第四节 (二) 大型客车设计
127	第五节 灭蚊器设计
133	第六节 软件应用流程
137	第七章 设计实例分析
139	第一节 以视觉形态为主的产品设计
139	1. 牙刷设计
141	2. 门锁设计
143	第二节 以人机操作界面为主的产品设计
143	1. 大型喷墨打印机
144	2. 检测器
145	3. 收银机
146	第三节 以功能为主的产品设计
146	1. 吸尘器设计方案
147	2. 电热水器设计方案
148	3. 电饼铛设计方案
149	参考书目
150	附录一: 常用设计软件简介
155	附录二: 常用的文件格式
158	附录三: 设计软件功能对照表
159	附录四: 作品展示
165	编后记

第一章 概 论

第一节 计算机辅助产品设计的概念及范畴

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 是指相关人员利用计算机软、硬件系统, 对产品或工程进行设计、分析、修改以及交互式显示输出的一种方法或手段, 是综合了多学科的技术应用。现已广泛应用于航天、航空、船舶、机械、电子、建筑、汽车、化工、冶金、环境工程等领域。

作为现代产品设计方法及手段的综合体现, 计算机辅助设计技术在产品设计中发挥着重要作用。在目前的产品设计中, 一件产品, 从无到有, 大致上要通过设计、分析、制造三大过程, 这中间的大多数活动都可以用CAD技术来实现, 但对于需要人的创造性思维活动的前期设计工作, 如最初的概念, 那还是需要设计者的大脑构想的。随着CAD技术的发展, 产品设计这个过程中越来越多的活动要靠CAD加以实现, CAD技术的覆盖面越来越宽。因此, 计算机辅助产品设计的概念及范畴也是在不断发展的。

从整个设计领域来看, CAD技术从其诞生以来已显示出强大的生命力, 它在设计领域的惊人发挥使设计人员进入了一个崭新的天地。

第二节 计算机辅助产品设计的传承与前景

1. CAD技术的发展历程

CAD技术的发展和形成至今已有50余年的历史, 自20世纪50年代交互式图形处理技术的出现, CAD技术经历了由单纯的二、三维绘图到覆盖几何

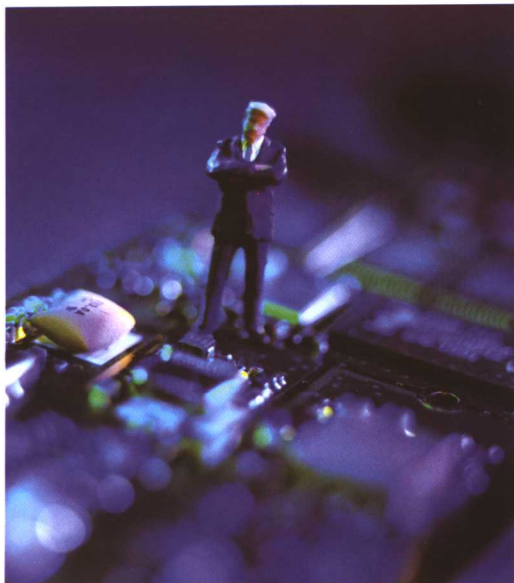
造型、工程分析、模拟仿真、设计文档生成等大量产品设计活动的发展过程。

20 世纪 60 年代是交互式计算机图形学和以其为基础的 CAD 技术发展的重要时期。1962 年, MIT 林肯实验室的 Ivan E. Sutherland 在其博士论文《Sketchpad: 一个人—机通信的图形系统》中, 首次提出了“计算机图形学”这个术语, 他开发的 Sketchpad 图形软件包可以实现在计算机屏幕上进行图形显示与修改的交互操作, 清楚地显示了人和机器之间能通过图像进行交流, 并且证明了人机界面是一个重要的发展领域。从此, 美国的一些大公司和实验室开展了对计算机图形学的大规模研究, 并开始出现 CAD 这一术语。在 60 年代的中后期, 开始出现了具有实用功能的 CAD 系统, 如美国通用汽车公司用于汽车车身二维曲面设计的 DAC-1 系统等。但由于当时刷新式图形显示器的价格十分昂贵, CAD 技术的应用仅限于经济实力雄厚的公司和研究机构。随后, 由于计算机硬件设备价格的下降, CAD 系统逐渐被许多企业所接受, 并逐渐形成了 CAD 技术产业。

20 世纪 70 年代, 交互式计算机图形处理技术日趋成熟, 在此期间出现了大量的研究成果, 计算机绘图技术也得到广泛应用, 但当时只能解决一些简单的产品设计问题, 如二维绘图及三维线框造型等。Xerox (施乐公司) 意识到庞大的计算机主机体积与高昂的价格是计算机普及的严重障碍, 于是在 1979 年创造出 Alto 计算机, 导致个人计算机的出现, 计算机逐渐成为大众化的产品。

由于工业界意识到了 CAD 技术对生产的巨大促进作用, 对 CAD 技术提出了各种要求和期望, 从而导致了新理论、新算法的大量涌现。CAD 技术由绘制二维工程图, 发展到三维造型、自由曲面设计、有限元分析等工程应用, 出现了许多成熟的 CAD 软件。为了提高 CAD 软件的设备无关性和可移植性, 同时为满足不同 CAD 系统间的数据交换要求, 在此期间相继推出了有关的图形标准, 如计算机图形接口 (Computer Graphics Interface, CGI)、图形核心系统 (Graphics Kenel System, GKS) 以及初始图形交换规范 (Initial Graphics Exchange Specification, IGES)、产





品模型数据转换标准（Standard for the Exchange of Product model Data, STEP）等。

我国对CAD技术的研究始于20世纪60年代,当时主要集中于少数高等院校和军工系统。到80年代中期,CAD技术的应用开始在相关行业进行推广。目前,我国在涉及产品及工程设计的各领域都已广泛采用CAD技术。随着信息技术的发展,CAD技术也由过去的单机或局部分布式联网工作方式向基于网络的设计发展,并且支持协同的概念设计成为当前研究热点。

2. 计算机辅助产品设计发展趋势

计算机技术的飞速发展,为CAD技术的应用提供了强大的硬件支持环境,也使CAD技术不断前进发展。CAD技术由初期的单一图形交互处理功能转化为综合性的、技术复杂的系统工程,所涉及的学科领域也在不断扩大,成为多学科相互交融、综合应用的产物。作为人工制造的产物,计算机无疑是一种工具;而产品设计是一种高智慧的创造性活动,它有逻辑思维的条理性,又有形象思维、感性思维的跳跃性。如何有效地利用计算机这项工具来为产品设计这项创造性活动服务,是当前每个设计师应仔细考虑的问题。设计师在认真对待现存状况的同时,也应关注未来CAD技术的发展。

近年来,先进制造技术的快速发展使传统的CAD技术有了很大的拓展,自上个世纪90年代以来,世界各国相继推出了许多新的加工概念和新的生产模式,如精良生产(Lean Production)、敏捷制造(Agile Manufacturing)、并行工程(Concurrent Engineering 简称CE)、面向产品生命周期的设计(Design for X 简称DFX)。CAD经历着由传统技术向现代技术的转变。未来的CAD技术将为产品设计提供一个新的综合的环境支持系统,它能全面支持异地的、数字化的、采用不同设计理念与方法的设计工作。

CAD技术的未来发展将集中体现在集成化、网络化和智能化的实现上。集成化是指能支持信息集成、过程集成与企业集成,其涉及的技术主要包括数字化建模、产品数据管理、过程协调与管理、产品数据交换及各种CAX(CAD、CAM等技术的总称)工具等。网络化是指能支持动态联网中协同设计所需的环境与设计技术;智能化是指在实现集成化和网络化时采用的智能技术,如人工智能、专家系统技术等。

第三节 计算机辅助产品设计的特點

在产品设计与表现活动中,计算机三维建模技术与渲染技术带来新的语言,成为产品设计领域内主要的设计表现手段,它在观察物体的方式、形体、构成方法及时空关系上都有所创新。设计师能在开始时就可以将设计思维中的三维形象展现在计算机屏幕上,通过编辑和修改,构成预想的三维模型;无论是大型工作站领域中的工程CAD实体造型,还是在所涉及的三维空间设计里,计算机都能栩栩如生地展现设计形象的各个视角;在产品制造过程中,CAD可省却以往昂贵的模型制作与各种试验,使设计的可行性得到保障。

计算机将富有变化的形体,复杂的空间曲面进行模拟表现,可以展现出物体的各个侧面及细节,同时又能在空间的视点中对物体进行三维修改。通过CAM(Computer Aided Manufacture,计算机辅助制造)系统,又可使设计得以成型制作。借助计算机辅助系统,产品沿着向能接纳人的感觉和能与人交流的方向前进发展。

1. CAD技术的优点

除了显而易见的优点外,如简化设计用材料与设备、设计变更与修正简便快速、设计表现品质固定、储存建档容易、设计展示表达容易等,采用CAD技术从它的应用范围来着,还具有以下优点:

- 便于产品标准化、系列化、易于实现网络化设计 利用CAD技术的参数化设计功能,可以方便地实现产品的系列设计;利用存储于计算机中的标准设计信息,能够实现设计过程中的资源共享。随着网络技术的迅速发展,基于网络的CAD系统也越来越多。利用这样的系统,工程技术人员可以实现不同部门与地点之间的设计信息交流,提高设计工作的效率与灵活性,实现设计资源的跨平台共享。

- 缩短设计周期、提高设计效率与质量 CAD技术提供了比传统设计方法更自由快捷的表现方法,可减小设计人员的工作量和



劳动强度,利用计算机所提供的标准数据库、图形库和应用软件提供的优秀功能,可以减少人为的设计误差;利用CAD技术,可在设计阶段预估产品的特性,因此能及早发现设计缺陷,降低生产失误,从而能够提高产品的设计质量与可靠性,缩短新产品的试制周期;采用CAD/CAE/CAM产品设计与制造的一体化技术,可减少生产环节的费用;在设计完成后,还可根据设计文件及有关数据,利用仿真技术和多媒体技术生成数字样机,通过网络等各种媒体进行产品宣传,提前进行市场拓展,使产品快速进入市场。从而能够提高设计效率、缩短设计周期、降低生产成本、增强产品的市场竞争力。

可见,采用CAD技术能使企业得以保持良好的竞争能力。但因为需要较大的资金投入来购买计算机的软硬件系统、支付相关的培训和开发费用,对工程技术人员的素质和技能要求也较高,并且还需要为软硬件的不断升级提供资金支持,而这些投资不一定会产生近期效益,所以也会给企业带来一定的风险和问题。

2. CAD 技术的相关应用

CAD技术主要涉及的学科领域包括计算机科学、计算机图形学、计算数学、工程分析技术、数据管理及数据交换技术、软件工程技术、网络技术、人机工程、人工智能技术、多媒体技术及文档处理技术等。它是适应现代生产技术发展和市场需求快速变换的产物。下面以两个较为典型的技术应用为例,稍加阐述:

产品数据管理

产品数据管理(Product Data Management, PDM)是以软件技术为基础,以产品为核心,实现对产品相关的数据、过程、资源一体化集成管理的技术。它的核心思想是设计数据的有序、设计过程的优化和资源的共享。

狭义上,PDM可以只管理与产品和工程设计相关领域内的信息,而广义上,PDM技术可以覆盖到整个企业中,从产品的市场需求、研究与开发、产品设计、工程制造、销售、服务、维护等各个领域以及全生命周期中的产品信息。

CAD、CAM等技术应用在企业的产品设计和生产过程中,它在促进生产力发展的同时也带来新的挑战。在制造业各单元中的计算机辅助技术已日益成熟,但各自动化单元彼此之间缺少有效的信息沟通与协调,存在所谓的“信息孤岛”问题。因此,实现信息的有序管理成为未来竞争保持领先地位的关键因素。产品数据管理就是在这一背景下产生的一项新的管理思想和技术。