



PUTONG GAODENG JIAOYU GONGYE SHEJI ZHUANYE

“SHIERWU” GUIHUA JIAOCAI

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材

丛书主编 刘振生 丛书主审 李世国

Computer Aided Product Design
Rendering Tutorials of Photoshop & Illustrator

产品设计表现—— Photoshop+Illustrator 案例教程

任新宇 金冬 赵寅 王乐 编著

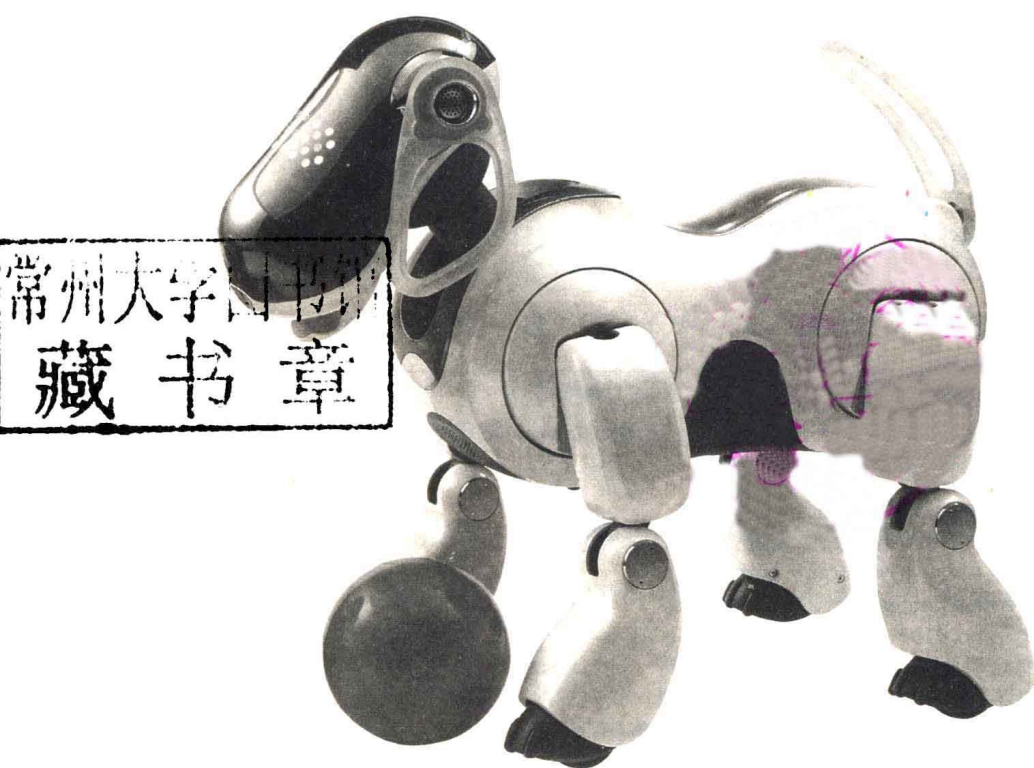


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材

产品设计表现—— Photoshop+Illustrator 案例教程

任新宇 金冬 赵寅 王乐 编著



内 容 提 要

本教材的编写注重与实践教学相结合，通过系统规划，将计算机辅助工业设计中的材料、形态、结构、质感、色彩、肌理等设计要素的表现，以图示化的手法直观地传达给读者，并通过相关的文字说明，将表达流程规范化，力求使读者能通过某一产品表现过程的学习，掌握一类产品的表现与深入的方法。作者根据“计算机辅助工业设计”的课程特征，有针对性地通过实例分析，将计算机辅助工业设计的相关方法、原则、思考过程进行分解剖析，使学生在实践过程中能够直观地看到设计表现流程，提高学生的设计表现及深入的能力。

本教材力求与“计算机辅助工业设计”的教学过程同步，在每一部分均会针对所讲内容列出知识点中的重点、难点，以提高教学的针对性；另外，本书还提供了建议学时数，并在每节内容前进行标注，使选择本教材的老师能方便进行学时分配与调整。

本教材不仅可以作为普通高等学校工业设计、产品设计专业教材，而且可供广大从事工业产品设计的读者阅读参考。

图书在版编目（C I P）数据

产品设计表现：Photoshop+Illustrator案例教程 / 任新宇等编著. -- 北京：中国水利水电出版社，2013.2
普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0658-9

I. ①产… II. ①任… III. ①产品设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第032041号

书 名	普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材 产品设计表现——Photoshop+Illustrator 案例教程
作 者	任新宇 金冬 赵寅 王乐 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	210mm×285mm 16开本 9.25印张 247千字
版 次	2013年2月第1版 2013年2月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	36.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

丛书编写委员会

主任委员：刘振生 李世国

委 员：（按拼音排序）

包海默	陈登凯	陈国东	陈江波	陈晓华	陈健	陈思宇
杜海滨	董佳丽	段正洁	樊超然	方迪	范大伟	傅桂涛
巩森森	顾振宇	郭茂来	何颂飞	侯冠华	胡海权	姜可
焦宏伟	金成玉	金纯	喇凯英	兰海龙	李德君	李奋强
李锋	李光亮	李辉	李华刚	李琨	李立	李明
李杨	李怡	梁家年	梁莉	梁珣	刘驰	刘婷
刘刚	刘军	刘青春	刘新	刘星	刘雪飞	卢昂
卢纯福	卢艺舟	罗玉明	马春东	马彧	米琪	聂茜
彭冬梅	邱泽阳	曲延瑞	任新宇	单岩	沈杰	沈楠
孙浩	孙虎鸣	孙巍	孙巍巍	孙颖莹	孙远波	孙志学
孙正广	唐智	田野	王俊民	王俊涛	王丽	王丽霞
王少君	王艳敏	王一工	王英钰	王永强	邬琦姝	奚纯
肖慧	熊文湖	许佳	许江	许坤	薛川	薛峰
薛刚	薛文凯	谢天晓	严波	杨梅	杨晓丽	杨翼
姚君	叶丹	余隋怀	余肖红	袁光群	袁和法	张焱
张安	张春彬	张东生	张寒凝	张建	张娟	张莉
张昆	张庶萍	张宇红	赵锋	赵建磊	赵俊芬	钟蕾
周仕参	周晓江	周莹				

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材 参编院校

清华大学美术学院

江南大学设计学院

北京服装学院

北京工业大学

北京科技大学

北京理工大学

大连民族学院

鲁迅美术学院

上海交通大学

杭州电子科技大学

山东工艺美术学院

山东建筑大学

山东科技大学

东华大学

广州大学

河海大学

南京航空航天大学

郑州大学

长春工程学院

浙江农林大学

兰州理工大学

辽宁工业大学

天津理工大学

哈尔滨理工大学

中国矿业大学

佳木斯大学

浙江理工大学

青岛科技大学

中国海洋大学

陕西理工大学

嘉兴学院

中南大学

杭州职业技术学院

浙江工商职业技术学院

义乌工商学院

郑州航空工业管理学院

中国计量学院

中国石油大学

长春工业大学

天津工业大学

昆明理工大学

北京工商大学

扬州大学

广东海洋大学

任新宇，男，河北人，南京林业大学家具与工业设计学院讲师，家具设计与工程在读博士，国际商业美术师（ICAD）认证高级工业设计师，江苏省工业设计学会会员；在国内重要期刊、国际会议发表论文多篇，出版教材多部。

序

Foreword

工业设计的专业特征体现在其学科的综合性、多元性及系统复杂性上，设计创新需符合多维度的要求，如用户需求、技术规则、经济条件、文化诉求、管理模式及战略方向等，许许多多的因素影响着设计创新的成败，较之艺术设计领域的其他学科，工业设计专业对设计人才的思维方式、知识结构、掌握的研究与分析方法、运用专业工具的能力，都有更高的要求，特别是现代工业设计的发展，在不断向更深层次延伸，愈来愈呈现出与其他更多学科交叉、融合的趋势。通用设计、可持续设计、服务设计、情感化设计等设计的前沿领域，均表现出学科大融合的特征，这种设计发展趋势要求我们对传统的工业设计教育做出改变。同传统设计教育的重技巧、经验传授，重感性直觉与灵感产生的培养训练有所不同，现代工业设计教育更加重视知识产生的背景、创新过程、思维方式、运用方法，以及培养学生的创造能力和研究能力，因为工业设计人才的能力是发现问题的能力、分析问题的能力和解决问题的能力综合构成的，具体地讲就是选择吸收信息的能力、主体性研究问题的能力、逻辑性演绎新概念的能力、组织与人际关系的协调能力。学生们这些能力的获得，源于系统科学的课程体系和渐进式学程设计。十分高兴的是，即将由中国水利水电出版社出版的“普通高等教育工业设计专业‘十二五’规划教材”，有针对性地为工业设计课程教学的教师和学生增加了学科前沿的理论、观念及研究方法等方面的知识，为通过专业课程教学提高学生的综合素质提供了基础素材。

这套教材从工业设计学科的理论建构、知识体系、专业方法与技能的整体角度，建构了系统、完整的专业课程框架，此一种框架既可以被应用于设计院校的工业设计学科整体课程构建与组织，也可以应用于工业设计课程的专项知识与技能的传授与培训，使学习工业设计的学生能够通过系统性的课程学习，以基于探究式的项目训练为主导、社会化学习的认知过程，学习和理解工业设计学科的理论观念，掌握设计创新活动的程序方法，构建支持创新的知识体系并在项目实践中完善设计技能，“活化”知识。同时，这套教材也为国内众多的设计院校提供了专业课程教学的整体框架、具体的课程教学内容以及学生学习的途径与方法。

这套教材的主要成因，缘起于国家及社会对高质量创新型设计人才的需求，以及目前我国新设工业设计专业院校现实的需要。在过去的二十余年里，我国新增数百所设立工业设计专业的高等院校，在校学习工业设计的学生人数众多，亟须系统、规范的教材为专业教学提供支撑，因为设计创新是高度复杂的活动，需要设计者集创造力、分析力、经验、技巧和跨学科的知识于一体，才能走上成功的路径。这样的人才培养目标，需要我们的设计院校在教育理念和哲学思考上做出改变，以学习者为核心，所有的教学活动围绕学生个体的成长，在专业教学中，以增进学生们的创造力为目标，以工业设计学科的基本结构为教学基础内容，以促进学生再发现为学习的途径，

以深层化学习为方法、以跨学科探究为手段、以个性化的互动为教学方式，使我们的学生在高校的学习中获得工业设计理论观念、专业精神、知识技能以及国际化视野。这套教材是实现这个教育目标的基石，好的教材结合教师合理的学程设计能够极大地提高学生们的学习效率。

改革开放以来，中国的发展速度令世界瞩目，取得了前人无以比拟的成就，但我们应当清醒地认识到，这是以量为基础的发展，我们的产品在国际市场上还显得竞争力不足，企业的设计与研发能力薄弱，产品的设计水平同国际先进水平仍有差距。今后我国要实现以高新技术产业为先导的新型产业结构，在质量上同发达国家竞争，企业只有通过设计的战略功能和创新的技术突破，创造出更多、自主品牌价值，才能使中国品牌走向世界并赢得国际市场，中国企业也才能成为具有世界性影响的企业。而要实现这一目标，关键是人才的培养，需要我们的高等教育能够为社会提供高质量的创新设计人才。

从经济社会发展的角度来看，全球经济一体化的进程，对世界各主要经济体的社会、政治、经济产生了持续变革的压力，全球化的市场为企业发展提供了广阔的拓展空间，同时也使商业环境中的竞争更趋于激烈。新的技术及新的产品形式不断产生，每个企业都要进行持续的创新，以适应未来趋势的剧烈变化，在竞争的商业环境中确立自己的位置。在这样变革的压力下，每个企业都将设计创新作为应对竞争压力的手段，相应地对工业设计人员的综合能力有了更高的要求，包括创新能力、系统思考能力、知识整合能力、表达能力、团队协作能力及使用专业工具与方法的能力。这样的设计人才规格诉求，是我们的工业设计教育必须努力的方向。

从宏观上讲，工业设计人才培养的重要性，涉及的不仅是高校的专业教学质量提升，也不仅是设计产业的发展和企业的效益与生存，它更代表了中国未来发展的全民利益，工业设计的发展与时俱进，设计的理念和价值已经渗入人类社会生活的方方面面。在生产领域，设计创新赋予企业以科学和充满活力的产品研发与管理机制；在商业流通领域，设计创新提供经济持续发展的动力和契机；在物质生活领域，设计创新引导民众健康的消费理念和生活方式；在精神生活领域，设计创新传播时代先进文化与科技知识并激发民众的创造力。今后，设计创新活动将变得更加重要和普及，工业设计教育者以及从事设计活动的组织在今天和将来都承担着文化和社会责任。

中国目前每年从各类院校中走出数量庞大的工业设计专业毕业生，这反映了国家在社会、经济以及文化领域等方面发展建设的现实需要，大量的学习过设计创新的年轻人在各行各业中发挥着他们的才干，这是一个很好的起点。中国要由制造型国家发展成为创新型国家，还需要大量的、更高质量的、充满创造热情的创新设计人才，人才培养的主体在大学，中国的高等院校要为未来的社会发展提供人才输出和储备，一切目标的实现皆始于教育。期望这套教材能够为在校学习工业设计的学生及工业设计教育者提供参考素材，也期望设计教育与课程学习的实践者，能够在教学应用中对它做出发展和创新。教材仅是应用工具，是专业课程教学的组成部分之一，好的教学效果更多的还是来自于教师正确的教学理念、合理的教学策略及同学习者的良性互动方式上。



2011年5月

于清华大学美术学院

前言

Preface

“计算机辅助设计”是工业设计专业的一门重要课程，除了要通过课程让学生掌握一些产品效果表现的技巧和方法外，还应该根据课程特点，通过教学互动在宏观上培养学生的设计思维，使其明确设计绝不是简单的产品细节和特效的表现，而是对设计问题解决方案的系统的、创造性的探索。

鉴于国内计算机辅助工业设计的发展现状，本书选择 Photoshop 和 Illustrator 两款软件作为主要表现工具，通过大量实例系统讲述了以平面软件为主的计算机辅助工业设计的表现思路、方法及过程。它有别于其他辅助设计书籍，本书在前半部分利用一定篇幅将设计表现的基本原理、方法等内容进行了系统梳理，希望通过如此安排，让学生的关注点从分散的表现技巧集中到表现思路甚至设计思路上来。

本教材由南京林业大学任新宇统稿，并与南京林业大学的金冬老师、赵寅老师，以及南京工业职业技术学院的王乐老师共同编著。其中第 1~4 章以及附录部分由任新宇老师编写；第 5 章的 5.1 节和 5.2 节与第 6 章的 6.1 节和 6.2 节由金冬老师编写；赵寅老师编写了第 6 章的 6.3 节；王乐老师以及邵荔同学参与了本书部分案例的制作。参与编写工作的还有南京工业大学的张耀引老师、华南农业大学的高锐涛老师、江苏城市职业学院的周莹老师，以及华东理工大学的王焱老师。

由于时间关系以及作者水平有限，书中难免存在不当之处，恳请读者和设计界的前辈、专家、同仁给予批评指正。

编者

2012.11

目 录

Contents

序

前言

第 1 章	计算机辅助工业设计——超现实工业设计开发	001
1.1	工业设计与计算机	002
1.2	计算机辅助工业设计总览	009
1.3	“三维”设计中的“二维”软件	017
第 2 章	空间维度——物象体量感的表现原理	019
2.1	体验——感知觉与设计	019
2.2	映像——物体的体量与质感	025
第 3 章	Photoshop 与计算机辅助工业设计	035
3.1	Photoshop 功能简述与图像处理基础	035
3.2	计算机辅助工业设计中的 Photoshop	040
第 4 章	Photoshop 产品造型设计表现	041
4.1	数码相机的 Photoshop 造型表现	041
4.2	摩托车的 Photoshop 设计表现	051
4.3	概念汽车造型的 Photoshop 快速表现	063
第 5 章	Illustrator 与计算机辅助工业设计	073
5.1	Illustrator 功能概述	073
5.2	计算机辅助工业设计中的 Illustrator 核心功能	076
第 6 章	Illustrator 计算机辅助工业设计表现案例	083
6.1	MP3 的 Illustrator 快速表现	083
6.2	电动工具的 Illustrator 快速表现	091
6.3	电动工具的 Illustrator 表现	101
附录 A	Adobe 平面设计师试题（附答案）	120
附录 B	Photoshop 快捷操作速查	130
附录 C	Illustrator 快捷键速查	136

计算机辅助工业设计 ——超现实工业设计开发

教学内容：①工业设计与计算机辅助设计的关系；②计算机辅助工业设计相关概念；③计算机辅助工业设计中常用的平面软件。

教学目标：了解计算机辅助设计的发展历史，理清工业设计与计算机辅助设计之间的关系，明确学习计算机辅助设计的重点及目标，了解计算机辅助设计中常用的二维软件。

授课方式：多媒体教学、理论知识与典型案例结合讲解。

建议学时：2~4 学时。

在世界工业设计的发展史上，技术与艺术长久以来交织在一起，难割难舍。工业设计以大批量生产为特点，工业革命之后，由于技术的进步和大工业生产的发展，从传统手工艺产业中分离出来，所以，从工业设计出现之初，技术就是推动和制约其发展的重要因素。当今各类高新技术中，以计算机技术为核心的信息技术无疑是最具代表性的技术之一，它已经给社会生活的各个方面带来十分深远的影响。具体到计算机技术对工业设计的影响，可以用广泛而深刻来描述。一方面，计算机的应用极大地改变了工业设计的技术手段，改变了工业设计的程序与方法，与此相适应，设计师的观念和思维方式也有了很大的转变；另一方面，以计算机技术为代表的高新技术开辟了工业设计的崭新领域，先进的技术必须与优秀的设计结合起来，才能使技术人性化，真正服务于人类，工业设计对推动高新技术产品的进步起到了不可估量的作用，计算机发展的历史本身就说明了这一点（见图 1.1）。

现阶段，企业信息化已成为一种必然的趋势，真正意义的计算机辅助设计是企业信息化进程中的有机组成部分，是工业设计走向精确、优质、高效的必要手段，是艺术与技术的桥梁。产品的设计、生产、管理及销售是一个复杂的循环系统，工业设计存在于这个系统环境中，其中每一个环节的运作都会对其他部分产生影响，只有建立 CAD/CAID/CAE/CAPP/CAM/PDM 等的 CIMS 集成系统才能充分发挥计算机快速、准确、高效的优势，直至产品的设计、开发过程可通过计算机系统进行优化，各设计部门能够并行工作，实时互动，使从概念设计到最终投产的整个设计研发过程，均能通过计算机进行模拟、仿真、评价、分析和修改。同时，由于数字化信息在传递过程中不会造成数据丢失，从

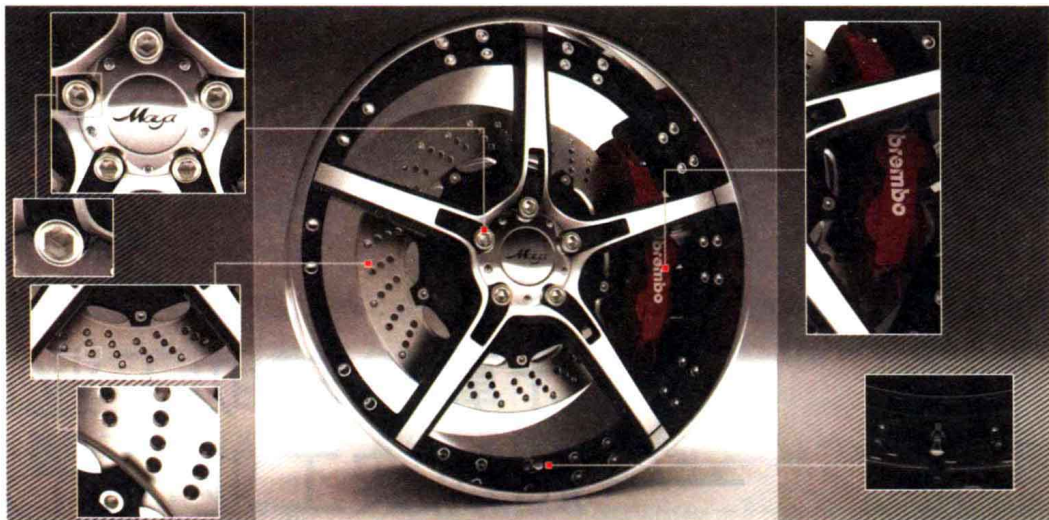


图 1.1 计算机的加入让设计师能够在产品批量生产之前直观而全面地检判设计

而能有效保证设计的原创性，提高产品设计的品质。

1.1 工业设计与计算机

计算机与工业设计的结合首先取决于计算机图形技术的发展。1958 年，CA Comp 公司推出的滚筒式绘图仪是世界上首台计算机图形输出设备，它的出现既满足了辅助设计制图的需要，也为计算机图形艺术的发展搭好了舞台。1963 年，《计算机与自动化》杂志发起了第一次计算机艺术竞赛。参赛的大部分作品都是用绘图仪或线条打印机输出的。计算机艺术的研究在贝尔实验室也获得了进展，他们以字母或图标的集散来表现照片明暗的灰度变化，创作出了“计算机裸体”等许多作品。

在竞争无处不在的今天，创新是提高企业竞争力的关键。个性化的需求、快速多变的市场，以及日益加剧的国际化竞争，都要求企业能够对市场作出快速反应，计算机辅助设计技术正好满足了这一需求。纵观工业设计的发展史，每一种设计工具都有它的独特性，计算机也不例外。它对工业设计的影响不仅表现在它能更有效地完成创作工作，而且其区别于其他传统设计工具的特点也给工业设计带来了新的风格、新的语言（见图 1.2）。与此同时还对工业设计的工作程序及方法产生了深远的影响。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，使原来以传统方式很难甚至不可能的完成的任务成为了可能；许多原来需要耗费大量精力、物力的事情，变得方便快捷了，甚至可以做得干净利落、轻松自如（见图 1.3）。尽管设计的本质并不会也不可能因为计算机的引入而变化。

工业设计是从社会、经济、技术、艺术等多种角度，对批量生产的工业产品的功能、材料、结构、形态、色彩、表面处理、装饰等要素进行综合性的设计（见图 1.4），创造出能够满足人们不断增长的物质需求的新产品。工业设计在技术创新、产品成型以及商品的销售、服务和企业形象的树立过程中，都扮演着重要的角色，它是现代工业文明的灵魂，是现代科学技术与艺术的统一，也是科技与经济、文化的高度融合（见图 1.5）。随着科学技术的高速发展，特别是信息时代的到来，市场对产品的性能、价格和交货期的要求更加苛刻，要求产品的研发周期短、品种多样化、趣味化、个性化、小批量（见图 1.6），这些都要要求制造企业能够快速开发出高质量的产品，以影响市场、响应市场的需求、提



图 1.2 设计师 Edward Kim and Benny Cemoli 非常有趣的自行车概念设计产品
不寻常的空气动力学组合外形、传统的自行车和先进的混合动力技术的灵活处理，
让普通的自行车表现出了梦幻般的感觉。



图 1.3 单人用高层住宅逃逸救生包（设计：秦静 指导：任新宇）
虚拟技术让复杂多变的设计任务变得更加科学和直观。

高自身的竞争力。传统的产品设计方法已经不能满足瞬息万变的市场需求，因此基于计算机技术的 CAID（计算机辅助工业设计）应运而生。

CAID，即在计算机技术和工业设计相结合形成的系统支持下，进行工业设计领域内的各种创造性活动，与传统的工业设计相比，CAID 在设计方法、设计过程、设计质量和设计效率等各方面都发生



图 1.4 Philips 公司设计的一系列产品

产品设计是一个系统工程，需要综合功能、结构、材料、形态、色彩以及环境等多个要素的影响。



图 1.5 Sony 公司设计的音乐播放器

高新技术只有依附于具体的产品形式，才能为更多的普通消费者所使用。

了质的变化，它涉及 CAD 技术、人工智能技术、多媒体技术、虚拟现实技术、敏捷制造、优化技术、模糊技术、人机工程等诸多信息技术领域，是一门综合的交叉性学科（见图 1.7）。

在以推动经济发展为根本目的的设计产业上，我们比西方发达国家落后了许多，以 OEM 生产为代表的劳动密集型产业在国民经济发展中的比重很难让我们满意，在全球经济一体化的大潮中，为了推动中国工业设计产业化发展进程，加快与国际先进设计水平接轨的步伐，我们的企业不但要重视

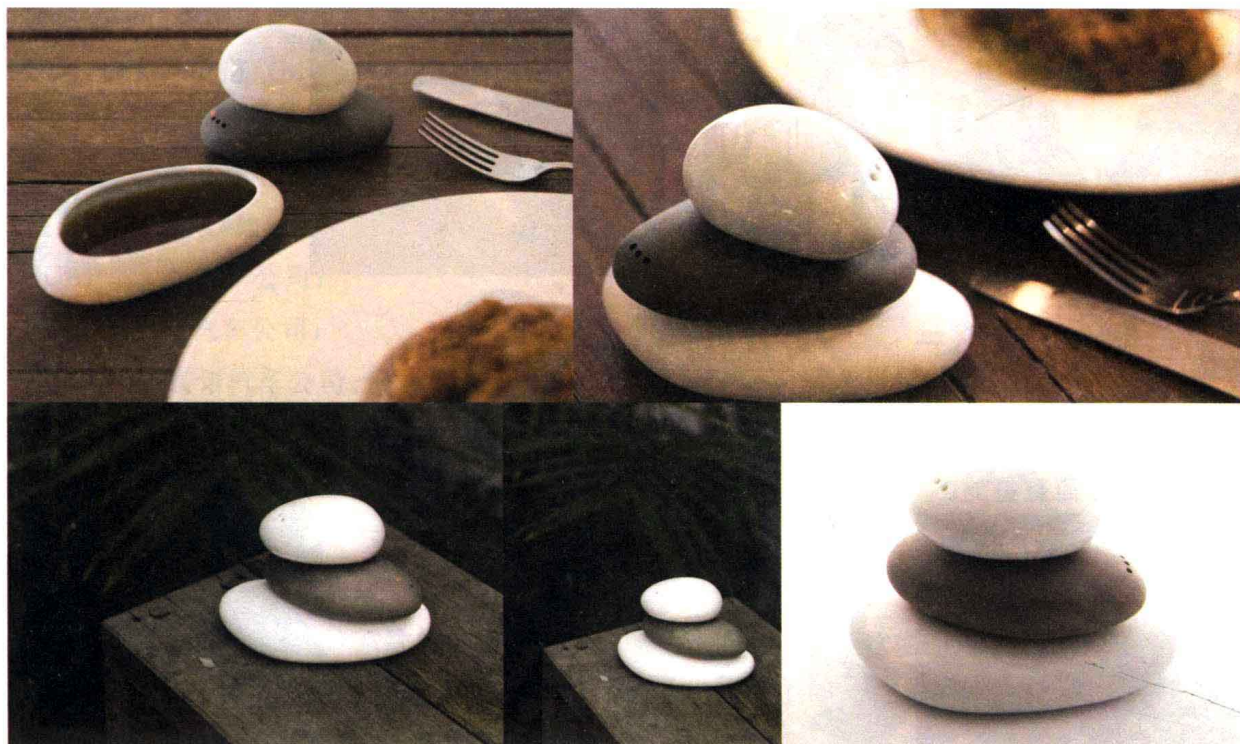


图 1.6 调味瓶设计产品

对产品个性化的追求，消费者已经不再满足于只是占有和使用与其他人一样的产品，而工业生产也越来越背离其出现之初的批量化生产原则。

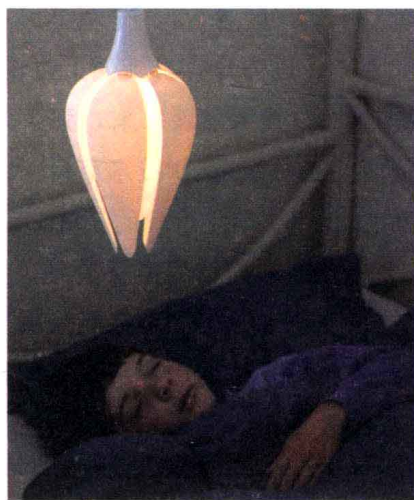
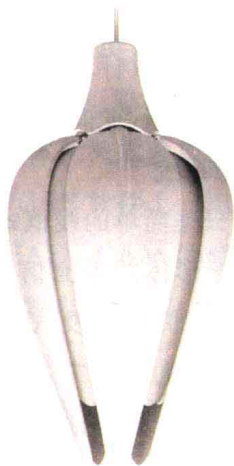


图 1.7 由 3 位挪威设计师 (Marianne Varmo、Heidi Buene、Audun Kollstad) 一起设计的花瓣吊灯产品

吊灯关闭时就像一个花苞，当打开时，会像花儿一样绽放。更为有趣的是，晚上睡觉时，它可以定时逐渐闭合花瓣来关闭灯光。

CAID，而且更应该关注 CAID 设计中人机系统之间的互动模式。为了缩短时间并确保产品的新颖性、独特性、准确性，采用 CAID 是提高效率最有效的方法。工业设计解决的是人的需求问题，所以 CAID 也应该关注人的因素，建立更好的人与机器的互动模式，还应以计算机和网络等信息技术为辅助工具，实现产品形态、色彩、宜人性设计和美学原则的量化描述，从而设计出更加实用、经济、美观、宜人和创新的产品，满足人们不同层次的需求（见图 1.8）。

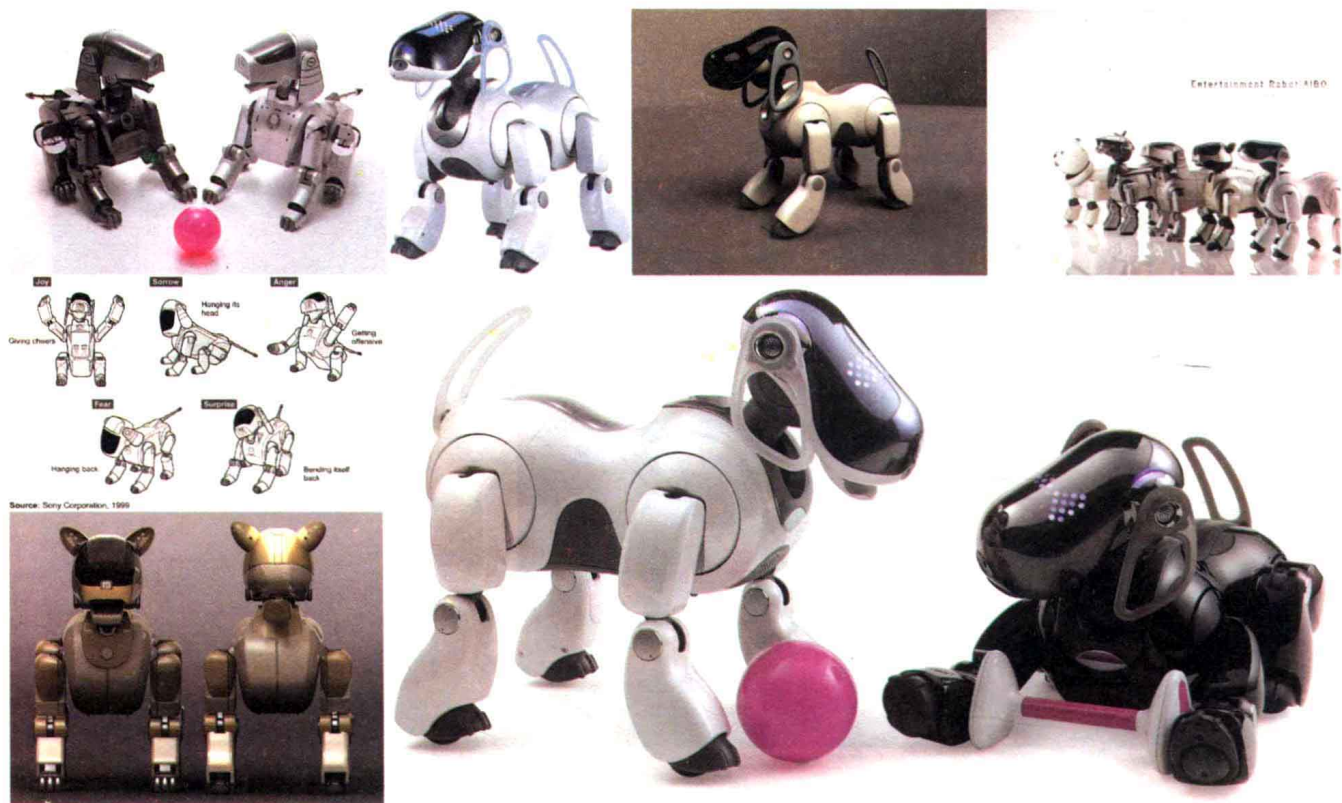


图 1.8 Sony 公司设计的智能电子宠物狗产品，能根据人的指令做出不同的动作、表情与主人互动

1.1.1 CAD 发展历史

CAID，也即计算机辅助工业设计，是 CAD（计算机辅助设计）学科中的一个分支。自从 20 世纪 50 年代 CAD 技术发展以来，到今天的广泛应用，此间经历了几次大的技术性革命。

1.1.1.1 第一次 CAD 技术革命—曲面造型系统

20 世纪 60 年代出现的三维 CAD 系统只是简单的线框式系统，只能表达基本的几何信息，不能有效地表达几何数据间的拓扑关系。由于缺乏形体的表面信息，CAE 及 CAM 均无法实现。进入 70 年代，正值飞机和汽车工业蓬勃发展的时期，期间飞机及汽车制造中遇到的大量的自由曲面问题，在当时的技术条件下只能用多截面视图和特征纬线的方式来进行表达。之后，在制造技术高速发展的背景下，法国人提出了贝赛尔算法，这使得用计算机处理曲线及曲面问题变得可行。法国达索飞机制造公司运用此算法，在二维绘图系统 CADAM 的基础上，开发出以表面模型为特点的三维造型系统 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，首次实现以计算机完整描述产品零件的主要信息，同时也使得 CAM 技术的开发有了现实的基础。曲面造型系统 CATIA 为人类带来了第一次 CAD 技术革命，改变了以往只能借助油泥模型来近似表达曲面的工作方式。在这个时期，CAD 技术价格极其昂贵，软件商品化程度很低，只有少数几家受到国家财政支持的军火商，在 20 世纪 70 年代冷战时期才有条件独立开发或依托某厂商发展 CAD 技术。

例如：

CADAM—由美国洛克希德（Lockheed）公司支持；

CALMA—由美国通用电气（GE）公司支持；

CV—由美国波音（Boeing）公司支持；

IDEAS—由美国国家航空及宇航局（NASA）支持；

UG—由美国麦道（MD）公司开发；

CATIA—由法国达索（DASSAULT）公司支持。

这时的CAD技术主要应用于军用工业。与此同时一些民用主干工业，如汽车业也开始开发一些曲面系统为自己服务，如：

SURP—大众汽车公司；

PDGS—福特汽车公司；

EUCLID—雷诺汽车公司。

另外丰田和通用等汽车公司也开发了自己的CAD系统，但由于无军方（或国家财政）支持，开发经费及经验不足，其开发出来的软件商品化程度较军方支持的系统要低，功能覆盖面和软件水平亦相差较大。

1.1.1.2 第二次CAD技术革命—实体造型技术

20世纪80年代初，CAD系统的价格依然令一般企业望而却步，这使得CAD技术的市场覆盖率很低；在此背景下，为使自己的产品更有特色，以CV、SDRC、UG为代表的计算机辅助系统开发企业开始尝试建立自己的软件特色，希望能有所突破。70年代末到80年代初，由于计算机技术的大跨步前进，CAD、CAM技术也开始有了较大发展。SDRC公司在当时“星球大战”的背景下，由美国宇航局支持，开发出了许多分析模块，用以降低巨大的太空实验费用，同时在CAD技术方面也进行了许多开拓；UG则在曲面技术的基础上发展CAM技术，用以满足麦道飞机零部件的加工需求；CV和CALMV则将主要精力都放在CAD市场份额的争夺上。

尽管有了表面模型，CAM的问题可以基本解决，但由于表面模型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、惯性矩等，这些缺点对CAE十分不利，最大的问题在于分析的前处理特别困难。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。由于实体造型技术能够精确表达零件的全部属性，在理论上有助于统一CAD、CAE、CAM的模型表达，这无疑能给设计带来惊人的方便性，因此绝大多数人认为实体造型技术代表着未来CAD技术的发展方向，于是一时间实体造型技术呼声满天下。

实体造型技术带来了算法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。在当时的硬件条件下，实体造型的计算及显示速度很慢，这在很大程度上影响了其实际推广的效果。由于以实体模型为基础的CAE本身就属于高层次技术，普及面窄；另外，在算法和系统效率的矛盾面前，许多赞成实体造型技术的公司并没有下大力气去开发它，而是转去开发相对容易的表面造型技术，各公司的技术开发再度分道扬镳，实体造型技术因此没能在整个行业迅速推广，而推动此次技术革命的SDRC公司也与幸运之神擦肩而过，失去了一次大发展的机会。

不过，在此后的十年里，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。在这段技术跌宕起伏的时期，CV公司最先在曲面算法上取得了突破，计算速度得到了大幅度提高。由于CV提出集成各种软件，为企业提供全方位解决方案的思路，并采取了将软件的运行平台向价格较低的小型机转移等有力措施，使其一举成为CAD领域的领导者，市场份额上升到第一位，同时兼并了CALMA公司，实力迅速膨胀。

1.1.1.3 第三次 CAD 技术革命—参数化技术

正当 CV 公司业绩蒸蒸日上以及实体造型技术逐渐普及之时，CAD 技术的研究又迎来了它的重大发展。

如果说在此之前的造型技术都属于无约束自由造型的话，进入 20 世纪 80 年代中期，CV 公司内部以高级副总裁为首的一批人提出了一种比无约束自由造型更新颖、更好的算法—参数化实体造型方法，这种算法主要有以下特点：基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。

当时的参数化技术还有很多技术难点有待攻克，CV 公司内部也就是否投资参数化技术展开了激烈争论。由于参数化技术核心算法与以往系统有本质差别，若采用参数化技术，势必要将全部软件重写，投资及工作量将非常惊人；另一点就是，当时参数化技术主要用于航空和汽车工业，而且尚不能为这些工业中所需的大量自由曲面提供有效的工具，更何况当时 CV 软件在市场上呈供不应求之势。因此，CV 公司内部否决了参数化方案。

策划参数化技术的这些人在新设想无法实现的情况下集体离开了 CV 公司，成立了一家参数化技术公司（Parametric Technology Corp. PTC），开始研制名为 Pro-ENGINEER 的参数化软件。早期的 Pro-ENGINEER 软件性能很低，只能完成简单的工作，但由于第一次实现了尺寸驱动零件设计修改，使人们看到了它给设计者带来的方便性。

80 年代末，计算机技术迅猛发展，硬件成本大幅度下降，CAD 技术硬件平台成本从二十几万美元降到几万美元，很多中小企业也开始有能力使用 CAD 技术。由于它们的设计工作量并不大，零件形状也不复杂，更重要的是他们无钱投资大型高档软件，因此他们把目光投向了中低档的 Pro-ENGINEER 软件。PTC 也正是因为瞄准了这一中档市场，迎合了众多中小企业在 CAD 技术上的需求，一举取得成功（见图 1.9）。进入 20 世纪 90 年代，参数化技术变得成熟起来，充分体现出其在通用件、零部件设计上存在的简便易行的优势。继而，PTC 公司又试图进入高端 CAD 市场，与 CATIA、SDRC、CV、UG 等群雄在汽车及飞机制造业市场逐鹿。目前，PTC 在 CAD 市场份额排名已名列前茅。可以说，参数化技术的应用主导了 CAD 发展史上的第三次技术革命。

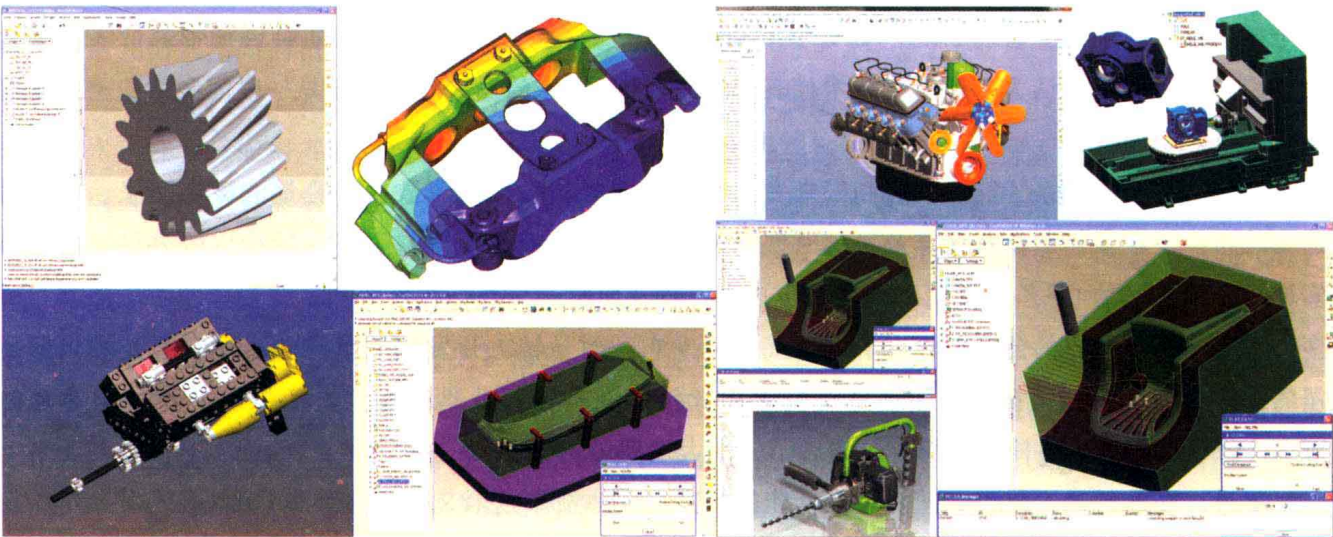


图 1.9 不同版本 Pro-ENGINEER 的工作

1.1.1.4 第四次 CAD 技术革命—变量化技术

参数化技术的成功应用，使它几乎成为 CAD 业界的标准，许多软件厂商纷纷起步开发自己的参数