



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国应用型本科

大机械系列 实用规划教材



产品设计原理

主 编 刘美华
副主编 左洪亮 康小平



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

产品设计原理

主 编 刘美华

副主编 左洪亮 康小平

参 编 王 智 王光武 汪成哲

林 莉 刘 畅



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

全书以产品设计流程为线索,详细介绍了产品设计工作中的先进理念、基本理论与方法,包括设计及其相关概念,系统化设计思想,创造性原理及创造技法的运用,功能分析与设计,设计中的适用性、美学原理及其应用,设计中的经济性以及设计中的伦理问题等相关内容。本书在系统阐述设计原理的同时,通过实例分析介绍了产品设计方法。

全书内容注重理论与实际相结合,强调实用性,通俗易懂,可作为普通高等院校工业设计专业本科生教材,也可作为从事设计工作的工业设计和工程设计人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

产品设计原理/刘美华主编. —北京:北京大学出版社, 2008.2

(21 世纪全国应用型本科大机械系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-12355-3

I. 产… II. 刘… III. 工业产品—造型设计—高等学校—教材 IV. TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 083161 号

书 名: 产品设计原理

著作责任者: 刘美华 主编

责任编辑: 郭穗娟

标准书号: ISBN 978-7-301-12355-3/TH·0016

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 18.25 印张 411 千字 彩插 6 页

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

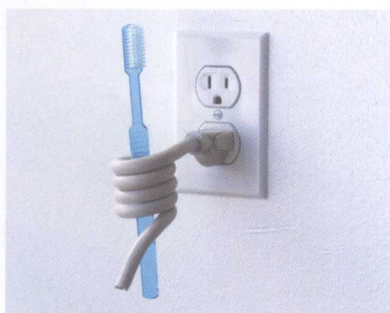
版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn



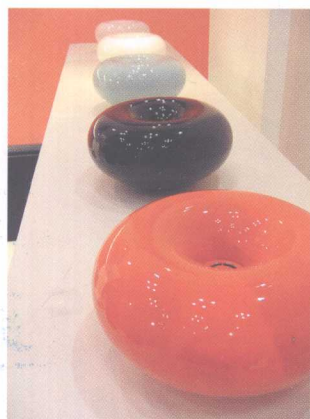
彩图 1 嫦娥一号与系统工程



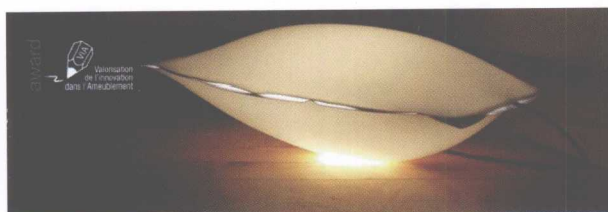
彩图 2 牙刷架



彩图 3 现代站台



彩图 4 加湿器



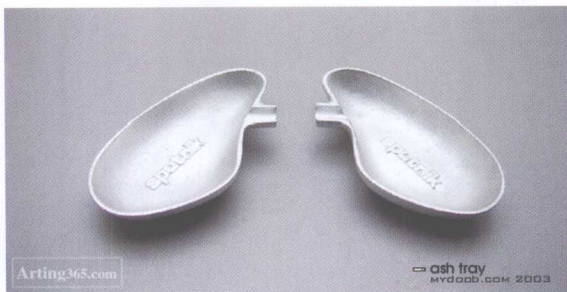
彩图 5 创意设计例一——灯



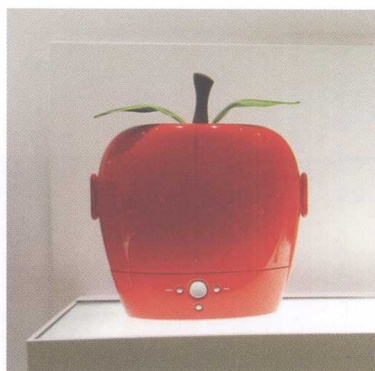
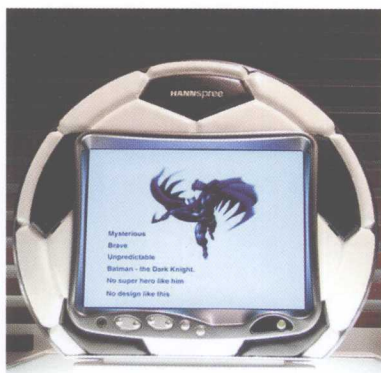
彩图 6 创意设计例二——酒架



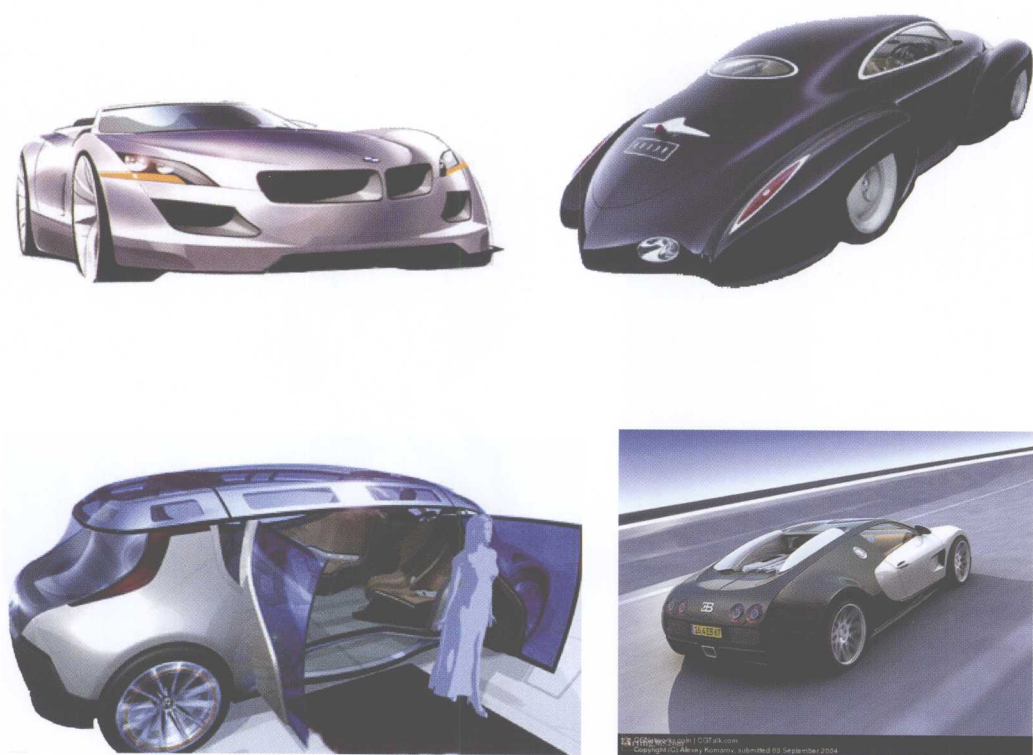
彩图 7 经典灯具设计



彩图 8 仿生设计



彩图 9 显示器设计



彩图 10 概念汽车设计示例



彩图 11 手表设计示例



彩图 12 世界上最薄的折叠椅



彩图 13 天价的陶瓷结构椅



(a) 摩托罗拉 Razr V3 手机



(b) iPod 随身听



(c) Gerber 方便水杯



(d) CafeSolo 咖啡壶

彩图 14 2005 年的“工业设计奖 (IDEA)” 金奖作品

注：图片来源于哈佛设计

《21 世纪全国应用型本科犬机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名 誉 主 任 胡正寰*

主 任 委 员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军 江征风 李郝林 梅 宁 任乃飞

王述洋 杨化仁 张成忠 张新义

顾 问 (按拼音排序)

傅水根 姜继海 孔祥东 陆国栋

陆启建 孙建东 张 金 赵松年

委 员 (按拼音排序)

方 新 郭秀云 韩健海 洪 波

侯书林 胡如风 胡亚民 胡志勇

华 林 姜军生 李自光 刘仲国

柳舟通 毛 磊 孟宪颐 任建平

陶健民 田 勇 王亮申 王守城

魏 建 魏修亭 杨振中 袁根福

曾 忠 张伟强 郑竹林 周晓福

*胡正寰: 北京科技大学教授, 中国工程院机械与运载工程学部院士

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一，是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门，包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务，在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来，以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生，极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度，改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式，产生了一大批新的机械设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面：

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用，使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件，而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品，其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动，而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化，CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用，促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低，而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术，并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程，以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产，提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化，制造过程的网络化、全球化得到很大的发展，涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式，制造装备和制造系统的柔性可重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学，制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明，现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此，加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育，培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才，不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适

*殷国富教授：现为教育部机械学科教学指导委员会委员，现任四川大学制造科学与工程学院院长

应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械大类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程技术学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重要决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程技术学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也要感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

前 言

工业设计作为一门独立学科在我国已经有 20 多年的发展历程, 尽管时间不长, 但越来越多的企业开始关注工业设计与自身发展的关系。进入 21 世纪后, 社会对工业设计人才的需求, 无论是在数量上还是在质量上, 都日益迫切。

纵观国内外市场不难发现, 我国的产品无论从造型上还是从质量上都与发达国家有不小的差距。究其原因, 既有技术的问题, 也有设计理念的问题。正确的设计理念和科学的设计方法是获得产品设计成功的重要保证。本书在编写中借鉴了国内外一些先进的产品设计理念与思想, 结合编者在教学和实践中的经验, 本着“服务市场需求、以人为本、引导消费、保护环境”的思想, 详细阐述了产品设计原理。通过对设计概念的剖析, 系统地论述了设计各阶段的工作重点、原理的运用以及设计方案的优选, 向读者展示了科学合理的设计理念及行之有效的设计方法。要设计出高品质的产品, 设计者除了要有正确的设计观念、科学的设计方法和很强的创造性思维外, 同时也要承担引导消费、保护环境的社会责任。

本书还附有 6 张彩色插页, 所选彩图均作为设计示例。彩图 1~彩图 4 位于封二, 彩图 5~彩图 13 位于目录前, 彩图 14 位于封三。

根据 21 世纪高等教育的发展现状和人才培养目标, 本书在编写过程中, 力求贯彻少而精、理论与实践相结合的原则, 在阐述理论的过程中, 通过深入浅出的理论分析, 配合图文并茂的案例剖析, 简洁、明确地阐明了贯穿在产品设计全过程中的一系列核心问题。

参加本书编写工作的有天津商业大学刘美华和刘畅(第 1 章、第 2 章的 2.1 节、2.4 节、第 9 章), 河南科技大学左洪亮(第 2 章的 2.2 节、2.3 节、2.5 节、第 7 章、第 10 章的 10.1 节、10.2 节和 10.3 节)、西北工业大学康小平(第 5 章、第 7 章、第 8 章), 河南科技大学王智(第 6 章), 西安工程大学王光武(第 4 章), 河南理工大学汪成哲(第 3 章), 河南科技大学林莉(第 10 章的 10.4~10.7 节)。感谢天津商业大学的史淑君、王心宇和孟宪文为本书的编写所做的工作, 感谢南京欧爱工业设计公司为本书提供的设计案例。

由于编者水平有限, 书中难免存在不妥之处, 恳请读者给予批评和指正。

编 者

2008 年 1 月

目 录

第1章 绪论	1	2.4.2 设计评价程序	44
1.1 设计	1	2.4.3 产品设计标准	44
1.1.1 设计的概念	1	2.4.4 评价目标及评价 目标体系的建立	45
1.1.2 设计的产生与发展	5	2.4.5 评价方法	48
1.1.3 设计的产生原因分析	5	2.4.6 不同设计阶段的评价特点	52
1.1.4 设计目的	6	2.5 计算机辅助产品设计程序简介	53
1.1.5 设计的限制因素	8	2.5.1 产品设计的概念 设计效果图阶段	54
1.1.6 设计的分类	8	2.5.2 产品设计的三维效果图阶段	54
1.2 产品设计	12	2.5.3 模型制作阶段	55
1.2.1 产品及产品设计对象	12	2.5.4 辅助产品营销推介阶段	55
1.2.2 产品的构成要素	13	思考题	56
1.2.3 产品设计与人的关系	14	第3章 产品设计的系统性	57
1.2.4 产品设计的类型	15	3.1 概述	57
1.3 工业设计	16	3.2 系统论中的一般问题	58
1.3.1 工业设计的概念	16	3.2.1 系统	58
1.3.2 工业设计与相关学科的区别	18	3.2.2 系统论的发展与应用	61
思考题	19	3.2.3 系统论的思想、方法及任务	61
第2章 产品设计程序与方案评价	20	3.3 系统论与产品设计	63
2.1 产品设计程序	20	3.3.1 产品设计系统	63
2.1.1 设计流程	20	3.3.2 产品设计系统的特性	64
2.1.2 设计程序模式	23	3.3.3 产品系统设计指导思想	67
2.2 产品设计中的工作内容	26	3.3.4 产品系统设计思路	68
2.2.1 设计准备	26	3.4 产品设计中的系统分析	69
2.2.2 设计初步	29	3.4.1 系统分析的概念及意义	69
2.2.3 设计深入	31	3.4.2 产品系统分析步骤	70
2.2.4 设计完善与定稿	35	3.4.3 设计子系统分析	72
2.3 产品设计的典型程序	37	3.4.4 产品系统分析过程	77
2.3.1 从产品入手开展重新设计 ——产品设计典型程序之一	37	思考题	78
2.3.2 立足需求的新产品开发设计 ——产品设计典型程序之二	40	第4章 产品设计中的创造性思维	79
2.4 设计评价	42	4.1 概述	79
2.4.1 设计评价的概念与意义	42	4.1.1 创造与创新	79

4.1.2 创造学.....80	5.4.3 产品功能系统图的构建.....123
4.2 产品设计创新.....81	5.5 产品功能方案设计.....124
4.2.1 设计与创新的关系.....81	5.5.1 分功能求解.....124
4.2.2 产品创新的特征.....83	5.5.2 建立功能技术矩阵以及 原理方案的组合选择.....125
4.2.3 产品创新的类型.....83	5.5.3 产品形态设计.....128
4.3 产品设计中的创造性思维.....85	5.6 产品功能价值分析.....130
4.3.1 创造性思维的含义.....85	5.6.1 产品设计中价值分析的 意义.....130
4.3.2 创造性思维的形式.....85	5.6.2 价值分析的定义.....131
4.3.3 创造性思维的特征.....89	5.6.3 价值分析中的核心因素.....132
4.3.4 创造性思维的过程.....89	5.6.4 价值分析的特点.....132
4.4 产品设计中的创新性思维方法.....90	5.6.5 提高产品价值的途径.....133
4.4.1 群体激智法.....90	5.6.6 价值分析在产品中的 应用步骤.....134
4.4.2 列举法.....92	5.6.7 产品价值问题产生的 原因分析.....137
4.4.3 检核表法.....96	思考题.....138
4.4.4 类比性创造技法.....100	
4.4.5 组合法和分解法.....102	
4.4.6 其他创造技法.....103	
思考题.....104	
第5章 产品设计功能论.....106	第6章 产品设计的适用性.....139
5.1 产品的功能概述.....106	6.1 概述.....139
5.1.1 产品的功能与结构之间的 关系.....106	6.2 人机工程学与适用性设计.....141
5.1.2 现代产品功能的特点.....107	6.2.1 人机工程学的概念.....141
5.1.3 产品功能开发设计的程序.....107	6.2.2 人机工程学的发展.....141
5.2 产品功能的分类.....109	6.2.3 适用性设计的人机因素.....142
5.2.1 按产品功能的主次 顺序分类.....110	6.2.4 人机工程学发展对设计的 影响.....146
5.2.2 按产品功能的性质分类.....112	6.3 产品设计的适用性需求.....147
5.2.3 按用户的实际要求分类.....113	6.3.1 消费者的审美与情感需求.....147
5.2.4 按产品功能的 内在联系分类.....114	6.3.2 消费者的人机沟通需求.....148
5.3 产品功能的定义.....115	6.3.3 消费者的个性化心理需求.....150
5.3.1 产品功能定义的目的.....116	6.3.4 弱势群体的特殊需求.....151
5.3.2 产品功能定义的方法.....117	6.3.5 消费者与设计师的 交流需求.....152
5.3.3 产品功能定义的要求.....118	6.4 适用性设计的发展要素.....153
5.4 产品功能的分解及整理.....120	6.4.1 科技是适用性设计 发展的基础.....153
5.4.1 产品功能分解.....120	6.4.2 人类需求是适用性设计 发展的原动力.....155
5.4.2 产品功能的分类整理.....121	

6.4.3 设计理念的交锋加速了 适用性设计的发展.....157	8.4.2 产品的经济性设计.....217
6.5 产品设计适用性的表现形式.....158	8.5 产品设计经济性分析.....221
6.5.1 创造新的功能与形式.....158	8.5.1 产品设计方案的 经济性分析.....222
6.5.2 构建和谐的人机界面.....162	8.5.2 产品设计的可靠性分析.....226
6.5.3 充分考虑特殊人群的需求.....164	8.5.3 产品工艺设计方案的 经济性分析.....228
6.5.4 注重本土化与民族化.....170	8.6 产品制造过程中经济性的实施.....230
思考题.....171	8.6.1 企业生产、制造过程的 规划与管理.....230
第7章 产品设计中的美学172	8.6.2 企业产品销售策略的改变.....231
7.1 概述.....172	思考题.....233
7.2 美学规律.....172	第9章 设计中的伦理问题234
7.2.1 比例与尺度.....173	9.1 伦理学的一般问题.....234
7.2.2 统一与变化.....177	9.1.1 伦理道德及其相互关系.....234
7.2.3 均衡与对称.....181	9.1.2 伦理学是关于善恶评价的、 实践性很强的科学.....235
7.2.4 稳定与轻巧.....184	9.1.3 应用伦理学是具有时代 价值的科学.....236
7.2.5 对比与调和.....187	9.1.4 消费伦理与环境伦理是 设计伦理的核心问题.....236
7.2.6 节奏与韵律.....190	9.2 消费伦理.....237
7.3 产品的技术美.....193	9.2.1 消费与消费问题.....237
7.3.1 产品技术美研究的意义.....194	9.2.2 消费是一种伦理现象.....238
7.3.2 产品技术美的种类.....194	9.2.3 中西消费伦理的比较.....239
思考题.....198	9.2.4 消费伦理视阈中的产品 设计原则.....240
第8章 产品设计经济性199	9.3 环境伦理.....241
8.1 概述.....199	9.3.1 环境问题.....241
8.1.1 产品经济性设计的含义.....199	9.3.2 环境伦理问题.....243
8.1.2 产品经济性设计的原则.....200	9.4 环境保护与绿色设计.....245
8.2 现代产品与商品.....202	9.4.1 绿色设计.....245
8.2.1 现代产品.....202	9.4.2 产品周期的阶段划分与 环保等级评定原则.....248
8.2.2 商品.....203	9.4.3 绿色设计准则.....252
8.2.3 商品和现代产品的关系.....204	9.4.4 绿色产品的技术保证措施.....254
8.3 产品开发项目的技术经济分析.....204	9.4.5 可持续发展设计.....260
8.3.1 产品开发项目的 可行性论证.....204	思考题.....262
8.3.2 产品经济性设计的内容.....210	
8.3.3 产品经济性设计的范围.....214	
8.4 产品经济性开发设计.....215	
8.4.1 产品经济性开发设计的 过程.....215	

第 10 章 产品设计案例分析	
——趣味概念车创意设计	263
10.1 设计的引入	263
10.2 制定产品设计的程序	264
10.3 概念设计简介	264
10.4 设计分析	264
10.4.1 市场调查	264
10.4.2 设计构思及定位	266
10.5 设计实施阶段	267
10.6 计算机效果图	272
10.7 模型制作	272
思考题	273
参考文献	274