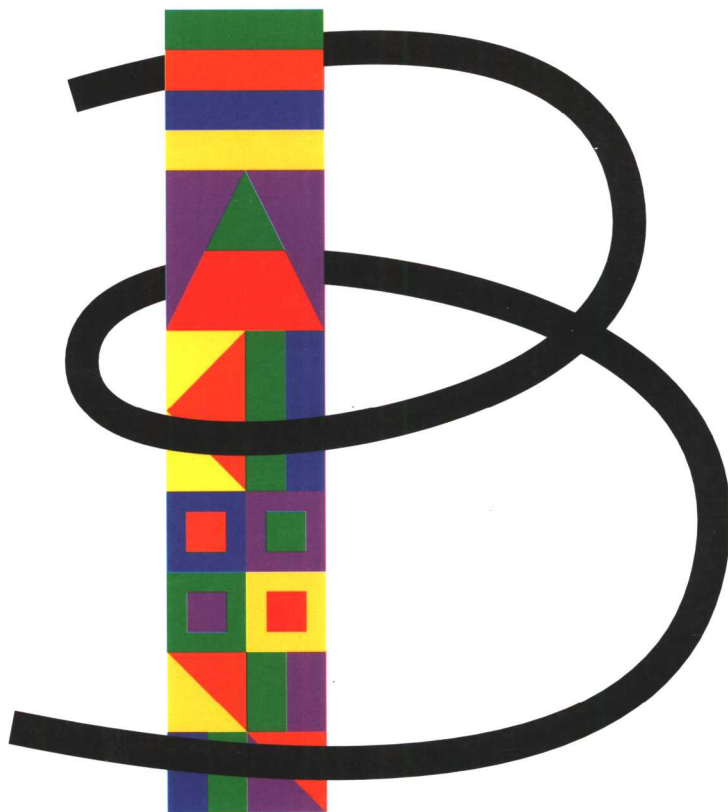


BIONIC PLASTIC DESIGN



高等院校工业设计专业“世纪风”系列教材

仿生造型设计

于帆 / 陈 嫵 编著

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

高等院校工业设计专业
“世纪风”系列教材

仿生造型设计

于帆 陈熾 编著
华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

仿生造型设计/于帆 陈 燕 编著
武汉:华中科技大学出版社,2005年11月
ISBN 7-5609-3540-0

I. 仿…
II. ①于… ②陈…
III. 工业-设计-仿生学-高等学校-教材
IV. TB21

仿生造型设计

于 帆 陈 燕 编著

责任编辑:刘锦东

封面设计:白木彰 佐藤直木[日]

责任校对:朱 霞

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉龙文图文设计技术有限责任公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:880×1230 1/16

印张:7.5

字数:195 000

版次:2005年11月第1版

印次:2005年11月第1次印刷

定价:45.00元

ISBN 7-5609-3540-0/TB·71

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书从教学的角度入手,将仿生设计的理论研究与设计实践相结合,首先概要性地总结了仿生设计的发展历史以及相关学科的知识 and 特点,较为系统地介绍了仿生设计的程序与方法,然后根据设计教学的需要,将仿生设计的内容按照产品设计因素的相关概念进行分述。书中展示了大量的具有针对性的课题案例和设计案例,同时辅以必要的分析和评价。

本书主要是为满足目前国内众多工业设计专业本科教学的需要,可以作为此类课程的教材;也可以作为以仿生为具体设计方法的其他课程的教学辅助资料;同时还可作为设计爱好者进行自学的参考资料。

本书对仿生设计理论进行的初步研究和探索如果能引起本学科基础与专业研究的关注和兴趣,那就是意外收获了。

高等院校工业设计专业“世纪风”系列教材

编 委 会

(排名不分先后)

Lehmann	(德国斯图加特国立艺术与设计学院 教授)
白木彰	(日本国爱知县立艺术大学 副教授)
杨叔子	(华中科技大学 院士)
柳冠中	(清华大学 美术学院 教授)
何人可	(湖南大学 设计艺术学院 教授)
张福昌	(江南大学 设计学院 教授)
赵英新	(山东大学 工业设计系 教授)
许喜华	(浙江大学 工业设计系 教授)
张成忠	(重庆大学 人文艺术学院 教授)
陈汗青	(武汉理工大学 艺术与设计学院 教授)
马春东	(大连民族大学 设计学院 教授)
樊超然	(西安建筑科技大学 艺术学院 教授)

序 言



于帆,女,毕业于无锡轻工业大学造型系(今江南大学设计学院),曾在企业担任设计师,现任江南大学设计学院工业设计系教师。曾主持或参与多项重点课程项目的建设。主要研究方向为平面、立体形态表现,意象、仿生形态设计等基础造型及应用研究;以及产品语义设计、产品系统设计和工业设计管理等专业设计理论和应用研究。



陈嫵,女,毕业于江南大学工业设计专业,江苏省工业设计协会会员,现为江南大学设计学院工业设计系教师。设计作品曾获江苏省优秀作品奖和TCL全国工业设计大赛铜奖。目前主要研究方向:造型与形式。

仿生设计是工业设计中有深厚历史积淀与丰富实践经验的,同时又是最新鲜、最具活力的设计创新方法,是设计回归自然、追求人性化的具体、可行的方法,正逐渐成为设计发展过程中新的亮点。仿生设计运用工业设计艺术与科学相结合的思维与方法,从人性化的角度,不仅在物质上,更是在精神上追求传统与现代、自然与人类、艺术与技术、主观与客观、个体与大众等多元化的设计融合与创新,体现辩证、唯物的共生美学观。而且仿生设计涉及工业设计形态、色彩等基础造型的研究内容,同时又在设计思维、设计方法等方面有鲜明的个性特点,应该说仿生设计的知识和内容贯穿工业设计从基础到专业、从理论到实践各个层面,具有较为突出的系统性。

一直以来,仿生设计都是工业设计教育和实践所关注的重要内容。但是目前与仿生设计相关的专著、教辅及资料却很少,尤其是从教学的角度比较系统性地介绍仿生设计内容的教材更为少见。本书在多年仿生设计及相关内容教学实践积累的基础上,不仅介绍了仿生设计的发展历史、相关学科知识以及经典案例,而且从设计方法、设计程序到针对生物形式美感、功能、结构、意象等不同角度的仿生设计都作了详细而具体的讲述,是国内目前较系统、较全面地阐述仿生设计的教材,无论在仿生设计理论研究还是仿生设计教学和实践方面都具有很高的参考价值。本书案例详实、具体生动,作为教材具有较好的指导性和可操作性。

仿生设计对丰富多样的自然生物的模拟与再创造,带来了丰富多样的设计产品,使现代工业设计能够更好地满足市场和消费的个性化需求,为市场和消费提供更多的选择性。同时,仿生设计以它特有的设计观念与设计方法,不断去探索人与自然的关系,坚持体现人类对现实世界的好奇心和反映现实世界形象的执著追求,把个体系统的需要放到整体系统中衡量,用符合生态学环境科学原理的观念去指导行动,寻求技术与自然、人类历史的和谐一致,去试图预见并创造更高层次的人—自然—社会环境的和谐,这是工业设计发展的趋势和理想目标。我们希望能借此新书的出版抛砖引玉,为仿生设计和工业设计的教学和研究尽微薄之力。

书中大部分案例都是江南大学工业设计专业各年级的学生作业,点滴积累,历时近一年时间,虽尽心尽力但仍感仓促和粗糙,不当之处,欢迎批评指正。

值此新书问世之际,谨向所有支持本书著写工作的设计、科研和教学单位,以及为此付出辛勤劳动的其他参与工作人员唐健、赵艳、许畅达、沈晓舫、梁韵、王李麟、曹璨、田雪松、孙宁、黄迪、王克锐等表示最诚挚的谢意!

愿这份献给广大国内设计类高校学子们的礼物,能帮助我国的设计类高校培养出更多优秀的设计人才,为创造人类更舒适的物质与精神生活环境做出新的贡献!

于帆 陈嫵

2005年7月于西山梅园

“世纪风”

领 世 纪 潮 流 创 设 计 新 风

更 新 设 计 理 念

改 革 设 计 教 育

引 导 设 计 潮 流

锻 造 设 计 经 典

总有那么一天 我们为中国设计而骄傲……

001/ ■

第 1 章 仿生设计概论

- 1.1 关于仿生
- 1.2 关于仿生学
- 1.3 关于仿生设计

011/ ■

第 2 章 仿生设计的方法

- 2.1 仿生设计的思维方法
- 2.2 仿生设计的认知心理与方法
- 2.3 仿生设计的生物认知方法
- 2.4 生物特征的产品设计转化

027/ ■

第 3 章 仿生设计的程序

- 3.1 仿生设计的基本程序
- 3.2 仿生设计的系统程序

037/ ■

第 4 章 仿生物形态的造型设计

- 4.1 关于形态
- 4.2 生物形态认知
- 4.3 仿生物形态特征的产品造型设计

047/ ■

第 5 章 仿生物形式美感的造型设计

- 5.1 关于美的形式原理
- 5.2 生物形式美感的认知
- 5.3 仿生物美感特征的产品造型设计

设计基础实技——色彩

设计基础实技——描写

设计基础实技——立体(Ⅰ)

设计基础实技——立体(Ⅱ)

工业设计概论

工业设计初步

 仿生造型设计

产品设计

设计思维与表达

计算机辅助工业设计

设计基础实技——色彩

设计基础实技——描写

设计基础实技——立体(Ⅰ)

设计基础实技——立体(Ⅱ)

工业设计概论

工业设计初步

 仿生造型设计

产品设计

设计思维与表达

计算机辅助工业设计

059/ ■

第 6 章 仿生物功能的造型设计

6.1 关于功能

6.2 生物功能的认知

6.3 仿生物功能特征的产品造型设计

071/ ■

第 7 章 仿生物结构的造型设计

7.1 关于结构

7.2 生物结构的认知

7.3 仿生物结构特征的产品造型设计

081/ ■

第 8 章 仿生物表面肌理与质感的造型设计

8.1 关于肌理和质感

8.2 生物形态的肌理与质感认知

8.3 仿生物肌理与质感特征的产品造型设计

091/ ■

第 9 章 仿生物色彩的造型设计

9.1 色彩的概念与构成原理

9.2 生物色彩的认知

9.3 仿生物色彩特征的产品造型设计

101/ ■

第 10 章 仿生物意象的造型设计

10.1 关于意象

10.2 生物意象的认知

10.3 仿生物意象特征的产品造型设计

第1章

仿生设计概论

工业设计的核心是由功能、结构、形态、色彩、材质等要素构成的产品，但工业设计的本质是人，因此工业设计的活动涉及到科学技术、文化艺术等人类生活的各个层面，并需要综合社会科学和自然科学等众多学科知识来完成。仿生设计作为工业设计创新设计的方法之一，综合了“生态学”、“仿生学”等相关学科的概念和研究成果，以工业设计的“形态研究与设计”等专业知识和技能为基础，以工业设计创新思想和观念为指导，已经发展成为工业设计创建人与自然的和谐关系、改进人类生活方式的一个重要途径和研究方向。

1.1

关于仿生

仿生的概念由来已久,它伴随着人类生存、发展的历史从远古到现代,虽古老、传统却一直与时俱进、历久弥新。回顾仿生思想与行为的历程,重新认识仿生的概念和意义对仿生设计的发展有重要意义。

图 1-1 (左)
公元前 1-2 世纪布尔
希特出土的青铜豹形
长柄香炉



图 1-2 (右)
公元前 1425 年古埃
及的鱼形琉璃壶



图 1-3 (左)
中国宋朝的虎枕



图 1-4 (右)
中国民间传统风俗中
的蟾蜍形面食

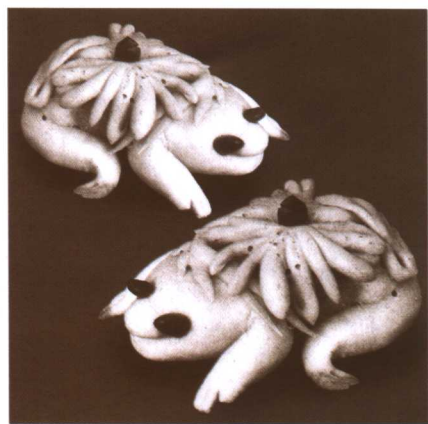
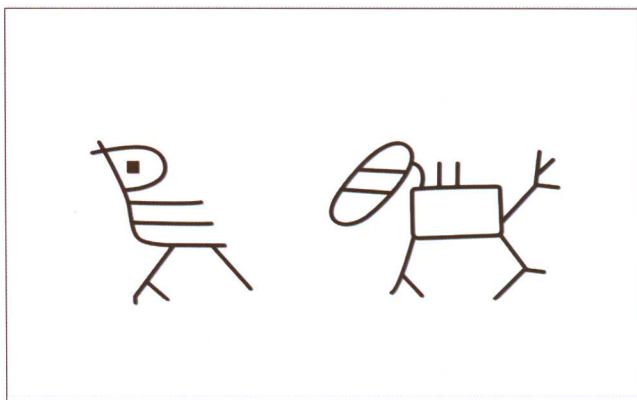


图 1-5 (左)
中国传统的木工
工具——墨斗



图 1-6 (右)
中国的象形文字



1.1.1 “仿生”是人类生存的需要

早在地球上出现人类之前,生物种群已在大自然中生活了亿万年,在为生存而斗争的长期进化中,获得了各种与大自然相适应的能力。面对自然环境的种种考验,人类除了自身的进化以外,还不断向其他生物学习生存技能,取长补短。例如,远古人类模仿鱼刺制造出骨针等工具;模仿鸟类在树上营巢,以防御猛兽的伤害,等等。这是人类最初级的创造性活动,是人类为生存而表现出的仿生意识与行为。虽然这些活动直接而朴素,但却是仿生概念与思想发展的基础,是现代仿生学与仿生设计的起源雏形。

1.1.2 “仿生”是古代人类智慧的结晶

在人类和自然界形形色色的生物相伴共生的漫长岁月里,鸟儿在天空飞,鱼儿在水里游,自然生物各显神通的本领总会使人浮想联翩、心驰神往,吸引着人类去探求、想像和模仿。

人类希望像鸟儿一样自由飞翔,于是模仿鸟类制作了会飞的木鸟——“木鸢”(传说是春秋时代的著名工匠鲁班制作的)、“机械鸽子”(古希腊)、“机械鹰”(德国),中国传统的风筝模拟动物飞行更是从古到今一直在天空飞舞、翱翔;人类希望像鱼儿一样在水中畅游,就模仿鱼类的形体造船(相传是在古代大禹时期):以木桨仿鱼鳍、以橹和舵仿鱼尾;还有四千多年前的“见飞蓬转而知为车”,即见到随风旋转的飞蓬草而制造出轮子,做成装有轮子的车。这些早期充满智慧之光的仿生思想意识与实践活动,为人类光辉灿烂的古代文明创造了非凡的成就。

1.1.3 “仿生”是人类精神的寄托和归宿

从人类早期原始部落的图腾崇拜,到古代文明中的陶瓷、绘画、雕塑等艺术品和染织、家具、建筑等的装饰,都采用了大量的动、植物形态。这些生物造型和器具装饰或朴素、稚拙,或优美、典雅,无论对花鸟鱼虫还是对飞禽走兽的模拟,不仅形态出神入化,而且富有美感。这些都表现出人类祖先对自然万物生灵的敬畏与崇拜,反映人类祈望与自然和谐共处的朴素心态,寄托对美和情感的追求,并且从此孕育出不同民族独特的审美、文化等传统观念。

在这一点上,中国传统文化表现得尤其杰出和优秀。从平民百姓家孩子的虎头鞋、麒麟锁、五毒(蛇、蝎子、蟾蜍等)肚兜,到民间艺人的鸳鸯刺绣、蝴蝶蜡染、团花剪纸;从祖宗祭祀、宫廷礼仪,到诗词歌赋、宗教传说等,都有许多内容是通过模拟生物形象、行为、状态等来体现人类复杂思想感情的。不仅寓意深刻而且以物传情、借物言志,形象而充分地表达了人类的精神愿望和情感志向。这些都是在人类精神世界更高层面上的仿生杰作。

1.1.4 “仿生”是人类的一种文化现象和生存方式

工具的创造和使用是人类文化的重要组成部分,而生存方式作为生命的存在方式,其生存事实、生存实践和生存价值中源于思想观念和思维方式的生存价值是本质因素。工具的创造和生活方式的选择都不是人类凭空想像出来的,是物竞天择、适者生存的自然法则的影响与人类智慧进步的结果。

在中国古代,仿生的工具和技术、仿生的建筑和艺术、仿生的习俗与文化现象、仿生的思维和意识,是中国传统生活方式中生存事实与实践的代表,而“天人合一”的思想和“贵人重生”的主张是中国传统生存价值的本质体现。所以在中国,从某种意义上说,仿生就是一种人类的生存方式,一种传统、朴素而真实的生活方式,传达的是人与自然和谐共存的理想和追求,这一点对当代甚至是未来人类的社会生

活和生存方式依然具有现实意义。

温故而知新,对仿生思想与行为的追问与回顾,是为了全方位地解读仿生的概念,认识仿生对人类历史和社会生活的重要意义。今天,之所以在全球范围重谈生态平衡,关注自然人性,进行仿生研究等,其实是对被中断的传统仿生思想与实践的继续和发展。但一直以来,对仿生思想与实践的研究更多地集中在其与自然科学中关于材料、制造、技术、功能等人类的物质文明成果相关的内容和层面上,而忽略了仿生意识与行为对于人类文化精神和社会价值、生存观念与方式的意义和作用。完整的仿生概念应该是其物质意义与精神意义的总和,这一点在中国传统文化观念和思想中早有明确的表述。概括来说,仿生的概念,通过其思想意识与实践行为,表达的就是从“师法自然”开始,实现“天人合一”的境界。

1.2

关于仿生学

尽管人类仿生思想与实践的历史源远流长,但是直到 20 世纪 50 年代以来,人类才开始认识到生物系统是开辟新技术的主要途径之一,并更加自觉地把对生物的模拟作为思想观念和创造发明的源泉。虽然最初科学家对于生物学的研究更多地停留在描述生物体精巧的结构和完美的功能上,但随着生产的需要和科学技术的发展,人们运用化学、物理学、数学以及其他先进科学技术的思想与研究成果对生物系统展开了更深入、更广泛的探索研究和开发利用。这不仅促进了生物学的极大发展,在各行各业的技术革命中取得了成功,而且和工程技术学科结合在一起,互相渗透孕育出一门新生的科学——仿生学。

1.2.1 仿生学的概念

仿生学是研究生物系统的结构和性质,为工程技术提供新的思想观念及工作原理的科学。仿生学作为一门独立的学科,诞生于 1960 年 9 月。第一次仿生学会议在美国俄亥俄州的空军基地召开,并把仿生学定义为“模仿生物原理来建造技术系统,或者使人造技术系统具有类似于生物特征的科学”。

确切地说,仿生学属于生物学中“应用生物学”的一个分支,是生物的进化启发人类在仿生的概念上进行了许多领域的研究与实践。仿生学又是生物学、数学和工程技术学相互渗透而结合成的一门模仿生物系统具有生物系统特征或类似特征的新兴边缘科学。

1.2.2 仿生学的研究内容和领域

自问世以来,仿生学的研究内容和领域迅速扩展,学科分支众多,如电子仿生、机械仿生、建筑仿生、化学仿生、人体的仿生、分子仿生、宇宙仿生等,无论是宏观还是微观仿生学的研究成果都为人类科学技术的发展和幸福生活做出了巨大贡献。

如“仿生电子手”,可以让手部有残障的人自己打开糖果袋和拿汽水瓶;“仿生火星探测机器人”,一种使用人造“肌肉”系统提供动力、具有跨越障碍物、翻动岩石和粉碎矿石样本等功能,用以承担未来的火星探测任务的机器人,它会在受到指令要恢复活动之前自动休息并且恢复能量。这些都是以前的机器人无法做到的。现在,仿生学正从自然科学向社会科学领域延伸,产生新的交叉与渗透。在其他学科的渗透和影响下,使仿生学的研究和应用发生了很大的转变,出现新的学科分支,如管理仿生学等。

1.2.3 仿生学的研究方法

仿生学的研究主要包括三个阶段:首先是根据工程技术的目标、任务进行生物相关性的基础研究,或者以生物学的发现与研究成果为启示和基础筛选出对其他科学技术有意义有价值的内容;然后对基础研究的成果进行分析、综合,并提炼、概括出相关理论和概念,揭示内在规律,建立数学模型;最后在前两个阶段的基础上进入具体模拟研究、试验制造的应用研究阶段,最终创造出人工化的成果。

仿生学的研究复制不是目的,对生物系统工作原理的本质认识、理解和应用是最终目标。在这个过程中,发散性地进行类比、模拟和模型化是仿生学研究的主要方法,而数学模型是从生物原型到应用模型的关键。但是对复杂生物系统的认识往往是一个长期的研究过程,并且依赖于先进科学技术的支持,需要多学科交叉、合作,所以仿生学的研究是一个系统工程,存在相当大的难度。

1.2.4 仿生学的意义

一方面,仿生学与其他学科和技术的相互促进拓展了科学研究和应用的领域,推动了科学技术向更快、更高的方向发展。仿生学更重要的现实意义在于创新,仿生学是科学技术取之不尽、用之不竭的创新源泉。创新对于全球化的技术与经济意味着巨大的经济利益和社会效益,因此许多发达国家在仿生学方面都坚持长期、持续的投入和制定周密的计划。美、德、英、日、俄等国都有相应的中长期规划和研究策略,力争在仿生学的创新研究中取胜,通过仿生科技的发展提高国家的综合实力和竞争力。

另一方面,仿生学的概念已经渗透到人类社会生活的各个层面(包括哲学领域),开始对人类生活方式、价值观念产生影响,参与到人和自然共生这个哲学命题的认识和反思。所以,仿生学的意义更在于用科学的思想和实践的经验建立人与社会、人与自然的和谐关系,开创人类未来发展的新观念、新方法和新途径,为人类未来的幸福和更长远的利益做出贡献。

1.3

关于仿生设计

在某种意义上,仿生设计也是仿生学的一种延续和发展,一些仿生学的研究成果是通过工业设计的再创造进入人类生活的。但仿生设计更主要的是运用工业设计的艺术与科学相结合的思维与方法,从人性化的角度,不仅在物质上,更是在精神上追求传统与现代、自然与人类、艺术与技术、主观与客观、个体与大众等多元化的设计融合与创新,体现辩证、唯物的共生美学观。通过仿生设计寻求人类生存方式和观念、社会生产活动与自然界的契合点,使人类社会与自然达到高度的和谐。

仿生设计是工业设计中有着深厚历史积淀与丰富实践经验的,同时又是最新鲜、最具活力的设计创新方法,是设计回归自然、追求人性化的具体、可行的方法,正逐渐成为设计发展过程中新的亮点。

1.3.1 仿生设计的基础

虽然仿生设计强调“仿生”的概念,但仿生设计基础构成的核心是工业设计专业基础知识与能力,主要包括平面与立体的基础造型能力、设计表达能力、形态认知与设计思维知识、设计方法学、设计原

理与程序等。这其中尤其强调与形态相关的认知、创造与评价的基础知识与能力的构建。

另外,仿生设计还需要自然与社会科学知识的支持,如人机工程学、材料学、心理学、美学、仿生学、生物学、环境学、科学史等。

所以,进行仿生设计需要先期的知识积累与准备,这样才能更好地发现生物的设计价值并把握机会进行设计的再创造。

1.3.2 仿生设计的内容

由于仿生设计的研究领域非常广泛,所以仿生设计的内容可以从不同的角度产生不同的层次和方向。基于生物特征认知与产品的构成要素的相关性,可以将仿生设计的主要内容归纳为:仿生物形态的设计;仿生物表面肌理与质感的设计;仿生物结构的设计;仿生物功能的设计;仿生物色彩的设计;仿生物形式美感的设计;仿生物意象的设计等。

(1) 仿生物形态的设计

是在对自然生物体,包括动物、植物、微生物、人类等所具有的典型外部形态的认知基础上,寻求对产品形态的突破与创新。仿生物形态的设计是仿生设计的主要内容,强调对生物外部形态美感特征与人类审美需求的表现。

(2) 仿生物表面肌理与质感的设计

自然生物体的表面肌理与质感,不仅仅是一种触觉或视觉的表象,更代表某种内在功能的需要,具有深层次的生命意义,通过对生物表面肌理与质感的设计创造,增强仿生设计产品形态的功能意义和表现力。

(3) 仿生物结构的设计

生物结构是自然选择与进化的重要内容,是决定生命形式与种类的因素,具有鲜明的生命特征与意义。结构仿生设计通过对自然生物由内而外的结构特征的认知,结合不同产品概念与设计目的进行设计创新,使人工产品具有自然生命的意义与美感特征。

(4) 仿生物功能的设计

功能仿生设计主要研究自然生物的客观功能原理与特征,从中得到启示以促进产品功能改进或新产品功能的开发。

(5) 仿生物色彩的设计

自然生物的色彩首先是生命存在的特征与需要,对设计来说更是自然美感的主要内容,其丰富、纷繁的色彩关系与个性特征,对产品的色彩设计具有重要意义。

(6) 仿生物形式美感的设计

从人类的审美需求出发,发现和归纳自然生物所蕴涵的美感规律,更好地进行产品美感与意义的整合设计。

(7) 仿生物意象的设计

生物的意象是在人类认识自然的经验与情感积累的过程中产生的,仿生物意象的设计对产品语义和文化特征的体现具有重要作用。

图 1-7 沙发(左)
模拟人手的外形特征,通过适度的夸张和变形使产品具有趣味性。

图 1-8 幻灯机(中)
模拟动物外形特征满足产品的功能需要。

图 1-9 灯具(右)
水母外形特征模拟

