

设计类研究生设计理论参考丛书
Design Theory Reference Series for
Design Graduates

DESIGN

Design Theory, As Important As Practice.

DESIGN

DESIGN

DESIGN

仿生设计研究

Bionics Design Study

蔡江宇 王金玲 编著

中国建筑工业出版社

设计类研究生设计理论参考丛书

仿生设计研究

Bionics Design Study

蔡江宇 王金玲 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

仿生设计研究/蔡江宇,王金玲编著. —北京:中国建筑工业出版社, 2012.9

(设计类研究生设计理论参考丛书)

ISBN 978-7-112-14642-0

I. ①仿… II. ①蔡…②王… III. ①仿生—设计—研究
IV. ①J06②Q811

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 209247 号

责任编辑: 吴 佳 李东禧

责任设计: 陈 旭

责任校对: 姜小莲 赵 颖

设计类研究生设计理论参考丛书

仿生设计研究

蔡江宇 王金玲 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 11 $\frac{3}{4}$ 插页: 4 字数: 300千字

2013年6月第一版 2013年6月第一次印刷

定价: 42.00元

ISBN 978-7-112-14642-0

(22710)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

设计类研究生设计理论参考丛书编委会

编委会主任：

鲁晓波（清华大学美术学院院长、教授、博士研究生导师，中国美术家协会工业设计艺术委员会副主任）

编委会副主任：

陈汗青（武汉理工大学艺术与设计学院教授、博士研究生导师，中国美术家协会工业设计艺术委员会委员，教育部艺术硕士学位教育委员会委员）

总主编：

江 滨（中国美术学院建筑学院博士，华南师范大学美术学院环境艺术设计系主任、教授、硕士研究生导师）

编委会委员：（排名不分先后）

王国梁（中国美术学院建筑学院教授、博士研究生导师）

田 青（清华大学美术学院教授、博士研究生导师）

林乐成（清华大学美术学院教授、工艺美术系主任，中国工艺美术学会常务理事，中国美术家协会服装设计艺术委员会委员）

赵 农（西安美术学院美术史论系教授、系主任、博士研究生导师、图书馆馆长，中国美术家协会理论委员会委员，中国工艺美术学会理论委员会常务委员）

杨先艺（武汉理工大学艺术与设计学院设计学系主任、博士、教授、博士研究生导师，中国工艺美术学会理论委员会常务委员）

序 言

美国洛杉矶艺术中心设计学院终身教授 王受之

中国的现代设计教育应该是从 20 世纪 70 年代末就开始了，到 20 世纪 80 年代初期，出现了比较有声有色的局面。我自己是 1982 年开始投身设计史论工作的，应该说是刚刚赶上需要史论研究的好机会，在需要的时候做了需要的工作，算是国内比较早把西方现代设计史理清楚的人之一。我当时的的工作，仅仅是两方面：第一是大声疾呼设计对国民经济发展的作用，美术学院里的工艺美术教育体制应该朝符合经济发展的设计教育转化；第二是用比较通俗的方法（包括在全国各个院校讲学和出版史论著作两方面），给国内设计界讲清楚现代设计是怎么一回事。因此我一直认为，自己其实并没有真正达到“史论研究”的层面，仅仅是做了史论普及的工作。

特别是在 20 世纪 90 年代末期以来，在制造业迅速发展后对设计人才需求大增的就业市场驱动下，高等艺术设计教育迅速扩张。在进入 21 世纪后的今天，中国已经成为全球规模最大的高等艺术设计教育大国。据初步统计：中国目前设有设计专业（包括艺术设计、工业设计、建筑设计、服装设计等）的高校（包括高职高专）超过 1000 所，保守一点估计每年招生人数已达数十万人，设计类专业已经成为中国高校发展最热门的专业之一。单从数字上看，中国设计教育在近 10 多年来的发展真够迅猛的。在中国的高等教育体系中，目前几乎所有的高校（无论是综合性大学、理工大学、农林大学、师范大学，甚至包括地质与财经大学）都纷纷开设了艺术设计专业，艺术设计一时突然成为国内的最热门专业之一。但是，与西方发达国家同类学院不同的是，中国的设计教育是在社会经济高速发展与转型的历史背景下发展起来的，面临的问题与困难非常具有中国特色。无论是生源、师资，还是教学设施或教学体系，中国的设计教育至今还是处于发展的初级阶段，远未真正成型与成熟。正如有的国外学者批评的那样：“刚出校门就已无法适应全球化经济浪潮对现代设计人员的要求，更遑论去担当设计教学之重任。”可见问题的严重性。

还有一些令人担忧的问题，教育质量亟待提高，许多研究生和本科生一样愿意做设计项目赚钱，而不愿意做设计历史和理论研究。一些设计院校居然没有设置必要的现代艺术史、现代设计史课程，甚至不开设计理论课程，有些省份就基本没有现代设计史论方面合格的老师。现代设计体系进入中国

刚刚 30 年，这之前，设计仅仅基于工艺美术理论。到目前为止只有少数院校刚刚建立了现代概念的设计史论系。另外，设计行业浮躁，导致极少有人愿意从事设计史论研究，致使目前还没有系统的针对设计类研究生的设计史论丛书。

现代设计理论是在研究设计竞争规律和资源分布环境的设计活动中发展起来的，方便信息传递和分布资源继承利用以提高竞争力是研究的核心。设计理论的研究不是设计方法的研究，也不是设计方法的汇总研究，而是统帅整个设计过程基本规律的研究。另外，设计是一个由诸多要素构成的复杂过程，不能仅仅从某一个片段或方面去研究，因此设计理论体系要求系统性、完整性。

先后毕业于清华大学美术学院和中国美术学院建筑学院的江滨博士是我的学生，曾跟随我系统学习设计史论和研究方法，现任国家 211 重点大学南师范大学教授、硕士研究生导师，环境艺术设计系主任。最近他跟我联系商讨，由他担任主编，组织国内主要设计院校设计教育专家编写，并由中国建筑工业出版社出版的一套设计丛书：《设计类研究生设计理论参考丛书》。当时我在美国，看了他提供的资料，我首先表示支持并给予指导。

研究生终极教学方向是跟着导师研究项目走的，没有规定的“制式教材”，但是，研究生一、二年级的研究基础课教学是有参考教材的，而且必须提供大量的专业研究必读书目和专业研究参考书目给学生。这正是《设计类研究生设计理论参考丛书》策划推出的现实基础。另外，我们在策划设计本套丛书时，就考虑到它的研究型和普通性或资料性，也就是说，既要有研究深度，又要起码适合本专业的所有研究生阅读，比如《中国当代室内设计史》就适合所有环境艺术设计专业的研究生使用；《设计经济学》是属于最新研究成果，目前，还没有这方面的专著，但是它适合所有设计类专业的研究生使用；有些属于资料性工具书，比如《中外设计文献导读》，适合所有设计类研究生使用。

设计丛书在过去 30 多年中，曾经有多次的尝试，但是都不尽理想，也尚没有针对研究生的设计理论丛书。江滨这一次给我提供了一整套设计理论

丛书的计划，并表示会在以后修订时不断补充、丰富其内容和种类。对于作者们的这个努力和尝试，我认为很有创意。国内设计教育存在很多问题，但是总要有有人一点一滴地去做工作以图改善，这对国家的设计教育工作起到一个正面的促进。

我有幸参与了我国早期的现代设计教育改革，数数都快30年了。对国内的设计教育，我始终是有感情的，也有一种责任和义务。这套丛书里面，有几个作者是我曾经教授过的学生，看到他们不断进步并对社会有所担当，深感欣慰，并有责任和义务继续对他们鼎力支持，也祝愿他们成功。真心希望我们的设计教育能够真正的进步，走上正轨。为国家的经济发展、文化发展服务。

目 录

第1章 仿生学概念研究	001
1.1 仿生学的概念	003
1.2 仿生学的发展历史	005
1.3 仿生学在当代社会的价值	008
第2章 仿生设计概念研究	011
2.1 仿生学和仿生设计的关系	011
2.2 仿生设计的概念	012
2.2.1 仿生设计的要素	013
2.2.2 仿生设计的特征	014
2.3 仿生设计的历史源流	017
2.3.1 仿生设计与新艺术运动	018
2.3.2 仿生设计与包豪斯、乌尔姆	019
2.3.3 仿生设计与流线型运动	020
2.3.4 仿生设计与有机形态设计	021
2.3.5 仿生设计与人机工学	023
2.3.6 仿生设计与绿色设计	024
2.4 仿生设计在当代社会中的价值	025
2.4.1 仿生设计与科学技术	025
2.4.2 仿生设计与社会经济	027
2.4.3 仿生设计与人类文化	032
2.5 仿生设计的发展趋势	036
2.5.1 师法得体的适用性设计	036
2.5.2 学科交叉的综合性设计	037
2.5.3 人一物一环境和谐的人文性设计	038

第3章 仿生设计理论研究	040
3.1 仿生设计与自然观	041
3.2 仿生设计与生命哲学	045
3.3 仿生设计与符号学	049
3.4 仿生设计与语言学	054
3.5 仿生设计与心理学	058
第4章 仿生设计类型分析	063
4.1 仿生设计物质现象层	067
4.1.1 造型仿生设计	067
4.1.2 色彩仿生设计	076
4.1.3 肌理仿生设计	078
4.1.4 功能仿生设计	080
4.1.5 结构仿生设计	083
4.2 仿生设计精神内核层	087
4.2.1 情感仿生设计	088
4.2.2 趣味仿生设计	094
4.2.3 直觉仿生设计	100
第5章 仿生设计教学研究	107
5.1 仿生设计课程的教学目标	108
5.2 仿生设计课程的教学内容	112
5.2.1 仿生设计思维建构	113
5.2.2 仿生设计的转化程序	122
5.2.3 仿生设计课程成果展示	128

第6章 仿生设计个案研究	131
6.1 汽车设计中的仿生：汽车著名品牌大众甲壳虫 Volkswagen	137
6.2 服饰设计中的仿生：世界著名体育品牌阿迪达斯 Adidas	143
6.3 产品设计中的仿生：全球著名品牌阿莱西 Alessi	151
6.4 建筑设计中的仿生：2010 上海世博会建筑群	167
参考文献.....	175
后 记.....	177

第 1 章 仿生学概念研究

人类对自然的感知和掌握经历了数十万年乃至上百万年的历程，从古代打制石器、磨制石器一直到近代、现代的体力和脑力劳作，使人类巧妙的模仿能力慢慢转化为绝妙的创造智慧。人类最早的工具制造——木棒，石斧，骨针，鱼钩，绳索，兽皮的衣服，树枝木头搭建的巢穴，这一步步对自然界的模仿和探索，是否可以理解为早期人类对自然界、生物界最原始、最简单、最粗糙的仿生原创呢？亚里士多德说过：“一切创造都先源于自然的模仿”。仿生天然地成为培养创造力的土壤。仿生的思想、方式、价值观日渐渗透到人类社会生活的方方面面，仿生实践、仿生行为帮助人类完成了一个个新的飞跃（图 1-1 ~ 图 1-4）。

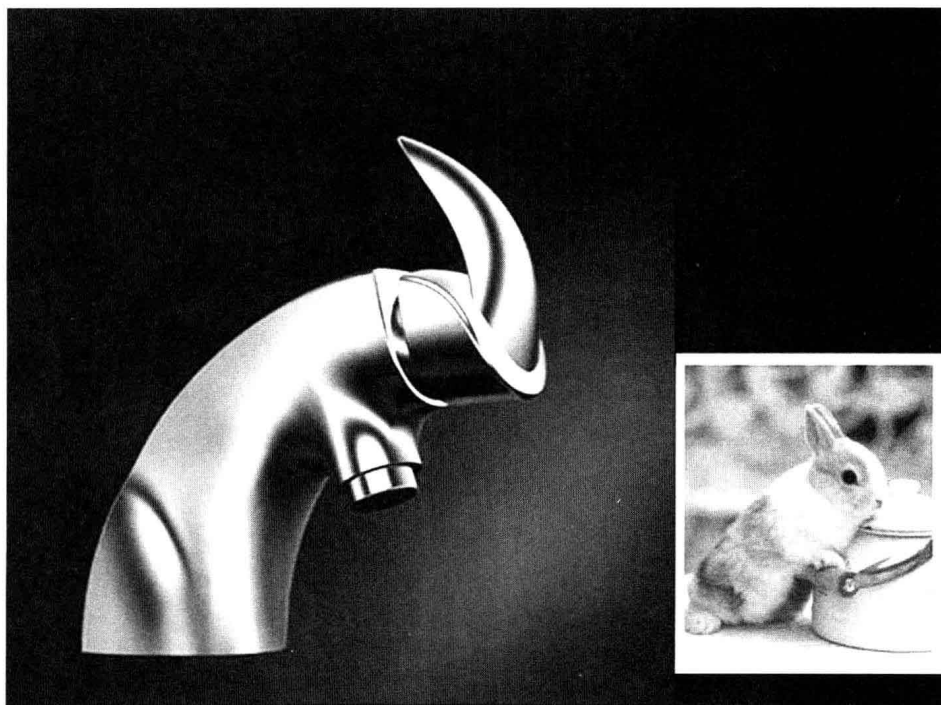


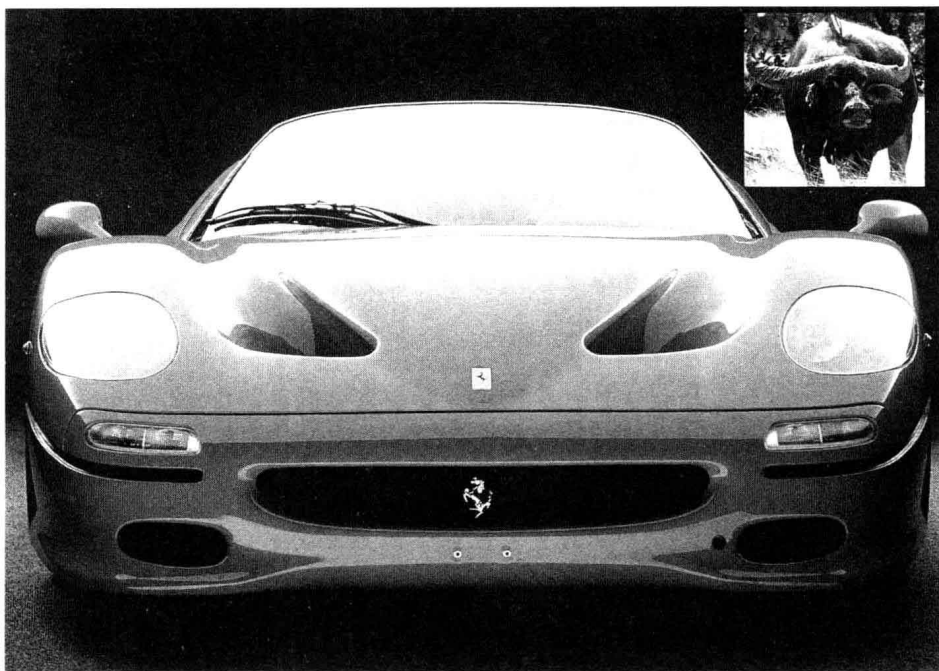
图 1-1 “兔仔”水龙头。仿兔子的形态，兔子的耳朵为水龙头的开关



图 1-2 “眼镜蛇”灯。灯具的流线型设计仿眼镜蛇运动的形态（上左）

图 1-3 “腰果”垫板。垫板的形态仿腰果横切面图（上右）

图 1-4 法拉利 2002 汽车设计。车头的散热网感觉像牛鼻孔在喘息（下）



1.1 仿生学的概念

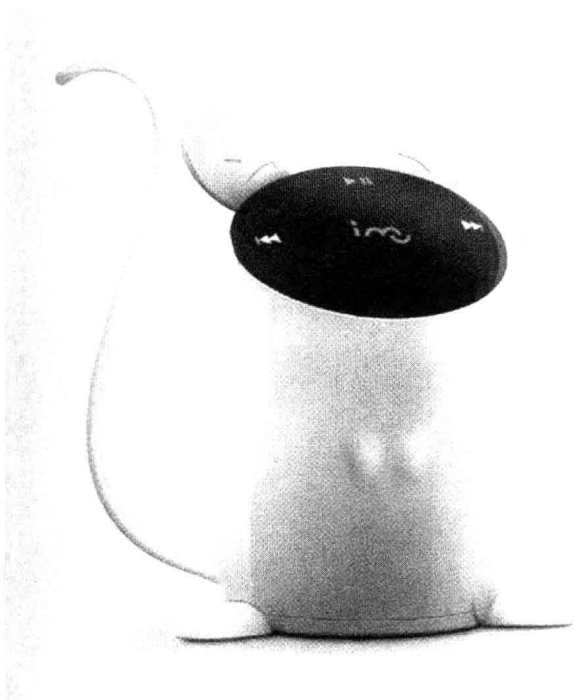
仿生学, Bionics, 起源于希腊文“生命的单位”。其英文命名表示生物界、生物形态及相关的生命意义。“Bio”指与生物、生命相关的概念;“nics”, 则表示具有生命性质的意思(图 1-5、图 1-6)。其中文命名, 经中国文化的演绎, 成为研究和思考“自然造化”和“生命意义”的科学。

向生物学习, 利用自然科学成果, 是仿生学最核心的两个内容。从古至今, 自然界都是人类各种发明创造的思想来源, 也是技术革命重要的启蒙老师。地球上存在着一百多万种生物, 有植物、动物、微生物等各种形态, 有单细胞、多细胞等各种类型, 有低级、高级各种层次, 他们在长期的进化过程中, 带上了遗传、变异等生命属性, 也带上了与环境磨合、共生的新能量。仿生学涉及了生物学、心理学、神经病学、电子学、物理学、医学、化学、数学、空气动力学、计算机技术、通信、自动化、控制论、航空航海工程等学科, 不仅仅是研究生物对象包括人的某些过程和影响这些过程的因素, 还发现规律, 并应用到工程技术中去。

随着科学技术的发展, 仿生学的外延也在不断地扩充。首先, 仿生的对象自然造化, 除了具有生命气息的花草虫鱼等对象外, 风雨雷电、山川河流等自然现象也是其中的一部分, 仿生学对生命意义的模拟、再造, 也包括对“自然能量”的借用、模仿。例如, 三星公司根据自然界中鹅卵石的形状, 设计了 YP-S2 型的 MP3 产品(图 1-7), 使消费者在触觉上产生

图 1-5 “i-Jerry” 迷你音响产品。老鼠外形仿生, 俏皮可爱(左)

图 1-6 “水滴”盘。将水滴泛出涟漪的瞬间形态定格制作成不锈钢盘, 形态优美(右)



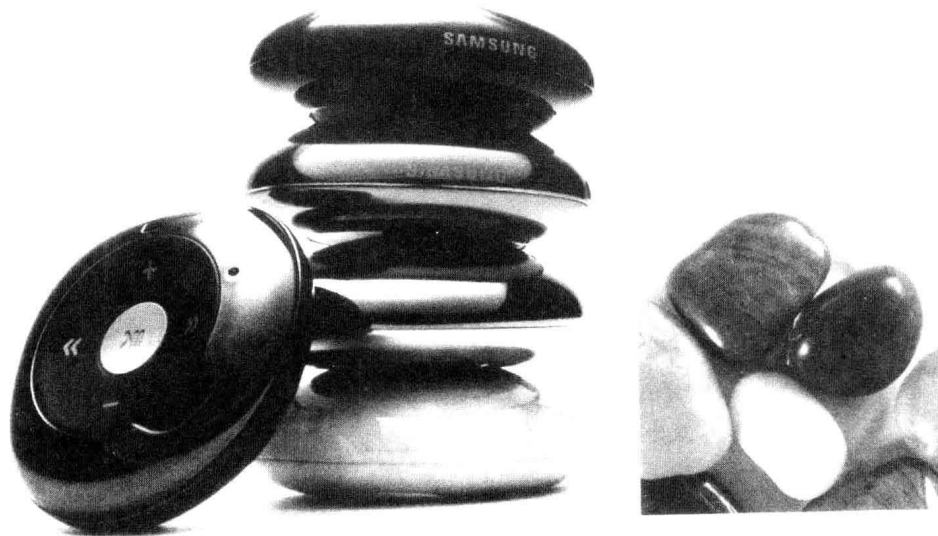


图 1-7 以鹅卵石为仿生对象的 MP3 设计

自然的联想，并产生触摸的冲动。其次，仿生学创造出的新产品，有了比自然界、生物界更加高级与优质的功能和形态，成为人类生活环境中具有生命情趣和价值的人造物，它们具有亲切感、个性和情感性，类似于生命对象给人的感官和心理感动。从而，仿生的对象也衍生为对具有“生命特征”的人造物的模仿。如古希腊两种典型的带有性别的柱式：代表男性阳刚之气的多利克柱式和带有女性轻柔之美的艾奥尼亚柱式（图 1-8、图 1-9）。到了今天，这种带有生命趣味的“人造物”柱式形态，还被设计师应用到咖啡壶外观的设计上（图 1-10）。

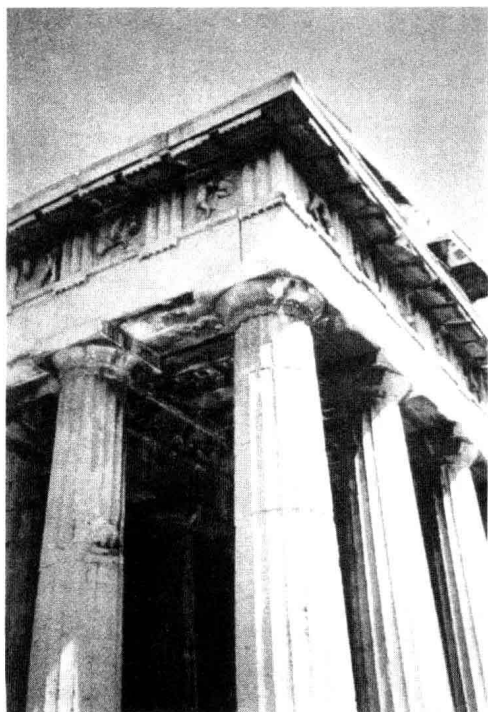


图 1-8 古希腊多利克象征男性的柱式（左）

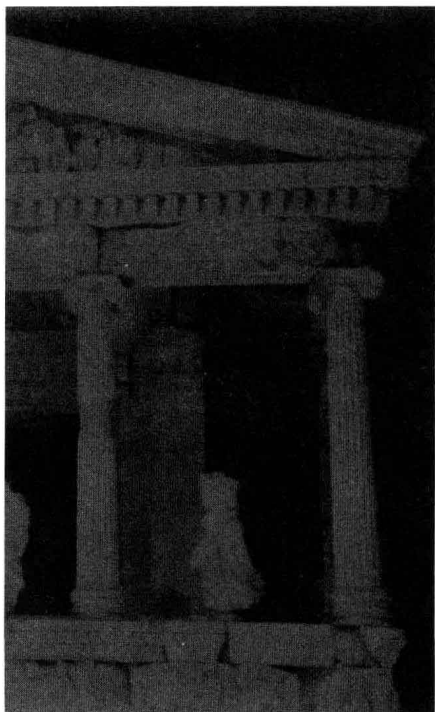


图 1-9 古希腊艾奥尼亚象征女性的柱式（右）

1.2 仿生学的发展历史

地球的形成，已经有几十亿年的历史，迄今为止，世界上的生物超过百万种，其中动物占了大部分，其次是植物。创立比较完整的生物进化论的科学家，首先要数英国的达尔文。他在1831年剑桥大学毕业后，乘坐“贝格尔号”巡洋舰到世界各地去旅游。五年的环球旅程使他眼界大开，改变了原有对世俗流传的特创论和物种不变论的看法，开创了关于物种起源的生物进化论，从而，开创了人类认识自然生物对象的科学文明之路。

仿生创造是人类向自然界不断学习，不断探索之本能力的表现。新石器时代的祖先就懂得仿造鸟类的生存方式在树上营巢，以防御猛兽的伤害。四千多年前，人类“见飞蓬转而知为车”研究了随风旋转的飞蓬草而发明了车轮子。绚丽的天空中翱翔的苍鹰，让人联想发明了最早的飞行物风筝，用于古代军事上的联络。最伟大的工程师“工匠之祖”鲁班师傅，率先从鸟的形态获得灵感，开始研制能飞的木鸟并创造了最早的飞机雏形（图1-11、图1-12）。人类从一种能划破皮肤的带锯齿的草叶中受到启发，发明了最早的切割机——锯子。仿照鱼类的胸鳍和尾鳍制成双桨和单橹来划动，增加动力和动能，促进了船的发明和改进。

西方文明史上也有许多有感于生物界的造化而受到启发的创造。15世纪德国天文学家米勒（Miller）制造了一只铁苍鹰和一只机械鹰，并进行了飞行表演。1800年左右，英国空气动力学的创始人之一克利（Cleveland），

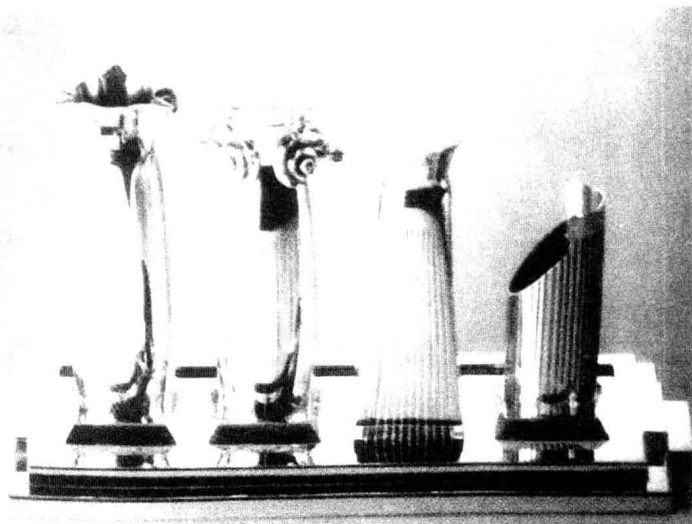


图 1-10 古希腊柱式仿生的咖啡壶设计



图 1-11 鹰，秃鹰展翅飞翔



图 1-12 飞机在天空飞翔，受到秃鹰展翅的启发

模仿鳟鱼和山鹑的纺锤形,找到阻力小的流线型结构,还通过模仿鸟类翼翅的结构设计了一种机翼曲线,对于航空技术的改善起到了很大的推进作用。同一时期的法国生物学家马雷(Mare)在他的著作《动物的机器》一书中描述了飞鸟的体重与翅膀的比重关系和面积分配比例。法国科学家赫姆霍兹(Helmholtz)从飞行类动物身上发现了体重与身体线度立方成正比的规律,他研究出飞行物体与身体大小比例的局限。根据鸟类的这种生物结构分析和模仿,终于制造出了能够载人飞行的滑翔机,实现了人类数千年梦想飞行的愿望。

人类在社会实践中不断开创了人与自然生物对象的科学理论。1940年出现了调解理论,开始了将生物和机器进行比较。1944年机器与生物在通信、自动控制和统计能力的关系上得到进一步的论证和结合。20世纪40年代的电子技术为仿生学在20世纪60年代的确立奠定了基础。

仿生学作为一门独立的学科,始于1960年9月美国俄亥俄州空军基地戴通(Dayton)召开的第一次仿生学会议。会议的中心议题是“从生物系统中所得到的概念能够用到人工制造的信息加工系统上去吗?”从那时起,仿生学就被命名为“Bionics”,定义为模仿生物系统的原理来建造技术系统或者是使人造技术具有关于生物系统特征的科学。1991年美国空军科研处提出了“Biomimetics”^①的新称谓,目的是寻求生物学为材料设计和处理提供帮助。后来,J.F.V.Vin-cent教授给出一个更好的定义:从自然中提取优秀的设计。近20年来,人们从生物体的结构和性能对应关系中得到了很多启示,已成功地 把木、骨、贝壳和韧带等力学性能及其结构应用到聚合物和复合材料中。从Bionics到Biomimetics,是对仿生学的进一步深化,它涉及了材料科学与工程、分子生物学、生物化学、物理学等其他学科,其研究内容相当丰富:从生物材料形态和结构仿生发展到材料制备的仿生,从生物材料的自愈合和功能适应性到材料的恢复和延寿及智能材料的研究。1997年Janine Benyus又提出“Biomimicry”^②的新名词,倾向于研究自然模型并进行模仿,或者从自然设计和过程中获得灵感以解决人类的问题。它的理念是:创新灵感源于自然,如太阳能电池设计从树叶得到灵感。Biomimicry是观察和评价自然的一种新方法,Biomimicry应用生态标准来判断人类创新的“合理性”,它更强调人类不只是从自然世界索取什么,而是应向自然学习什么。从Bionics到Biomimetics再到Biomimicry,由复制自然到取自然优秀的设计再到仿生灵感,从简单的仿生模拟到强调仿生研究的跨学科、集成性,再到重视仿生研究的创新性和生态友好性,体现了仿生学学科发展的方向和人们认识上的飞跃^③。

1963年我国才将“Bionics”译为“仿生学”,将仿生学定义为“模仿生物系统的原理来建造技术系统,或者使人造技术系统具有或类似于生物特征

① Biomimetics.Greatingma terial from nature' s blue prcints[J].The Scientist.1991 (5): 14.

② Janine M.Benyus.张墨菲译.人类的出路:探寻生物模拟的奥妙[M].台北:胡桃木文化事业公司,1998.

③ 岑海堂,陈五一.仿生学概念及其演变[J].机械设计,2007(1).

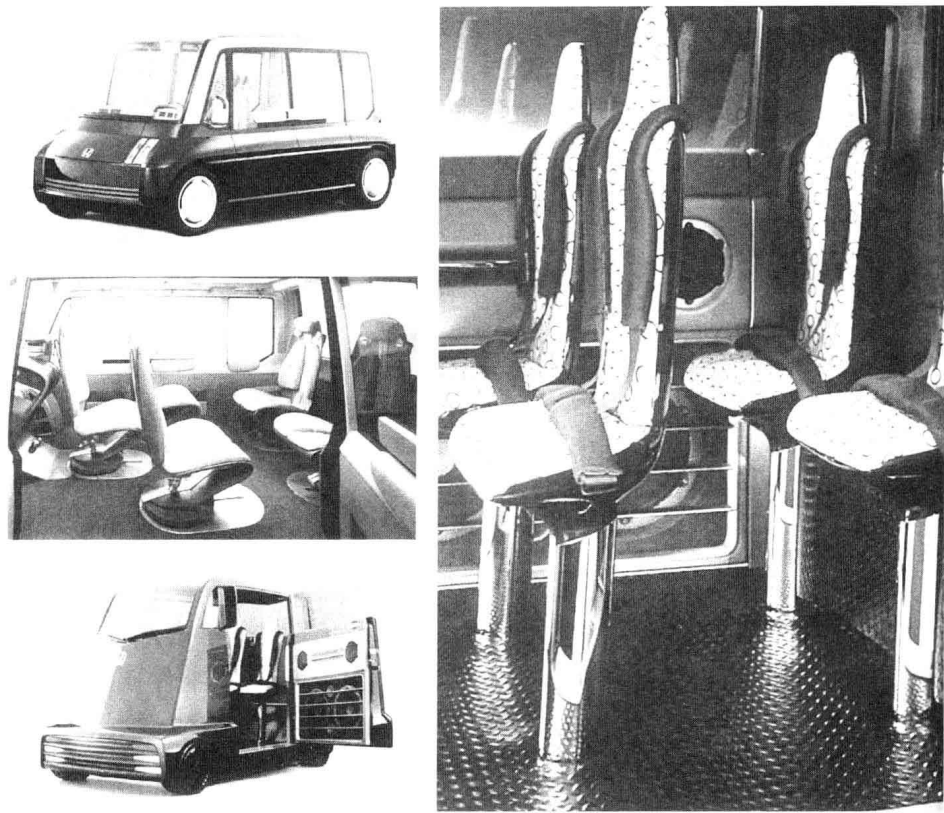


图 1-13 “无眠都城”本田电瓶车。无论是汽车的外壳还是内饰的座椅，都采用了仿生设计

的科学”。简言之，仿生学就是模仿生物的科学。确切地说，仿生学是研究生物系统的结构、特质、功能、能量转换、信息控制等各种优异的特征，并把它们应用到技术系统中，改善已有的技术工程设备，并创造出新的工艺过程、建筑构型、自动化装置等技术系统的综合性科学。从生物学的角度来说，仿生学属于“应用生物学”的一个分支；从工程技术方面来看，仿生学根据对生物系统的研究，为设计和建造新的技术设备提供了新原理、新方法和新途径（图 1-13、图 1-14）。

近年来，国内外企业纷纷投入大量的研究资金，开发仿生技术，如德国国家技术研究部就“21 世界的技术”为题，从仿生学的研究



图 1-14 “月牙儿”户外灯具设计。发光光源犹如月牙悬挂天空