

the **S**TRUCTURE of the FORM



高等院校工业设计专业“世纪风”精品教材

形态构造

叶丹 著

华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

THE STRUCTURE OF THE PEARL



THE PEARL IS A NATURAL PRODUCT OF THE SEA

THE PEARL IS A NATURAL PRODUCT OF THE SEA

THE PEARL IS A NATURAL PRODUCT OF THE SEA

THE PEARL IS A NATURAL PRODUCT OF THE SEA

THE PEARL IS A NATURAL PRODUCT OF THE SEA

TB47/105

2008

高等院校工业设计专业
“世纪风”精品教材

形态构造

叶 丹 著
华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

形态构造/叶 丹 著. —武汉:华中科技大学出版社,2008年1月
ISBN 978-7-5609-4313-8

I. 形… II. 叶… III. 工业设计-高等学校-教材 IV. TB47

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第176295号

形态构造

叶 丹 著

责任编辑:刘 飞
责任校对:朱 霞

装帧设计:刘 卉
责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

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:880mm×1230mm 1/16

印张:8

字数:210 000

版次:2008年1月第1版

印次:2008年1月第1次印刷

定价:28.00元

ISBN 978-7-5609-4313-8/TB·98

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

这是一本研究造型物构造的专著,同时也是一本适用于高等院校工业设计专业的教材。本书主要介绍了自然物和人造物的构造与形态以及运动的构造设计,重点探讨了折叠、契合、连接等八类构造的特点。为避免理论的概念化和抽象化,本书结合了大量实例,理论联系实际,图文并茂,既有专业深度,又通俗易懂。

高等院校工业设计专业“世纪风”精品教材

编 委 会

总主编 柳冠中(清华大学美术学院)

杨叔子	(华中科技大学 机械科学与工程学院)
何人可	(湖南大学 设计艺术学院)
张福昌	(江南大学 设计学院)
许喜华	(浙江大学 工业设计系)
赵英新	(山东大学 工业设计系)
张成忠	(重庆大学 人文艺术学院)
陈汗青	(武汉理工大学 艺术与设计学院)
郑建启	(武汉理工大学 艺术与设计学院)
Lehmann	(德国斯图加特国立艺术与设计学院)
白木彰	(日本国爱知县立艺术大学)



叶丹,1958年10月生于苏州市,1986年毕业于无锡轻工业学院工业设计系。现任杭州电子科技大学机械工程学院工业设计系主任。主要研究方向:工业设计理论与方法学、基础设计学。设计作品多次参加国内外设计比赛并获奖;获得多项国家实用新型专利;发表工业设计论文多篇;出版专著《形态创造力》、《三维造型基础》。

近几年来,设计作为创新实践行为在人类物质生活世界和文化生活世界中得到了发展,也日益受到整个社会的重视。设计不仅赋予人类物质生活世界中的产品形式以秩序,并且似乎以人们“不易察觉”的方式影响着人们的生活方式与价值判断。正是这“不易察觉”的方式集中体现了作为人类文化成果之一的产品创造文化的特质。当然,我们现在只是更多地意识到设计对“物的形式”的影响作用,而没有普遍认识到设计对人类文化发展的作用。

设计学科的发展,也表现在这些年来设计教材的大量出版。这些相关教材的出版,与其说是中国设计学科发展至今的必然结晶和沉淀,还不如说是为了满足急速发展的设计教育的急需更为贴切。之所以这么说,是因为有太多的教材有着惊人的相似之处,而且缺乏系统性和应有的深度。当然,造成这种状况的原因很多,但缺乏原创的观点与原创的材料,则是其中的一个重要原因。这不能不说是我国工业设计学科发展过程中的一大问题。

呈现在大家面前的这本研究结构与设计关系的教材,能给人一种清新的感觉,“清新”来源于原创。作者叶丹,是我相识较早的一位设计教师,但相识后即失去联系,时间长达15年左右。原来他去了南方从事设计实务性工作,直到前两年到了杭州电子科技大学,回到了设计教育岗位。他交给我一份书稿,虽然不厚,但粗览其内容,则明显感受到多年实践积累起来的沉甸甸的分量。

记得有一次参与国家级重点工业设计教材的编写出版会议,谈到为工业设计专业编写一本有关机械设计基础知识的教材时,我曾“戏言”,如果编写出的教材令机械学的一些专家们觉得不伦不类的话,那这本教材就有可能编写成功了。我这一“戏言”的依据是:交叉学科、边缘学科的知识结构体系是不可能以十分成熟的老学科的理论框架与理论体系来衡量的。工业设计作为典型的交叉学科,与其他学科的交叉或者说“吸纳”,不可能覆盖和吸收其他学科的全部内容。

本书的内容,从机械学或机构学之角度看,无论如何不能算是经典之作,是典型的“不伦不类”。但是,它却包含了(并不是全部)设计师在处理基本的产品结构过程中所遇到的大多数结构形式,这对培养设计师解决实际问题的能力是十分有意义的。产品设计无非是解决“人化”、“物化”与“生态化”三大问题,而本书则为学习设计的学生实实在在地提供了产品“物化”的阶梯。或许是孤陋寡闻,我尚未见到相类似的教材,正是这“不伦不类”,使本书具备了较高的原创性。

当然,本书还可再发展。是否在目前这一基础上走得更“远”一点,即离机、电的“距离”再近一点,能否达到更好的效果?当然,这只是本人的一个想法,未必合理。我期望着本书作者在此及在其他方向上的继续探索。

教育部工业设计教学指导委员会委员
浙江大学教授 许喜华

2006年11月秋雨时分

001/ 

第 1 章 导论

- 1.1 形态和构造
- 1.2 构造和产品
- 1.3 学习和研究方法
- 1.4 关于本书

009/ 

第 2 章 自然界里的构造与形态

- 2.1 自然的启示
- 2.2 自然形态的构造
- 2.3 师法自然

021/ 

第 3 章 人造物的形态与构造

- 3.1 构造设计的文化因素
- 3.2 构造设计的生理因素
- 3.3 构造设计的功能因素

031/ 

第 4 章 构造设计

- 4.1 折叠构造
- 4.2 契合构造
- 4.3 连接构造
- 4.4 壳体构造
- 4.5 弹力构造
- 4.6 气囊构造

设计基础实技——色彩

设计基础实技——描写

设计基础实技——立体 A

设计基础实技——立体 B

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

意象造型设计

工业设计造型基础

造型基础——形式与材料

造型基础——形式与色彩

造型基础——形式与语义

产品设计——造型设计基础

建筑花窗设计

设计人类工程学

工业设计方法学

 形态构造

设计基础实技——色彩

设计基础实技——描写

设计基础实技——立体 A

设计基础实技——立体 B

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

意象造型设计

工业设计造型基础

造型基础——形式与材料

造型基础——形式与色彩

造型基础——形式与语义

产品设计——造型设计基础

建筑花窗设计

设计人类工程学

工业设计方法学

 形态构造

063/ 

第 5 章 运动构造

5.1 机械和机构

5.2 构件和运动副

5.3 运动的构造

5.4 机构的基本型

077/ 

第 6 章 构造创新设计

6.1 构造设计特点

6.2 构造设计原则

6.3 构造创新设计方法

6.4 创新与知识产权保护

095/ 

附录 课题训练及设计作品

A1 课题训练

A2 高级课题训练

A3 设计作品

第1章

导论

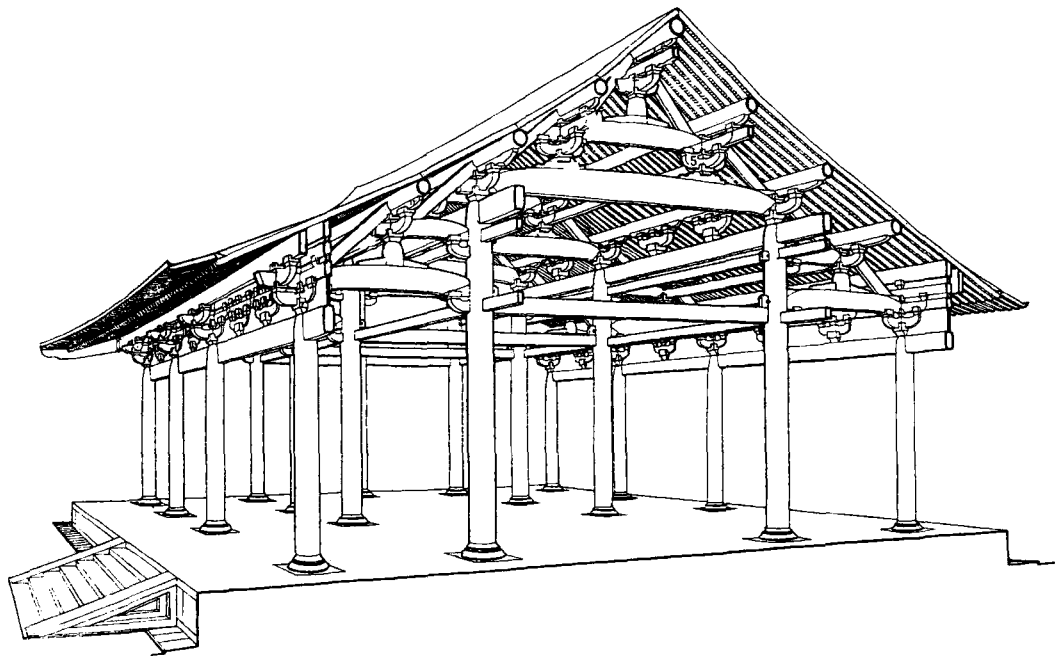
- ◆ 形态和构造
- ◆ 构造和产品
- ◆ 学习和研究方法
- ◆ 关于本书

形态和构造

存在于我们周围的是一个物质世界,任何物质都具有一定的形态,小到细胞大到宇宙。那么,什么是“形”和“形态”呢?上海辞书出版社1999年版《辞海》中对“形”的定义为:“形状、形体、样子、势、表现、对照”;对“形态”的定义为:“形状、神态”,也指事物在一定条件下的表现形式,如观念形态。

“形”与“形态”的不同点在于:形,指的是个别和特定的形体,可以具体到长、宽、高的尺寸概念,相当于英文中的“shape”;形态,比形的含义要广泛得多,相当于“form”,除了指形体的外观特征外,还有“神态”之意,带有情感因素,部分地反映了人对客观物体的主观感受。中国古代文人对此有精辟的概括:“形者神之质,神者形之用”,体现了对造型艺术“形神兼备”的美学追求。

图 1-1
房屋构造
宋代《营造法式》大木
作制度,1103年。



李砚祖博士在《产品设计艺术》中指出:“设计活动是综合性的形的确立和创造,它不是对某一现存对象的操作,也不是对物的再装饰和美化,而是从预想的建构开始就是一种创造,是形的新的生成,即是一种‘形的赋予’的活动。”^[1]工业设计虽然最终是以物品的形态出现,但是这个形态不是随意的“形”,而是体现出某一特定物品的功能,即把材料、构造、经济、环境等因素有机统一而成的形态。

如上所述,工业设计最终是一种“形的赋予”活动。作为基础研究和教学,要对“形态”以及相关因素进行深入的研究和探讨,并从形态学的概念入手来认识自然形态与人工形态,以及形态创造的物质、技术基础——构造,从而建立和培养“形态创造者”的知识体系和专业技能。

形态学的研究,最早出现在18世纪的生物学领域。德国诗人兼博物学家歌德提出的形态学概念是把生物体外部的形状与内部结构联系在一起进行考察,是一门研究机体结构与外观形态的学科:通过对动植物的机体构造及其外部形状的关系来了解它们的不同类型和特征。^[2]这一有关生物形态的研究成果,对其他学科尤其是军事工业和日用品制造业产生了深刻影响,在后来的工业设计领域内引起了

广泛兴趣。

所谓“构造”，是指物体的各组成部分及其相互关系。^[3]比如自然界的生物，都有一套各不相同的生物构造来保持其生命状态：一个鸡蛋、一只蜂窝或者一张蜘蛛网，看上去很脆弱，但在大自然的风风雨雨中，却能保持其形态的完整性，这就得益于各自合理的生物构造。

生物构造的多样性是自然界“物竞天择”的结果，而当人类造物时，人造物的构造问题就会立即呈现出来，因为没有构造就没有造型物的存在，构造与物的形态是不可分割的。当然，任何一种构造都不是人凭空想出来的，而是为了达到一定的功能要求、受各种材料特性而决定的。例如，中国古代的锁具构造就是随着材料和功能的发展出现各种不同的形制：材料上的变化由栓制木锁到金属簧片锁到文字组合锁；功能用途上的变化由广锁、刑具锁到花旗锁、首饰锁等，如图 1-2 所示。

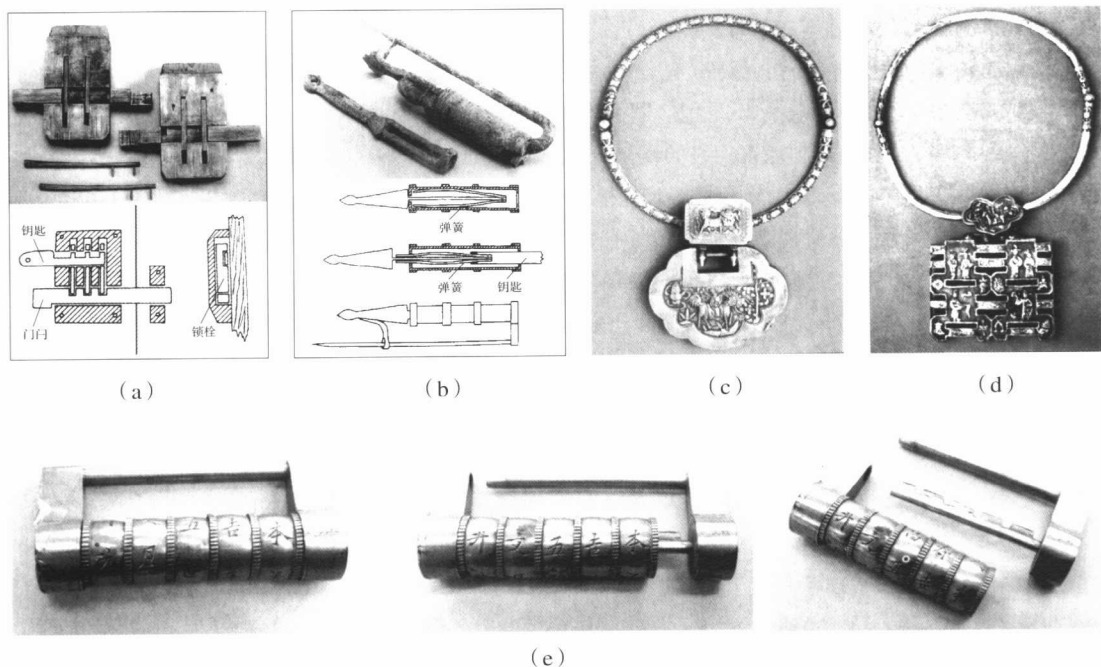


图 1-2
锁具构造

- (a) 栓制木锁构造
- (b) 虾尾锁及其簧片构造
- (c) 首饰锁
- (d) 长命锁
- (e) 转轮结构锁的构造

资料来源：胡飞《民生厚而物有迁——中国古代锁具设计探析》。

“构造”一词最早用在建筑上，中国先秦典籍《考工记》就是对当时营造宫室的屋顶、墙、基础和门宙的构造记述；唐代的《大唐六典》、宋代的《木经》和《营造法式》、明代成书的《鲁班经》和清代的清工部的《工程做法》等，都是记载建筑构造的经典文献。在国外，公元前 1 世纪罗马维特鲁威所著《建筑十书》、文艺复兴时期的《建筑四论》和《五种柱式规范》等著作，也是对当时建筑结构体系和构造的记述。所以在高校建筑专业，《建筑构造学》历来是一门重要的基础课程。

和建筑相类似，产品也是由材料按照一定的构造方式组合起来，从而发挥出一定功能的人造物。不同的是产品中的材料比建筑物要复杂得多，但其构造原理是相通的，都要研究如何运用材料的相互连接和作用方式来组成一个构造物。作为功能的载体，构造是依据功能目的来选择和确定的。就以上述的锁为例，锁的功能具有保护财产的实用功能和外防内守的象征功能，实现这些功能的技术方法就有很多，可以利用钥匙与弹簧片的几何关系与弹力来控制金属簧片的张合的“金属簧片构造”；也可以采用转轮而不需钥匙的“转轮构造”（见图 1-2(e)，相当于现代的密码锁），与簧片构造迥然不同。不同技术方法的实施需要用不同的构造来保证。这就是说，同一种功能可以由不同的构造和技术方法来实现，在构造与功能之间并不存在单一对应的关系。此外，同一种构造也可能具有多种不同的功能。例如，同一种簧片构造，可以做保护财物的箱体锁，也可以做成为儿童祈福的“长命锁”，或者为女性所专用的“首饰锁”。因此，功能与构造之间是双向多重对应的关系。

构造和产品

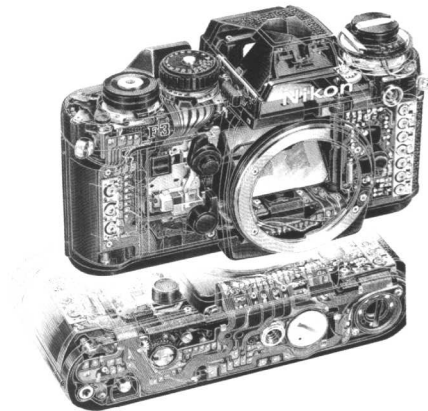
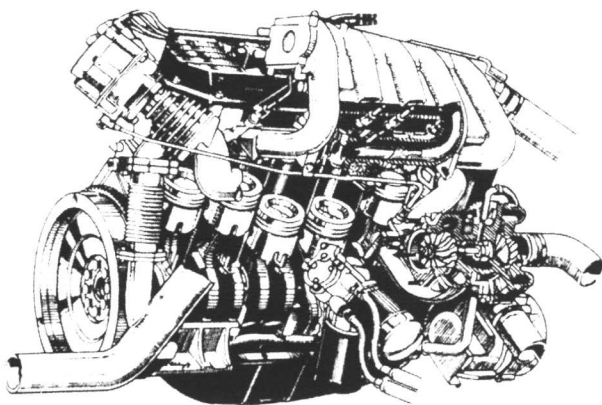
构造是产品的骨骼。自然界中的哺乳类和脊椎类动物都依赖骨骼承载着自身重量。生物进化的规律是,越是高级的生物,骨骼就越复杂。就像各种生物有着不同的骨骼,不同的产品也有着不同的构造。照相机和汽车的功能决然不同,其构造也大相径庭。没有构造,也就没有产品形态。我们研究构造,首先要研究它的机能以及构成形态。

诗歌是优美的语言艺术,但是诗歌有着比普通语言更严格的格律要求。构造规律就好像是诗歌的格律,做好产品必须了解构造规律,它是人类对自然美的提炼和创造。规律听起来会显得刻板,但是如果能够熟练驾驭它,就能顺利地得到好的结果,好的构造才能产生好的产品。

一件好的产品应该是而且必须是技术与艺术的综合体,而不是“技术”加上“艺术”。产品中既有技术因素,也有艺术因素,并且两者在各方面都有关联,不能把技术因素与艺术因素分开处理。构造既是一种技术,也是一种艺术。建筑师罗得列克·梅尔说得更为精辟:“构造技术是一门科学,实行起来却是一门艺术。”构造影响到产品的最终形态,因此,设计师不能完全把它甩给工程师,而应该在设计的全过程中妥善处理两者的关系,更主动、密切地与工程师配合。(见图 1-3、图 1-4)

图 1-3(左)
汽车发动机的构造

图 1-4(右)
日本产尼康 F3 相机的构造(1980 年投放市场)
资料来源:[日]《精致的构造》六耀社,1983。

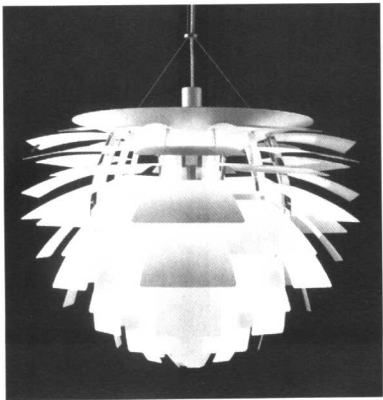


事实上,构造也具有美感和视觉表现力,就像雕塑作品一样引人注目,甚至比雕塑更加精致耐看。首先,构造美是一种科学的理性美,它包含着构造物的材料及基本的力学原理,而力学原理是一种客观的规律。在这一点上,我们无论对产品造型做何种处理,其基本的构造原理必须符合自然规律。只有符合力学原理,创造出来的形态才是合理的、可实现的;另一方面,

科学需要理性,同样也需要创造,不要认为构造设计仅仅需要理性的计算而忽视创造,事实上,许多设计大师往往是在构造上有所突破才设计出引人注目的产品形态来。如丹麦设计师保罗·汉宁森设计的“PH 灯具系列”,就是从植物中启发而得来的特殊构造,其形态开辟了灯具设计的新视野,如图 1-5 所示。

力学法则则是构造美的重要基础,可以分为客观的物理的力和主观的心理的力(或称力量感)。力的作用是一种物理规律,它由构造的形态、材料、重量等客观因素构成,可通过计算得出具体的

图 1-5
PH 洋蓍吊灯
丹麦设计师保罗·汉宁森设计。



物理量;而力量感则是人心里的感觉。具体地说,当人看到色彩灰暗的物体会觉得它比较沉重,看到色彩明亮的物体会感觉比较轻快,尽管这种感觉不一定与客观事实相符,因为物体的实际重量与构成该物体的材料有关,而与物体的色彩关系不大。但在日常生活中人们对事物的判断常常受到心理感受的影响。

与工程师不同,产品设计师更像是手工艺者,他们通过灵巧的手指塑造出精美的物品。造物过去是一种工艺,现在和将来也仍然是一种工艺,如同人们赞叹陶艺、玉雕的精美,在物品制造过程中表达出来的精湛技艺与情趣本身也是一种工艺美。现代工业产品的制造虽然和莫里斯时代有了很大的差别,早已进入了工业化甚至是人工智能化的全自动生产阶段,但其中依然包含着工艺美。比如图 1-6 所示的宝马汽车,也许百分之九十是流水线上制作出来的,但车体上每一种线型、每一个部件的处理都流露出设计师手工打造的痕迹,这就是工艺美,是设计师纯熟的技艺展示。设计师伊尔·沙里宁曾说,结构上的完整性和明确性是我们时代审美的基本原则。这句话表达了功能主义时代用技术而不是用经验来设计产品结构时的所有自信和理想。所以,设计师扮演着一个多重角色:他既要有雕塑家敏锐的艺术感觉,也需要有工程师的理性构造能力。如何处理好构造与造型的关系,是产品设计的一个关键问题,也是本书讨论的主要内容。

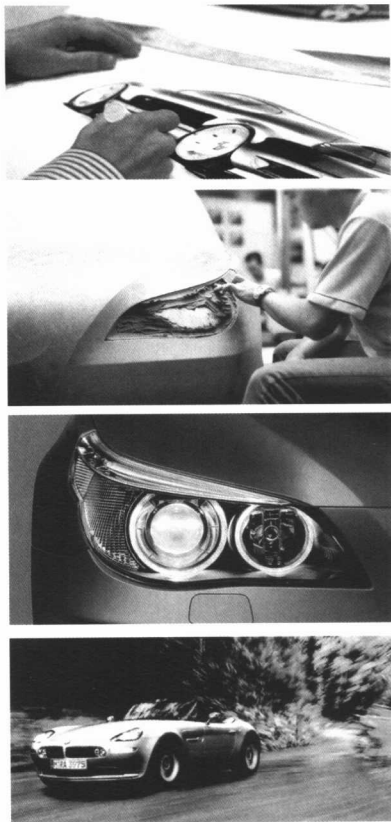


图 1-6
宝马汽车设计
资料来源:
《产品设计》,2004 年
第 1 期

1.3

学习和研究方法

在产品设计过程中,把形态造型与构造放在一起考虑不是机械的拼凑,而是有机的结合。构造的表现就是产品形态的表现,结构的美是体现产品美的主要因素之一。另一方面,如果忽视构造,产品就失去了存在的基础,更无美感可言。所以,把构造与造型设计整合起来考虑,是产品设计的合理方法。

在学习阶段,研究能力比创造力更重要,一旦掌握了规律,就为以后创造力的发挥打下基础,任何创造性活动都是在一定条件约束下进行的。在具体的产品设计实务中,为数不少的设计机构是以形态造型为先导,构造服从形态。但在校学习中,为了能够系统地掌握专业知识和培养创造能力,应把构造学习研究作为基本功来训练。否则,有可能被各种复杂的构造类型所迷惑,导致概念不清晰,反而会影响创造力的发挥。所以,在构造设计的学习和研究上要把握以下几点。

① 构造设计要把握好力与形态的关系。形态造型要与构造相联系,构造上涉及的拉力、压力、扭力等力学元素应该反映到形态上。“形是力的图解”这句名言很好地揭示了“形”与“力”的关系。这里的“力”既包括物理上的力,也包括心理上的“力”。形态构造就在这两种“力”的作用下变化发展,构成一个美的造型物。

② 构造设计不能忽视形态本身的积极作用。许多造型艺术规律和法则都可以运用到构造设计中,工程上追求简单纯粹的表达,艺术设计通常也是这样。但是人文科学相对自然科学更加微妙,复杂问题有时可以用简单的方法归纳处理,而换一种场合后复杂问题就不能那么简单化地处理;有些艺术处理

追求的就是复杂表现,如果简化了就没有味道了,这是艺术与技术相矛盾的地方,也是构造设计中的难点所在。但并不是说造型艺术就不讲规律,例如,造型艺术中对称、均衡、韵律、节奏等都是普遍规律,这与工程设计中追求简单明确的解决方法是相通的,如图 1-7 所示。

③ 对先进理念既要认真研究也要注意灵活运用。在设计实务中,受市场、消费观念的影响,开发理念往往滞后于科学与艺术的许多前卫思想,过分追求标新立异反而得不到消费者的认同。著名设计师罗维曾提出“MAYA 原则”,它由“most advance yet acceptable”四个英语单词的第一个字母组成,意思是“最先进的,然而可是接受的”。每一种产品都有一定的临界域,这与消费者的支付能力无关。临界域规定了对新产品的消费愿望的极限。超过这个临界域,消费者对新产品的消费愿望就会变成对新产品的绝对排斥。^[4]这就是产品设计与纯艺术之间的差别。产品设计可以从前卫思想那里得到启发,将其各种理念运用到构造与形态设计中来。各种不同的表达有着自己不同的艺术规律和发展空间,重要的是善于理解这些规律,灵活使用。

④ 从自然中吸取设计灵感。无论从何种角度,自然总是值得我们研究和学习的元素。在对自然的探索中,我们会从千姿百态的形态构造中得到丰富的感受,然后将这些形式从表象之中抽象出来,找到合理的构成原理。自然界中的构造与造型有着内在的一致性,产品设计也应该追求这种构造与造型的一致性。这种一致性并不是要抹杀创造力,而是要更为有效、艺术地处理产品设计中的形态与功能。构造设计不应被看成只是一种技术设计,而与产品设计无关。相反,它是产品设计学本体中的一个组成部分。设计师应该学会驾驭构造语言,在理性与感性之间完成设计。(见图 1-8)

图 1-7(左)

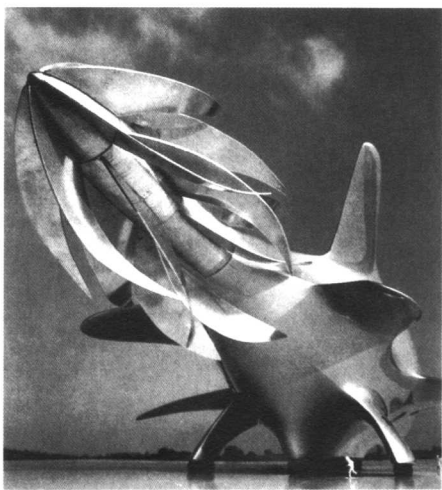
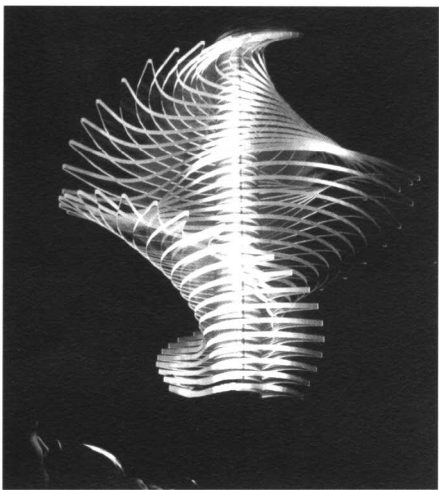
玻璃吊灯

英国中央圣马丁学院产品设计系学生 Holly Wadsworth 设计。

图 1-8(右)

克拉尼设计作品

利用曲线发明独特的生态形状(Bio-form),将它们广泛地应用于航天器、汽车、圆珠笔、时装、建筑和工艺产品设计当中。



1.4

关于本书

当今世界,知识有割裂化、碎片化的趋向,这就需要有意识地强调知识的广博性与延展性。过去人们把知识分为理论知识和实践知识,而现在人们将知识从更宏观的概念上分为事实性知识和过程性知识两类。西安建筑科技大学樊超然教授认为:“事实性知识是指在人们生产和生活的实践活动中,已经经历过并且已成为事实,是可以成为经验的、可以编撰成经典手册和教科书的东西,这些东西可以

拿来参考、借鉴,甚至可以套用。这些知识需要我们在学习的过程中熟悉和把握。而过程性知识在很大程度上包容了人们对宇宙未知世界认知过程的发现和发明,它是与时俱进的新知识,需要我们在生产和生活实践当中去观察、体验、探索 and 发现,是非常珍贵的东西。”^[5]作为未来的工业设计师,学习者应该在了解前人经验的基础上更多地去把握那些与时俱进的、新的过程性知识,从中发掘灵感,寻求设计的本原,探索创新的途径。

本书重点讨论形态构造和研究产品结构的内容,但有别于“工业设计工程基础”之类的书籍。作者试图从工业设计专业自身的角度来研究探讨有关构造、结构方面的问题,并在阐述“榫卯结构”、“契合构造”等这些“事实性知识”的同时,阐述了形成这些构造的社会、人文因素。设计思想、构造的演变从来就是和人的社会意识相关联的,离开这些因素谈“创造性”设计就成了无源之水。

本书前三章内容,论述了形态构造的基本概念以及研究设计的方法和思路:从对自然的观察和启发中获得有关构造的设计灵感和人的生理、心理社会因素对构造设计的影响。

第4章和第5章则介绍了产品构造的分类、特点和设计案例。所举事例都是与产品设计有关的,其目的是希望学习者能从这些事例中理解构造与产品设计的关系,并从中受到启发,创造出新的构造形式。

第6章是阐述构造创新设计,如果说上述章节介绍的是“事实性知识”,这一章讨论的就是“过程性知识”,主要介绍的是如何把以前的知识融会贯通,从中发掘灵感,寻找设计的本原,创造和更新知识,并得到应有的保护。

本书最后部分则是笔者在工业设计基础教学中有关“形态构造”的教学实践,涵盖“立体构成”、“基础设计”和“产品设计一”的课题训练,以及习作展示。

思考练习题

1. 何谓“构造”? 构造和形态有哪些相关因素?
2. 对物体构造的学习研究,在产品造型中有何意义?
3. 为什么说“力学法则”是构造美的重要基础”?

本章参考文献

- [1] 李砚祖.产品设计艺术.北京:中国人民大学出版社,2005:63.
- [2] 凌继尧,徐恒醇.艺术设计学.上海:上海人民出版社,2000:223.
- [3] 新华字典.北京:商务印书馆,2001:160.
- [4] 凌继尧,徐恒醇.艺术设计学.上海:上海人民出版社,2000:178.
- [5] 樊超然.工业设计概论.武汉:华中科技大学出版社,2005:75.

