

工业产品

形态设计

修订版



吴永健 王秉鉴 编著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

工业产品形态设计

(修订版)

吴永健 王秉鉴 编著

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工业产品形态设计(修订版)/吴永健,王秉鉴编著.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2003.1(2005.7重印)

ISBN 7-81045-086-7

I. 工… II. ①吴…②王… III. 工业产品-造型设计 IV. TB497

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 00703 号

著 者 王 秉 鉴 吴 永 健

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 850 毫米 × 1168 毫米 1/32

印 张 / 7.5

字 数 / 188 千字

版 次 / 2003 年 1 月第 2 版—2005 年 7 月第 3 次印刷

印 数 / 10001—13000 册

定 价 / 11.50 元

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

产品造型设计涉及的因素很多,如工程技术、美学、市场经济、心理学、生理学、社会学等等。具体来说,它包括有产品功能、结构、形态、色泽、质感、工艺、材料、人机等诸多方面。而产品形态创造是其主要因素之一,也是设计者在造型设计中要解决的首要问题。形态设计不同于一般产品结构,因为它除了要考虑产品本身功能的要求外,还要考虑美学和工艺的要求,即综合地体现实用、经济、美观这一总的设计原则。

一般来说,在产品形态设计时,总是先从功能出发,构思出产品形态的几何雏形,然后再按照美学原则对其雏形进行艺术加工,最后再从制造可行性和经济性方面进行工艺造型,也就是说,在产品形态设计阶段,几何造型、艺术造型、工艺造型浑为一体,是有机不可分割的三个过程,而每个过程都有其处理的原则、方法和技巧,设计者都须熟悉和掌握。

当前我国工业造型设计知识正在普及和提高,需要这方面的专业书籍问世,供读者学习和参考,而形态设计的专论书籍更为广大造型设计人员所渴求。这就是作者编写本书的本意。

本书自1989年使用以来,曾受到读者的欢迎和好评,根据广大读者的意见,编者对本书作了较全面修改和充实,希望本书能为广大造型设计人员在自学和设计应用上有较好的收益。本书第一、二篇由吴永健编写;第三篇由王秉鉴编写。

最后,编者也企望广大读者对本书提出宝贵的批评和意见。

编 者

2002.12

目 录

第一篇 形态设计基础	
第一章 形态概论	(1)
§ 1-1 形态的基本概念	(1)
§ 1-2 平衡与比率	(4)
§ 1-3 自然形态与产品形态	(6)
第二章 形态设计要素	(16)
§ 2-1 设计要素一：点	(16)
§ 2-2 设计要素二：线	(22)
§ 2-3 设计要素三：形	(40)
§ 2-4 设计要素四：大小	(42)
第三章 立体造型的基本知识	(43)
§ 3-1 三维空间的造型	(43)
§ 3-2 立体造型的训练	(47)
第二篇 三度空间形态设计的构思方法	
第四章 导论	(72)
第五章 线面的几何特征	(74)
§ 5-1 线段	(74)
§ 5-2 平面表面	(74)
§ 5-3 棱柱表面	(74)
§ 5-4 圆柱形表面	(74)
§ 5-5 金字塔形表面	(75)

§ 5-6	圆锥形表面	(75)
§ 5-7	旋转表面	(76)
§ 5-8	双曲面表面	(76)
§ 5-9	双曲线的抛物线表面	(76)
§ 5-10	截锥面	(76)
§ 5-11	螺旋表面	(77)
§ 5-12	盘旋形表面	(77)
§ 5-13	蜿蜒形表面	(77)
第六章	基本表面的设计	(78)
§ 6-1	可展表面	(78)
§ 6-2	不可展表面	(78)
第七章	棱柱及其表面设计	(82)
§ 7-1	棱柱造型的形式	(82)
§ 7-2	棱柱及其表面的设计方法	(85)
第八章	圆柱及其表面设计	(95)
§ 8-1	圆柱表面的几何特征	(95)
§ 8-2	平面截切与柱柱相贯表面的组合设计	(96)
第九章	金字塔形表面的设计	(99)
§ 9-1	金字塔形造型的形式	(99)
§ 9-2	金字塔形及其表面设计方法	(101)
第十章	圆锥表面的设计	(108)
§ 10-1	圆锥面的几何特性	(108)
§ 10-2	圆锥及其表面设计	(110)
第十一章	球形表面设计	(113)
§ 11-1	球形表面的几何特性和基本形式	(113)
§ 11-2	球面表面的变态设计	(113)
第十二章	回转体表面设计	(117)
§ 12-1	回转体的几何特性	(117)
§ 12-2	回转表面子午截面的设计	(118)
第十三章	薄状表面的设计	(119)
§ 13-1	几何特性	(119)
§ 13-2	设计方法	(120)

第十四章 线型表面的设计	(126)
--------------------	-------

§ 14-1 几何特性	(126)
-------------------	-------

§ 14-2 设计方法	(126)
-------------------	-------

第十五章 表面与立方体的组合设计	(131)
------------------------	-------

§ 15-1 圆柱形、棱柱形和金字塔形之间交互作用	(131)
---------------------------------	-------

§ 15-2 各种表面结合的建筑形式	(131)
--------------------------	-------

§ 15-3 桌脚的各种不同的处理方法	(134)
---------------------------	-------

§ 15-4 各种陶瓷容器主体、手把以及底部的构形	(134)
---------------------------------	-------

第三篇 产品造型设计

第十六章 造型原理与方法	(138)
--------------------	-------

§ 16-1 造型理论	(139)
-------------------	-------

§ 16-2 造型设计的基本方法	(143)
------------------------	-------

§ 16-3 限量性结构异变法实例分析	(150)
---------------------------	-------

§ 16-4 机能面关系界定法实例分析	(154)
---------------------------	-------

§ 16-5 造型组织区分法实例分析	(157)
--------------------------	-------

第十七章 产品造型设计方法	(161)
---------------------	-------

§ 17-1 造型设计的条件	(161)
----------------------	-------

§ 17-2 造型构思	(164)
-------------------	-------

§ 17-3 造型单元	(165)
-------------------	-------

§ 17-4 造型单元的组合	(167)
----------------------	-------

§ 17-5 产品外形表现方法	(177)
-----------------------	-------

§ 17-6 产品工艺造型的经济性	(182)
-------------------------	-------

§ 17-7 创造论	(186)
------------------	-------

§ 17-8 现代工业产品设计的趋势	(192)
--------------------------	-------

§ 17-9 工业产品形态设计的优劣对比剖析	(199)
------------------------------	-------

第十八章 产品造型质量的评定	(211)
----------------------	-------

§ 18-1 评估体系	(211)
-------------------	-------

§ 18-2 评估因素	(213)
-------------------	-------

§ 18-3 评定方法	(216)
-------------------	-------

§ 18-4 评定示例	(222)
-------------------	-------

主要参考文献	(231)
--------------	-------

第一篇 形态设计基础

在所有造型要素中，形态是一种最容易理解，又最引人注目的要素，正因为如此，在产品造型设计中，每个设计师都要煞费心思地在形态上做文章。

在工程学方面，由于工艺和技术的进步，使设计师的任务更为复杂。其原因在于机器越来越复杂，在设计技术上不可能仅凭一些简单的原则从事，而还要考虑许多要素，才能最终完成所需的形态。因此，探讨形态设计的有关情况，还要联系其他设计要素，为设计提供某些实际性的指南。没有分析形态的原则和指导设计的方法，设计师就难免要犯片面性错误。

第一章 形态概论

§ 1-1 形态的基本概念

一、形态

用简单的术语来说，形态是由一种物质或结构的外表所提供的因素。形态也是认识物质的手段或方法。因此，形态不能单纯考虑满足功能的问题，而应看做是未来使用者所用的并与其作用环境相联系的有机体。在这方面，工业设计不同于传统的雕刻，即创造一物质不能孤立地看做艺术工作，而且还需要考虑其使用

的场合。

形态也能检验某些有关物质的信息。例如快速的、复杂的、危险的、反射的、现代的或有效的。其中部分信息可作为设计结果的检验，但大多数信息要靠这种重要快捷信息的外形来检验。

知觉反应的变化与个人本身情况密切相关，但知觉最初还是来自于形态，而形态又是与色彩、类型紧密相关的。例如赛艇的形态犹如躺倒的人，但它对于熟练驾驶赛艇的人来说具有更大的意义，当选择其外形时，他会更多地从各种组成要素间的相互作用上加以考虑。

二、形态的发展

起初，人类常常以自然形态作为产品的模式，这是人抄袭自然的时期。随着生产的发展和新材料的涌现，完全沿用自然形态的框框已逐渐被突破。然而今天仍存在某些自然形态和结构的产品，不过现在人们模仿麦秆和蜘蛛网造型，已是从新的基点出发了，它已经较完美地解决了重量、松紧、压力和精选材料等问题。

在当今时代，许多设计师仍在研究自然物的结构，并以此作为发展的新模式。例如，目前出现的玻璃纤维结构新技术是从石油副产品中发现出来的，使人类仿效蜘蛛网造型成为现实。螺旋铸模、陶瓷术、玻璃、控制金属晶体生长术及许多其他方面都可能引进新的形态。所以，目前有作为的设计师都不愿充当制作产品形态的仲裁人，他们不接受旧的束缚，而努力迈向自己创新的王国。

三、形态与功能

在现代工业中，以形态作为功能的表现最为明显，它与工程方面的用户要求不同。除了供人们直接使用的原因外，还受周围风格或覆盖物的影响。当设计铰犁、飞机、军事装备和火力发电设备时，让形态完全依附功能是不可想象的。

其他因素一旦确定，功能就不能作为形态设计的惟一依据，功能也不一定是设计中最初考虑的条件。例如，在人机无直接联系的地方，优先考虑功能要求是完全可能的，像电子机房中，每台电器设备形成一个独立单元，它与内部元件无直接联系。同样，在间接控制技术的应用场合，产品几乎可以选用任何型号，只有控制台才能对操作者起着功能作用。

因此，在进行形态设计时，必须注意机器和使用者的相互关系，在人与机器直接联系的地方，宜人学的地位与机器本身同样重要。机器不仅要求有效地运转，同时还要被人有效地操作。

四、形态与式样

现代产品设计所用的技术要求、制造技术和材料均已标准化。如在光学仪器和车辆工具的设计中，式样和类型变得十分重要。甚至在某些工程设计中，未来形态的采用将需要对这一专题进行探讨，才能满足时代的需求。

汽车可以说是当今最典型的一例。汽车外形的风格和色彩的谐调是十分重要的，由于产品的不断竞争，设计师不仅要适应不同技术的时代要求，而且还要寻找自己设计的个性。在汽车领域中，诸如吉士、法里纳以及奔驰等车名与设计风格联系在一起，所以说特定的式样亦会给形态增添异彩。

五、形态与系列化

产品和元件的微型化，给形态在工程中的应用开辟了坦途，减少对产品形态设计的制约。这正是形态发展具有更大活力的原因所在。手表的设计就是一个典型实例。设计一块微型手表，显示时间的功能很容易办到，但要具有多功能和美学上的要求，并且使用方便，那就困难多了。当今成功的电子表系列既能满足多种用途，造型又很新颖，完全符合购买者的心理要求。

在现代立体声系统中，许多地方都要求更小的组成单元。对

于现代的家用电器，消费品对产品系列化有更高的需求。因此，设计师对这类产品的形态，尤须注意。

§ 1-2 平衡与比率

一、比率历史

形态平衡是优秀设计的标志之一，它可采用多种方法去完成，但这种平衡大多依赖于使用者的感觉和理解。比率和非比率都是美学因素，要根据有关条件加以选用。

实践证明，建筑界有些空间比率在工程上也常被采用，但这只能是指南，而不是准则。这些比率包括欧几里得、雷纳托·达·芬奇推荐的黄金比率；巴拉迪奥的有音乐数学比率；曲达姆的两倍立方体比率等。

近代，设计师与工程师相结合，改进了设计方法，创造了許多美观的产品形态，并包括许多不同的比率，加之材料与形状中注入色彩，使人们从中得到更丰富的情感。但也不尽然，国外也有这种论点，它们认为“产品不应该都是群星”，因此采用少色彩或无色彩的直线造型也可收到意外的美学效果。

二、稳定性

平衡的另一方面是稳定性。非平衡状态会扰乱人的视觉印象，特别是当有重量的表面被不适当地支撑时，会影响消费者的购买心理。像大型吊车的平衡装置，就能给人以满意的稳定性印象。高压电路开关瓷瓶上很细长的锥体，上小下大，它既符合功能要求，且有利于整体的视觉平衡。

稳定性的创造不一定要采用粗大的体型，有时适得其反，造成十分笨重和臃肿的视觉效果，也不符合人机学和美学的要求。对设计师来说，考虑物理稳定性固然重要，但如何向消费者提供

心理稳定印象也是十分重要的。

三、对称性

对称形态具有较强的平衡性和秩序感，所以广泛被采用。但非对称形态经常给人以更大的趣味。以配电盘为例，其仪表与旋钮、按键的配置。其秩序与趣味的选用必须基于人机学和电能分配的要求，以及有关内部线路配置的成本，而不取决于任何美学的嗜好。某些汽车仪表盘上同类开关的对称安排给操作者以秩序整齐感，但非对称安排，也应遵循人机学的指导，像里兰公共汽车仪表盘设计即是这一典型实例，它根据功能要求，将有关的元件作非对称性排列，同样也增加了视觉的吸引力。

当多种控制器与按钮的关系谐调时，采用对称安排，会有助于人机学要求的体现，例如打字机、钢琴、计算器及计算机等。

四、重复

重复也是平衡的一个方面。在工程设计中，个别简单形状的重复有助于产生调和秩序和功效的印象。

实现重复的关键是产生自身新颖的形态。因此，在大量设计中，造型设计的重点不是放在个别形态上，而是落在必要的重复能产生最佳的效能上。像现代化的太阳能隔板就是大量重复的太阳能电池所组成，它也是产生足够热能所需要的。在该设计中，其着眼点应放在通过重复而完成太阳能隔板的最佳整体形态上，而不是放在单个电池形态上。

值得指出的是，当产品结构涉及重复时，在具体设计中应强调各单元形态组合的秩序性，以取得较好的视觉效果，在这些组合中应尽量减少分离或伪装，而使组合的外表形成一个有机的整体。不过秩序性应优先于相同部分的过多重复，同时也需注意秩序性有时会被一些微小的变化所抵消。

§ 1-3 自然形态与产品形态

从古至今，设计家对自然形态所具备的工程学意义十分重视。近代不少科学家潜心研究“生物技术学”，从自然形态中获得大量启示，而应用到技术、工程上。这些研究与应用造型极为密切。下面是其应用于产品形态方面的一些实例。

·凤蝶 凤蝶不仅具有艳丽的色彩和翱翔的舞姿，其具有对称之美的体态和双翅所构成的美的矩形比例，如图 1-1 所示，(a) 对称美，(b) 矩形比例美。这种对称美和矩形比例美已在工业产品造型中得到广泛应用。

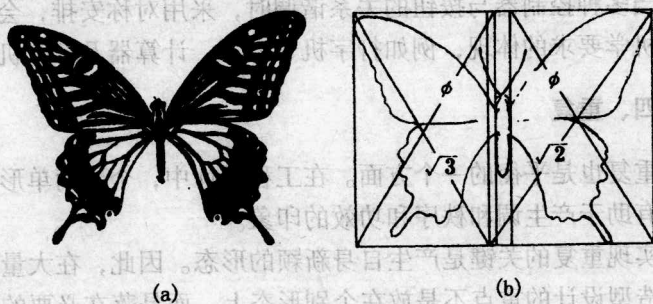


图 1-1

·向日葵 在图 1-2 中，(a) 向日葵的造型，(b) 向日葵的费波纳齐数列图解。由图 1-2 可以看出葵花排列是具有费波纳齐数列之美，类似这种数理结构已在产品形态设计中得到广大设计师的采纳。

·植物细胞 图 1-3 所示为一些植物细胞自然结构，其排列构成为当今皮革器物所效仿，给人以回归自然之美。

·钳子 有些昆虫的脚形同一双双钳子，用以捕捉猎物，而

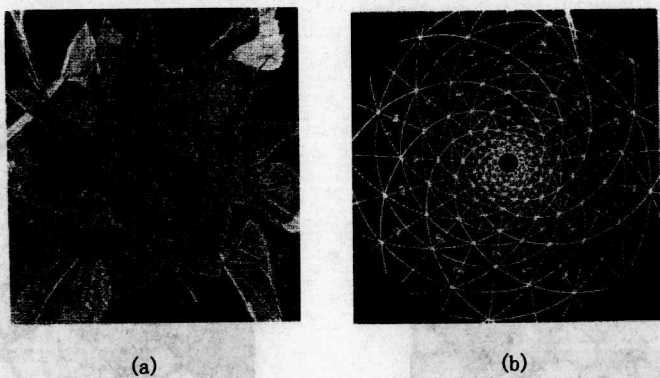


图 1-2

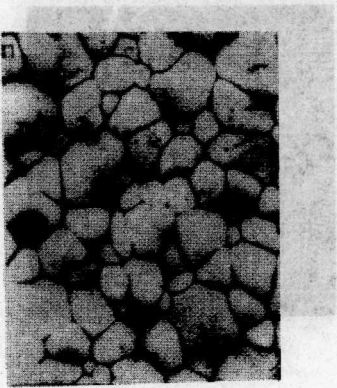
今日生产和生活器具中亦得到广泛再现。

·蜂窝 蜂窝的质量虽然很轻，却能承受相当重量的蜂蜜和蜂群，另外，蜂巢呈六角柱形结构是最节省空间的形态，现代的养蜂人均按此结构制作人造蜂窝，如图 1-4 所示，(a) 天然蜂巢，(b) 人造蜂窝。这种轻巧，节省空间的形态已被广泛用于建筑和航空设计。

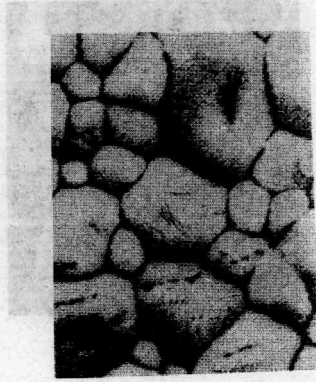
·呼吸管 早在人类之前，水蝎子便会使用呼吸管，即从其腹部向后伸出的针状物延长呼吸。当今潜水器其中的呼吸管即此应用。

·保护体 有些蝴蝶的幼虫，常用一个柔软的袋子，将蛹和它所悬挂的小树枝盖起来，以加强其保护功能。今日电线包线原理亦是如此，它不仅可增强对外的绝缘，也起到保护电缆的功能。

·网脉 蜻蜓是最有飞行特技的生物，它的翅膀有很密的网纹脉，使它在飞行时翅膀能够承受周围的重负，这种网脉形态已被当今塑胶片和厚玻璃板所采用，可以大大强化其构成物质，即使在很薄的情况下也能承受重负，如图 1-5 所示，(a) 蜻蜓翼

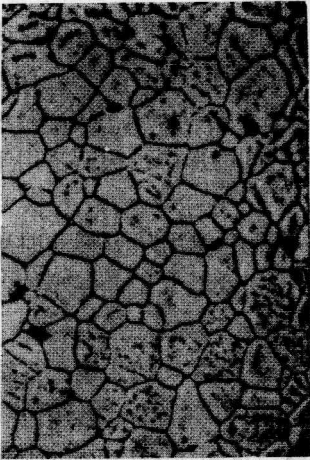


(a)

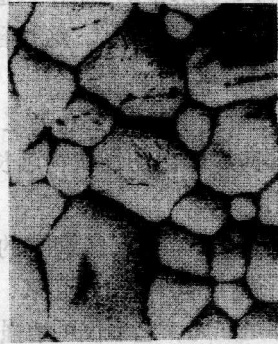


(b)

5-1图



(c)



(d)

图 1-3

翅上的网脉，(b) 玻璃板中的人造网脉。

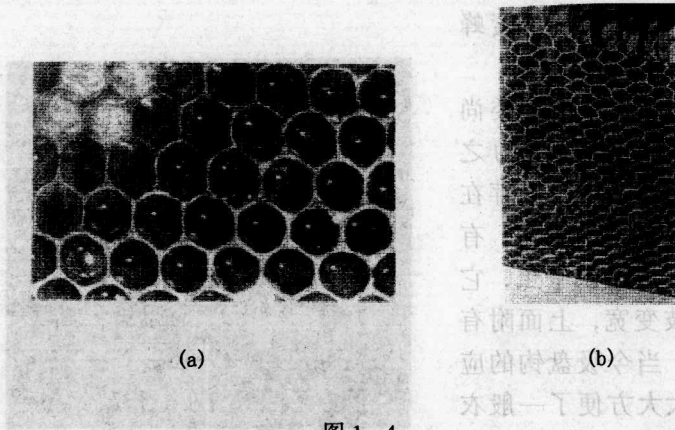


图 1-4

·天线 有些雄性昆虫，以触角探出它们同类的特性，雷达的天线与昆虫的触角相类似，可以敏锐地接收反射回来的电磁波。

·镊子 许多昆虫的头、腹部有螯、爪及钩等，使敌人望而生畏，其实这是它们用来抓、拿、压的重要工具，现代工具中的镊子就是这一自然形态的发展，如图 1-6 所示，(a) 昆虫的螯，

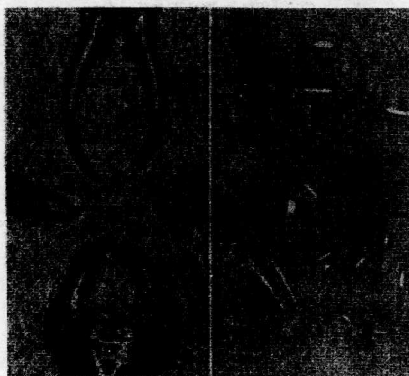


(a) (b)

图 1-5

·滴管 蜜蜂等昆虫的长喙是一种巧妙的取水器官，它能吸吮液体。人们为了用液体做实验方便，于是发明了虹吸管和移液管等滴管，其形与蜜蜂和蝴蝶的长喙相同。

·吸盘 在人类尚未了解吸附的潜力之前，大自然中早已存在这种吸附力的应用。有一种雄性潜水甲虫，它的前肢变宽，上面附有吸盘。当今吸盘钩的应用，大大方便了一般衣物的悬挂。



(a) (b)

·齿轮 机器上的基本元件齿轮，是仿照藻类形态而成，其多角形的细胞形成盘状的群落。以金属、塑料或木材制成的齿轮已大量使用在生产器械之中。

图 1-6

·冷却器 自然界有一种植物，其缸状的树叶含有气根，树叶的蒸发及呼吸作用，产生了蒸气和二氧化碳，二者汇合形成一种象冷却剂的混合物，再经由气根吸收供植物使用。现代冷箱的冷却原理也与此作用相似。

·空间排列 植物输送水分及养料的管道和脉管组织，其横剖面可以看出，其空间之内的筛管皆能尽量利用空间，作适当的安排，不会浪费空间。人造物的电缆内部空间亦多借览于此，以满足最佳的利用，充分发挥最好的空间设计。

贝壳、蚌、螺长期生于湖海之中，其生存环境所给予的体态呈弯曲、圆滑、均衡、坚实的自然美，为人类所喜爱。在当今建筑设计中仿效此造型者并不鲜见，悉尼歌剧院即此一典型实