

基于产品设计系统思维的家电产品模块化设计

韩卫国^{1,3}, 苏颜丽^{1,3}, 祁飞鹤²

(1.广东海洋大学, 湛江 524088; 2.湖南大学, 长沙 410082;

3.广东省小家电创新设计与快速制造工程中心, 湛江 524088)

摘要: **目的** 探索基于产品设计系统思维的家电产品模块化设计思路。**方法** 模块划分是产品模块化设计的基础与关键, 可看作是基于需求层、功能层、结构层的过程而进行, 该过程注重对产品功能属性的塑造而缺乏审美精神属性的把握。基于产品设计系统思维, 结合多种形式及放置方式的移动插线板模块化设计实例, 将产品设计系统之设计要素映射于模块划分的不同层次, 从设计系统的角度对家电产品模块划分进程给予指引与限定, 使设计结果兼具人文精神内涵。**结论** 从设计系统角度进行家电产品模块化设计, 其设计结果兼具了产品的功能与精神双重属性, 既发挥了模块化的自身优势, 又补充了模块化设计在人文精神表达上的缺憾。

关键词: 产品设计系统; 家电产品; 模块化设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)10-0115-05

Modular Design of Household Appliances Based on System Thinking of Product Design

HAN Wei-guo^{1,3}, SU Yan-li^{1,3}, QI Fei-he²

(1.Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China; 2.Hunan University, Changsha 410082, China;

3.Guangdong Small Household Appliances Innovation Design and Rapid Manufacturing Engineering Center, Zhanjiang 524088, China)

ABSTRACT: It aims to explore the modular design of household appliances guided by system thinking of product design. Module division is the foundation of product modular design. The context of module division can be explained as the process based on demand layer, function layer and structure layer which focuses on product's functional properties and lacks the aesthetic spirit connotation. Therefore, based on system thinking of product design, integrating the modular design of a multi placement mobile socket, mapping the design elements of product design system to different layers of module division to guide modularization process from design angle and make the design result has aesthetic spirit connotation. Result of household appliances modular design based on design system has both the function and the spirit attributes. This not only plays modularization' advantage, but also is a kind of product modular design which roots in design soil.

KEY WORDS: industrial design system; household appliances; modular design

模块化是大批量定制的核心技术, 将产品分解为具有标准接口的独立模块, 通过模块间的多样化组合

满足用户多元、个性化需求, 并降低成本, 提高效率。产品设计即狭义工业设计, 以批量生产的工业产品为

收稿日期: 2017-01-02

基金项目: 广东海洋大学创新强校工程项目 (GDOU2016050254); 广东省科技计划项目 (2015A030401095); 湛江市科技计划项目 (2016A06001)

作者简介: 韩卫国 (1976—), 男, 湖北人, 硕士, 广东海洋大学副教授, 主要从事小家电产品设计与产品设计中的人机工程学方面的研究。

通讯作者: 苏颜丽 (1969—), 女, 山东人, 硕士, 广东海洋大学副教授, 主要从事工业设计与现代化加工技术、绿色设计及产品形态设计方面的研究。

对象,从用户与企业双方的角度解决产品概念、造型、色彩、结构、功能、人机界面等方面的具体问题,并在工业设计活动中融入对社会、人文、生态等方面的哲学思考^[1]。产品设计系统思维强调从人—机—环境整体系统上,对与设计对象相关之要素进行分析、综合,探求最优方案。根据马斯洛需求层次递进理论,当前人们对产品的需求已从功能满足而延伸至精神情感满足,同时,家电产品更新换代快、品种多、规格繁、功能及形态需求丰富,且其消费受地域、环境、生活习惯、审美等不确定因素影响,因此,基于产品设计系统思维探索家电产品模块化设计,既可补充模块化人文精神内涵的缺失,又符合家电产品需求及消费特质。

1 相关研究分析

王岳着眼于模块化理论应用于产品设计的方式、方法,研究了模块化于产品设计的价值所在,并提出模块化理论应用于产品设计的具体要点^[2]。彭敏等人基于产品再设计理论中之再制造思想,研究了家电产品模块化设计的方法^[3]。吕正刚等人研究了模块化设计方法在家电产品可持续发展设计中的应用^[4]。高浪等人提出了家电产品自上而下的模块化设计与流程^[5]。杜陶钧等人着眼于模块划分,基于模块划分过程的特点,提出了模块划分的层次性^[6]。孙明阳从汽车造型设计的角度,结合美学、风格学等,研究了汽车造型模块化设计的内涵与方法^[7]。综上,目前关于模块化设计的研究或着眼于模块化的自身内涵及模块划分方法,如文献[2]和[6];或结合具体产品设计理论进行产品模块化设计探析,如文献[3]—[4]。由此可见,目前家电产品模块化设计之研究多集中于以模块化技术为核心的理性层面,而在产品设计感性之人文精神内涵表达上十分缺失,因此,本文以多种形式及放置方式的移动插线板模块化设计为例,基于产品设计系统思维探析家电产品模块化设计思路,力求补充家电产品模块化设计之人文精神属性缺憾。

2 模块化概述

20 世纪初,“德国现代设计之父”贝伦斯为 AEG 公司设计了一系列电水壶,通过对电水壶构件的功能分析,将其分解为壶体、壶盖、手柄、底座等基本结构模块,设计不同造型的 3 种壶体、2 种壶盖、2 种手柄和 2 种底座,并赋予不同模块不同的材质和表面处理,通过标准化接口组装各模块,产生了 24 款不同形态的水壶,贝伦斯设计的系列水壶见图 1。这是模块化思想较早在家电产品设计领域的应用,从中可了解到模块化理论的基本内涵。



图 1 贝伦斯设计的系列水壶
Fig.1 The kettles designed by Behrens

2.1 模块化设计

模块化设计是对一定范围内的不同功能或相同功能不同性能、不同规格的产品进行功能分析的基础上,划分并设计出一系列功能模块,通过模块的替换、升级、选择、组合来更新产品或构成不同新的产品,以满足市场的不同需求^[8]。

模块是通过对产品功能和结构的分析、分解而得出的,构成系统的,具有特定功能,可兼容与互换的独立单元,具有如下特征:首先,既是系统分解的产物,又可自成系统或与其他模块组合成新系统;其次,模块功能固定并相对独立,既可作为商品单独生产、销售,又可按特定要求独立设计、评估、运行;最后,模块间通过彼此连接并可传递信息、能量的标准化接口实现互换、兼容性^[9—10]。模块的划分与配置是产品模块化设计的两个基本过程,前者更是最基础、关键的步骤。

2.2 模块划分的层次性

产品设计是着眼于用户需求,并依特定设计条件,获取需求满足方案的过程,即首先对需求进行获取和规范,将其映射为产品的功能需求,再将实现功能的载体与前者以直接映射的关系对应起来。产品模块划分也大致遵循这样的层次性过程,即基于市场和用户需求分析,掌握产品总功能要求,将其分解为若干功能单元,确定相应功能模块,并将功能模块映射向结构模块(结构模块通常不具备使用功能,是功能模块的载体),可简单概括为从需求层到功能层、结

构层的逐层模块划分进程。理论上，根据具体产品模块化设计的类型不同，可从任意层次开始进行模块划分，形成该层次的模块，基于不同层次角度，有不同的目标与模块划分规则。最简化和最优化是模块划分

的基本原则，模块的继承性、产品生命周期及造型复杂度等也是模块划分应综合考量的因素。移动插线板模块划分见图 2，为移动插线板模块划分脉络，可看出产品模块划分的层次性与具体思路。

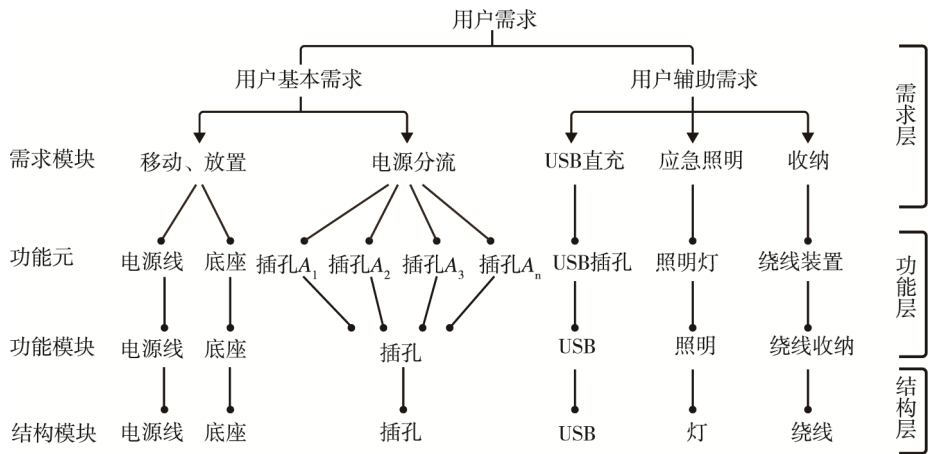


图 2 移动插线板模块划分
Fig.2 Module division of a mobile socket

3 基于产品设计系统思维探索家电产品模块化设计的前提

模块化设计的突出特点是通过对各模块的独立设计、升级、替换、组合等来配置子产品，并以此推动用户参与式设计、企业并行设计、品牌基因延续与创意设计、绿色可持续设计等工业设计思想的发展，而在家电产品设计过程中以这些工业设计思想为引导尤为重要。产品设计程序大体包含设计分析（市场及用户分析、自然及社会环境等的分析），设计构思（功能设定、人机研究、原理结构确立、草图概念等），造型设计（形态、色彩、材质等的设计），设计实施（样机制作、测试等）几个阶段。产品设计系统思维强调设计程序不同阶段的不同考量要素以系统而非孤立的方式存在，并互为影响推动。结合上文可知，产品设计程序脉络与产品模块划分脉络具有一定的对应、联系性，并且这种对应、联系在具体产品模块化设计进程中可以相辅相成的方式，对模块划分进程给予了一定指引、限定，这为基于产品设计系统的家电产品模块化设计思路之探究奠定了前提。

4 基于产品设计系统的家电产品模块化设计

4.1 产品设计系统

新时期产品设计引入系统思维，强调从人—产品—环境系统的关联性、整体性出发，分析、综合与产品设计相关的设计要素，以达最优解，因此，设计活动的目的可理解为寻找人、产品、环境间的最佳结合点，产品只是这个结合点的物化形式。根据赫伯

特·A·西蒙的理论，一个设计问题可表述为“通过内部环境的组织来适应外部环境的变化”。内部环境代表了可能性，是一些可变通的元素或组合，外部环境代表了限定性，是一组变化的参数^[11]。于产品设计系统而言，外部环境为不断变化的人、环境的“要求”，即外部要素；内部环境为产品本身可组织的元素及关系，即内部要素。由此可见，产品设计活动可解析为通过产品内部要素：形态、色彩、材质、结构、工艺、原理、技术、成本等的调整，适应外部要素人、环境的要求与变化。其中人的需求是设计的核心，是对产品设计的具体限定，根据 Donald Arthur Norman 人类认知与情感体系三层次理论，人对产品的需求可概括为审美、使用体验、精神情感满足^[12]，而社会、自然环境中的地域文化、气候环境、科技、政策、资源生态等以强大的力量牵引着产品设计的大方向。产品设计进程的不同阶段，设计系统内外要素互为交织又有所侧重地分层指引、限定着设计活动的进展。

4.2 基于产品设计系统的家电产品模块化设计思路

家电产品兼具功能与精神满足双重属性，其中精神属性满足尤被消费者所重视，而模块化理念作为一种技术，侧重对产品功能属性的塑造，工业设计是技术与艺术的结合。综合上文研究，基于产品设计系统思维探索家电产品模块化设计，便是将产品设计系统要素分层且有侧重地映射于模块划分进程的需求、功能、结构层，将家电产品模块划分与设计系统要求融为一体，在模块化之初便从产品设计系统的角度对其指引、限定，设计系统要素与模块划分三层次的映射见图 3。

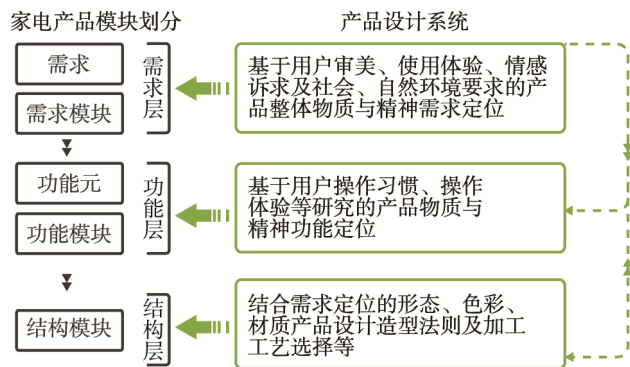


图3 设计系统要素与模块划分三层次的映射

Fig.3 The mapping between design system elements and module division layers

下面以移动插线板模块化设计为例,说明该思路。

模块划分进程的需求层主要目的是基于市场调查及用户需求分析,结合设计系统中技术、人文、资源生态等宏观要求,获得关于用户基本需求与辅助需求信息(基本需求指不可或缺的需求,辅助需求指由基本需求派生的、次要的需求),并由此确定需求模块。首先,由于以高端办公用户为目标人群,综合运用感性工学、情境故事、人机工程等产品设计理论方法,间接获取高端办公人群在审美、插线板使用体验及精神象征综合方面的需求内容,并结合当前资源生态绿色可持续的要求,去除不必要需求项。最终确定在功能需求方面,基本需求为移动、放置,即插线板适宜流动使用并可根据不同使用环境具有不同使用方式;电源分流,即多插孔,便于同时安插多个接电装置。辅助需求为USB直充、应急照明、电源线收纳。精神需求之审美、精神象征方面,倾向于简洁、高雅、高效的现代风格,并且色彩上与办公环境融为一体,象征一种低调、高端的生活品质。

功能层是需求层的具体实施,主要任务是站在设计者的角度,从原理上实现产品功能。首先根据需求模块设计出一系列功能元来完成一定功能,然后将关系密切的功能元聚合为一个功能模块,进而形成一系列功能模块。产品功能包含物质功能与精神功能,前者是后者的载体,其中物质功能是可感知的关于产品符合用户真实功能需求、操作界面人机关系、操作体验五感感知等使用功能体验之相关因素,精神功能更多是一种精神情感上的象征性,因此,在对产品进行功能模块划分与设计时,需综合考虑地域文化、使用习惯、使用环境及五感感知等相关因素。比如,将具有相似操作方式或具有文化差异的功能元划分为一个功能模块。结合世界各国在插孔标准上不尽相同,且现有插线板多个插孔以独立件的形式存在,导致一方面加大了插孔更换、安装、维修难度。另外,不利

于产品成型的简化、标准化的实施以及产品造型创新的现状,将多个接电插孔聚合为一个插孔功能模块,多个插孔划分为独立模块见图4。基于用户对产品环境适应性之多使用方式的需求,将底座作为独立功能模块,以开发产品的多重使用方式,其他需求模块一一对应为相应的功能模块。

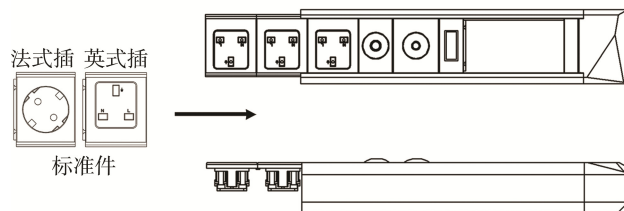


图4 多个插口划分为独立模块

Fig.4 A plurality of sockets divided into separate modules

结构层是功能层的物质载体,结构模块与功能模块具有一一映射的关系,结构模块设计与产品造型设计关系最为密切。此时,基于需求层确立的产品整体物质与精神需求目标,结合绿色环保、地域人文、材料、工艺等,运用形式美法则、色彩学原理、材质设计理论对结构模块从形态、色彩、材质等综合设计,可极大程度推进产品设计创新。工艺方面,考虑成本及绿色属性,插孔模块对应的侧面外饰件使用挤出铝成型工艺,方便根据插孔位数需求之多少截取外饰件长短。同时,设计不同形式的底座模块,以通过不同模块的组合适应插线板立式与横式放置环境与使用方式要求,照明与绕线模块同理。形态、色彩方面基于需求层之产品审美、精神定位,采用流畅、简洁的整体外轮廓线条,色彩以黑色为主配以灰色,与办公环境融合。

综上,设计系统要素作用于模块化的不同阶段,为其带来人文、精神内涵之考量,当然,本文为便于论述而对不同层次分开探讨,具体模块化设计中,设计系统要素与模块划分各层的映射、指引是相互叠加且互为补充的。

5 多种形式及放置方式的移动插线板模块化设计结果

基于上文设计思路,不同底座模块组合,形成了符合横式与立式放置环境的移动插线板设计方案,不同模块组合设计方案展示见图5。还可根据用户需求开发其他多种使用方式、色彩方案的搭配组合。总体而言,基于设计系统的插线板模块化设计结果兼具了模块化多变的优势与产品设计系统对审美、精神文化内涵的全面考量,具备了良好的功能与精神双重属性。



图5 不同模块组合设计方案展示
Fig.5 Different modular combination design

6 结语

家电产品设计已从早期形式追随功能的现代主义走向绿色可持续、情感化等与人文内涵更贴切的时代。模块化在满足家电产品需求多变、多样化及创新、低成本、绿色环保等方面,是合时宜的,但家电产品模块化设计依然需融合精神文化内涵而使其更贴近地服务于日常生活。本文基于产品设计系统思维,结合模块化设计之模块划分层次性,将设计系统要素映射于模块划分的不同进程,对其予以指引、限定,由此提出根植于产品设计系统的家电产品模块化设计思路,将技术与人文审美艺术融为一体。当然,本文只以插线板的模块化设计为例,探讨总体思路,于具体其他家电产品类别,如何沿着这一思路贯彻、实施模块化设计,还需更深入而有针对性的研究。

参考文献:

- [1] 张伟, 葛为民, 李玲玲, 等. 工业设计定义、范畴、方法及发展趋势综述[J]. 机械设计, 2013(8): 97—101.
ZHANG Wei, GE Wei-min, LI Ling-ling, et al. Overview on Definition, Scope, Method and Development Trend of Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2013(8): 97—101.
- [2] 王岳. 模块化理论在产品中的应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(12): 92—95.
WANG Yue. Applications of Modular Theory in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(12): 92—95.
- [3] 彭敏, 杨勤, 肖钦兰. 基于产品再设计理论的家电产品模块化设计方法[J]. 现代机械, 2014(2): 46—48.
PENG Min, YANG Qin, XIAO Qin-lan. Modular Design Method of Household Appliances Based on Product Redesign Theory[J]. Modern Machinery, 2014(2):

46—48.

- [4] 吕正刚, 刘恒丽, 余竞超. 基于模块化设计思想的电冰箱概念设计[J]. 包装工程, 2011, 32(8): 34—37.
LYU Zheng-gang, LIU Heng-li, YU Jing-chao. Concept Design of Refrigerator Based on the Modular Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(8): 34—37.
- [5] 高浪, 潘晓勇, 彭玲, 等. 家电产品模块化设计[J]. 家电科技, 2013(12): 78—80.
GAO Lang, PAN Xiao-yong, PENG Ling, et al. Modular Design for Household Appliances[J]. Household Appliance Technology, 2013(12): 78—80.
- [6] 杜陶钧, 黄鸿. 模块化设计中模块划分的分级、层次特性的讨论[J]. 机电产品开发与创新, 2003(2): 50—53.
DU Tao-jun, HUANG Hong. Discussion on the Classification and Hierarchy Characteristics of Module Division in Modular Design[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2003(2): 50—53.
- [7] 孙明阳. 汽车造型模块化设计研究[D]. 长春: 吉林大学, 2014.
SUN Ming-yang. Research into Automotive Styling Modular Design[D]. Changchun: Jilin University, 2014.
- [8] 王海军. 面向大规模定制的产品模块化若干设计方法研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2005.
WANG Hai-jun. Research on Several Product Modular Design Methods for Mass Customization[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2005.
- [9] 李春田. 现代标准化前沿——“模块化”研究报告(2): 第二章模块化——标准化的高级形式——标准化形式的与时俱进[J]. 世界标准化与质量管理, 2007(3): 4—9.
LI Chun-tian. Frontier of Modern Standardization: "Modular" Study Report(2): Chapter 2: Standardization' Advanced Form-Standardized Form of the Times [J]. World Standardization & Quality Management, 2007 (3): 4—9.
- [10] 刘秀云. 基于系统论语境下的工业设计[J]. 包装工程, 2012, 33(16): 85—87.
LIU Xiu-yun. Industrial Design Based on the Context of System Theory[J]. Packaging Engineering, 2012, 33 (16): 85—87.
- [11] 唐林涛. 设计事理学理论、方法与实践[D]. 北京: 清华大学, 2004.
TANG Lin-tao. Design Affairology Theory, Method and Practice[D]. Beijing: Tsinghua University, 2004.
- [12] 诺曼·唐纳德·A. 设计心理学 3——情感化设计[M]. 北京: 中信出版社, 2015.
NORMAN D A. Emotional Design[M]. Beijing: China CITIC Press, 2015.