

产品设计集成创新程序与方法研究

苟锐, 王静, 徐霖, 石美玲, 李夔
(西南交通大学, 成都 611756)

摘要: **目的** 通过对一个具体产品集成创新设计流程的分析, 就产品设计集成创新中的几个重要环节的核心与关系进行研究, 从而试图阐明集成创新在产品设计中的作用与流程。**方法** 通过对城市扬尘处理设备创新设计过程的分析, 对产品设计集成创新的特点进行分析并探索创新设计的方法。**结论** 厘清产品设计创新的特点, 阐述提升产品设计创新能力的重点是提升其集成创新的能力, 提出了产品设计集成创新主要围绕技术、方法、思维与程序 4 个环节形成迭代循环的产品设计集成创新技术程序, 并指出技术集成水平的高低是制约产品设计创新能力提升的关键因素。

关键词: 产品设计; 集成创新; 扬尘处理设备

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)16-0119-04

Industrial Design Integration Innovation Process and Methods

GOU Rui, WANG Jing, XU Lin, SHI Mei-Ling, LI Yue
(Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China)

ABSTRACT: Through the analysis of the design process of a specific product integrated innovation, the core and relationship of several important links in product design integrated innovation is researched, which tries to clarify the role and process of integration innovation in product design. Based on the analysis of the innovative design process of urban dust disposal equipment, the characteristics of product design integration innovation are analyzed, and the innovative design method is explored. It clarifies the characteristics of innovative product design, the improvement of product design innovation is to enhance its ability of integrated innovation, puts forward the integrated product design innovation mainly focuses on technology, methods, thinking and procedures to form iteration technique integrated product design innovation process, and points out the technology integration level is the key factor of restricting product design innovation ability.

KEY WORDS: industrial design; integration innovation; city dust facility design

集成创新是将相关要素通过创造性的融合, 使创新要素间互补匹配, 并主动优化、再搭配, 以更合理的结构融合在一起, 形成要素的优势互补, 促使创新系统发生质的变化并形成独特创新和竞争优势^[1]。产品设计是典型的交叉学科^[2], 从内满足人们工作、生活和学习中的各种需要。从外依靠设计方法和先进技术来实现产品的合理和有效, 其是人、科学技术、产品和环境的有机统一。但产品是多条件的集合体, 反映在多个层面上, 一是需求层面, 对产品的物质和精神功能的需要^[2]; 二是技术层面, 多数情况下不会是

单一技术来实现产品功能, 而是多技术的集成。产品设计基于的创新要素是多元的, 比如结构、信息、人机、材料、外观等这些要素, 都需要系统集成来综合实现^[3], 因此集成创新具有较强的系统性特征。本文尝试以系统分析方法, 基于设计实例来讨论集成创新的程序与方法。

1 产品设计集成创新 4 个环节的架构及关系

集成创新的理念在诸多行业均有提到, 但产品设

收稿日期: 2017-03-22

基金项目: 四川省教育厅人文社会科学重点研究基地工业设计产业研究中心 (GY-14YB-32)

作者简介: 苟锐 (1977—), 男, 四川人, 西南交通大学副教授、硕士生导师, 主要从事工业设计、人机工程和可持续设计方面的研究。

计领域未见明确提出,而集成创新是产品设计的创新模式中的重要一种,产品设计并不创造全新的基础科技和理论,它是利用既有的技术条件通过系统集成实现创新设计^[4]。本文认为产品设计集成创新的构架分为4个环节,即思维、技术、程序和方法,每个环节间相互支持,并迭代循环,见图1。在创新设计过程中创新的起点,可能从4个环节中的任何一点开始并循环至下一个环节,并非固定地从思维环节发端。传统产品设计程序多认为思维创意是设计的起点而后逐步去寻找解决问题的技术、方法和程序,而实际创新设计过程中则不然^[5],例如一个技术的突破或者优选其他的方法均有可能触动新的创新设计。虽然创新的起点不固定,但是这4个环节在产品设计集成创新过程中均不可缺少,并相互支撑循环渐进。需要指出的是,根据不同创新设计的特点循环的次数并不固定,可能是多次迭代^[6],每次循环都是一次设计的再完善和创新水平的在提升。

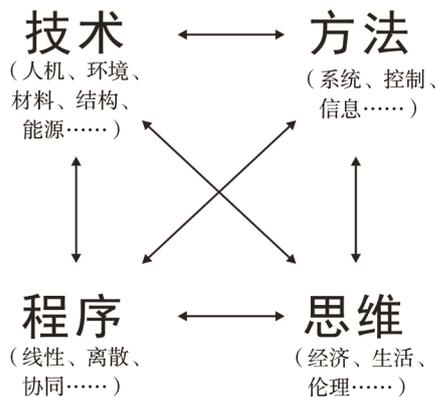


图1 产品设计集成创新核心4个环节

Fig.1 The major four sections of industrial design integrate innovation

2 产品设计集成创新案例系统分析

城市建设过程中产生大量的扬尘污染^[7],通过设计扬尘处理设备来探索解决之法,该扬尘处理设备设计已经完成了样机的试制并取得了较为理想的结果,此处就扬尘处理设备的创新设计为例,来探讨产品设计集成创新中4个环节的技术程序的演进及要点。

2.1 思维集成创新

思维集成创新是从传统的思路创意升级而来。创意的来源具有众多的不确定因素,创意本身有很强的个人灵感痕迹,这有优势但劣势也很明显^[8]。首先是产生的时间地点和程序不确定,其次是创意的品质不确定,第三是创意的行为本身难以被重复和学习。而思维集成是在创意基础上的理性调整,主要通过要素分析和主次条件比较等方法,基于问题目标和既有条件推到出创新创意的要点。以城市扬尘处理设备为

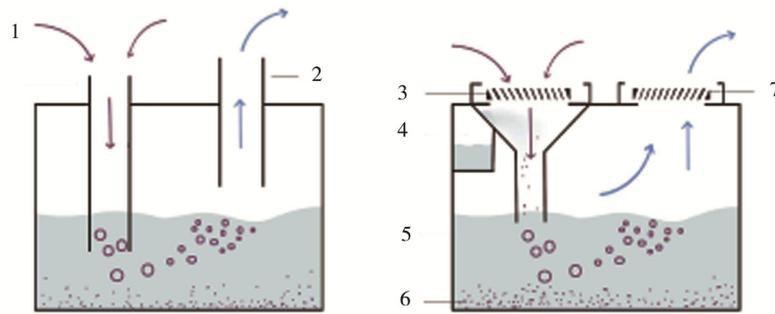
例,城市建设产生大量扬尘,这对人们的健康产生严重影响,而现有设备比如扫洗车等在一定程度上造成二次污染^[9]。解决问题的主要思路是:并非完全清洁城市中的所有扬尘,而是根据实际情况缓解扬尘对行人健康的影响;针对性解决人行道地面到空中3 m范围中的扬尘,因为此范围的扬尘对行人的健康影响最大;用产品设计的系统思维方式作为问题的主要解决手段;低成本,高效率。在思维集成创新过程中是由多个创意点的集成来形成最终的设计想法,这是多个创意点的集成。

2.2 方法集成创新

产品设计特点之一是系统性,在设计的过程中很难用固定不变的方法应对所有的情况,或用一个方法解决所有的问题,实践中往往是多种方法的集成综合应用,这涉及两方面问题。第一,如何找到适合的方法;第二,如何将方法形成解决方案。在城市扬尘设备设计案例中,首先基于思维集成的过程分析扬尘自身的特点,其既不同于PM2.5,又不同于自然界中的沙尘暴等^[10],基于其自身的特点选定用过滤的基本思路来解决问题,这个过程就涉及到用什么样的方法来过滤。通过分析用传统的滤网方式过滤的精度高但成本高,用液体融合扬尘效率高、成本低但精度差。同时在风道的设计方法以及排水的设计方法如何保证在开放环境中更加适用,这都涉及一系列方法的集成应用,因此,该方案集成后的设计方案的主体结构由5个部分组成。箱体上方盖辅助小风扇;超声波雾化器、深入水箱的漏斗状扬尘引导装置;水箱及隔板构成半封闭空间;出风处过滤网,为保障过滤网的效率,过滤网与抽风机间保持合适的距离;最后一个部分是抽风机,主要作用是抽离水箱里水面与抽风机右端隔板构成的区域内的空气,使该空间的压强小于外部压强^[11],见图2。这里实际集成了控制和信息处理等多种设计方法来共同解决问题。

2.3 技术集成创新

技术集成是制约产品设计创新的重要环节^[11],传统模式下往往将技术划归其他领域,从逻辑上合理,但实际操作中却问题重重。因为设计与技术不可能分离,它们互为支持互为基础,创意基于技术的可能,技术的实施取决设计的引领。要说明的是,技术集成不能剥离出去并不是设计师去完成所有的工作环节,这涉及到设计的组织构架和协助模式的问题,此处不再展开,因此,技术集成是产品设计中基础性的一环也是薄弱的一环。就城市扬尘处理设备设计而言,总体上该系统由七大功能模块组成,设备的七大功能模块及其对应设备见表1。第一,进风口,将受到扬尘污染的空气吸入到设备箱中;第二,箱体中的水体部



注：1.进风口；2.出风口；3.抽风机；4.雾化器；5.气泡；6.沉淀物；7抽风机

图 2 城市扬尘处理设备原理设想

Fig.2 Dust facility design ideas

表 1 设备的七大功能模块及其对应设备

Tab.1 Function seven modules and related devices

模块	进风口	水箱	增湿	换水	出风	辅助	适用
	隔栅	水箱	雾化器	水泵	隔栅	电源系统	防漏电结构
主要设备	辅助风扇				辅助风扇	启动系统	防倾结构
	显示设备				显示设备	人机系统	

分，其与进风通道直接相连达到混合扬尘的目的；第三，箱体中的增湿部分，通过雾化设备保持箱体中的空气湿度，达到稳定少量未能混合水体的小颗粒扬尘；第四，换水系统，包括干净水的进入以及污水的排出系统；第五，出风口，将净化后的空气排出箱体；第六，辅助系统，包括电源支持和外部造型和结构；第七，适应系统，主要是在开发公共环境中设备的自适应性，比如防漏电和防倾覆等。除去功能模块外还有两大支持系统：第一是机械部分，主要包括了抽风机，雾化设备和水的进出系统等；第二是控制部分，主要是控制进风和出风口以及设备的启动。设备的基本设计思路是七大功能模块与两大支持系统的协调运行，来达到净化城市人行道离地距离 3 m 空间内的扬尘。这个过程中涉及机电、流体、防护以及人机等技术，是多个技术要素的系统集成，具有明显集成创新特征。

2.4 程序集成创新

程序集成是技术集成的延伸，两者的关系十分紧密，但是程序集成实际可以分为设计程序和技术程序，而相应的还会派生出验证程序、制造程序和市场程序等，其类型是多样的，然而复杂多样的程序均要汇集到产品这个载体上^[12]。以往产品设计对设计程序研究较多，而受制于技术条件等限制对技术程序的探讨较少，因此技术集成一直是产品设计集成创新中的短板。然而技术集成是对产品功能实现的重要支持，其中有关键两条，产品的技术路线集成，有效的技术路线是实现产品功能的关键^[13]；验证程序集成，这对

于产品是否能够实现既定目标是有重要意义的。比如，在不同环境下对城市扬尘处理设备进行有效性验证，从实验数据发现，在开放环境下和密闭空间中功能模型对面粉的吸入率为 24% 和 40%，单从吸入占比来看并不很高，但是效果依然显著的原因是面粉的自重较大，在无风的环境中受其自重的影响，沉降速度非常快，由于无外力影响没有再次扬起的现象，而在此过程中设备附近空中的面粉基本能够被快速吸净，见表 2。合理的验证程序设计是设计方案有效性的关键一环。验证程序既基于前期的设计和技术程序，又与制造和市场程序有机集成，因此整个产品设计程序是多个子程序合成的集成创新程序。

表 2 不同环境下的实验结果（开放环境与 70 cm × 70 cm × 100 cm 密闭空间）

Tab.2 Experience outcomes in different environments

实验环境	总质量/g	吸入量/g	未入量/g	净化率/%
开放环境	250	60	190	24
密闭空间	250	100	150	40

3 产品设计集成创新中的主要限制因素

产品设计的重要性不言而喻，但实际发展的质量并不理想，反映在对相关产业的支撑效率不高。原因是多方面的，首先在于产品设计自身集成创新水平不足，这主要是产品设计创新环节间的脱节造成。其次，产品设计集成创新 4 个环节，特别是技术性集成方面存在“先天不足”。从内源自过往对产品设计的狭义认

识,从外由于部分技术的专业性要求较高所致,尽管这两点随着产品设计和技术的进步逐渐消解,但目前依然是重要的限制。

设计所面对的问题是原创性的,设计创新是技术选择的过程,脱离技术谈设计是难以完成创新的,因此技术集成是目前的产品设计创新的短板,产品设计集成创新模式是对现有技术的利用,这并未超出产品设计的研究范围,反而是其研究的主体。将创意与技术通过合理的设计逻辑有效地组合起来,解决问题和实现功能的优化,目前重点在技术集成程序的有效性上,因此技术集成水平的高低决定着设计创新水平的高低,这也是4个集成环节中最薄弱的环节,是产品设计集成创新中的主要瓶颈。

4 结语

产品设计转型升级的重要方向是走向集成与综合,通过集成创新和学科交叉突破传统设计创新过程中单一渠道所无法完成的工作。产品设计创新过程中涵盖了众多要素,如材料、结构、信息和人机等,这些要素在设计之前是离散状态,通过系统的集成分析将这些要素按照符合产品功能诉求的方式进行融合,这是多环节多要素的集成程序。主要的4个环节思维集成、方法集成、技术集成和程序集成,相互联系互为依托,设计创新依照这4个环节依次循序渐进,不同的产品可能是多次迭代循环来实现最优的创新设计。如文中所举的城市扬尘处理设备创新设计,在集成创新的每个环节,都存在多个条件的系统集成,也存在着环节间有机联系和系统集成。可见,集成创新是产品设计创新发展的必由之路,也是实现产品创新设计的重要方法。

参考文献:

- [1] 赵可恒. 论制造业产业升级语境下产品设计角色定位[J]. 包装工程, 2014, 35(8): 130—133.
ZHAO Ke-heng. The Role Positioning of Industrial Design during the Updating of Manufacturing Industry[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(8): 130—133.
- [2] 田刚. 扬尘污染控制[M]. 北京: 中国环境出版社, 2013.
TIAN Gang. Fugitive Dust Control[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2013.
- [3] 任建军. 产品设计创新性生产力特征的研究[J]. 包装工程, 2012, 33(8): 104—107.
REN Jian-jun. Research on the Characteristics of Innovative Productivity in the Industrial Design[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(8): 104—107.
- [4] 陈立定, 王军会. 新型空气净化机的研究与设计[J]. 电气自动化, 2009(4): 72—73.
CHEN Li-ding, WANG Jun-hui. Research of the New Air Purifier[J]. Electrical Automation, 2009(4): 72—73.
- [5] 周永庆, 陈劲, 许冠南. 中国复杂产品系统创新关键成功影响因素研究[J]. 研究与发展管理, 2006(1): 6—12.
ZHOU Yong-qing, CHEN Jin, XU Guan-nan. Key Success Factors of Complex Product System Innovation in China[J]. R & D Management, 2006(1): 6—12.
- [6] 马泽群, 苟锐, 黄强苓. 仿生设计在产品领域领域的困境及策略[J]. 包装工程, 2013, 34(20): 111—113.
MA Ze-qun, GOU Rui, HUANG Qiang-ling. Dilemma and Strategy of the Bionic in Design the Industrial Design Field[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(20): 111—113.
- [7] BOHEMIA E. Designer as Integrator: Reality or Rhetoric[J]. Design Journal, 2002, 5(2): 23—34.
- [8] 张阿维, 张明喜. 关于构建中小纺机企业产品设计服务中心的研究[J]. 包装工程, 2016, 37(6): 142—146.
ZHANG A-wei, ZHANG Ming-xi. Construction of Industrial Design Service Center of Small and Medium Textile Machinery Enterprise[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(6): 142—146.
- [9] 金军, 邹锐. 集成创新与技术跨越式发展[J]. 中国软科学, 2002(12): 48—51.
JIN Jun, ZOU Rui. Integrated Innovation and Technology Development by Leaps[J]. China Soft Science, 2002(12): 48—51.
- [10] 赵志, 孙林岩, 汪应洛. 面向产品创新的过程再造与集成管理研究[J]. 管理科学学报, 2001(6): 24—30.
ZHAO Zhi, SUN Lin-yan, WANG Ying-luo. Study on Product Innovation-oriented Integrated Management and BPR[J]. Journal of Management, 2001(6): 24—30.
- [11] KLEINSMANN M S. Understanding Collaborative Design[J]. Industrial Design Engineering, 2006(7).
- [12] 苟锐, 马泽群. 数字化人机界面设计的新动向[J]. 人类工效学, 2006(2): 39—40.
GOU Rui, MA Ze-qun. The Digital UI Design New Direction[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2006(2): 39—40.
- [13] BROWN T, WYATT J. Design Thinking for Social Innovation[J]. Leland Stanford Jr University, 2010, 8(1): 30—35.