

设计驱动的产品功能创新过程研究

秦发伟^{1,2}, 杨伯军^{1,2}, 曹国忠^{1,2}, 高鹤鸣^{1,2}, 韩丽伟^{1,2}

(1.河北工业大学, 天津 300401;

2.国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心, 天津 300401)

摘要: **目的** 探索设计驱动的功能创新过程, 利用该过程满足用户对不同产品意义的追求, 从而提升企业产品的竞争力。**方法** 首先, 明确设计驱动功能创新的原理、特点以及实现所需的基本过程。其次, 通过分析不同类型产品意义实现的方式, 以及产品用户和应用场景在产品意义发掘中的作用, 总结出产品意义发掘的三种模式。根据产品意义发生变化时产品功能变化的相关特点, 总结出适用于设计驱动的功能创新技术。最终, 形成设计驱动的功能创新过程模型。**结论** 设计驱动的产品功能创新过程模型可以分阶段地指导设计人员进行功能的创新设计, 包括如何提出新的产品意义以及如何对产品功能系统进行调整, 为产品功能的创新提供了需求拉动和技术推动之外的新思路。

关键词: 设计驱动; 功能创新; 产品意义; 过程模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)18-0024-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.004

The Process of Design-Driven Product Function Innovation

QIN Fa-wei^{1,2}, YANG Bo-jun^{1,2}, CAO Guo-zhong^{1,2}, GAO He-ming^{1,2}, HAN Li-wei^{1,2}

(1. Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China; 2. National Engineering Research

Center for Technological Innovation Method and Tool, Tianjin 300401, China)

ABSTRACT: This paper aims to explore the process of design-driven function innovation, and use this process to satisfy users' pursuit of different product meanings to enhance the competitiveness of products designed by enterprises. The paper first clarifies the principle, characteristics and basic process of design-driven function innovation. Then the paper summarizes three patterns to unearth product meaning by analyzing the ways of realizing different types of product meaning and the role of product users and application scenarios in unearthing product meaning. According to the characteristics of product function transformation brought about by the changes in product meaning, the paper summarizes the suitable design-driven function innovation technology. Finally, based on the above, the paper proposes a design-driven function innovation process model. The verification of an example proved that the design-driven product function innovation process model can guide designers to carry out the function innovation design in stages, including how to propose new product meaning and how to revise the product function system, which can provide new ideas different from demand-pull and technology-push for product function innovation.

KEY WORDS: design-driven; function innovation; product meaning; process model

设计驱动创新的方式是指提出新的产品意义^[1-2], 因此, 设计驱动创新又被称为意义创新。在选购产品时, 用户不仅会思考自己需要什么^[3], 也会思考为什

么需要某件产品。用户在思考自己需要什么时考虑的是自己的需求, 而思考为什么需要某件产品时考虑的是产品的意义。对用户来说, 满足他们对产品意义的

收稿日期: 2022-04-08

基金项目: 国家创新方法工作专项资助项目(2019IM020200)

作者简介: 秦发伟(1996—), 男, 硕士生, 主攻产品创新设计。

通信作者: 曹国忠(1974—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为产品创新设计、TRIZ和可持续设计。

追求与满足他们的需求同样重要。对企业来说, 当用户追求的产品意义未得到满足时, 就出现了创新的机会, 通过产品意义创新得到的产品可以帮助企业打开新的市场^[4], 在市场竞争中赢得先机。

产品意义是设计驱动创新理论中非常重要的一个概念。最早提出产品意义这一概念的人是美国宾夕法尼亚大学传播学院的克里彭朵夫 (Klaus Krippendorff) 教授, 他提出设计就是赋予物品以意义。产品意义与自然物品所具有的意义不同在于产品是由人设计并生产出来的, 因此一件产品的意义包含了人类造物的目的性。这是产品区别于一般自然物的重要特点, 不论是一支笔还是一个茶杯, 人们不会只关注它的物质性, 关注的重点是这件产品能帮助人们达成什么样的目的, 这才是一个产品存在所具有的意义和价值。

当前对产品功能创新的研究中, 主要以需求拉动和技术推动为前提^[5], 设计驱动的功能创新过程还未形成完整的理论体系。本文旨在为设计驱动的功能创新提供实现的过程与方法, 以指导设计人员通过设计驱动的方式进行产品功能的创新。

1 设计驱动的功能创新原理与特点

1.1 设计驱动的功能创新原理

在设计驱动的创新中, 核心任务是提出新的产品意义^[6-7]。产品的用户和应用场景是影响产品意义的两个重要因素^[8-9], 不同用户群体对产品意义的追求以及产品在不同应用场景中所具有的产品意义是不同的。产品的功能与产品意义应当具有一致性, 产品的功能服务于产品意义的表达^[10]。设计驱动的功能创新原理如图 1 所示, 当用户和应用场景发生转变时, 会催生出新的产品意义, 当产品意义发生变化时, 产品的功能也应当进行相应的变化以适应新的产品意义。

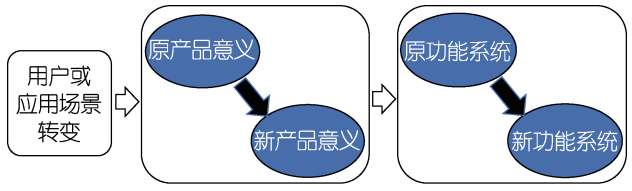


图 1 设计驱动的功能创新原理

Fig.1 The principle of design-driven function innovation

1.2 设计驱动的功能创新特点

设计驱动的功能创新与需求拉动或技术推动的功能创新相比有其自己的特点, 见图 2。首先, 由于驱动力的不同, 导致它们功能创新的目标不同, 需求拉动或技术推动的功能创新的目标是满足用户的需求或提升产品的性能^[11], 而设计驱动的功能创新的目标是使产品具有新的产品意义; 其次, 需求拉动或技

术推动的功能创新通常是指在保证产品主要功能不变的情况下, 提升产品功能的理想化程度, 而在设计驱动的功能创新中, 为了满足新产品意义的需要, 需要改变产品的主要功能; 最后, 需求拉动或技术驱动的功能创新通常是狭义的实用功能创新, 而设计驱动的功能创新是包括实用功能、象征功能及外观功能在内的广义的功能创新^[12]。

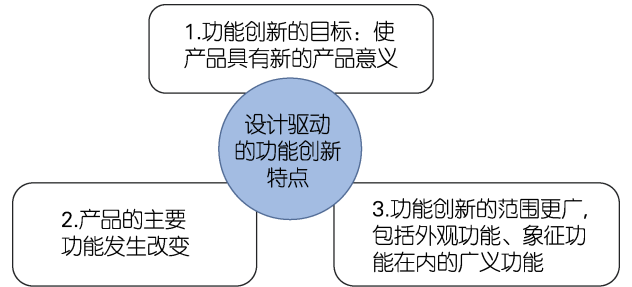


图 2 设计驱动的功能创新的特点

Fig.2 Characteristics of design-driven function innovation

1.3 设计驱动的功能创新实现过程分析

传统功能创新过程从收集用户的需求开始, 以得到满足用户需求的功能设计方案为结束。设计驱动的功能创新从提出新的产品意义开始, 以得到满足新产品意义要求的功能设计方案为结束, 其中包括两个重要的过程, 分别是新产品意义的提出过程和产品功能系统的调整过程。新产品意义的提出过程是指在现有产品的基础上发掘出具有新价值的产品意义并替换当前产品意义的过程。产品功能系统调整是指为了新产品意义的实现, 利用功能创新的相关技术对产品的功能系统进行再设计的过程。

2 新产品意义的发掘

2.1 产品意义发掘的内涵

一件产品通常具有三种类型的产品意义, 分别是功能性意义、象征性意义以及情感性意义。不同类型的产品意义具有不同的特征, 因此对于如何发掘新产品意义应该分类型进行讨论。

1) 产品功能性意义的发掘。产品的功能性意义是指产品具有的实际效用, 通过产品的实用功能体现出来, 例如水杯可以盛水、牙刷可以清洁牙齿等。发掘产品新的功能性意义就是指寻找产品是否具有其他实际用途的潜力, 将新的实际用途作为产品的主要功能对产品进行重新设计, 进而得到具有新的功能性意义的产品。

2) 产品象征性意义的发掘。产品的象征性意义是指产品具有象征用户身份或传达某种观念的作用, 例如名贵的手表可以象征用户高贵的身份。发掘产品新的象征性意义是指根据用户不同的身份特征、信仰观念等赋予产品不同的象征性, 从而使产品可以帮助

人们塑造不同的社会角色或传达出他们特定的观念。

3) 产品情感性意义的发掘。产品的情感性意义是指因产品被赋予了某种情感特征而可以与人产生某种情感关联,例如高校推出的学校周边产品,学生愿意购买使用是因为他们对学校的热爱。发掘新的情感性意义需要根据用户的文化信仰、情感偏好等赋予产品不同的情感,使产品可以与用户产生不同的情感联系。

2.2 基于用户与应用场景转变的产品意义发掘

2.2.1 产品的用户与应用场景

在面对不同的用户群体或应用场景时,产品可以具有不同的产品意义^[13],因此可以通过变换不同的用户或应用场景来发掘新的产品意义。

1) 产品的典型用户与非典型用户。产品的典型用户是指符合产品定位的用户群体。除产品的典型用户之外,有些用户对产品意义的追求与产品定位不相符,因此就成为了产品的非典型用户。基于产品的非典型用户,可以发掘出当前产品意义之外的新的产品意义。产品的典型用户与非典型用户可以从用户的年龄、性别、身份、行为习惯、文化信仰及情感偏好等维度进行划分。

2) 产品的典型应用场景与非典型应用场景。产品的意义会受到产品应用场景的影响。在产品的典型应用场景下,产品可以体现出其意义所在。然而,在产品的非典型应用场景中,产品会失去其特定的产品意义,因此产品意义的发掘可以基于产品的非典型应用场景,发掘适合于非典型应用场景的产品意义。产品的应用场景包含五个要素,分别为时间要素、空间要素、主体要素、产品要素以及事件要素。典型应用场景与非典型应用场景可以基于这五个要素来划分。

2.2.2 基于用户与应用场景转变的产品意义发掘模式

在进行产品意义的发掘时,可以单独将典型用户转变为非典型用户或单独将典型应用场景转变为非典型应用场景,也可以将用户和应用场景同时转变,因此共有以下三种模式:

1) 模式一: 应用场景不变、用户转变的模式。在该模式下,保持产品的应用场景为非典型应用场景,将产品的用户由典型用户转变为非典型用户,见图3。在产品的典型应用场景下,产品的功能性是固定的,而用户由典型用户转变为非典型用户后,具备了新的特征,根据非典型用户的身份、文化信仰以及情感偏好等,可以赋予产品新的象征性意义或情感性意义。

2) 模式二: 用户不变、应用场景转变的模式。当保持产品的用户不变,将产品的应用场景由典型应用场景转变为非典型应用场景时(如图4所示),非典型应用场景与典型应用场景相比,具有新的环境和情境,结合典型用户的行为习惯,发掘产品在新的

环境和情境下的新作用,从而赋予产品新的功能性意义。

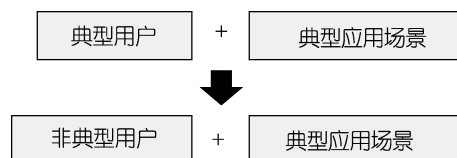


图3 应用场景不变、用户转变的模式

Fig.3 Mode of application scenario unchanged and user changed

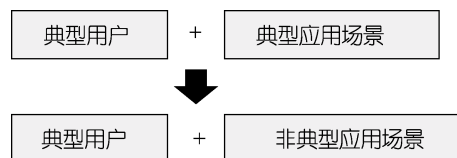


图4 用户不变、应用场景转变的模式

Fig.4 Mode of user unchanged and application scenario changed

3) 模式三: 用户和应用场景同时转变的模式。当产品的用户和应用场景均由典型用户和典型应用场景转变为非典型用户和非典型应用场景时(如图5所示),需要综合考虑新用户和新应用场景的特征,既可以结合非典型用户的行为习惯,发掘产品在新环境下的新作用,赋予产品新的功能性意义,还可以进一步结合非典型用户的身份、文化信仰等,赋予产品新的象征性或情感性意义,因此在此模式下发掘出的产品意义可以同时具有新的功能性、象征性或情感性。

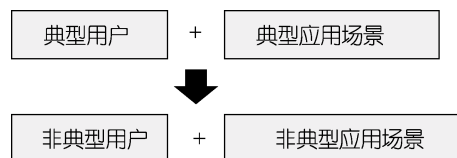


图5 用户和应用场景同时转变的模式

Fig.5 Mode of both users and application scenarios changed simultaneously

3 基于新产品意义的功能系统调整

产品意义在发生改变后,会对产品的功能系统产生相应的影响,主要体现在产品主要功能的变化上。基于新产品意义对产品的功能系统进行调整要解决两个问题,首先是产品意义发生改变后产品的功能会发生哪些变化,其次是通过什么样的方法才可以实现这样的变化。

3.1 产品意义的改变对功能的影响研究

1) 产品内部功能的变化。产品意义的改变对功能的影响主要体现在产品的主要功能上,除了主要功能,产品还具有基本功能、辅助功能以及附加功能。将产品的非主要功能变为主要功能,有助于新产品意义的实现,见图6。



图 6 产品内部功能的变化
Fig.6 Changes in product internal function

2) 新功能的加入。新产品意义的实现有时还需要将产品功能系统以外的新功能加入功能系统内, 替代产品当前的主要功能, 见图 7。

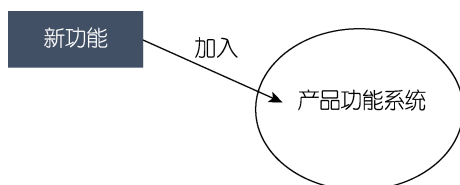


图 7 新功能的加入
Fig.7 The addition of new function

3) 功能类型的变化。产品意义对应着产品的主要功能, 当新的产品意义类型发生改变时, 产品主要功能的类型也需要进行相应变化, 主要包括实用功能、象征功能和外观功能之间的相互转变, 见图 8。

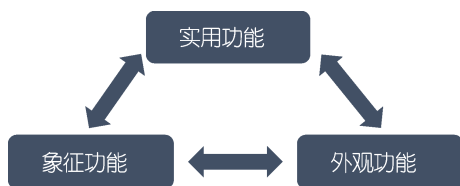


图 8 功能类型的改变
Fig.8 Change of function type

3.2 设计驱动的功能创新技术

现有的功能创新技术如功能进化、功能组合以及功能失效分析^[14], 可以使功能向着理想化的方向发展。然而, 设计驱动的功能创新要求产品的主要功能发生上述的三种改变而不是变得更理想化。因此要实现上述功能的变化, 需要更适合的功能创新技术。

1) 功能转型。功能转型是指根据产品意义的需要对产品主要功能的类型进行改变。例如产品意义由功能性意义转变为象征性意义或情感性意义后, 产品的主要功能类型将由实用功能转变为象征功能或外观功能。当产品的主要功能为象征功能或外观功能时, 需要结合产品意义实现所需的象征性元素或情感性元素对产品的外观进行重新设计, 从而体现出产品所要表达的象征性或情感性。

2) 功能升级。产品的功能系统是由多个不同的功能相互作用共同组成的, 它们在产品的功能系统中有着不同的作用和重要性。其中产品的主要功能决定了产品的用途, 影响着产品所具有的意义。产品功能的升级是指为了新产品意义的实现, 将产品功能系统内部个别非主要功能的重要性提升并升级为主要功能。

3) 功能添加与删减。产品功能的添加与删减是指当产品功能系统内部没有符合新产品意义实现所需的功能时, 需要添加新的功能作为产品的主要功能, 同时添加主要功能实现所需的基本功能和辅助功能, 并对产品功能系统中冗余的功能进行删减。

4) 功能重组。功能重组是指在进行了功能的升级、添加、删减等操作后, 根据各个分功能间的实现原理, 将功能组合成一个完整的功能系统。

设计驱动的功能创新技术应用流程如图 9 所示, 在选定目标产品得到新的产品意义后, 先确定新产品意义实现所需的主要功能类型是否需要改变, 若需要改变类型, 则将产品的主要功能类型转变为象征功能或外观功能, 然后结合相应的象征性或情感性元素对产品的外观进行重新设计, 从而体现出产品所要表达的象征性或情感性; 若不需要改变类型, 则优先从产品功能系统内部寻找可以满足新产品意义的功能, 并将其升级为产品的主要功能, 当产品功能系统内部没有相应的功能时, 需要添加新的功能到功能系统中作为主要功能; 之后围绕产品的主要功能添加主要功能实现所需的基本功能和辅助功能, 并对冗余的不相关功能进行删减; 最后根据功能间的实现原理将各个分功能组合成为一个完整的产品功能系统。

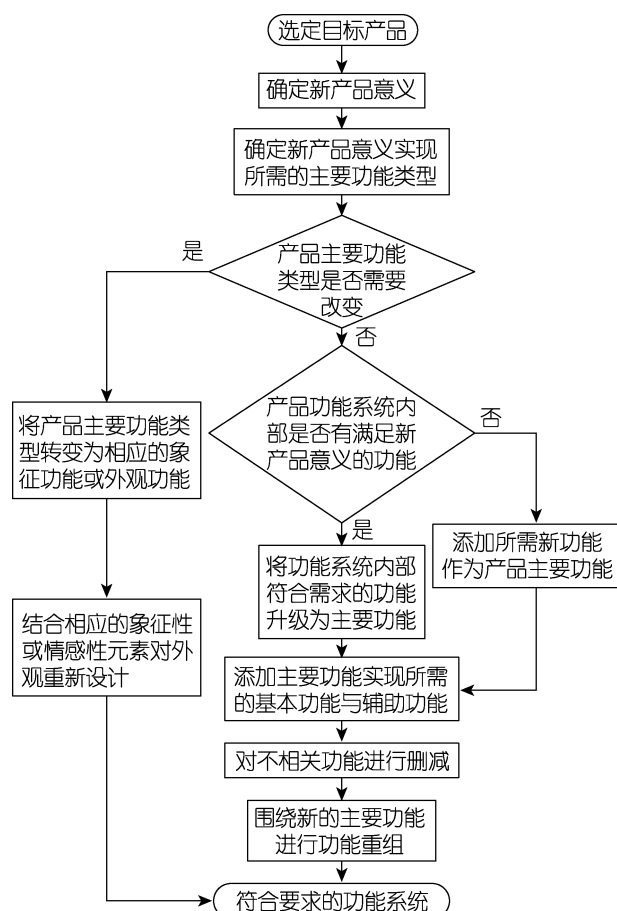


图 9 设计驱动的功能创新技术应用流程
Fig.9 Application process of design-driven function innovation technology

4 设计驱动的功能创新过程模型

设计驱动的功能创新过程如图 10 所示。首先要选定目标产品,通过对目标产品现状的研究明确目标产品当前的产品意义,结合对产品用户与应用场景的研究,选择合适的产品意义发掘模式,从不同的角度寻找发掘各种类型新产品意义的机会。应用产品意义发掘模式进行产品意义的发掘,得到新的产品意义。明确新产品意义下产品的主要功能,应用相关的功能创新技术对产品的功能系统进行调整,最终得到符合新产品要求的功能系统。

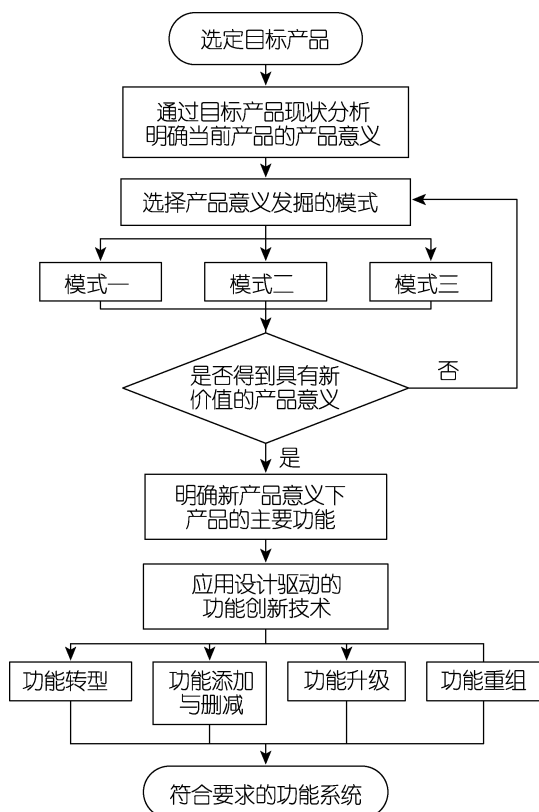


图 10 设计驱动的产品功能创新过程模型
Fig.10 Process model of design-driven
product function innovation

5 实例验证

5.1 选取闹钟作为目标产品进行实例验证

闹钟曾经是人们生活中必不可少的物品,其主要通过发出音响信号实现提醒功能,但因闹钟的功能性较为单一,其存在的价值逐渐被手机闹铃所替代。因此闹钟这一产品需要新的产品意义为其赋予新的价值。

5.2 非典型用户与非典型应用场景的获取

闹钟非典型用户的获取可以基于产品的典型用户,选取较有代表性的人群,根据该人群的特点,利用逆向转换图,完成典型用户到非典型用户的转变。

在这里,选取的人群为赖床人群,这类人群的特点是作息通常不规律,不能准点起床,且消极面对起床。针对该类典型用户,利用逆向转换图,转变为非典型用户(如图 11 所示),非典型用户为作息规律的人群,他们通常积极地规划生活,养成了良好的生物钟,在该起床的时间可以自然醒来。

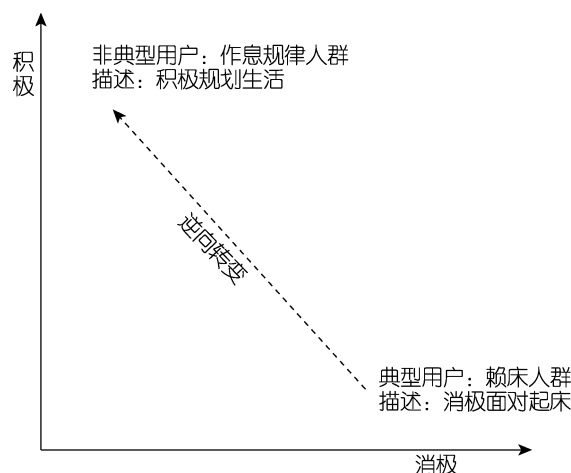


图 11 典型用户的逆向转变
Fig.11 Reverse conversion of typical users

闹钟非典型应用场景的获取可以基于产品的非典型应用场景,选取较有代表性的应用场景,根据其特点,利用逆向转换图,完成典型应用场景到非典型应用场景的转变。典型应用场景可以选取用户起床时叫醒用户这一场景,在这一场景中,用户无法在规定的时间起床,他们被动地被闹钟叫醒,被动地接受时间信息。针对该类应用场景,利用逆向转换图,转变为非典型应用场景(如图 12 所示),非典型应用场景为规划时间的场景,在该场景下,用户主动地进行时间规划。

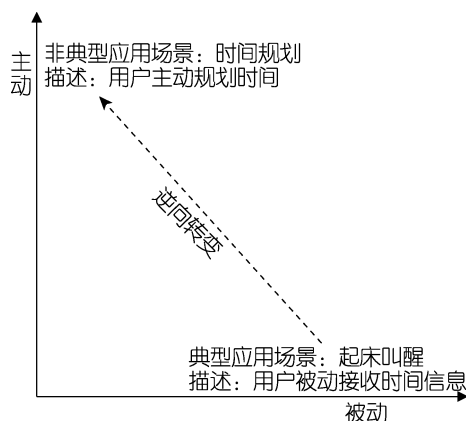


图 12 典型应用场景的逆向转换
Fig.12 Reverse conversion of typical
application scenarios

5.3 产品意义发掘模式的选择及新产品意义的建立

产品意义发掘模式的选择需要从产品用户和应

用场景两个方面考虑,产品的用户和应用场景应该形成合理的搭配,根据用户和应用场景转变的结果,可以形成典型用户与非典型应用场景的组合、非典型用户与典型应用场景以及非典型用户与非典型应用场景的组合(如表 1 所示),在这三种不同模式的组合中,可行性较高的是非典型用户与非典型应用场景的组合。

表 1 不同用户与应用场景的组合分析
Tab.1 Combination analysis of different users and application scenarios

组合	描述	可行性
典型用户 + 非典型应用场景	赖床人群做时间规划	中
非典型用户 + 典型应用场景	作息规律人群起床被叫醒	低
非典型用户 + 非典型应用场景	作息规律人群做时间规划	高

根据以上的分析,闹钟这一产品的产品意义与用户追求的规划时间的产品意义无法对应,这时就产生了意义创新的机会,利用正向转换图,建立新的产品意义:用来主动规划时间的工具(如图 13 所示)。本文将新产品命名为时间规划器。

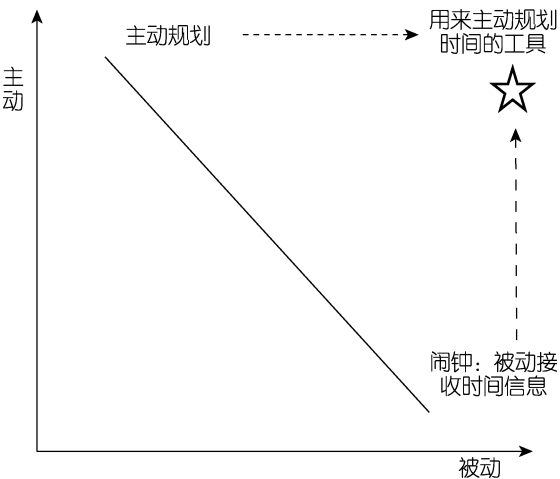


图 13 新产品意义的建立
Fig.13 Establishment of the the meaning of new products

5.4 根据新的产品意义，应用功能创新技术对功能系统进行调整

功能系统调整的过程如图 14 所示。在新产品意义下,将时间规划功能作为产品的主要功能,新产品主要功能的实现需要相应的基本功能和辅助功能作为支撑。一方面,原产品功能系统中可以延续使用的功能应该加以保留,闹钟原有的相关功能如时间显示、声音提示功能在新产品中可以继续发挥作用,故

可做保留;另一方面,有些主要功能实现所需的基本功能和辅助功能是原产品功能系统中所不具备的,因此需要添加一些新的基本功能和辅助功能如任务添加功能与任务显示功能等,最后对不相关的功能如响铃设定功能进行删除,将各个功能进行重组,最终得到符合要求的产品功能系统。

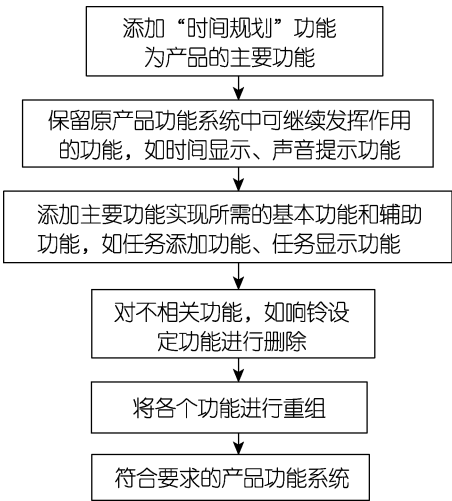


图 14 应用功能创新技术对功能系统进行调整
Fig.14 Application of functional innovation technology for adjustment of the functional system

5.5 新产品方案设计分析

新产品方案的说明如图 15 所示,新产品面向的主要用户为作息规律的人群,主要的用途为帮助人们进行时间规划。产品的使用分为两个阶段,分别为时间规划阶段和任务提示阶段。

在时间规划阶段,用户可以利用模式按钮选择自己需要的模式,首先可以根据自己的应用场景选择预设的模式,如用户在学习场景下可以选择学习模式,在学习模式下,产品已设定好用户应该在什么时间段完成哪些学习任务。当预设模式无法满足用户的需要时,可以通过蓝牙或无线连接手机,将自定义的模式添加到产品中,根据自定义模式,用户可以自由设置该模式下的任务内容及相应的时间段。

在任务提示阶段,显示屏可以显示当前所需要完成的任务,任务时间段显示区域代表任务所处的时间段,通过时针扫过的角度可以观察任务的时间进度,当任务时间用完之后会发出声音提醒用户。

手机端的界面如图 16 所示,通过蓝牙或无线将手机与产品连接后,用户可以通过添加模式按钮从手机端添加自定义的模式到产品中,用户可以给新添加的模式命名,通过添加任务按钮可以设置新模式下所要完成的任务及时间段,点击保存按钮即可将新模式添加到产品中供用户选择。通过删除模式按钮用户可以删除现有的模式,历史记录可以显示用户最近使用过的模式,方便用户了解其过往所做的时间规划。



图 15 新产品方案说明图
Fig.15 New product plan description



图 16 手机端界面图
Fig.16 Mobile phone interface

6 结语

大量研究表明,设计驱动功能创新的方式在开拓产品新市场、增强企业产品竞争力和品牌影响力方面有着天然的优势。本文将设计驱动的功能创新分为两个阶段,并为每个阶段的实现提供了相应的方法。从用户和应用场景两个角度分析总结了产品意义发掘的方式;根据设计作为驱动力时功能变化的特点,总结出适用于设计驱动的功能创新技术。结合以上的研究,探索性地提出了设计驱动的功能创新过程模型,丰富了功能创新理论体系。在设计驱动的功能创新思路下,设计者可以通过发掘新的产品意义,构建符合新产品意义的功能系统,从而完成功能的创新。因此,设计者在进行功能创新时可以不再仅依靠新需求的发掘或技术创新。同时,通过该过程设计出的产品可以更好地满足用户对不同产品意义的追求,为消费者提供更好的产品选择。

参考文献:

- [1] 徐蕾,倪嘉君.网络异质性如何提升创新绩效?——基于设计驱动型创新解析视角的实证研究[J].科学学研究,2019,37(7):1334-1344.
XU Lei, NI Jia-jun. How does Network Heterogeneity Improve Innovation Performance?—An Empirical Analysis from Design-Driven Innovation Perspective[J]. Studies in Science of Science, 2019, 37(7): 1334-1344.
- [2] DELL'ERA C, MARCHESI A, VERGANTI R. Mastering Technologies in Design-Driven Innovation[J]. Research-Technology Management, 2010, 53(2): 12-23.
- [3] 胡洁,陈斌.创新设计中的源泉、机制和评价问题研究综述[J].包装工程,2020,41(18):60-70.
HU Jie, CHEN Bin. Source, Operating Mechanism, and Evaluation of Innovative Design[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(18): 60-70.
- [4] 郭靖,檀润华,孙建广,等.设计与资源驱动的产品NDI设想产生过程研究[J].工程设计学报,2015,22(4):309-316.
GUO Jing, TAN Run-hua, SUN Jian-guang, et al. Research on Process of Generating NDI Ideas for Products Driven by Design and Resources[J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2015, 22(4): 309-316.
- [5] 曹国忠,檀润华.功能设计原理及应用[M].北京:高等教育出版社,2016.
CAO Guo-zhong, TAN Run-hua. The principle and application of functional design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2016.
- [6] 陈雪颂,陈劲.设计驱动型创新理论最新进展评述[J].外国经济与管理,2016,38(11):45-57.
- CHEN Xue-song, CHEN Jin. A Review of Latest Development of Design-Driven Innovation Theory[J]. Foreign Economics & Management, 2016, 38(11): 45-57.
- [7] 赖红波.设计驱动创新微观机理与顾客感知情感价值研究[J].科研管理,2019,40(3):1-9.
LAI Hong-bo. An Empirical Study of the Design-Driven Innovation Micro-Mechanism and the Customer Perception Emotional Value[J]. Science Research Management, 2019, 40(3): 1-9.
- [8] 吴雪松.意义导向的产品设计方法[D].长沙:湖南大学,2017.
WU Xue-song. The Product Design Methods Driven by the Meaning[D]. Changsha: Hunan University, 2017.
- [9] 吴明,刘振宇.基于场景变化的社交产品交互设计[J].包装工程,2020,41(8):134-139.
WU Ming, LIU Zhen-yu. Social Product Interaction Design Based on Usage Scenarios[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(8): 134-139.
- [10] 陈劲,曲冠楠.有意义的创新:引领新时代哲学与人文精神复兴的创新范式[J].技术经济,2018,37(7):1-9.
CHEN Jin, QU Guan-nan. Meaningful Innovation: A New Innovative Paradigm Leading Renaissance of Philosophy and Humanistic Spirit in New Era[J]. Technology Economics, 2018, 37(7): 1-9.
- [11] 梁瑞,张建辉,檀润华,等.已有产品功能创新设计过程模型及应用[J].机械工程学报,2016,52(23):50-61.
LIANG Rui, ZHANG Jian-hui, TAN Run-hua, et al. Design Process Model and Application of the Existing Product Function Innovation[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2016, 52(23): 50-61.
- [12] 陈圻,陈国栋.三维驱动力网络创新路径及其组合研究[J].科学学研究,2014,32(1):122-129.
CHEN Qi, CHEN Guo-dong. A Study on Innovation Approaches and Their Portfolio Based on 3D Driver Network[J]. Studies in Science of Science, 2014, 32(1): 122-129.
- [13] 简如郡,张茫茫.情感化设计驱动下的品牌重构与产品创新研究——以坚果品牌设计策略为例[J].装饰,2018(12):25-31.
JIAN Ru-jun, ZHANG Mang-mang. Research on Emotion-Driven Design Rebranding and Product Innovation: A Case Study of JMGO Branding Design Strategy[J]. Art & Design, 2018(12): 25-31.
- [14] 刘伟,史源,于菲,等.仿生设计中的功能创新研究[J].包装工程,2019,40(14):186-191.
LIU Wei, SHI Yuan, YU Fei, et al. Function Innovation in Bionics[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(14): 186-191.

责任编辑:马梦遥