

基于可拓变换的专利创新再设计方法

米晶晶¹, 成思源^{1,2}, 杨雪荣^{1,2}, 李苏洋¹

(1.广东工业大学, 广州 510006; 2.广东省创新方法与决策管理系统重点实验室, 广州 510006)

摘要: **目的** 对现有优秀专利文本进行挖掘和二次开发, 高效快速地实现产品的创新再设计。**方法** 首先以功能本体知识库为基础, 通过归类分析目标专利文本中动词之间的关系, 提取其功能知识。其次, 将从专利文本中提取的功能原理知识词集抽象表示, 建立可拓基元模型。然后, 根据基元的可拓性寻找目标功能基元的可拓集, 运用可拓变换原则实现基元的创新变换。**结论** 将专利文本转化为可拓模型, 增加可操作性, 同时使得专利的核心技术内容更加直观具象。针对节能灯包装盒, 验证了方法的可行性。

关键词: 专利创新设计; 功能原理知识; 可拓基元; 可拓变换

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)18-0151-05

Patent Product Innovation Re-design Methods Based on Extension Transformation

MI Jing-jing¹, CHENG Si-yuan^{1,2}, YANG Xue-rong^{1,2}, LI Su-yang¹

(1.Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China; 2.Guangdong Provincial Key Laboratory of Innovation Method and Decision Management System, Guangzhou 510006, China)

ABSTRACT: It aims to excavate and twice develop the existing outstanding patent document, so as to realize the design and innovation of the product efficiently and rapidly. Patent product innovation re-design method based on extension transformation is firstly proposed to analyze the target patent document. Based on the function ontology knowledge base, the relationship between the verbs are classified and analyzed, and the function knowledge vocabulary is extracted. Secondly, function principle knowledge is abstracted and extension basis-element model is established. Then, according to the extension of basic elements, the extension set of the target function is found. Extension transformation principles are used to realize the extension transformation. The patent document is transformed into an extension model, which can increase the operability and make the core technology content more intuitive and abstract. Finally, the feasibility of this method is verified by the light bulb packaging box.

KEY WORDS: patent innovation design; function principle knowledge; extension basis-element; extension transformation

随着技术的进步, 专利文献的数量也在不断增加, 欧洲专利局曾经统计过, 专利作为技术信息最有效的载体, 世界上 80% 以上的科技信息首先在专利文献中出现, 善用专利信息, 可以减少 60% 的研发时间和 40% 的科研经费^[1]。专利文献包含着新原理、新技术、新工艺等, 知识含量最高, 是解决问题最有效的资源。其中很多优秀专利文献具有很长的篇幅, 人们要高效率地利用如此浩瀚的专利信息资源, 首先要合理地组织专利, 建立能促进创新设计的结构化专利知识表示模型^[2]。其中 Soo^[3]从专利中提取专业术语和结构原理, 据此提出了基于 TRIZ 理论的协同创新设

计方法; 姚宏兴^[4]提出了基于相似度计算的专利检索方法及基于专利知识的推送方法, 开发了基于专利知识的产品创新设计系统原型; 张惠等^[5]提出了提取专利文献的权利要求书中零部件的目的功能和绿色特征, 采用数据挖掘算法提取它们之间的关联规则, 辅助产品的绿色创新设计。

为了可以简洁地表示客观世界中的物、事和关系, 同时便于计算机处理, 可拓学将事物的特征和量值结合起来研究, 有利于产品信息的集成, 增加可操作性, 方便后续的详细设计。可拓学提出了用以描述事物的基本逻辑单元的基元, 为实际问题提供多

收稿日期: 2017-05-31

基金项目: 广东省科技计划项目 (2014A040402005, 2014A040402006); 广东省研究生教育创新计划项目 (2015SFKC23)。

作者简介: 米晶晶 (1992—), 女, 内蒙古人, 广东工业大学硕士生, 主攻创新方法、TRIZ 理论和专利规避设计。

通讯作者: 成思源 (1975—), 男, 重庆人, 博士, 广东工业大学教授, 主要从事技术创新方法、工业设计技术等方面的研究。

种选择的途径^[6-7]。其中,叶军^[8]提出了基于物元模型和可拓关联度进行机械设计方案决策;李正军等^[9]通过解析产品设计符号系统的概念和结构,建立产品设计符号的可拓基元模型方法,拓展产品的设计创新;杨刚俊等^[10]阐述了可拓学的物元模型和菱形思维方法,并将 TRIZ 与可拓学方法相结合,应用于产品创新设计中。

以上研究者从不同角度研究了专利知识的提取方法,以及将可拓学应用于产品创新设计和方案评价中的方法。本文将可拓学与专利知识提取相结合,提出了基于可拓变换的专利产品创新设计方法,通过挖掘现有优秀专利文本的专利知识,得到抽象表示的可拓基元,运用可拓变换原则实现对专利文本功能基元的创新设计。基于可拓变换的专利创新再设计的流程见图 1。

1 专利创新再设计流程

基于可拓变换的专利产品创新设计方法,通过挖掘现有优秀专利文本的专利知识,得到抽象表示的可拓基元,运用可拓变换原则实现对专利文本功能基元的创新设计。基于可拓变换的专利创新再设计的流程见图 1。

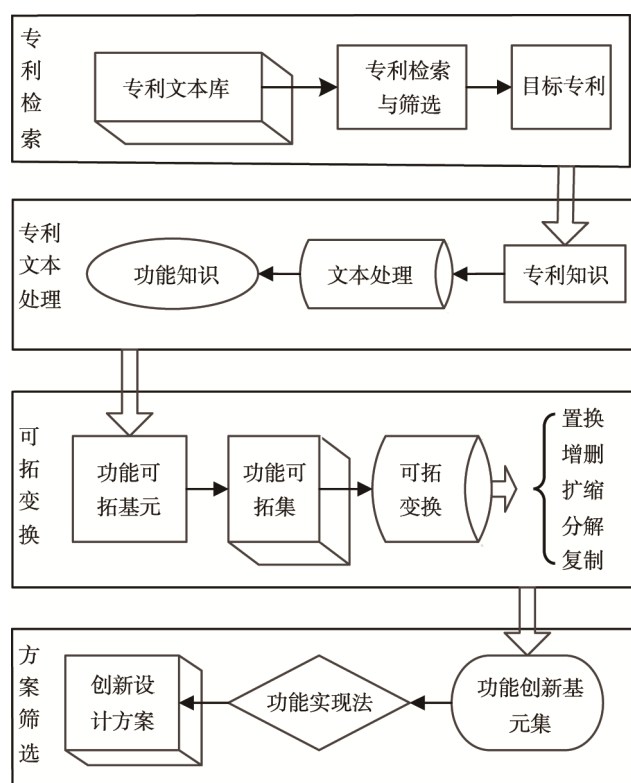


图 1 专利创新再设计流程

Fig.1 Patent innovation re-design process

1) 专利检索: 根据产品开发目标, 确定检索主题。通过关键词检索相关专利库, 对检索获得的专利进行分析, 得到与设计目标功能结构相近的相关专

利。分析选择与目标功能结构最相近或相等的、创新性较高的专利作为目标对象。

2) 专利文本处理: 确定目标专利对象后, 识别专利文本中的动词信息, 以功能本体知识库为基础, 对各个动词进行归类, 并分析它们之间的层次关系, 提取每一类别中最高层的词汇作为功能知识, 并将其抽象表示为功能词集, 为下一步建立可拓基元模型提供条件。

3) 可拓变化: 把从专利文本中提取的功能原理知识词集抽象表示, 建立专利知识基元模型 $R=\{O,c,v\}$ 。其中, 物元 O 为功能, c 为功能的特征, v 为事物关于特征的量值, R 为功能物元的可拓集。分析得到目标功能基元的可拓集, 运用 5 种基本变换原则实现对专利知识基元的可拓变换, 构建专利创新设计的方案集。

4) 方案筛选: 在可拓变换指导下形成功能创新基元集后, 需要运用功能实现法或功能导向搜索法将抽象的功能概念进一步转化为具体的设计方案。

2 专利知识表述分析

专利文本是一种特殊形式的文本, 其特点在于文本自然语言表述具有较强的专业性, 表述方式更具有复杂性。其中专利知识反映了专利创新点并能启发产品结构及技术特征信息的灵感^[2,4,11]。

2.1 专利文本构成

专利作为具有法律效力的文本, 具有固定的书写格式, 中文发明专利主要包括以下内容^[12]。(1) 标题 (产品的名称): 表示发明的主体并且包含一定数量能明显识别的功能性描述词汇。(2) 专利摘要: 对专利方案的核心部分包括结构和工作原理等进行概括性地描述。(3) 权利要求书: 从法律角度划定专利要求保护的范围, 阐述方案功能实现的原理、结构及其之间的相关约束。(4) 专利说明书: 是对专利的详细阐述, 包括技术领域、背景技术、发明内容、具体实施方式等。(5) 说明书附图: 专利方案的图形展示, 通常包含该技术方案主要技术特征附图。

在专利文本当中, 标题、摘要和权利要求书均是对专利发明内容的概述, 篇幅较小, 相对于发明内容和具体实施方案, 既说明了发明的特点又避免了冗余和重复。因此, 专利知识的抽取对象文本为标题、摘要和权利要求书。

2.2 专利文本处理

专利设计知识指从专利文献中提取的、反映专利创新点的产品结构技术特征信息, 主要包括功能原理知识和结构设计知识^[13]。其中功能原理知识描述了实现产品功能的作用运动和作用关系, 涉及到产品性能^[14]。在专利文本中, 功能知识表现形式为: 动词+形容词或名词,

可以从标题、摘要、权利要求书中分析获得。从专利文本中获取功能原理知识的过程见图 2。

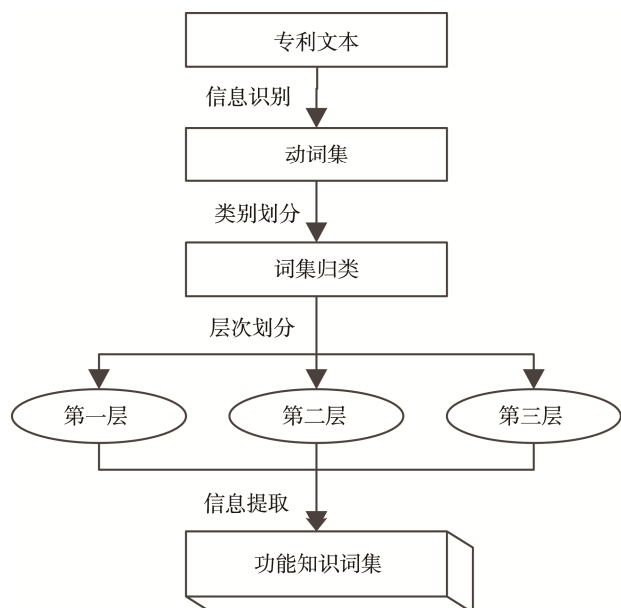


图 2 功能原理知识提取过程

Fig.2 The extraction process of function principle knowledge

1) 信息识别：分析专利文本的标题、摘要和权利要求书，识别文本中的动词及动词前后名词形容词之间的关系。

2) 类别划分：以功能本体知识库为基础，对各词汇进行归类，划分成不同类别，将相同或相近含义的词汇归为同一类。

3) 层次划分：同时，判断动词在功能本体知识库中所属的层次，分析各个动词之间的层次关系。

4) 信息提取：提取每一类别中最高层的词汇作为实现专利文本的功能知识，并将其抽象表示为功能词集，实现对功能原理知识的提取处理。

其中，功能本体知识库是功能领域内共同认可的各种功能知识词集，并对这些词汇从层次上规范出相互关系^[15]。通过对功能词汇的归类提取，可以有效确定专利文本的核心技术功能，提取的功能原理知识词汇共同作用可以实现整个产品的功能系统。功能词汇集合可以表示为： $F=\{F_1, F_2, F_3, \dots\}$ ，为下一步建立可拓基元模型提供依据。

3 可拓变换

可拓创新方法通过建立形式化的基元模型，来表示万事万物的关系和问题，可操作性强，可以按照一定的流程生成创意，把问题用规范的形式表达^[16,7]。将复杂的专利文献转化为可拓基元的表现形式，使得专利产品的核心技术内容更加直观抽象地表达，有利于设计者找到技术创新的突破口，为进一步转化创新再设计为具体

的设计方案提供方向。基元变换方法的步骤如下。

- 1) 选择要实施变换的基元 R 。
- 2) 利用拓展分析原理寻找基元 R 的拓展基元集。
- 3) 选择要实施的基本变换。
- 4) 确定变换集，得到变换解。

3.1 建立基元模型

可拓模型是通过形式化体系来表达信息、知识和问题等的模型，既描述了事物的数量关系，又考虑了事物的质的方面，通过如下步骤去获得创意。

R 称为功能物元，也可记为 R_F 。基元把事物、特征和量值放在一个统一体中考虑，使人们处理问题时既要考虑量，又要考虑质^[17]。同时，物元中的事物是有内部结构的，物元三要素的变化和事物结构的变化使物元产生变化，从而使物元成为描述事物可变性的基本工具^[7]。

3.2 拓展变换

从一个基元出发，可以根据基元不同的可拓展性拓展出很多基元，为解决问题提供多条途径。基元拓展分析方法包括发散树方法、相关网方法、蕴含系方法和分合链方法^[6]。用基元表示目标专利文献以后，利用拓展分析法，就可以发现发明创造的多种可能性，从而得到很多新的创意可拓集合：

$$R=\{R_{S1}, R_{S2}, R_{S3}, \dots, R_{Sn}\}.$$

拓展分析只能提供解决问题生成创意的多种可能的途径，想要解决问题得到创意解，必须要通过实施可拓变换得到，通过变换的运算能产生很多可供选择的创意。可拓变换包括 5 种基本变换的计算方法^[15,6]。

可拓变换基本公式： $TR=\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ ；

可拓变换基 T 为： $T=\{O_T, c, v\}$

实施变换名称 O_T 为： $O_T \in \{\text{置换, 分解, 增删, 扩缩, 复制}\}$

其中 5 种基本变换如下所示。

1) 置换变换：从 R 的发散基元集寻找可代替 R 的基元。变换公式为： $TR=R_i$ 。

2) 增删变换：从 R 的可组合的基元集寻找可与 R 组合的基元，或对 R 分解做删减变换。变换公式为： $TR=R \pm R_i$ 。

3) 扩缩变换：扩大或缩小基元 R 的对象或量值。变换公式为： $TR=aR$ 。

4) 分解变换：分析 R 是否为可分基元，将基元 R 分解为多个基元。变换公式为： $TR=\{R_1+R_2+\dots+R_n\}$ 。

5) 复制变换：变换公式为： $TR=\{R, R^*\}$ 。

可拓学研究了以可拓推理和可拓变换为核心的可拓逻辑，作为处理矛盾问题的推理工具。在可拓变换中，实施变换名称 O_T 的变换而导致不同的变换结果，变换的过程可以表达量变，也可以描述质变，因而可以得到

很多新的创意可拓集合, 实现可拓变换的创新设计。

4 案例

运用基于可拓变换的专利产品创新设计方法, 针对节能灯包装盒, 验证此方法的可行性。

4.1 构建目标专利产品功能结构关系

基于关键词检索, 得到目标专利 CN20092026-2723.3^[18]。该专利公开了一种新颖节能灯包装盒, 它包括如图 3 所示的 5 个部分: 盒体 1、观测窗 2、挡板 3、灯头通孔 4、悬持片 5。盒体内靠近底部位置设置有一挡板, 该挡板设置有供节能灯的灯头穿过的通孔, 灯头穿过该通孔, 尾部顶靠在上盖内侧, 试灯方便; 另外, 由于该包装盒顶部设置有悬挂部件, 在出售时可以将该包装盒通过悬挂部件悬挂起来, 放置方便, 也方便消费者观看。

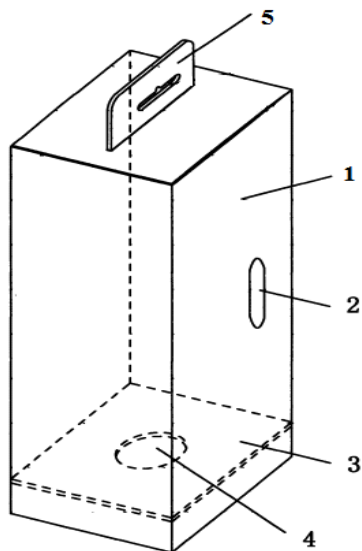


图 3 一种新颖节能灯包装盒
Fig.3 A efficient lightbulb packaging box

根据技术系统与外界输入输出的关系, 可以确定包装盒的功能是在运输和搬运过程中, 保护灯具, 并且具有展示试灯的功能。对目标专利文献进行分析, 识别文本中的动词: 保护、试灯、悬挂、放置、观看、展示等, 以功能本体知识库为基础, 对各个动词进行归类, 并分析它们之间的层次关系, 提取功能知识词汇, 获得目标专利文献的功能集。 $F=\{F_1, F_2, F_3\}$, 其中 F_1 =保护, F_2 =展示, F_3 =放置, 构建目标专利产品的功能可拓基元模型 $\{R_{F1}, R_{F2}, R_{F3}\}$:

$$R_{F1} = \left\{ \begin{array}{l} \text{保护, 支配对象, 盒体} \\ \text{施动对象, 人} \\ \text{接受对象, 灯体} \\ \text{程度, 中} \\ \text{地点, 运输和销售} \end{array} \right\};$$

$$R_{F2} = \left\{ \begin{array}{l} \text{展示, 支配对象, 挡板 + 通孔} \\ \text{施动对象, 灯体} \\ \text{接受对象, 顾客} \\ \text{程度, 低} \\ \text{地点, 销售柜台} \end{array} \right\};$$

$$R_{F3} = \left\{ \begin{array}{l} \text{放置, 支配对象, 悬持片} \\ \text{施动对象, 人} \\ \text{接受对象, 盒体} \\ \text{程度, 高} \\ \text{地点, 销售柜台} \end{array} \right\}。$$

4.2 目标产品基元拓展分析

调查和分析产品的知识库, 了解到包装盒首先要起到保护灯泡的功能, 同时应具有方便携带的功能; 其次包装盒应具有展示销售功能, 方便观察灯的形状与灯的好坏; 最后, 应该尽可能做到环保, 降低包装盒材料的浪费。根据基元拓展分析方法, 运用发散树方法得到 R_{S1} , R_{S2} , 运用蕴含系方法得到 R_{S3} , 建立基元的可拓集 $\{R_{S1}, R_{S2}, R_{S3}\}$ 如下所示:

$$R_{S1} = \left\{ \begin{array}{l} \text{展销, 支配对象, 展示口} \\ \text{施动对象, 灯体} \\ \text{接受对象, 顾客} \\ \text{程度, 中} \\ \text{地点, 销售柜台} \end{array} \right\},$$

$$R_{S2} = \left\{ \begin{array}{l} \text{便携, 支配对象, 盒体} \\ \text{施动对象, 人} \\ \text{程度, 中} \\ \text{地点, 销售柜台} \end{array} \right\},$$

$$R_{S3} = \left\{ \begin{array}{l} \text{低耗, 支配对象, 盒体} \\ \text{施动对象, 人} \\ \text{方式, 减材} \\ \text{程度, 中} \end{array} \right\}。$$

4.3 可拓变换

根据上述的基元模型以及可拓集, 运用 5 种基本变换原则, 其中, 寻找到 R_{F1} 的可组合的基元 R_{S3} , 因此 R_{S3} 为 R_{F1} 的可增加基元, 运用增加变换: $TR_{F1}=R_{F1}+R_{S3}$; 从发散基元集找到, R_{S1} 和 R_{S2} 分别是 R_{F2} 和 R_{F3} 的可替代基元, 故运用置换变换: $TR_{F2}=R_{S1}$; $TR_{F3}=R_{S2}$; 最终得到新的基元模型集合为: $\{R_{F1}+R_{S3}, R_{S1}, R_{S2}\}$ 。

通过上述可拓变换, 形成功能创新基元集, 对新的功能基元模型, 运用功能实现法进一步转化为具体的设计方案, 得到如图 4 所示产品结构。节能灯包装

盒由6个部分组成: 箱体, 灯头定位口, 灯管槽, 4—支撑板, 易撕线, 连接板。

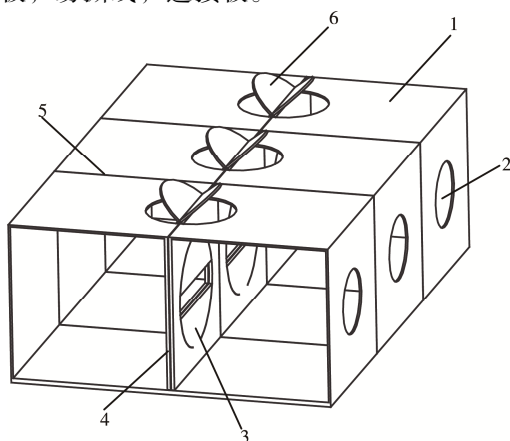


图4 节能灯包装盒新结构模型

Fig.4 A new structure model of lightbulb packaging box

本创新再设计利用支撑板,提高了内衬在包装盒内的稳定性,防止存放或者运输途中,由于碰撞或者振动导致灯管的破碎,有效的保护了节能灯,实现 R_{F1} 保护的功能;易撕线减少了盒体的材料,实现 R_{S3} 减材低耗的功能;将节能灯的灯头插入到挡板的通孔中,方便试灯实现 R_{S1} 展销的功能;同时对灯头到支撑保护作用,再利用灯管槽使节能灯固定在内衬中,有效的防止节能灯在内衬中发生碰撞实现 R_{F1} 保护的功能;连接板方便在销售过程中携带,实现 R_{S2} 中的便携功能。

5 结语

本文提出的基于可拓变换的专利产品创新设计方法,以现有优秀的专利文本和专利技术方案为目标,进行挖掘和二次开发,并识别动词信息,提取专利产品的功能原理知识,将其抽象表示为可拓基元。根据可拓变换原则,实现对专利文本功能基元的可拓变换创新设计。与现有专利产品设计方法相比较,该方法将复杂的专利文献转化为形式化的可拓基元模型,增加可操作性,使得专利产品的核心技术内容更加直观具象,有利于设计者找到技术创新的突破口,为专利产品的创新再设计提供方向。

参考文献:

- [1] 郭婕婷. 专利分析方法研究[J]. 情报杂志, 2008(1): 12—15.
GUO Jie-ting. The Study of Patent Information Analysis[J]. Journal of Information, 2008(1): 12—15.
- [2] 薛驰. 基于专利知识的机械产品创新设计方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
XUE Chi. Research on Method of Mechanical Product Innovative Design Based on Patent Knowledge[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2013.
- [3] SOO V W. A Cooperative Multi-agent Platform for Invention Based on Patent Document Analysis and Ontology[J]. Expert Systems with Applications, 2005, 31(4): 766—755.
- [4] 姚宏兴. 基于专利知识的产品创新设计方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
YAO Hong-xing. Research on Method of Product Innovative Design Based on Patent Knowledge[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2016.
- [5] 张惠. 绿色专利设计知识的获取方法研究[J]. 工程设计学报, 2015(1): 11—17.
ZHANG Hui. Research of a Method for Acquiring Design Knowledge from Green Patents[J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2015(1): 11—17.
- [6] 杨春燕, 蔡文. 可拓学[M]. 科学出版社, 2014.
YANG Chun-yan, CAI Wen. Extenics[M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [7] LIAO Y. Extension Innovation Design of Product Family Based on Kano Requirement Model[J]. Procedia Computer Science, 2015, 55: 268—277.
- [8] LIU J. Multilevel Comprehensive Evaluation for Heat Exchanger Design Schemes Based on Extension Theory[J]. Ciesc Journal, 2011, 62(7): 1970—1976.
- [9] 李正军. 产品设计符号可拓基元创新方法[J]. 包装工程, 2016, 37(4): 143—147.
LI Zheng-jun. Extension Basic-element Innovation Method of Product Design Symbol[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(4): 143—147.
- [10] 杨刚俊. 基于可拓学模型的产品创新设计方法[J]. 包装工程, 2011, 32(18): 30—33.
YANG Gang-jun. A New Product Innovation Design Method Based on Extenics Model[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(18): 30—34.
- [11] WANG Z. Method of Foreign Patent Knowledge Acquisition to Support Product Conceptual Innovation Design[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(12): 210—216.
- [12] 张惠. 产品专利知识获取及其辅助产品创新的方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
Zhang hui. Research on the method of product patent knowledge acquisition and its auxiliary product innovation[d]. Hangzhou: zhejiang university, 2010.
- [13] 邱清盈. 基于专利知识的化械产品辅助创新系统[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(2): 354—361.
QIU Qing-ying. Computer-aided Innovative System of Mechanical Products Based on Patent Knowledge[J]. Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems Cims, 2013, 19(2): 354—361.
- [14] CHEN Y. A New Model of Conceptual Design Based on Scientific Ontology and Intentionality Theory. Part I: the Conceptual Foundation[J]. Design Studies, 2015, 37: 12—36.
- [15] 吴俊. 基于功能本体的产品设计知识表达[J]. 机械设计与制造工程, 2014(7): 15—19.
WU Jun. The Knowledge Representation of Product Design Based on the Function Ontology[J]. Machine Design & Manufacturing Engineering, 2014(7): 15—19.
- [16] 蔡文. 可拓学的基础理论与方法体系[J]. 科学通报, 2013(13): 1190—1199.
CAI Wen. The Basic Theory and Method System of Extenics[j]. Chinese Science Bulletin, 2013(13): 1190—1199.
- [17] 陈梦华. 可拓学在产品创新设计中的应用研究[J]. 锻压装备与制造技术, 2010, 45(4): 68—71.
CHEN Meng-hua. The Research of Extenics in Innovative Design of Product[J]. China Metal Forming Equipment & Manufacturing Technology, 2010, 45(4): 68—71.
- [18] 林坚生. 一种新颖节能灯包装盒: CN, CN2009-20262723.3[P]. 2009.11.06.
LIN Jian-sheng. A Efficient Lightbulb Packaging Box: CN, CN200920262723.3[P]. 2009.11.06.