

基于计算机辅助创新技术的瓷碟包装结构设计

李田^{1,2}, 成思源^{1,2}, 赵荣丽¹, 王瑞¹, 郭钟宁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: 介绍了计算机辅助创新技术的理论基础 TRIZ 及相关技术, 阐述了计算机辅助创新软件的发展和体系构成。通过瓷碟包装的市场调研, 以 Pro/innovator 6.0 为平台, 建立了瓷碟包装的系统模型。利用 TRIZ 理论对瓷碟包装模型进行了系统分析、问题分解及求解等, 经综合分析得到了瓷碟包装结构的创新设计, 实现了瓷碟包装保护产品、便于携带的功能, 同时具有实用美观的外形。

关键词: 计算机辅助创新; TRIZ; Pro/innovator; 瓷碟包装; 结构设计

中图分类号: TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)19-0001-05

Design of Ceramic Dish Packaging Structure Based on Computer Aided Innovation

Li Tian^{1,2}, CHENG Si-yuan^{1,2}, ZHAO Rong-li¹, WANG Rui¹, GUO Zhong-ning¹

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

Abstract: TRIZ as the basis of Computer Aided Innovation (CAI) and the technologies related to CAI were introduced. The development and formation of CAI software system were analyzed. Through market research, the system model of ceramic dish packaging was established based on the Pro/Innovator 6.0 platform. System analysis, problem decomposition, and solution search were carried out on the ceramic dish packaging model using TRIZ theory. Innovation design of ceramic dish packaging structure was obtained through synthetic analysis. Product protection, portable style, and aesthetic appearance of ceramic dish packaging were realized by the innovation design.

Key words: CAI; TRIZ; Pro/innovator; ceramic dish packaging; structural design

中国是陶瓷生产大国, 瓷碟是日常生活中会经常用到的陶瓷制品。由于瓷碟为易碎品, 需要尽可能降低运输流通过程对产品造成的损坏, 因此内外包装、运输包装的合理设计对陶瓷制品非常重要。当前市场上常见的瓷碟包装方法大致分为 3 种: 中小陶瓷生产企业采用以草绳、塑料打包带等材料的简易捆扎包装; 大中型陶瓷生产企业采用的瓦楞纸箱包装; 少数高档陶瓷生产企业采用的蜂窝纸箱包装。有些陶瓷企业的包装设计不能够最大限度地体现出产品的价

值, 粗劣的包装导致了产品的高破损率, 降低了设计应有的艺术感, 因此其包装的创新设计是影响陶瓷产品竞争力的重要因素^[1]。

计算机辅助创新是新产品开发中的一项重要技术, 它是以欧美国家迅速发展的发明问题解决理论 (TRIZ) 为基础, 结合本体论 (Ontology)、现代设计方法及计算机软件技术多领域科学知识综合而成的创新技术。文中基于计算机辅助创新软件 Pro/Innovator 6.0, 根据对瓷碟包装问题模型进行系统分析、

收稿日期: 2013-06-08

基金项目: 国家科技部创新方法工作专项项目 (2011IM020300); 广东省省部产学研结合项目 (2011A091000040); 广东省科技计划项目 (2011A060901001); 广东省创新方法工作专项项目 (2011B061100001)

作者简介: 李田 (1989-), 女, 河北人, 广东工业大学硕士生, 主攻逆向工程、创新方法等。

问题求解等,并综合分析得出对瓷碟包装系统模型的创新设计,实现了瓷碟包装保护产品、便于携带的功能,同时具有实用美观的外形。

1 计算机辅助创新技术

1.1 TRIZ 理论

TRIZ 理论是由前苏联发明家根里奇·阿奇舒勒(G. S. Altshuller)于 1946 年创立的,他的团队对世界各地多达 250 万份高水平专利文献加以研究提炼,归纳出多种技术发展的规律,萃取了多种学科领域中解决矛盾的创新原理和进化法则,在此基础上建立了一套系统解决技术问题和创新开发的综合方法体系——TRIZ 理论^[2]。TRIZ 中的创新规律改善了传统盲目的、高成本的试错,使创新不再是随机行为。

经过半个多世纪的发展,TRIZ 理论已经成为一套解决新产品开发实际问题的理论体系,包含九大经典理论基础:技术进化发展、最终理想解、40 个发明原理、39 个工程参数及矛盾矩阵、物理矛盾和四大分离原理、物-场模型分析、发明问题标准解、发明问题解决算法以及科学效应库。TRIZ 逐渐成为世界各国工程领域解决技术和创新问题的热点,在欧美很多大公司已经有应用 TRIZ 成功解决产品技术问题的案例。近年来,我国很多公司也开始引入 TRIZ 解决工程中的技术问题^[3]。

1.2 本体论

本体论本来是一个哲学名词,属于形而上学理论的分支,研究客观事物存在的本质,与认识论相对。在人工智能领域,本体论是对客观存在的概念和关系的一种概念化说明描述,是研究客观事物间的相互联系,由对象、属性及关系三者组成,其中处于主导的关系又包括 3 种:属性之间的关系、对象之间的关系及关系之间的关系。本体论的应用需要 3 方面的条件:术语标准化,异构数据集成,以及领域知识的表达、共享、重用。在计算机辅助创新软件中,以本体论作为载体,捕获相关领域内的共同理解并认可的词汇,从不同层次的形式化上给出这些词汇或术语之间的相互关系,对相近的语义词汇进行扩展搜索,可在看似不相关的案例中受到启发,得出解决方案的创新思维^[2,4]。

1.3 计算机辅助创新软件

CAI 软件作为工程领域又一个重要的计算机辅助技术而出现,是新产品技术开发中的一项新兴技术,是创新理论、创新技术和 IT 技术的集成。在产品创新设计的各个阶段,工程技术人员可借助 CAI 软件中丰富的效应知识库、创新方案库和专利库得到创新性构思,制定出符合市场需求的产品解决方案,从而增强企业产品开发与创新的可操作性和效率^[5],是技术人员解决技术难题的有力工具。

经过近年来的发展,基于 TRIZ 理论的 CAI 软件随着质量功能配置 QFD、价值工程 VE 等多种现代创新理论的融入,以及 IT 技术的不断进步,CAI 技术得到了快速发展及广泛应用。CAI 技术的体系构成见图 1^[6]。目前市场上比较有影响力的 CAI 软件有:美

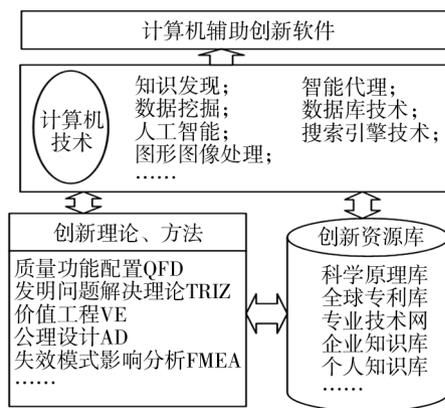


图 1 CAI 技术的体系构成

Fig. 1 System formation of CAI technology

国 IWINT 公司的 Pro/Innovator, Invention Machine 公司的 Goldfire Innovator, Ideation International 公司的 Innovation WorkBench (IWB), 以及乌克兰 TriSolver GmbH & Co. KG 公司的 TriSolver 等,还有河北工业大学 TRIZ 研究中心研发的 Invention Tool 软件。

在 Pro/Innovator 6.0 软件的应用中,技术人员首先要对初始问题作概括描述,确定问题模型后对其进行系统分析,明确各组件之间的关系和存在的问题,然后不断分解问题并形成问题列表,通过对矛盾问题求解,参考软件中解决问题三大模块的相关内容,找出解决问题的方法和备选方案(如有必要,可对其进行资源分析、可行性分析或风险性分析),最终可以对各备选方案生成评价报告。其解题流程^[7-8]见图 2。

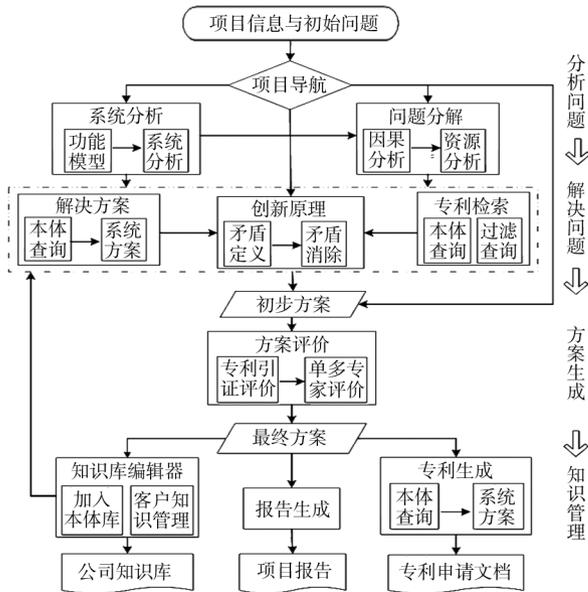


图2 Pro/Innovator 的解题流程

Fig. 2 Problem-solving flow in Pro/Innovator

2 瓷碟包装的创新设计实例

2.1 问题描述

以目前市场上应用较多的瓷碟瓦楞包装为例，一般将瓦楞纸做成各式纸盒或纸箱，并放置泡沫塑料或瓦楞纸板作为衬垫，以起到缓冲的作用。该方法使瓷碟在运输过程中的破损率较高，包装也欠美观，而且携带不方便，顾客需借助塑料袋等辅助物才能带走，同时泡沫塑料等缓冲包装材料会造成环境污染。笔者以计算机辅助创新软件 Pro/Innovator 6.0 为平台，对此问题进行系统分析与问题分解，以探索瓷碟包装的最佳解决方案。

2.2 问题分析与分解

首先对瓦楞纸盒+泡沫塑料包装瓷碟的系统进行组件模型分析，定义瓷碟为系统作用对象，起缓冲保护作用的泡沫塑料、纸盒和销售时用的展示架为系统组件，环境和运输车为超系统组件。由图3中对系统模型的组件分析可知，泡沫塑料对环境具有有害作用，其难以分解，污染环境；在运输过程中，运输车对瓷碟具有有害作用，车的颠簸震动可能会损坏瓷碟；展示架对瓷碟来说具有过剩的作用。

针对该系统模型的分析，将改善瓷碟包装在运输与展示过程中的实用性作为主要问题，然后在问题分解模块中将初始问题进行分解，可得到若干个子问

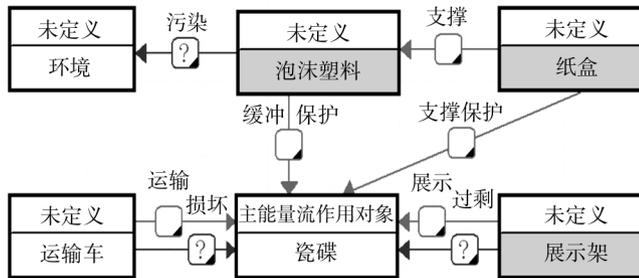


图3 系统组件分析

Fig. 3 Analysis of system components

题，图形化表达出问题产生的因果关系，梳理和明确下一步求解问题的方向。瓷碟包装系统的问题分解见图4。

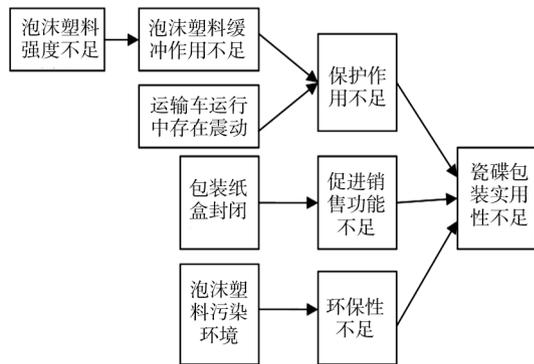


图4 问题分解

Fig. 4 Problem decomposition

2.3 问题解决与方案生成

Pro/Innovator 软件的解决问题工具包括解决方案、创新原理及专利查询等3个模块。解决方案模块拥有丰富且强大的技术方案知识库，包括基于专利和创新原理的 TRIZ 应用实例的预定义方案，以及由用户以往的经验而自定义的技术方案。创新原理模块的 TRIZ 工具基础是矛盾矩阵，定义了矛盾之后会自动列出与其相关的创新原理，且伴随若干创新原理应用实例，可作为解决有类似矛盾问题的参考。专利查询模块包含国内外多个专利库，可输入关键词进行查询。

针对瓷碟包装系统问题分析与分解的结果，首先利用 Pro/Innovator 6.0 软件的解决方案模块的技术方案知识库，通过关键词“包装”、“缓冲”查询得到类似的方案——带有气垫的包装袋确保袋中所装物资的机械及热保护，仅作为参考。

根据瓷碟包装的系统功能模型，在设计中去除有害作用，改善过剩作用和不足作用，希望包装结构具



图5 解决方案模块查询结果

Fig. 5 Query results in solution module

有多样的实用性，既能充分地保护瓷碟，又能在销售时省去展示架，同时包装材料具有环保性；系统的多样性将会使系统变得复杂，并增加了对包装材料强度的要求。由此可在创新原理模块中定义2组矛盾参数，一组为要改善的参数 No. 35 适应性及通用性，恶化的参数 No. 36 系统复杂性；另一组为要改善的参数 No. 35 适应性及通用性，恶化的参数 No. 14 强度。

1) 将第1组矛盾参数“适应性，通用性——系统的复杂性”输入矛盾矩阵，即可得到4个发明原理：No. 15 动态特性，No. 29 气压和液压结构原理，No. 37 热膨胀，No. 28 机械系统的替代。

分析该模块中列出可供参考的创新原理，根据 No. 15 动态特性原理“调整物体或环境的性能，使其在工作的各阶段达到最优状态”的描述可得到启示——将包装结构设计为可活动的折叠瓦楞纸板，调整瓦楞纸板状态可便于瓷碟的安装，同时折叠后可变为平整的纸板，便于收纳和运输。

2) 由第2组矛盾参数“适应性及通用性——强度”在矛盾矩阵可得到相应的4个发明原理：No. 32 颜色改变原理，No. 35 物理或化学参数改变原理，No. 6 多用性，No. 3 局部性能。

根据 No. 32 颜色改变原理“改变物体或环境的透明度”的描述，可得到启示——外纸盒包装可采取开窗结构设计，以增加外包装的可视性，使用户可以不

打开外包装就能看到内装物，从而增加产品包装的销售功能。

根据 No. 6 多用性原理“使一个物体具备多项功能，消除了该功能在其他物体内存在的必要性(进而裁减其他物体)”的描述，增加包装结构的“保护产品”与“展示销售”等双重功能。可将起支撑和缓冲作用的瓦楞纸板设计为能够竖直放置的稳定结构，并在瓦楞纸板上竖直开设一定形状的孔，使瓷碟整齐稳固地“站”在瓦楞纸板上，以供展示销售。同时该包装装置也省去了泡沫塑料和展示架，兼具了环保性。

综合以上对创新原理的分析，创新设计的瓷碟包装内衬支撑结构见图6，其展开图见图7。该结构可

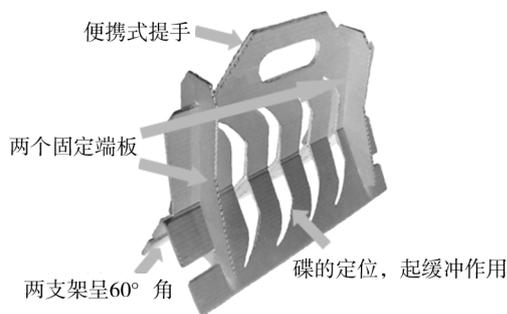


图6 瓷碟包装内衬结构

Fig. 6 Internal liner of package for ceramic dishes

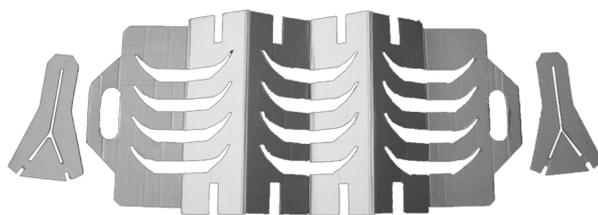


图7 瓷碟包装内衬结构展开图

Fig. 7 Expanded view of the internal liner

另配开窗设计的外包装纸箱，起到保护和展示的作用。该结构具有保护产品与方便销售双重功能，同时具有以下特点：材料为瓦楞纸板，成本低且环保；模切压痕就可以折叠成型，成型过程无需粘合，易于生产加工，方便储运；支撑主干呈倒“Y”形，两支架呈60°角，见图8，稳固、美观，以促进销售；在运输过程中该包装内衬结构起到很好的缓冲保护作用，与外包装箱完美结合，可全方位保护产品；对于不同尺寸、形状的瓷碟，可对保护架尺寸进行修改便可安装；纸板表面可以根据厂家需要印刷图文，可供摆架展示；带有提

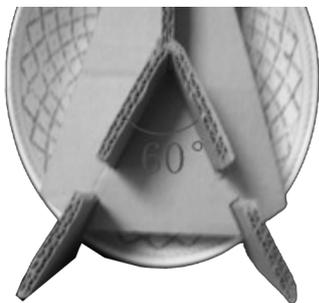


图8 支架局部

Fig. 8 Part of the holder

手设计,携带方便。

3 结语

计算机辅助创新技术以 TRIZ 等理论为核心,借助计算机技术和多领域科学知识,为创新提供了科学、有效的工具,应用 CAI 技术,能极大地提升企业的创新能力。在包装结构的创新设计过程中,设计者应把握设计基本原则,调研现有包装设计的不足之处,结合 CAI 软件建立包装结构的系统模型,然后通过对其进行组件分析、问题分解等,找出现有模型的主要矛盾冲突,综合运用软件中的问题解决模块,通过其数据库中丰富的知识库信息与自身专业知识来改善思路,从而准确、高效地实现包装结构的创新设计。

参考文献:

[1] 张宝青,江洋. 我国陶瓷典型包装风格探析[J]. 包装工程,2012,33(24):118-120,127.

- ZHANG Bao-qing,JIANG Yang. On Typical Packaging Style of China Ceramic [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(24):118-120,127.
- [2] 刘训涛,曹贺,陈国晶. TRIZ 理论及应用[M]. 北京:北京大学出版社,2011.
- LIU Xun-tao, CAO He, CHEN Guo-jing. TRIZ Theory and Applications[M]. Beijing:Peking University Press,2011.
- [3] 赵荣丽,成思源,李克天,等. 基于 TRIZ 冲突解决理论的平板电脑包装创新设计[J]. 包装工程,2012,33(4):39-42.
- ZHAO Rong-li, CHENG Si-yuan, LI Ke-tian, et al. Packaging Innovation Design of Tablet PC Based on TRIZ Conflict Resolution Theory [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(4):39-42.
- [4] 赵立华,刘丽君,张雷,等. 用计算机辅助创新软件解决产品技术创新问题的研究[J]. 山东内燃机,2005(6):37-40.
- ZHAO Li-hua, LIU Li-jun, ZHANG Lei, et al. Research on Solving Product Technological Innovation Using CAI Software[J]. Shandong Internal Combustion Engine, 2005(6):37-40.
- [5] 林岳. 基于 CAI 的机械产品创新设计关键技术及使能工具研究[D]. 天津:天津大学,2002.
- LIN Yue. Research on the Key Technology and Enabling Tool of Mechanical Innovational Design Based on CAI[D]. Tianjin:Tianjin University,2002.
- [6] 兰芳,覃波. 基于 TRIZ 的计算机辅助创新技术应用研究[J]. 计算机应用与软件,2009,26(8):171-173.
- LAN Fang, QIN Bo. On Applications of Computer Aided Innovation Based on TRIZ [J]. Computer Applications and Software, 2009, 26(8):171-173.
- [7] 闫晓玲,王望龙. 基于 TRIZ 和 Pro/Innovator 平台的产品创新设计[J]. 机床与液压,2009,37(7):192-195.
- YAN Xiao-ling, WANG Wang-long. Innovation Product Design Based on TRIZ and Pro/Innovator Platform [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2009, 37(7):192-195.
- [8] Pro/Innovator 6.0 用户手册[M]. 北京:北京亿维讯科技有限公司,2010.
- Pro/Innovator 6.0 User Guide[M]. Beijing:Beijing IWINT Technology CO LTD,2010.