

基于 TRIZ 理论的家用电冰箱抽屉改良设计

孙志学, 张乐, 陈晨

(陕西理工大学 机械工程学院, 汉中 723000)

摘要: **目的** 针对家用电冰箱抽屉在使用过程中, 由于盛装物品过多或者温度过低而结冰, 从而使得用户在使用过程中非常不方便的问题进行研究。**方法** 基于 TRIZ 理论, 提出了可分离式冰箱抽屉设计。首先通过功能分析建立冰箱抽屉的功能模型, 然后进行理想化水平分析得出理想解, 再运用 TRIZ 理论中的物质-场模型进行物质和场分析, 最后利用 TRIZ 矛盾冲突矩阵进行冲突解决。**结论** 通过以上基于 TRIZ 法的分析, 最终提出了具体解决方案并进行家用电冰箱抽屉改良设计研究。

关键词: 产品设计; TRIZ 理论; 功能; 冰箱抽屉; 可分离式

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)14-0018-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.14.004

Improved Design of Household Refrigerator Drawer Based on TRIZ

SUN Zhi-xue, ZHANG Le, CHEN Chen

(School of Mechanical Engineering, Shaanxi University of Technological, Hanzhong 723000, China)

ABSTRACT: In view of the household refrigerator drawer in the use process due to containing goods too much or too low temperature and freezing, thereby making users in the use process very inconvenient. Theory of Inventive Problem Solving is used in the design of separable refrigerator drawer. First, the functional model of the refrigerator drawer is established by functional analysis, and then the ideal solution is obtained by the idealized level analysis. Then the material and field analysis is carried out by the material field model in the TRIZ theory, and the conflict resolution is solved by the conflict matrix of TRIZ. Through the above analysis based on the TRIZ method, the final solution is put forward and the improved design of drawer for household refrigerator is studied.

KEY WORDS: product design; theory of inventive problem solving; function; refrigerator drawer; separable

随着社会经济的发展, 产品的人性化设计逐步成熟。电冰箱是现代人居家必备的电器之一, 但在使用过程中, 由于冰箱抽屉盛装物品过多、冷冻物结冰, 经常出现冰箱内抽屉很难打开的现象, 给用户带来了不便, 使得产品易用性较差。

TRIZ 法是专门研究创新和概念设计的理论, 已经建立了一系列的普适性工具, 以帮助设计者尽快获得满意的概念解^[1-3]。在新产品的开发中, 运用 TRIZ 理论分析并提取存在的矛盾, 并将该矛盾转换为 TRIZ 法中的某种通用问题模型, 然后运用相应的工

具得到 TRIZ 法提供的运用形式的解^[4-5]。分析解决矛盾与冲突, 并可得到最终解决方案。

1 冰箱抽屉在设计方面的问题分析

1.1 问题描述与分析

1) 冰箱冷藏或冷冻中储存过量的物品, 使得冰箱抽屉很难打开, 同时物品也会因此而变形。

2) 在冰箱冷冻储存过程中, 由于冰箱门没有关好, 空气中的水蒸气遇到冷冻室内的冷空间, 凝结成

收稿日期: 2018-05-21

基金项目: 陕西省高等学校创新创业教育改革试点学院资助项目 (2016-27)

作者简介: 孙志学 (1973—), 男, 陕西人, 陕西理工大学机械工程学院教授、硕士生导师, 主要研究方向为计算机辅助工业设计、产品设计。

通信作者: 张乐 (1991—), 女, 陕西人, 陕西理工大学机械工程学院硕士生, 主攻逆向工程与造型设计。

霜，附在抽屉表面，使得抽屉很难打开。

3) 冰箱内温度过低就会结冰，而结冰造成了内部体积膨胀，抽屉内物品放得太满就会与上层挡板相粘接，这样也会出现抽屉打不开的现象。

1.2 问题求解

当问题出现时,用户习惯的做法有以下两种:(1) 根据经验用适量的力慢慢左右活动抽屉,然后向外拉出;(2) 一般会改变冰箱内的温度,将冰融化,然后拉出抽屉。

2 可分离式冰箱抽屉设计

2.1 功能模型

首先确定冰箱抽屉的总功能、输入流和输出流,第一时间将用户的需求转变为设计问题技术上的理解。冰箱抽屉的黑箱子模型^[6-7],见图 1,对于冰箱抽屉来说,该系统必须必须将需要储存保鲜的物品比较完好地进行储存保鲜。另外,使用者在使用的过程中,应满足其使用安全方便的基本需求。

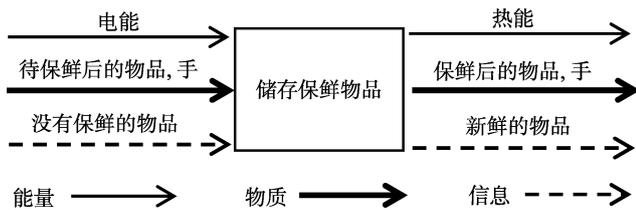


图 1 冰箱抽屉的黑箱子模型
Fig.1 Black box model of refrigerator drawer

根据冰箱抽屉的总功能模型,可以得到主干的各个分支。冰箱抽屉的主要功能是低温储存并且保鲜物品。总功能下的 4 个子功能分别是温度调节、打开冰箱、取出物品和关闭冰箱。其中温度调节下的子功能是通过调节温度的大小来使不同的物品尽量在较长时间内保持新鲜状态;打开冰箱门包含有 3 个子功能,分别是照明、拉开冰箱抽屉和关闭冰箱抽屉。其

中拉开冰箱抽屉下的子功能有 4 个,分别是清理冰箱抽屉、放入物品、整理物品和取出物品。通过以上分析整理,可以得到冰箱抽屉的功能树模型,见图 2。

通过以上功能树模型的建立,得到冰箱抽屉的功能模型,见图 3。图中显示了聚集之后的冰箱抽屉的功能结构,其中子功能已达到最简,可满足功能要求单一、基本的解决方案的完成,比如手产生的拉力、物品的储存过程和电能到热能的转换。同时该模型在创建过程中,深入考虑用户需求,为后期产品的设计做好了前期准备工作,同时也为设计人员提供了设计思路。

2.2 理想化水平分析

运用 TRIZ 理论的理想化程度评价^[8],对功能模型进行正反两方面作用评价。任何系统在完成人们预期要使用的功能的同时,都会在一定程度上带来人们所不需用的功能,可以称之为有害功能,因此,求理想解的公式如下:

$$Ideality = \frac{\sum UF}{\sum HF} \quad (1)$$

其中: *Ideality* 为理想化水平; $\sum UF$ 为所有有用功能之和; $\sum HF$ 为所有有害功能之和。

即技术系统的理想化水平与有用功能之和成正比,而与有害功能之和成反比。若要使得理想化水平趋近于最大化,则可用以下 4 种方式:(1) $d(\sum UF)/dt > d(\sum HF)/dt$:即公式(1)中分子和分母同时增大,但分子同步增大幅度大于分母,也就是增加有用功能的同时也增加了有害功能,但增加的有用功能同比有害功能大;(2) $d(\sum UF)/dt > 0, d(\sum HF)/dt < 0$:即公式(1)中分子增大的同时减小分母,也就是提升有用功能并且减少有害功能;(3) $d(\sum UF)/dt = 0, d(\sum HF)/dt < 0$:即公式(1)中分子不发生改变的同时减小分母,也就是有用功能不发生改变但有害功能减少;(4) $d(\sum UF)/dt > 0, d(\sum HF)/dt = 0$:即公式(1)中分子增大的同时分母不发生改变,也就是只增加有用功能而有害功能不发生改变。

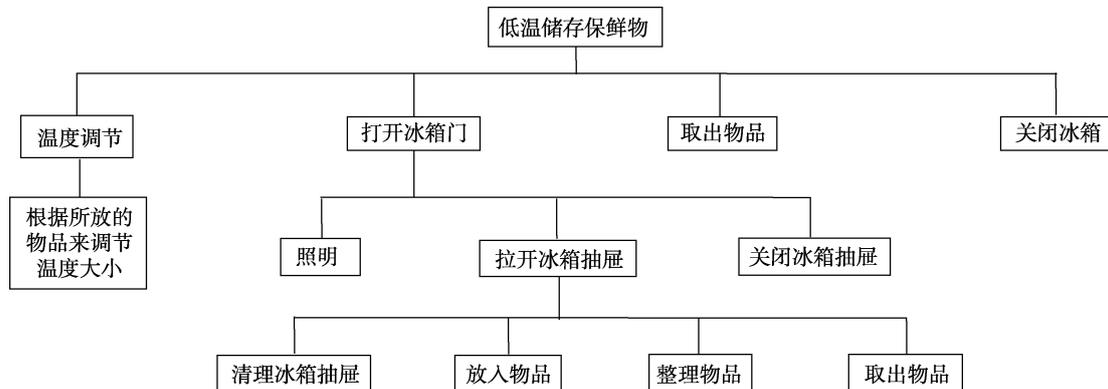


图 2 冰箱抽屉的功能树模型
Fig.2 Function tree model of refrigerator drawer

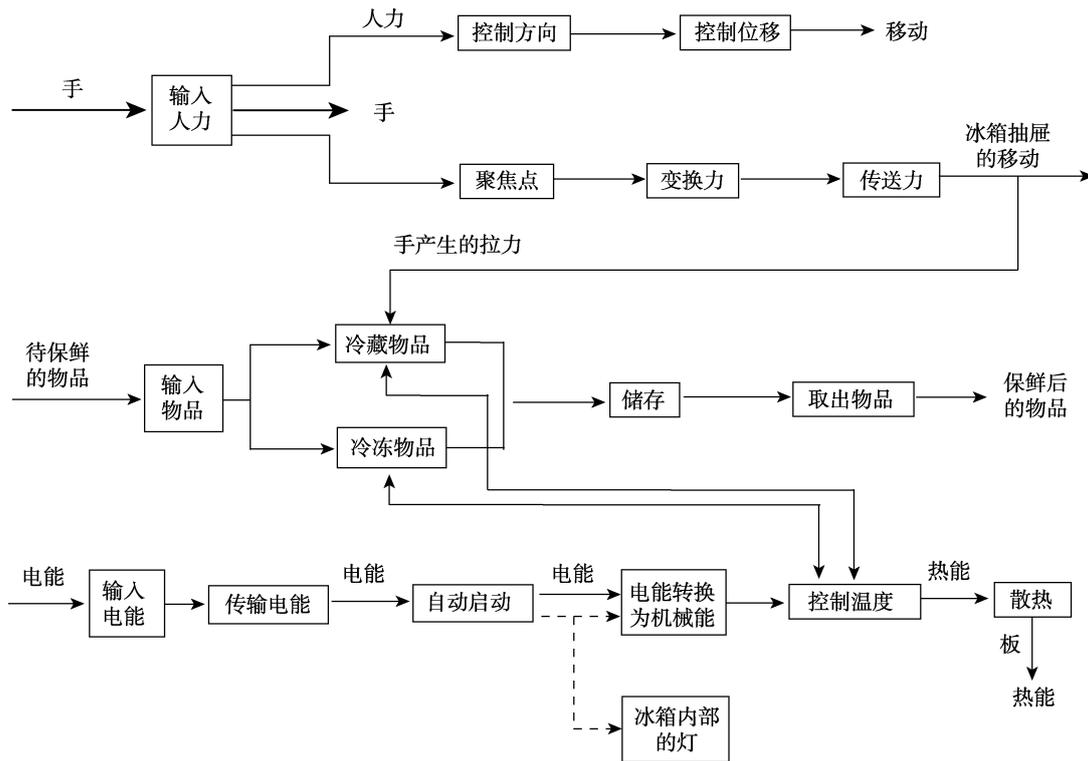


图3 冰箱抽屉的功能结构
Fig.3 Function structure of refrigerator drawer

通过以上分析,获得最优理想解可以通过以下两种方式:(1)增加有用功能。在存放或者取出冰箱抽屉内物品的过程中,使用者可以非常轻松地拉开冰箱抽屉。(2)减少有害功能。应设计一种产品,它能够在一定程度上有利于减少能量的消耗,使用户可以在较短时间内取出冰箱抽屉内的物品,从而避免冰箱门一直处于打开的状态,消耗电能;或者能够使得用户较为轻松取出物品,从而避免人体能的消耗或者冰箱抽屉的磨损和毁坏。

2.3 物质-场模型的冲突确定

通过分析用户使用冰箱抽屉的全过程,发现其中存在很多矛盾冲突,本文根据物质-场模型的冲突确定来分析并解决问题。

物质-场模型是 TRIZ 理论的重要分析工具,用来分析与现存技术有关的模型类问题^[9]。所有的系统都可以分解为两种物质和一个场 3 个基本元件,见图 4。

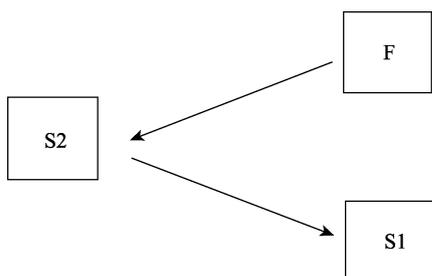


图4 物质-场模型
Fig.4 Substance and field model

其中 F 代表场, S1 和 S2 代表两种物质,物质 S1 是系统动作的接受者,场 F 通过物质 S2 作用于物质 S1 并改变 S1^[10],因此 S2 是一种媒介,将比较抽象的场 F 与被动元件 S1 连接起来,最终三者进行三角形建模。描述物质-场模型的符号见表 1。

表 1 描述物质-场模型的符号
Tab.1 A symbol describing of the substance and field model

符号	意义	符号	意义
——>	标准符号	——>	过剩符号
----->	不足符号	~>	有害符号

冰箱抽屉的物质-场模型见图 5, F 为力场, S2 为冰箱抽屉, S1.1 为储存物品, S1.2 为取出物品。在该模型中,冰箱抽屉可储存物品,是标准作用,若存放物品较多,在打开抽屉时,会使物品变形,因此是有害作用。将该模型中的冲突归结为冲突矩阵中的通用工程参数,即为恶化的技术特性 12 号(形状)与改善的技术特性 8 号(静止物体的体积)两者之间的矛盾,将其带入冲突矩阵中可得到的发明原理为:第 7 条(嵌套原理),第 2 条(分离与分开原理),第 35 条(参数变化原理),见表 2。

运用图 5 的物质-场模型,冰箱抽屉作用是储存物品,因此是标准作用。若由于冰箱内温度过低,人们只能通过冰箱内升温或人工消冰的方式打开抽屉,这样会使冰箱内物品得到损害,所以是有害作用。将该模型中的冲突归结为冲突矩阵中的通用工程参数,

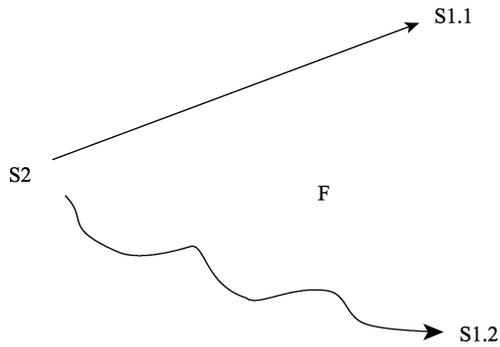


图 5 冰箱抽屉物质-场模型
Fig.5 Substance and field model of refrigerator drawer

表 2 TRIZ 法技术矛盾矩阵

Tab.2 Theory of Inventive Problem Solving conflict matrix

改善的技术特性	恶化的技术特性	
	12 号 (形状)	17 号 (温度)
8 号 (静止物体的体积)	7, 2, 35	35, 6, 4
31 号 (物体产生的有害因素)	35, 1	22, 35, 2, 24



a 常用模式



b 特殊使用模式

图 6 可分离式冰箱抽屉模型
Fig.6 The model of separable refrigerator drawer

该设计方案解决了由于储存物品过多，打开抽屉费时、费力的问题，同时也避免了温度过低结冰而使抽屉很难打开的问题。正常情况下，其打开方式和传统的打开方式一样，直接拉开抽屉，如图 6a。特殊情况下，通过旋转按钮，把手向外轻轻拉开，打开前面面板，从而轻松取出物品，如图 6b。

3 结语

TRIZ 法是目前世界公认的发明解决问题比较好的工具，它可以广泛地应用于各个领域。其中在工业产品的设计中很常用，尤其在产品概念设计初期，可以辅助设计人员快速地确定设计思路，确定设计方向。本文就冰箱抽屉在使用过程中常常打不开的问题，基于 TRIZ 法对其依次进行了理想化水平分析、物质-场模型建立和矛盾冲突矩阵解决。最终根据得到的理想解和矛盾冲突的解决原理设计出理想方案，

即为恶化的技术特性 17 号 (温度) 和改善的技术特性 31 号 (物体产生的有害因素) 两者之间的矛盾，将其带入冲突矩阵中，得到的发明原理分别为：第 22 条 (变有害为有益原理)，第 2 条 (分离与分开原理)，第 35 条 (参数变化原理)，第 24 条 (利用中介质原理)，如表 2。

经过以上分析与对比，较为适合应用于本设计的是第 7 条 (嵌套原理) 和第 2 条 (分离与分开原理)。

(1) 运用第 7 条 (嵌套原理) 进行设计：在冰箱抽屉中嵌套多个小盒子，将物品装入其中，防止打开抽屉时物品变形。(2) 运用第 2 条 (分离与分开原理) 进行设计：a 方案，给冰箱抽屉上方设计一个挡板，避免物品由于结冰而导致抽屉打不开；b 方案，将冰箱抽屉最前面的挡板分离开来，当储存过多物体时，可直接将前面挡板打开取出物品。

2.4 产品方案确定

经过对比分析，选择运用第 2 条 (分离与分开原理) 得到的 b 方案，将其作为最终设计方案，产品模型见图 6。

即可分离式冰箱抽屉。它在人机工效学和人性化方面做了一些研究，使得用户在使用过程中比较安全与方便，达到了产品设计的目的，从而验证了 TRIZ 法的有效性。

参考文献：

[1] 沈世德. TRIZ 法简明教程[M]. 北京：机械工业出版社, 2010.
SHEN Shi-de. Theory of Inventive Problem Solving Concise Course[M]. Beijing: Mechanical Engineering Press, 2010.

[2] ALTSHULLER G. The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technique Creativity[M]. Worcester: Technique Innovation Center, 1999.

[3] 艾险峰, 胡康, 周红宇, 等. 基于 TRIZ 的工业设计创新流程研究[J]. 机械设计, 2015, 32(11): 105—109.
AI Xian-feng, HU Kang, ZHOU Hong-yu, et al. Research

- of Industrial Design Innovation Process Based on TRIZ[J]. Mechanical Design, 2015(11): 105—109.
- [4] 付敏, 于大雪. 基于 TRIZ 和 CAI 的产品概念设计及应用研究[J]. 工业技术经济, 2015(11): 147—153.
FU Min, YU Da-xue. Innovation Conceptual Design and Application Research Based on TRIZ and CAI[J]. Industrial Technology Economy, 2015(11): 147—153.
- [5] 檀润华, 张瑞红. 基于 TRIZ 的产品创新设计[J]. 河北工业大学学报, 2004, 33(2): 91—95.
TAN Run-hua, ZHANG Rui-hong. Innovation Design of Product Based on TRIZ[J]. Journal of Hebei University of Technology, 2004, 33(2): 91—95.
- [6] 奥托·伍德. 产品设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
OTTO K N, WOOD K L. Product Design[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011.
- [7] 许晓云, 刘昊迪, 丁满. 基于 TRIZ 理论与 QFD 法的家用电冰箱情感化交互设计研究[J]. 河北工业大学学报, 2015, 44(6): 33—38.
XU Xiao-yun, LIU Hao-di, DING Man. The Design of Emotional Interaction of Household Refrigerators Based on TRIZ and QFD[J]. Journal of Hebei University of Technology, 2015, 44(6): 33—38.
- [8] 戴庆辉, 马锡琨. 一种应用基于 TRIZ 矛盾矩阵判定理想度的新方法[J]. 机械设计与研究, 2012, 28(6): 11—13.
DAI Qing-hui, MA Xi-kun. The New Method of Defining Ideality Bases on the Contradictory Matrix of TRIZ[J]. Mechanical Design and Research, 2012, 28(6): 11—13.
- [9] 檀润华, 王庆禹, 苑彩云, 等. 发明问题解决理论: TRIZ——TRIZ 过程、工具及发展趋势[J]. 机械设计, 2001(7): 7—11.
TAN Run-hua, WANG Qing-yu, YUAN Cai-yun, et al. Theory for Solving of Solving the Inventive Problems(TRIZ): the Process Tools and Developing Trends of TRIZ[J]. Mechanical Design, 2001 (7): 7—11.
- [10] 檀润华. 创新设计——TRIZ: 发明问题解决理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
TAN Run-hua. Innovative Design: TRIZ: Theory for Solving the Inventive Problems[M]. Beijing: Mechanical Engineering Press, 2002.