

应用 TRIZ 理论解决旅行分装按压瓶二次密封渗漏问题

王秀宇, 李昂, 王志刚

(内蒙古交通职业技术学院, 内蒙古 赤峰 024005)

摘要: **目的** 为解决旅行分装按压瓶二次密封后, 因运输环境、瓶体状态、气压变化等因素导致的瓶口出现渗漏的问题。**方法** 应用 TRIZ 理论, 通过定义技术系统明确组件和作用对象, 采用功能模型分析、因果分析等, 得出渗漏的关键点和渗漏的原因; 利用技术矛盾、物理矛盾、物场分析等工具, 结合矛盾矩阵和空间分离法则找到对应的创新原理, 筛选可用发明原理, 得出不同的解决方案, 最后优化并验证方案。**结果** 得到了新型防渗漏旅行分装按压瓶的创新设计结构。新型旅行分装按压瓶不仅提高了消费者的满意度, 还降低了生产成本、简化了加工工艺, 具有较强的实际生产意义。**结论** 新型防渗漏旅行分装按压瓶实现了简化工艺流程、提高内装物利用率、节省包装材料的要求。

关键词: TRIZ 理论; 分装按压瓶; 渗漏; 创新设计方法

中图分类号: TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)09-0189-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.09.026

Solving the Leaking Problem of Packing Pressing Bottle after Second Seal Based on TRIZ Theory

WANG Xiu-yu, LI Ang, WANG Zhi-gang

(Inner Mongolia Vocation and Technical College of Communications, Inner Mongolia Chifeng 024005, China)

ABSTRACT: Because of the transportation environment, bottle state, and the change of the air pressure, leakage will appear at the bottleneck of the packing pressing bottles during travel. This paper mainly introduces the application of TRIZ theory. Firstly, we must confirm the components and its acting objects by defining the technical system. Then we can get the leaking key points and reasons after functional model analysis and causal analysis. Thirdly, we will find corresponding creative theory by a series of tools on technical, physical contradictions and material field analysis. And these tools should be combined with contradiction matrix and spatial isolation. We select the useful inventive principles, get different solving cases, and then optimize and verify the cases. We can acquire the innovative design of new anti-leakage packing pressing bottle. The new anti-leakage packing pressing bottle not only improves the satisfaction of consumers, but also reduces the production cost and simplifies the processing process, which has strong practical production significance. The innovative anti-leakage design based on TRIZ theory also simplifies the process, improves the utilization rate of the contents and saves the packing materials.

KEY WORDS: TRIZ theory; packing pressing bottle; leakage; innovative design

TRIZ (Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch) 理论是根里奇·阿奇舒勒对数百万份高水平发明专利进行研究分析总结出的发明创造客观规律和

解决发明问题的方法体系。TRIZ 定向地引导人们去创新, 而非盲目随意的试错, 被称为工程技术人员的“孙子兵法”^[1-2]。作为先进、有效的创新理论和方法,

收稿日期: 2021-09-27

作者简介: 王秀宇 (1983—), 女, 硕士, 内蒙古交通职业技术学院副教授, 主要研究方向为物流包装。

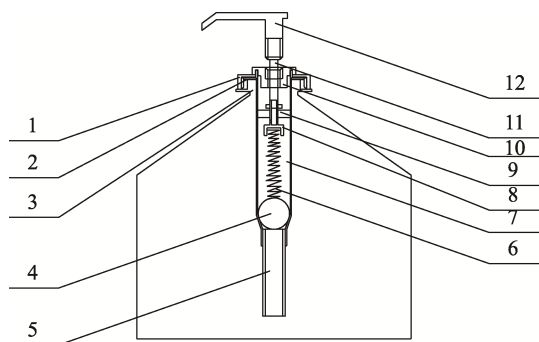
TRIZ 在工程领域得到了广泛应用^[3-4]。实践证明,运用 TRIZ 理论可获得较高质量的创新产品。

随着生活水平的提高,旅行出差成为人们日常生活中的重要组成部分,自带个护产品已司空见惯。旅行分装按压瓶因设计小巧、便携收纳、方便分类管理且不受任何交通工具限制等特点被广大用户喜爱。因受瓶体所处状态、瓶体结构、瓶身受力、气压变化等因素的影响,分装瓶瓶口处常出现渗漏,使得旅行体验感大大降低。文中基于 TRIZ 理论,对市场上应用较广的旅行分装按压瓶进行创新性改进设计。

1 旅行分装按压瓶的项目描述

1.1 工作原理

当压嘴 12 受到挤压时,带动出液管 11 向下运动,弹簧 6 被压缩,使得进液阀门 4 (圆形的塑料球) 向下关闭,同时由于活塞 9 向下移动,此时排气阀门 8 (活塞下面的小孔) 被打开,储液筒 7 里的液体从出液管 11 流出;当出液管 11 向上运动时,弹簧 6 恢复原来的自然状态,使得活塞 9 向上移动,排气阀门 8 关闭,进液阀门 4 打开,在气压的作用下,液体从导液管 5 通过进液阀门 4 进入到储液筒 7,这样活塞 9 在储液筒中做上下往复运动,不断地把液体吸出瓶外,见图 1。



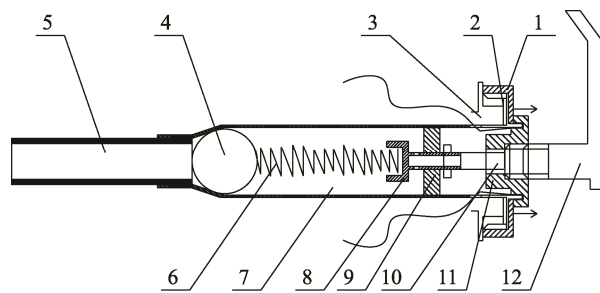
1.大端盖; 2.垫片; 3.瓶体; 4.进液阀门; 5.导液管; 6.弹簧;
7.储液桶; 8.排气阀门; 9.活塞; 10.小端盖; 11.出液管; 12.压嘴。

图 1 分装按压瓶头部结构

Fig.1 Diagram for the head structure of the packing pressing bottle

1.2 分装按压瓶渗漏的状态

当旅行分装按压瓶二次密封后,因瓶体倾斜、受力、气压变化等因素的影响,分装瓶瓶口处常出现渗漏。通过对其结构分析发现,瓶体较硬难变形,无法适应瓶内负压状态,故储液桶为平衡内外气压防止负压发生,在储液桶两侧开有气压平衡孔,又因运输的原因,导致旅行携带分装按压瓶常处于侧倾等非竖直状态,因此使得液体从此处经小端盖渗漏,渗漏路径见图 2。



1.大端盖; 2.垫片; 3.瓶体; 4.进液阀门; 5.导液管; 6.弹簧;
7.储液桶; 8.排气阀门; 9.活塞; 10.出液管; 11.小端盖; 12.压嘴。

图 2 分装按压瓶渗漏路径

Fig.2 Leakage diagram for packing pressing bottle

1.3 初始解决方案

根据以往的经验,最可能被想到的解决办法有 2 种:在小端盖与出液管连接处和小端盖与储液桶连接处加环形密封圈,可以有效地防止瓶口在二次密封后渗漏的问题;将储液桶上端两侧的气压平衡孔密封,也能解决渗漏问题。这 2 个解决办法均存在缺陷,即气压平衡孔和小端盖处密封,液体能保证不渗漏,但密封后瓶体难以平衡压力,从而导致瓶内负压的形成,并最终导致液体吸取困难,液体无法压出。

2 TRIZ 理论在旅行分装按压瓶设计中的分析

TRIZ 理论与传统创新方法区别在于,解决问题时首先将待解决的问题转化成 TRIZ 问题模型,利用 TRIZ 中的工具,如发明原理、矛盾矩阵、标准解等得出相应的解决方案模型^[5-7]。

2.1 项目描述

通过对分装按压瓶渗漏原因的分析,可明确发明对象的功能为密封,故定义技术系统(S)为按压吸液系统;技术系统功能(V+O+P)为吸出+液体+定量;技术系统的工作对象为液体;技术系统实现对工作对象作用的最终理想结果 IFR 为液体自我密封。

2.2 项目分析

将技术系统的组成部件进行拆解,其中大端盖、垫片、瓶体、进液阀门、导液管、弹簧、储液桶、排气阀门、活塞、小端盖、出液管、压嘴属于技术系统;液体、重力、空气属于超系统。再将各系统的组件和系统作用的对象进行相互作用分析,识别组件间的相互作用见表 1。

2.3 按压吸液系统功能模型

功能模型图(图 3)清晰地展现了组件的构成,

以及组件间的相互关系, 得出造成渗漏的原因是在旅途运输密封状态下, 储液桶、小端盖和压嘴之间有缝隙使液体渗漏^[8-9]。可借助裁剪法移除(裁剪)系统或超系统中不必要的功能和组件, 并在剩余组件上重新分配系统和超系统中的有用功能, 见图 4 和图 5。

裁剪优化系统: 根据裁剪法则 B, 去掉小端盖, 将压嘴加粗使其具备固定功能, 同时增加压嘴的密封功能。

功能, 见图 4。裁剪组件后的模型见图 5。

根据裁剪法得到方案 1, 去掉小端盖, 将压嘴加粗使其具备固定功能, 同时增加压嘴的密封功能。

2.4 渗漏问题因果分析

将按压系统旅行状态下渗漏作为初始问题, 寻找中间缺点直到无法继续找到上一层原因为止, 具体分析见图 6。

表 1 相互作用分析

Tab.1 Interaction analysis

组件	压嘴	小端盖	储液桶 (排气阀门)	大端盖	垫片	瓶身	液体	空气
压嘴		+	-	-	-	-	+	+
小端盖	+		+	-	-	-	+	+
储液桶 (排气阀门)	-	+		+	+	-	+	+
大端盖	-	-	+		+	+	-	+
垫片	-	-	+	+		+	+	-
瓶身	-	-	-	+	+		+	+
液体	+	+	+	-	+	+		+
空气	+	+	+	+	-	+	+	

注: 相互作用矩阵表达组件间相互作用关系, 如两者有相互作用, 则以“+”标记, 否则以“-”标记。

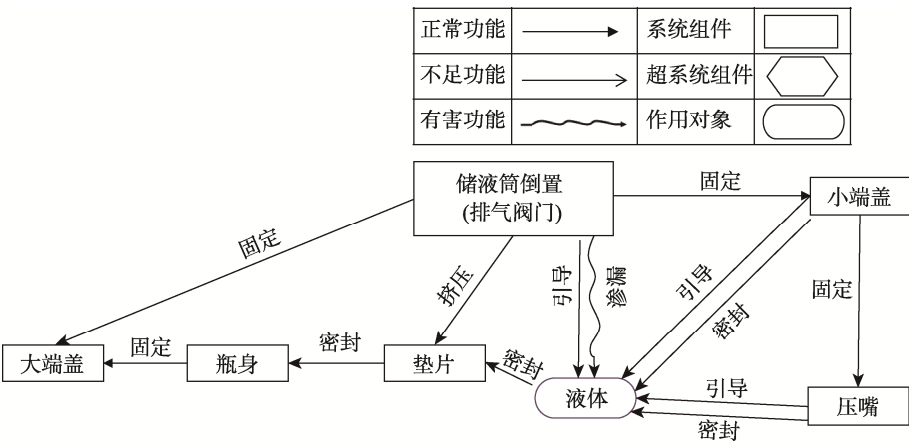


图 3 功能组件模型

Fig.3 Functional component model

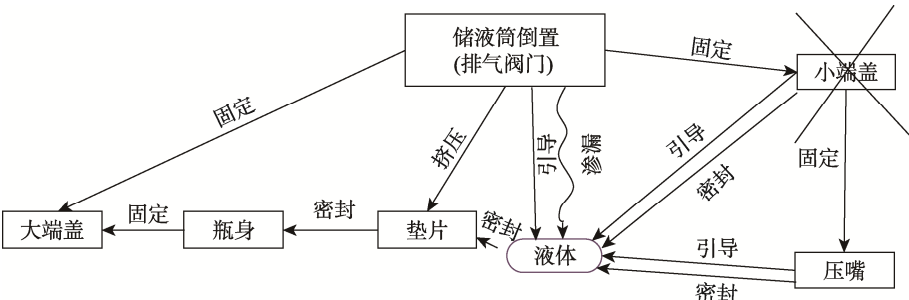


图 4 裁剪模型

Fig.4 Trimming model

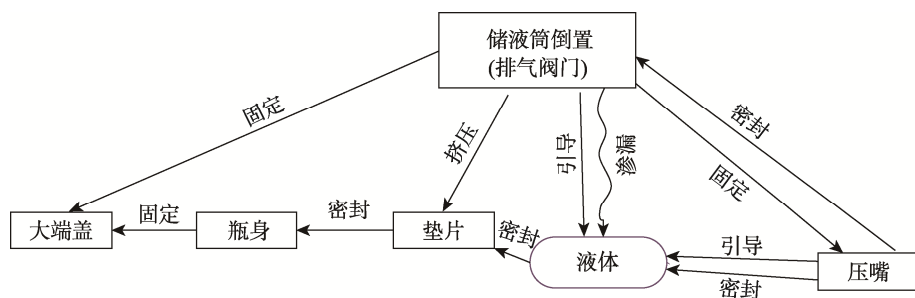


图 5 裁剪结果模型
Fig.5 Model after trimming

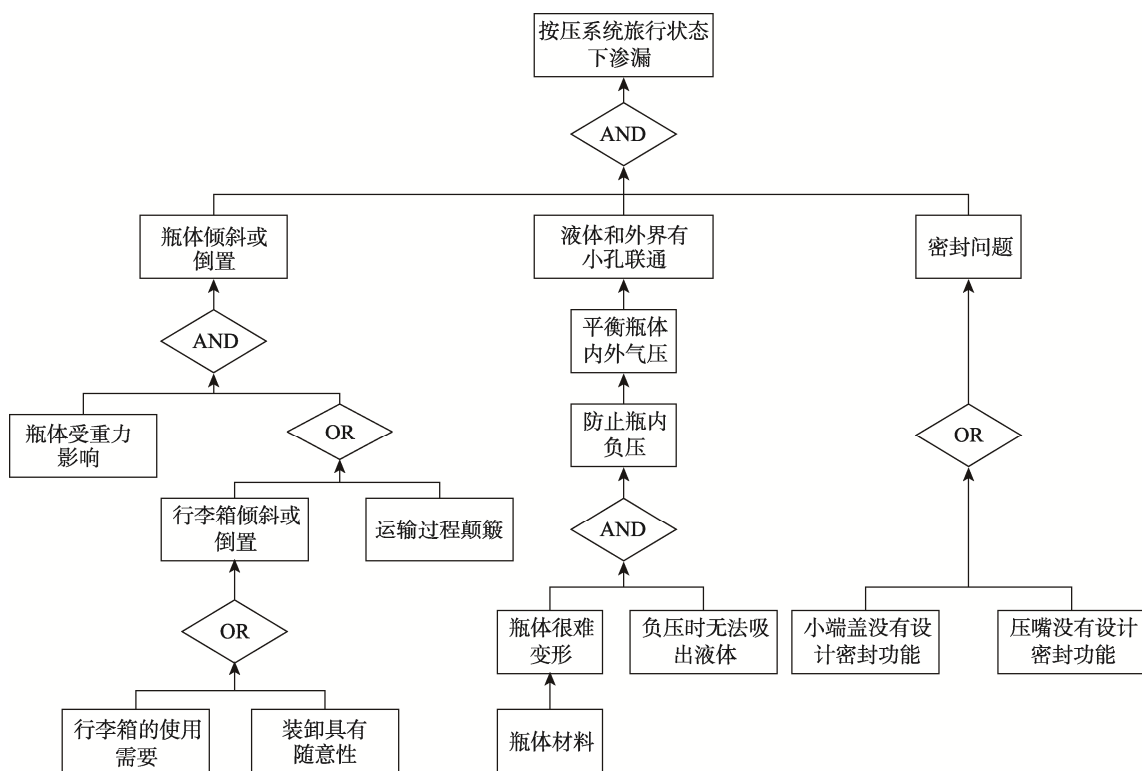


图 6 因果链分析
Fig.6 Causality chain analysis

通过因果分析^[10]发现导致分装按压瓶在旅行状态下渗漏的原因是瓶体较难变形,无法适应瓶内负压状态,因此储液桶为平衡内外气压防止负压发生,在桶身上设有小孔,而小端盖和压嘴没有设计密封功能,同时由于运输过程的不确定性导致瓶身无法一直保持竖直状态,故出现渗漏。

2.5 按压系统的资源分析

资源就是一切可被人类开发和利用的物质、能量和信息的总称。九屏幕法是从多角度(时空)分析问题,突破原有思维局限,从多个方面和层次寻找可利用的资源,更好地解决问题的方法^[11]。图 7 中横向从左到右分别为过去、现在和将来;纵向从下至上分别为子系统、系统和超系统。若将图 7 左

下角视为坐标原点,坐标(0,0)表示子系统的过去,坐标(1,0)表示子系统,坐标(2,0)表示子系统的未来,坐标(0,1)表示系统的过去,坐标(1,1)表示当前系统,坐标(2,1)表示系统的未来,坐标(0,2)表示超系统的过去,坐标(1,2)表示超系统,坐标(2,2)表示超系统的未来。通过对各系统组件的分析发现,变相乳液可以解决分装按压瓶渗漏的问题。利用变相乳液的性质,结合分装按压瓶的功能得到方案 2,一种新型的“泡腾乳液片”,即含有泡腾崩解剂的一种乳液片,常温下该乳液片为固态,遇水发生复分解反应,使片剂迅速崩解和融化,产生大量二氧化碳,增加乳液使用时的体验感,同时也解决了液体渗漏问题。

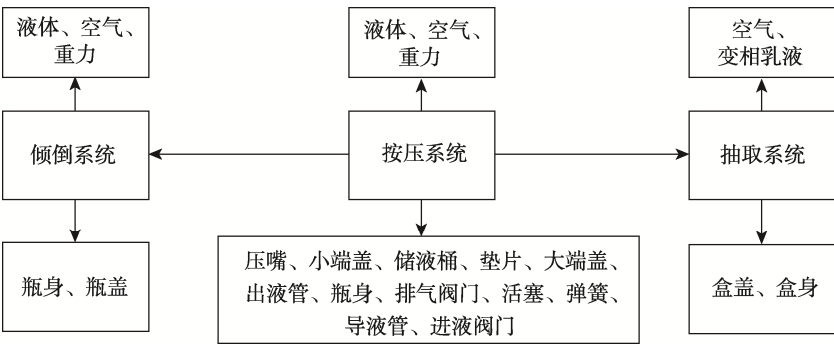


图 7 九屏幕分析
Fig.7 Nine-screen analysis

3 TRIZ 理论在分装按压瓶设计中的解决方法

3.1 技术矛盾

要将实际工程设计中的冲突转化为一般的或标准的技术矛盾, 需要把组成矛盾的双方内部性能用 39 个工程参数中的某 2 个来表示^[12-13]。

首先确立问题入手点, 即瓶体较硬无法适应瓶内负压。如果瓶身变软, 那么容易形成负压, 但是可操作性降低; 如果瓶身变硬, 那么提高了可操作性, 但是难形成负压。确立矛盾对, 即改善了压力, 恶化了可操作性。

根据 TRIZ 原理进行规范化描述, 即改善了应力或压力 (11), 但是恶化了可操作性 (33); 改善了作用于物体的有害因素 (30), 但是恶化了可操作性 (33)。查询矛盾矩阵, 得到创新原理, 应用创新原理得到方案 3、方案 4 和方案 5, 见表 2。

3.2 物理矛盾

物流矛盾的本质是以工程系统的组件为研究对象, 寻找一个组件的单一物理参数, 这个参数同时具备相互排斥 (相反的或不同的) 且都合乎要求^[14-15]。

以因果轴分析的结果瓶身软硬为入手点, 分析瓶

身对负压的耐受程度, 若瓶身变软 (A), 会导致挤压过程无法单手完成 (B), 在这对技术矛盾中找到一个参数及其相反的 2 个要求, 即硬度 (C)。硬度同时具备高和低相反的两方面要求, 作为矛盾参数符合 TRIZ 矛盾论。

理想状态是瓶身在需要固定时硬, 需要挤压时软。如果要想实现技术系统的理想状态, 硬度不同要求应该在筒身内外壁的空间得以实现, 且这 2 个空间区域不存在交叉, 因此可以应用空间分离法则。应用空间分离法则得到 6 个创新原理, 寻找可用发明原理得到方案 6、7、8 这 3 个创新方案, 见表 3。

3.3 物场分析

物场分析是根据建模原理, 通过描述产品 (技术系统) 内组件之间的相互关系, 从而全面分析产品, 获得产品创新设计的解决方案, 实现所需功能的分析方法^[16]。

由因果分析得出问题点, 即储液桶为平衡内外气压防止负压发生, 桶身上有小孔; 通过对问题的分析得出技术系统所处的场为重力场。根据 TRIZ 模型 3 个基本元素 (2 个物质 1 个场) 齐全, 但产生了有害效应, 需要消除这些有害效应, 见图 8。标准解法为: ①增加另一物质 S3 来阻止有害效应的产生; ②增加另一个场 F2 来平衡产生有害效应的场。由于系统的原因增加场的操作难度较大, 故选取标准解①, 见图 9。

表 2 应用 TRIZ 原理得到的方案
Tab.2 Schemes obtained by applying TRIZ theory

得到的创新原理	可用发明原理	应用创新原理得到的方案
02 抽取原理	√	方案 3: 在旅行携带前, 将液体单独存放于密封瓶中, 到达目的地后, 再进行灌装
11 事先防范原理	√	方案 4: 在旅行携带前, 将可能的渗漏部位进行密封
28 机械系统替代原理	√	方案 5: 在液体中加入磁性材料, 并将瓶底材料更换为金属材料, 使得液体能够吸附在瓶底上, 从而限制液体的流动
25 自服务原理		
39 惰性环境原理		

注: “√”表示得到的创新原理中被应用的发明原理; 25、39 两项原理具有可行性, 但目前未有解决方案。

表 3 应用 TRIZ 原理得到的方案
Tab.3 Schemes obtained by applying TRIZ theory

得到的创新原理	可用发明原理	应用创新原理得到的方案
分割原理	√	方案 6: 在瓶体内部增加一个柔性内胆, 使接触液体的部分随气压的变化而变形, 接触桌子等支撑物的外壁保持一定的刚度, 不影响单手使用
局部质量原理	√	方案 7: 将瓶底更换为活塞, 瓶底可随瓶子内部气压减小渐渐上升, 从而使液体顺利地被压出。
增加不对称性原理	√	方案 8: 将瓶身设计为不倒翁的功能, 使得瓶底不会倒置或侧倾, 保证液体不会渗漏。
多维化原理		
抽取原理		
嵌套原理		

注: “√”表示得到的创新原理中被应用的发明原理; 未打“√”的原理具有可行性, 但目前未有解决方案。

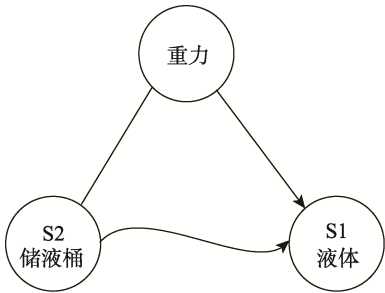


图 8 问题的物场模型
Fig.8 Substance-field model of the problem

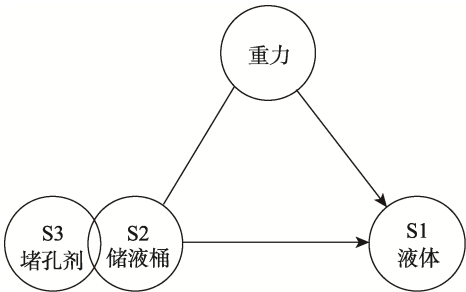


图 9 解决方案的物场模型
Fig.9 Substance-field model of the solution

根据以上分析得到方案 9, 用堵孔剂把储液桶上的小孔堵住, 防止液体的渗漏见图 10。

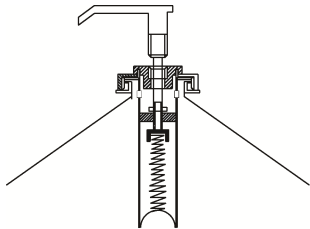


图 10 方案结构
Fig.10 Scheme structure diagram

4 方案的选择

对所得方案进行整理, 采用多指标加权评分法进行方案选择。根据分装按压瓶的设计理念——瓶体小巧、便携收纳、方便管理等, 从可操作性、复杂性和成本 3 个指标进行评价。因 3 个指标对用户的重要性不同, 故分别对其进行赋值, 再根据各方案的各项指标的得分进行加权评分, 得出相对最优方案。文中采用的是多指标加权评分法, 避免了多指标对比法间发生矛盾的现象, 结果唯一, 见表 4。

表 4 评分表
Tab.4 Rating scale

序号	方案	成本 (-70%)	复杂性 (-30%)	可操作性 (100%)	方案评价
1	方案 6	20	30	60	37
2	方案 9	10	30	50	34
3	方案 4	40	60	75	29
4	方案 1	40	60	70	24
5	方案 2	70	30	80	22
6	方案 7	70	30	75	17
7	方案 8	90	10	80	14
8	方案 3	50	50	60	10
9	方案 5	20	80	30	-8

注: 成本、复杂性、可操作性的指标值表示客户接纳产品的趋向程度。

通过方案评价的得分可以看出方案 6 的评分最高,但是无法解决小孔的问题,而可以解决小孔问题的方案中,方案 9 评分最高。结合方案 6 与方案 9,即将瓶身设计为带内胆的双层瓶,并将储液桶的小孔取消,结构见图 11。

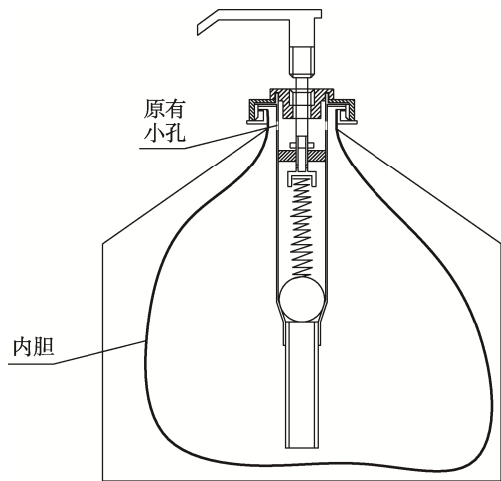


图 11 组合方案结构
Fig.11 Composite scheme structure diagram

5 新型分装按压瓶可行性试验

根据图 11 制作样机,并对其进行验证。大量试验后发现,当瓶内液体剩余 1/3 以下时,压嘴在压缩后弹起困难,且吸液困难,因此对新型分装按压瓶的按压系统进行功能模型分析,并对其组件进行裁剪,见图 12。

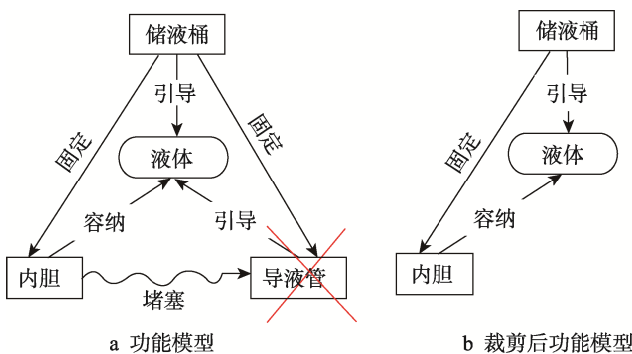


图 12 功能模型分析
Fig.12 Functional model analysis

根据图 12a 可知,导液管的作用是引导液体从内胆进入储液桶,但内胆对导液管属于有害功能。新型分装按压瓶内胆为密封结构,当压嘴压缩后,内部气压降低,内胆受压力影响逐渐回缩,压迫液体上移进入储液桶,取代导液管功能。利用裁剪规则 D (Trimming Rule D),若系统中存在某一元件能够取代当前功能载体执行相同或更好的功能,并且改善系

统性能或效果,则当前功能载体可以裁去,即裁掉导液管,见图 12b。

裁剪后经过大量试验验证,压嘴不会出现回弹困难,瓶口也不会渗漏,因此最终解决方案是在图 11 的基础上去掉导液管,结构见图 13,样机见图 14。

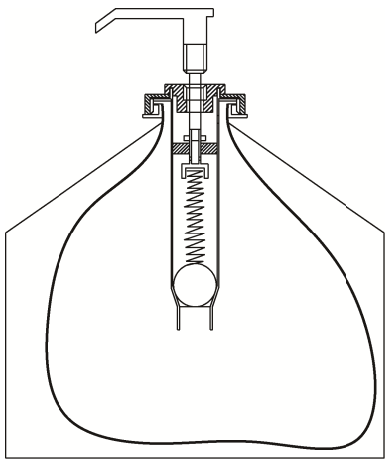


图 13 最终方案
Fig.13 Final scheme model diagram



图 14 分装按压瓶样机
Fig.14 Model machine for packing pressing bottle

6 结语

文中重点介绍了应用 TRIZ 创新理论解决问题的一般过程。通过分析分装按压瓶在旅行状态下渗漏的问题,详细论述了运用 TRIZ 理论解决现有产品包装结构存在问题的具体步骤,包含项目描述、项目分析、项目解决方法 and 方案落实等模块。阐述了应用 TRIZ 理论和创造性问题分析方法解决产品结构改进中的问题。

参考文献:

[1] 彭慧娟,成思源,李苏洋,等. TRIZ 的理论体系研究

- 综述[J]. 机械设计与制造, 2013(10): 270-272.
- PENG Hui-juan, CHENG Si-yuan, LI Su-yang, et al. The Overview of TRIZ's Theoretical Systems[J]. Machinery Design & Manufacture, 2013(10): 270-272.
- [2] 魏昌晟, 雷贤卿, 曹喜营, 等. TRIZ 创新方法在浸入式水口成型工艺改进中的应用[J]. 耐火材料, 2020, 54(2): 152-155.
- WEI Chang-sheng, LEI Xian-qing, CAO Xi-ying, et al. Application of TRIZ Innovation Method in Forming Process Improvement of Submerged Entry Nozzles[J]. Refractories, 2020, 54(2): 152-155.
- [3] 刘志峰, 高洋, 胡迪, 等. 基于 TRIZ 与实例推理原理的产品绿色创新设计方法[J]. 中国机械工程, 2012, 23(9): 1105-1111.
- LIU Zhi-feng, GAO Yang, HU Di, et al. Green Innovation Design Method Based on TRIZ and CBR Principles[J]. China Mechanical Engineering, 2012, 23(9): 1105-1111.
- [4] 刘江南, 姜光, 卢伟健, 等. TRIZ 工具集用于驱动产品创新及生态设计方法研究[J]. 机械工程学报, 2016, 52(5): 12-21.
- LIU Jiang-nan, JIANG Guang, LU Wei-jian, et al. Driving Innovative and Ecological Design of Product Development by Utilizing TRIZ Tools[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2016, 52(5): 12-21.
- [5] 江帆, 王一军, 萧仲敏, 等. 基于 TRIZ 理论的滚筒球磨机密封结构创新设计[J]. 矿山机械, 2010, 38(5): 70-72.
- JIANG Fan, WANG Yi-jun, XIAO Zhong-min, et al. Innovative Design of the Sealing Structure in the Roller Ball Mill Based on TRIZ Theory[J]. Mining & Processing Equipment, 2010, 38(5): 70-72.
- [6] 周杨, 邓援超, 王爱群, 等. 基于 TRIZ 理论的纸盒成型机主轴结构的优化设计[J]. 包装工程, 2018, 39(9): 125-130.
- ZHOU Yang, DENG Yuan-chao, WANG Ai-qun, et al. Optimal Design of the Spindle Structure of Carton Forming Machine Based on TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(9): 125-130.
- [7] 杨杰, 别亮亮, 成思源, 等. 基于 TRIZ 技术进化理论的多功能插线板创新设计[J]. 包装工程, 2016, 37(14): 25-29.
- YANG Jie, BIE Liang-liang, CHENG Si-yuan, et al. Innovative Design of the Multi-Functional Strip Based on Technology Evolution Theory of TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(14): 25-29.
- [8] 白仲航, 宋现显, 李美, 等. 基于虚拟仿真与 TRIZ 的产品人机工程问题解决研究方法[J]. 工程设计学报, 2020, 27(5): 541-551.
- BAI Zhong-hang, SONG Xian-xian, LI Mei, et al. Research on Solving Method of Product Ergonomics Problem Based on Virtual Simulation and TRIZ[J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2020, 27(5): 541-551.
- [9] 胡琼, 肖洋, 卢迪, 等. 环形间隙密封泄漏率计算方法研究[J]. 流体机械, 2021, 49(12): 49-54.
- HU Qiong, XIAO Yang, LU Di, et al. Study on Leakage Calculation Methods of Annular Clearance Seals[J]. Fluid Machinery, 2021, 49(12): 49-54.
- [10] 王成军, 张玉平, 沈豫浙. 基于 TRIZ 理论的抛挂装置优化设计[J]. 机电工程, 2020, 37(9): 1115-1120.
- WANG Cheng-jun, ZHANG Yu-ping, SHEN Yu-zhe. Optimization Design of Throwing Device Based on TRIZ Theory[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2020, 37(9): 1115-1120.
- [11] 梁为, 于复生, 于志松. 基于 TRIZ 理论的 W 板卸板机结构设计[J]. 制造业自动化, 2020, 42(10): 104-106.
- LIANG Wei, YU Fu-sheng, YU Zhi-song. The Structure Design of the W-Plate Unloading Machine Based on TRIZ Theory[J]. Manufacturing Automation, 2020, 42(10): 104-106.
- [12] 王文龙, 马明旭, 胡耀中, 等. TRIZ 理论在无人机集群发射回收装置设计中的应用[J]. 机械设计与制造, 2020(12): 108-112.
- WANG Wen-long, MA Ming-xu, HU Yao-zhong, et al. Application of TRIZ Theory in Design of Launch Recovery Device for UAV Cluster[J]. Machinery Design & Manufacture, 2020(12): 108-112.
- [13] 朱玉杰, 曹嘉平, 高志勇. 基于 TRIZ 理论的智能汽车窗帘设计[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2020, 34(12): 53-58.
- ZHU Yu-jie, CAO Jia-ping, GAO Zhi-yong. Innovation Design of Intelligent Automobile Curtain Based on TRIZ Theory[J]. Journal of Chongqing University of Technology (Natural Science), 2020, 34(12): 53-58.
- [14] 郑宝民. TRIZ 理论分割原理与组合原理论略[J]. 黑河学院学报, 2014, 5(2): 20-22.
- ZHENG Bao-min. TRIZ Theory Segment and Combination Principles[J]. Journal of Heihe University, 2014, 5(2): 20-22.
- [15] 韩卫国, 苏颜丽, 李辉, 等. 基于 TRIZ 冲突解决理论的抽油烟机创新设计[J]. 机械设计, 2016, 33(11): 114-117.
- HAN Wei-guo, SU Yan-li, LI Hui, et al. Innovative Design of Range Hood Based on the TRIZ Conflict Solving Principle[J]. Journal of Machine Design, 2016, 33(11): 114-117.
- [16] 王旭, 夏晓鸥, 罗秀建, 等. TRIZ 理论在矿物加工行业中的应用与发展[J]. 中国矿业, 2020, 29(S2): 356-360.
- WANG Xu, XIA Xiao-ou, LUO Xiu-jian, et al. Application and Development of TRIZ Theory in Mineral Processing Industry[J]. China Mining Magazine, 2020, 29(S2): 356-360.