

基于 QFD 与 TRIZ 的视障者液体药瓶设计研究

李乾¹, 李熠炫¹, 郑林欣¹, 邱建维², 沃晨雯¹

(1.浙江科技学院, 杭州 310023; 2.浙江特殊教育职业学院, 杭州 310023)

摘要: **目的** 针对目前视障人群自行服用液体药品非常困难的问题, 设计出一种视障者液体药瓶。**方法** 运用 QFD 理论, 对目标用户进行调研, 得到符合信度要求的用户需求权重, 通过专家小组将用户需求转化为技术特征, 构建出视障者液体药瓶质量屋, 得出技术特征排序以及它们之间的相关性, 然后利用 TRIZ 理论将呈负相关的技术特征进行转化, 选择相应的发明原理进行技术冲突的解决。**结果** 综合考虑技术冲突的解决以及重要的技术特征, 设计出视障者液体药瓶。**结论** 通过 QFD 与 TRIZ 理论集成可以设计出使用效果良好的视障者液体药瓶, 使得视障者能够独立使用本药瓶进行液体药物服用, 解决了视障者服用液体药品困难的问题, 增强了视障者生活自理能力, 验证了 QFD 与 TRIZ 集成设计方法在产品创新设计中的有效性。

关键词: 视障者; 液体药品; QFD; TRIZ; 技术冲突; 液体药瓶

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)20-0325-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.20.037

The Design of Liquid Medicine Bottle for Visually Impaired People Based on QFD and TRIZ

LI Qian¹, LI Yi-xuan¹, ZHENG Lin-xin¹, QIU Jian-wei², WO Chen-wen¹

(1.Zhejiang University of Science & Technology, Hangzhou 310023, China;

2.Zhejiang Vocational College of Special Education, Hangzhou 310023, China)

ABSTRACT: Aiming at the problem that it is very difficult for the visually impaired to take liquid medicine by themselves, the paper intends to design a kind of liquid medicine bottle for the visually impaired. The QFD theory is used to investigate the target users and get the weight of the user needs that meet the reliability requirements. The expert group transforms the user needs into technical characteristics and constructs the quality house of liquid medicine bottles for the visually impaired to obtain the technical characteristics ranking and the correlation. Then the TRIZ theory is used to transform the negative technical characteristics, choose the corresponding invention principle to solve the technical conflict. Considering the solution of technical conflict and the important technical characteristics, the liquid medicine bottle for the visually impaired is designed. Through the integration of QFD and TRIZ theory, a good liquid medicine bottle for the visually impaired can be designed for the visually impaired to take liquid medicine, enhance the self-care ability, and verify the effectiveness of QFD and TRIZ integrated design method in product innovation design.

KEY WORDS: the visually impaired; liquid medicine; QFD; TRIZ; technical conflict; liquid medicine bottle

截至 2010 年末, 据第二次全国残疾人抽样调查, 我国共计 1263 万人的视障者, 占残疾人总数的 14.86%, 他们的生存状态和生活质量已成为社会关注的焦点^[1]。视障即视觉障碍, 指视觉系统受到破坏而

导致视觉功能减退, 可视能力低于正常水平^[2]。对正常人而言, 80%的信息来源于视觉, 正常人病后服用药物是非常简单容易的事, 但是对于视障病人而言, 独立服用药物就显得比较困难, 特别是液体药物的服

收稿日期: 2022-05-19

作者简介: 李乾 (1988—), 男, 博士生, 讲师, 主要研究方向为产品设计理论与方法。

通信作者: 李熠炫 (1998—), 男, 硕士生, 主攻产品创新设计。

用,更是必须在其他人的帮助下才能完成,其主要原因是视障者不能对液体药物进行计量,容易出现少服用计量或将液体药品倒到地上等等情况,因此,需要对视障人群液体药物服用的痛点进行挖掘,设计出一种能解决此问题的视障者液体药瓶。

1 QFD 和 TRIZ 集成的创新设计方法

QFD 即质量功能展开 (Quality Function Development),是一项质量管理体系^[3],该系统于 20 世纪 60 年代被日本两位教授(赤尾洋二和水野滋)提出。质量屋(House of quality,以下简称 HOQ)是 QFD 的主要组成部分^[4],质量屋能够将设计师收集的用户需求进行分解并将其精确转化为设计需求,使核心需求能够在创新设计的产品上得到满足,有效地提升了用户的满意度。

TRIZ 理论是一种创新设计工具,该理论是根里奇·阿奇舒勒(G. S. Altshuller)和同事在研究了大量的高水平专利后,总结各种技术发展进化的规律,从而得出的一套系统性解决方法^[5]。设计师可以利用 TRIZ 理论将新产品开发中遇到的核心问题进行转化,运用该理论中的发明原理,找到最佳的问题解决办法。TRIZ 充分利用各个领域的知识和经验,为核心问题提供优化的解决办法,它突破思维障碍,打破思维定式,以新的视角来设计解决问题流程,使核心问题得到系统化解决^[6]。

对两种理论研究,可以发现 QFD 主要是让设计师明确了需要“设计什么”问题,便于进行产品的调查与分析,了解用户需求,但是并未回答“如何做设计”问题。而 TRIZ 理论则创造性解决冲突和矛盾,回答了“如何做设计”问题,特别适合设计后期进行

产品制作和实践,为产品提供系统的解决问题方式和方法。近年来,诸多学者运用 QFD 与 TRIZ 集成的方式进行设计。苏建宁等^[7]采用 AHP、QFD 和 TRIZ 理论对玫瑰花蕾采摘机进行了设计,提高了采摘的效率,张彩丽等^[8]在 QFD 的多个环节中集成 TRIZ,并通过拨道器设计进行了验证。任甲举等^[9]通过 QFD 与 TRIZ 集成设计流程完成了对油辣椒灌装机的创新设计。刘牧怡^[10]等提出了一种基于 QFD 和 TRIZ 的博物馆纪念品设计方法,解决了当前博物馆纪念市场存在的创新性不强的问题,经实例验证,效果良好。李金海等^[11]提出了大数据时代下的 QFD 和 TRIZ 的产品研发模型,对设计中遇到的问题进行了有效解决,为产品设计与研发提供了新的思路和方法。陈亮等^[12]提出了一种 QFD、TRIZ 和仿生学的产品创新设计过程模型,对风扇叶片进行了创新设计,并通过 Fluent 进行数值模拟验证,得到了改善效果良好的风扇叶片。曾曦等^[13]将 QFD 和 TRIZ 集成理论引入到产品设计迭代中,对老年人轮椅进行了创新设计。展鑫等^[14]运用 QFD 与 TRIZ 集成理论对食用菌装袋机进行了创新性设计,结果证明效果良好。纵观所有设计的产品,大多数都是为正常人而设计的,为视障人群设计的则非常少,为此,本文从关爱社会弱势群体的角度出发,运用 QFD 和 TRIZ 的集成设计方法,为视障人群创新设计一种视障者液体药瓶,解决视障者服用液体药物困难的问题。基于 QFD 和 TRIZ 的集成设计理论框架见图 1,该理论框架主要包括两部分内容:设计特性重要度求解过程、设计特性的矛盾分析与解决。

QFD 和 TRIZ 的集成设计理论具体实施步骤。

步骤 1: 获取视障者液体药瓶的目标用户进行需求调研,本文通过访谈法对视障人群进行调研,大量

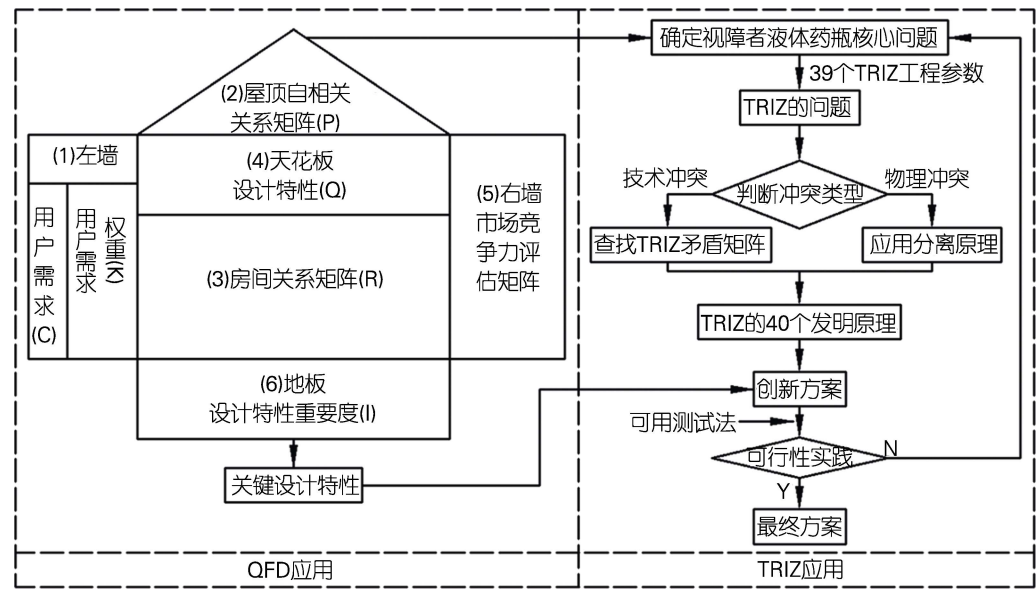


图 1 QFD 和 TRIZ 的集成设计理论
Fig.1 Integrated design theory of QFD and TRIZ

收集本研究的原始用户需求。

步骤 2: 获取用户的重要度, 专家通过将步骤 1 中的重复或相近的原始用户需求进行删除与归纳, 确立出用户需求并设计调查问卷, 应用李克特 5 点量表法对各项需求进行重要度评价, 每项采取 1-2-3-4-5 的比例标度进行正向给分, 分别对应重要度为: 极不重要-不重要-一般-重要-极为重要, 分数越高则说明该需求越有价值, 收集问卷并运用 SPSS 数理统计获得各要素的平均值和标准差, 得到各项需求的权重 K_i , 采用 Cronbach α (克朗巴赫系数 α) 系数对评测结果进行信度检测, 若所检测指标 $\alpha > 0.7$, 则满足信度要求, 对 Item-correlation <0.4 (指标与总数相关性 <0.4) 的用户需求进行删除, 将用户需求转化为设计特征, 从而获得质量屋左墙和天花板的参数。

步骤 3: 对用户需求与设计特征之间的相关性进行评分, 得出关系矩阵 R , 关系矩阵的元素 R_{ij} 采用 0、1、3、5 的比例标度来表示第 i 个用户需求与第 j 产品设计特征之间的相关程度^[15], 计算出设计特性的重要度: $I_j = \sum_{i=1}^m K_i R_{ij}$ ($i=1,2,3,4,\dots,m$), m 表示用户需求数目。

步骤 4: 对设计特性的自相关关系矩阵进行评估, 其中正相关采用 “+” 表示, 负相关采用 “-” 表示, 负相关关系是指一组设计特性的变化呈现出相对或相反的状态^[16], 根据自相关关系矩阵中的负相关特性, 将设计特性之间的冲突问题确定出来, 从而确定视障者液体药瓶设计的核心问题。

步骤 5: 视障者液体药瓶设计的核心问题的冲突分析与消除。针对视障者液体药瓶设计的核心问题, 利用 39 个工程技术参数, 对自相关矩阵中的负相关设计特征进行替代, 实现视障者液体药瓶设计的核心问题转化成 TRIZ 理论中的一般问题, 然后确定出冲突类型, 用冲突矩阵对技术冲突进行分析描述, 用分离原理对物理冲突进行分析描述。根据转化的 TRIZ 问题, 查询矛盾矩阵, 确定出发明原理序号, 为问题的解决提供具体的创新方法, 结合关键设计特性重要度排序, 从而产品的创新设计。

2 视障者液体药瓶用户需求及质量屋的构建

在现实生活中, 视障者分为 3 类, 第 1 类是全盲, 他们完全无法看清东西, 第 2 类是弱视, 他们存在一定的视力, 而且个别差异性很大, 第 3 类是视力局部缺陷, 主要表现为视力模糊、朦胧、高度近视或远视、色盲等^[17]。对于视障者, 由于视力受损, 他们很容易产生消极的生活态度。本研究的研究对象为以上定义的视障人群, 通过走访和电话的形式进行访谈, 收集浙江省内的特殊教育学校与社会上视障人群的液体药瓶用户需求, 获得 38 项原始用户描述 (见表 1),

通过专家进行筛选, 将重复与类似的需求进行归类, 最后确立了 13 项用户需求, 用户需求筛选分类见表 2。根据筛选的用户需求设计调查问卷并发放 80 份。问卷采用 1-2-3-4-5 的比例标度进行正向给分, 为了保证问卷准确反映视障人群的需求, 采用盲文打印问卷 60, 30 份问卷发送给特殊职业技术学院视障学生, 30 份发放给社会上视障人群, 另外普通打印问卷 20 份, 发放给照顾视障者的人群, 最后回收问卷 73 份。通过运用 SPSS 软件对 13 项用户需求的相关参数进行计算, 数理统计结果见表 3。可以看出, 各项指标的 Alpha if Item deleted (删除指标后的 α 系数) 值都大于 0.7, 符合信度要求; 但是, 其中的造型美观和多功能的 Item-total correlations (指标与总数相关性) 值小于 0.4, 因此将其删除, 从而保证数据的有效性。最终用户满意需求为价格合理 4.53, 抓握舒适 3.90, 安全可靠 4.30, 计量可变 4.57, 易用 4.16, 便携 3.93, 制造性好 3.25, 耐用性好 3.18, 精细的工艺 2.70, 存量可视 4.04, 存储效果好 4.13。

针对用户的需求, 重点挖掘视障人群在服用液体药物时的一些需求点, 邀请 10 位工业设计师根据自身专业知识进行设计特征提炼, 保留半数以上专家认可的设计特征。最终将用户需求转换成设计特征共计 13 项。设计特性与用户需求之间的相互关系采用 0、

表 1 用户原始需求描述
Tab.1 Description of user's original requirements

用户原始需求描述	
1. 成本低	23. 省力
2. 操作方便	24. 故障少
3. 易用	25. 材质合理
4. 简洁	26. 卫生性好
5. 重量轻	27. 多种计量体积
6. 安全可靠	28. 防掉落
7. 计量可变	29. 体积小巧
8. 拿着舒服	30. 操作便捷
9. 比例合适	31. 易加工
10. 比例协调	32. 制造容易
11. 价格便宜	33. 触感好
12. 安全性好	34. 耐用
13. 携带方便	35. 轻巧
14. 故障率低	36. 经久耐用
15. 抓握合适	37. 增加有用功能
16. 使用简单	38. 制作工艺精良
17. 使用寿命长	39. 储存效果好
18. 品质好	40. 药品存量可查看
19. 功能多样	41. 药品存放时间长
20. 无棱角	42. 存量可视
21. 避免滑落	43. 方便查看余量
22. 操作安全	

表 2 原始需求筛选分类表
Tab.2 Original requirement screening classification

11 项用户需求	
1. 价格合理	1-11
2. 抓握舒适	8-15-33
3. 安全可靠	6-12-14-21-22-24-26-28
4. 计量可变	7-27
5. 易用	2-3-16-23-30
6. 便携	5-13-29-35
7. 造型美观	4-9-10-25
8. 制造性好	31-32
9. 耐用性好	17-18-34-36
10. 多功能	19-37
11. 精细的工艺	20-38
12. 存量可视	40-42-43
13. 存储效果好	39-41

1、3、5 比例标度进行计分，设计特性之间的关系采用+、-表示正负相关性，由此构建出液体药瓶的质量屋，见图 2。

表 3 用户需求重要性数理统计结果
Tab.3 Statistical results of the importance of user demand

用户 需求	Mean (均值)	Item-total correlations (指标与总数 相关性)	Alpha if Item deleted (删除指标后 的 α 系数)
价格合理	4.53	0.597	0.847
抓握舒服	3.90	0.604	0.801
安全可靠	4.30	0.482	0.737
计量可变	4.57	0.725	0.925
易用	4.16	0.624	0.805
便携	3.93	0.703	0.887
造型美观	3.27	0.347	0.764
制造性好	3.25	0.643	0.712
耐用性好	3.18	0.530	0.797
多功能	2.18	0.256	0.781
精细的工艺	2.70	0.609	0.852
存量可视	4.04	0.553	0.721
存储效果好	4.13	0.516	0.833

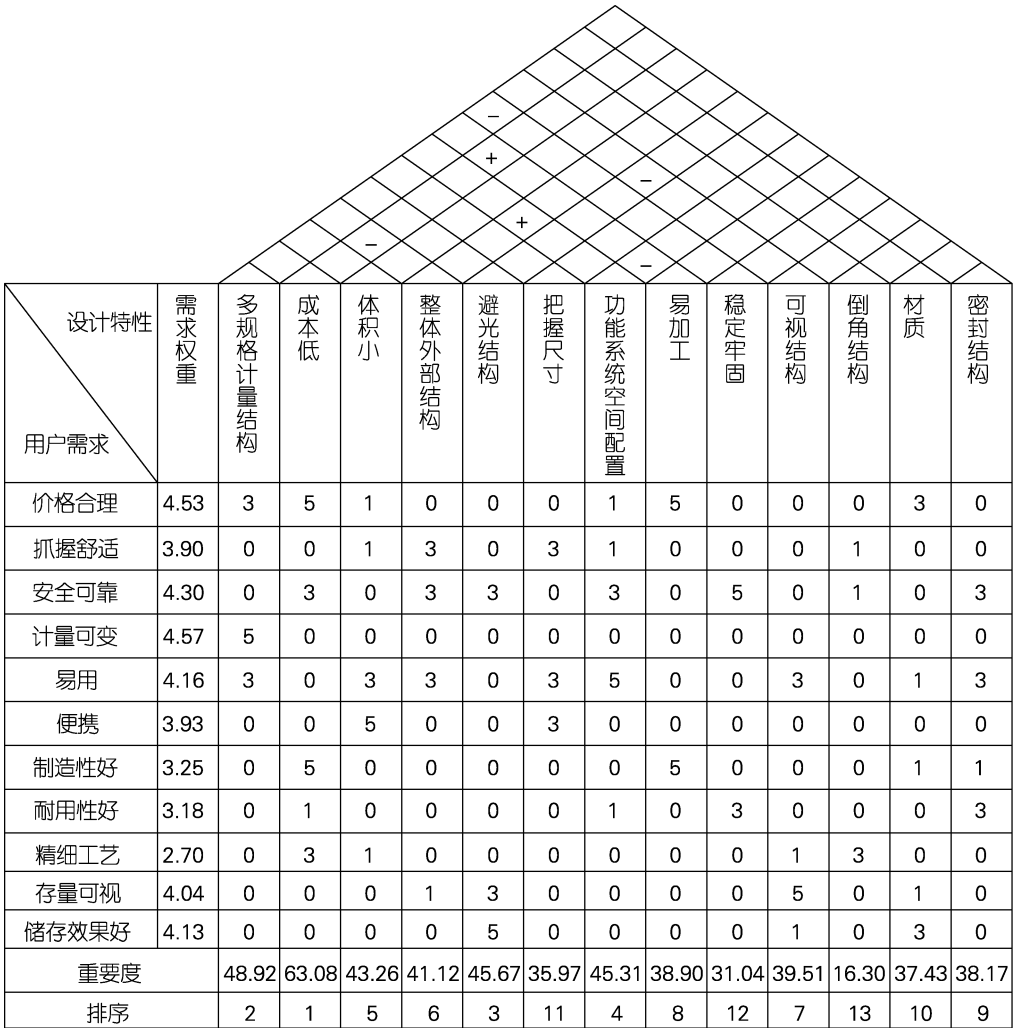


图 2 视障者液体药瓶的质量屋
Fig.2 House of quality of liquid medicine bottles for the visually impaired

从图 2 可以看出,设计重要度的排序为:成本低>多规格计量结构>避光结构>功能系统空间配置>体积小>整体外部结构>可视结构>易加工>密封结构>材质>把握尺寸>稳定牢固>倒角结构,在质量屋屋顶的自相关矩阵中,成本低与整体外部结构、多规格计量结构与稳定牢固、避光结构与可视化结构、功能系统空间配置与易加工 4 对技术特征呈负相关,整体外部结构与功能系统空间配置、成本低与易加工 2 对技术特征呈正相关。

3 视障者液体药瓶冲突判定与解决

3.1 视障者液体药瓶冲突的判定

针对第 1 对冲突问题,视障人群仅有部分人员能够找到工作且收入不高,合理控制成本是本设计必须重点考虑的,然而对于视障来说,他们不希望过多地依赖别人,手就是他们的“眼睛”,他们通过这一独特的触觉感知媒介有目的地认知世界,丰富的整体外部结构能够提高对产品的辨别能力,但是一定程度上会增加成本。针对第 2 对冲突问题,视障人群存在饮用多种液体药品的情况,不同种类液体药品每次服用的计量不相同,那么就需要能进行多规格计量的药瓶,迫使药瓶的设计变得复杂,各部件之间的稳定性与牢固度降低。针对第 3 对冲突问题,目前市面上很多的液体药品为了提高其保存质量,常需要在避光的环境下保存,通常将药品放入塑料瓶或有色瓶中进行保存,但也存在余量可查看性变差,为视障者的照顾人员进行药品余量定期查看带来了不便。针对第 4 对冲突问题,随着产品可制造性的提升,产品制造效率提高,生产成本降低,但是在功能系统空间配置的可操作性上可能变得不理想。

3.2 视障者液体药瓶冲突的解决

采用阿奇舒勒矛盾矩阵对技术冲突进行解决,在对照矛盾矩阵之前需要将 4 对技术特性转化为 39 项工程参数中的对应项,同时确定欲恶化和欲改善的工程参数,进而参照矛盾矩阵表选出对应的发明原理进行冲突的解决^[18]。冲突问题的 TRIZ 问题转化见表 4。

根据分析可知第 1 对冲突中想要降低产品的成本,故需要改善的工程参数为 No.23 物质损失,欲恶化的工程参数为 No.35 适用性及多用性。第 2 对冲突

表 4 冲突问题的 TRIZ 问题转化
Tab.4 Converting conflict issues to TRIZ issues

序号	负相关特性	所属的 39 条标准 工程技术参数	矛盾 类型
1	成本低	No.23 物质损失	技术
	整体外部结构	No.35 适用性及多用性	矛盾
2	多规格计量结构	No.36 设备复杂性	技术
	稳定牢固	No.27 可靠性	矛盾
3	避光结构	No.18 光照度	物理
	可视化结构	No.37 检测复杂性	矛盾
4	操作方式	No.33 可操作性	技术
	易加工	No.32 可制造性	矛盾

中想要实现多种药品的计量,故需要改善的工程参数为 No.36 设备复杂性,欲恶化的工程参数为 No.27 可靠性。第 3 对冲突中实现液体药品的良好保存,故需要改善的工程参数为 No.18 光照度,欲恶化的工程参数为 No.37 检测复杂性,第 4 对冲突中要使操作方式更加宜人化,可以通过改善 No.33 可操作性和恶化 No.32 可制造性 2 个工程参数得到满足。将冲突转化为 39 项工程参数的对应项之后,将发明原理序号在阿奇舒勒矛盾矩阵找出,从而实现冲突的解决。由于空间所限,此处只是列举与视障者液体药瓶相关部分的矛盾矩阵,见表 5。

对照矛盾矩阵列表,查询 40 项发明原理可知,第 1 对冲突在矛盾矩阵中的交集对应的发明原理为 15 动态化、10 预先作用、2 分离,本冲突采用 2 分离这一发明原理较为妥当,若要实现视障者方便通过瓶身识别药品信息,同时要防滑和耐摔,可以其与药瓶主要功能结构分离出来,从而主体结构变得简单,降低生产成本;第 2 对冲突在矛盾矩阵中的交集对应的发明原理为 13 反向作用、35 物理或化学参数改变原理、1 分割,本液体药瓶本着节约资源的原则,为一种视障者长期使用的药瓶,但是考虑到视障者在不同时间段内存在使用不同药品的需要,而每次使用时药品的剂量可能存在不同,此组冲突采用 1 分割较为合理,将计量筒设计成可以替换且不同规格的形式;第 3 对冲突在矛盾矩阵中对应的发明原理是 32 改变颜色、15 动态化原理,本组冲突综合运用 2 个发明原理进行解决,改变各部分的相对位置且改变相关结构的颜色,从而保证视障人的照看人员可以查看液体

表 5 部分矛盾矩阵列举
Tab.5 The part list of contradictory matrices

改善参数 \ 恶化参数	No.27 可靠性	No.32 可制造性	No.35 适用性及多用性	No.37 检测复杂性
No.18 光照度		19,35,28,26	15,1,19	32,15
No.23 物质损失	10,29,39,35	15,34,33	15,10,2	35,18,10,13
No.33 可操作性	17,27,8,40	2,5,12	15,34,1,16	
No.36 设备复杂性	13,35,1	27,26,1,13	29,15,28,37	15,10,37,28

药品的剩余体积，同时保证药品良好的避光性；第 4 对冲突在矛盾矩阵中对应的发明原理是 2 抽取、5 组合、12 等势，为了保证视障者操作的方便性，同时降低加工难度，本文冲突采用 5 组合原理较为合适，通过简单的结构组合实现方便的操作性能。

4 视障者液体药瓶设计方案

通过综合考虑质量屋的排序为前 7 个设计特征和 TRIZ 理论所得出 4 对冲突矛盾，最后视障者液体药瓶整体结构设计见图 3，视障者液体药瓶爆炸图见图 4，本方案将视障者液体药瓶设计为主体盛放液体药物，盖子上设计成可以取药且方便计量的形式，为了最大限度降低生产成本，盖子主要由瓶盖、计量筒、联通漏液管、弹簧和连接盖五部分组成，使得盖子容易制造和组装；为了满足同时不同药品需要取用不同的计量，让液体药瓶能够多次使用，对市场常用的液体药剂进行调研，将计量筒设计成为 5 mm，10 mm 和 15 mm 的规格，见图 5，此 3 种规格也是液体常用的计量；为了避免药瓶主体见光而使得药品变质，药瓶主体采用磨砂材质，减少透光性，同时将药瓶主体外侧套上橙色的硅胶防滑套，防滑套设置容量窥视口，防滑套上标注有溶剂刻度，可以方便视障者的照顾人员查看药品剩余量，确保视障者正确使用了药品剂量。为了视障者液体药瓶满足良好的人机工程学性能，将其设计为直径为 50 mm，总高度为 160 mm，药瓶主体高度为 130 mm，尺寸上能够满足良好的使用效果；为了视障能更好地识别药品，防滑套外侧底部还设置有盲文标签卡槽，使用者可以将药品名称、用法等通过盲文打印机打印成盲文标签，然后放入盲文标签卡槽即可。

视障者在使用液体药瓶时，只需要将本药瓶倒置，然后按压瓶盖，弹簧被压缩，瓶盖、计量筒和联通漏液管向药瓶主体内部运动，使得联通漏液管下部



图 3 视障者液体药瓶整体结构
Fig.3 Overall structure of liquid medicine bottle for the visually impaired



图 4 视障者液体药瓶爆炸图
Fig.4 Explosion diagram of liquid drug bottle for visually impaired



图 5 3 种计量筒规格
Fig.5 Three specifications of measuring cylinder

的孔与药瓶主体联通，液体药品通过联通漏液管下部的孔流进计量筒内，坚持按压 5-10 S 即可完全充满计量筒，然后松开，弹簧恢复形变，瓶盖、计量筒和联通漏液管背离药瓶主体运动，从而使得联通漏液管下部的孔与药瓶主体分隔开来，视障者将液体药瓶转正到竖直状态，打开瓶盖即可服用液体药剂。

5 结语

本文通过对视障者液体药瓶饮用问题展开研究，通过 HOQ 理论求解得到用户需求权重及其技术特征相对重要度，然后利用 TRIZ 理论对技术特征的矛盾冲突进行了解决，最终得到了视障者液体药瓶设计方案。实践表明，HOQ 理论与 TRIZ 理论相结合能够准确找到产品设计中的痛点，产品设计方案更加科学、客观。视障者液体药瓶的设计为了视障者的生活提供了一定方便性。

参考文献：

[1] 吴新林. 基于视障者家居特征的无障碍设计原则与方法[J]. 包装工程, 2020, 41(22): 83-88.
WU Xin-lin. Principles and Methods of Barrier-Free Design Based on Home Characteristics of the Visually Im-

- paired[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(22): 83-88.
- [2] 蔡匀. “可见”的温情——视障者产品设计中的触觉体验[J]. 设计, 2021, 34(3): 48-50.
CAI Yun. 'Visible'mildness: Tactile Experience in Product Design for the Visually Impaired[J]. Design, 2021, 34(3): 48-50.
- [3] 李延来, 唐加福, 姚建明, 等. 质量屋构建的研究进展[J]. 机械工程学报, 2009, 45(3): 57-70.
LI Yan-lai, TANG Jia-fu, YAO Jian-ming, et al. Progress of Researches on Building House of Quality[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2009, 45(3): 57-70.
- [4] 孙利, 张硕, 吴俭涛. 基于HOQ的康养手环研究与设计[J]. 包装工程, 2021, 42(8): 124-129.
SUN Li, ZHANG Shuo, WU Jian-tao. The Design of the Health Bracelet Based on HOQ[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(8): 124-129.
- [5] 王立新, 乔晓东, 刘晟杰, 等. TRIZ 中科学效应库的研究综述[J]. 现代制造工程, 2021(5): 154-160.
WANG Li-xin, QIAO Xiao-dong, LIU Sheng-jie, et al. A Summary of Research on the Scientific Effect Database in TRIZ[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2021(5): 154-160.
- [6] 左斌, 陈艳军. 基于 TRIZ 理论的采摘执行器创新设计[J]. 中国农机化学报, 2021, 42(4): 22-27.
ZUO Bin, CHEN Yan-jun. Innovative Design of Picking End-Effector Based on TRIZ Theory[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2021, 42(4): 22-27.
- [7] 苏建宁, 魏晋. 基于 AHP/QFD/TRIZ 的玫瑰花蕾采摘机设计[J]. 机械设计, 2020, 37(8): 121-126.
SU Jian-ning, WEI Jin. Design of Rose Buds Picking Machine Based on AHP/QFD/TRIZ[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(8): 121-126.
- [8] 张彩丽, 杨帆, 任工昌. 产品创新设计方法中 TRIZ 和 QFD 的集成模式研究[J]. 机械设计与研究, 2014, 30(5): 30-33.
ZHANG Cai-li, YANG Fan, REN Gong-chang. Research on TRIZ and QFD-Based Integrated Pattern for Product Innovation Design Method[J]. Machine Design & Research, 2014, 30(5): 30-33.
- [9] 任甲举, 刘丹. 基于 QFD 和 TRIZ 集成的油辣椒灌装创新设计[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(5): 60-63.
REN Jia-ju, LIU Dan. Innovation Design of Fried Pepper Filling Machine Based on QFD and TRIZ Theories[J]. Storage and Process, 2016, 16(5): 60-63.
- [10] 刘牧怡, 吴通, 陈登凯, 等. 基于 QFD 和 TRIZ 的博物馆旅游纪念品设计方法研究[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2017, 37(4): 106-109.
LIU Mu-yi, WU Tong, CHEN Deng-kai, et al. Research on Design Method of Museum Tourist Souvenirs Based on QFD and TRIZ[J]. Journal of Northwestern Polytechnical University (Social Sciences), 2017, 37(4): 106-109.
- [11] 李金海, 李阳阳, 刘庆林. 大数据时代下基于 QFD 和 TRIZ 的产品研发过程研究[J]. 制造业自动化, 2019, 41(3): 25-29.
LI Jin-hai, LI Yang-yang, LIU Qing-lin. Research on Product Development Process Based on QFD and TRIZ in the Era of Big Data[J]. Manufacturing Automation, 2019, 41(3): 25-29.
- [12] 陈亮, 窦昊, 魏煌, 等. 基于 QFD、TRIZ 和仿生的产品创新设计[J/OL]. 中国机械工程: 1-13[2022-10-05]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1294.th.20190723.1147.002.html>.
CHEN Liang, DOU Hao, WEI Huang, et al. Product Innovation Design Based on QFD, TRIZ and Bionics [J/OL]. China Mechanical Engineering. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1294.th.20190723.1147.002.html>.
- [13] 曾曦, 易梦迪. 基于 QFD/TRIZ 集成模型的老年人轮椅设计[J]. 机械设计, 2021, 38(4): 134-138.
ZENG Xi, YI Meng-di. Elderly Wheelchair Design Based on the Integrated Model of QFD and TRIZ[J]. Journal of Machine Design, 2021, 38(4): 134-138.
- [14] 展鑫, 李稼鑫, 韩心雨, 等. 基于 QFD/TRIZ 集成理论的便携式食用菌装袋机创新设计[J]. 价值工程, 2020, 39(6): 297-299.
ZHAN Xin, LI Jia-xin, HAN Xin-yu, et al. Innovative Design of Portable Edible Mushroom Bagging Machine Based on Qfd/TRIZ Integrated Theory[J]. Value Engineering, 2020, 39(6): 297-299.
- [15] 顾立白. 基于 QFD 和 TRIZ 集成的新产品开发方法研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2005.
GU Li-bai. Research on New Product Development Method Based on QFD and TRIZ Integration[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2005.
- [16] 王旭旭, 胡光忠, 肖守讷, 等. 基于 HoQ 理论列车车体参数关系研究[J]. 机械设计与研究, 2015, 31(6): 162-165.
WANG Xu-xu, HU Guang-zhong, XIAO S, et al. The Relationship Between Train Body Parameters Based on HoQ Theory[J]. Machine Design & Research, 2015, 31(6): 162-165.
- [17] 颜亮亮. 无障碍饮料容器触感体验研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.
YAN Liang-liang. Research on Tactile Experience of Barrier-Free Beverage Containers[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2012.
- [18] 王欢, 孙涛, 吴周鑫, 等. TRIZ 理论在粮食收集机设计中的应用[J]. 机械设计与制造, 2021(1): 6-9.
WANG Huan, SUN Tao, WU Zhou-xin, et al. Application of TRIZ in the Design of Grain Collecting Machine[J]. Machinery Design & Manufacture, 2021(1): 6-9.

责任编辑: 陈作