

基于 TRIZ 物—场分析理论的儿童雾化吸入器设计

周祺, 周济颜, 李旭

(湖北工业大学, 武汉 430068)

摘要: **目的** 基于 TRIZ 理论和可拓学的优度评价方法, 对儿童雾化吸入器进行创新设计。**方法** 为设计出符合儿童需求的雾化吸入器, 以 TRIZ 为理论基础提出一种基于 TRIZ 理论的儿童雾化吸入器创新设计流程。在设计过程中, 首先, 分析原型产品的基本功能、样式及主要结构; 然后, 利用物—场分析法与七十六种标准解, 设计一款改善使用者舒适性的儿童雾化吸入器; 最后, 应用可拓学的优度评价法对设计方案的优劣程度进行综合评价, 评定出最优方案。**结论** 以儿童雾化吸入器的创新设计为例, 验证了该方法的可行性和有效性, 为相关的创新设计流程提供了参考。通过找到实际问题的解决方案后, 对创新设计方案给予 Rhino 三维建模设计、产品细节描述、制作模型及雾化实验, 同时验证了儿童雾化吸入器创新设计的可行性。

关键词: 创新设计; TRIZ; 物场分析; 优度评价方法; 儿童雾化吸入器

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)22-0114-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.22.018

Design of Children's Atomizer Inhaler Based on TRIZ Substance-field Analysis Theory

ZHOU Qi, ZHOU Ji-yan, LI Xu

(Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

ABSTRACT: The work aims to conduct innovative design for the existing children's atomizer inhaler products based on the theory of TRIZ and the excellent evaluation method of extenics. To design atomizer inhaler meeting children's needs, an innovative design process of children's atomizer inhaler was proposed based on the TRIZ theory. In the design process, the basic functions, styles and main structures of the prototype products were analyzed first. Then, a children's atomizer inhaler to improve user comfort was proposed by the substance-field analysis method and 76 standard solutions. Finally, the excellent evaluation method of extenics was used to comprehensively evaluate advantages and disadvantages of the design scheme. With the innovative design of the children's atomizer inhaler as an example, the feasibility and effectiveness of the method are verified. It provides reference for related innovative design process. After finding out the solution of practical problem, through the Rhino 3D modeling design, detailed product description, physical model making and atomization test on the innovative design scheme, the feasibility of the innovative design on the children's atomizer inhaler was verified.

KEY WORDS: innovation design; TRIZ; substance-field analysis; goodness evaluation methods; children's atomizer inhaler

随着生育政策的变化, 中国每年新生儿的数量正逐渐增加, 消费群体的壮大让儿童医疗用品市场被不断拓展^[1]。目前雾化吸入疗法对诊疗及应用药物种类的增多都有着促进作用, 具备起效快、疗效切实、无

创伤、痛苦小、安全性好等益处, 适用于多数患者, 尤其是儿童患者^[2]。目前学术界对雾化吸入器的主要研究有: 采用改进雾化吸入器在呼吸道切开病人中的应用^[3]; 采用自行设计制造的气动雾化吸入器放置装

收稿日期: 2020-07-16

基金项目: 国家教育部青年基金项目 (19YJCZH273)

作者简介: 周祺 (1980—), 女, 湖北人, 硕士, 湖北工业大学教授, 主要研究方向为工业产品设计。

通信作者: 周济颜 (1995—), 女, 江西人, 湖北工业大学硕士生, 主攻产品创新设计。

备来优化其使用效果^[4]；为了避免患者之间交叉感染，对雾化吸入器杀菌与储存的改进研究^[5]。综上，对于雾化吸入器的研究集中在采用改良设计完善其使用功能，但针对儿童这种佩戴时几乎无舒适度可言的群体来说，现有的改良设计都难以满足其需求。基于以上认识，提出一种基于 TRIZ 理论的儿童雾化吸入器产品创新设计方法，并根据该方法设计出使儿童能接受舒适治疗的雾化吸入器，最终通过可拓学的优度评价方法对设计方案的优劣程度进行综合评估。

1 基于 TRIZ 理论的儿童雾化吸入器创新设计流程

TRIZ 理论是一套系统性的，基于学识的创新方

法体系，涵盖了技术预知、分析及求解工具等^[6]，它并不是针对某个具体的研究领域，而是建立解决问题的通用模型并指明发展方向，当前正被广泛应用于产品创新设计领域^[7-8]。一般的工业产品设计流程可总结为：发现问题—分析且提出初步拟定的解决方案—外观及配色—结构设计—筛选及评论—完成产品设计最终方案^[9]。以此流程作为工业产品设计的基础框架，可建立基于 TRIZ 理论的儿童雾化吸入器流程模型，见图 1。该流程遵循 TRIZ 理论解决产品设计问题的基本步骤，从产品分析入手，到发现及分析问题，再到解决问题的创新原理^[10-11]，最终得到可实施的产品创新设计方案。该流程的发现、剖析问题及解决问题模式的高效快捷，不仅能够有效避免传统产品创新方法的繁复性，而且可以减少设计工作的周期性。

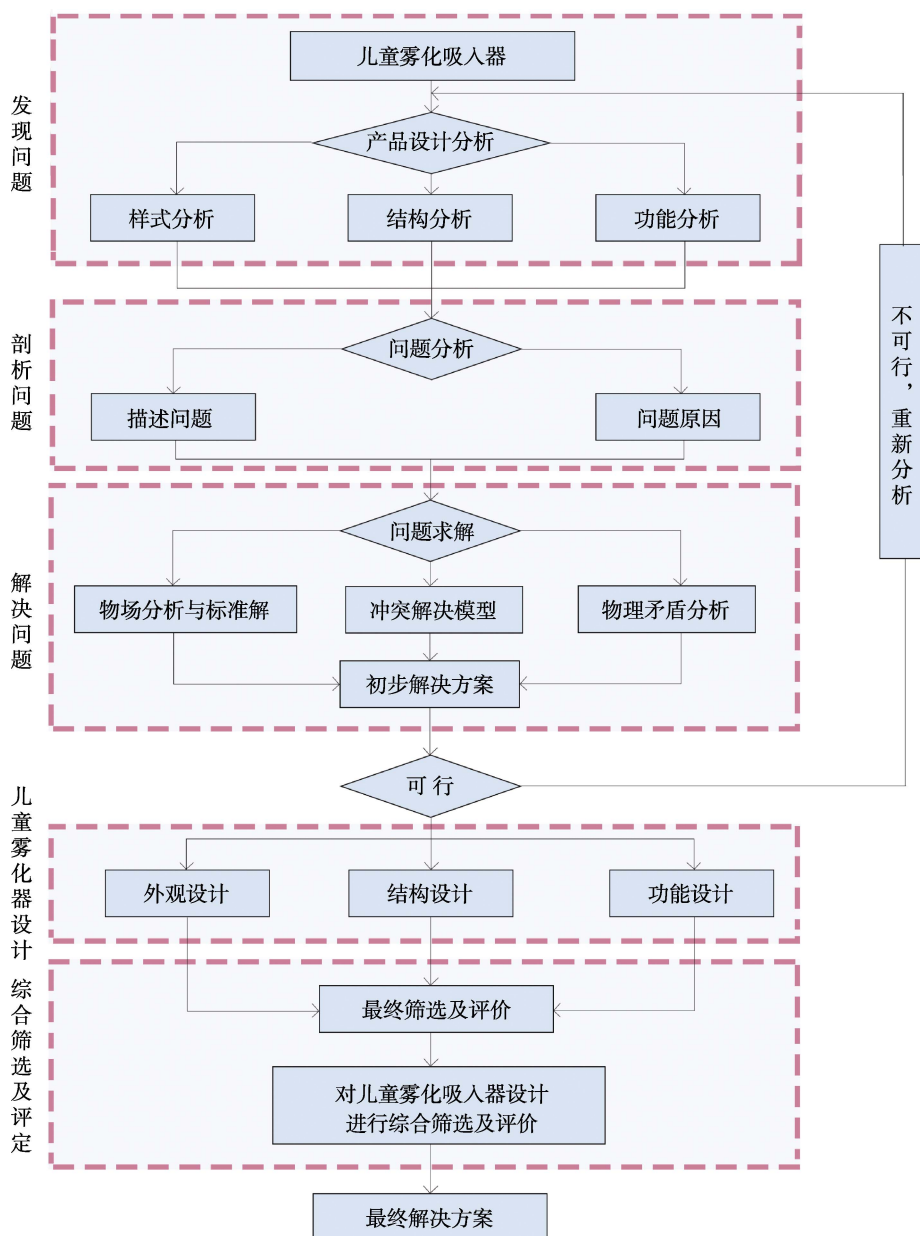


图 1 基于 TRIZ 理论的儿童雾化吸入器产品创新设计流程

Fig.1 Innovative design process of children's atomizer inhaler based on TRIZ theory

2 应用案例

2.1 雾化器分析

1) 系统功能性分析。基本功能是通过正确把握储药器将雾化面罩贴合于面部,使其药物得以充分吸收。除此功能以外应增添针对儿童使用需求的其他功能。

2) 样式和结构分析。主要样式包括手持便携主机一体型、手持储药器雾化面罩分离型。雾化器的组成部件包括主机、导气管、雾化吸入器、储药器等。

2.2 问题描述及分析

现存问题有:(1)没有针对儿童设计的雾化吸入器样式;(2)雾化吸入器的挂耳设计均不可调节,难以满足儿童舒适雾化的需求;(3)储药器与雾化面罩为两个独立的个体,需手动连接为一体,并且需要手持续紧握储药器,使其通过导气管连接主机使用。

2.3 基于 TRIZ 理论的问题求解

2.3.1 物—场分析法和七十六种标准解介绍

在 TRIZ 理论中,物—场分析法是一种重要的问题描述和分析的工具,是从物质与场的角度分析最小技术系统的理论与方法。通过建立现有产品功能模型,能够有效地发现其不足的作用及过度的作用等一些小的问题^[12]。

七十六种标准解主要用于条件和约束确定后的发明问题的解决。物—场模型分析问题并指明解决问题的方向,而七十六种标准解正是在这种分析下具体的解决方案^[12]。

2.3.2 物—场分析法和标准解法的初步解决方案

儿童雾化吸入器设计问题的“结构属性”比较明显,适用于 TRIZ 理论中的物—场分析法与标准解。运用物—场模型分析模型发现问题并指明解决问题的方向,而标准解正是在这种分析下给出的初步解决方案^[13]。问题可被转化为三个必要元素:两种物质和一个场。并将其带入 TRIZ 的物—场分析模型中,患者用雾化吸入器治疗的物—场模型见图 2。

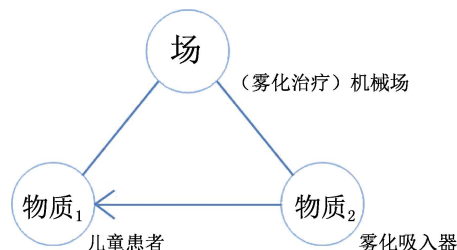


图 2 患者用雾化吸入器治疗的物—场模型

Fig.2 Substance-field model for patients treated with atomizer inhaler

常规雾化吸入器操作方式多以手持式为主,操纵时间较长导致患者使用时舒适性不足。同时其操作方式过于单一,即患者需手持雾化吸入器 15~30 min 完成雾化治疗的整个过程,对于患者,特别是儿童患者来说,他们的依从性较差在治疗时无物体支撑手臂,长时间保持一个动作容易乏力。若将雾化吸入器设计为储药器与面罩合为一体的形式能使其操作方式变得简便;若再将其设计为舒适的挂耳式,那么患者在使用时可解放双手。挂耳式的位置长度和形状大小与使用舒适度密切相关,如果需满足儿童患者最舒适使用状态,那么以上问题与解决方法可转化为外部合成物—场模型,见图 3,构造物质的物—场模型见图 4。

系统已有元素无法按需改变,但允许加入一种永久的或临时的添加物帮助系统实现功能——标准解 S1.1.3 外部合成物—场模型,在 S_1 或 S_2 外部引入一种永久的或临时的外部添加物 S_3 ,帮助系统实现功能;将物质的结构进行改良创新,使用可控物质或可调度空间结构的物质取代无规则、不可控的物质——标准解 S2.2.6 构造物质^[12]。

2.4 儿童雾化吸入器创新设计

TRIZ 理论是找到解决问题模式的高效快捷方法,有利于打开创新思路,避免传统模式的繁复性,减少了设计工作的周期性^[14]。儿童雾化吸入器设计方案的基本思路见表 1。

从用户角度出发进行设计,并根据表 1 确定儿童雾化吸入器的整体设计方案。通过 Rhino 三维建模软件建立模型,见图 5。

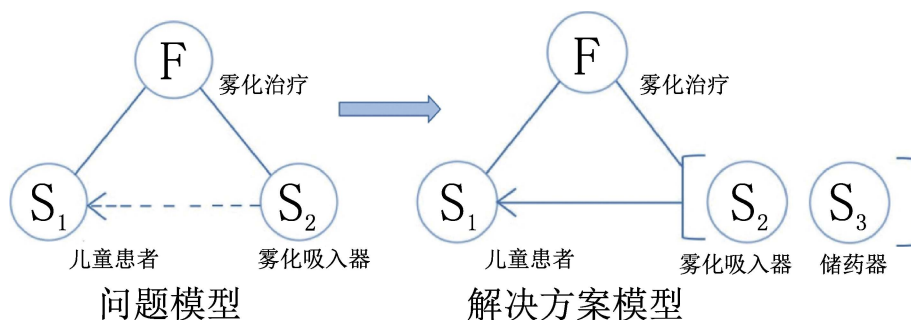


图 3 外部合成的物—场模型

Fig.3 Substance-field model of external synthesis

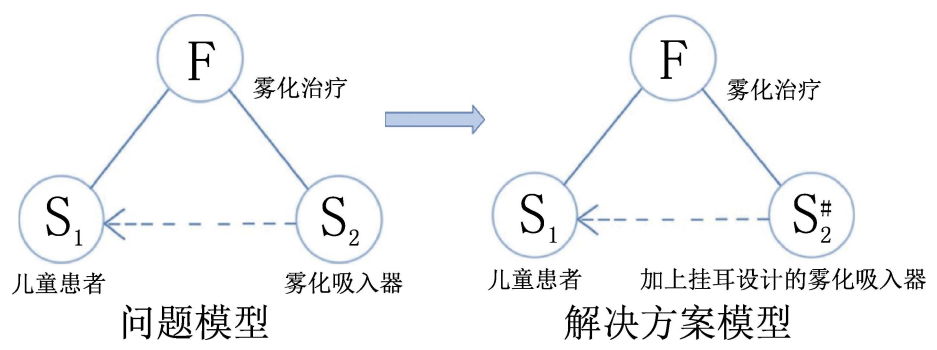


图 4 构造物质的物—场模型
Fig.4 Substance-field model of structural matter

表 1 儿童雾化吸入器设计方案的基本思路
Tab.1 Basic ideas for design scheme of children’s atomizer inhaler

问题	基本思路
设计的最终目的是什么？	实现儿童雾化治疗的舒适性
最优设计解是什么？	雾化面罩与储药器一体化能舒适佩戴
达到最优设计解的障碍是什么？	提高舒适性需解决手持操作时长与如何设计佩戴结构的问题
佩戴结构简易该如何解决？	设计可调节长短的结构设计，患者根据自身需求进行调节
手持操作耗时久该如何解决？	将储药器与雾化面罩设计成一个整体，使其物件集中，重力减轻，佩戴轻便



图 5 Rhino 三维实体模型
Fig.5 Rhino three-dimensional solid model

细节及功能说明：（1）将储药器与雾化面罩合为一体，儿童患者无需手持也可完成雾化治疗；（2）设计可调节长短的佩戴结构，用户的控制性和自由度得到有效提高；（3）旋转杯盖能调节雾化过程中吸入气体的量及打开盖子后添加雾化所需的药水；（4）优化雾化吸入器导流口，使患者在雾化时呼气与吸气的导流问题得到改善。儿童雾化吸入器细节及结构见图 6。利用 AutoCAD 计算机辅助设计绘制二维结构，见图 7。

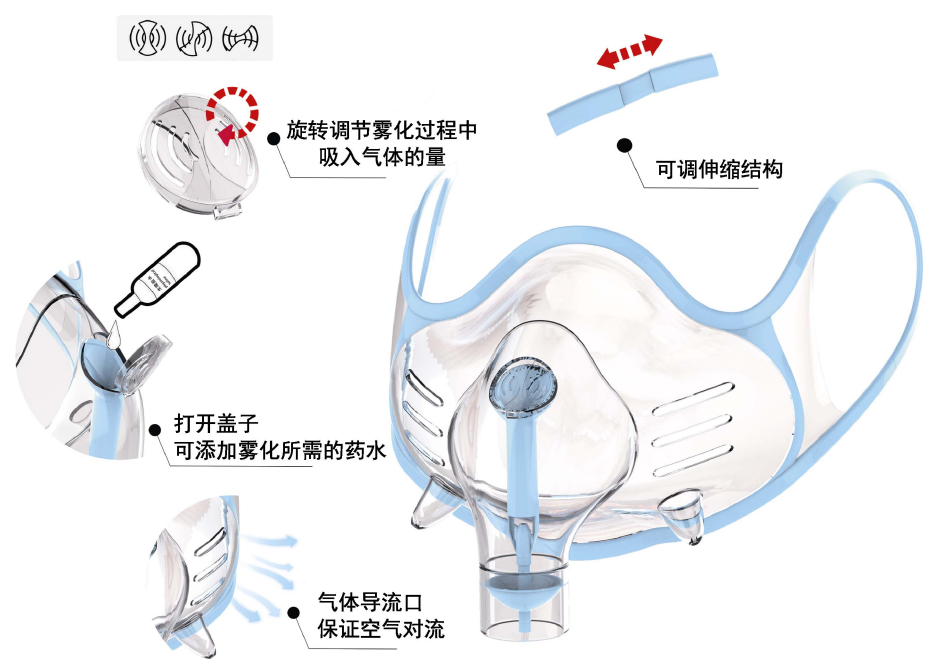
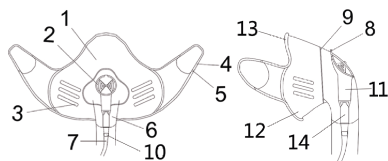


图 6 儿童雾化吸入器细节及结构
Fig.6 Details and structure of children’s atomizer inhaler



注: 1. 雾化吸入器; 2. 旋转杯盖(调节出雾大小); 3. 透气导流口; 4. 挂耳带; 5. 舒适的调节; 6. 储药器; 7. 导气管; 8. 储药盖; 9. 面部伸缩调节; 10. 导气槽(口); 11. 药液杯; 12. 呼吸(雾化)面罩; 13. 防滑橡胶; 14. 支架

图7 儿童雾化吸入器结构

Fig.7 Structural sketch of children's atomizer inhaler

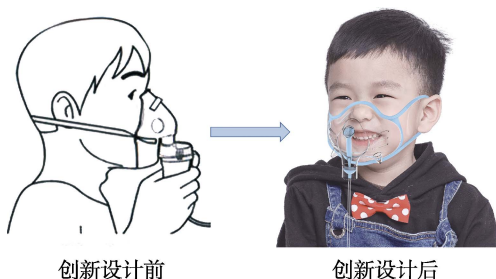


图8 儿童雾化吸入器使用方式

Fig.8 Use of atomizer inhaler for children



图9 儿童雾化吸入器创新设计外观手板

Fig.9 Innovative design of exterior hand plate for children's atomizer inhaler

该设计方案让儿童患者在使用雾化吸入器的方式上产生变化,由手持雾化吸入器15~30 min完成雾化治疗整个过程转变为舒适佩戴于面部的无需长时间手持雾化吸入器的全新操作方式。儿童雾化吸入器使用方式见图8。

在外观设计上,轮廓线以浅蓝色防滑橡胶为其增添色彩感。以大象为灵感的造型设计,可减少儿童患者在治疗过程中对医疗器械产生的恐惧心理,提高儿

童对治疗的依从性,降低心理与身体的痛苦,保持使用过程的有效性 with 舒适性。儿童雾化吸入器创新设计外观手板见图9。

3 设计评估

运用可拓学的优度评价方法对其评估。优度评价方法是应用关联函数来确定待评对象关于某些衡量指标符合要求的程度^[15]。采用优度评价方法,对以下三种雾化吸入器方案进行评价,见图9。最终根据评价结果选取最优解。

3.1 确定衡量指标

在雾化吸入器的设计方案中,拟选择使用过程中的便携性 C_1 、装置的简便性 C_2 、舒适性 C_3 三个参数作为衡量指标,得衡量指标集

$$SI = \{SI_1 = (C_1, V_1), SI_2 = (C_2, V_2), SI_3 = (C_3, V_3)\} \quad (1)$$

其中, V_i 为量值域。

3.2 确定权系数

采用 AHP 法,根据各因素在儿童雾化吸入器舒适性中重要程度的差别,确定两个因素之间的相互比率,使用 1~9 比率标度法,即使用 1、3、5、7、9 或 1/3、1/5、1/7、1/9 来表示一种因素对于另一种因素的重要程度(1—两个因素相同重要,3—其中一个有些重要,5—其中一个比较重要,7—其中一个特别重要,9—其中一个极其重要;若因素 A 比因素 B 重要,标记为 i ,则 B 比 A 为 $1/i$)。此对比认为雾化吸入器的舒适性比其他两个因素明显重要,雾化吸入器的舒适性比雾化吸入器的便携性略重要,因此,采用 AHP 法构造出的判别矩阵 H 为:

$$H = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/5 \\ 3 & 1 & 1/3 \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

采用 AHP 的和积法,先将判断矩阵 H 每一列归一化,即:

$$\bar{H}_{ij} = H_{ij} / \sum_{j=1}^n H_{ij} (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (3)$$



图10 三种不同的儿童雾化吸入器

Fig.10 Three different atomizer inhalers for children

再对按列归一化的判断矩阵按行求和

$$\overline{W}_j = \sum_{i=1}^m \overline{H}_{ij} (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

最后进行向量 $(\overline{W}_1, \overline{W}_2, \overline{W}_3, \dots, \overline{W}_m)$ 的归一化

$$W_j = \overline{W}_j / \sum_{j=1}^n \overline{W}_j (j=1,2,\dots,n) \quad (5)$$

即 $(W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$ 为所求结果, 求得权系数 $\alpha = (0.11, 0.26, 0.63)$

3.3 建立关联函数, 计算规范关联度

设装置的简便性、舒适性及其便携性的量级均为 1~5 级, 则可建立简单的离散型关联函数 K_i :

$$K_i(x) = \begin{cases} 5, x = \text{极便携 / 极简便 / 极舒适} \\ 4, x = \text{便携 / 简便 / 舒适} \\ 3, x = \text{一般} \\ 2, x = \text{不便携 / 不简便 / 不舒适} \\ 1, x = \text{极不便携 / 极不简便 / 极不舒适} \end{cases} \quad (6)$$

式(6)中, 装置的简便性、舒适性及其便携性的最优值均为 5 级。

比较三种不同的产品设计, 从使用过程中的便携性来看, 图 10b 雾化面罩与雾化器主机紧密相连, 体积小, 便携性相对较好; 图 10a 储药器与雾化面罩是两个独立的个体需连接使用, 使用时还需手握储药器通过导气管连接主机, 体积大, 便携性一般; 而图 10c 是将储药器与面罩一体化, 通过导气管连接主机使用, 虽然主机的体积较大, 但是吸入器的设计较便携。因此取 $K_{c1}(O_1)=3$, $K_{c1}(O_2)=4$, $K_{c1}(O_3)=3$ 。从装置的简便性来看, 图 10a 雾化面罩与储药器在使用时需手持储药器, 并将雾化面罩紧贴面部, 在外形上简便性一般; 图 10b 雾化面罩与雾化器主机紧密相连, 装置的简便性较好; 图 10c 储药器与雾化面罩一体化, 在使用时无需手持储药器, 但装置的简便性一般。因此取 $K_{c2}(O_1)=3$, $K_{c2}(O_2)=4$, $K_{c2}(O_3)=2$ 。从装置的舒适性来看, 图 10a 使用时需手持储药器与雾化面罩较长时间, 舒适性一般; 图 10b 使用时手持时间长且物件沉重, 舒适性差; 图 10c 储药器与雾化面罩一体化设计, 无需手持任何物件, 挂耳设计人性化, 具有较高舒适性。因此取 $K_{c3}(O_1)=3$, $K_{c3}(O_2)=2$, $K_{c3}(O_3)=4$ 。

根据上述分析, 三种产品设计的有关衡量指标: 便携性 C_1 、简便性 C_2 、舒适性 C_3 的关联度分别为

$$K_{c1}=(K_{c1}(O_1), K_{c1}(O_2), K_{c1}(O_3))=(3, 4, 3)$$

$$K_{c2}=(K_{c2}(O_1), K_{c2}(O_2), K_{c2}(O_3))=(3, 4, 2)$$

$$K_{c3}=(K_{c3}(O_1), K_{c3}(O_2), K_{c3}(O_3))=(3, 2, 4)$$

根据规范关联度公式

$$k_i(O_j) = \begin{cases} \frac{k_i(O_j)}{\max_{x \in x_0} k_i(x)}, k_i(O_j) > 0 \\ \frac{k_i(O_j)}{\max_{x \in x_0} |k_i(x)|}, k_i(O_j) < 0 \end{cases} \quad (7)$$

则它们的规范关联度分别为: $k_{c1}=(0.75, 1, 0.75)$, $k_{c2}=(0.75, 1, 0.5)$, $k_{c3}=(0.75, 0.5, 1)$

3.4 计算优度

图 10a 关于衡量指标 SI 的规范关联度为 $K(O_1)=(0.75, 1, 0.75)^T$; 图 10b 关于衡量指标 SI 的规范关联度为 $K(O_2)=(0.75, 1, 0.5)^T$; 图 10c 关于衡量指标 SI 的规范关联度为 $K(O_3)=(0.75, 0.5, 1)^T$ 。因此, 三种产品设计的优度分别为 $C(O_1)=\alpha K(O_1)=0.82$; $C(O_2)=\alpha K(O_2)=0.66$; $C(O_3)=\alpha K(O_3)=0.84$ 。

由于 $C(O_3) > C(O_1) > C(O_2)$, 所以认为 c 为较优方案。

4 结语

儿童医疗产品的研究, 逐渐开始关注舒适感与设计之间的关系, 因此, 针对儿童患者对医疗产品的舒适性需求, 对儿童雾化吸入器进行再设计具有深远意义。在完成三维建模并打印出 3D 模型后, 对所设计的儿童雾化吸入器的可行性进行了验证, 主要结论如下。

1) 所设计的储药器与面罩一体化挂耳式儿童雾化吸入器, 在使用过程中无需患者进行手持式操作且挂耳位置可调节, 提高了患者使用时的舒适性。

2) 利用优度评价方法, 对不同种儿童雾化吸入器设计方案的优度进行定量评价, 并找出最优解。结果表明, 设计方案 c 的优度最大, 舒适性更高, 可行性最佳。

参考文献:

- [1] 韩书环. 基于健康工业设计理念的儿童医疗产品设计与研究[D]. 长春: 长春工业大学, 2018.
HAN Shu-huan. Design and Research of Children's Medical Products Based on the Concept of Healthy Industrial Design[D]. Changchun: Changchun University of Technology, 2018.
- [2] 韩丽华. 雾化吸入给药的应用现状及临床研究进展[J]. 中国医药指南, 2019, 17(8): 19-20.
HAN Li-hua. Application and Clinical Research Progress of Aerosol Inhalation[J]. Chinese Medical Guidelines, 2019, 17(8): 19-20.
- [3] 张佩君, 袁乐意, 廉亚君. 改良雾化吸入器在气管切开病人中的应用[J]. 中华护理杂志, 2004(10): 9.
ZHANG Pei-jun, YUAN Le-yi, LIAN Ya-jun. Application of Improved Nebulizer Inhaler in Tracheotomy Patients[J]. Chinese Journal of Nursing, 2004(10): 9.
- [4] 蓝玉清, 肖联英, 谢启蔚, 等. 气动雾化吸入器放置装置的制作与应用[J]. 中华护理杂志, 2008(5): 451.
LAN Yu-qing, XIAO Lian-ying, XIE Qi-wei, et al. Manufacture and Application of Pneumatic Atomizing Inhaler Placement Device[J]. Chinese Journal of Nursing, 2008(5):

- 451.
- [5] 李秀萍. 雾化吸入器消毒与保存的改进[J]. 中华医院感染学杂志, 2010, 20(18): 28-44.
LI Xiu-ping. Improvement of Disinfection and Preservation of Aerosol Inhaler[J]. Chinese Journal of Hospital Infection, 2010, 20(18): 28-44.
- [6] 陈媛, 宋端树, 辜俊丽. 集成 QFD/TRIZ/AHP 的产品创新设计模式研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 150-155.
CHEN Yuan, SONG Duan-shu, GU Jun-li. Product Innovation Design Pattern of Integrated QFD/TRIZ/AHP[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 150-155.
- [7] CALIGIANA G, LIVERANI A, FRANCA D, et al. Integrating QFD and TRIZ for Innovative Design[J]. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 2017, 11(2): 15.
- [8] BAI Z, ZHANG S, DING M, et al. Product Innovation Design of Modularization Based on Theory of TRIZ and Axiomatic Design[J]. Advances in Mechanical Engineering, 2018, 10(12): 84-87.
- [9] 汤姆·凯利, 乔纳森·利特曼. 创新的艺术[M]. 李煜萍, 谢荣华, 译. 北京: 中信出版社, 2013.
KELLY T, LITTMAN J. Innovative Art[M]. LI Yu-ping, XIE Rong-hua, Translate. Beijing: CITIC Press, 2013.
- [10] 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. Industrial Design Innovation Process Based on TRIZ[J]. Mechanical Design, 2015, 32(11): 105-109.
- [11] 于肖飞. 产品设计创新刍议[J]. 美术观察, 2019(3): 68-69.
YU Xiao-fei. Innovation of Product Design[J]. Art Observation, 2019(3): 68-69.
- [12] 檀润华. TRIZ 及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
TAN Run-hua. TRIZ and Application[M]. Beijing: Higher Education Press, 2010.
- [13] 张建辉, 檀润华, 陈子顺. 采用物质—场的功能分析法[J]. 机械设计与研究, 2009, 25(1): 19-23.
ZHANG Jian-hui, TAN Run-hua, CHEN Zi-shun. Using Material-Field Functional Analysis Method[J]. Mechanical Design and Research, 2009, 25(1): 19-23.
- [14] 王年文, 王剑. 基于 QFD/TRIZ 的热透灸理疗仪创新设计[J]. 包装工程, 2018, 39(22): 218-224.
WANG Nian-wen, WANG Jian. Innovative Design of Thermal Moxibustion Physiotherapy Instrument Based on QFD/TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 218-224.
- [15] 蔡文, 杨春燕. 可拓学的基础理论与方法体系[J]. 科学通报, 2013, 58(13): 1190-1199.
CAI Wen, YANG Chun-yan. Basic Theory and Methodological System of Extension[J]. Science Bulletin, 2013, 58(13): 1190-1199.

(上接第 107 页)

- [5] 张一俊. 产品系统设计定位与评估的定量化方法研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2007.
ZHANG Yi-jun. Research on the Quantitative Method for Orientation and Evaluation of Product System Design[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2007.
- [6] 胥程飞. 用户体验和交互设计在工业设计中的应用[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 294-297.
XU Cheng-fei. Application of User Experience and Interaction Design in Industrial Design[J]. Packing Engineering, 2019, 40(12): 294-297.
- [7] 杨玲, 李洋, BORGEM M. 面向用户体验的交互式产品设计方法及其应用[J]. 制造业自动化, 2018, 40(8): 35-38.
YANG Ling, LI Yang, BORGEM M. User Experience-orientated Interactive Product Design Method and its Application[J]. Manufacturing Automation, 2018, 40(8): 35-38.
- [8] 丁一, 郭伏, 胡名彩, 等. 用户体验国内外研究综述[J]. 工业工程与管理, 2014, 19(4): 92-97.
DING Yi, GUO Fu, HU Ming-cai, et al. A Review of User Experience[J]. Industrial Engineering and Management, 2014, 19(4): 92-97.
- [9] 燕艳. 关注用户体验的绿色建筑设计——以上海临空 11-3 地块商业办公用房 9 号楼为例[J]. 绿色建筑, 2018, 10(5): 7-10.
YAN Yan. User Experience Orientation Green Building Design for an Office Building Project in Shanghai[J]. Green Building, 2018, 10(5): 7-10.
- [10] 汪海溟, 兰玉琪. 基于用户体验的智能化母婴产品设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(22): 261-265.
WANG Hai-ming, LAN Yu-qi. Intelligent Maternal and Infant Product Design Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(22): 261-265.
- [11] 骆月珍, 石蓉蓉, 陈海燕. 人体舒适度预报中体感温度的引进、修正及应用[J]. 浙江气象, 2002(3): 18-21.
LUO Yue-zhen, SHI Rong-rong, CHEN Hai-yan. Introduction, Correction and Application of Somatosensory Temperature in Human Body Comfort Prediction[J]. Journal of Zhejiang Meteorology, 2002(3): 18-21.