

基于 TRIZ 和 QFD 理论的视障儿童玩具创新设计

王秀红, 唐淑珍, 李淑方, 周思杨, 许向前

(郑州航空工业管理学院, 郑州 450003)

摘要: **目的** 设计一款适合视障儿童的创新型玩具。**方法** 利用 QFD 理论建立视障儿童用玩具的质量屋, 将顾客需求转化为产品技术特性, 找到两对技术矛盾: 外形与凹凸块契合度的矛盾, 即外形越大, 契合度越难; 外壳材质与声音的矛盾, 即在杨氏模量一定的情况下, 外壳的密度越小, 声速越大、响度越大。利用 TRIZ 理论的 39 个通用工程参数和 40 个发明原理解决上述两对技术矛盾。**结论** 提出了一种可行性方案, 主要包括外形、内部构造与玩法 3 部分的设计, 与目前市场上现有的视障儿童玩具相比该创新型玩具同时达到了锻炼视障儿童的记忆力、感知能力、认知能力和动手操作能力的效果。

关键词: QFD; TRIZ; 视障儿童; 创新型玩具

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)04-0168-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.04.027

Innovative Design of Toy for Visually Impaired Children Based on TRIZ and QFD

WANG Xiu-hong, TANG Shu-zhen, LI Shu-fang, ZHOU Si-yang, XU Xiang-qian

(Zhengzhou University of Aeronautics, Zhengzhou 450003, China)

ABSTRACT: The work aims to design an innovative toy suitable for visually impaired children. The QFD theory was used to establish the house of quality of toys for visually impaired children. The customer needs were transformed into the technical characteristics of the products, and two pairs of technical contradictions were found: the contradiction between the shape and the fit degree of concave-convex blocks, i.e. the bigger the shape, the harder the fit degree; the contradiction between the shell material and sound, that is, under the condition of constant Young modulus, the smaller the density of the shell, the greater the sound speed and loudness. The two pairs of technical contradictions above were solved with 39 general engineering parameters and 40 inventive principles of TRIZ theory. A feasible scheme is proposed. It mainly includes three parts: shape, internal structure and playing method. Compared with the existing toys for visually impaired children on the market, the innovative toy achieves the effect of exercising the memory, perception, cognitive and manipulative ability of visually impaired children at the same time.

KEY WORDS: QFD; TRIZ; visually impaired children; innovative toys

据统计, 中国约有 8502 万残疾人, 其中视力残疾人者约占 15%^[1-2], 其中视障儿童占绝大部分。视觉障碍使活动受到限制, 不仅会导致其语言、动作、交流等基本能力受限, 而且使其认知环境和探索新鲜事物能力下降, 甚至使性格变得孤僻^[3-4]。适合视障儿童的玩具寥寥无几, 主要有 9×9 阶视障儿童用魔方和几种视障儿童专用棋具, 但难度较大、功能单一又缺乏一定的趣味性。所以, 本文针对处于黄金智力开发期的学龄前视障儿童设计了一种创新型玩具。

1 QFD 和 TRIZ 的集成应用

质量功能展开 (QFD), 是 20 世纪 60 年代末由日本学者赤尾洋二提出的^[5], 质量屋 (HOQ) 是 QFD 的核心技术。HOQ 从顾客需求、技术特性、关系矩阵、竞争分析和技术评估方面分析资源与顾客的关系, 但 QFD 不能解决技术参数之间的矛盾。发明问题解决理论 (TRIZ)^[6-7], 是前苏联发明家根里奇·阿

收稿日期: 2018-10-25

作者简介: 王秀红 (1974—), 女, 河北人, 硕士, 郑州航空工业管理学院教授, 主要研究方向为复杂产品系统创新模式和 TRIZ 理论。

奇舒勒于 1946 年提出的具有完整体系的发明问题解决理论和方法，其核心是 40 个发明原理、39 个通用工程参数解决矛盾矩阵和冲突以达到最终理想解（IFR）。QFD 能解决做什么的问题，TRIZ 能解决如何做的问题。将 QFD 和 TRIZ 有机集成能够满足顾客需求并解决技术矛盾^[8-10]。QFD 和 TRIZ 的集成创新设计流程见图 1。

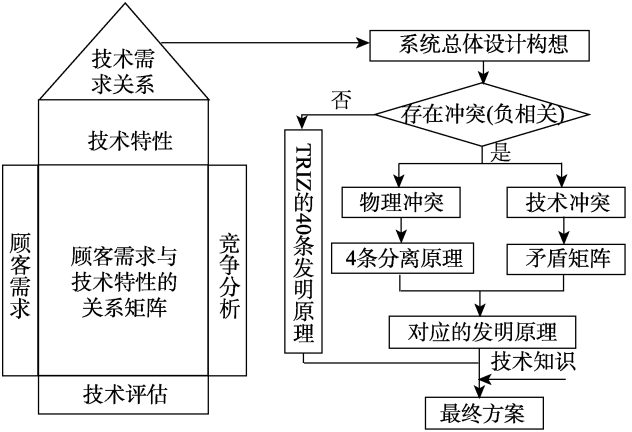


图 1 QFD 和 TRIZ 的集成创新设计流程
Fig.1 Integrated innovative design process of QFD and TRIZ

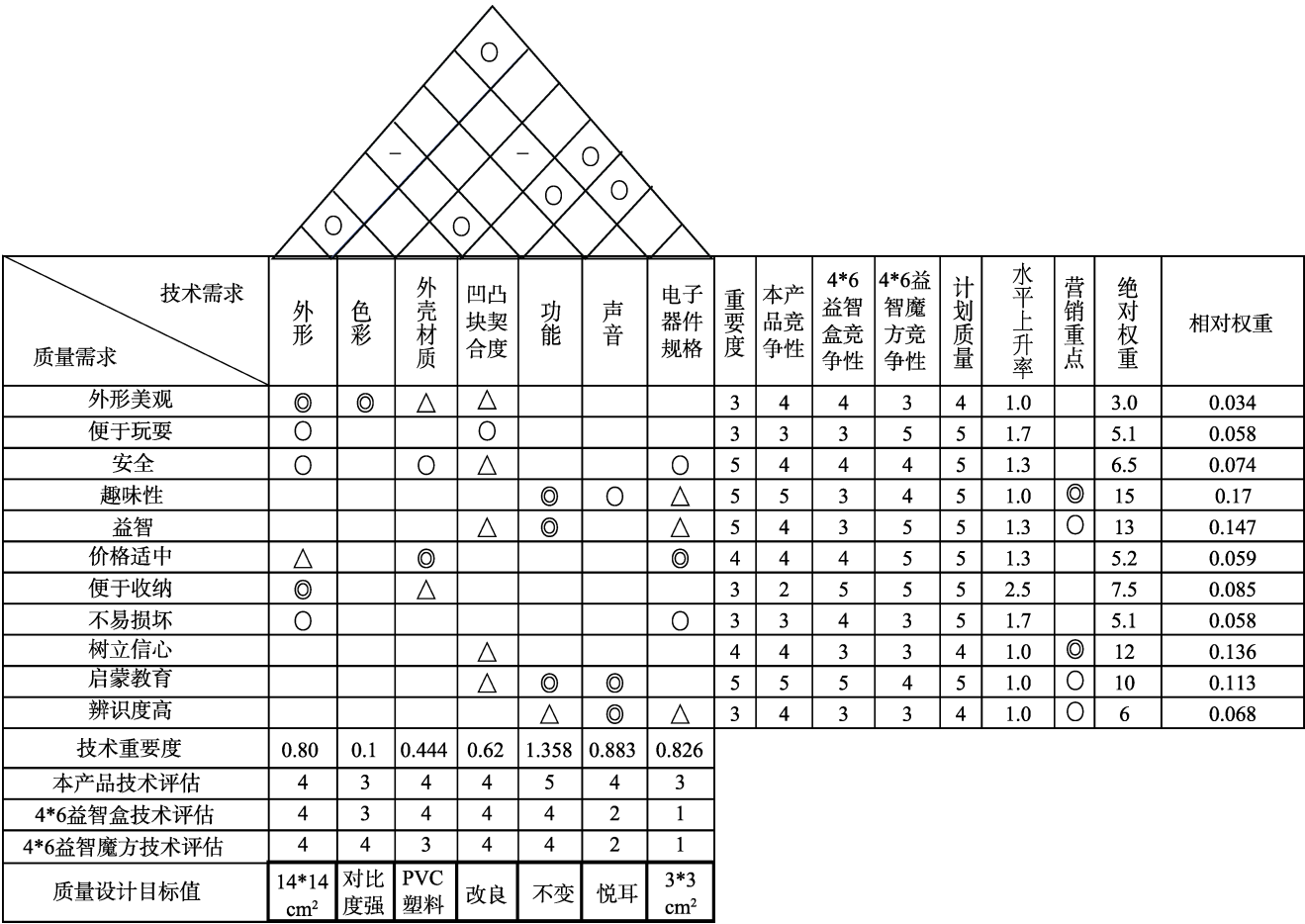
2 QFD 和 TRIZ 集成视障儿童玩具

2.1 视障儿童玩具需求分析

通过对河南省某地区 129 名视障儿童家长、20 名残障学校老师、129 名 3~10 岁阶段的儿童和 20 名儿童玩具设计者进行问卷调查和深度访谈，对提出的需求指标进行聚类分析后，得出 11 个摘要需求指标：外形美观、便于玩耍、安全、趣味性、益智、价格适中、便于收纳、不易损坏、树立信心、启蒙教育、辨识度高。

2.2 质量屋构建

根据质量需求展开和视障儿童玩具设计方法，得出视障儿童用玩具设计技术指标为：外观（外形、色彩、外壳材质）、内部构造（电子器件规格）、玩法（凹凸块契合度、功能、声音）；由于 3~10 岁儿童生理和心理变化较大，认知能力和手的尺寸均不同，所以产品的设计主要以处于黄金智力开发期的学龄前儿童为主。选取该产品的原型 4×6 阶益智盒和 4×6 阶益智魔方为竞争对象，质量屋见图 2。



注：关系矩阵中，◎为强相关，3分；○为相关，2分；△为弱相关，1分；空白为不相关，0分；
竞争性矩阵中，◎为强相关，3分；○为相关，2分；空白为不相关，1分。

图 2 质量屋
Fig.2 The house of quality

各参数计算如下：

$$\text{水平上升率} = \frac{\text{计划质量}}{\text{本场品竞争性}};$$
$$\text{绝对权重} = \text{重要度} \times \text{水平上升率} \times \text{营销重点}$$
$$\text{相对权重} = \frac{\text{绝对权重}}{\sum \text{绝对权重}} \times 100\%;$$
$$\text{技术重要度} = \text{关系矩阵值分数} \times \text{相对权重}$$

2.3 矛盾的描述

从质量屋可以得出以下结论:(1)用户需求中“趣味性”、“益智”、“树立信心”、“启蒙教育”为主要需求,应最大化满足;(2)4×6 阶益智盒和 4×6 阶魔方在“功能”、“声音”、“电子器件规格”3 个方面较差,创新型视障儿童用玩具应从这几个技术特性着手以占领市场;(3)技术特征中存在 2 对负相关,分别是外形与凹凸块契合度(即外形越大,契合度越难)、外壳材质与声音(即在杨氏模量一定的情况下,外壳的

密度越小,声速越大、响度越大^[11])。

2.4 矛盾的消解

运用 TRIZ 理论中的 39 个通用工程参数描述冲突为:No8 静止物体的体积——确定外形的大小;希望降低 No24 信息的损失,以防声音传出的时候被削弱;No27 可靠性——能适当执行所需功能的能力;No36 设备的复杂性——即掌控对象或系统的困难度。主要存在两对技术矛盾,即物体越小,掌控越困难;可靠性越优,信息损失越大。

目前可用发明原理有:No1 分割——将物体分为独立的几部分;No31 多孔材料原理——即加入多孔的物体使声音能够精确传出;No10 预先作用原理——预先对物体做出必要的改变;No28 机械替代原理——用光学系统、电磁学系统或影响人类感觉的系统来代替机械系统;No23 反馈——通过引入反馈来改善系统性能。矛盾矩阵(部分)见表 1。

表 1 矛盾矩阵(部分)
Tab.1 Contradiction matrix (part)

恶化的参数 \ 改善的参数		...	8	...	24	...	27	...	36	...
		...	静止物体的体积	...	信息的损失	...	可靠性	...	设备的复杂性	...
...	...									
8	静止物体的体积				—		2,35,16		1,31	
...	...									
24	信息的损失		—				10,28,23		—	
...	...									
27	可靠性		2,35,16		10,28,13				13,35,1	
...	...									
36	设备的复杂性		1,31		—		13,35,1			
...	...									

3 方案

根据矛盾描述中的顾客需求、质量特性和技术特征的冲突得出以下详细的设计步骤。设计产品为一种视障儿童用益智盒,主要包括外形、内部构造和玩法 3 个部分的设计。

利用发明原理 No1 分割和 No10 预先作用原理设计外形:以魔方为原型,大小设置为 14 cm×14 cm,由放置面板和板块两部分组成,对板块进行不同的设计,每个板块为不同的颜色,但均色彩鲜艳且对比度较强(红、黄、蓝、绿、橙、紫);每个板块凸出部分均为动物(猫、狗、猪、鸭、鸡、鸟)的头像;每个板块由 4 个小板块组成,每个小板块的中间是支撑板,上边是动物头像的一部分,下边是一类凸出的立体的图案。放置面板的每个面为凹进的相对应的立体

图案(简单图形为正方形、三角形、圆形和菱形;简单的英文字母为 L, T, I, H;简单的运算符号:加、减、等、除;多边形为直角三角形、直角梯形、正五边形、正六边形;数字为 3、4、5、6;简单的汉字为上、下、土、王)。玩具外形见图 3。

利用 No28 机械替代原理和 No31 多孔材料原理设计内部构造:内部为输入电源(两节 1.5 V 干电池)控制的语音模块,一共 6 个触发口,每个触发口对应一种动物的叫声。当玩具放置正确后,开关 S1, S2, S3, S4 形成一个串联的通路,由总开关 S5 对整个通路进行控制,开关全部打开后对地触发播放相应的语音,语音模块控制见图 4。将语音芯片和扬声器连接固定在玩具内部,综合刚度、密度以及成本将固定的模块做成多孔的 PVC 塑料。语音触发的说明见表 2。

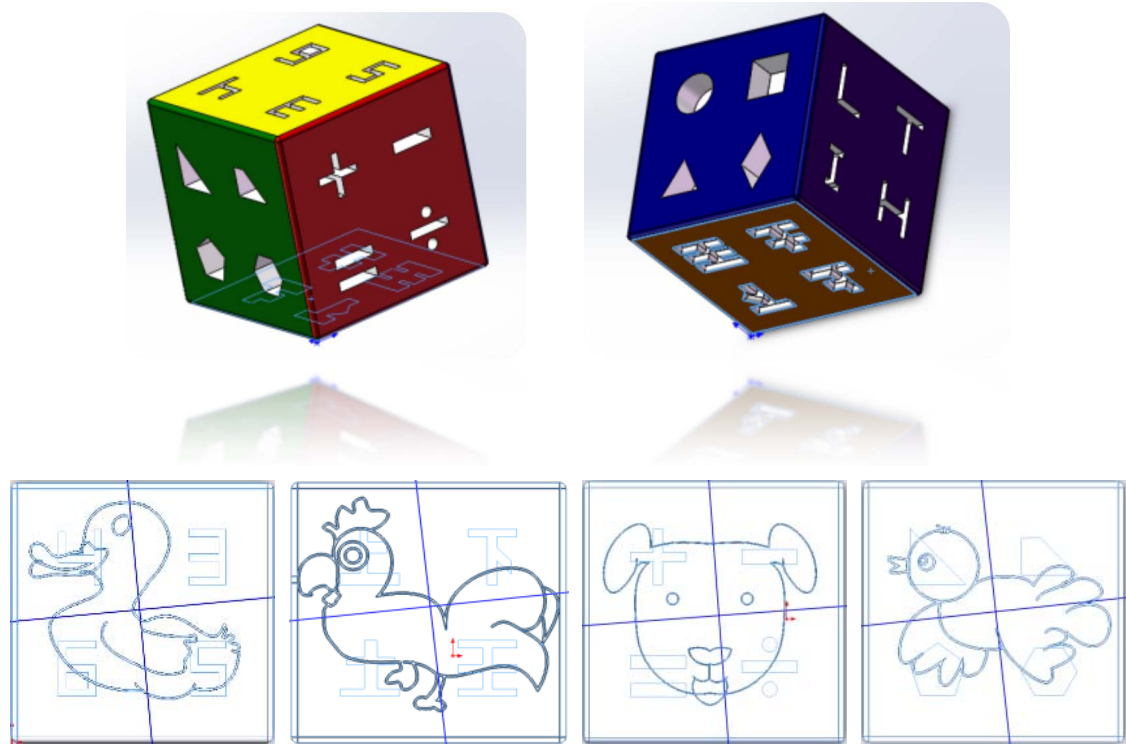


图 3 玩具外形
Fig.3 Toy shape



图 4 语音模块控制
Fig.4 Voice module control

表 2 语音触发
Tab.2 Speech triggering

触发器	功能
IO1 到地	播放猫的叫声
IO2 到地	播放狗的叫声
IO3 到地	播放猪的叫声
IO4 到地	播放鸭的叫声
IO5 到地	播放鸡的叫声
IO6 到地	播放鸟的叫声

根据 No23 反馈原理，将听觉和触觉相结合设计玩法。第一步，用手指充分接触每个小板块凸出与控制面板凹进去的部分来感受图案形状，由父母教给孩子认识相应的图形、字母、运算符、数字以及简单汉字，根据触感记忆轮廓构成，再根据记忆将放置面板凹面和板块凸面图形进行一一对应；第二步，将同一板块的 4 个小板块根据图形和线条的连续性分别与放置面板对应，图形完全放置正确，按下开关即发出动物叫声，由父母教给孩子与叫声相对应的动物；第三步，儿童触摸由 4 个小板块组成的完整板块，用手指去感受动物的简单形状，并将动物轮廓与动物叫声

对应记忆。玩法演示见图 5。

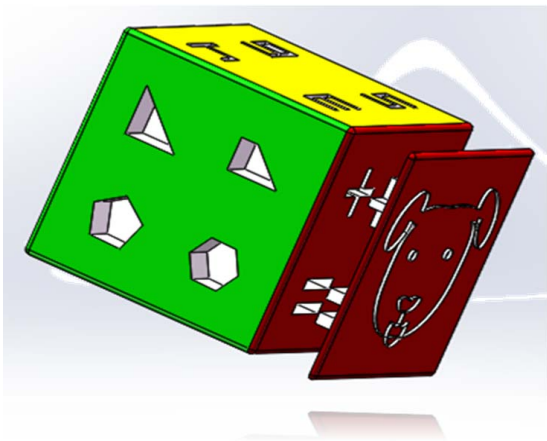


图 5 玩法演示
Fig.5 Play demo

4 结语

QFD 是将顾客要求转化为产品设计要求的主要工具，TRIZ 能在整个设计和开发过程中不断地解决矛盾、消抵冲突，最终达到最优方案的效果。将 QFD/TRIZ 有机结合，利用目前可用的发明原理，通过对外形、内部构造和玩法 3 个部分进行改进，将听觉与触觉相结合设计了一款视障儿童用玩具。与目前市场上的视障儿童用玩具如 4×6 阶魔方、4×6 阶益智盒相比，趣味性高，更能帮助视障儿童树立信心。

参考文献:

- [1] 倪春洪. 针对视障群体公共空间导视系统信息密度分析[J]. 包装工程, 2016, 37(24): 68—73.
NI Chun-hong. Analysis of the Guide Signage System's Information Density for the Visual Impaired People in the Public Space Environment[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(24): 68—73.
- [2] 方俊明. 开创我国特殊教育发展的新局面[J]. 中国特殊教育, 2017(8): 5—6.
FANG Jun-ming. A New Situation in the Development of Special Education in China[J]. China Special Education, 2017(8): 5—6.
- [3] 胡晓毅, 岳孝龙, 贾睿. 我国视障与听障儿童家庭需求和家庭生活质量现状及关系研究[J]. 理论研讨, 2016(3): 23—27.
HU Xiao-yi, YUE Xiao-long, JIA Rui. The Status and Relationship Between Family Needs and Family Quality of Life of Children with Visual and Hearing Impairment in China[J]. Theoretical Discussion, 2016(3): 23—27.
- [4] 孙圣涛, 刘海燕. 视障儿童与普通儿童理解与使用情绪表达规则的比较[J]. 中国特殊教育, 2009(2): 47—51.
SUN Sheng-tao, LIU Hai-yan. The Comparison of children with visual impairment and ordinary Children Understanding and Use of Emotion Expression Rules[J]. Chinese Special Education, 2009(2): 47—51.
- [5] 韩福荣. 现代质量管理学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 13—18.
HAN Fu-rong. Modern Quality Management Science[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2016: 13—18.
- [6] 陈国强, 王振, 董超. 基于 TRIZ 创新理论的便携式耳机设计[J]. 包装工程, 2013, 34(12): 42—45.
CHEN Guo-qiang, WANG Zhen, DONG Chao. Portable Headset Design Based on TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(12): 42—45.
- [7] 崔憧遥, 张简一, 杜强. TRIZ 理论的 40 个发明原理在儿童家具设计中的应用[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 175—179.
CUI Chong-yao, ZHANG Jian-yi, DU Qiang. Application of 40 Inventive Principles of TRIZ Theory in the Children's Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 175—179.
- [8] 易雪峰, 游娅娜. 基于 QFD 和 TRIZ 的儿童床改良设计[J]. 包装工程, 2017, 38(6): 246—250.
YI Xue-feng, YOU Ya-na. Improved Design for Children's Beds Based on QFD and TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(6): 246—250.
- [9] 王秀红. 基于 QFD 和 TRIZ 集成理论的电动吸尘黑板擦创新设计[J]. 包装工程, 2014, 35(18): 39—60.
WANG Xiu-hong. Innovative Design of Electric Vacuum Blackboard Eraser Based on QFD and TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(18): 39—60.
- [10] 李平平, 任工昌, 陈红柳. 多方法集成创新在产品形态设计中的应用研究[J]. 现代制造工程, 2014(1): 33—37.
LI Ping-ping, REN Gong-chan, CHEN Hong-liu. Application Research on the Product form Design of the Integrated Innovation of Multiple Methods[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2014(1): 33—37.
- [11] 杜功焕. 声学基础[M]. 南京: 南京大学出版社, 2012.
DU Gong-huan. Acoustics Foundation[M]. Nanjing: Nanjing University Press, China, 2012.