

基于认知发展理论与 TRIZ 的儿童益智玩具设计

陈永当, 付钰

(西安工程大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 针对现有儿童益智玩具中存在的缺乏“益智”性及未完全贴合儿童认知的问题, 提出了一种基于皮亚杰的认知发展理论, 并结合 TRIZ 获得儿童益智玩具的创新设计研究模型。**方法** 运用认知发展理论中的四个运算阶段思维发展特征, 分析不同年龄段儿童对于益智玩具的需求, 通过建立各阶段益智玩具的理想功能模型, 结合理想化水平公式进行解析; 然后应用 TRIZ 的创新设计理念分析儿童益智玩具设计中存在的冲突, 通过工具系统中的冲突矩阵找出相对应的发明原理并分析可行性。**结果** 为针对 7~9 岁儿童的科学设计益智玩具提出了一种具有互动体验且较为创新的解决方案和设计思路。**结论** 通过将认知发展理论融入儿童益智玩具设计原则与原理, 在设计参数间产生出了许多潜在冲突; 并由 TRIZ 理论创造性地解决了冲突, 进而通过解决冲突生成了可行、有效的概念设计方案, 对益智玩具行业发展方向具有一定借鉴意义。

关键词: 认知发展理论; TRIZ; 儿童益智玩具; 冲突矩阵; 互动体验

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)20-0131-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.20.021

Children's Educational Toys Design Based on Cognitive Development Theory and TRIZ

CHEN Yong-dang, FU Yu

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: The work aims to propose an innovative design theoretical model of children's educational toys based on Piaget's cognitive development theory and combined with TRIZ for the problems that the existing children's educational toys lack "intelligence" and do not fully fit children's cognition. Firstly, the characteristics in the four stages of cognitive development theory were used to analyze the needs of children in different ages for the educational toys. The ideal functional model of educational toys at each stage was established for analysis with the idealized level formula. Then, the technical conflicts in the design were investigated by the innovative design concept of TRIZ. The corresponding invention principle was found out through the conflict matrix in the tool system and the feasibility was analyzed. The innovative solution and design idea with interactive experience was proposed for the scientific design of educational toys for children aged 7-9 years old. Many potential conflicts in design parameters are generated by integrating cognitive development theory into the design principles of educational toys. Then, the feasible and effective conceptual schemes are produced by solving conflicts creatively with TRIZ, which provides certain reference for the development of the educational toy industry.

KEY WORDS: cognitive development theory; TRIZ; children's educational toys; conflict matrix; interactive experience

儿童益智玩具, 指专供玩耍且有助于儿童某项或一系列智力开发的器具^[1]。国内外的益智玩具都趋向成熟多样, 但实际通过市场调研发现, 许多玩具仅被

贴上“益智”的标签, 而用户调查表明其并无开发儿童智力的功能; 同时现代儿童成长的需求已经不能被拼图和积木类等大众化益智儿童玩具所满足, 因此需

收稿日期: 2020-07-26

基金项目: 中国纺织工业联合会科技项目(2016091, 2019064); 西安市科技计划项目(201805030YD8CG14-16); 西安市重点实验室建设项目(2019220614SYS021CG043)

作者简介: 陈永当(1972—), 男, 陕西人, 博士, 西安工程大学教授, 主要研究方向为制造业信息化。

要在整体设计中结合相关理论, 牵引出新的创意理念。

有关儿童益智玩具设计, 文献[2]阐述了益智玩具与幼儿发展的关系, 将全脑开发理论引入玩具的创新设计中; 文献[3]采用认知心理学与行为学等理论, 找出了儿童日常生活相关行为信息并与玩具设计需求之间建立了思维上的关联; 文献[4]主要研究了2~4岁儿童对益智玩具的需求和相关设计要素, 并设计出了具体的益智玩具; 文献[5]和[6]探讨了基于交互设计理论的学龄前儿童益智玩具设计原则, 构建了相应设计的流程; 文献[7]利用“体验设计”概念在市场和产品两方面的体现, 论述了题材的选择及四项设计原则对玩具情感化需求的满足情况; 文献[8]结合皮亚杰的认知发展理论及霍华德的多元智能理论分析了设计现状, 展望了其挑战和发展趋势。

大多数研究仅在理论层面或仅针对某一年龄段儿童, 阐述儿童益智玩具的设计策略或具体实施方案, 不仅缺少全年龄段儿童对于益智玩具的多层面需求创新设计研究, 而且缺乏运用相关科学的产品发明理论验证并完善设计的过程。本文应用认知发展理论和TRIZ理论, 以四个年龄段的认知思维发展需求模型为切入点, 分别给出各阶段的设计理想解, 运用TRIZ中的冲突矩阵将其转化为一般解。具体地设计出一款较为新颖且可行性高的儿童益智玩具, 为设计者提供高效、简便、快捷的创新设计思路。

1 集成认知发展理论和 TRIZ 的理想功能建模及分析

1.1 认知发展理论与儿童益智玩具设计需求分析

瑞士心理学家皮亚杰曾提出, 不同年龄阶段的儿童, 其心理、生理特征, 以及认知和智力发育特征都不尽相同, 他把儿童心理结构和心理发展分为四个阶段, 各阶段儿童的思维特征及活动特点, 见表1。因此, 在当前经济网络高速发展的时代背景下, 如何依据不同阶段儿童的智力特点与认知结构来设计开发益智儿童玩具, 成为尤为创新的一类侧重点^[9-12]。

针对认知发展理论中对四个发展阶段的思维特征及行为活动特点的具体论述, 可分析出各年龄段儿

童益智玩具的产品设计需求层次, 具体需求要素分析, 见图1。

1) 处在感知运算阶段的儿童, 其智力的发展绝大多数仅根据感知觉和动作之间的协调来完成, 没有表象、思维和语言, 以及内化的动作结构等。因此, 该阶段的益智玩具需求要素应围绕儿童的感知觉能力进行综合考虑, 主要包括视觉、听觉、嗅觉、触觉等因素。通过益智玩具的敲击、滚动、声音、抚摸等功能, 刺激适龄儿童的爬行、翻滚、蹒跚学步等行为活动, 进而锻炼其感知觉能力, 为下一阶段的思维发展做好铺垫。

2) 处在前运算思维阶段的儿童, 其语言功能迅速发展, 并且频繁地使用表象符号来取代外界事物, 同时该年龄段的儿童活动范围扩大、求知欲增强且想象力也随之更加丰富。因此, 该阶段益智玩具的设计需求要素主要集中在促进发展语言能力、提高想象力和兼具探索性与挑战性的部分。

3) 处在具体运算阶段的儿童, 其认知结构已经发生重组和改善, 儿童的实际活动已内化为具有可逆性和守恒性的具体运算, 即适龄儿童能够联系具体的事物或凭借已有的经验进行逻辑思维推理。因此, 该阶段益智玩具的设计需求要素包含有针对性训练儿童运算技能, 培养基本的逻辑思维和分类能力, 并且尽可能地具有场景化的问题、丰富的题材和多种多样的思维要素等特点。

4) 处在形式运算阶段的儿童已达到思维的高级阶段, 可以抛开具体事物, 运用抽象思维进行形式运算, 通过假设和形式化的逻辑推演得出结论。因此, 结合该阶段的思维特征和行为活动特点分析出几点设计需求要素, 即促进儿童的逻辑思维、分析预测等综合能力, 培养预测分析和估计结论的能力, 以及形成基本的创新意识。

1.2 理想功能模型分析

理想功能模型是指为达到理想最终解, 一个对象应该发挥哪些功能的想象、假设或暗示^[13]。大多数情况下都应构建理想功能模型, 因为它能促进设计者创造性思考并直接指向有效解决方法所在的区域。

表 1 四个阶段的思维特征及活动特点

Tab.1 Thinking characteristics and activity characteristics in four stages

发展阶段 (年龄段)	思维特征	行为活动特点
感知运算阶段 (0~2岁)	只能依靠自身的感觉和动作来认识世界, 是一种实践智力	抓取、嗅、吮吸、摸
前运算思维阶段 (2~7岁)	将感知运动图式内化为表象图式, 已具备表象思维, 并且以自我为中心	想象力丰富、喜欢自己创造事物
具体运算阶段 (7~11岁)	已内化为具有可逆性和守恒性的具体运算且可进行逻辑思维	排序、传递、运算技能
形式运算阶段 (12~16岁)	运用抽象的符号, 通过假设和形式化的推理得出结论	创新意识和创造才能、分析预测及分类组合

根据前期市场调研及认知发展理论的分析,得出基于认知发展理论儿童益智玩具理想功能模型,见图 2。关于益智儿童玩具的理想功能模型树,针对不同年龄段儿童的需求进行了分类。其中,归纳现有市场消费调研后,分析出了在儿童玩具设计最为基础的四个需求:安全性、玩法的种类、结构与维护和参与交流程度,这四个需求在理想解的前提下需要被首要满足;其次,将四个认知思维发展阶段的需求转化为益智玩具的理想功能也是设计者主要考虑的方面。

分析现有主流的儿童益智玩具调研可知,绝大多数产品的实际功能与设计最终理想解之间还存在诸多差异与问题。例如,卡通人物拼图等拼图类玩具,在培养儿童动手能力、逻辑思维能力和想象能力的同时,也存在拼图玩法单一,仅能拼接特定的图片,易产生厌烦心理等问题,见图 3;磁性玩具虽然能够训练儿童对于色彩的敏感度,提高想象力,但是也存在误吞小零件造成窒息或胃穿孔等危险,见图 4;虽然拼装玩具能锻炼儿童的耐心、对事物的注意力,提高逻辑分析能力,但是其零部件既多又小,并且存在容易丢失从而导致玩具在维护方面的消耗增大的隐含

问题,见图 5。

接下来运用理想化水平衡量公式对理想功能模型进行评价。技术系统是功能的实现,同一功能存在多种技术实现方式,任何系统在完成人们所需的功能时,都会产生有害功能,并且在实际工作中有害功能由代价与危害代替,有用功能变更为效益^[14-15]。因此,可得理想化水平衡量公式为

$$Idea = \frac{\Sigma B}{(\Sigma E + \Sigma H)} \tag{1}$$

式(1)中: *Idea*——理想化水平; ΣB ——效益之和; ΣE ——代价之和(原料成本、占用空间、消耗能量等); ΣH ——危害之和(污染等)。

由式(1)可知:产品的理想化水平与其效益之和成正比,与所有代价和危害成反比,不断提高产品的理想化水平才是创新创意设计的宗旨。并且可以得出四种提高理想化水平的方案:(1)通过去除不必要的污染或空间、能量,降低代价和危害的数量;(2)利用存在的外界可用资源或免费资源,减少成本,进而减轻代价总数;(3)将废弃物适用于超系统中,减少系统本身的危害量;(4)在原有系统中增加新的功能,提高产品的总体效益。

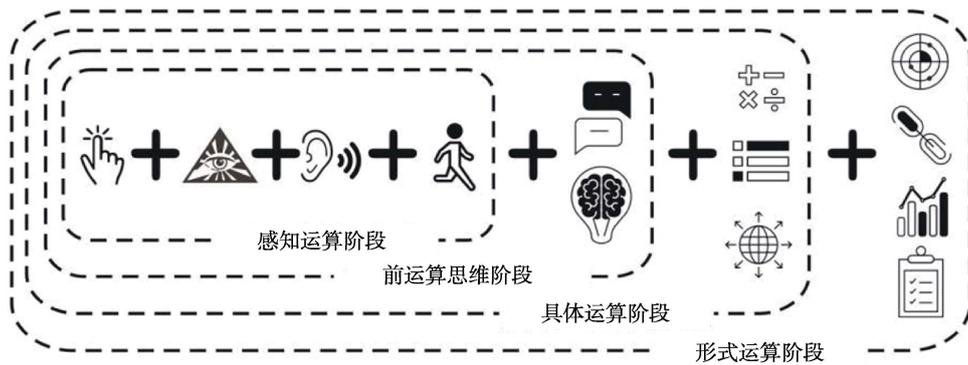


图 1 四个阶段的设计需求要素
Fig.1 Design requirements elements in four stages

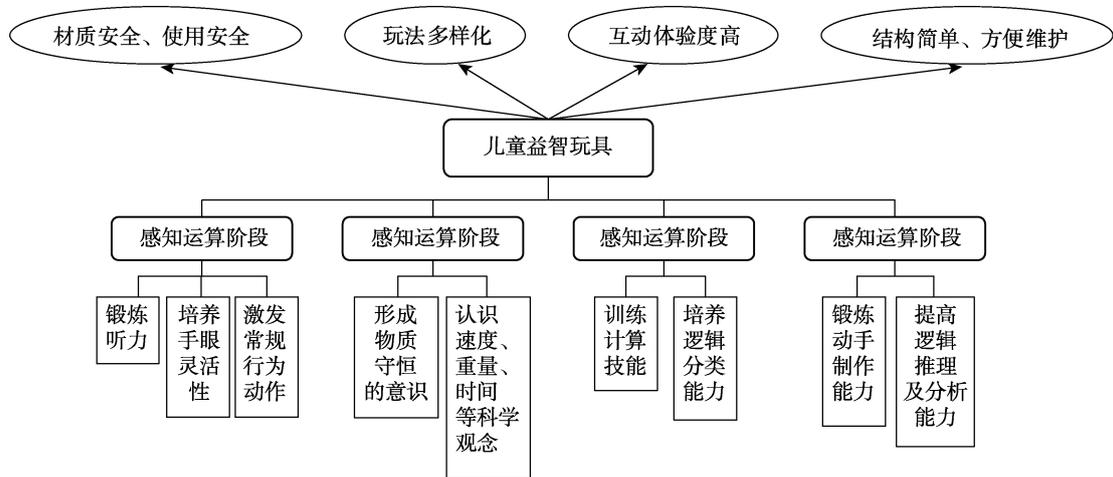


图 2 基于认知发展理论儿童益智玩具理想功能模型
Fig.2 Ideal function model for children’s educational toys based on cognitive development theory



图3 卡通拼图玩具
Fig.3 Cartoon puzzle toys



图4 魔磁棒
Fig.4 Magic magnet



图5 拼装玩具
Fig.5 Assembling toys

表2 感知运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵(部分)
Tab.2 TRIZ technology conflict matrix in the sensorimotor stage (partial)

改善的通用工程参数	恶化的通用工程参数
NO.8 静止物体的体积	NO.27 可靠性 2(抽取)、35(性能转换)、16(部分超越)

表3 前运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵(部分)
Tab.3 TRIZ technology conflict matrix in the preoperational stage (partial)

改善的通用工程参数	恶化的通用工程参数	
	NO.32 可制造性	NO.35 适应性, 通用性
NO.36 系统的复杂性	27(廉价品替代)、 26(复制)、 1(分割)、 13(反向作用)	29(压力)、15(动态)、 28(机械系统替代)、 37(热膨胀)

1.3 技术冲突分析与解决

技术冲突是指一个系统在某个方面改善的同时使得另外一部分的性能受到影响甚至变坏,表现为同一系统中的不同参数之间的冲突。同时 TRIZ 理论提出用三十九个通用工程参数描述冲突,将实际情况中的多组冲突转化为三十九个工程参数表示,接着运用阿奇舒勒冲突矩阵寻找相对应的四十个发明原理序号,从而得出冲突的可能解^[16-17]。根据前期基于认知发展理论建立的理想功能模型的分析可知,在儿童益智玩具的设计过程中存在许多设计矛盾。

1.3.1 感知运算阶段的设计冲突分析

处在感知运算阶段的儿童需要锻炼手眼脑的灵活性,以及对色彩和听觉的培养,但因为此阶段儿童的年龄幼小、好奇心较重,容易啃舔、误吞形状奇特且色彩丰富的微小玩具零部件,所以存在危害儿童的身体安全的可能性。

首先,将上述技术冲突用通用工程参数表示,得到“静止物体的体积”和“可靠性”这一组参数,需

要改善参数为“静止物体的体积”,相对的恶化参数是“可靠性”;其次,在冲突矩阵中查找相应的发明原理序号,改善参数列为“静止物体的体积”,恶化参数行为“可靠性”,见表2,可得到三个发明原理:2、35、16。

通过序号从四十个发明原理中找出2抽取原理、35性能转换原理、16部分超越原理可能是解决上述冲突的原理。经过发明原理可行分析:原理2指从物体中抽出产生负面影响的部分或属性,即能够通过对于益智玩具的细小零部件进行融合设计或运用解构简化思想对其进行拆分重组,从而达到剔除细小零部件在儿童玩耍时存在的隐患问题的目的;原理35指改变系统的属性,以提供一种有用的创新,例如将锻炼听觉和视觉的玩具材质换为环保ABS材质,耐磨耐摔,确保儿童在啃咬时不损害健康。

1.3.2 前运算思维阶段的设计冲突分析

处在前运算思维阶段的儿童求知欲加强,活动空间扩展,因此手脑并用、富有创造性且蕴含某些单位概念(长度、质量、体积等)的玩具更适合该阶段儿童的发展。然而此阶段的儿童已具有表象思维,喜欢有挑战性的玩具,对于功能单一、结构简单的玩具会存在厌倦、腻烦心理,进而导致资源浪费。

首先,将上述技术冲突用通用工程参数表示,得到需要改善参数为“系统的复杂性”,相对的恶化参数是“可制造性”和“适应性,通用性”;其次,在冲突矩阵中查找相应的发明原理序号,改善参数列为“系统的复杂性”,恶化参数行为“可制造性”和“适应性,通用性”,前运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵见表3,共得到发明原理:27、26、1、13和29、15、28、37。

通过序号从四十个发明原理中找出27廉价品替代定理、26复制原理、1分割原理、13反向作用原理、29压力原理、15动态原理、28机械系统替代原理、37热膨胀原理可能是解决上述冲突的原理。经过发明原理可行分析:原理26指用简单且便宜的复制品代替复杂、易损坏的物体,即需变换益智玩具的

表 4 具体运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵 (部分)
Tab.4 TRIZ technology conflict matrix in the concrete operation stage (partial)

改善的通用工程参数	恶化的通用工程参数
	NO.34 可维修性
NO.35 适应性, 通用性	1 (分割)、16 (部分超越)、7 (嵌套)、4 (非对称性)

载体,例如音乐魔力毯不仅结合了电子琴的节奏感训练和反应快慢锻炼,而且降低了制造成本和使用损耗;原理 1 指将物体分成容易组装和拆卸的部分,即类似于乐高、鲁班锁等,将玩具进行模块化设计,子部件能够作为独立玩具,并将之组合的可能性增多,满足儿童的创造力发挥;原理 15 指通过运动或柔性等处理,以提高系统的适应性,即可在益智玩具设计中增加滑动机构,使玩具能够面向不同年龄、身高的儿童,例如室内可升降篮球框,在满足儿童日常活动量的同时,又增强了对对象的适应性和通用性。

1.3.3 具体运算阶段的设计冲突分析

处在具体运算阶段的儿童,往往需要培养其逻辑思维能力和计算技能及合理的逻辑分类能力,但是 7~11 岁的儿童在玩耍时通常渴望家长的陪伴成长和引导,某些未考虑互动体验设计或互动感较差的玩具也会影响儿童在此阶段思维和技能的发展。

首先,将上述技术冲突用通用工程参数表示,可得到“适应性,通用性”和“可维修性”这一组参数,需要改善参数为“适应性,通用性”,相对的恶化参数是“可维修性”;其次,在冲突矩阵中查找相应的发明原理序号,改善参数列为“适应性,通用性”,恶化参数行为“可维修性”,具体运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵见表 4,共得到四个发明原理:1、16、7、4。

通过序号从四十个发明原理中找出 1 分割原理、16 部分超越原理、7 嵌套原理、4 非对称性原理可能是解决上述冲突的原理。经过发明原理可行分析:原理 4 指利用不对称性进行创新设计,即将玩具分成每个相互独立的部分,并通过引入不对称元素使益智玩具更方便维修和存储,例如将异形魔方设计成大小不等的可拆卸方块,既能增加玩具的互动体验,锻炼儿童的逻辑思维能力,又在维修和日常清洁方面减轻操作复杂度;原理 7 指设法使两个物体内部相契合或置入,即设法将玩具每部分收纳于另一部分

之内,使每一个零部件均独立于整体并且能够方便查找损坏点。

1.3.4 形式运算阶段的设计冲突分析

形式运算阶段的儿童已达到思维的高级阶段,拥有与成人类似的抽象思维方式,独立性更强,需要训练逻辑推理及事件分析能力。可是此阶段的儿童对于玩具的新鲜度保持时间短暂,并且随着年龄的增长,玩具更换的速度随之加快,致使玩具不能更好地物尽其用。

首先,将上述技术冲突用通用工程参数表示,可得到需要改善参数为“系统的复杂性”和“适应性,通用性”,相对的恶化参数是“物质损失”;在冲突矩阵中查找相应的发明原理序号,改善参数列为“系统的复杂性”和“适应性,通用性”,恶化参数行为“物质损失”,形式运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵见表 5,共得到发明原理:15、10、2、13 和 35、28、29、10。

通过序号从四十个发明原理中找出 15 动态原理、10 预先作用原理、2 抽取原理、13 反向作用、35 性能转换原理、28 机械系统替代原理、29 压力原理可能是解决上述冲突的原理。经过发明原理可行分析:原理 15 指给玩具增加滚轮移动装置,当玩具处于不使用状态时,方便收纳或作为置物平台等二次利用,不仅扩大益智玩具的受众范围,而且能有效预防资源浪费。

2 实例应用——针对 7~9 岁儿童的益智玩具设计

2.1 建立理想功能模型

7~9 岁的儿童正处在皮亚杰认知发展理论的具体运算阶段,思维已具有可逆性,需要锻炼其逻辑思维能力和分类能力,以及对于数字的运算技能的优化,他们对于玩具功能要求变高且出现喜新厌旧的心理变化。同时,该年龄段的儿童非常需要父母亲友、同伴的陪护和引导。

因此,该年龄段的理想益智玩具的功能是:培养简单的加减运算技能;训练逻辑分类能力;具有场景化的玩具背景;对重量、体积、长度等概念巩固理解;增强玩具的互动体验性;方便归纳和维修。

2.2 分析冲突及寻找发明原理

在现有的适龄益智玩具市场中,功能单一、互动

表 5 形式运算阶段的 TRIZ 技术冲突矩阵 (部分)
Tab.5 TRIZ technology conflict matrix in the formal operations stage (partial)

改善的通用工程参数	恶化的通用工程参数
	NO.23 物质损失
NO.35 适应性, 通用性	15 (动态)、10 (预先作用)、2 (抽取)、13 (反向作用)
NO.36 系统的复杂性	35 (性能转换)、28 (机械系统替代)、29 (压力)、10 (预先作用)

表6 阿奇舒勒冲突矩阵(部分)
Tab.6 Altshuller conflict matrix (partial)

改善的通用工程参数	恶化的通用工程参数
NO.35 适应性, 通用性	15 (动态)、34 (抛弃与修复)、1 (分割)、16 (部分超越)
NO.36 系统的复杂性	27 (廉价品替代)、26 (复制)、24 (中介物)、9 (增加反作用)



图6 鳄鱼平衡玩具内腔
Fig.6 Crocodile balance toy cavity



图7 玩具使用状态
Fig.7 Using state of toy

体验度低、无收纳考虑、存有危险隐患等都是大多类型存在的问题。因此,设想一个包含多种锻炼技能、合作性与互动性较强的益智玩具,同时也可能会出现生产中人数、材料及制作步骤的增多,影响生产效率及制造成本等设计矛盾。将上述冲突用通用工程参数表示,可得到需要改善参数为“系统的复杂性”和“适应性,通用性”,相对的恶化参数是“操作流程方便性”。依据阿奇舒勒冲突矩阵寻找并确定对应的发明原理,阿奇舒勒冲突矩阵见表6,得到15、34、1、16和27、26、24、9号发明原理可能为解决上述冲突的原理。

经过发明原理可行分析:原理1可得,在设计时对玩具进行拆分处理,尽量减少使用螺丝钉等细小连接零部件,通过积木拼凑等组合形式增加玩具的多功能性和玩耍方式;原理27可得,在选择玩具材料时,用安全塑料ABS、TPR、PP和硅胶等安全轻便且耐磨耐摔材质代替金属、木材等消耗资源量大且存在安全隐患的材料,既可降低生产成本,又可为儿童安全方面增添一层保障;原理15可得,在考虑益智玩具的整体设计时,适当调整玩具的运动状态及属性,使其在不同性格的适龄儿童选择下都能呈现最优特征,进而加强益智玩具以多种方式发挥益智、玩耍功能的可能性。

2.3 儿童益智玩具创新设计

通过发明原理的可行分析,针对7~9岁儿童益智玩具设计理念初步形成一款巧妙结合1、15、27号原理的,益智、趣味、互动体验度高的玩具。

首先依据原理1,将玩具主体鳄鱼与零部件(波浪挡板、打嗝球、鱼积木、骰子)设计为相互独立、可拆卸的部分,并且采用卡扣的连接方式,避免在制造过程中耗时长、增加生产成本及儿童无意吞咽造成的身体伤害。同时将鱼积木创新性地划分为三种不同重量、颜色、形状的鱼种,不仅增加该玩具训练儿童手眼协调、培养耐心与专注力的功能,而且极大程度上减少开模成本。鳄鱼平衡玩具内腔见图6。

根据原理15,将玩具主体设计为由黄、绿两个鳄鱼交错组成的形式,并且其底部参考“不倒翁”工作原理设计成圆弧形,更好地让儿童学习平衡与重量。另外,打嗝球及管道也进行了动态特性的改造,仿造人体的食道运动状态:当某一方的鳄鱼倾斜至一定角度时,嘴里会滚出打嗝圆球,即对方获得胜利,通过趣味竞争的方式,增加亲子间、同伴间的情感交流。玩具使用状态见图7。

参考原理27,在玩具的选材方面也主要考虑经济实惠、安全两方面,同时尽可能选取一次成型的材质。对于主体鳄鱼的材料来说,由于现有玩具中自行组装的玩具相对较容易发生安全事故,并且设计的玩具需要腔内部分为中空收纳区域,所以根据PE硬质的特性,选取其做一次注塑成型的产品和中空制品。在制作有关零部件鱼积木、骰子、打嗝球和波浪板时,与价格昂贵、易断裂造成安全隐患的木材相比,尺寸稳定性高、无毒无害(不含双酚A)的PE、PP硅胶和亚克力材料更能降低玩具在大规模生产时的耗材数量和污染的排放量。由此得出,“鳄鱼吃小鱼”设计见图8,“鳄鱼吃小鱼”游戏流程见图9。



图 8 “鳄鱼吃小鱼”设计
Fig.8 “Crocodile Eating Fish” design

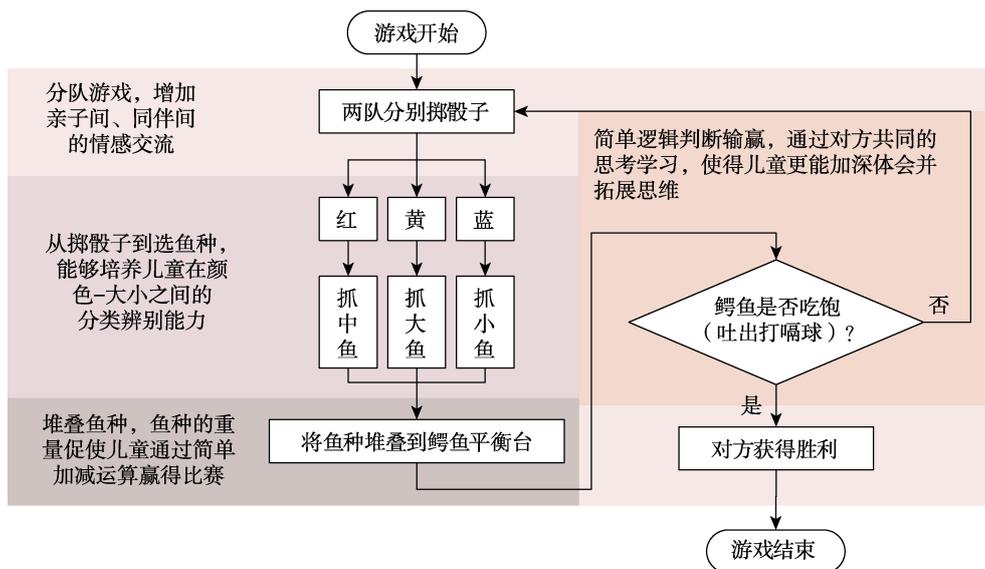


图 9 “鳄鱼吃小鱼”游戏流程
Fig.9 “Crocodile Eating Fish” game flow chart

3 结语

TRIZ 理论可以有效地消除不同学科、工程范畴和创新性训练之间的界限，同时结合皮亚杰的认知发展论四个阶段，将心理学辅助于玩具的“益智”性并找出相对应的理想模型。使设计者打破思维定式，正确地发现现有产品与理想解之间的冲突，进而找出相应的发明原理提出解决方案。创意性地采用一系列流程方案设计出一款针对 7~9 岁儿童的益智玩具，验证了以上两项理论创新结合的可行性和有效性。

参考文献：

[1] 米歇尔·芒松. 永恒的玩具[M]. 天津: 百花文艺出版社, 2004.
MUNSON M. Eternal Toy[M]. Tianjin: Baihua Literature and Art Publishing House, 2004.

[2] 赵吉美. 幼儿益智玩具设计研究[D]. 齐齐哈尔: 齐齐哈尔大学, 2011.
ZHAO Ji-mei. The Design and Study of Preschooler Intelligence Toys[D]. Qiqihar: Qiqihar University, 2011.

[3] 聂璇. 基于认知心理学的儿童益智玩具设计研究[D]. 北京: 北京服装学院, 2012.
NIE Xuan. Based on the Cognitive Psychology of Chil-

- dren's Toys Design Research[D]. Beijing: Beijing Institute of Fashion Technology, 2012.
- [4] 杨海玉. 益智玩具的开发及设计研究[D]. 青岛: 青岛理工大学, 2013.
YANG Hai-yu. The Development and Design of Educational Toys[D]. Qingdao: Qingdao Technological University, 2013.
- [5] 庄耘. 基于交互设计理论的学龄前儿童益智玩具设计研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2013.
ZHUANG Yun. The Research of Education Toys for Preschool Children Based on the Theory of Interaction Design[D]. Fuzhou: Fujian Normal University, 2013.
- [6] 秦海彬. 交互设计理念下学前儿童益智玩具的设计研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2013.
QIN Hai-bin. The Research on Education Toys for Preschool Children under the Interactive Design Concept[D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2013.
- [7] 杨华, 王乐. 儿童益智玩具的体验设计研究[J]. 包装工程, 2011, 32(14): 66-70.
YANG Hua, WANG Le. Experience Design of the Fancy Toy for Children[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(14): 66-70.
- [8] 吴剑锋, 上官培军. 基于认知特征的儿童益智玩具设计研究[J]. 设计, 2018, 288(9): 11-13.
WU Jian-Feng, SHANGGUAN Pei-jun. The Design Development of Children's Educational Toys[J]. Design, 2018, 288(9): 11-13.
- [9] 王燕. 基于认知发展理论的 Flash 教育游戏设计模型构建[J]. 中国电化教育, 2012(307): 92-96.
WANG Yan. The Construction of Flash Educational Game Design Model Based on the Cognitive Development Theory[J]. China Educational Technology, 2012(307): 92-96.
- [10] 孙清祥. 论皮亚杰认知发展阶段理论及其对教育的启示分析[J]. 南昌高专学报, 2012(98): 64-66.
SUN Qing-xiang. Piaget's Theory of Cognitive Developmental Stages & Its Related Implication to Education[J]. Journal of Nanchang College, 2012(98): 64-66.
- [11] 刘鹏飞. 儿童认知发展阶段理论研究综述[J]. 长春师范大学学报(人文社会科学版), 2014, 33(4): 141-144.
- LIU Peng-fei. Review of Children's Cognitive Development Theory[J]. Journal of Changchun Normal University (Humanities and Social Science), 2014, 33(4): 141-144.
- [12] 张蓓, 阳德华, 韩露. 皮亚杰认知发展理论对早期阅读活动的启示[J]. 教育与教学研究, 2015, 29(3): 126-129.
ZHANG Bei, YANG De-hua, HAN Lu. The Enlightenment of Piaget's Cognitive Development Theory on Early Reading Activities[J]. Education and Teaching Research, 2015, 29(3): 126-129.
- [13] 迈克尔 A 奥尔洛夫. 用 TRIZ 进行创造性思考实用指南[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
ORLOFF M A. Inventive Thinking through TRIZ a Practical Guide[M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [14] 姜杰, 李彦, 熊艳, 等. 基于 TRIZ 理想解和功能激励的产品服务系统创新设计[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(2): 225-234.
JIANG Jie, LI Yan, XIONG Yan, et al. Product Service Systems Innovative Design Based on TRIZ Final Ideal Solutions and Function Stimulation[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19(2): 225-234.
- [15] 王伟, 李文强, 李彦, 等. 基于理想解-裁剪法的水面油污清洁剂设计[J]. 工程设计学报, 2014, 21(4): 355-361.
WANG Wei, LI Wen-Qiang, LI Yan, et al. Design of Water Oil Cleaner Based on the Ideal Result-Trimming Method[J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2014, 21(4): 355-361.
- [16] 曹国忠, 张曙, 解秋蕊. 基于冲突解决理论的产品造型设计方法研究[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 1-7.
CAO Guo-Zhong, ZHANG Shu, XIE Qiu-rui. Product Design Method Based on Conflict Resolution Theory[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 1-7.
- [17] 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(1): 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(1): 7-11.