

基于 AHP-DEMATEL 法的自然缺失症儿童玩具设计

应放天^{1,2}, 柳丹璇^{1*}, 王辰琛³

(1.湖北工业大学, 武汉 430068; 2.浙江大学, 杭州 310058; 3.中南大学, 长沙 410083)

摘要: **目的** 基于 AHP-DEMATEL 法对自然缺失症儿童玩具进行创新性研究, 建立更加科学合理的设计体系, 使设计方案更科学、全面。 **方法** 通过文献整理、用户研究和专家评估, 获取自然缺失症儿童玩具设计的各项指标要素, 构建评价指标模型。运用 AHP 法和 DEMATEL 法分别对各项指标的初始权重和各指标之间影响权重进行评估。利用初始权重和影响权重求得综合权重, 再以此为依据筛选关键指标因素, 进行设计创新。 **结果** 在自然缺失症儿童玩具设计当中, “自然体验” “人机尺寸” “教育性” 等指标是关键评判标准, 设计工作应重点围绕这些指标进行。 **结论** AHP-DEMATEL 法的使用对设计流程的客观性显现具有显著意义, 同时也能帮助研究者获取更客观合理的设计要素权重, 在儿童玩具设计领域具备一定的参考价值。

关键词: 自然缺失症; DEMATEL; AHP; 儿童玩具设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)22-0149-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.22.017

Design of Toys for Children with Nature-deficit Disorder Based on AHP-DEMATEL

YING Fang-tian^{1,2}, LIU Dan-xuan^{1*}, WANG Chen-chen³

(1.Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China; 2.Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;
3.Central South University, Changsha 410083, China)

ABSTRACT: The work aims to study the innovation of toys for children with nature deficit-disorder based on the AHP-DEMATEL method, and establish a more scientific and reasonable design system to make the design scheme more scientific and comprehensive. Through literature review, user research and expert evaluation, various indicator elements of toy design for children with natural deficit disorder were obtained, and an evaluation indicator model was constructed. AHP and DEMATEL methods were used to evaluate the initial weight of each indicator and the impact weight between each indicator. The initial weight and the influence weight were used to obtain the comprehensive weight, and then the key indicator factors were screened on this basis to carry out design innovation. The results showed that in the design of toys for children with natural deficit-disorder, "natural experience", "human-machine size", "educational nature" and other indicators were the key evaluation criteria, and the design work should focus on these indicators. The use of AHP-DEMATEL method has remarkable significance for the objectivity of the design process, and it can also help researchers obtain more objective and reasonable weight of design elements, which has certain reference value in the field of children's toy design.

KEY WORDS: nature deficit-disorder; DEMATEL; AHP; Children's toy design

自然缺失症的背景来自于城市建设的迅速发展及电子产品数量的直线飙升使得人类生活方式发生变革。这种变革表现为人与自然的联结不再像以前那样紧密, 甚至于产生“割裂”, 从而造成种种不良后果。这种对儿童心理及行为产生影响的现象被称为自

然缺失症^[1]。自然缺失症的概念最早出现在美国作家里查德·洛夫的著作《林间最后的小孩: 拯救自然缺失症儿童》^[1]一书中。社会竞争的加剧致使越来越多的儿童为了满足家长的期望, 不得不将更多的时间用于学业, 儿童与自然接触的机会越来越少, 导致不少

儿童逐渐失去了探索和认知自然的兴趣与欲望。研究表明,长期保持与自然的接触,对儿童心理健康及长期发展具有积极影响。

目前,缓解儿童自然缺失症的研究主要集中在对其成长环境的改造上,例如在幼儿园为儿童创造一个更接近自然的角落^[2];提倡在幼儿教学过程中增加与自然相关的课程内容,或是通过博物馆的交互装置来激发儿童对自然的好奇心^[3]。但是这些方法均受到地理位置的限制,当儿童离开幼儿园、博物馆等环境时,很难对其产生作用。

本次研究将设计重点从环境设计转向玩具设计,这一改变将弱化传统改善方式的地理限制,更加注重对儿童自身兴趣的驱动。利用 AHP 法和 DEMATEL 法的结合,对设计要素进行定量分析,求取各项设计要素的排序情况,并以此为依据进行设计。通过设计调动儿童的好奇心和求知欲,增强儿童对自然的兴趣,进而增加儿童接触自然的时间。

1 背景分析

1.1 自然缺失症的成因

儿童自然缺失症的成因很多,主要可以分为社会环境因素、家庭因素这两个大方面。电子媒介占据了儿童接触自然的时间,甚至有儿童坦言:“我更喜欢在屋里玩,因为只有屋里才有电源插座。”^[4]在很多家庭中,看电视、玩手机成为儿童十分喜欢的奖励。同时,成人过度关注户外活动的安全性^[5],很多家长甚至认为自然环境中存在着很多不可控的风险,对原生自然环境采取敬而远之的态度。更有甚者,会将这种风险夸张放大^[6]。这也使得被家长约束的儿童对自由探索自然的欲望逐步降低。有学者通过马赛克法进行调查发现,部分儿童会主观选择逃避与自然的接触。这类儿童认为,大自然是一个无趣的、无法与之交流的、有潜在伤害性的陌生区域^[7]。

儿童自然缺失症之所以值得人们关注,是因为儿童的健康成长需要更多的自然体验。有研究者认为,与自然接触能够促进儿童的身心健康、提升儿童的“自然智能”,有利于儿童的品德发展^[8]。通过带给儿童各感官在各种程度上的新鲜刺激,大自然可以使儿童的想象力、观察力、注意力、社交能力等得到一定程度的提升^[9]。

培养儿童对自然的热爱并弥合二者间的割裂状态对改善儿童自然缺失症具有显著意义。因此,针对儿童自然缺失症的玩具设计在当代有其存在的必要价值。

1.2 DEMATEL 法

实验室决策法(Decision-Making and Trial Evaluation Laboratory, DEMATEL)是由学者 Gabus 和 Fontela 为解决复杂问题而提出的一种基于矩阵和图

论进行指标分析的方法^[10]。由于该方法在处理同行指标相互影响方面具备优势,因此被广泛地应用于工程建设风险管理和安全分析领域。它可以将因素之间的相互关系可视化,使决策者能够清楚地了解哪些因素相互影响^[11]。

在儿童玩具设计过程中,需要综合考虑玩具的教育意义、安全性、功能性、娱乐性等指标,这些指标之间相互牵制,此消彼长。设计者需要将指标间的相互影响关系梳理清晰,才能更好地在决策时进行权衡,做出准确判断,提供最优方案。

1.3 AHP 法

层次分析法(Antalytic Hierarchy Process, AHP)由美国运筹学家 Saaty 于 20 世纪 70 年代提出^[12]。该方法可让决策者在有多个目标或准则时,对决策方案进行排序,从而选出最佳方案的方法,以解决复杂的多标准决策问题^[13]。这个方法允许用户以一种直观的方式去评估多个标准或多个方案的相对权重。

在儿童玩具的设计过程中,引入层次分析法并邀请儿童家长、幼儿教师、工业设计师等来进行指标评分,弥补儿童自身难以对设计方案进行有效评估的问题,并以此为依据评选合理的设计方案^[14]。

2 基于 AHP-DEMATEL 法的自然缺失症儿童玩具设计要素体系建立

2.1 设计研究流程

通过对 AHP 法和 DEMATEL 法的相关文献进行分析研究,提出一种基于 AHP-DEMATEL 法的自然缺失症儿童玩具设计要素体系及流程(如图 1 所示),以改善 DEMATEL 法在进行需求排序时仅依据相互关系的缺陷,并减少 AHP 法在生成判断矩阵时的不确定性,弥补 AHP 法忽视统计指标间相互影响关系的问题。

2.2 基于层次分析法计算初始权重

2.2.1 层次结构模型建立

为获取更全面的用户需求,前期选择了针对用户和专家分别进行调研的方式。首先,运用桌面调查法了解相关背景知识,总结前人的设计研究结果。然后,对 5 位从业超过五年的幼儿教师及 10 位儿童家长进行访谈,结合访谈结果进行问卷发放。综合访谈内容及问卷结果获取关于用户需求的一手资料。最后,选取专家评估的方式,邀请 10 位经验丰富的工业设计师将上述收集到的数据进行整理和打分,并将自然缺失症儿童玩具的准则层构建为功能(B_1)、体验(B_2)、安全(B_3)、发展(B_4)共 4 个方面,再根据 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 这 4 个准则层细分出 14 项次准则指标,最终得出自然缺失症儿童玩具设计层次结构模型,见表 1。

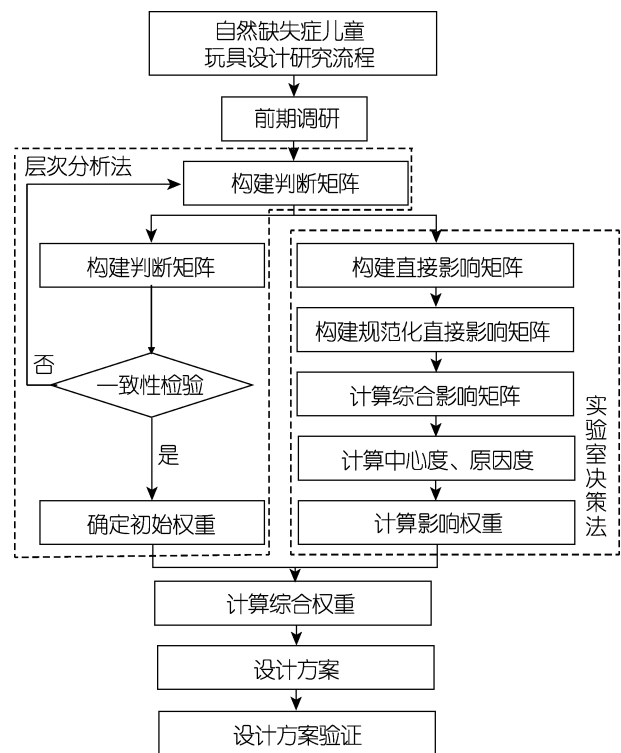


图 1 基于 AHP-DEMATEL 法的自然缺失症儿童玩具设计流程

Fig.1 Design process of toys for children with nature deficit-disorder based on AHP-DEMATEL

表 1 自然缺失症儿童玩具设计层次结构模型
Tab.1 A hierarchical model of toy design for children with nature deficit-disorder

目标层 (A)	准则层 (B)	次准则层 (C)
自然缺失症 儿童玩具设计 层次结构模型	功能 (B ₁)	可持续性 (C ₁)
		易操作性 (C ₂)
		实体组成 (C ₃)
	体验 (B ₂)	人机尺寸 (C ₄)
		色彩协调 (C ₅)
		外形美观 (C ₆)
	安全 (B ₃)	儿童人身安全 (C ₇)
		材料安全 (C ₈)
		结构安全 (C ₉)
	发展 (B ₄)	教育性 (C ₁₀)
		益智性 (C ₁₁)
		趣味性 (C ₁₂)
		社会交往 (C ₁₃)
		自然体验 (C ₁₄)

2.2.2 判断矩阵构建及初始权重计算

为了计算各指标要素权重,首先要构建出判断矩阵。构建判断矩阵是层次分析法的重要步骤,对指标层次结构模型中同层元素按照重要度进行两两比较,以此为依据计算指标要素权重^[15]。采用表 2 中的 1~9 标度法作为评价尺度,将用户对各要素偏好程度做出比较判断并赋值。由 5 位有五年以上产品设计经验的

设计师及 3 位适龄儿童家长组成专家小组,对自然缺失症儿童玩具设计要素中评价指标的相对重要性进行探讨。将专家小组的赋值数据转化为目标判断矩阵 A,其计算见式(1)。

$$A = (a_{ij})_{nm}$$
 (1)

式中: a_{ij} 是指元素 i 和元素 j 相对于目标的重要性。

按照式(2)运用和积法计算权重 W_1 , 结果见表 3~7。

$$W_1 = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij}$$
 (2)

表 2 1~9 标度法
Tab.2 1~9 scale method

序号	含义	C_{ij} 赋值
1	i 要素与 j 要素同等重要	1
2	i 要素比 j 要素稍微重要	3
3	i 要素比 j 要素明显重要	5
4	i 要素比 j 要素强烈重要	7
5	i 要素比 j 要素极端重要	9
6	i 要素比 j 要素稍微不重要	1/3
7	i 要素比 j 要素明显不重要	1/5
8	i 要素比 j 要素强烈不重要	1/7
9	i 要素比 j 要素极端不重要	1/9

表 3 目标层判断矩阵
Tab.3 Target layer judgment matrix

A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	权重
B ₁	1	0.333 3	0.25	0.2	0.069 7
B ₂	3	1	0.333 3	0.2	0.129 7
B ₃	4	3	1	0.25	0.239 9
B ₄	5	5	4	1	0.560 7

表 4 功能准则判断矩阵
Tab.4 Functional criteria judgment matrix

B ₁	C ₁	C ₂	C ₃	权重
C ₁	1	0.2	0.333 3	0.103 8
C ₂	5	1	4	0.665 1
C ₃	3	0.25	1	0.231 1

表 5 体验准则判断矩阵
Tab.5 Experience criteria judgment matrix

B ₂	C ₄	C ₅	C ₆	权重
C ₄	1	5	5	0.702 8
C ₅	0.2	1	2	0.182 2
C ₆	0.2	0.5	1	0.114 9

表 6 安全准则判断矩阵
Tab.6 Safety criteria judgment matrix

B ₃	C ₇	C ₈	C ₉	权重
C ₇	1	2	3	0.524 7
C ₈	0.5	1	3	0.333 8
C ₉	0.333 3	0.333 3	1	0.141 6

表 7 发展准则判断矩阵
Tab.7 Development criteria judgment matrix

B_4	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	权重
C_{10}	1	2	3	3	3	0.375 8
C_{11}	0.5	1	3	3	1	0.222 4
C_{12}	0.333 3	0.333 3	1	0.333 3	0.333 3	0.074 6
C_{13}	0.333 3	0.333 3	3	1	0.333 3	0.118 2
C_{14}	0.333 3	1	3	3	1	0.209

2.2.3 一致性检验

为确保判断矩阵得出的权重可信度,在确定判断矩阵及各评价指标权重值后,应当进行一致性检验。矩阵的一致性指标 C_I 和一致性比率 C_R 的计算,见式(3)~(4)。

$$C_I = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (3)$$

$$C_R = C_I / R_I \quad (4)$$

式中: C_I 为判断矩阵一致性指标; R_I 为随机一致性指标^[16]; $\lambda_{\max}$ 为各评价指标的最大特征值; R_I 取值见表 8。在求得各个矩阵的 C_R 值后,当 $C_R \leq 0.1$ 时,可以确定该判断矩阵的一致性成立;反之,若 $C_R > 0.1$ 则需要对判断矩阵进行调整或重新计算。

根据上述思路,对自然缺失症儿童玩具设计要素的判断矩阵进行一致性检验,计算结果见表 9。

表 8 1~9 阶矩阵的 R_I 值
Tab.8 R_I value of matrix order 1-9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

表 9 一致性检验结果
Tab.9 Consistency check result

一致性相关指标	A	B_1	B_2	B_3	B_4
$\lambda_{\max}$	4.260 2	3.086 9	3.054 2	3.053 8	5.302 4
C_R	0.0974	0.083 6	0.052 1	0.051 7	0.067 5

根据表 9 的结果可知,各判断矩阵 C_R 值均 < 0.1 , 可以确定一致性检验通过。

在明确各矩阵成立后,将各指标权重进行汇总,形成基于 AHP 法的初始权重 W_1 排序,见表 10。

2.3 DEMATEL 法计算影响权重

2.3.1 计算标准化直接影响矩阵

采用专家意见进一步评估指标间的相互影响关系,邀请包括有玩具设计经验的设计人员、幼儿教师、儿童家长在内的 15 位专家用户填写 DEMATEL 问卷,根据影响程度对需求进行两两打分。将专家用户基于三级标度法的打分结果做算数平均处理,根据式(5)建立直接影响矩阵 G 。

表 10 初始权重排序
Tab.10 Initial weight sorting

编号	要素	初始权重
C_{10}	教育性	0.210 7
C_7	儿童人身安全	0.125 9
C_{11}	益智性	0.124 7
C_{14}	自然体验	0.117 2
C_4	人机尺寸	0.091 2
C_8	材料安全	0.080 1
C_{13}	社会交往	0.066 3
C_2	易操作性	0.046 3
C_{12}	趣味性	0.041 8
C_9	结构安全	0.034
C_6	外形美观	0.023 6
C_3	实体组成	0.016 1
C_5	色彩协调	0.014 9
C_1	可持续性	0.007 2

$$G = [a_{ij}] \quad (5)$$

将直接影响矩阵 B 进行归一化处理,可得标准化直接关系矩阵 G_1 。根据式(6)求得标准化直接关系矩阵 G_1 , 矩阵 G_1 中每个元素的范围 $[0, 1]$ 。

$$G_1 = G / \max_{1 \leq i < n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (6)$$

2.3.2 计算综合影响矩阵

基于标准化直接关系矩阵 G_1 , 利用式(7)计算综合影响矩阵 T , 其中 I 为单位矩阵^[10]。要计算影响权重 W_2 , 首先要计算综合影响矩阵 T 中每一行的和 r_i , 每一列的和 c_i 。假设 r_i 是矩阵 T 中第 i 行的和, 那么 r_i 代表的是因素 i 对其他因素的直接和间接影响。如果 c_i 表示矩阵 T 中第 i 列的总和, 则 c_i 表示其他因素对因素 i 的直接和间接影响。式(8)表示整个系统中因子 i 的重要性。式(9)记作第 i 个指标的原因度, 表示因子 i 对系统的净影响^[17]。

$$T = G_1(I - G_1)^{-1} \quad (7)$$

$$r_i + c_i = \sum_{i=1}^n t_{ij} + \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (8)$$

$$r_i - c_i = \sum_{i=1}^n t_{ij} - \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (9)$$

使用各指标的影响度和被影响度乘积来代表影响权重,以此来反映因素在整个系统中与其他因素的相互影响关系。 r_i 和 c_i 的关系矩阵 d 的计算,见式(10)。

$$d = r^T c \quad (10)$$

用矩阵对角线元组构成影响程度向量 d_i , 其计算见式(11)^[18]。

$$d_i = r_i c_i \quad (11)$$

再将其进行规范化处理,得到影响权重 W_2 , $0 \leq W_2 \leq 1$, 见表 11。

表 11 影响权重
Tab.11 Influence weight

序号	r_i 值	c_i 值	原因度值	中心度值	W_2
C_1	1.379	1.07	0.309	2.448	0.055
C_2	1.899	1.1	0.799	2.999	0.077
C_3	2.337	2.001	0.336	4.338	0.173
C_4	2.032	1.706	0.326	3.739	0.129
C_5	1.139	0.764	0.375	1.903	0.032
C_6	1.689	1.035	0.654	2.724	0.065
C_7	0.9	0.969	-0.069	1.869	0.032
C_8	1.306	0.709	0.597	2.015	0.034
C_9	1.473	1.05	0.423	2.523	0.057
C_{10}	0.676	1.563	-0.887	2.239	0.039
C_{11}	0.793	1.812	-1.019	2.605	0.053
C_{12}	0.893	1.969	-1.076	2.862	0.065
C_{13}	1.105	1.897	-0.792	3.001	0.078
C_{14}	1.732	1.707	0.025	3.439	0.110

2.3.3 综合权重计算

对上述初始权重 W_1 和影响权重 W_2 的结果进行计算, 见式 (12)。

$$W = W_1 W_2 \tag{12}$$

将计算结果进行归一化处理得到基于 AHP-DEMATEL 法的综合权重 $\bar{W}$, 见表 12。

表 12 AHP-DEMATEL 法综合权重
Tab.12 AHP-DEMATEL comprehensive weight

编号	综合权重	编号	综合权重
C_1	0.007 158	C_8	0.049 975
C_2	0.065 167	C_9	0.035 432
C_3	0.050 73	C_{10}	0.127 217
C_4	0.213 023	C_{11}	0.120 733
C_5	0.008 756	C_{12}	0.049 235
C_6	0.027 798	C_{13}	0.093 643
C_7	0.073 981	C_{14}	0.233 474

2.4 结果分析

根据表 12 的数据分析结果可得, “发展”因素是准则层中权重最高的因素 (0.560 7), 其次是“安全”因素 (0.239 9)、“体验”因素 (0.129 7)、“功能”因素 (0.069 7)。因此, 对于自然缺失症儿童玩具设计, “发展”因素和“安全”因素相较其他两个更加重要, 是应当最先被考虑的。“自然体验”要素 (0.233 474)、“人机尺寸”要素 (0.213 023)、“教育性”要素 (0.127 217) 是 AHP-DEMATEL 法得到的综合权重中排名前三的要素, 应当在自然缺失症儿童玩具设计中作为重要的考虑因素。同时, AHP 法和 DEMATEL 法的侧重点各有不同, 作为多决策方法均可单独使用, 所以单一方法计算出的权重也有一定的参考意

义。其中, “儿童人身安全”要素 (0.210 7) 是 AHP 初始权重中排名第二的要素, “实体组成”要素 (0.173) 为 DEMATEL 法计算的影响权重中排名第一的要素, 这两种因素也应该在后续的设计中得到重视。

3 设计实例

根据各项指标的权重排序结果, 综合定位了自然缺失症儿童玩具所需的设计要素及其重要度排序。在设计过程中将产品的功能、发展、安全、体验因素进行了综合考虑, 最终确定自然缺失症儿童玩具的具体设计方案, 见表 13 和图 2。

表 13 AHP-DEMATEL 法综合权重下的方案设计
Tab.13 Scheme design based on AHP-DEMATEL comprehensive weight

准则层 (B)	次准则层 (C)	设计方案
功能 (B ₁)	可持续性 (C ₁)	数据内容不断更新, 符合用户年龄
	易操作性 (C ₂)	语音交互, 触摸交互, 按键简洁
	实体组成 (C ₃)	打印实体卡片及配套笔记本
体验 (B ₂)	人机尺寸 (C ₄)	主机、手持设备、卡片尺寸均符合儿童身体尺寸
	色彩协调 (C ₅)	绿色、黄色等鲜明色彩
	外形美观 (C ₆)	神秘可爱的恐龙造型, 烘托自然氛围
安全 (B ₃)	儿童人身安全 (C ₇)	GPS 定位系统
	材料安全 (C ₈)	采用 ABS 塑料及橡胶材质
	结构安全 (C ₉)	电子元件包裹在产品内部
发展 (B ₄)	教育性 (C ₁₀)	讲解动植物知识, 拓宽视野
	益智性 (C ₁₁)	闯关游戏, 奖励机制, 自我创作
	趣味性 (C ₁₂)	DIY 卡片, 动画讲解, 游戏互动
	社会交往 (C ₁₃)	用户间交换个人收集的内容, 亲子互动
	自然体验 (C ₁₄)	整个方案的设计均以用户在自然中的体验为基础

3.1 设计组成

具体如下。

1) 探索器。小巧的手持设备, 符合 6~12 岁儿童的手掌尺寸, 方便儿童出行时携带。可以让儿童在生活中通过探索器对周围的自然环境进行探索 and 发现, 在与自然接触的过程中对自己感兴趣的植物、动物、环境等进行拍照收集。

2) 收集器。带有打印功能的显示设备, 主要提供教育和益智的功能。能够通过蓝牙连接探索器, 并将拍下的照片传入数据库中, 通过对信息的智能处理, 识别照片中的动植物信息, 再通过动画的形式给

儿童进行科普，见图 3。收集器中还设有题库，能够对儿童进行智力问答等形式的游戏，随着儿童在自然环境中所收集的信息不断增多，题库内容也会得到相应扩展，让孩子在娱乐的同时也能学习相关知识。此外，儿童还可以将自己拍到的照片打印出来，生成交

换卡片。
3) 交换卡片。由收集器打印出的卡片，可以作为儿童之间交流的媒介，实体形式也更便于收集。
4) 探险笔记。收集交换卡片的小册子，儿童可以在其中开展绘画、记录等创作行为。



图 2 设计方案
Fig.2 Design scheme



图 3 使用流程
Fig.3 Product use process

3.2 设计分析

3.2.1 发展因素

由表 10 和表 12 可以看到“自然体验”“教育性”“益智性”在针对自然缺失症儿童玩具的设计中有着难以忽视的优先级。Steam 教育中的生命科学素养要求儿童能够观察与识别各种生物体的特征。探索器就能很好地实现这一目标，它能够激发儿童在自然界中观察和识别各种生物体的欲望，并且还在其中设置了识别功能，能够及时将照片里动植物的信息反馈给儿童，在满足好奇心的同时，能更好地帮助孩子们了解自然中事物的本质、探索自然的奥秘。这既能调动起儿童对自然世界的好奇，又能帮助他们在探索的过程中不断发现新事物，获取新知识。为了进一步激发儿童对自然的探索欲，在软件部分还设置了丰富的

成就系统，以调动儿童的胜负心，增强荣誉感。此外，还通过奖励机制的设置对儿童进行持续性的吸引，见图 4。

直接感知、实际操作与体验是更加适合儿童群体的学习方式。但如今市场上带有教育属性的玩具大部分是将一个完善的“儿童教育 APP”套在了玩具的外壳里。这些“学习机”在本质上仍是儿童与机器之间简单的交互，无法在学习是为儿童提供直接感知、实际操作和亲身体验等多元的交互方式。因此，在针对自然缺失症儿童玩具的设计中，增加了由“交换卡片”和“探险笔记”共同组成的实体部分，见图 5。“交换卡片”是将儿童自己拍摄到的照片打印出来的实体，其制作方便、小巧轻便的特征也为儿童提供了更快捷的分享方式。分享是儿童社会性发展的重要组成部分，是个体社会化的重要指标。儿童时期对个人三

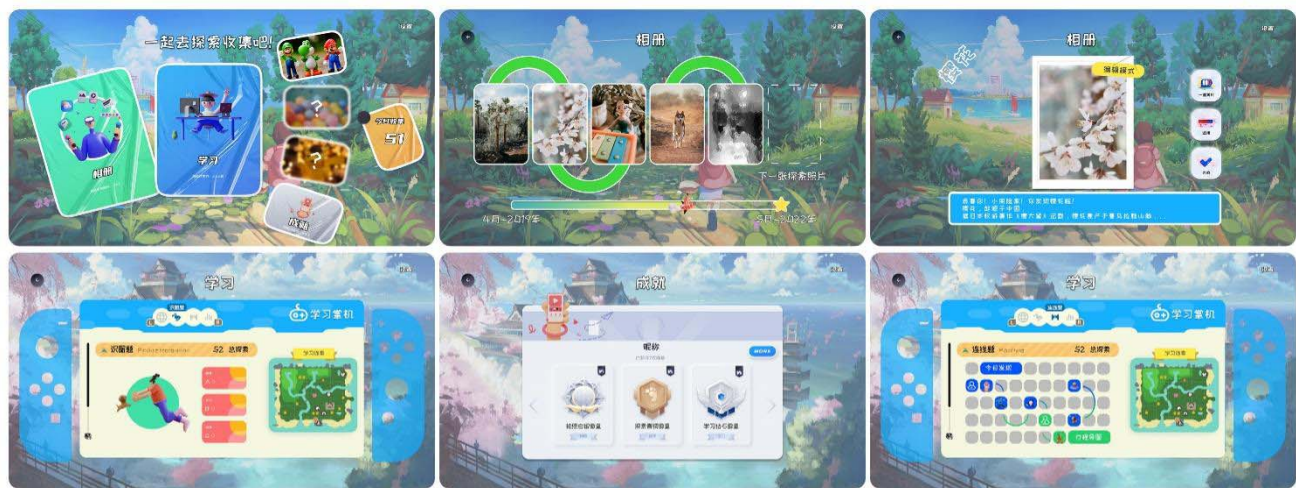


图 4 界面设计
Fig.4 UI design



图 5 交换卡片和探险笔记
Fig.5 Exchange cards and adventure notes

观的形成和行为发展来说至关重要,如果得不到正确的引导,很容易会出现孤僻、敏感、人际关系不良等诸多负面问题^[19]。“交换卡片”有利于孩子们之间进行正向的分享,从而和朋友进行更多有关自然知识的沟通。例如,讲述自己是如何发现卡片中的内容,又通过学习,学到了什么关于卡片内容的知识,以帮助儿童养成开朗的性格,锻炼社交能力。

科学素养的核心在于探究,儿童在探究周围世界的事物后,能够用绘画等简单的形式去记录自己的观察、分享自己的想法,这十分重要^[20]。“探险笔记”就很好地实现了这一需求。儿童可以将自己或别人的交换卡片贴在这本笔记里,其也为儿童预留了足够的空间,在方便收集的同时也给了儿童自由创造的机会。他们可以选择手绘、拼贴等形式,形成一份有纪

念意义的独特回忆。同时,“探险笔记”本身也是很好的分享媒介。

3.2.2 安全因素

由于儿童群体的特殊性,安全性在儿童相关产品的设计过程中一直非常重要。自然缺失症儿童玩具在设计时,由于其“探索”属性的存在,一定程度上存在导致儿童迷路的风险,所以在“探索器”部分设置了 GPS,能够方便家长随时观察儿童动向,最大程度避免走失情况的发生。在材料的选择上,玩具各组成部分均采用可降解、无毒、无污染的材料来保证儿童的身体健康。“探索器”的收纳采用了回弹抽屉的形式,只需通过按压就能方便地将其取出,几乎不存在安全隐患。

3.2.3 体验因素

对儿童产品的外形和功能的关注是儿童产品设计的基础^[21]。自然缺失症儿童玩具的外观形态源于恐龙,充满童真与趣味,大大拉近了与儿童的距离,加强了与儿童之间的互动性。玩具的各组件部分均符合学龄期儿童的身体尺寸,如“探索器”部分的整体长度为 14 cm,方便儿童持握。“收集器”的恐龙身体部分除了其本身的美观性及收纳属性外,还抬高了显示器的高度,方便儿童的观看和操作。

3.2.4 功能因素

传统玩具往往会忽视儿童玩耍过程中的状态,工程量大、长时间不移动的问题十分常见,而儿童的运动能力直接关系到他们的健康,玩具能起到养成该习惯的作用^[22]。自然缺失症儿童玩具在设计时,就很大程度地调动了儿童的运动行为:为了增加“收集器”中“藏品”的数量和种类,制作更多专属“交换卡片”,儿童必须对周边的环境进行不断地探索,才能有更好的游戏体验。

实体交互是一种更加深刻和准确的交互形式,强

调人与物质之间直接进行交流。在未来的智能玩具设计时,应更重视儿童的成长特征,平衡虚拟和实体交互之间的关系,满足儿童亲身探索世界的需求^[23]。同时,如果一个儿童游戏产品只需通过简单操作即可完成,那么儿童在使用该产品过程中的参与感和体验感将会大打折扣^[24]。在自然缺失症儿童玩具设计时,除了“探索器”可以被携带到户外进行探索之外,分享定制的“交换卡片”、亲手制作“探险笔记”等行为都在鼓励儿童与实体之间进行不同形式的交互,在了解和近亲自然的同时,满足其亲身探索世界的需求。

3.3 设计验证

为进一步明确该设计方案的可行性,需要对其进行专业评估及用户评价。本研究邀请 15 位受访人员组成专家小组对实物模型及交互界面进行体验和评估见图 6,利用 5 级李克特量表收集评价意见。将上文中综合权重排名前十的要素作为评价指标,并设定评语集:非常满意、满意、一般、非常不满意。参与体验的人员针对每一指标的评价均为 4 分以上,可见设计方案符合用户需求,具有可行性。

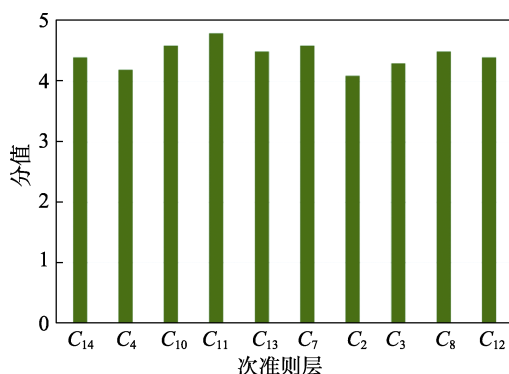


图 6 专家小组评估结果
Fig.6 Expert panel assessment results

4 结语

利用 AHP-DEMATEL 法进行自然缺失症儿童玩具设计研究,能够很大程度地避免主观因素对设计的干扰。围绕功能、安全、体验、发展四大核心要素建立分析模型,得出自然缺失症儿童玩具设计中的综合权重参考,以此建构更为科学的设计评价体系,作为自然缺失症儿童玩具设计的参考。AHP-DEMATEL 法进一步提高了自然缺失症儿童玩具设计过程的客观性,同时也在一定程度上达到了改善儿童自然缺失症的效果,为儿童玩具设计方案的选择和优化提供了可量化的参考依据。

参考文献:

[1] 洛夫 R. 林间最后的小孩:拯救自然缺失症儿童[J].

中国发展观察, 2014(9): 92.

LOUV R. The Last Child in the Forest: Saving Children with Nature Deficit Disorder[J]. China Development Review, 2014(9): 92.

[2] 张又方. 基于促进儿童心智发展的户外游戏空间设计研究[D]. 长沙: 中南大学, 2009.

ZHANG You-Fang. Research on Outdoor Play Space Design Based on Promoting Children's Mental Development[D]. Changsha: Central South University, 2009.

[3] 易苏婷. 基于儿童自然缺失症互动体验的展示设计研究[D]. 上海: 上海工程技术大学, 2021.

YI Su-ting. Research on Display Design Based on Interactive Experience of Children with Nature-deficit Disorder[D]. Shanghai: Shanghai University of Engineering Sciences, 2021.

[4] 洛夫 R. 林间最后的小孩[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2013.

LOUV R. Last Child in the Wood[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2013

[5] 周芳. 儿童自然缺失症的剖析及教育对策研究[J]. 河南教育(幼教), 2020(11): 34-36.

ZHOU Fang. Study on the Analysis and Educational Countermeasure of Children's Nature-deficit Disorder[J]. Henan Education (Kindergarten Teachers), 2020(11): 34-36.

[6] 刘一明. 幼儿自然缺失症研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2020.

LIU Yi-ming. Research on Nature Deficit Disorder in Children[D]. Harbin: Harbin Normal University, 2020.

[7] 李金华. 5-6 岁儿童眼中的大自然[D]. 成都: 四川师范大学, 2019.

LI Jin-hua. Nature in the Eyes of 5-6 Years Old Children[D]. Chengdu: Sichuan Normal University, 2019.

[8] 范燕燕, 章乐. 儿童的自然缺失症及其教育对策[J]. 教育科学研究, 2018(5): 67-71.

FAN Yan-yan, ZHANG Le. Nature Deficit Disorder in Children and Its Educational Countermeasures[J]. Educational Scientific Research, 2018(5): 67-71.

[9] 李静. 城市环境下儿童自然修学营活动设计研究[D]. 泉州: 华侨大学, 2019.

LI Jing. Study on the Design of Children's Natural Study Camp Activity in Urban Environment[D]. Quanzhou: Huaqiao University, 2019.

[10] 赵平, 邓如玉, 李志飞, 等. 基于改进 DEMATEL 的输电线路跨越施工安全影响因素研究[J]. 安全与环境学报, 2022, 22(1): 36-43.

ZHAO Ping, DENG Ru-yu, LI Zhi-fei, et al. Study on Influencing Factors of Transmission Line Crossing Construction Safety Based on Improved DEMATEL[J] Journal of Safety and Environment, 2022, 22(1): 36-43

[11] SI Sheng-Li, YOU Xiao-Yue, LIU Hu-Cen, et al. DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and Applications[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2018, 28: 1-33.

- [12] 李静, 朱子源, 祖江颖, 等. 基于 AHP-FCE 的多动症儿童体能类玩具设计与评价[J]. 包装工程, 2021, 42(10): 144-150.
LI Jing, ZHU Zi-yuan, ZU Jiang-ying, et al. Design and Evaluation of Physical Toys for ADHD Children Based on AHP-FCE[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(10): 144-150.
- [13] ORTIZ-BARRIOS M A, KUCUKALTAN B, CARVAJAL-TINOCO D, et al. Strategic Hybrid Approach for Selecting Suppliers of High-density Polyethylene[J]. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 2017, 24(5-6): 296-316.
- [14] 邓卫斌, 祝红星. 基于层次分析法的儿童智能手表设计评价研究[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 121-125.
DENG Wei-bin, ZHU Hong-xing. Design Evaluation of Children's Smart Watches Based on AHP[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 121-125.
- [15] 赵艳晓, 应放天, 方倩怡, 等. 基于 FAHP 的肿瘤儿童医疗游戏辅导玩具设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(4): 135-141.
ZHAO Yan-xiao, YING Fang-tian, FANG Qian-yi, et al. Research on the Design of Medical Game Guidance Toys for Tumor Children Based on FAHP[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(4): 135-141.
- [16] 吕欣, 刘玉云. 基于 AHP-TOPSIS 方法的儿童安全座椅设计方案评价研究[J]. 包装工程, 2019, 40(14): 150-155.
LYU Xin, LIU Yu-yun. Study on Evaluation of Child Safety Seat Design Scheme Based on AHP-TOPSIS Method[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(14): 150-155.
- [17] NEIRA-RODADO D, ORTIZ-BARRIOS M, HOZ-ESCORIA S D L, et al. Smart Product Design Process through the Implementation of a Fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD Approach[J]. Applied Sciences, 2020, 10(5): 1-28
- [18] 瞿英, 路亚静, 刘紫玉, 等. 基于 AHP-DEMATEL 法的权重计算方法研究[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(7): 38-46.
QU Ying, LU Ya-jing, LIU Zi-yu, et al. Research on Weight Calculation Method Based on AHP-DEMATEL Method[J]. Mathematics Practice and Understanding, 2016, 46(7): 38-46.
- [19] 廖全明. 儿童分享行为发展特点的研究进展[J]. 中国儿童保健志, 2014, 22(6): 611-613.
LIAO Quan-ming. Research Progress on the Development Characteristics of Children's Sharing Behavior[J]. China Child Health, 2014, 22(6): 611-613.
- [20] 胡恒波. 美国学前儿童 STEM 教育的理念声明与实施建议--源自马萨诸塞州的经验[J]. 教育科学, 2017, 33(4): 90-96.
HU Heng-bo. The Concept Statement and Implementation Suggestions of STEM Education for Preschool Children in the United States: from the Experience of Massachusetts[J]. Education Science, 2017, 33(4): 90-96.
- [21] 主云龙, 于广琛. 新硬件时代下儿童产品设计探讨[J]. 包装工程, 2016, 37(16): 107-110.
ZHU Yun-long, YU Guang-chen. Discussion on Children's Product Design in New Hardware Era[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(16): 107-110.
- [22] 申雪嫣, 王军. STEAM 教育理念在竹木玩具创新设计中的应用[J]. 世界竹藤通讯, 2022, 20(4): 69-73.
SHEN Xue-yan, WANG Jun. Application of STEAM Education Concept in Innovative Design of Bamboo and Wood Toys[J]. World Bamboo and Rattan Communication, 2022, 20(4): 69-73.
- [23] 吴智艳, 吴祐昕, 杜雅婷, 等. 触觉体验引导下的儿童智能玩具交互设计[J]. 包装工程, 2022, 43(12): 290-296.
WU Zhi-yan, WU You-xin, DU Ya-ting, et al. Interactive Design of Children's Smart Toys Guided by Tactile Experience[J]. Packaging Process, 2022, 43(12): 290-296.
- [24] 杨婷, 覃莉婷, 杨紫薇. STEAM 教育理念下的儿童益智玩具创新设计研究[J]. 工业设计, 2021(4): 64-65.
YANG Ting, QIN Li-ting, YANG Zi-wei. Research on Innovative Design of Children's Educational Toys under the Concept of STEAM Education[J]. Industrial Design, 2021(4): 64-65.

责任编辑: 蓝英侨