

基于 AHP-TOPSIS 法的自闭症儿童依恋产品设计研究

王媚雪, 胡宇琦

(燕山大学, 秦皇岛 066004)

摘要: **目的** 为了提高自闭症儿童建立安全型依恋关系的效率, 对于自闭症儿童依恋产品设计的过程进行研究。**方法** 使用层次分析法(AHP)和逼近理想解排序法(TOPSIS)相结合的方法, 围绕影响自闭症儿童依恋关系的主要功能领域进行研究, 采用系统化、层次化与定性和定量相结合的方法, 将这些功能领域拆分为不同的层次和要素, 计算这些要素的权重值并进行排序; 从而进行3种方案设计, 通过评分的方式建立评价矩阵, 根据上阶段计算出的权重值, 求正负理想解, 以此为依据, 选取最优设计方案。**结论** 通过层次分析法和逼近理想解排序法在自闭症儿童依恋产品设计过程中的应用, 可以排除主观因素对于产品设计的影响, 为产品设计及方案选取提供了科学依据, 在自闭症儿童依恋产品设计方面具有一定的理论意义和实际价值。

关键词: 产品设计; 自闭症儿童依恋产品; 层次分析法; 逼近理想解排序法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)18-0220-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.18.025

Attachment Product Design for Autistic Children Based on AHP-TOPSIS

WANG Mei-xue, HU Yu-qi

(Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

ABSTRACT: In order to improve the efficiency of autistic children in establishing a secure attachment relationship, the process of designing attachment products for autistic children is studied. AHP and TOPSIS are used to study the main functional areas that affect the attachment relationship of autistic children. Using the combination of systematic, hierarchical, qualitative and quantitative, these functional areas are divided into different levels and elements, and the weight values of these elements are calculated and ranked; thus, three scheme designs are carried out, and the evaluation matrix is established by means of scoring, and the optimal design scheme is selected based on the positive and negative ideal solutions based on the weight values calculated in the previous stage. Through the application of AHP and TOPSIS in the design process of attachment products of autistic children, the influence of subjective factors on product design can be eliminated, and a scientific basis can be provided for product design and scheme selection, which has certain theoretical significance and practical value in the design of attachment products for autistic children.

KEY WORDS: product design; attachment products for autistic children; AHP; TOPSIS

1943年, 自闭症的概念被第一次提出, 坎纳医生根据他曾治疗过的十一名具有怪异行为问题的儿童, 总结他们共有的症状和缺陷, 将其称作自闭症^[1]。2018年, 美国疾病防控中心发布了关于自闭症谱系

障碍患病率的最新统计数据为 1:59^[2]。此类障碍的三大典型病症分别是社交障碍、交流障碍、兴趣狭窄与刻板行为^[3]。随着患儿的数量增加, 越来越多的目光投向这一特殊的群体, 关于自闭症及其康复训练的研

收稿日期: 2021-04-09

基金项目: 秦皇岛市科学技术研究与发展计划资助项目(201703A264)

作者简介: 王媚雪(1977—), 女, 黑龙江人, 燕山大学副教授, 主要从事工业设计研究。

通信作者: 胡宇琦(1996—), 女, 辽宁人, 燕山大学硕士生, 主攻工业设计。

究也逐渐丰富。

1 自闭症儿童依恋行为概述

1.1 依恋行为概述

依恋行为是孩子成长初期的生活里最重要的社会行为,属于社会关系的一种^[4],在孩子的童年期能够建立安全型的依恋关系,不仅有利于儿童身心发展,还有利于顺利进行社会化的过程以及完善儿童个体成长中的自我人格^[5]。

依恋关系分为4种类别,分别为安全型、回避型、矛盾纠结型以及混乱型,其中回避型依恋与矛盾纠结型依恋均属于不安全依恋,而不安全依恋与混乱型依恋同属于依恋障碍。现有研究表明,正常儿童4种依恋类型占比分别为73%、11%、7%、9%,而自闭症儿童能够建立安全型依恋的概率则远远小于这个数值,分别为7.5%、66.8%、3.2%、22.5%^[6]。

稳定性、可变性与代际传递性为依恋发展最主要的3个特点。代际传递性指的是养育者关于依恋的心理可以预测孩子和养育者之间的安全性。国外研究发现,77%的青少年与养育者之间的依恋关系具有跨越时间与情景的一致性,但由于个体的生活背景和成长条件以及各类外界因素的影响,其表现特点与依恋关系的类别各不相同。

1.2 国内外研究现状分析

自闭症儿童能否建立依恋行为,一直是国内外学者们争议的焦点,学者们通过大量的研究证实,自闭症儿童是可以建立安全型依恋的^[7],这也为后续的讨论提供了研究基础。

对于自闭症依恋关系发展障碍,主要有3种理论模型来解释,分别为广泛性发展障碍解释理论、唤醒困难解释理论以及主要缺陷影响依恋发展解释理论。

广泛性发展障碍解释理论认为自闭症儿童由于其本身的原因,在理解与辨识方面能力低下,社交技能的缺陷也妨碍了依恋的发展。患病儿童由于智力落后,不能理解养育者发出的情感线索,这直接影响了儿童与养育者之间的关系建立,但是在自闭症儿童逐渐成长的过程中,通过更长久时间,还是能够与养育者之间建立安全依恋。唤醒困难解释理论认为患病儿童在社会交往的过程中存在高度唤醒,但由于这种高度唤醒超过儿童的最佳刺激水平,让孩子感受到格外的不舒适,导致其厌恶与养育者的交往,进而无法形成安全型的依恋关系。主要缺陷影响依恋发展解释理论认为核心障碍使患病孩子无法接受能够形成安全型依恋关系的有效信息,进而影响到儿童与养育者的依恋关系。提出这一理论的研究者认为自闭症的核心障碍是社交障碍,这种障碍使自闭症孩子面对不同对象依恋行为的表达失败。

目前为止关于自闭症儿童依恋产品的研究主要

处于理论阶段,因此进行此方向的产品设计研究可以填补市场空白,为后续研究提供基础。

2 自闭症儿童依恋产品设计要素分析

影响自闭症儿童依恋关系发展的因素有很多,自闭症儿童的各个功能障碍都会影响他们与养育者之间安全型依恋关系的建立,其中社会交往障碍、认知障碍与感觉障碍最能够影响自闭症儿童的依恋发展^[8]。

2.1 社会交往障碍对自闭症儿童依恋产品设计的影响

自闭症儿童的社交能力与安全型依恋关系的建立是互相促进、相辅相成的,患病儿童社交能力的提高可以缩短建立安全型依恋关系的过程,因此在设计的过程中,加入针对此方面的训练,成为了自闭症儿童依恋产品必不可少的一环。

患病孩子的社会交往障碍主要表现为无法与他人建立正常的人际关系、分不清亲疏远近、患病儿童表情贫乏、与周围人之间缺乏目光交流。这些特点直接导致自闭症儿童依恋发展的困难,但自闭症孩子与普通孩子一样会有模仿行为,以及喜欢正向的刺激与鼓励,通过长期积极的亲子交往,自闭症儿童可以逐渐克服社交障碍,逐步建立良好的依恋关系。

2.2 认知障碍对自闭症儿童依恋产品设计的影响

认知障碍与建立安全型依恋之间不可拆分的关系在其他学者的研究中已经得到过证实^[9],认知困难使自闭症儿童无法辨认养育者与陌生人,无法接受有关依恋发展的有效信息,从而阻碍依恋发展。

自闭症儿童的认知障碍分为知觉障碍、记忆障碍、思维障碍以及学习障碍。在一个合格的自闭症儿童依恋产品设计中,需要考虑到有关认知障碍的康复训练方法,在现有康复训练产品及训练方式的基础上,结合当前研究方向,设计出可以更加快速建立安全型依恋关系的产品。

2.3 感觉障碍对自闭症儿童依恋产品设计的影响

自闭症儿童的感觉障碍会导致其产生错觉以及幻觉,无法辨认真实或者虚幻,使其对于养育者的认识产生了偏差。通过感觉统合训练,自闭症孩子的这种感觉统合失调会被改善^[10],动作的协调性、情绪稳定性、注意力的集中程度和触觉过分防御的行为都会相应得到改善。

在众多感觉统合训练方式中选取一种行之有效的,减少自闭症儿童的错觉以及幻觉,有了这种基础,安全型依恋关系也会被逐步建立。

3 自闭症儿童依恋产品设计评价模型构建

3.1 层次分析法

1973年,美籍学者 Saaty 提出了负有盛名的层次

分析法,此种方式条理清晰而且科学性较高^[11],广泛应用于各个决策相关领域^[12]。有关自闭症儿童依恋发展的影响因素复杂多样,想要在千丝万缕的条件下对多种因素进行比较分析,使用层次分析法不失为一种好的选择。首先通过访谈法及问卷调查法,采访自闭症学校的老师及自闭症儿童的家长,然后详细分析涉及的相对于比较重要的影响因素,将所有影响因素的权重值计算得出结果并根据从高到低的顺序排列,得出比较科学的具有参考价值的结果,层次分析构造方法见图1。

3.2 自闭症儿童依恋产品设计层次分析模型

1) 目标层。目标层仅有一个要素,通过对自闭症儿童依恋产品设计要素分析得到一个最优解决方案。

2) 准则层。对于自闭症儿童依恋发展来说,社会交往障碍、认知障碍与感觉障碍3个要素能够产生最深刻的影响。其中社会交往障碍是最重要的影响因素,自闭症儿童的依恋行为本身就是社会交往中的其中一种,对于自闭症儿童依恋行为的训练本质上就是在改善自闭症儿童社会交往障碍的一方面。无法建立正常人际关系、分不清亲疏关系、表情贫乏、与缺乏目光交流等方面都会造成自闭症儿童的社交障碍。在改善社交障碍的同时也要对于自闭症儿童进行认知训练。认知障碍的4个主要特点为知觉障碍、记忆障碍、思维障碍以及学习障碍。满足以上两个条件之后,也要考虑到自闭症儿童的感觉障碍,分为错觉与幻觉,这些都会对于自闭症儿童形成的依恋关系造成影响。

3) 子准则层。根据 Saaty 所提出的层级构造方法^[13],将以上的准则层详细拆解为子准则层,针对社会交往障碍,子准则提出无法与他人建立正常的人际

关系、分不清亲疏远近、患病儿童表情贫乏、与周围人之间缺乏目光交流4种要素;针对认知障碍,子准则提出知觉障碍、记忆障碍、思维障碍以及学习障碍4种要素;针对感觉障碍,子准则提出错觉与幻觉两种要素。至此,基于层次分析法的原理构建出自闭症儿童依恋发展影响因素层次分析模型,见图2。

3.3 判断矩阵构建与权重确定

合理构建判断矩阵是层次分析法中至关重要的一个环节,用于比较在同一层次范围内的全部要素两两之间的重要性^[14]。在这个步骤,通过相对尺度的判定以提高准确性。判断矩阵构建方式见表1。

其中, Y_{ij} 表示要比较的各准则层 Y_1, Y_2, \dots, Y_n 对目标 X 的重要性中, Y_i 对 Y_j 各个要素相对重要性的评价,反之为 $1/Y_{ij}$ 。判断矩阵的元素 Y_{ij} 用 1—9 标度方法给出,判断矩阵标度见表2。

最优解决方案目标判断矩阵及权重见表3。目标层代表最优解,用 O 表示;在准则层中包含的3个要素分别为社会交往障碍、认知障碍与感觉障碍,用 C_1, C_2, C_3 表示。在子准则层中,无法建立正常人际关系为 C_{11} , 分不清亲疏关系为 C_{12} , 表情贫乏为 C_{13} , 缺乏目光交流为 C_{14} ; 知觉障碍为 C_{21} , 记忆障碍为 C_{22} , 思维障碍为 C_{23} , 学习障碍为 C_{24} ; 错觉为 C_{31} , 幻觉为 C_{32} 。选取目标用户20名,包括自闭症教辅具设计师5名,自闭症学校教师5名,自闭症儿童家长5名,工业设计工程硕士5名,使用打分的方式评定各要素。社会交往障碍准则判断矩阵及权重见表4,认知障碍准则判断矩阵及权重见表5,感觉障碍准则判断矩阵及权重见表6。



图1 层次分析构造方法
Fig.1 Analytic hierarchy process construction method

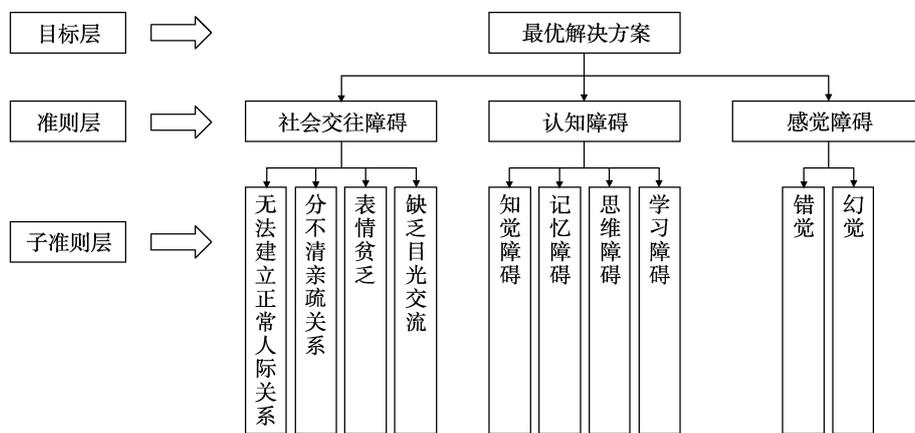


图2 自闭症儿童依恋发展影响因素层次分析模型
Fig.2 AHP model of influencing factors on attachment development for autistic children

表 1 判断矩阵构建方式

Tab.1 Construction methods of judgment matrix

<i>X</i>	<i>Y</i> ₁	<i>Y</i> ₂	<i>Y</i> ₃	<i>Y</i> ₄	<i>Y</i> ₅	...	<i>Y</i> _{<i>n</i>}
<i>Y</i> ₁	<i>y</i> ₁₁	<i>y</i> ₁₂	<i>y</i> ₁₃	<i>y</i> ₁₄	<i>y</i> ₁₅	...	<i>y</i> _{1<i>n</i>}
<i>Y</i> ₂	<i>y</i> ₂₁	<i>y</i> ₂₂	<i>y</i> ₂₃	<i>y</i> ₂₄	<i>y</i> ₂₅	...	<i>y</i> _{2<i>n</i>}
<i>Y</i> ₃	<i>y</i> ₃₁	<i>y</i> ₃₂	<i>y</i> ₃₃	<i>y</i> ₃₄	<i>y</i> ₃₅	...	<i>y</i> _{3<i>n</i>}
<i>Y</i> ₄	<i>y</i> ₄₁	<i>y</i> ₄₂	<i>y</i> ₄₃	<i>y</i> ₄₄	<i>y</i> ₄₅	...	<i>y</i> _{4<i>n</i>}
<i>Y</i> ₅	<i>y</i> ₅₁	<i>y</i> ₅₂	<i>y</i> ₅₃	<i>y</i> ₅₄	<i>y</i> ₅₅	...	<i>y</i> _{5<i>n</i>}
...
<i>Y</i> _{<i>n</i>}	<i>y</i> _{<i>n</i>1}	<i>y</i> _{<i>n</i>2}	<i>y</i> _{<i>n</i>3}	<i>y</i> _{<i>n</i>4}	<i>y</i> _{<i>n</i>5}	...	<i>y</i> _{<i>n</i><i>n</i>}

表 2 判断矩阵标度

Tab.2 Judgment matrix scales

标度	含义
1	表示两个因素相比，具有同样重要性
3	表示两个因素相比，前者比后者稍微重要
5	表示两个因素相比，前者比后者明显重要
7	表示两个因素相比，前者比后者强烈重要
9	表示两个因素相比，前者比后者极端重要
2、4、6、8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 <i>i</i> 与 <i>j</i> 比较的判断 <i>y</i> _{<i>ij</i>} ，则因素 <i>j</i> 与 <i>i</i> 比较的判断 <i>y</i> _{<i>ji</i>} = 1 / <i>y</i> _{<i>ij</i>}

表 3 最优解决方案目标判断矩阵及权重

Tab.3 Judgment matrix and weight for the optimal solution

<i>O</i>	<i>C</i> ₁	<i>C</i> ₂	<i>C</i> ₃	权重 <i>w</i>
<i>C</i> ₁	1	2	2	0.4934
<i>C</i> ₂	1/2	1	2	0.3108
<i>C</i> ₃	1/2	1/2	1	0.1958

表 4 社会交往障碍准则判断矩阵及权重

Tab.4 Judgment matrix and weight for social interaction disorder criteria

<i>C</i> ₁	<i>C</i> ₁₁	<i>C</i> ₁₂	<i>C</i> ₁₃	<i>C</i> ₁₄	权重 <i>w</i> ₁
<i>C</i> ₁₁	1	2	3	3	0.4476
<i>C</i> ₁₂	1/2	1	3	2	0.2829
<i>C</i> ₁₃	1/3	1/3	1	1/2	0.1059
<i>C</i> ₁₄	1/3	1/2	2	1	0.1636

表 5 认知障碍准则判断矩阵及权重

Tab.5 Judgment matrix and weight for cognitive disorder criteria

<i>C</i> ₂	<i>C</i> ₂₁	<i>C</i> ₂₂	<i>C</i> ₂₃	<i>C</i> ₂₄	权重 <i>w</i> ₂
<i>C</i> ₂₁	1	1/2	1/3	1/2	0.1205
<i>C</i> ₂₂	2	1	1/2	1/2	0.1906
<i>C</i> ₂₃	3	2	1	2	0.4182
<i>C</i> ₂₄	2	2	1/2	1	0.2707

表 6 感觉障碍准则判断矩阵及权重

Tab.6 Judgment matrix and weight for sensory disorder criteria

<i>C</i> ₃	<i>C</i> ₃₁	<i>C</i> ₃₂	权重 <i>w</i> ₃
<i>C</i> ₃₁	1	2	0.6667
<i>C</i> ₃₂	1/2	1	0.3333

通过特征向量法计算得到各个要素的相对权重，为保证评价者在过程中思维的一致性和判断矩阵的相容性，需要对评价结果进行一致性检验，用 *CI* 表示判断矩阵的一致性指标：

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{1}$$

其中 λ_{\max} 为最大特征值，*n* 为阶数。*CR* 为一致性比，一致性检验通过 *CR* 值进行判断：

$$CR = CI / RI \tag{2}$$

RI 代表平均随机一致性指标，明确规定各阶数的值，平均随机一致性指标见表 7。当 *CR* ≤ 0.1 时，认定一致性通过，反之，则不通过，需要重新计算。

对上述 4 个判断矩阵进行一致性检验。一致性检验结果见表 8。

由表 8 计算可得，所有判断矩阵的一致比均小于 0.1，因此全部通过一致性检验。

上述计算完毕，排序全部影响因素的目标权重，给解决方案提供科学的参考依据，目标权重计算排序表见表 9。

通过层次分析法对于自闭症儿童依恋产品设计要素进行深入分析，可得到对于自闭症儿童依恋发展影响最大的是社会交往障碍，其中无法建立正常人际关系和分不清亲疏关系这两个影响因素对于依恋发展的影响最大，另外错觉、思维障碍、学习障碍这 3 个影响因素跟自闭症儿童依恋发展也具有较为密切的关系。

4 应用实例

4.1 基于用户心智模型的自闭症儿童依恋产品设计

心智模型通常被用于揭露个体不易察觉的行为

表 7 平均随机一致性指标

Tab.7 Average random consistency index

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>RI</i>	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54

表 8 一致性检验结果

Tab.8 Consistency test results

	<i>O</i>	<i>C</i> ₁	<i>C</i> ₂	<i>C</i> ₃
λ_{\max}	3.0536	4.0710	4.0710	2
<i>CI</i>	0.0268	0.0237	0.0237	0
<i>RI</i>	0.52	0.89	0.89	0
<i>CR</i>	0.0515	0.0266	0.0266	0

表9 目标权重计算排序表
Tab.9 Target weight computation sorting table

	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{31}	C_{32}
C_1	0.4476	0.2829	0.1059	0.1636	—	—	—	—	—	—
C_2	—	—	—	—	0.1205	0.1906	0.4182	0.2707	—	—
C_3	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6667	0.3333
目标权重	0.2208	0.1396	0.0523	0.0807	0.0375	0.0592	0.1300	0.0841	0.1305	0.0653
排序	1	2	9	6	10	8	4	5	3	7

习惯,是人们完成一件事情的根本原因,它可以获取到特定人群对于某方面特定的使用模式。在产品设计中,用户心智模型决定了用户对于产品的理解^[15],心智模型可以作为设计师与使用者之间沟通的桥梁。由于自闭症儿童的特殊性,使用传统的心智模型获取方法较为困难,无法直观地获取用户的心理和行为特征,因此对于自闭症儿童依恋产品设计进行了上述研究。通过以上步骤,在进行数据的对比分析后概念化心智模型,提炼出更加符合用户需求的设计要素,从而设计出更加适合自闭症儿童的依恋产品。

4.2 自闭症儿童依恋产品设计评价对象

根据文中计算的各要素权重值排序结果对自闭症儿童依恋产品设计案例运用TOPSIS法做出方案优选排序。首先对于设计方案进行初步构想,规划出了合理可行的3个方案。

方案一,见图3。设计一款针对自闭症儿童的游戏桌。自闭症儿童普遍存在的问题就是注意力无法集中,控制不住自己的行为从而乱跑乱跳,情绪易激动,会不自觉地扭动身体。这款游戏桌使用一体式的半包围结构,仿照母亲的怀抱设计桌面,可以给予自闭症儿童足够的安全感,让孩子安稳地坐在椅子上,有助于患病儿童集中注意力,帮助家长与患儿进行更良好的互动。训练桌的桌面高度、桌角和椅脚高度都采用可调节式设计,增加使用年限,便于匹配不同年龄阶段的孩子,也方便亲子在不同的场景下进行使用。游戏桌的面板采用可更换式的设计方式,桌子前方的抽屉里储存3种不同功能的面板,根据上述层次分析法的计算结果,这3种面板分别设计为对自闭症儿童进行思维训练、精细动作训练以及认知训练。

方案二,见图4。设计一款可以进行声音与光线

双重互动的水积木。积木类产品是市面上广泛存在的产品形式,在社交障碍的干预训练中有着出色的表现。自闭症儿童本身存在的错觉、思维障碍、学习障碍都会阻碍安全型依恋关系的建立,这款水积木可以极好地解决这些问题。积木外壳使用亚克力材质,具有高透明不易碎的特点,可以保障产品的安全性。不同形状的积木里面装不同数量的水,因此相互碰撞之间可以发出不同的声音。使用红黄蓝三原色作为积木中液体的颜色,由此可以叠加出丰富的色彩变化,这些颜色均使用食用色素染制而成,避免自闭症孩子误食。这款产品可以充分激起自闭症儿童的好奇心,由此更加方便自闭症儿童家长与之进行良好的互动,同时对于自闭症儿童的色彩认知方面进行潜移默化的训练。

方案三,见图5。设计一款亲子互动的钓鱼玩具。自闭症儿童建立安全型依恋关系的重点是先建立正常的人际关系,也就是说自闭症儿童需要自发地与家长进行互动。这款玩具抓住这个设计要点,将合作精神融入产品设计中。该产品需要使用两根鱼竿同时吸住同一条小鱼后才可以成功把它钓上来,在训练自闭症儿童思维以及学习能力的同时,让自闭症儿童主动地与周围人进行社交。鱼竿上面的鱼饵可以进行更换,使用不同颜色的鱼饵垂钓不同颜色的小鱼,会有不同的音乐响起,以此激励自闭症儿童与家长积极互动,从而更高效地建立安全型的依恋关系。

4.3 基于TOPSIS法的设计评价流程

1) 根据子准则层的评价要素(如图2)确定10项评价指标,分别为:建立正常人际关系、辨别亲疏关系、丰富表情、加强目光交流、知觉训练、记忆训练、思维训练、学习训练、改善错觉、减少幻觉。对



图3 方案一
Fig.3 Scheme 1



图4 方案二
Fig.4 Scheme 2



图5 方案三
Fig.5 Scheme 3

于评价指标进行正负指标分类，可知 10 项评价指标均为正指标。

2) 选择自闭症康复学校老师 5 名，自闭症儿童家长 3 名，分别对于 3 个自闭症儿童依恋产品设计方案进行评价。评分区间为 0—10 分 (0<很差≤3, 3<较差≤5, 5<一般≤6, 6<较好≤8, 8<很好≤10)，通过计算其算术平均数，可以得出每项评价指标的最终结果，初始评价矩阵见表 10。

初级评价矩阵构建完成，用 A 表示，标准化处理矩阵 A 后得到标准化矩阵 B_{ij} ：

$$B_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (3)$$

加权处理表 10，计算出各项评价指标的目标权重，得到加权标准化评价矩阵 Z_{ij} ：

$$Z_{ij} = w_i B_{ij} \quad (4)$$

加权标准化评价矩阵见表 11。

3) 求正负理想解，令：

$$M_j^+ = \max\{u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{nj}\}, (j = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

$$M_j^- = \min\{u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{nj}\}, (j = 1, 2, \dots, m) \quad (6)$$

表 10 初始评价矩阵
Tab.10 Initial evaluation matrix

评价指标	方案一得分	方案二得分	方案三得分
C ₁₁	6.25	6.88	8.13
C ₁₂	6.50	6.63	7.50
C ₁₃	5.63	5.88	6.38
C ₁₄	7.13	6.50	7.38
C ₂₁	6.38	7.13	6.88
C ₂₂	6.88	6.13	6.25
C ₂₃	6.25	7.25	7.13
C ₂₄	7.25	7.13	7.38
C ₃₁	5.50	6.50	6.63
C ₃₂	5.25	6.13	6.25

表 11 加权标准化评价矩阵
Tab.11 Weighted standardized evaluation matrix

评价要素	方案一得分	方案二得分	方案三得分
C ₁₁	0.1126	0.1236	0.1457
C ₁₂	0.0754	0.0782	0.0879
C ₁₃	0.0282	0.0298	0.0324
C ₁₄	0.0476	0.0436	0.0492
C ₂₁	0.0203	0.0229	0.0217
C ₂₂	0.0367	0.0326	0.0332
C ₂₃	0.0676	0.0793	0.0780
C ₂₄	0.0488	0.0479	0.0496
C ₃₁	0.0666	0.0783	0.0796
C ₃₂	0.0333	0.0392	0.0398

表 12 欧氏距离及相对贴进度
Tab.12 Euclidean distance and relative nearness degree

	S_i^+	S_i^-	C_i	排序
方案一	0.0860	0.0090	0.0947	3
方案二	0.0477	0.0473	0.4979	2
方案三	0.0060	0.0881	0.9362	1

则正理想解为：

$$X^+ = (M_1^+, M_2^+, \dots, M_m^+) \quad (7)$$

负理想解为：

$$X^- = (M_1^-, M_2^-, \dots, M_m^-) \quad (8)$$

由此可得评价对象的正理想解 $X^+ = (0.1457, 0.0879, 0.0324, 0.0492, 0.0229, 0.0367, 0.0793, 0.0496, 0.0796, 0.0398)$ ，负理想解 $X^- = (0.1126, 0.0754, 0.0282, 0.0436, 0.0203, 0.0326, 0.0676, 0.0479, 0.0666, 0.0333)$ 。

4) 计算各方案到理想解的距离以及相对贴进度，各方案到正理想解 X^+ 和负理想解 X^- 的距离为：

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (u_{ij} - u_j^+)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (u_{ij} - u_j^-)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

每个方案到理想解的相对贴进度为：

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (11)$$

根据相对贴进度 C_i 的值进行排序， C_i 的值越大，说明评价对象的优先程度越高，反之，则说明其优先程度越低，欧氏距离及相对贴进度见表 12。

根据最终排序可以得到结论，相比另外两种设计方案，方案三中对于自闭症儿童的依恋设计明显更佳，因此最终方案确定为方案三。

5 结语

本文运用了层次分析法，结合逼近理想解排序法对于自闭症儿童依恋产品设计的过程进行研究。首先建立层次分析模型，然后构建判断矩阵，计算出准则层和子准则层里包含的要素的相对权重，最后通过逼近理想解排序法对于 3 种自闭症儿童依恋产品设计方案进行评价，尽量避免主观因素对于产品设计的影响，为产品设计及方案选取提供科学依据，得出相对来说最优的方案设计，更加科学严谨。然而在自闭症儿童依恋产品的设计方案选择中，也受到自闭症康复学校的老师及患病儿童家长的主观因素影响，将来会在更深层次的研究中解决此问题。

参考文献：

[1] 宿淑华, 胡慧贤, 赵富才. 基于 ICT 的自闭症谱系障

- 碍儿童情绪干预研究综述[J]. 中国特殊教育, 2019(4): 47-53.
- SU Shu-hua, HU Hui-xian, ZHAO Fu-cai. A Review of Research on Emotional Intervention for Children with Autism Spectrum Disorder Based on ICT[J]. China Special Education, 2019(4): 47-53.
- [2] 张新新, 王芳, 杨广学. 机器人技术在自闭症谱系障碍儿童教育中的应用研究进展[J]. 中国特殊教育, 2018(11): 24-32.
- ZHANG Xin-xin, WANG Fang, YANG Guang-xue. Research Progress of the Application of Robot Technology in the Education of Children with Autism Spectrum Disorder[J]. China Special Education, 2018(11): 24-32.
- [3] 张静, 陈巍. 自闭症谱系障碍人士的内感受研究进展[J]. 中国特殊教育, 2019(11): 44-50.
- ZHANG Jing, CHEN Wei. Research Progress on Internal Feelings of People with Autism Spectrum Disorder[J]. China Special Education, 2019(11): 44-50.
- [4] 余乐, 黄娟. 自闭症儿童的过度依恋行为干预与矫正研究[J]. 西藏教育, 2017(6): 57-59.
- YU Le, HUANG Juan. Intervention and Correction of Excessive Attachment Behaviors of Autistic Children[J]. Tibet Education, 2017(6): 57-59.
- [5] 韩流, 李丹. 团体体育游戏改善幼儿不安全依恋行为的个案研究[J]. 体育科学, 2015, 35(2): 41-47.
- HAN Liu, LI Dan. A Case Study of Group Sports Games Improving Children's Unsafe Attachment Behavior[J]. Sports Science, 2015, 35(2): 41-47.
- [6] 邓红珠, 邹小兵, 唐春, 等. 187例婴幼儿孤独症患者对养育者的依恋特征[J]. 中国心理卫生杂志, 2007(6): 370-372.
- DENG Hong-zhu, ZOU Xiao-bing, TANG Chun, et al. The Attachment Characteristics of 187 Infants with Autism to Their Caregivers[J]. Chinese Mental Health Miscellaneous Chi, 2007(6): 370-372.
- [7] 侯雨佳, 颜廷睿, 邓猛. 母亲依恋风格与孤独症谱系障碍儿童母子依恋: 母亲教养方式的中介作用[J]. 心理发展与教育, 2020, 36(1): 28-37.
- HOU Yu-jia, YAN Ting-rui, DENG Meng. Mother Attachment Style and Autism Spectrum Disorder Children's Mother-child Attachment: the Mediating Role of Mother's Parenting Style[J]. Psychological Development and Education, 2020, 36(1): 28-37.
- [8] 林云强, 张福娟. 自闭症儿童依恋及其与功能领域关系的研究[J]. 应用心理学, 2010, 16(2): 126-133.
- LIN Yun-qiang, ZHANG Fu-juan. Study on Attachment of Children with Autism and Its Relationship with Functional Field[J]. Applied Psychology, 2010, 16(2): 126-133.
- [9] 林云强, 张福娟. 自闭症儿童依恋研究述评[J]. 心理科学, 2012, 35(3): 725-729.
- LIN Yun-qiang, ZHANG Fu-juan. Review on the Research of Attachment of Autistic Children[J]. Psychological Science, 2012, 35(3): 725-729.
- [10] Helena Lydon, Olive Healy, Ian Grey. Comparison of Behavioral Intervention and Sensory Integration Therapy on Challenging Behavior of Children with Autism[J]. Behavioral Interventions, 2017, 32(4): 10.
- [11] Engineering-Building Construction. Gdansk University of Technology Researchers Reveal New Findings on Building Construction (The Selection of Anchoring System for Floating Houses by Means of AHP Method)[J]. Journal of Engineering, 2020(1): 10.
- [12] 王年文, 王剑. 基于模糊综合评价的动态踝足矫形器设计评价研究[J]. 机械设计, 2019, 36(5): 139-144.
- WANG Nian-wen, WANG Jian. Design and Evaluation of Dynamic Ankle-foot Orthosis Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation[J]. Mechanical Design, 2019, 36(5): 139-144.
- [13] Saaty T L, Vargas L G. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process[M]. New York: Springer US, 2012.
- [14] 常瑜, 刘宝顺, 田园. 基于层次分析法的扫地车造型模糊综合评价方法及应用[J]. 机械设计, 2017, 34(3): 121-125.
- CHANG Yu, LIU Bao-shun, TIAN Yuan. Fuzzy Comprehensive Evaluation Method and Application of Sweeper Modeling Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Mechanical Design, 2017, 34(3): 121-125.
- [15] 何灿群, 吕晨晨. 具身认知视角下的无意识设计[J]. 包装工程, 2020, 41(8): 80-86.
- HE Can-qun, LYV Chen-chen. Unconscious Design from the Perspective of Embodied Cognition[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(8): 80-86.