

基于 INPD 与熵权法的幼儿园智能洗手机设计研究

黄劲松, 张阿杰, 张学敏
(湖北工业大学, 武汉 430000)

摘要: **目的** 针对目前国内市场幼儿园洗手产品缺乏一定互动性和引导性的问题, 设计研究一款幼儿园智能洗手机, 帮助引导幼儿养成良好的洗手习惯, 更好地呵护幼儿身体健康。**方法** 首先通过分析 SET 因素, 明确产品机遇; 其次进行用户调研, 获取用户需求点, 采用熵权法对层次分析法 (AHP) 所得到的数据进行修正得到综合权重值, 并进行用户需求重要度排序, 明确产品价值机会; 再次根据产品价值机会, 形成产品概念, 绘制设计概念矩阵; 最后将概念转化成设计方案, 并制作产品样机模型, 检验设计方案的有效性。**结论** INPD 与熵权法指导下的幼儿园智能洗手机设计具有可行性。INPD 法提高了产品开发的效率和市场成功率, 层次分析法 (AHP) 和熵权法组合赋权完善了用户重要需求提取过程, 使幼儿园智能洗手机的整个设计流程更具科学性、系统性和合理性。

关键词: INPD; 熵权法; 幼儿园; 洗手机

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)12-0180-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.12.019

Design of Smart Handwashing Machine for Kindergarten Based on INPD and Entropy Method

HUANG Jin-song, ZHANG A-jie, ZHANG Xue-min
(Hubei University of Technology, Wuhan 430000, China)

ABSTRACT: In response to the lack of interactivity and guidance of handwashing products for kindergartens in the current domestic market, the work aims to design and study a smart handwashing machine for kindergarten to help guide children to develop good handwashing habits and take better care of their health. Firstly, the product opportunity gap was clarified by analyzing the SET factors. Secondly, the user research was carried out to obtain the user demand points. The entropy method was used to correct the data obtained by the hierarchical analysis method (AHP) to obtain comprehensive weighting values and to rank the importance of user demands to clarify the product value opportunity. Thirdly, based on the product value opportunity, the product concept was formed and the design concept matrix was drawn. Finally, the concept was transformed into a design scheme and a prototype model was produced to test the validity of the design. The smart handwashing machines for kindergartens under the guidance of INPD and entropy method have the feasibility. The INPD method improves the efficiency and market success rate of product development, while the combination of the hierarchical analysis method (AHP) and the entropy method improves the process of extracting important user demands, making the whole design process of the kindergarten handwashing machines more scientific, systematic and rational.

KEY WORDS: INPD; entropy method; kindergarten; handwashing machine

3~6岁是幼儿良好行为习惯培养的关键时期, 好的行为习惯能使孩子受益终身, 幼儿多数行为习惯和生活经验会在幼儿园中习得^[1]。《幼儿园教育指导纲

要(试行)》要求: “帮助幼儿养成良好的饮食、睡眠、盥洗、排泄等个人生活卫生习惯^[2]。” 幼儿养成良好的洗手习惯可有效降低急性呼吸道和肠道感染性疾

收稿日期: 2023-01-18

作者简介: 黄劲松 (1967—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为产品设计、展示设计。

通信作者: 张阿杰 (1994—), 女, 硕士, 主攻产品设计。

病等多种疾病的发病率, 保护幼儿身体健康。由于幼儿思维发展未成熟, 不能全面认识洗手的重要性, 加之市面上大部分幼儿园洗手产品多为成人产品的缩小版, 缺乏一定的互动性、可玩性和引导性, 不易调动幼儿的洗手兴趣, 不利于幼儿洗手习惯的培养。后疫情时代的到来使人们对健康的重视意识空前提升, 催生和提高了人们的健康自觉^[3]。伴随着我国三孩政策的实施, 人们对幼儿园洗手产品将具有更大需求和更高要求。

在洗手产品方面, 李天赠等^[4]对防溅水洗手盆进行了研究。丁理等^[5]对净化处理洗手装置进行了研究。在幼儿洗手行为方面, 魏跃红等^[6]对 5 岁以下幼儿的洗手习惯和腹泻之间的关系进行了研究。丁昱等^[7]对托幼机构幼儿洗手行为进行了研究。周彦等^[8]对幼儿园手部卫生干预措施进行了研究。目前, 已有文献在洗手产品、幼儿洗手行为方面有一定的探索, 但针对幼儿园洗手产品的研究尚缺。黄丽红^[9]指出了幼儿园的教育环境直接影响着幼儿能否积极主动地去获取有益的经验。张聪^[10]指出了幼儿园必须把幼儿的健康教育与幼儿健康生活习惯的培养作为工作重点。因此, 论文以幼儿园智能洗手手机为研究对象, 将辅助教师帮助幼儿养成正确的洗手习惯作为洗手手机研究的重点。INPD 方法是一种指导产品开发模糊前期的有效方法, 但在用户需求提取上不明确。李梦君等^[11]在前人研究的基础上将 INPD 方法与语义差分法相结合, 对角向磨光机的产品造型进行了设计研究, 通过语义差分法把用户需求具体化。胡康等^[12]将 INPD 方法和 AHP 结合起来对老年人陪护产品进行了研究, 对用户需求研究过程进行了完善。由于 AHP 在应用过程中主要从评价者对评价要素的理解出发, 主观性成分较强, 采用熵权法对 AHP 进行修正, 可使用用户需求提取过程更合理, 所以本文运用 INPD 方法结合熵权法形成完整的产品设计策略, 辅助整个幼儿园智能洗手手机的设计。

1 研究方法概述

1.1 INPD 方法

INPD 是由卡耐基梅隆大学设计学院 Craig Vogel 教授与工程学院 Jonathan Cagan 教授合作创立, 并在《创造突破性产品》中主要研究的设计方法, 是一种以用户为中心的一体化新产品开发综合途径^[13]。INPD 方法主要由四个阶段组成: 确定产品机会、理解机会、形成产品概念及实现机会^[14], 前三个阶段是模糊前期的主体, 第四个阶段是过渡阶段, 四个阶段构成了一体化模糊前期过程, 是新产品开发的重要环节。INPD 方法从设计、工程和市场三个方面探讨关于新产品开发的理论、方法和工具, 可提高产品后期开发工作的效率, 并减少失误, 从而提高产品在市场

上的成功率。

1.2 熵权法在层次分析法 (AHP) 中的应用

层次分析法 (AHP) 是由美国 Saaty 等提出的一种多目标决策分析方法^[15], 条理性和科学性强, 能将复杂的决策问题系统化, 已被用于多个跟决策有关的领域。然而由于定性成分多, 造成主观性较强。熵权法是一种客观赋权方法, 可保留指标数据自身属性, 使评价结果具有可信度。通过熵权法对层次分析法进行权重修正, 可降低主观因素影响, 使综合权重更具真实性。在幼儿园智能洗手手机设计中, 将熵权法与层次分析法组合运用, 可提升洗手手机设计中重要影响因素提取的合理性。

1.2.1 层次分析法 (AHP) 主观需求权重计算

运用层次分析法计算各指标权重, 方法如下。

步骤 1: 构建判断矩阵。

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \quad (1)$$

式中: a_{ij} 表示 a_i 相对于 a_j 的重要性, 且 $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ij} > 0$

步骤 2: 一致性检验。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nw_i} \quad (3)$$

$$CR = CI/RI \quad (4)$$

式中: CI 为判断矩阵一致性检验指标, λ_{\max} 表示

最大特征值, $w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}}$, $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 。 CR

为判断矩阵随机一致性比率, 当 $CR < 0.1$ 时, 判断矩阵可通过一致性检验, 反之, 则需对矩阵进行重新调整。

1.2.2 熵权法客观需求权重计算

运用熵权法计算各指标权重。主要步骤如下。

步骤 1: 构造指标矩阵并进行标准化处理。

$$X = (x_{ij})_{m \times n} \quad (5)$$

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min\{x_{1j}, \dots, x_{mj}\}}{\max\{x_{1j}, \dots, x_{mj}\} - \min\{x_{1j}, \dots, x_{mj}\}} \quad (6)$$

其中式 (5) 为指标矩阵, x_{ij} 表示第 i 个评价者对第 j 项指标的原始评分; 式 (6) 为数据标准化数值。

步骤 2: 指标矩阵归一化。对矩阵 X 归一化处理, 得到矩阵 P 。

$$P = (p_{ij})_{m \times n} \quad (7)$$

其中 $p_{ij} = \frac{x_{ij}^*}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^*}$, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$

步骤3: 计算第j个指标熵值 e_j 及指标权重值 a_j 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(m), j = 1, 2, \dots, n \tag{8}$$

$$a_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{i=1}^n e_j}, j = 1, 2, \dots, n \tag{9}$$

式中: $k = 1/\ln(m)$ 。

1.2.3 主客观综合权重计算

根据主客观权重可求出各指标的综合权重值。

$$\omega = \alpha\omega_1 + (1 - \alpha)\omega_2 \tag{10}$$

式中: α 代表权重系数, ω_1 表示主观权重值, ω_2 表示客观权重值。

1.3 构建 INPD 与熵权法相结合的设计模型

文章以 INPD 方法作为幼儿园智能洗手手机开发设计的主线, 第一阶段采用 SET 因素分析法, 识别产品机遇; 第二阶段进行用户调研, 明确幼儿园智能洗手手机设计的影响因素, 将层次分析法 (AHP) 与熵权法组合运用, 计算需求重要度排序; 第三阶段制作产品设计概念矩阵, 形成最终设计概念; 第四阶段将概念转化成设计方案, 制作产品样机模型, 并检验设计方案的可行性。具体设计流程见图 1。

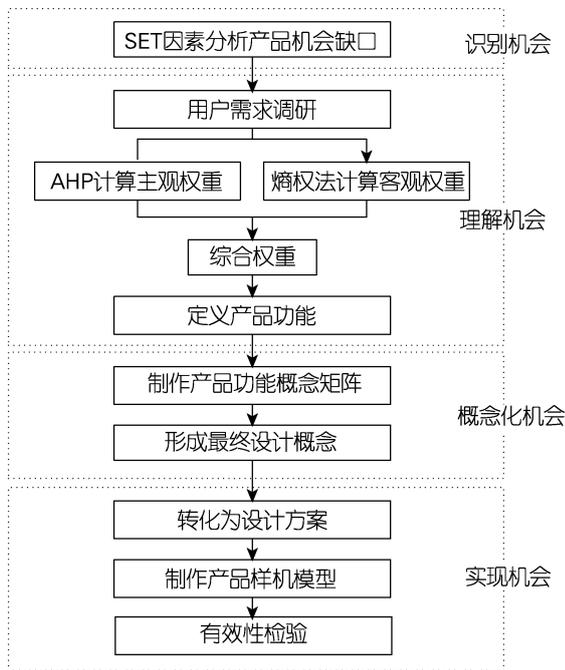


图 1 设计流程
Fig.1 Design flow

2 幼儿园智能洗手手机设计实例

2.1 识别产品机遇

产品开发首先要识别出产品存在的机会缺口, 因此找出幼儿园智能洗手手机存在的的产品机遇可为后续

产品开发指明方向。INPD 方法识别产品机会的主要工具为 SET (社会-经济-技术) 因素分析法^[13]。通过查阅新闻、专业杂志及技术刊物等资料综合分析幼儿园智能洗手手机产品在社会趋势、经济动力和先进技术方面存在的机会缺口。幼儿园智能洗手手机 SET 因素分析见图 2。

通过查阅新闻、专业杂志及技术刊物等对幼儿园智能洗手手机产品机会缺口进行综合分析发现, 在社会趋势方面, 现有幼儿园智能洗手手机大多以满足清洁功能为主, 受疫情大环境和幼儿全面发展需求的影响, 帮助引导幼儿养成良好洗手习惯将成为幼儿园智能洗手手机产品新的机会缺口; 在经济动力方面, 随着居民可自由支配收入增多, 将更大财力投资在幼儿的全面发展和健康成长方面, 对幼儿成长环境具有更高要求; 在技术进步方面, 将物联网、智能技术、传感器等技术运用到幼儿园智能洗手手机产品中, 可增强产品的互动性和趣味性, 增强吸引力, 有助于实现对幼儿洗手习惯的引导。

2.2 明确产品机会价值

INPD 方法实验过程中的第二阶段需要对第一阶段分析所得的产品机会缺口进行深入研究, 将用户需求通过定性和定量的方法转化成目标产品属性^[16]。幼儿园智能洗手手机的设计是一个复杂的系统问题, 既要考虑到洗手手机的功能特点, 又要兼顾幼儿心理生理及行为方式。本次研究采取实地研究、用户访谈以及用户观察等调研方式进行用户研究。考虑到幼儿的感知能力和认知能力有限, 选取幼儿园教师和保育员的意见作为辅助研究。以河南理工大学附属幼儿园作为调研基地, 依据各类人群所占实际比例, 共选取样本 110 位, 包括幼儿园教师 7 名、保育员 3 名、幼儿 100 名。因幼儿语言表达能力有限, 所以对教师和保育员调研采取实地访谈的形式, 对幼儿调研则采取实地观察记录的方法。采用亲和图法 (Affinity Diagram) 将所收集的信息进行汇总整理, 总结筛选出幼儿园智能洗手手机具体的设计影响因素共 15 项, 将其作为指标层。把上述指标按照类别可向上归纳为功能需求、安全需求、操作需求、外观需求和发展需求, 共 5 项, 作为准则层。幼儿园智能洗手手机需求层次分析模型见图 3。

幼儿园智能洗手手机设计中需求评价指标较多较复杂, 需要选择合适的权重计算方法。本次研究通过熵权法与层次分析法组合赋权, 将两者优势互补, 降低设计中主观因素影响, 增强用户重要需求提取的准确性与合理性。

2.2.1 基于 AHP 的主观需求权重计算

根据用户需求层次分析模型, 将幼儿园智能洗手手机目标层用 C 表示; 用 B_i ($i=1,2,3,4,5$) 代表准则层, 用 B_{ij} ($j=1,2,3,4,5$) 代表指标层。本次研究采用 1-9 标度法 (见表 1) 对各指标赋值, 赋值工作邀请 8 位专家共同完成。判断矩阵和目标权重见表 2—7。

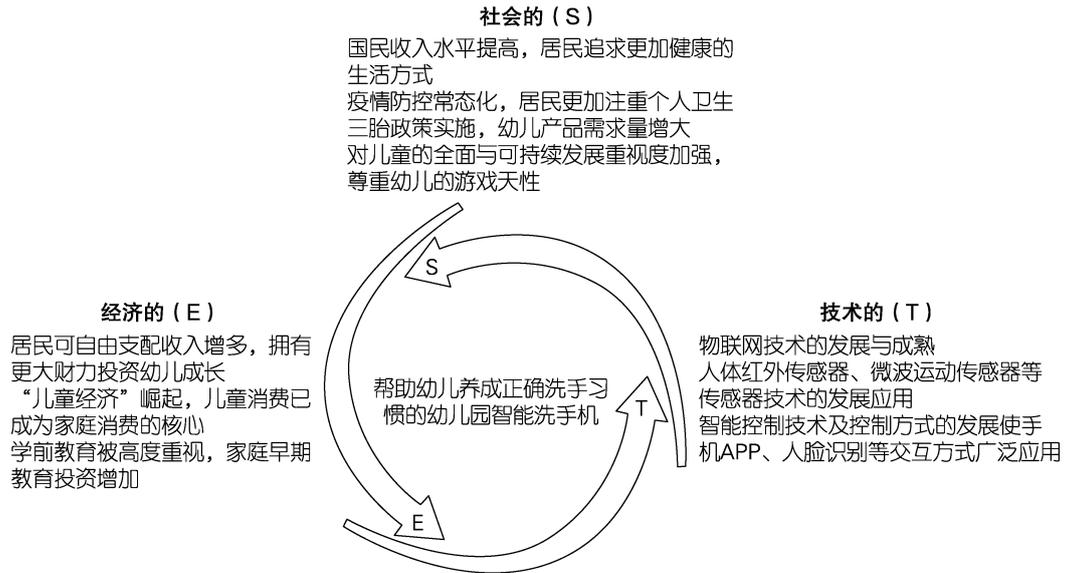


图 2 幼儿园智能洗手机 SET 因素分析

Fig.2 SET factor analysis of smart handwashing machine for kindergarten

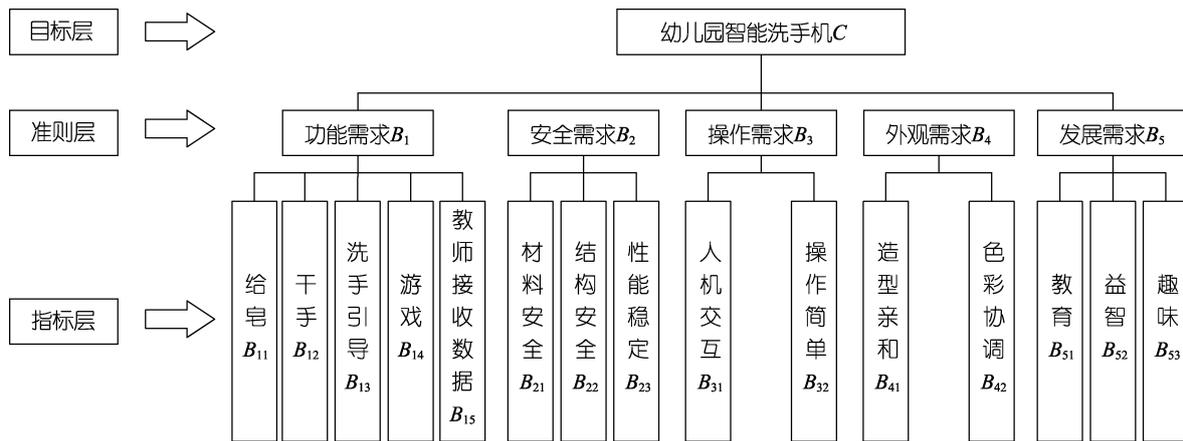


图 3 幼儿园智能洗手机需求层次分析模型

Fig.3 Hierarchical analysis model of demand for smart handwashing machine for kindergarten

表 1 相对重要性判断标度

Tab.1 Relative importance judgment scale

重要度	极重要	很重要	重要	稍重要	同等	稍次要	次要	很次要	极次要
量化值	9	7	5	3	1	1/3	1/5	1/7	1/9
备注	8, 6, 4, 2 为两相邻判断中间值								

表 2 C 目标层判断矩阵

Tab.2 C target layer judgment matrix

幼儿园洗手机 C	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	权重 W
功能需求 B_1	1	1	5	6	2	0.303 0
安全需求 B_2	1	1	6	7	3	0.363 6
操作需求 B_3	1/5	1/6	1	2	1/4	0.073 0
外观需求 B_4	1/6	1/7	1/2	1	1/5	0.041 6
发展需求 B_5	1/2	1/3	4	5	1	0.218 8

表 3 B_1 准则层判断矩阵

Tab.3 B_1 criterion layer judgment matrix

功能需求 B_1	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}	权重 W
给皂 B_{11}	1	2	1/8	1/7	1/4	0.056 5
干手 B_{12}	1/2	1	1/9	1/8	1/5	0.031 1
洗手引导 B_{13}	8	9	1	3	5	0.417 8
游戏 B_{14}	7	8	1/3	1	4	0.326 7
教师接收数据 B_{15}	4	5	1/5	1/4	1	0.167 9

表4 B_2 准则层判断矩阵
Tab.4 B_2 criterion layer judgment matrix

安全需求 B_2	B_{21}	B_{22}	B_{23}	权重 W
材料安全 B_{21}	1	4	7	0.643 7
结构安全 B_{22}	1/4	1	4	0.281 6
性能稳定 B_{23}	1/7	1/4	1	0.074 7

表5 B_3 准则层判断矩阵
Tab.5 B_3 criterion layer judgment matrix

操作需求 B_3	B_{31}	B_{32}	权重 W
人机交互 B_{31}	1	3	0.750 5
操作简单 B_{32}	1/3	1	0.249 5

表6 B_4 准则层判断矩阵
Tab.6 B_4 criterion layer judgment matrix

外观需求 B_4	B_{41}	B_{42}	权重 W
造型亲和 B_{41}	1	2	0.666 7
色彩协调 B_{42}	1/2	1	0.333 3

表7 B_5 准则层判断矩阵
Tab.7 B_5 criterion layer judgment matrix

发展需求 B_5	B_{51}	B_{52}	B_{53}	权重 W
教育 B_{51}	1	5	2	0.535 1
益智 B_{52}	1/5	1	1/4	0.097 0
趣味 B_{53}	1/2	4	1	0.367 9

表8 随机一致性比率
Tab.8 Random consistency ratio

项目	C	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
λ_{max}	5.102 4	5.283 1	3.003 7	2	2	3.024 6
CI	0.025 6	0.070 8	0.073 5	0	0	0.012 3
RI	1.20	1.12	0.52	0	0	0.52
CR	0.022 9	0.063 2	0.073 5	0	0	0.023 6

由表8可知,各判断矩阵均满足 $CR < 0.1$,一致性检验合格。对目标权重计算结果汇总,形成设计方案影响因素总体目标权重排序,作为幼儿园智能洗手设计过程中的评价标准,见表9。

2.2.2 基于熵权法的客观需求权重计算

熵最早为热力学概念,由数学家 Shannon 引入信息论,表示系统稳定程度、信息量^[17]。熵权法可充分使用各指标的全部信息量,使评价结果更具客观性。因此,文中提出一种基于幼儿园教师和保育员评分的改进熵权法,即利用 m 个评价者对 n 个指标的原始评分求解权重,解释指标提供信息量的大小。

本次研究根据所调研幼儿园各类人群所占的比例,挑选评分人员 20 位。其中包含幼儿园教师 14 位,保育员 6 位,共同完成评分。根据式(5) — (9) 计算出各指标客观需求权重,见表 10。

表9 目标权重计算结果排序
Tab.9 Ranking of target weight calculation results

目标层	准则层	权重	指标层	权重	排序
C	B_1	0.303 0	B_{11}	0.017 1	13
			B_{12}	0.009 4	15
			B_{13}	0.125 7	2
			B_{14}	0.099 0	5
			B_{15}	0.050 9	8
	B_2	0.363 6	B_{21}	0.234 0	1
			B_{22}	0.102 4	4
			B_{23}	0.027 2	10
	B_3	0.073 0	B_{31}	0.054 8	7
			B_{32}	0.018 2	12
	B_4	0.041 6	B_{41}	0.027 7	9
			B_{42}	0.013 9	14
	B_5	0.218 8	B_{51}	0.117 1	3
			B_{52}	0.021 2	11
			B_{53}	0.080 5	6

表10 各指标客观需求权重表
Tab.10 Objective demand weights for each indicator

目标层	准则层	权重	指标层	权重	排序
C	B_1	0.461 5	B_{11}	0.095 3	3
			B_{12}	0.094 7	4
			B_{13}	0.120 9	1
			B_{14}	0.092 1	5
			B_{15}	0.058 7	11
	B_2	0.124 1	B_{21}	0.079 2	7
			B_{22}	0.016 7	15
			B_{23}	0.028 2	13
	B_3	0.119 6	B_{31}	0.060 5	8
			B_{32}	0.059 1	10
	B_4	0.093 1	B_{41}	0.059 3	9
			B_{42}	0.033 8	12
	B_5	0.201 7	B_{51}	0.095 8	2
			B_{52}	0.024 6	14
			B_{53}	0.081 2	6

2.2.3 综合权重计算

考虑到幼儿园教师和保育员作为幼儿园工作中的直接辅助角色,为更好获取幼儿园智能洗手设计过程中的重要影响因素,由专家建议,取 $\alpha = 0.4$ 。最终幼儿园智能洗手机的用户需求综合权重函数如下:

$$\omega = 0.4\omega_1 + 0.6\omega_2 \tag{11}$$

将各指标的主客观权重值代入式(11)可计算出每一指标的综合权重值,计算结果见图4。根据综合权重值排序柱状图可直观看出材料安全需求所占比重最高,其次是洗手引导、教育、游戏、趣味、给皂和干手需求。所以在幼儿园智能洗手设计设计中需优先

保证以上需求得以完整实现。

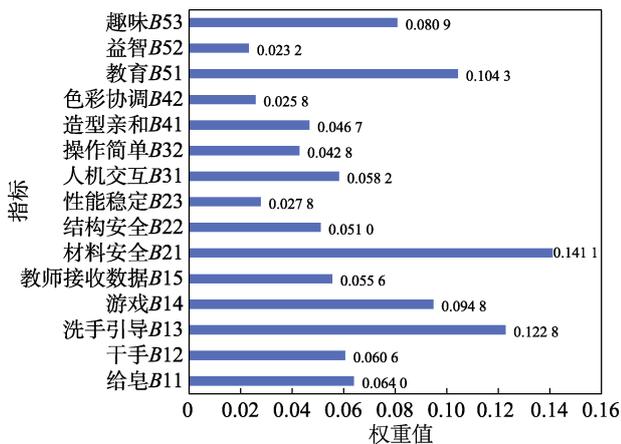


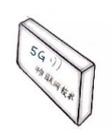
图 4 综合权重值

Fig.4 Comprehensive weight values

2.3 定位产品功能及形成产品概念

INPD 法的第三阶段是把用户需求转化成产品概念。通过对现有幼儿园智能洗手手机产品进行市场调研和头脑风暴创新,生成大量产品概念,针对 5 种功能需求,提出了 14 种设计概念,并绘制出设计概念矩阵,形成的最终产品概念见表 11。

表 11 设计概念矩阵
Tab.11 Design concept matrix

功能需求	设计概念		
给皂	 按压给皂	 自动感应给皂	 定量给皂
干手	 红外感应干手	 高速风干手	 手纸干手
洗手引导 (7步洗手法)	 语音引导	 视频引导	 彩色灯光引导
游戏	 洗手积分 种果树	 完成洗手 播放音乐	 完成洗手 猜谜语
教师接收 数据	 5G 物联网技术	 教师 APP 交互界面	

在给皂方式上,幼儿园智能洗手手机采用人体红外线非接触自动感应式给皂,洁净卫生,可在很大程度上减少因接触带来的细菌污染,故排除按压给皂模式。幼儿取皂时不易控制量的多少,所以将洗手手机设置成定量给皂模式减少浪费。在干手工作时,选择人体红外感应出风和高速风吹干模式,使干手过程更加简单快速,排除手纸干手。幼儿通过游戏获取知识,游戏能够带给幼儿成就感、满足好奇心、建立使命感。康德称游戏是“想象力与理解力的自由和谐运动,是以情感体验为内在目的的活动”^[18]。利用幼儿的游戏和模仿天性,在洗手过程中将 7 步洗手法通过语音提示和视频监控的形式让幼儿跟做,同时洗手动作通过感应灯内的微波运动传感器点亮灯光,7 步洗手步骤对应彩虹 7 色,幼儿在洗手时收到来自彩色灯光的反馈,将枯燥的洗手过程变成有趣的游戏。另外,受芭芭农场游戏的启发,设计洗手积分种植果树的游戏。通过完成洗手获取积分,积分转化成肥料帮助树木成长,幼儿可在多次洗手过程中见证果树发芽、生长、开花、结果、成熟的完整周期,既学到了知识,又获得成就感,可吸引幼儿洗手。完成洗手播放音乐和猜谜语的游戏跟洗手活动关联较小,故排除。此外,教师通过对应软件对幼儿洗手信息进行设置,幼儿的洗手数据通过设备上传给教师,教师可以设置奖励机制,定期奖励完成目标的幼儿,让幼儿在竞争中积极参与洗手。

2.4 实现产品机会

2.4.1 方案设计

INPD 方法的最后一个阶段是实现产品机会。依据专家、幼儿园教师和保育员的建议,结合幼儿园孩子心理和行为特点,将产品概念转化成设计方案,并通过建模软件 Rhino5.0 进行 3D 建模,产品效果图、使用场景图和界面设计效果图见图 5—7。

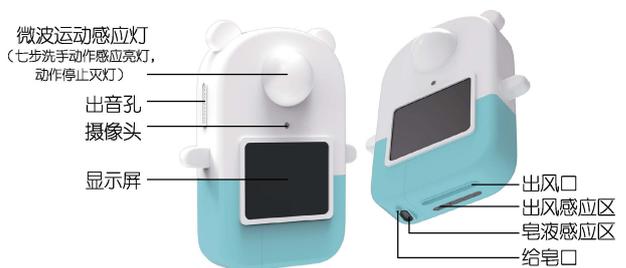


图 5 产品效果
Fig.5 Product effect

幼儿园中的幼儿多为 3~6 岁,属于前运算阶段,思维上带有强烈的主观色彩。这一阶段的幼儿抽象思维开始发展,而具体形象思维还占据着很重要的地位。在形状认知能力上,对轮廓分明、形象简单的认知度较高^[19]。幼儿在色彩上偏好鲜艳亮丽、对比度大的颜色,喜欢夸张、拟人的表现风格,对图像、声音

的刺激方式较感兴趣。因此,本产品的整体呈现需具有简洁具象、活泼可爱等特点。整体造型设计以动物小熊为载体,采用拟人手法给孩子亲切感,色彩上采用白色和青色搭配,干净清爽,明亮协调,可减少大面积鲜艳色彩对视神经的刺激,提高幼儿注意力的稳定性。由于学龄前幼儿拥有强烈的好奇心,所以必须保证材料安全,温和无刺激。洗手手机在材料的选取上选用ABS塑料,其具有强度高、韧性好、电绝缘性优良的特点,且易加工、易着色、无毒无气味。

2.4.2 模型制作与设计评价

将设计方案制作成产品样机模型,见图8。为验证设计方案的合理性,本次邀请所调研幼儿园的幼儿

进行模拟实验,通过李克特五阶量表法对设计方案进行打实验证。李克特五阶量表由 Rensis Likert 建立,是一种评分加总式量表。5分表示非常满意,4分表示满意,3分表示不一定,2分表示不满意,1分表示非常不满意,调查对象的平均得分代表其最终的个人态度得分。本次调查共发放问卷260份,收到有效问卷248份,问卷有效率为95.4%。计算出调查问卷的最终平均分为4.66,处于满意与非常满意区间,表示用户总体上对设计方案保持认可。说明本产品符合用户使用需求,能提高幼儿洗手过程中的互动性、可玩性和引导性,可有效调动他们的洗手兴趣,有利于幼儿洗手习惯的培养。



图6 使用场景
Fig.6 Usage scenario



图7 洗手游戏界面和教师APP交互界面设计效果
Fig.7 Design effects of handwashing machine game interface and teacher App interaction interface



图8 模拟样机和模拟实验
Fig.8 Simulation prototype and simulation experiment

3 结语

本文把以用户为中心一体化新产品开发方法 (INPD) 和熵权法应用到幼儿园智能洗手手机的设计研究中。在 INPD 方法的明确产品机会价值阶段中融入了 AHP 和熵权法相结合的主客观赋权方法, 对用户需求进行定性和定量分析, 降低了用户需求提取过程中的主观因素影响, 有效地解决了 INPD 方法在用户需求提取方面模糊的问题。在幼儿园智能洗手手机设计中, 以 INPD 方法为主线进行推进, 第一阶段通过对 SET 因素进行分析, 寻找出帮助引导幼儿养成良好洗手习惯的产品机会缺口; 第二阶段采用 AHP 和熵权法相结合计算需求权重排序, 确定出影响幼儿园智能洗手手机设计的 7 项重要因素: 材料安全、洗手引导、教育、游戏、趣味、给皂和干手需求; 第三阶段以 7 项重要因素作为产品设计侧重点, 形成最终产品设计概念; 第四阶段将设计概念转化成设计方案, 并制作产品样机模型, 进行幼儿模拟实验, 实验证明该设计方案在帮助幼儿养成正确洗手习惯中具有积极作用, 方案的可行性得到了验证。INPD 与熵权法的结合使整个设计流程呈现出系统、合理和科学的特点。在重要影响因素指标提取过程中, 虽然对评分参与人员按照具体比例进行了选取, 但是在具体评价过程中仍存在一定的主观性。因此, 还需在后续研究中对此问题做深入探究。

参考文献:

- [1] 张蔚. 以行为分析为导向的幼儿园家具设计研究[J]. 装饰, 2018(9): 126-127.
ZHANG Wei. Study on the Design of Kindergarten Furniture Based on Behavior Analysis[J]. Art & Design, 2018(9): 126-127
- [2] 中华人民共和国教育部. 幼儿园教育指导纲要(试行)[M]. 北京师范大学出版社, 2001.
The Ministry of Education of the People's Republic of China. Guidelines for Kindergarten Education (Trial) [M]. Beijing Normal University Press, 2001.
- [3] 唐魁玉, 梁宏姣. 后疫情时代生活方式的选择[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2021, 23(1): 50-57.
TANG Kui-yu, LIANG Hong-jiao. Lifestyle Choices in the Post-Epidemic Era[J]. Journal of Harbin Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2021, 23(1): 50-57.
- [4] 李天赠, 黄惠慧, 马婉思, 等. 基于 CFD 技术的防溅水洗手盆创新设计方法[J]. 机械设计, 2018, 35(12): 124-128.
LI Tian-zeng, HUANG Hui-hui, MA Wan-si, et al. Innovative Design Method for Splash-Proof Basin Based on CFD Technology[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(12): 124-128.
- [5] 丁理, 丁培, 王友斌, 等. 移动式砂滤水净化处理洗手装置的研究[J]. 环境与健康杂志, 2017, 34(9): 824-826, 846.
DING Cheng, DING Pei, WANG You-bin, et al. Research on Mobile Sand-Filtered Purification Device for Hand Washing[J]. Journal of Environment and Health, 2017, 34(9): 824-826, 846.
- [6] 魏跃红, 杨智聪, 康燕, 等. 广州市 5 岁以下儿童洗手习惯与腹泻关系的病例对照研究[J]. 中国学校卫生, 2011, 32(7): 795-797.
WEI Yue-hong, YANG Zhi-cong, KANG Yan, et al. Relationship between Hand-Washing Behaviors and Diarrhea Disease among Children under 5 Years Old: A Case-Control Study[J]. Chinese Journal of School Health, 2011, 32(7): 795-797.
- [7] 丁昱, 莫小春, 沈益妹, 等. 湖州市区托幼机构幼儿洗手行为调查[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(5): 697-699.
DING Yu, MO Xiao-chun, SHEN Yi-mei, et al. Investigation and Analysis of Infant's Hand Hygiene Behavior in Huzhou Urban Childcare Institutions[J]. Chinese Journal of School Health, 2020, 41(5): 697-699.
- [8] 周彦, 侯万里, Kylah Jones, 等. 深圳市幼儿园手部卫生干预措施的定性评价[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(7): 752-754.
ZHOU Yan, HOU Wan-li, JONES K, et al. Qualitative Evaluation on Interventions of the Hand Hygiene Promoting Project in Kindergartens in Shenzhen[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2017, 21(7): 752-754.
- [9] 黄丽红. 幼儿园良好环境的创设[J]. 教育评论, 2007(4): 140-141.
HUANG Li-hong. Creation of a Good Environment in Kindergarten[J]. Educational Review, 2007(4): 140-141.
- [10] 张聪. 健康教育与幼儿健康生活习惯培养[J]. 中国健康教育, 2015, 31(8): 814-815.
ZHANG Cong. Health Education and Children's Health Life-Style Developing[J]. Chinese Journal of Health Education, 2015, 31(8): 814-815.
- [11] 李梦君, 许开强. 基于 INPD 与 SD 的角向磨光机造型设计[J]. 机械设计, 2017, 34(2): 115-118.
LI Meng-jun, XU Kai-qiang. Modeling Design of Angle Grinder Based on INPD and SD[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(2): 115-118.
- [12] 胡康, 邱杰, 艾险峰. 基于 iNPD 与 AHP 的老年人陪护产品创新设计[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 179-186.
HU Kang, QIU Jie, AI Xian-feng. Innovation Design of the Elderly Accompanying Products Based on iNPD and AHP[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 179-186.
- [13] CAGAN J, VOGEL C M. 创造突破性产品[M]. 辛向阳, 潘龙, 译. 北京: 机械工业出版社, 2003.
CAGAN J, VOGEL C M. Creating Breakthrough Products[M]. XIN Xiang-yang, PAN Long, Translation. Beijing: Machinery Industry Press, 2003.
- [14] 李晓杰, 梁健. 基于 INPD 与 KE 的老年人辅助陪伴机

- 器人造型设计[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 70-78.
- LI Xiao-jie, LIANG Jian. Design of Assisted Companion Robot for the Elderly Based on INPD and KE[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 70-78.
- [15] 高涵, 许继峰. 基于 AHP 的老年人健康监测系统性需求评价研究[J]. 包装工程, 2021, 42(16): 138-143.
- GAO Han, XU Ji-feng. Evaluating the Systematic Requirements of Elderly Health Monitoring Based on AHP[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(16): 138-143.
- [16] 杨培, 曹国忠, 周坤, 等. 基于 TRIZ 理论的快递电动车创新设计[J]. 包装工程, 2019, 40(14): 135-143.
- YANG Pei, CAO Guo-zhong, ZHOU Kun, et al. Innovative Design of Express Electric Vehicle Based on TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(14): 135-143.
- [17] 吴波, 陈辉浩, 黄惟. 基于模糊-熵权理论的铁路瓦斯隧道施工安全风险评估[J]. 安全与环境学报, 2021, 21(6): 2386-2393.
- WU Bo, CHEN Hui-hao, HUANG Wei. Safety Risk Assessment for the Railway Gas Tunnel Construction Based on the Fuzzy-Entropy Method[J]. Journal of Safety and Environment, 2021, 21(6): 2386-2393.
- [18] 胡新明, 徐伶俐, 王剑, 等. 包容性设计视域下学龄前视障儿童玩教具设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(20): 139-144.
- HU Xin-ming, XU Ling-li, WANG Jian, et al. Design of Game Teaching Appliance for Preschool Visually Impaired Children in the Context of Inclusive Design[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(20): 139-144.
- [19] 潘文芳, 刘帆. 基于认知行为分析的学龄前儿童家具设计[J]. 家具与室内装饰, 2015(11): 30-31.
- PAN Wen-fang, LIU Fan. Furniture Design of Preschool Children Based on Psychology and Behavior Research[J]. Furniture & Interior Design, 2015(11): 30-31.

责任编辑: 陈作

(上接第 150 页)

- [10] LIEVERS F S. Synaesthetic Metaphors in Translation[J]. Studi e Saggi Linguistici, 2016, 54(1): 43-70.
- [11] 汪少华, 徐健. 通感与概念隐喻[J]. 外语学刊, 2002(3): 91-94.
- WANG Shao-hua, XU Jian. Synaesthesia and Conceptual Metaphor[J]. Foreign Languages Research, 2002(3): 91-94.
- [12] MERTER S. Synesthetic Approach in the Design Process for Enhanced Creativity and Multisensory Experiences[J]. The Design Journal, 2017, 20(Sup1): S4519- S4528.
- [13] LI Shan. Synesthetic Design of Digital Elderly Products Based on Big Data[J]. Wireless Communications and Mobile Computing, 2021, 2021: 1-9.
- [14] 唐帮备, 郭钢, 夏进军. 基于用户视/触觉体验的工业设计材质测评方法研究[J]. 机械工程学报, 2017, 53(3): 162-172.
- TANG Bang-bei, GUO Gang, XIA Jin-jun. Method for Industry Design Material Test and Evaluation Based on User Visual and Tactile Experience[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2017, 53(3): 162-172.
- [15] 郭少康, 周君. 情感交互产品设计中的通感转译探究[J]. 设计, 2019, 32(8): 103-105.
- GUO Shao-kang, ZHOU Jun. Research on Synaesthesia Translation in Emotional Interaction Product Design[J]. Design, 2019, 32(8): 103-105.
- [16] 王宇. 通感感觉挪移在产品中的应用研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2017.
- WANG Yu. Research on the Application of Synaesthesia in Product Design[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2017.
- [17] 刘霁虹, 支锦亦, 支宇. 产品设计中基于思维自适应模型的用户认知研究[J]. 机械设计, 2018, 35(2): 115-118.
- LIU Ji-hong, ZHI Jin-yi, ZHI Yu. Research on User Cognition Based on Thinking Adaptive Model in Product Design[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(2): 115-118.
- [18] 罗兰秋. 成都皮影渊源与流变续考[J]. 艺术评论, 2018(11): 133-139.
- LUO Lan-qiu. A Further Study on the Origin and Evolution of Chengdu Shadow Play[J]. Arts Criticism, 2018(11): 133-139.
- [19] 顾蓉, 穆宝宁, 王刚, 等. 情感设计中本能、行为、反思的解析与表达[J]. 包装工程, 2015, 36(16): 87-90.
- GU Rong, MU Bao-ning, WANG Gang, et al. Analysis and Expression of Instinct, Behavior and Reflection in Emotional Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(16): 87-90.
- [20] 罗婷, 李桃然. 基于 AHP 的智慧银行空间人性化设计研究[J]. 装饰, 2021(7): 120-123.
- LUO Ting, LI Tao-ran. Research on Humanized Design of Intelligent Bank Space Based on AHP[J]. Art & Design, 2021(7): 120-123.
- [21] 何思俊, 支锦亦. 基于 AHP-独立性权数法的列车旅客界面设计评价[J]. 西南交通大学学报, 2021, 56(4): 897-904.
- HE Si-jun, ZHI Jin-yi. Evaluation of Train Passenger Interface Design Based on Analytic Hierarchy Process with Independent Weight Method[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2021, 56(4): 897-904.
- [22] 吕中意. 基于意图认知的复杂电气产品外观设计策略[J]. 图学学报, 2020, 41(5): 779-787.
- LYU Zhong-yi. Exterior Design Strategies of Complex Electrical Products Based on Intention Cognition[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(5): 779-787.