

基于 INPD-AHP 的听觉统合失调儿童森林 康养产品设计研究

刘浏, 顾倩颖, 张斯琦, 王丽
(浙江农林大学, 杭州 311300)

摘要: **目的** 因缺失自然而引起的儿童感觉统合方面的健康问题不容忽视, 把森林特有的环境优势与听觉统合失调儿童的功能需求进行联系与探究, 提出一种适用于这类儿童的森林康养产品的设计方法。**方法** 构建创造突破性产品法 (INPD) 和层次分析法 (AHP) 融合运用的设计流程, 指导听觉统合训练相关的森林康养产品设计, 运用因素分析法 (SET) 识别创新产品的需求趋势, 建立康养产品设计的层级模型, 再基于指标的权重排序提出设计思路, 利用设计概念矩阵的筛选指导, 产生三个满足儿童功能需求的森林康养产品设计方案, 最后利用模糊综合评价法优选出一个设计方案并进行深化处理, 摒弃设计中的主观性。**结论** 通过一套富有互动性、多样性和趣味性的儿童森林康养产品设计案例, 证明了 INPD 法和 AHP 法的创新融入森林康养产品设计中的可行性和科学性, 为以后儿童感统相关的产品与森林康养的结合设计提供思路与方向。

关键词: 听觉统合失调; 森林康养; 产品设计; INPD

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)08-0132-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.08.013

Design of Forest Health Product for Children with Auditory Integration Disorder Based on INPD-AHP

LIU Liu, GU Qian-ying, ZHANG Si-qi, WANG Li
(Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China)

ABSTRACT: In view of that the health problems of children's sensory integration caused by the lack of nature cannot be ignored, the work aims to link and explore the unique environmental advantages of the forest with the functional needs of children with auditory integration disorders, and put forward a design method of forest health product suitable for this kind of children. A design process integrating the creative breakthrough product method (INPD) and analytic hierarchy process (AHP) was built to guide the forest health product design related to auditory integration training. Factor analysis (SET) was used to identify the need trend of innovative product. A hierarchical model of health product design was established, and the design ideas based on the weight ranking of indicators were put forward. Next, the screening guidance of the design concept matrix was adopted to get three design schemes of forest health products that could meet the functional needs of children. Finally, a design scheme was optimized and deepened by fuzzy comprehensive evaluation method, and the subjectivity in the design was abandoned. Through a set of interactive, diverse and interesting design cases of children's forest health product, the feasibility and scientificity of the innovative combination of INPD method and AHP method in the design of forest health product are proved, which provides ideas and directions for the combination design of children's sensory integration related products and forest health in the future.

KEY WORDS: auditory integration disorder; forest health; product design; INPD

收稿日期: 2022-11-29

基金项目: 浙江省重点研发计划项目 (2021C02005)

作者简介: 刘浏 (1997—), 女, 硕士生, 主攻工业设计。

通信作者: 王丽 (1977—), 女, 教授, 主要研究方向为品牌与产品设计。

随着城市化的不断发展,人们在享受城市高科技便利的同时也会受到一定的负面影响。儿童的自然活动空间受到挤压,生活休闲愈发依赖科技产品,在这种成长环境中,感统失调发生的概率会显著增加。在幼年时孩子没有足够宽阔的空间进行充分的活动来接收各种各样的刺激,大脑在感觉统合发展期也就没有机会得到所需的锻炼^[1],身体运动障碍、结构和空间知觉障碍、听觉语言障碍等诸多问题由此产生。如何针对性地结合森林等自然空间的特性设计出有助于儿童感统能力提升的康养产品是当下值得探究的问题。

1 听觉统合失调及森林康养研究现状概述

1.1 听觉统合失调研究现状

听觉统合是指儿童能够通过耳朵这一器官将外界的语言和指令等声音信息传入大脑,并且通过大脑统合整理后作出相应的语言或肢体动作等回应^[2]。当儿童听觉统合失调时,通常会产生语言能力发展迟缓,注意力下降,对声音过分敏感,空间定向能力不足等问题。针对这些问题,法国医生伯纳德在1960年后创建了听觉统合训练,它通过听觉信息给予人脑丰富的听觉刺激,加速人脑的思维处理速度,在增强理解能力的同时完善信息的整理重组能力。如今康复中心的听觉统合训练产品较为单一,市面上较多使用听觉统合训练仪,治疗师在独立安静的房间里播放音乐光碟对儿童的听觉中枢进行刺激。虽然可以达到一定的治疗效果,但它严重缺少互动性,容易营造出紧张感,导致儿童抗拒接受治疗。虽然国内的听觉统合训练课程朝着多样化的方向发展,但基本上无法脱离在室内结合教具对听觉失调儿童进行分辨力、记忆力、注意力以及听说结合训练的框架^[3]。国外的一些学者通过比较实验研究,证明了人在自然环境下可以获得更加有益的恢复性疗效,这种效果是人造环境所不能达到的^[4]。这些景观丰富、互动性强的自然空间可以从感觉端提升儿童的感知能力。相关研究表明,绿色空间对人的健康有积极的影响,当生活中的紧张事件对健康产生负面影响时,它可以提供强大的心理缓冲^[5],可以增强儿童的幸福感,在社交、建立友谊等方面发挥着积极的作用^[6]。森林作为绿色空间的重要组成部分,相关学者通过对以森林因素(树木、植物、香气、景观)为中心的治疗预期活动的影响的研究,证实森林活动对情绪和生理恢复以及促进情绪稳定具有积极影响^[7]。

1.2 森林康养发展研究现状

德国早在19世纪就诞生了森林康养的初步概念并得到良好的发展,此后日韩两国也开始积极探索森林^[8]。经过不断的研究实践,森林康养在这三个国家率先得到了发展和普及。我国在森林康养方面的研究

起步较晚,为了预防大众亚健康,国家从2016年开始发布了很多鼓励发展森林康养的政策文件。相关研究者利用森林中广阔的林业资源和丰富的自然风景,探索出森林具有净化空气、降低噪音、释放益健挥发物质、调节心理健康等康养保健功能。然而长期以来,对森林康养的探究多数聚焦在视觉景观的打造上,声音是森林环境中不可或缺的构成要素,却较少地被相关学者提及和关注。声景观的研究不仅可以加强人们对声音的了解,还可以提升人们对周边声音环境的感知体会^[9]。

声景的概念由加拿大音乐家莫雷谢弗在1965年左右首次提出,他通过对音乐的鉴赏研究,产生了对周围富有韵律的声音的思考,他认为声音是自然中美妙的音乐作品,值得人们去品味^[10]。从单个声音到整体声音景观,它的存在不仅仅是一种物理现象,它们具有特定的“价值”和“意义”^[11]。发展至今,有众多的医学研究证实了声景观的科学利用可以有效调节人体机能。正向的声波会在人脑上产生共振反应,从而调节呼吸、血压等人体生理反应。儿童的听觉处于发育期,他们对声音的感知较为灵敏,因此在森林康养产品设计时可以通过对森林声景观的调研与规划,营造出舒适宜人的声音环境来提升康养的效果。

大量文献表明,目前针对听觉统合失调儿童身心活动特点而进行的森林康养设计十分稀少,不能满足儿童听觉统合训练的需求。与此相关的研究涉及林业科学、环境规划、产品设计、感统训练等多个领域。本文将针对这一问题,利用创造突破性产品法(INPD)找寻森林康养产品在感统失调儿童中的机会缺口并以完整的设计流程确保最终设计方案是在专家和目标人群参与下的合理呈现,摒弃设计中经常出现的个人主观判断。但由于研究过程中汇集了多领域专家的指导意见,单用定性的方法无法将研究结果条理化、清晰化地展示出来,所以在INPD法中融入了定量分析的方法,用层次分析法(AHP)对听觉统合失调儿童的需求进行重要度分析,指导设计概念矩阵,用模糊综合评价法优选出设计方案进行深化处理,使其更加契合目标用户的需求。

2 产品创新设计方法

2.1 INPD法与AHP法

INPD是一种整合新产品开发的方法,从产品策划到项目批准的整个程序中,分为四大阶段:识别机会、理解机会、把机会转化为产品概念、实施机会^[12]。它在整个设计阶段中全方位探究了目标人群需求、市场需求和技术工艺等多方面要素,运用此种方法可以提高产品设计的认可度。层次分析法是一种将复杂的问题通过建立层次结构来处理的方法,这种方法可以清楚地定量与定性分析多个决策目标。对有限的数

样本进行系统化、模型化分析,可以有效避免复杂问题分析决策时需求转化的主观片面性。

2.2 构建 INPD-AHP 的创新产品设计流程

本文将 INPD 的四个产品开发阶段作为研究听觉统合失调儿童森林康养产品设计的主体架构,构建出如图 1 的创新产品设计流程。

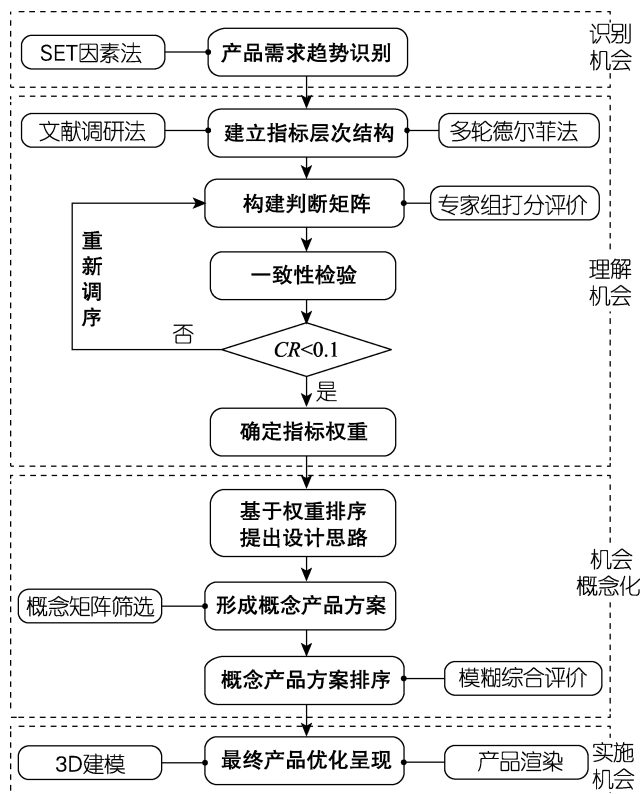


图 1 森林康养产品创新设计流程
Fig.1 Innovative design process of forest health product

3 基于 INPD-AHP 设计流程的产品设计指标权重分析

3.1 听觉感统失调儿童的森林康养产品需求趋势识别

INPD 方法的第一阶段为识别机会,需要全方位了解产品相关的时代潮流和发展趋势,通过归类分析找出产品机会缺口。本文运用因素分析法(SET)对社会趋势(S)、经济动力(E)、先进技术(T)三方面因素开展深入调研,挖掘产品的开发趋势,帮助找寻最佳的产品缺口,见图 2^[13]。

对听觉统合失调儿童森林康养产品进行 SET 分析可以看出:感统失调儿童对健康的自然活动空间需求较大,父母愿意提供经济支持让儿童获得更好的感统训练。但听觉统合训练产品设计较为单一,大多数在室内使用。相关设计人员较少会把儿童与森林康养联系起来,导致儿童森林康养市场空缺,所以可以将感觉统合理论融入森林,用现代技术分析森林声景

观,科学地利用森林特点设计出听觉统合训练产品,打造出多样化、系统化的儿童森林康养空间。

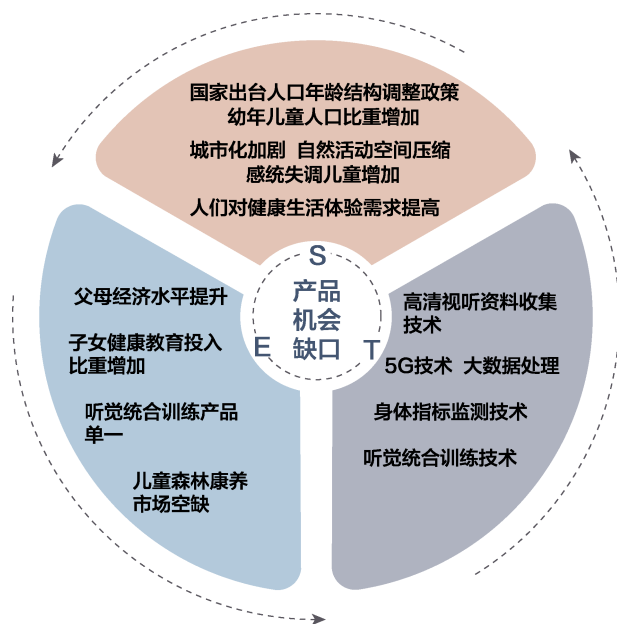


图 2 森林康养产品设计的因素分析
Fig.2 Factor analysis of forest health product design

3.2 明确产品机会点与指标层级模型的构建

INPD 方法过程中的第二阶段需明确产品机会价值,对目标用户的需求进行定性和定量的综合分析。本文查阅大量儿童听觉统合失调及森林康养相关文献资料之后,通过对杭州虫出没研学乐园、龙坞花园、龙门秘境等森林康养建设样地进行实地调研,进一步了解康养产品与森林的融合设计。之后结合多轮德尔菲法,向专家征询意见,德尔菲法是一种更具综合性和科学性的调研分析方法,它可以简单直观地反映出林业、环境规划、产品设计、感统训练等多域专家的意见,统计归纳意见后再运用层次分析法对收集的资料和评价指标因素进行整理、补充、归类,最终得到了功能需求、环境需求、声景营造需求、安全需求四项准则层指标和 15 项细分指标层评价指标,见图 3^[14]。

3.3 层级模型中指标权重计算

构建判断矩阵是 AHP 法中的重要环节,判断矩阵的元素运用 Saaty1-9 标度方法进行呈现,为了提高权重的准确度,各层级因素间通过两两的相互比较确定权重^[15]。本文选取专家组对各层次不同指标进行打分评价,为保证全面客观地分析各因子权重,专家组由 5 位高校在职的林业方向博士、5 位高校的产品设计专业教授、5 位有三年以上工作经验的环境规划师、5 位校外康复机构的引导师和 5 位幼儿园的感统训练师组成,通过进行多轮讨论分析,使专家评价结果趋于一致。最终得出第二层、第三层的判断矩阵与各因子权重 W ,见表 1—5,综合权重值见图 4。

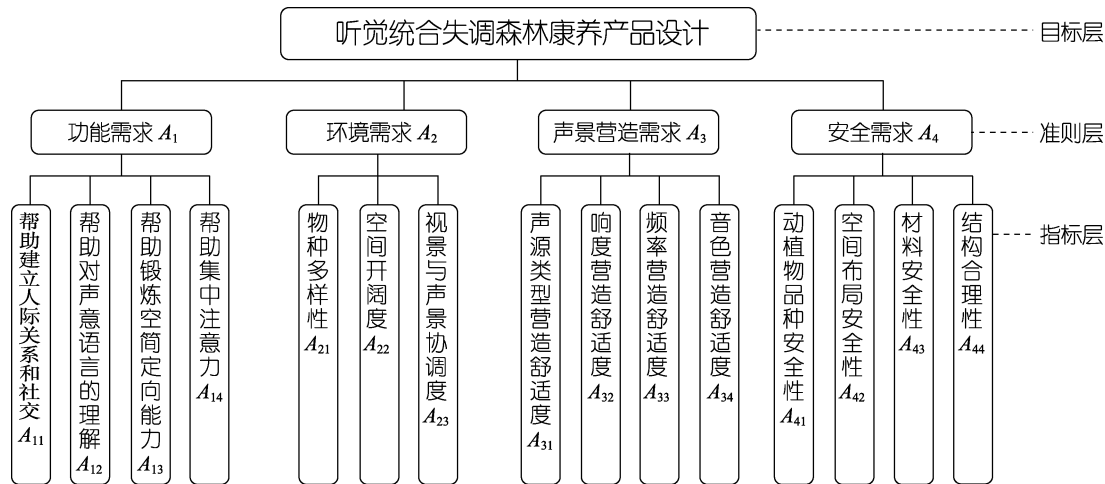


图 3 森林康养产品设计的评价指标层级分析模型

Fig.3 Analytic hierarchy process model of evaluation index for forest health product design

表 1 目标层判断矩阵及权重

Tab.1 Target layer judgment matrix and weight

项目	A_1	A_2	A_3	A_4	权重 (W) %
A_1	1.000	3.000	2.000	0.500	27.180
A_2	0.333	1.000	0.500	0.200	8.829
A_3	0.500	2.000	1.000	0.333	15.751
A_4	2.000	5.000	3.000	1.000	48.241

表 2 “功能需求”的判断矩阵及权重

Tab.2 Judgment matrix and weight of "functional needs"

项目	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	权重 (W) %
A_{11}	1.000	1.000	3.000	5.000	39.352
A_{12}	1.000	1.000	3.000	5.000	39.352
A_{13}	0.333	0.333	1.000	2.000	13.758
A_{14}	0.200	0.200	0.500	1.000	7.537

表 3 “环境需求”的判断矩阵及权重

Tab.3 Judgment matrix and weight of "environmental needs"

项目	A_{21}	A_{22}	A_{23}	权重 (W) %
A_{21}	1.000	5.000	3.000	64.795
A_{22}	0.200	1.000	0.500	12.218
A_{23}	0.333	2.000	1.000	22.987

表 4 “声景营造需求”的判断矩阵及权重

Tab.4 Judgment matrix and weight of "sound scene construction needs"

项目	A_{31}	A_{32}	A_{33}	A_{34}	权重 (W) %
A_{31}	1.000	3.000	4.000	0.500	30.544
A_{32}	0.333	1.000	2.000	0.250	12.639
A_{33}	0.250	0.500	1.000	0.200	7.862
A_{34}	2.000	4.000	5.000	1.000	48.955

表 5 “安全需求”的判断矩阵及权重

Tab.5 Judgment matrix and weight of "safety needs"

项目	A_{41}	A_{42}	A_{43}	A_{44}	权重 (W) %
A_{41}	1.000	3.000	0.500	0.333	15.590
A_{42}	0.333	1.000	0.167	0.111	5.197
A_{43}	2.000	6.000	1.000	0.500	29.036
A_{44}	3.000	9.000	2.000	1.000	50.178

通过分析及计算对听觉统合失调儿童的森林康养产品设计产生影响的各层级因素，可以得知：由于儿童的特殊性，安全需求是森林康养产品设计中最为重要的一个部分，在设计中要把材料结构的安全摆在首位，也要注意森林环境下动植物、空间布局的安全；在功能需求上，主要帮助儿童建立良好的人际关系，帮助他们更好地理解声音语言；在环境需求上，保证物种的多样性、视景与声景的协调度；在声景营造需求上，注意音色营造与声源类型营造的舒适度。

为了确保判断矩阵的数据在构建的过程中与专家组思维具有协同性，需要通过一致性检验。检验结果如表 6 所示。

表 6 中的计算结果显示，各矩阵的 CR 值均小于 0.1，满足检验标准，因此各判断矩阵的权重值合理。

4 基于 INPD-AHP 设计流程的产品设计实践

4.1 指标权重指导下的产品概念化

INPD 方法过程中的第三阶段是产品概念化。通过对感统训练基地和森林康养基地的调研，分析发现在听觉统合相关设计上主要从自然声、人工声、声音小品三方面进行营造设计。自然声主要通过植物营造带来鸟鸣声和风声，通过水景营造带来不同的水声。人工声主要通过广播音箱带来轻快的音乐和有趣的儿童故事。声音小品主要为声控类的喷泉、传声类的

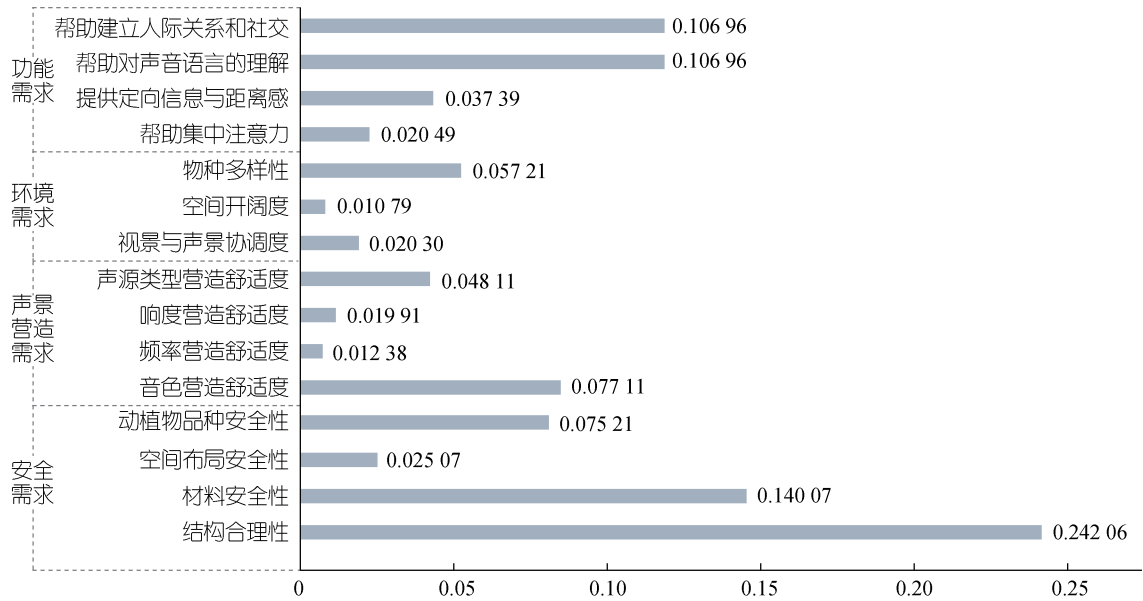


图 4 综合权重值
Fig.4 Comprehensive weight value

表 6 一致性检验的结果
Tab.6 Results of consistency test

项目	V	A_1	A_2	A_3	A_4
$\lambda_{\max}$	4.015	4.004	3.004	4.049	4.010
CI	0.005	0.001	0.002	0.016	0.003
RI	0.890	0.890	0.520	0.890	0.890
CR	0.005	0.002	0.004	0.018	0.004

听筒、收集类的装置、打击类的乐器等。根据现有设计的不足和听觉统合失调儿童的切实需求，新产品被定义为：面向听觉统合失调儿童体验群体的、结构布局合理的、音色响度富有变化的、使用环境协调的可发声互动产品。依照前一阶段出现的四种功能需求，选用头脑风暴的方法提出二十种设计概念并筛选，见图 5。



图 5 设计概念矩阵
Fig.5 Design concept matrix

考虑到森林中有鸟鸣声、风声、流水声、虫鸣声、瀑布声等众多自然声,在帮助建立人际关系和社交功能上,以捕捉和收集自然声为主,考虑到互动性,以创造人工声为主,舍弃倾听人工声。为了方便儿童对声音语言的理解,需要拥有声音多样性,响度、频率、音调变化可以从产品的形状、大小、材质等方面展示,声源变化可以从森林环境的营造展示,如引入亲水平台、改变树林密度等。在帮助锻炼儿童空间定向能力上,产品的使用场地需要有合适的开阔度且需要产品的空间排列具有合理性,曲折排列、发射式排列、竖直排列等富有变化的排列形式可以有效给儿童提供听声辨位等游戏的需求,直线排列过于单调,可能容易让儿童失去兴趣,因此选择舍弃。为了帮助儿童集中注意力,增加设计的趣味性,产品的造型设计应该充满童趣且富有差异,如小动物和花朵的外形,颜色上多选择饱和度较高的颜色或者自然色如土地、植物

等的色彩,避免大面积的暗色。可以结合多感官进行设计,如视觉与听觉的综合设计;也可结合多景观进行设计,如水体与草地的综合设计。

4.2 听觉统合失调儿童森林康养产品设计方案

根据二十种设计概念的筛选,产生了以下三种设计方案 P_1 、 P_2 、 P_3 ,见图 6。方案一在环境营造上,树林密度较高,儿童游憩区有较大的空间开阔度,物种较为丰富,引入小兔子、鸟类等亲人动物,提升声音的多样性,设计给儿童的产品以打击类为主。方案二在环境营造上,提高林分多样性,儿童游憩区规划了一个完整的、安全的弧形块状场地,设计给儿童使用的产品以自然声类和打击类为主。方案三在环境营造上,引入水景来增加声源的丰富性,将儿童使用的产品融入环境中,捕捉流水声的听筒放置在河流边,增强互动性的传声筒类的产品放置在草地上。

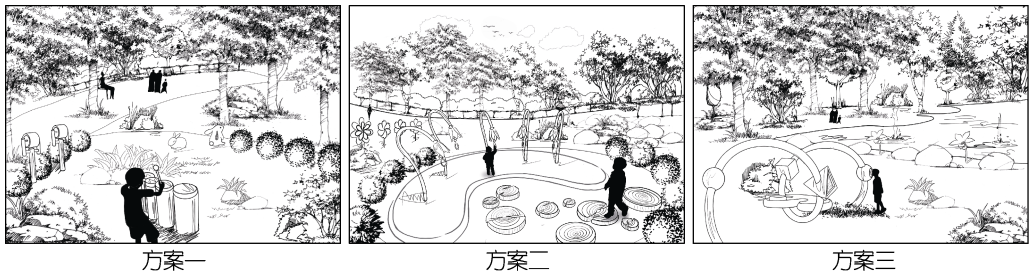


图 6 设计方案集
Fig.6 Design scheme set

4.3 模糊综合评价

模糊综合评价可以对难以处理的模糊现象进行较为精确的计算。运用模糊综合评价对 3 个初步方案进行定量评估,以便得出最佳的设计方案进行优化处理。邀请 3 位高校的林业专业教授、5 位校外在职的

产品设计师、2 位有三年以上工作经验的环境规划师、5 位校外康复机构的引导师和 5 位幼儿园的感统训练师组成的 20 人专家小组对方案进行打分,规定非常满意的评分为 90 分以上,满意的评分为 80~90 分,一般的评分为 60~80 分,不满意的评分为 60 分以下,小组的评分票数见表 7。

表 7 产品各评价指标的票数统计表
Tab.7 Statistical table of votes for each evaluation index of the product

评价项	权重值	P_1				P_2				P_3			
		V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4
A_{11}	0.106 96	7	11	2	0	10	7	3	0	10	9	1	0
A_{12}	0.106 96	9	10	1	0	9	10	1	0	7	11	2	0
A_{13}	0.037 39	7	9	4	0	10	6	4	0	12	7	1	0
A_{14}	0.020 49	5	8	6	1	5	7	7	1	7	7	6	0
A_{21}	0.057 21	14	5	1	0	8	5	7	0	10	5	5	0
A_{22}	0.010 79	12	7	1	0	12	6	1	1	12	7	1	0
A_{23}	0.020 30	8	8	4	0	8	8	4	0	11	7	2	0
A_{31}	0.048 11	7	9	4	0	7	6	7	0	14	5	1	0
A_{32}	0.019 91	7	7	6	0	6	7	6	1	9	8	3	0
A_{33}	0.012 38	8	8	4	0	7	8	5	0	9	7	4	0
A_{34}	0.077 11	8	7	5	0	9	7	4	0	10	7	3	0
A_{41}	0.075 21	6	7	6	1	8	8	4	0	7	7	6	0
A_{42}	0.025 07	9	6	5	0	11	6	3	0	8	7	5	0
A_{43}	0.140 07	7	7	6	0	6	6	8	0	8	6	6	0
A_{44}	0.242 06	7	5	8	0	5	6	9	0	9	7	4	0

第一步：确定评价指标和评语集

确定评价指标集 $A=\{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ ，分别代表功能需求、环境需求、声景营造需求、安全需求； $A_i=\{A_{ij}\}(i,j=1,2,3,4)$ ，代表指标层评价指标集合。确定评判集合 $V=\{V_1, V_2, V_3, V_4\}=\{\text{非常满意, 满意, 一般, 不满意}\}$ ，并为其赋值为 $V=\{100, 80, 60, 40\}^{[16]}$ 。

第二步：建立模糊关系矩阵

通过式 (1) 进行计算：

$$R=A \times V \quad (1)$$

第三步：确立隶属度

隶属度可以通过式 (2) 进行计算：

$$r_i = \frac{d_i}{d} \quad (2)$$

式中： r_i 为模糊矩阵中的因素， d 为参加评价的人数， d_i 指对评价指标 U_i 作出 V_i 评价的人数。

第四步：确定评价结果

利用合适的算子得到三个方案的模糊综合评价权重向量，本文选用加权平均算子模型 $M(\cdot,+)$ ，建立如式 (3) 的模糊综合评价公式：

$$B=W \times R \quad (3)$$

最后通过建立式 (4) 计算出百分制的评价结果：

$$S=B \times V \quad (4)$$

依据表 7 的数据，可以得到方案 P_1 、 P_2 、 P_3 的模糊关系矩阵 R_1 、 R_2 、 R_3 ：

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.35 & 0.55 & 0.1 & 0 \\ 0.45 & 0.5 & 0.05 & 0 \\ 0.35 & 0.45 & 0.2 & 0 \\ 0.25 & 0.4 & 0.3 & 0.05 \\ 0.7 & 0.25 & 0.05 & 0 \\ 0.6 & 0.35 & 0.05 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.35 & 0.45 & 0.2 & 0 \\ 0.35 & 0.35 & 0.3 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.35 & 0.25 & 0 \\ 0.3 & 0.35 & 0.3 & 0.05 \\ 0.45 & 0.3 & 0.25 & 0 \\ 0.35 & 0.35 & 0.3 & 0 \\ 0.35 & 0.25 & 0.4 & 0 \end{bmatrix} \quad R_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.35 & 0.15 & 0 \\ 0.45 & 0.5 & 0.05 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.25 & 0.35 & 0.35 & 0.05 \\ 0.4 & 0.25 & 0.35 & 0 \\ 0.6 & 0.3 & 0.05 & 0.05 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.35 & 0.3 & 0.35 & 0 \\ 0.3 & 0.35 & 0.3 & 0.05 \\ 0.35 & 0.4 & 0.25 & 0 \\ 0.45 & 0.35 & 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.55 & 0.3 & 0.15 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0.25 & 0.3 & 0.45 & 0 \end{bmatrix} \quad R_3 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.45 & 0.05 & 0 \\ 0.35 & 0.55 & 0.1 & 0 \\ 0.6 & 0.35 & 0.05 & 0 \\ 0.35 & 0.35 & 0.3 & 0 \\ 0.5 & 0.25 & 0.25 & 0 \\ 0.6 & 0.35 & 0.05 & 0 \\ 0.55 & 0.35 & 0.1 & 0 \\ 0.7 & 0.25 & 0.05 & 0 \\ 0.45 & 0.4 & 0.15 & 0 \\ 0.45 & 0.35 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.35 & 0.15 & 0 \\ 0.35 & 0.35 & 0.3 & 0 \\ 0.4 & 0.35 & 0.25 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.45 & 0.35 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$$

可得方案 P_1 、 P_2 、 P_3 的模糊综合评价为 $B_1=(0.383, 0.368, 0.244, 0.005)$ ， $B_2=(0.371, 0.341, 0.286, 0.003)$ ， $B_3=(0.459, 0.363, 0.179, 0.000)$ 。

最后根据式 (4) 得到方案综合得分 $S_1=82.58$ ， $S_2=81.66$ ， $S_3=85.68$ ，即 $S_3>S_1>S_2$ ，由此可以看出 P_3 为优选方案。

4.4 产品机会实施

INPD 方法的第四阶段是实施机会。根据上一阶段模糊综合评价计算的结果，选择对方案三进行优化。通过 3D 建模渲染以及后期的图片处理，得到图 7 所呈现的森林康养产品效果图。

考虑到森林的丰富性，在优化设计中，为避免活动场地的单一化和定式化，产品的设计具有开放性和自然性。在树木密集，林下活动空间丰富的场地，设计了木质的鸟屋，吸引鸟类前来取食，让听觉统合失调儿童可以近距离观察鸟类，聆听悦耳的自然声。在林下空间较为宽敞的场地，营造了一些低矮的且富有声韵的花草，产品设计具有较强的互动性，简单几何

造型的传声筒嵌入了树状的座椅，吸引儿童的注意力，锻炼儿童的社交能力并改善他们的人际关系。除此之外，还放置了小型的滚轮产品和打击产品，儿童可以通过滚动和击打的形式发出各类大小不一的声音。这些产品的主体都是天然材质，颜色柔和温暖，与自然环境协调统一。同时在优化设计中还引入了小型瀑布流水，在水体附近设置了亲水区域以便聆听不同形态的水声，增加声音的层次感。儿童通过高饱和度色彩的花状喇叭听筒可以倾听不同流速的水声，感受声音的轻重缓急。在安全方面，儿童活动场地的地形高低变化较为平缓，动物可以引进如白鹭、兔子等亲人的物种，流水旁设计了木质围栏、鹅卵石汀步石等，多方位保障安全。

5 结语

在自然活动空间日益压缩的背景下，儿童的身心健康愈发得到社会的重点关注。本文尝试将听觉统理论融入森林康养产品设计中，将森林的康养功

能和听觉统合失调儿童的需求进行综合探究, 提出 INPD-AHP 的创新产品设计流程, 将影响设计的功能需求、环境需求、声景营造需求、安全需求四项指标及其细分指标进行权重排序, 设计出针对听觉统

合失调儿童身心特点的森林康养产品。通过具体产品的优化设计, 证明了创新设计流程具有一定的可行性和科学性, 为以后类似产品的研究设计提供一定的参考。



图7 优化方案展示

Fig.7 Display of optimization scheme

参考文献:

- [1] 王彤梅. 特殊儿童感觉统合失调的个案研究[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2020, 36(3): 97-101.
WANG Tong-mei. A Case Study of Sensory Integration Disorders in Special Children[J]. Journal of Shanxi Datong University (Natural Science Edition), 2020, 36(3): 97-101.
- [2] 廖海云. 基于感觉统合理论的福州儿童公园景观改造设计研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2020.
LIAO Hai-yun. Research on Landscape Reconstruction Design of Fuzhou Children's Park Based on Sensory Integration Theory[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2020.
- [3] 马正午. 学龄前儿童家用感觉统合训练产品设计研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2020.
MA Zheng-wu. Study on the Design of Sensory Integration Training Products for Preschoolers[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2020.
- [4] BEIL K, HANES D. The Influence of Urban Natural and Built Environments on Physiological and Psychological Measures of Stress—A Pilot Study[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2013, 10(4): 1250-1267.
- [5] LEE H J, SON Y H, KIM S, et al. Healing Experiences of Middle-Aged Women through an Urban Forest Therapy Program[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2019, 38: 383-391.
- [6] XU Wei-tao, SHEN He-ding, ZHANG Li-qiang, et al. Study on the New Pathway of Ecological Poverty Alleviation and Forest Health Industry Integrated Development[J]. American Journal of Environmental Science and Engineering, 2020, 4(4): 70.
- [7] RAJOO K S, KARAM D S, ABDULLAH M Z. The Physiological and Psychosocial Effects of Forest Therapy: A Systematic Review[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 54: 126744.
- [8] 曾鸿文. 国内外森林康养业发展分析[J]. 南方农业, 2020, 14(20): 80-81.
ZENG Hong-wen. Analysis on the Development of Forest Health Care Industry at Home and Abroad[J]. South China Agriculture, 2020, 14(20): 80-81.
- [9] 陈飞平, 王雨晴, 李华. 森林自然声景心理保健功能研究[J]. 林业经济, 2016, 38(9): 95-99.
CHEN Fei-ping, WANG Yu-qing, LI Hua. The Exploration to the Function of the Forest Soundscape in Health Treatment[J]. Forestry Economics, 2016, 38(9): 95-99.
- [10] 李华, 王雨晴, 陈飞平. 梅岭国家森林公园声景观的游客调查评价[J]. 林业科学, 2018, 54(6): 9-15.
LI Hua, WANG Yu-qing, CHEN Fei-ping. Evaluation of Tourist Survey of Soundscape in Meiling National Forest Park[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2018, 54(6): 9-15.
- [11] 吴硕贤. 园林声景略论[J]. 中国园林, 2015, 31(5): 38-39.
WU Shuo-xian. On the Sound and Landscape of Gardens[J]. Chinese Landscape Architecture, 2015, 31(5): 38-39.
- [12] 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. Create Breakthrough Products[M]. XIN Xiang-yang, PAN Long, Translated. Beijing: Machinery Industry Press, 2003.

(下转第152页)