以自然体验为导向的儿童友好活动空间循证设计*

白 洁[1,2] 张文正[1] 徐美红[3] 许 涛[1,2] 王 苗[1]

1 天津大学建筑学院 天津 300072
2 天津大学东方景观与遗产研究中心 天津 300072
3 上海深圳奥雅园林设计有限公司 上海 200052

摘要：城市化加速导致儿童接触自然的机会减少，“自然缺失症”现象日益明显。为激发儿童对自然和乡土文化的热爱，文章基于亲自然设计理论，构建并验证自然体验导向的儿童友好活动空间设计指标体系，该体系从直接、间接和象征 3 个维度出发，结合 Kellert 理论，提出 13 个属性因子，并通过专家打分法和层次分析法确定权重；以广东江门市新会区“精灵鸟理想国儿童乐园”为例，通过保护自然、营造自然场所和借助主题 IP 激发想象力等策略，实现了儿童与自然的深度互动。结果表明：直接自然体验（如生物多样性）权重最高，间接（如诱惑力）和象征（如抽象表达）自然体验起辅助作用；整体设计效果良好（总分 0.8426），有助于促进儿童身心健康，培养自然情感和环保意识，但生物多样性等因子仍有提升空间。总体而言，通过“研究-实践-反馈”的循证设计模式，为儿童友好城市建设提供了科学路径，未来可进一步探索自然体验的消极效应及应对策略，以优化儿童与自然的互动体验。

关键词：自然体验；儿童友好活动空间；层次分析法；全生命周期设计；循证设计
DOI：10.12169/zgcsly.2024.05.01.0001

Evidence-Based Design of Children-Friendly Activity Space Oriented Towards Nature Experience

Bai Jie[1,2] Zhang Wenzheng[1] Xu Meihong[3] Xu Tao[1,2] Wang Miao[1]

(1. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. Oriental Landscape and Heritage Research Center, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 3. Shanghai Shenzhen Aoya Garden Design Co., Ltd., Shanghai 200052, China)

Abstract: As the accelerating urbanization results in a significant reduction in children's opportunities to engage with nature, the phenomenon of "Nature Deficit Disorder" has become increasingly evident. To foster children's affection for nature and local culture, this study, grounded in the theory of biophilic design, constructs and validates a design index system for children-friendly activity spaces oriented towards natural experiences. This system, derived from three dimensions—direct, indirect, and symbolic—and integrated with Kellert's theory, proposes 13 attribute factors. The weights of these factors are determined through expert scoring and the Analytic Hierarchy Process (AHP). Taking the "Fairy Bird Utopia Children's Park" in Xinhui District, Jiangmen City, Guangdong Province, as a case study, the strategies such as preserving nature, creating natural spaces, and utilizing thematic IPs to stimulate imagination are taken to facilitate close interactions between children and nature. The results indicate that direct natural experiences (e. g., biodiversity) carry the highest

收稿日期：2024-05-01
* 基金项目：国家留学基金项目（202106255013、202106255014）
第一作者：白洁（1982- ），女，博士生，讲师，研究方向为文化景观与景观遗产保护。E-mail：bj1020@163.com
通信作者：许涛（1987- ），男，博士，副教授，博士生导师，研究方向为景观生态规划，景观遗产保护。E-mail：tao.xu@tju.edu.cn

weight, while indirect (e. g., attraction) and symbolic (e. g., abstract expression) natural experiences play supportive roles. The overall design is commendable in effect (total score at 0.8426), contributing to the promotion of children's physical and mental health as well as to the cultivation of their natural emotions and environmental awareness. However, there remains room for improvement in factors such as biodiversity. In conclusion, through the evidence-based design model of "research-practice-feedback," this study provides a scientific pathway for the development of children-friendly cities. Future research could further explore the negative effects of natural experiences and the corresponding strategies to optimize the interactive experiences between children and nature.

Keywords: natural experience; children-friendly activity space; Analytic Hierarchy Process; lifecycle design; evidence-based design

在儿童友好城市（CFC）建设的背景下，世界各国积极探索儿童友好空间的理论研究和实践活动，如美国的“见学地景”[1]、英国的“社区地带”[2]、荷兰的“都市95”[3]和中国的“一米高度看城市”[4]等，分别从开放空间、交通出行、住房与设施以及儿童参与等不同角度展示了对儿童的社交能力、学习能力以及生理、心理健康的促进作用。自然环境是儿童成长不可或缺的要素，为儿童提供绿色空间是建设儿童友好城市的原则之一[5]。然而，近几十年来越来越多的人，尤其是儿童与自然接触的形式越来越少，被Pyle称为“经验的消亡”[6]。研究表明，儿童通过游戏与自然接触，不仅能为儿童的身心健康带来诸多益处[7]，还有助于儿童建立对自然世界的情感依恋，更是培养儿童关爱自然的重要途径[8]。

面对“自然缺失症”问题，具有良好自然体验的城市环境可以为儿童与自然营造一种积极的关系。自然体验是一种复杂的现象，强调的是人们在体验自然环境的过程中对周围世界的事件和条件进行感知、评估和赋予意义[9-11]。已有众多学者从美学认知[12]、自然环境潜力评价[13]、儿童环境感知与行为关系[14]、儿童亲自然性的影响因素[15]、儿童与自然的联结机制[16]等方面探讨了儿童与自然的关系。现有研究多聚焦于对儿童亲自然的认知程度、偏好及影响因素的分析与测度方法的研究，但如何实现自然体验的空间设计方法研究相对匮乏。作为研究型设计手段的循证设计理论，则更多针对患病儿童群体，聚焦医疗服务空间的康复景观设计[17-18]，对儿童活动空间的普适性研究却较少。

1964年，德国社会心理学家Fromm首次将“人类对生命的热爱”正式命名为亲自然性（Biophilia）。哈佛大学Wilson教授将这种亲自然性定义为“人类对其他生物体的天生情感归属”[19]。1993年，耶鲁大学社会生态学家Kellert首次提出亲自然设计（Biophilic Design）[20]，认为人类与生俱来的与自然的内在亲和力需要培养和发展才能发挥作用[21]。亲自然设计理论从人类亲近自然的本能需求出发，谈及自然体验的重要性，旨在人工环境中重塑人与自然的积极联系，并强调应将儿童作为重要的关注对象，期望通过设计倡导新的自然文化[19]，从而为自然体验的空间设计明确了设计核心，建立了目标原则，提供了策略指导，并指出了能够反应人对大自然亲和力的设计特征。Kellert将其总结为两个维度，6个要素和72个属性[22]。

本文以激发儿童对自然环境和乡土文化的热爱为出发点，基于亲自然设计理论，构建以自然体验为导向的儿童友好活动空间设计指标体系，并邀请专家和儿童确定指标的权重和评分，通过实证研究测试设计指标体系的有效性，以此探究恢复人与自然和谐关系的场所设计途径。

1 研究方法

本研究内容主要包括支撑理论、指标构建、数据分析、设计分析和设计效果反馈与分析5个方面（图1）。首先，在指标构建阶段，既往研究考察儿童对自然的认知程度以及亲自然程度等信息时，参考Nisbet自然关联性量表和《林间最后的小孩：拯救自然缺失症儿童》构建代表性评测指标[15,23]。英国学者Woolley总结了6种与游戏价值相关的自然设计要素，将其作为儿童活动空间中自然环境质量的评价指标[24]。综合以上研究

成果，本研究聚焦于培育和激发儿童亲自然性的空间设计问题，依据 Kellert 在《生命的栖居——设计并理解人与自然的关系》中对亲自然设计特点的解析，并参考心理学家 Heerwagen 总结的亲自然设计要素特点[20]，从创造与自然环境的实际接触，营造具有自然界典型特征的场所和借助儿童与自然互动的替代方式 3 个方面出发，提出直接、间接和象征自然体验设计 3 个维度作为评估指标，选取 13 个属性作为变量因子，构建自然体验设计的指标体系；其次，运用专家打分法和层次分析法获得指标权重值；再次，将指标体系运用到设计实践中，并提出设计策略；最后，通过邀请儿童参与问卷打分的方式，完成设计策略在自然体验设计实施效果方面的反馈与分析。

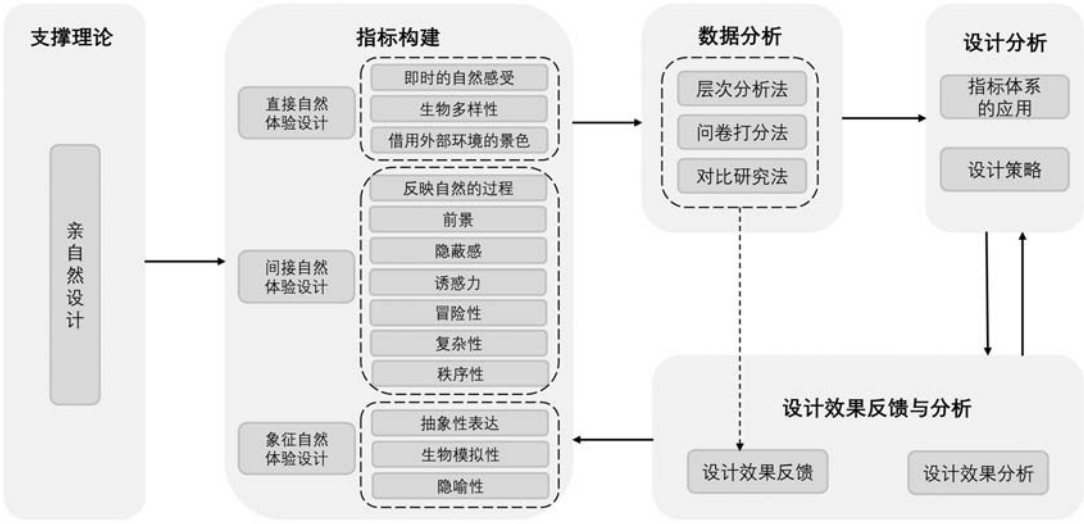


图 1　研究框架

2　指标构建

本研究邀请了 5 位风景园林学专家，借助 1~9 标度法对指标体系的指标层和因子层构建重要性判断矩阵，选择群决策计算方式，分别计算各专家判断矩阵。经一致性检验，CR 值均<0.1，符合可接受标准。将每项权重值的加权算术平均值作为集结结果，得到自然体验设计指标的权重。

由表 1 可知，直接、间接和象征自然体验设计指标的权重结果分别为 0.591 5、0.340 4、0.068 1。属性因子权重排名前 3 的均属于直接自然体验设计，最高的为生物多样性（C2），其次为借用外部环境的景色（C3）和即时的自然感受（C1）；在间接自然体验设计中，权重排名前三位为诱惑力（C7）、冒险性（C8）和反映自然的过程（C4）；象征自然体验设计中的抽象性表达（C11）权重最高。研究表明，儿童在对大自然的直接体验中（如观鸟、采摘植物）与他们保护生物多样性的意愿、亲自然环境的行为有强相关性[25]。诱惑和冒险是人类适应环境和发展过程中至关重要的一个特征，它们反映了人类探索、发现和扩展知识的渴望，对神秘、有挑战和冒险的事物的渴望[20]。根据 Kellert 的研究，儿童需要与自然进行各种（直接、间接和象征）接触，以和谐地发展他们的个性[26-27]。

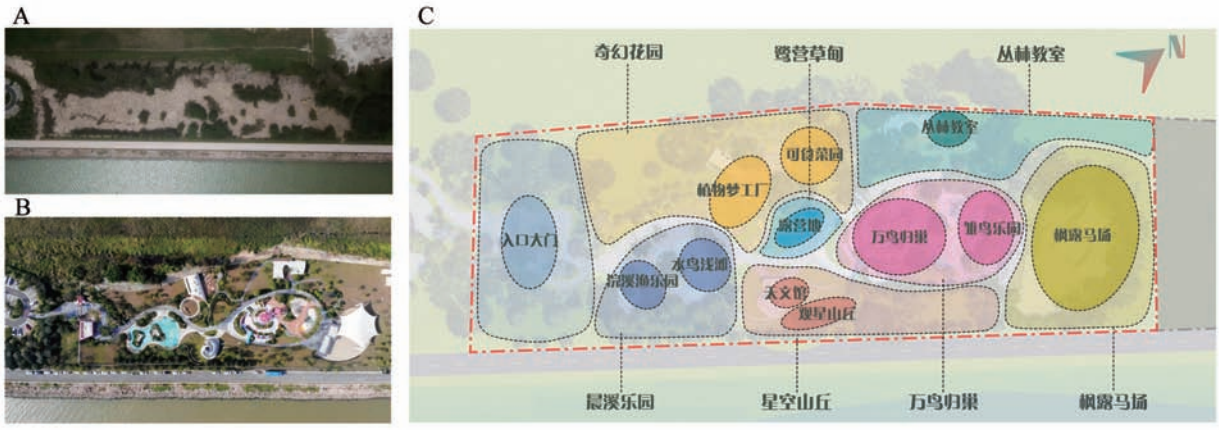
3　设计分析

3.1　精灵鸟理想国儿童乐园项目概况

精灵鸟理想国儿童乐园项目位于广东江门市新会区银湖湾滨海新城，项目所在区域在地理位置、自然资源、自然环境和人文环境等层面具有典型特征，期望借由自然体验设计，使儿童在游玩中感悟自然带来的裨益，培养其对乡土文化的热爱之情。设计方案将实际场景与故事有机融合，由 7 个核心区域构成，讲述了精灵鸟家族长途跋涉抵达理想国的故事（图 2）。设计要素的运用原则，依据前文设计指标的权重排序结果，从直接、间接和象征自然体验设计 3 个视角出发，重点关注 13 个属性因子中 C2、C3、C1、C7、C8、C4 和 C11。

表 1 自然体验设计指标（A）体系及其量化因子权重

评估指标	指标权重	因子项	因子权重	因子含义
直接自然体验设计(B1)	0.591 5	即时的自然感受(C1)	0.139 4	自然采光、自然通风、自然要素。
		生物多样性(C2)	0.310 4	地形和动物,有机组织形成有效的自然系统。
		借用外部环境的景色(C3)	0.141 7	景观视廊的通透性。
间接自然体验设计(B2)	0.340 4	反映自然的过程(变化性)(C4)	0.054 4	管理自然材料反映环境特征随时空变化的自然规律,显示其历史变迁的过程。
		前景(C5)	0.009 4	开敞空间中的标志性景观。
		隐蔽感(C6)	0.041 5	具有安全感、舒适感和亲切感的庇护空间。
		诱惑力(C7)	0.082 8	对探索和扩展知识的渴望。
		冒险性(C8)	0.074 2	对神秘、挑战性和冒险性事物的渴望。
		复杂性(C9)	0.043 1	对细节、变化的渴求。
		秩序性(C10)	0.035 0	景致按照连贯秩序逐步展示。
象征自然体验设计(B3)	0.068 1	抽象性表达(C11)	0.037 8	自然要素在装饰图案、人工制品和空间中的抽象表达。
		生物模拟性(C12)	0.024 6	自然类型、形式和质感的有序重复和变化。
		隐喻性(C13)	0.005 7	情境化方式展示自然要素,暗示自然规律。



注：图片由上海深圳奥雅园林设计有限公司提供；A 设计原场地；B 设计后场地鸟瞰；C 功能分区图。

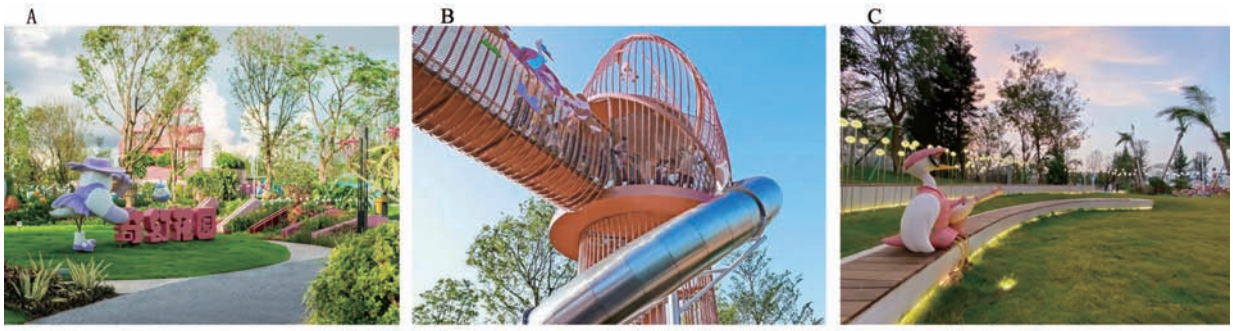
图 2 场地示意图

3.2 基于自然体验的设计策略

3.2.1 保护和利用自然环境触发关爱自然的情感：基于 B1 指标下的 3 个属性因子

自然界中包含着各种各样的视觉、听觉、嗅觉和触觉刺激，它们具有反复持续变化的特征，可以帮助儿童增强情感意识、认知能力和塑造价值观[27]。例如，植物、水体等自然要素可以通过多种感官体验，如声音、形态、气味传递自然的益处，营造兴奋舒适的自然感受，产生积极的心理效应；鸟鸣声可以增强场景的愉悦感，并带来精神上的疗愈。观看场所之外的景色可以让儿童获得极大的惊喜和满足感，激发儿童对自然的热爱。然而，这些身边随时随地可接触到的自然往往容易被人们忽略，因此发现原场地的自然要素特征并加以合理利用，应被给予重点关注。

项目秉承充分利用地理环境优势的原则，按照权重排序，重点围绕直接自然体验设计展开（图 3），尤其关注生物多样性（C2）、借用外部环境的景色（C3）和即时的自然感受（C1）的场所营造。依据 C2 设计的“奇幻花园”，以水培、土培、光培等多种植物生长基质，让儿童感受到自然界生物多样性的魅力。依据 C3 设计的“万鸟归巢”的高塔，为眺望远处的大海、红树林湿地景观提供绝佳的观赏点。密林中隐约可见的观鸟平台为欣赏白鹭猎食栖息的风采提供了便利。对 C1 的诠释，则通过空间中规划的大草坪来实现，如“鹭营草甸”“星空山丘”，这里可以获得从享受灿烂阳光、欣赏落日余晖到遨游星辰大海的自然体验。这些精心的设计从视觉、听觉、触觉等多种感官意识上实现了人们与自然环境和非人类物种直接、自发和无计划性的体验，进而感受自然世界。



注：图片由上海深圳奥雅园林设计有限公司提供；A 依据 C2 因子设计的“奇幻花园”；B 依据 C3 因子设计的“万鸟归巢”高塔；C 基于 C1 因子设计的“鹭营草甸”。

图 3　直接体验设计现场图

3.2.2　*在场所营造中体会自然规律和生存法则*：基于 B2 指标下的 7 个属性因子

间接自然体验设计着重于通过人为组织和管理计划的方式展示自然过程，在场所营造的过程中间接地让人们感受自然界的规律，体会人类生存之道。这种手法主要通过营造具有自然界典型特征的场所，如隐蔽感、诱惑力和冒险性等，促进儿童身心健康和提升精神修养。心理学家 Heerwagen 和生态学家 Orians 指出学龄前儿童更倾向于选择自然形成的庇护空间[28]，而大龄儿童会积极构建庇护场所，这与儿童的心理特征即“秘密心理”有一定相关性[29]。White Hutchinson 休闲与学习小组的研究表明，儿童喜欢坐在上下靠着和提供阴凉的地方，不同的层次、角落和缝隙，以及提供隐私和视野的地方[26]。

依据间接自然体验设计指标权重排序情况，本项目重点关注诱惑力（C7）、冒险性（C8）和反映自然的过程（C4）的设计表达，另外也注意到隐蔽感（C6）的高关注度。方案将体现 C6、C7 和 C8 的设计手法组合运用在多个场景中，如在“森林教室”周边以自然的种植手法，烘托出自然丛林的趣味和探险特色，隐匿其中的蜿蜒小径引领孩子们在探索和发现中锻炼独立自主的能力。在“万鸟归巢”主题区包含了洞穴、高塔和栈桥等多层次组合空间，以此作为挑战自我、锻炼勇气的平台，满足了儿童对复杂性、神秘性空间的诉求，在游玩中获得生存感悟。因子 C4 则体现在与水的互动中，“晨曦乐园”在自然草丛里隐藏了戏水设施，实现了水鸟抓鱼、戏水汲水等生态场景，创造了在游乐空间中体会水的逻辑和科学原理的场景（图 4）。其他 3 个因子 C5、C9 和 C10 的表达方式体现在活动区域的标识引导、环境色彩的组合变化和按照故事讲述顺序串连乐园 7 个核心区。



注：图片由上海深圳奥雅园林设计有限公司提供；A 基于 C6、C7、C8 因子设计的林中探秘小径；B 基于 C6、C7、C8 因子设计的多层次组合空间；C 基于 C4 因子设计的“晨曦乐园”。

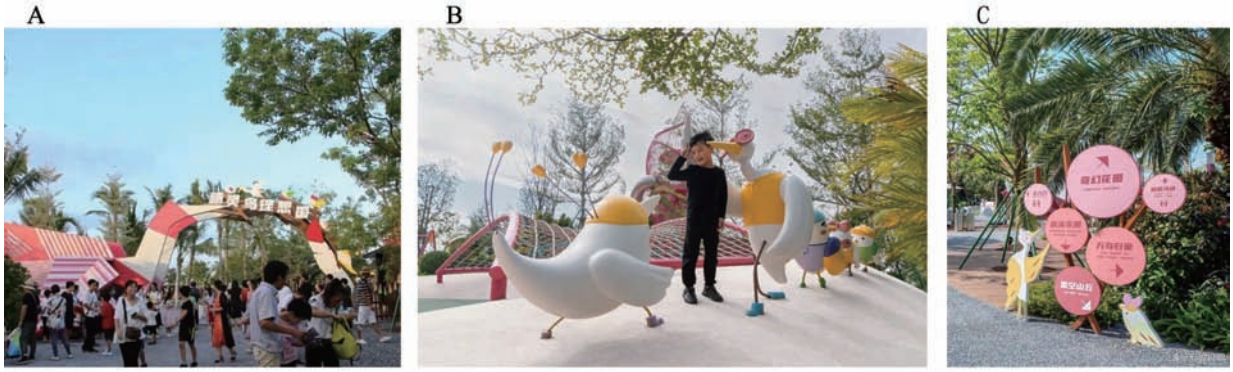
图 4　间接体验设计现场图

3.2.3　*借助主题 IP 激发艺术想象力和文化感召力*：基于 B3 指标下的 3 个属性因子

象征自然体验发生在与自然世界没有实际物理接触的情况下[27]。对于儿童而言，更多的是通过其他传播媒介对自然进行描述或描绘，具有隐喻性、风格化特征。例如，借用自然界的有机要

素如光线、色彩、材料、质感、外形和形式在装饰图案、人工制品、客观实体和空间中进行抽象表达。利用书籍、电子设备、虚拟技术等方式吸引儿童关心自然，激活其想象力与自然环境取得微妙的联系。研究表明，在直接和间接自然体验缺失的情况下，象征性自然体验可以帮助孩子们与自然建立联系[25]，激发他们的兴趣、好奇心和创造力。

象征自然体验设计作为辅助手段，在本项目中主要关注了抽象化表达（C11），从巴金的江门游记《鸟的天堂》中提炼了设计主题形象，将众多白鹭的形象艺术抽象化应用于地形设计、情景雕塑、标识标牌、产品设施和互动音效等多个场景（图 5），孩子们在认识鸟类的同时更多地学会爱鸟护鸟，激发儿童的艺术想象力，提升自然文化认知。另外，在对生物模拟性（C12）和隐喻性（C13）的处理上，利用拟人化手法将白鹭形象装扮为千姿百态的人物角色，场所空间中融入“精灵鸟家族”迁徙跋涉的故事，承担了自然元素在视觉艺术和文化情怀方面的展示任务。



注：图片由上海深圳奥雅园林设计有限公司提供；A 基于 C11 因子设计的活动空间入口；B 基于 C12、C13 因子设计的情景雕塑；C 基于 C12、C13 因子设计的标识。

图 5 象征性体验设计现场图

4 设计效果反馈与分析

针对该项目不同的场所设计，本研究依据自然体验设计指标体系，对儿童是否能获得相应的自然体验感受进行了问卷调查。相关研究表明，6~12岁的儿童被认为具备评估周围环境、阐释自身好恶、恐惧情绪，以及提出改善周围环境设计建议的能力[22,30]。自然体验活动中与大自然接触的各种形式可以切实增强其在自然教育过程中的获得感[31]，并对其在环境方面的积极行为产生显著影响[32]。基于上述因素，此次调研的对象集中在 6~12 岁的儿童，共获得有效问卷 58 份。将每题获得的平均分赋予前述专家的权重值，获得加权评分，最终以合计的加权评分作为对设计项目整体评估得分（表 2）。

从上述设计效果反馈评分来看，设计项目总分 0.8426，整体设计效果良好。根据指标权重与评分结果的 IPA 散点图（图 6）所示，发现两者相关性基本呈正相关，局部呈现负相关。此处选择两者差异性较大的因子项进行分析。

表 2 设计效果反馈分项得分和加权评分

因子项	平均分	权重值	加权评分
即时的自然感受（C1）	0.88	0.139 4	0.122 7
生物多样性（C2）	0.86	0.310 4	0.267 6
借用外部环境的景色（C3）	0.93	0.141 7	0.131 9
反映自然的过程（C4）	0.78	0.054 4	0.042 2
前景（C5）	0.69	0.009 4	0.006 5
隐蔽感（C6）	0.86	0.041 5	0.035 8
诱惑力（C7）	0.76	0.082 8	0.062 8
冒险性（C8）	0.76	0.074 2	0.056 3
复杂性（C9）	0.95	0.043 1	0.040 9
秩序性（C10）	0.69	0.035	0.024 1
抽象性表达（C11）	0.72	0.037 8	0.027 4
生物模拟性（C12）	0.86	0.024 6	0.021 2
隐喻性（C13）	0.57	0.005 7	0.003 2
合计			0.842 6

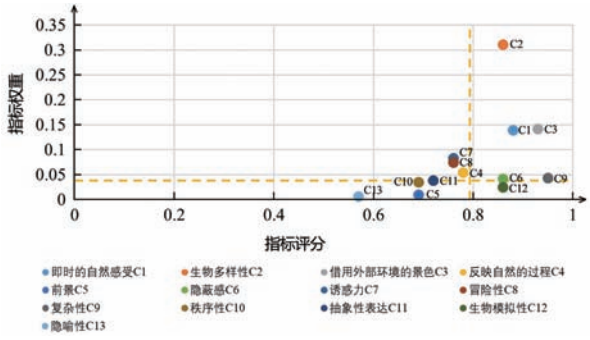


图 6 标权重与评分结果的 IPA 散点图

生物多样性（C2）权重最高，评分欠佳。项目中充分考虑了对植物生长环境、规律的设计展示，并获得了儿童的较高认可，但因施工问题未实现“鱼生系统”设计。因此，可继续丰富生物多样性的主题表达，比如引入土壤、动物等。

反映自然的过程（C4）权重高，评分低。对于这部分的处理，场所设计中只集中与水体的互动，但对自然材料处理的丰富度不足，比如借助空气、光线、温度等观察水体的变化。再如从古老的墙体、长满苔藓的屋顶或受腐蚀的石头中感受时间的流逝、事物的变化，反映风化和历史变迁的自然过程。

诱惑力（C7）和冒险性（C8）权重高，评分低。在以城堡形象出现的立体迷宫式的游戏空间里，底部宽敞空间因可获得较好的安全感而受到低龄儿童的欢迎，爬筒、滑梯、台阶和简易攀岩等游乐设施虽然看似丰富度很高，但在对自然世界原生态的还原度上表现欠佳，因此获得的自然体验感受不足。森林教室周边场地因在植物配置选取上以低矮的观赏类景观植物为主，自然野趣和探险感味道不足。

复杂性（C9）权重低，评分高。整体活动空间在铺装、建筑饰面、标识牌、各类设施和雕塑等方面均采用了活泼亮丽的马卡龙色系作为主色，在丰富环境视觉效果上做足做细，达到充分调动儿童积极健康情绪的效果。

抽象性表达（C11）和生物模拟性（C12）前者权重高，评分低；后者权重低，评分高。场所设计对二者的表达差异主要体现为鸟类形象的设计。前者将其单纯植入到地形、垃圾桶、大门和标识牌等设施上，更多成为打卡拍照的道具。后者通过拟人化形象的展示，增强了儿童的互动性和对话感，能够触动内心深处的情感。

总体来看，场所设计对自然体验的传递效果和儿童的接受程度在主要设计要素方面呈现较高的一致性，但仍需在设计中把握对自然材料的选取和处理。例如，深圳坪山儿童公园借助地形，运用树木、树桩、石头以及绳索等多种材料建造的攀爬设施，更容易激发自然触感，增强儿童对自然材料的认知[33]；德国杜伊斯堡内港的街边公园，将挖沙、运沙和淘沙等一系列带有逻辑性的工作融入到儿童活动设施的组合中更能增强对自然过程的感悟[34]。中外两个案例在自然材料的多样性组合、编排和潜力开发等方面提供了很好的借鉴，而将信息反馈结果作为一种辅助诊断方式，有助于发现问题，形成反馈机制，并再次对设计策略进行修正与调整，推进循证设计模式。

5　结语

本文实现了涵盖前期设计理论探究、中期设计策略推行以及后期设计效果反馈在内的全生命周期设计流程研究，完成了对“研究-实践-反馈”循证设计模式的阐述。前期指标构建环节确立了涵盖 3 个维度共 13 个属性因子的自然体验设计指标体系。研究结果表明，直接自然体验设计评估指标层面的认可度颇高。在实证案例中依照指标权重排序，解析了 13 个属性因子的设计转化路径。在后期设计效果反馈阶段，借由对比指标权重与评分结果，校验了设计指标的效用。打造以自然体验为导向的儿童友好活动空间，最终目标在于实现人与自然协调共进，构建生态健全、运转高效和宜人美好的城市空间环境。在深度挖掘自然体验积极效应的过程中，要关注可能存在的消极效应，诸如儿童与自然互动方式的变化、接触时间和频率对情感认知的影响等层面。本研究为设计方案的落实给予了科学化的引导路径，期望能为推动设计研究由经验式向科学化的转变提供参照。

参考文献

[1]林瑛,周栋.儿童友好型城市开放空间规划与设计:国外儿童友好型城市开放空间的启示[J].现代城市研究,2014,29(11):36-41.

[2]孟兆阳,张斌.欧洲儿童友好型社区空间对我国的启示[C]//2018 城市发展与规划论文集.北京:中国城市出版社,2018.

[3]孟雪,李玲玲,付本臣.国外儿童友好城市规划实践经验及启示[J].城市问题,2020,39(3):95-103.

[4]吉倩妘,李经纬,周梦茹,等.国际儿童友好城市建设研究的焦点及路径[J].规划师,2024,40(1):1-9.

[5]联合国儿童基金会.儿童友好型城市规划手册:为孩子营造美好城市[M].联合国儿童基金会,2019.

[6]SOGA M, GASTON K J. Extinction of experience: the loss of human-nature interactions [J]. Frontiers in Ecology and the Environment,2016,14(2):94-101.

[7]PRÉVOT A C, CLAYTON S, MATHEVET R. The relationship of childhood upbringing and university degree program to environmental identity: experience in nature matters [J]. Environmental Education Research, 2018, 24(2): 263-279.

[8]林广思,吴安格,蔡珂依.场所依恋研究:概念、进展和趋势[J].中国园林,2019,35(10):63-66.

[9]张珂烨,左孟杰,耿柳娜.走进大自然:自然体验及其积极效应[J].心理科学,2021,44(6):1469-1475.

[10]BRATMAN G N, ANDERSON C B, BERMAN M G, et al. Nature and mental health: an ecosystem service perspective[J]. Science Advances, 2019, 5(7): 0903.

[11]HARTIG T, VAN DEN BERG A E, HAGERHALL C M, et al. Health benefits of nature experience: psychological, social and cultural processes [M]//Forests, Trees and Human Health. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010: 127-168.

[12]马彦红,陈曦,朱捷,等.亲生命性城市自然营建的方法探究:基于亲生命性美学认知及其景观空间载体解析的研究视角[J].中国园林,2021,37(7):77-82.

[13]王云才,卢星昊,王若静.上海市杨浦区校园及上下学沿途环境自然教育潜力评价[J].中国城市林业,2023,21(2):1-9.

[14]林芷珊,林广思.基于可供性理论的儿童友好型开放空间研究现状与展望[J].风景园林,2022,29(2):71-77.

[15]张秦英,田靖雯,赵琳瑄,等.高密度城区儿童亲自然属性评价研究[J].景观设计,2023,22(4):22-25.

[16]殷利华,牛紫涵,彭越,等.武汉市中学校园自然教育景观设计要素:基于结构方程模型分析[J].中国城市林业,2023,21(4):94-101.

[17]刘尔希.基于循证理论的社区卫生服务中心适幼性模块研究[J].南方建筑,2018,38(4):4-10.

[18]郭庭鸿,董靓,孙钦花.设计与实证 康复景观的循证设计方法探析[J].风景园林,2015,22(9):106-112.

[19]BEATLEY T[M].干靓,姚雪艳,丁宇新,译.亲自然城市规划设计手册[M].上海:上海科学技术出版社,2018.

[20]斯蒂芬·R·凯勒特.生命的栖居:设计并理解人与自然的关系[M].朱强,刘英,俞来雷,等译.北京:中国建筑工业出版社,2008.

[21]KELLERT S R, CALABRESE E F. The practice of biophilic design [EB/OL]. https://www.biophilic-design.com/_files/ugd/21459d_81ccb84caf6d4bee8195f9b5af92d8f4.pdf.

[22]KELLERT S R, HEERWAGEN J, MADOR M. Biophilic design: the theory, science, and practice of bringing buildings to life[M]. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

[23]王潮,张秦英,王海岩.童年自然体验的代际变化[J].中国城市林业,2021,19(3):37-42.

[24]王霞,陈甜甜,林广思.自然元素在中国城市公园儿童游戏空间设计中的应用调查研究[J].国际城市规划,2021,36(1):40-46.

[25]SOGA M, GASTON K J, YAMAURA Y, et al. Both direct and vicarious experiences of nature affect children's willingness to conserve biodiversity[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2016, 13(6): 529.

[26]ABDULLAH M, WAN ALI W N A, GHANI I. Exploring the elements of natural landscape character in engaging children with their natural environment [J]. Environment-Behaviour Proceedings Journal, 2017, 2(5): 209-214.

[27]KELLERT S R. Experiencing nature: Affective, cognitive, and evaluative development in children[M]. KAHN P, KELLERT S. Children and nature: psychological, sociocultural, and evolutionary investigations. Cambridge: MIT Press, 2002.

[28]HEERWAGEN J, ORIANS G. The ecological world of children[M]. KAHN P, KELLERT S. Children and nature: psychological, sociocultural, and evolutionary investigations. Cambridge: MIT Press, 2002.

[29]赵琳瑄.城市绿地条件下儿童亲自然状况研究:以天津市为例[D].天津:天津大学,2018.

[30]MOORE R. Collaborating with young people to assess their landscape values[J]. Ekistics, 1980, 47(281): 128-135.

[31]杨文静,石玲.儿童感知视角下的自然教育体验[J].中国城市林业,2020,18(6):73-77.

[32]汤辉,朱凯,Thompson I.英国文化遗产活动干预与城市儿童健康关联性循证研究[J].城市发展研究,2020,27(10):87-95.

[33]WEi 景观设计.大树学园:深圳坪山儿童公园[J].风景园林,2023,30(7):60-65.

[34]李爽.浅谈儿童友好型公园的规划设计[J].中国园林,2021,37(增刊1):80-84.