

## 基于非视觉感知系统的空间体验设计研究

夏爽, 王丽\*, 李奕辰

辽宁科技大学建筑与艺术设计学院 辽宁鞍山

**【摘要】**本研究旨在探究基于非视觉感知系统空间体验设计范式,把建筑现象学、多感官设计理论以及无障碍空间设计实践相结合,提出从“功能补偿”到“感知赋能”的范式转换。打破“视觉中心主义”的束缚,无障碍空间体验碎片化,现有研究理论跨学科整合不足等痛点通过引入非视觉感知理论能重构空间认知的具身化体验来解决。以“剥离-唤醒-探索-包容”四幕空间序列作框架,达成空间叙事的动态转化。研究运用 Arduino 技术构建“触感声景隧道”,为了打破视觉中心主义,给无障碍环境提供更具包容性和沉浸感的体验范式和为非视觉感知设计实践提供方法论支撑。

**【关键词】**非视觉感知; 空间体验; 无障碍设计; 感知赋能; 建筑现象学

**【基金项目】**2025年辽宁科技大学创新创业项目阶段性研究成果

**【收稿日期】**2026年3月12日

**【出刊日期】**2026年4月15日

**【DOI】**10.12208/j.jer.20260020

### Research on the design of spatial experiences based on non-visual perception systems

Shuang Xia, Li Wang\*, Yichen Li

School of Architecture and Art Design, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning

**【Abstract】** This study aims to explore a paradigm for spatial experience design based on non-visual perception systems. By integrating architectural phenomenology, multi-sensory design theory, and accessible spatial design practices, it proposes a paradigm shift from “functional compensation” to “perceptual empowerment.” To address issues such as the constraints of “ocularcentrism,” the fragmentation of accessible spatial experiences, and the lack of interdisciplinary integration in existing research, this study introduces non-visual perception theories to reconstruct the embodied experience of spatial cognition. Employing a four-part spatial sequence—“detachment, awakening, exploration, and inclusion”—as a framework, it achieves the dynamic transformation of spatial narrative. The study utilizes Arduino technology to construct a “tactile-soundscape tunnel”, aiming to challenge ocularcentrism, provide a more inclusive and immersive experiential paradigm for accessible environments, and offer methodological support for non-visual perception design practices.

**【Keywords】** Non-visual perception; Spatial experience; Accessible design; Perceptual empowerment; Architectural phenomenology

本研究就要把多感官空间理论和建筑实践之间的差距给补上,让无障碍设计从传统“功能补偿”范式朝着“感知赋能”范式转变。这一转变不但有理论创新价值,在实践层面也为视障群体提供了空间尊严与主体性重塑的可能路径。把声景生态学、触觉认知心理学等跨学科理论转化为可操作的设计语言,这就填补了国内建筑领域在多感官空间营造方面的方法论空白。研究指出,非视觉感知系统并非简单替代视觉功能,而是通过整合听觉、触觉、热觉等感官信息,形成具有空间

叙事特征和情感互动性的沉浸式体验环境。比如在“循声入暖”廊道设计里,靠声景引导和温度梯度动态耦合,让视障用户构建起对空间的认知地图,这种感知赋能模式会让空间使用更自主,心理安全感也更强。本研究的意义在于,它不仅为无障碍设计提供了新的理论支撑,更通过 Arduino 互动原型验证了技术可行性,为未来建筑领域的包容性设计实践奠定了坚实基础<sup>[1]</sup>。

#### 1 基于非视觉感知系统空间设计的痛点解构

##### 1.1 “视觉中心主义”的束缚

作者简介:夏爽(2004-)女,满族,本科在读,研究方向:建筑学;李奕辰(2004-)男,汉族,本科在读,研究方向:建筑学  
\*通讯作者:王丽,女,汉族,副教授,硕士,研究方向:建筑设计与理论

目前,国内无障碍设计实践颇受“视觉中心主义”的束缚,盲目依赖盲道、盲道系统、提示音系统等点状补偿手段,这种“点状补偿”方式致使空间体验局限。政策文本分析显示,《无障碍环境建设条例》虽规定了通行便利基本要求,却未系统考虑空间连续与感知整合问题。问题树分析法进一步表明,现有设计没能很好地回应视障群体对空间尊严与情感共鸣的核心诉求,根本上的原因是把非视觉感知(非视觉感知系统)简化了,把它用在了功能上,而不是在空间营造方面的主动方面去发挥作用。此类局限既损害了空间叙事的完整性,也使建筑师难以将前沿感官哲学转化为实际设计方法,因此需借助跨学科研究打破传统设计范式的束缚。

### 1.2 无障碍空间体验碎片化

无障碍空间设计在国内外实践中的演进显现出明显不同的发展轨迹。在国际上,要以《无障碍环境设计标准》(ADA)这类规范体系,以规范体系逐步从单纯的功能补偿发展成多感官协同的系统性空间营造,要通过声景生态学、触觉感知等理论来提升空间的尊严。再看国内实践,虽然《无障碍设计规范》(JG 50)推动基础设施建设,可过度靠法规设计策略,空间同质化现象很突出,大多缺乏从建筑本体去经营空间的系统性空间营造逻辑。比如说,国内的盲道设计大多只满足线性连通性,却不能把热感觉(Thermal Sensation)、嗅觉(Olfaction)等非视觉要素整合起来,这就使得空间体验变得碎片化。这种差异是由于国内研究对建筑现象学(Architectural Phenomenology)理论的本土化应用不够,没有把帕拉斯玛(Juhani Pallasmaa)的“肌肤之目”理念变为可操作的设计语言,结果是无障碍设计变成了点状设施的叠加,而不是空间序列的有机整合。

### 1.3 现有研究理论跨学科整合不足

当下多感官空间设计领域往有着明显理论与实践脱节的情况,主要就是太关注现象学思辨和哲学阐释,而缺少可操作的设计方法论体系。现有文献存在跨学科整合不足的缺陷,像把声景生态学、触觉认知心理学等前沿理论转化成建筑学设计语言时,就出现了碎片化和概念化这两个困境,这也是普遍现象。例如,彼得·卒姆托的建筑氛围理论虽强调多感官体验,却未提供系统性的空间组织策略;而国内无障碍设计研究仍停留在功能补偿层面,未能建立基于非视觉感知系统的设计方法<sup>[2]</sup>。研究缺口的存在致使设计实践缺乏理论依托,无法达成从“功能补偿”向“感知赋能”的范式转换。

## 2 非视觉感知设计理念的研究与应用

### 2.1 非视觉感知设计理念的研究

建筑现象学对视觉中心主义的批判始于帕拉斯玛在《肌肤之目》中提出的“触觉-视觉”辩证关系,其核心论点在于建筑体验本质上是多感官交织的具身认知过程<sup>[3]</sup>。通过对视觉霸权的解构,帕拉斯玛强调触觉记忆、温度感知与空间深度感在建筑体验中的基础性作用,这一观点直接挑战了现代主义建筑学中“眼睛即唯一感官”的笛卡尔式传统<sup>[4]</sup>。与此同时,彼得·卒姆托的氛围营造理论进一步发展了这一思想,其提出的“知觉氛围”(Perceptual Atmosphere)概念将建筑定义为一种通过材质反射率、声学延迟率与热惯量等物理参数共同编织的“感官场域”<sup>[5]</sup>。例如,卒姆托在温泉浴场设计中通过精确计算石材导热系数(0.8-1.2 W/m·K)与空间混响时间(1.8-2.2s),实现了触觉与听觉的协同共振<sup>[6]</sup>。这些理论共同构成了多感官设计的现象学基础,为非视觉感知系统的空间体验设计提供了概念工具箱,其价值在于揭示了建筑本体论中感官维度的不可还原性<sup>[7]</sup>。

尤其帕拉斯玛在《肌肤之目》中提出的“触觉-视觉”辩证关系和彼得·卒姆托“知觉氛围”(Perceptual Atmosphere)概念为非视觉感知空间设计打开了一扇门,为多感的方式体验空间以及建筑的真正意义提供了设计策略。

### 2.2 非视觉感知设计理论的应用

非视觉感知理论的应用,标志着建筑学从视觉中心主义向多感官体验范式的深刻变革<sup>[8]</sup>。基于跨学科的理论转换框架,声景生态学从中解析出声场的拓扑结构,将其转化为听觉叙事序列,同时,触觉感知的极限特性被转化为材质粗糙度及地面铺装所传达的触觉信息编码系统。这种应用并非简单地把感官哲学里的具身认知理论(Embodied Cognition)映射成建筑空间语言,而是让它呈现为建筑空间语言,例如运用回声定位原理设计声波反射路径,使视障群体借助听觉获取空间尺度信息。在理论应用时揭示了非视觉感知与建筑现象学的深层关联,即彼得·卒姆托提出的“氛围营造”可通过温度梯度与气味景观的协同实现<sup>[9]</sup>。对于非视觉感知理论的应用对空间设计有极大帮助但需要指出的是,这种应用不能把感官要素孤立对待,而要建立听觉、触觉、热感觉的协同反馈机制,像把自然光线和热量转化为人们对非视觉人群的“温度坐标”,这样就是从功能补偿到感知赋能的跃迁。

## 3 非视觉感知设计的研究

### 3.1 非视觉感官要素库的建立

在多感筑境里,非视觉感知系统的空间体验设计,要把建筑现象学(Phenomenology of Architecture)、环境心理学(Environmental Psychology)、人机交互(HCI)等多学科理论整合起来。传统无障碍设计(Accessibility Design),多侧重功能补偿,像盲道的物理引导,却没顾及感知赋能(Perceptual Empowerment)的深层需求。比如,视障群体(Visually Impaired Population)在复杂的环境里,老是因太依赖触觉(Tactile Perception)而产生认知负荷(Cognitive Load),而声景(Soundscape)和气味(Olfactory Cue)的协同作用能重构空间叙事(Spatial Narrative)。

构建起“感官要素库”(Sensory Element Database),这里面的参数有声学反射(Acoustic Reflection)、材质纹理(Material Texture)以及热力学梯度(Thermodynamic Gradient)等。触感声景隧道(Tactile Soundscape Tunnel)能提升极多的触感声景用户(Spatial Orientation Ability)的能力,这就代表了“剥离-唤醒-探索-包容”这四幕序列是可行的。比如说,在过渡空间(Transitional Space)里把视觉冗余(Visual Redundancy)给切断,然后利用回声定位(Echolocation)以及温感分区(Thermal Zoning),这就大大降低了用户的焦虑指数(Anxiety Index)。

### 3.2 非视觉感知空间设计策略

在构建核心设计策略时,得按照多感官协同理论来,把建筑现象学和感知心理学的前沿成果整合起来,构建系统的方法论框架。核心原则为“感知冗余性”与“空间拓扑连续性”,前者依靠多感官通道的交叉验证来提升空间认知的鲁棒性,后者强调动线序列中非视觉要素的梯度递进逻辑。从策略层面来讲,要构建“感官要素权重矩阵”,按照不同空间的功能(像引导型、停留型)动态地分配如听觉、触觉、热觉等要素的优先级,就拿交通枢纽来说,在那里强化声景的定向引导功能,而在文化空间则重视材质触感的叙事性表达。要引入“跨模态映射”技术,把抽象的空间属性(像尺度、比例之类的)变成可感知的物理参数(像声反射延迟、热梯度变化之类的),靠量化模型来保证设计策略能操作、能验证。这一原则体系的构建,给非视觉空间设计提供了从理论到实践的完整转化路径。

本研究把视障群体当作研究对象,借助用户画像构建和行为路径分析工具,深入探究其空间认知模式与心理需求。视障人群靠着声景生态学(Soundscape Ecology)以及触觉感知(Tactile Perception)来构建空

间意象,其行为逻辑表现出“趋声性”与“触觉锚点依赖”性质。比如在公共空间里,人对回声定位(Echolocation)的使用频率很高,且对材质粗糙度(Material Roughness)的敏感度也很高。热感觉(Thermal Sensation)和嗅觉(Olfaction)在空间定位方面起着关键作用,温度梯度(Temperature Gradient)能够提供有效的空间坐标参考。这些发现表明,非视觉感知系统在空间叙事里有着核心的作用,给后续的设计策略制定提供了坚实的实际依据,也展示了“感知赋能”理念在无障碍设计中的创新价值。

## 4 空间序列建构

### 第一幕:剥离(切断过度视觉依赖的过渡空间)

在过渡空间设计里,借助感官剥夺实验法构建的非视觉引导机制,出于系统性地切断使用者的视觉依赖,激活其他感知通道的神经可塑性。这一过程是根据空间序列分析模型里的阈限空间理论,通过对光照强度、声学反射系数以及材质导热系数等物理参数加以控制,打造出多感官剥夺的梯度环境。在廊道转角处,采用漫反射声学构造搭配低导热系数复合材料,此做法使视觉信息减弱,同时精准调控了触觉与听觉的感知阈值。过渡空间的声景拓扑结构和热力学梯度相互协同,借助跨感官联觉效应重构空间认知图式,给后续非视觉叙事的展开打下感知基础。

### 第二幕:唤醒(利用声景或气味激活感知)

在空间序列的第二幕“唤醒”阶段,声景生态学与气味景观设计框架被系统应用于激活非视觉感知系统<sup>[10]</sup>。采用声场模拟技术,将特定频率声波定向投射到空间中心区域,借助耳蜗蜗管对频率的选择性响应特性,引发听皮层神经可塑性变化。在廊道转角位置布置声学反射面,构建动态回声定位点,视障使用者可依据双耳时间差(ITD)及强度差(ILD)准确判断空间大小。与此同时,气味分子释放装置遵循热力学扩散原理,依据特定温湿度条件,释放出带有空间导向性的芳香化合物,该化合物经由嗅球与海马体的神经环路相连,进而构建起嗅觉记忆的锚点。这种基于跨感官整合的设计策略,有效打破了视觉主导的空间认知模式,为后续探索阶段奠定了多感官协同的基础<sup>[11]</sup>。

### 第三幕:探索(强化材质触感与空间回音的互动区)

在探索阶段的互动区设计里,材质触感和空间回音的协同合作,这可是靠触觉感知(Tactile Perception)和声学反射(Acoustic Reflection)的耦合机制来强化的。采用材质触感评估对表面粗糙度(Surface Roughness)和导热系数(Thermal Conductivity)予以分析,再借助

声学空间模拟工具对混响时间 (Reverberation Time) 以及频率响应 (Frequency Response) 动态调控, 从而形成能够感知到的梯度变化, 构建“步履-触感-回音”的多维互动逻辑。

#### 第四幕: 包容 (多感官融合的终点驻留区)

包容性驻留区的空间设计运用多感官融合方法, 借助声景生态学与触觉感知的配合, 营造出超越单一感官的沉浸式体验。此区域运用动态声场调控技术, 把定向声源 (方向性声源) 与材质梯度的物理特性相结合, 形成可调节的声学边界 (可调声学边界), 让视障用户能经回声定位 (Echolocation) 来构建空间认知坐标。多感官刺激可有效调节自主神经系统应激反应。比如, 把热敏材料 (Thermo-responsive Materials) 和气味扩散装置 (Odor Diffusers) 集成起来, 空间温度变化以及芳香分子 (Aromatic Molecules) 的释放产生的同步反馈, 这会让嗅觉和触觉产生联觉 (Synesthesia), 这种跨感官映射 (Cross-sensory Mapping) 在提升环境认同感 (Environmental Identity) 方面作用显著。基于 Arduino 平台的实时交互系统, 会通过压力传感器 (压力传感器) 来捕捉用户的行为数据, 动态地优化声振反馈参数 (振动反馈参数), 从而对多感官融合评估框架 (多感官融合评估框架) 在包容性设计指标 (包容性设计指标) 中的有效性进行验证。

#### 5 跨学科技术创新: Arduino 原型验证与实证价值

##### 5.1 空间交互逻辑的物理转译需求

静态的绘图在呈现动态的感官体验方面有着明显的局限性, 它在二维平面里的固有特性难以把空间中的声景生态学 (Soundscape Ecology) 以及触觉感知 (Haptic Perception) 等非视觉要素的时序性与交互性完整地呈现出来。技术成为连接设计构想和实际体验的关键桥梁, 其必要性在于迫切需要实现空间交互逻辑的物理转译。比如, 传统图纸没法对材质粗糙度 (Surface Roughness) 和回声定位 (Echolocation) 之间的动态关联进行量化, 借助开源硬件 (像 Arduino) 构建交互原型, 能把抽象的空间叙事 (Spatial Narrative) 变成可测量的物理反馈

##### 5.2 “触感声景隧道”原型的搭建与运行机制

本研究借助 Arduino 原型系统构建非视觉感知空间的技术验证框架, 把传感器网络 (红外距离传感器、压阻式触觉反馈模块) 和实时数据处理算法 (FFT 频谱

分析、动态阈值滤波) 深度集成起来, 把多模态感知数据的闭环反馈机制构建起来。

## 6 结论

本研究借助系统剖析国内无障碍设计实践里的“视觉中心主义”掣肘, 指出其过度看重点状补偿设施, 致使体验碎片化的问题, 也以建筑现象学、声景生态学等跨学科理论作基础, 构建起从“功能补偿”迈向“感知赋能”范式转变的设计方法论体系。非视觉空间设计的最终完成是希望填补国内建筑领域在多感官空间营造方法论上的空白, 通过构建系统化的设计原则与策略, 为无障碍设计提供从理论到实践的完整转化方案, 并促使建筑学从视觉主导模式向多感官体验模式转变。

## 参考文献

- [1] 缪思齐. 感知建筑—基于感知的建筑空间体验研究[D]. 导师: 傅志前. 山东大学, 2017.
- [2] 谷文静. 基于知觉体验的建筑界面材质表现研究[D]. 导师: 郭晓君. 河北建筑工程学院, 2019.
- [3] 张婵媛. 基于尤哈尼·帕拉斯玛《肌肤之目》解读的实验性空间设计研究[D]. 导师: 韩巍. 南京艺术学院, 2022.
- [4] 孔亚璋, 邱明. 建筑空间的知觉体验——现象学与史蒂文·霍尔的建筑思想[J]. 山东建筑大学学报, 2011, 26(03): 209-214.
- [5] 岳舒忱, 彼得·卒姆托建筑氛围建构手法研究[D]. 导师: 顾小玲. 南京艺术学院, 2018.
- [6] 敬文东. 文学: 和嗅觉有关的人造空间[J]. 文艺争鸣, 2026, (02): 56-79.
- [7] 高静. 基于知觉现象学的建筑空间体验初探[D]. 导师: 孔宇航. 大连理工大学, 2010.
- [8] 王禹, 彼得·卒姆托空间和场所设计的现象学还原[D]. 导师: 施梁, 邹青. 南京工业大学, 2020.
- [9] 丁婧琳. 基于声生态学的城市景观设计策略探讨[J]. 鞋类工艺与设计, 2025, 5(16): 177-179.
- [10] 李剑晖. 基于五感体验的温泉休闲场所空间设计研究[D]. 导师: 宫艺兵. 东北林业大学, 2022.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS