

基于注意力焦点的学龄前儿童书籍分类图标设计研究

肖雪, 黄紫茜, 方浩*

武汉工程大学 艺术设计学院, 湖北 武汉 430205

DOI:10.61369/EST.2025060035

摘 要 : 在数字时代, 学龄前儿童与信息系统交互日益频繁, 公共图书馆等核心场域的儿童分类图标系统普遍存在与儿童认知特点不匹配的“双重脱节”(认知脱节、注意力脱节)问题, 制约儿童信息素养培养。本研究以皮亚杰认知发展理论、注意力理论、认知负荷理论为核心基础, 系统梳理国内外儿童信息需求与信息行为、图标设计核心维度与认知适配性、量化研究方法与技术应用的研究现状, 指出当前研究在场景生态效度、语义设计量化标准、技术应用深度、干预性实验等方面的核心缺口。在此基础上, 提出以公共图书馆为真实实验场景, 整合眼动追踪与脑电技术, 构建“3–6岁儿童年龄细分+场景化语义关联+注意力焦点量化引导”分类图标设计框架的研究定位, 为解决“双重脱节”问题提供了从理论、方法到实践的系统性方案, 其成果可为公共图书馆、儿童博物馆等场景提供科学指导。

关 键 词 : 儿童分类图标; 注意力焦点; 皮亚杰认知发展理论; 认知负荷; 眼动追踪

The Research on Children’s Classification Icon Design Based on Attention Focus

Xiao Xue, Huang Zixi, Fang Hao*

School of Art and Design, Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei 430205

Abstract : In the digital age, preschool children interact with information systems with increasing frequency. However, the children's classification icon systems in core fields such as public libraries generally suffer from "double disconnection" (cognitive disconnection and attention disconnection) that fails to match children's cognitive characteristics, restricting the cultivation of children's information literacy. Based on Piaget's cognitive development theory, attention theory, and cognitive load theory as core foundations, this study systematically sorts out domestic and international research status of children's information needs and behavior, core dimensions of icon design and cognitive adaptability, quantitative research methods and technical applications, and points out core gaps in current research, including scenario ecological validity, quantitative standards for semantic design, depth of technical application, and intervention experiments. Building upon this foundation, the research proposes a framework centred on public libraries as authentic experimental settings. By integrating eye-tracking and electroencephalography (EEG) technologies, it constructs a categorised icon design framework for children aged 3–6 years. This framework incorporates age segmentation, scenario-based semantic associations, and the quantification of attention focus to guide design decisions. It offers a systematic solution addressing the ‘dual disconnect’ problem, spanning theory, methodology, and practical implementation. The outcomes provide scientific guidance for settings such as public libraries and children's museums.

Keywords : children's classification icon; attention focus; Piaget's cognitive development theory; cognitive load; eye-tracking

引言

在数字时代, 学龄前儿童(3–6岁)与信息系统交互日益频繁, 公共图书馆作为信息素养启蒙关键空间, 其服务设计的适龄性与有效性正面临显著挑战。当前公共图书馆中的儿童图标系统(图书检索、区域导视)普遍存在与儿童认知不匹配的“双重脱节”问题^[2](王翩然, 2018)。首先, 现有图标设计系统沿用成人“学科/主题分类”图标, 如抽象“历史”文字代表历史绘本, 与儿童生活经验关联

基金项目: 第十四届研究生创新基金项目“基于注意力焦点的儿童分类图标设计研究”(项目编号: CX2024228)。此论文由武汉工程大学研究生基金资助。
作者简介: 肖雪(1999–), 女, 汉族, 湖北武汉人, 硕士研究生, 单位: 武汉工程大学, 研究方向: 人智交互设计。
通讯作者: 方浩(1975–), 男, 汉族, 湖北武汉人, 教授, 博士生导师, 单位: 武汉工程大学, 研究方向: VR创意工程、人智交互设计、位置导航信息设计。

式认知相悖。儿童更倾向通过动物角色、颜色等具象元素开展检索，认知错位导致搜索效率低下。其次，儿童注意力具有时长短、易受干扰的发展特征，现有设计常过度追求抽象美学表达，增加其认知负荷。研究表明，不匹配的图标设计显著增加了儿童的认知负荷与操作错误率。此外，当前“注意力-认知-图标设计”跨维度研究不成熟，多数停留在眼动行为的现象描述，未剖析神经逻辑，难以形成眼动指标-设计优化闭环。本研究旨在通过构建科学的图标设计框架，提升儿童信息检索效率、降低认知负担。研究将结合多学科理论与技术，揭示设计对儿童注意力的深层调控机制，推动儿童成为主动的信息探索者。

一、理论基础

（一）儿童认知特征与信息需求

皮亚杰认知发展理论聚焦2-7岁儿童“前运算阶段”的认知特征，该阶段儿童思维的三重核心特征直接制约对图标的理解与认知。其一，儿童思维具有显著的具象思维特征，其认知活动高度依赖感官经验与实体感知，难以理解脱离现实原型的抽象图标，而借助实体原型辅助解读，可有效降低认知障碍，为图标设计的具象化导向提供了明确理论依据。其二，儿童认知存在自我中心倾向，即习惯以自身经验理解世界，图标语义需贴合儿童日常认知范畴。其三，儿童具有泛灵论认知特点，倾向于将无生命物体赋予情感与生命特征，基于此的拟人化图标设计可显著增强儿童与图标的情感联结^[2]（王翩然，2018）。

与此对应，儿童信息需求为儿童分类图标的设计提供了重要的用户洞察。Virginia A. Walter（1994）指出，儿童信息需求具多样性，学龄前以感官体验驱动为主，学龄转向目标导向驱动；Wang等（2021）发现，3-6岁幼儿检索图画书时具有具象偏好，具象图形识别准确率比抽象符号高42%，优先通过听觉元素搜索，还存在颜色优先等特征^[3]。王翩然（2018）通过马赛克法观察发现，4-6岁儿童对红色、黄色等高辨识度基础色的关注优先级显著高于复杂色彩，颜色对比可使视觉搜索时间缩短35%，错误选择率降低28%^[2]。

然而，现有研究与实践存在明显脱节：在系统层面，忽视了CCBS等分类系统与儿童认知特征的适配性，导致分类标识与用户需求严重脱节，儿童检索成功率低；在设计元素层面，对“卡通化”、“写实主义”等核心风格缺乏统一界定，且对色彩饱和度如何影响儿童注意力的深层机制探索不足，使设计实践缺乏科学依据。

（二）儿童注意力焦点

儿童注意力焦点的形成与调控，核心机制在于其与认知图式的深度绑定。据^[1]《沉默的艺术意识科学基础理论》所述，儿童注意力的“选择性聚焦”聚焦并非随机发生，而是依赖已有认知图式的激活，当外部刺激与认知图式相匹配时，注意力资源会优先分配，进而缩短信息处理时间、提升认知效率。Yang & Wang（2024）的眼动实验研究发现，与认知图式匹配的具象图标，可显著减少儿童的眼跳频率，使注意力更稳定地聚焦于目标图标，间接证明了认知图式对注意力焦点的引导作用^[7]。

从图标设计实践视角看，儿童注意力焦点的引导需兼顾“无意注意捕获”与“有意注意维持”的协同。一方面，无意注意的触发依赖图标视觉特征的显著性，如高饱和度色彩、夸张造型等，此类元素可快速吸引儿童目光，成为注意力的初始切入点；

但另一方面，若仅追求视觉显著性而忽视语义关联性，会导致注意力引导的“断裂”，反而会因无关视觉刺激增加外部认知负荷，最终造成注意力分散或错误选择。

儿童注意力焦点的有效引导，本质是视觉显著性触发与认知图式激活的协同过程。唯有使图标设计既具备捕获无意注意的视觉特征，又能通过语义关联激活儿童认知图式以维持有意注意，才能实现注意力焦点的精准定位与稳定维持，为提升儿童与图标交互的效率奠定基础。

（三）认知负荷理论

认知负荷理论为评估图标设计的有效性提供了关键视角，其核心在于最小化由设计不当所引发的“外部认知负荷”。该理论认为，儿童有限的工作记忆资源应被用于理解信息内容本身，而非消耗在解读设计混乱的界面上。当图标设计过于抽象或视觉信息混乱时，儿童被迫投入额外的精神努力去进行联想和解码，这种不必要的心理消耗即为外部认知负荷，最终导致儿童的反应时间变长、错误率升高、甚至放弃任务。

二、国内外研究现状

（一）图标设计核心维度与认知适配性研究

1. 语义距离与隐喻设计的影响

语义距离是图标与所指代功能间关联程度的核心量化指标，Yang & Wang（2024）将语义距离分为“直接/间接/无关联”三层，3-4岁仅能识别直接关联图标，对间接关联的识别准确率不足50%。5-6岁虽理解间接关联，但需额外1.5倍注意力；王露露（2023）的研究表明，具象隐喻，如“兔子轮廓”代表动物绘本，可降低认知负荷，兴趣区注视点数比抽象隐喻少68%^[6]。然而，Yang & Wang（2024）虽量化语义距离对眼动指标的影响，但未建立“年龄-语义距离-注意力焦点引导效率”系统对应模型，图标语义设计缺乏统一可操作标准，实践停留在经验判断阶段^[7]。

2. 视觉与情感化元素的作用

在风格造型层面，放大关键特征、简化细节的卡通化风格更适配3-6岁儿童，注意力保持时长多32%；保留现实原型核心特征的写实风格则更适配7-12岁学龄儿童，科普检索错误率控制在18%，显著低于卡通化风格的35%，这与学龄儿童认知向抽象逻辑过渡的发展特征一致。

色彩饱和度的设计效果受“短期吸引”与“长期维持”双重需求影响，高饱和色彩（纯红、纯黄）虽能短暂唤醒视觉注意，但易致视觉疲劳，严虎（2023）的研究显示，儿童注视高饱和图标1.5分钟后，视觉疲劳率可达62%，而低饱和色彩（浅红、浅

蓝)可延长注意力时长 40%，且当图标色彩与图书馆区域色彩四配时，可使儿童对图标的首次注视时间缩短 40%，进一步提升认知效率^[5,6]。

(二) 量化研究方法与技术应用

当前儿童分类图标设计的量化研究中，眼动追踪技术是应用最广泛的评估手段，其核心价值在于通过客观行为指标捕捉儿童与图标交互时的注意力分配规律，可记录注视时长、眼跳频率等(Yang & Wang, 2024)，但其仅能对儿童注意力行为进行现象描述，无法深入揭示行为背后的神经认知机制^[7]。此外，脑电图(EEG)技术通过测量大脑在认知活动中产生的微弱电信号，可以直接洞察用户的神经层面状态。它能够精准捕捉注意力波动、信息编码等快速变化的认知过程；并通过分析事件相关电位(ERPs)或特定脑电波段的能量变化，有效量化用户的注意力集中程度与认知负荷，但在儿童分类图标设计领域的应用仍处于空白状态，技术应用深度不足成为制约研究突破的关键因素。

三、讨论

(一) 图标设计的认知有效性

儿童分类图标设计的核心挑战，源于其认知发展阶段的独特性。前运算阶段(2-7岁)的儿童思维以具象性与自我中心性为显著特征，这从根本上决定了图标的认知有效性并非取决于其抽象的美学价值，而在于其语义能否与儿童已有的认知图式建立直接且稳固的映射关系。语义距离遥远的抽象图标会迫使儿童消耗额外的认知资源进行复杂的联想和推断，这直接增加了外部认知负荷，导致信息搜索效率降低、错误率升高。

从认知加工的角度来看，图片图标需要通过视觉路径进入儿童的认知加工系统，经过感知、识别、意义联系等多个环节才能形成理解。当图标过于复杂或缺乏与其已有经验的意义联系时，就会迫使他们投入额外的注意力进行逻辑思考，从而增加内在的精神压力。因此，在儿童图标设计中，抽象图标会儿童消耗本不必要的认知资源去进行联想，这无疑会增加其认知负荷，最终降低信息识别的效率。

具象化与拟人化的设计策略，其本质并非单纯的风格趋向，而是降低外部认知负荷、确保使注意力聚焦“识别、选择”任务的必要路径。通过优化图标设计来有效降低儿童的认知负荷，从

而间接提升其注意力焦点引导效率和任务绩效。

(二) 注意力引导的双重机制

在确保了语义通达的基础上，图标设计需兼顾“无意注意捕获”与“有意注意引导”。仅追求视觉显著性虽能吸引无意注意，但忽略语义关联性，无法引导有意注意，短期吸引眼球后，因无法激活认知图式，反而增加外部认知负荷，导致注意力分散或错误选择。唯有两者协同，才能提升信息处理效率。

事实上，这种将视觉元素(风格、色彩)与内容语义(绘本、科普)进行协同设计的逻辑，在儿童出版领域已初见端倪，如面向3-6岁儿童的绘本多采用低饱和暖色调搭配卡通形象，而5-12岁的科普读物则偏好用低饱和和冷色调呈现写实内容。然而，这些实践多依赖于行业经验，缺乏系统性的理论与数据支撑。

(三) 构建“行为-神经”双重证据链的评估体系

现有眼动追踪技术无法从“行为-神经”双层面揭示注意力焦点引导逻辑，与EEG相结合，能够将外显的视觉行为与内隐的神经加工过程进行同步关联，从而构建一个更全面、更立体的评估框架。整合眼动与EEG，从“行为-神经”双层面揭示注意力引导逻辑。

四、结语

针对“3-6岁儿童”分类图标设计中的“双重脱节”问题，本研究的核心结论如下：1. 设计的根本在于认知有效性：研究明确，儿童图标设计的核心是确保语义与儿童认知图式的直接映射，而非抽象的美学表达。具象化与拟人化策略是降低儿童“外部认知负荷”的必要路径。2. 注意力引导需采用双重协同机制：成功的图标设计必须协同无意注意捕获与有意注意维持。这为儿童出版等领域依赖经验的设计实践，提供了系统性的理论框架。3. 评估体系需构建“行为-神经”双重证据链：为克服现有单一行为学研究的局限，本文通过整合眼动追踪与脑电技术的评估体系，能从内在机制层面更科学地指导设计优化。

综上，本研究提出的“3-6岁儿童年龄细分+场景化语义关联+注意力焦点量化引导”框架，为解决“双重脱节”问题提供了从理论、方法到实践的系统性方案，其成果可为公共图书馆、儿童博物馆等场景提供科学指导。

参考文献

- [1]《沉默的艺术意识科学基础理论》编写组. 沉默的艺术意识科学基础理论[M]. 北京：高等教育出版社，2020：89-92.
- [2]王翩然. 学龄前儿童图书馆认知与信息交互行为研究[D]. 武汉：武汉工程大学，2018.
- [3]Wang P, Ma Y, Xie H, et al. “There is a gorilla holding a key on the book cover”：Young children’s known picture book search strategies[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2021, 73: 45-57.
- [4]张滢，邵将. 图标语义距离对认知负荷影响的研究进展[J]. 机电产品开发与创新，2022, 35(04): 174-177.
- [5]严虎. 儿童色彩认知与视觉疲劳关联研究[J]. 心理科学，2023, 46(2)：412-418.
- [6]王露露. 儿童图标设计中隐喻类型与可用性研究[D]. 杭州：浙江工业大学，2023.
- [7]Wang P, Sun X, Wang Y. An Exploratory Study on a Physical Picture Book Representation System for Preschool Children[C]. iConference, 2024.