

青少年使用 AI 辅助环保的意愿影响机制探究

Exploring the Influencing Mechanisms of Adolescents' Intentions to Use AI to Support Environmental Protection

杜明悦^{1*}, 王兴伟^{2*}

¹ 湖南大学教育科学研究院

² 清华大学环境学院

* dmy2377992105@163.com

* wang-xw22@mails.tsinghua.edu.cn

【摘要】 人工智能（AI）为环境保护教育注入了新动力,同时也呼吁教育研究者重新审视其带来的深远影响。

青少年既是环保知识的主要受众,也是未来绿色创新的重要推动者。因此,本研究整合技术接受与使用统一理论、21 世纪核心素养框架,探讨了影响青少年在环境保护中接受和使用 AI 技术意图的因素。结果表明,社会影响、促进条件、努力期望、绩效期望、知识理解与应用能力、批判性思维、创造力显著影响行为意图,沟通合作能力与行为意图间无显著关联。

【关键词】 人工智能; 环境保护教育; 技术接受与使用统一理论; 21 世纪核心素养框架; 意图

Abstract: Artificial intelligence (AI) is revitalizing environmental protection education and prompting researchers to reconsider its broader impacts. Adolescents are both key recipients of environmental knowledge and future drivers of green innovation. This study integrates the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology with the 21st century core competencies framework to examine factors shaping adolescents' intentions to adopt and use AI in environmental protection. Results show that social influence, facilitating conditions, effort expectancy, performance expectancy, knowledge understanding and application, critical thinking, and creativity significantly predict behavioral intention. Communication and collaboration is not significantly related.

Keywords: artificial intelligence, environmental protection education, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, 21st century core competencies framework, intention

1. 引言

人工智能（AI）凭借其高效整合海量数据、优化决策过程、提供精准预测等优势,正逐渐成为推动环境保护创新的关键驱动力 (Wang et al., 2024)。然而,要推动 AI 技术的广泛应用,仍需培养具备跨学科知识和实践能力的复合型人才。但在实际学习和应用 AI 技术解决环境问题,青少年仍面临诸多障碍 (Kim, 2024)。首先,外部资源不足、课程内容局限和缺乏实践机会,导致许多学生难以掌握 AI 技术在复杂问题中的应用方法。其次,青少年普遍缺乏跨学科知识整合能力,对 AI 的理解和应用认知存在局限,这些内在能力限制了其学习动机和参与效果。

技术接受与使用统一理论 (UTAUT) 模型揭示了绩效期望、努力期望、社会影响、促进条件因素对技术接受的影响 (Wu et al., 2022)。然而,单纯从 UTAUT 的视角分析技术接受,不能全面解释个体在复杂环境问题中的行为表现 (Dwivedi et al., 2019)。作为一种高度跨学科的应用,环境保护不仅要求学生对技术潜力具备正确认知,还需要发展创造力、批判性思维、沟通合作能力和知识理解与应用能力等 21 世纪核心素养。这些因素能够弥补 UTAUT 在解释适应性角色转变和跨学科知识整合中的局限性,全面揭示青少年在环境保护中的 AI 应用意图。

本研究基于 UTAUT 模型,结合 21 世纪核心素养框架,建立了综合理论模型,用以探讨青少年接受和使用 AI 技术意图的影响因素及影响路径。本研究不仅扩展了技术接受理论的适用范围,还为 AI 技术在环境教育中的实际应用提供了实践指导。这将为培养 AI+环境复合型人才提供理论支持和实证依据,并为 AI+环境教育课程设计者与教育决策者提供参考。

2. 文献综述

2.1 研究框架构建

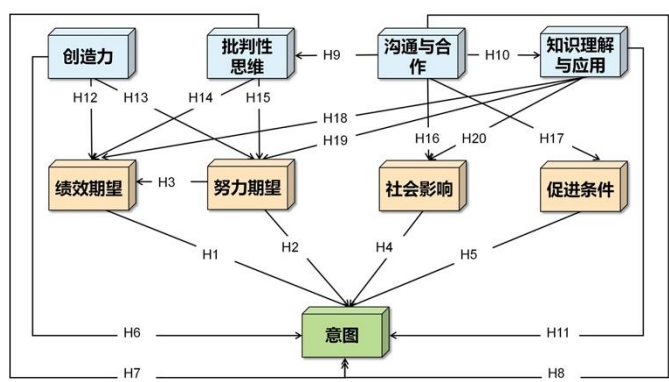
近年来,UTAUT 已成为解释技术接受和使用行为的重要理论 (Wu et al., 2022)。然而,运用 AI 技术应对环境问题是一个涉及技术、认知、素养和行为意图的复杂过程 (Kelly et al., 2023)。UTAUT 模型强调外部因素如社会影响和促进条件等因素对技术接受的影响,但它较少考虑个体的内在素养在行为决策中的作用。21 世纪核心素养则强调了人们为适应时代变化和未来发展应该具备的关键素养对行为的影响 (van Laar et al., 2017)。这些内部素养在帮助个体判断 AI 技术在环境问题中的应用价值和实施潜力方面发挥重要作用。

2.2 模型假设

本文设计了 H1、H2、H4、H5 检验 UTAUT 中因素与意图的关联。努力期望影响绩效期望 (Abbad et al., 2009) (H3)。本文设计了 H6、H7、H8、H11 检验创造力、批判性思维、沟通与合作、知识理解与应用能力与意图间的关联。高级心理机能如批判性思维和推理能力源于社会交往,并内化为个体认知 (Vygotsky, 1987) (H9,H10)。创造力是预测个体对新技术的感知行为控制的重要因素 (Rahimi & Tafazoli, 2022) (H12, H13)。具有批判性思维的个体能够批判地评估技术的价值和效果 (Sönmez, 2021) (H14, H15)。较高的沟通与合作能力能够提升个体的影响力和获得的技术资源 (Rahimi & Tafazoli, 2022) (H16, H17)。对技术的理解能够提升对技术便利性和适应性的认知 (Kim, 2024) (H18,H19)。此外,传授技术知识的人往往具有较高影响力 (Bastow, 2014) (H20)。假设关系如图 1 所示。

图 1

假设关系图



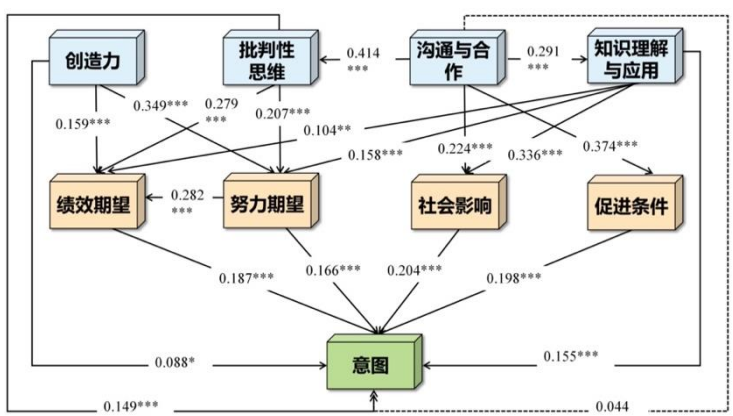
3. 研究方法

量表第一部分收集人口统计学数据,第二部分使用 5 分李克特量表测量 9 个维度下的 37 个题项。本文采用目的性抽样,以确保学生具备环保与 AI 基础。调查在中国华东地区的 AI 环保教育示范区内开展,共收回 661 份有效量表,学生年龄为 12-18 岁。

4. 研究结果

Kaiser-Meyer-Olkin = 0.897 > 0.7,数据适合做因子分析。旋转后的成分矩阵显示,因子负荷在 0.715~0.903 之间,题项与因子间相关性较强。CMIN/DF = 2.315 < 3, RMSEA = 0.045 < 0.1, CFI = 0.955 > 0.9, NFI = 0.924 > 0.9, TLI = 0.950 > 0.9, IFI = 0.955 > 0.9, 测量模型适配度较优。标准化载荷系数在 0.709~0.909 内,结构效度良好。AVE 值均大于 0.5,CR 值均高于 0.7,聚合效度良好。Cronbach's α 均高于 0.7,量表信度较好。因子的 AVE 平方根值高于因子间相关系数绝对值的最大值,区分效度良好。CMIN/DF = 2.686, RMSEA = 0.051, CFI = 0.941, NFI = 0.910, TLI = 0.935, IFI = 0.941, 结构模型拟合度良好。20 个假设中 19 个得到支持 (见图 2)。

图 2
假设检验结果



5. 讨论

社会影响和促进条件对青少年在环境保护中接受和使用 AI 技术的意图有正向影响。这是因为社会影响和促进条件营造的支持性环境能增强社会规范,提升青少年的认知安全感和自我效能,从而减少其对新技术的抵触情绪 (Wu et al., 2022)。教师应当培养学生应对环境挑战的资源整合能力,教会学生如何获取社会资源。努力期望和绩效期望影响意图。当青少年感知到 AI 使用难度较低且其具有实用价值时,意图会增强 (Wu et al., 2022)。同时,努力期望影响绩效期望。未来课程应融入真实的问题情境,帮助学生获得成就体验,提升绩效期望和努力期望。

沟通合作能力未直接影响意图。数字素养领域的研究也发现,沟通合作能力没有直接影响信息和通信技术整合的意图(Rahimi & Tafazoli, 2022)。这可能因为沟通合作能力更多涉及人际交往与集体协作,与心理归属感关联较弱,而 AI 技术的接受与使用更依赖个体认知能力与自我效能感。例如,知识理解与应用能力、批判性思维和创造力等认知与创新素养正向影响青少年对 AI 技术在环境保护中的接受和使用意图。这些结果验证了心理所有权理论中自我身份与控制感对意图的核心作用 (Pierce et al., 2001)。知识理解与应用能力、批判性思维和创造力通过帮助青少年掌握 AI 技术的原理与应用情境,提升其解决复杂问题的能力,激发创新性思维,强化了他们对 AI 技术的心理归属感。这种归属感增强了青少年在技术使用过程中的自主性与控

制感,帮助他们构建身份认同,从而提升其意愿。因此,在课程设计中,应注重培养青少年的认知与创新素养,以增强他们的技术接受度和使用意图,从而促进 AI 技术在环境保护中的应用。

沟通合作能力直接影响批判性思维、知识理解与应用能力、社会影响和促进条件。这表明,沟通合作能力虽未直接影响意图,但间接强化了意图的影响因素。课程设计可把沟通合作嵌入探究与协作任务中,作为提升关键认知因素的支架。创造力能够预测绩效期望和努力期望。这验证了高创造力水平的个体会对自身能力、投入的成果效用保持更高的期望 (Rahimi & Tafazoli, 2022)。因此,可通过开放式任务与项目化学习强化创造力。批判性思维对绩效期望和努力期望也有显著影响。这与批判性思维更强的个体对成果效用和努力预期更高的研究结果一致 (Sönmez, 2021)。教师可通过证据辨析、分析讨论等方式,帮助学生形成更清晰的绩效判断并降低使用疑虑。知识理解与应用能力不仅直接影响绩效期望和努力期望,还对社会影响产生影响。这验证了知识在个人发展与社会关系中的核心作用 (Bastow, 2014)。因此,应围绕真实生态议题开展实践,配合智能反馈与成果展示,促进知识迁移并强化社会支持感。

6. 参考文献

- Abbad, M. M., Morris, D., & de Nahlik, C. (2009). Looking under the Bonnet: Factors Affecting Student Adoption of E-Learning Systems in Jordan. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 10(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i2.596>
- Bastow, S. (2014). The impact of the social sciences: How academics and their research make a difference. *SAGE Publications Ltd*. <https://doi.org/10.4135/9781473921511>
- Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Jeyaraj, A., Clement, M., & Williams, M. D. (2019). Re-examining the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): Towards a Revised Theoretical Model. *Information Systems Frontiers*, 21(3), 719-734. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9774-y>
- Kelly, S., Kaye, S.-A., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review. *Telematics and Informatics*, 77, 101925. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101925>
- Kim, J. (2024). Types of teacher-AI collaboration in K-12 classroom instruction: Chinese teachers' perspective. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12523-3>
- Pierce, J. L., Kostova, T., & Dirks, K. T. (2001). Toward a Theory of Psychological Ownership in Organizations. *Academy of Management Review*, 26(2), 298-310. <https://doi.org/10.5465/AMR.2001.4378028>
- Rahimi, A., & Tafazoli, D. (2022). The role of university teachers' 21st-century digital competence in their attitudes toward ICT integration in higher education: Extending the theory of planned behavior. *The JALT CALL Journal*, 18, 238-263. <https://doi.org/10.29140/jaltcall.v18n2.632>
- Sönmez, E. (2021). Technology-Enhanced CT: A Systematic Review. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100913. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100913>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Vygotsky, L. S. (1987). *The Collected Works of L. S. Vygotsky* (Vol. 1). New York: Plenum Press.

- Wang, Q., Li, Y., & Li, R. (2024). Ecological footprints, carbon emissions, and energy transitions: the impact of artificial intelligence (AI). *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1043. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03520-5>
- Wu, W., Zhang, B., Li, S., & Liu, H. (2022). Exploring Factors of the Willingness to Accept AI-Assisted Learning Environments: An Empirical Investigation Based on the UTAUT Model and Perceived Risk Theory. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.870777>