

AI-TPACK理论视阈下的中小学教师智能素养 框架及其培养路径研究

朱勤美

湖州师范学院教师教育学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2026年1月20日; 录用日期: 2026年2月19日; 发布日期: 2026年2月25日

摘要

随着人工智能技术与教育的深度融合, 教师智能素养已成为推动教育数字化转型的核心命题。针对当前教师智能素养培育中存在的理论认知与实践应用非同步、培训供给同质化以及技术伦理缺位等问题, 本研究引入AI-TPACK理论, 在深入剖析智能时代教师角色转型需求与素养内涵演进的基础上, 系统构建了包含智能技术认知、智能教学能力、智能内容整合与智能伦理素养的双圈层协同框架。据此, 研究进一步提出分层级研修体系构建、基于实证课例的实践迭代以及评价保障机制完善的系统化培养路径, 并结合小学数学教学实证案例, 剖析了AI-TPACK从理论架构向教学行为转化的具体机制, 为建设高素质专业化创新型教师队伍提供学理支撑与实践参照。

关键词

AI-TPACK, 教师智能素养, 框架构建, 培养路径

Research on the Intelligent Literacy Framework and Cultivation Path of Primary and Secondary School Teachers from the Perspective of AI-TPACK Theory

Qinmei Zhu

College of Teacher Education, Huzhou University, Huzhou Zhejiang

Received: January 20, 2026; accepted: February 19, 2026; published: February 25, 2026

Abstract

With the deep integration of artificial intelligence technology and education, teachers' intelligent literacy has become the core proposition to promote the digital transformation of education. Aiming at the problems existing in the cultivation of teachers' intelligent literacy at present, such as asynchronous theoretical cognition and practical application, homogeneous training supply, and absence of technical ethics, this study introduces AI-TPACK theory, and systematically constructs a double-circle collaborative framework including intelligent technology cognition, intelligent teaching ability, intelligent content integration and intelligent ethical literacy. Accordingly, the research further puts forward a systematic training path of hierarchical training system construction, practice iteration based on empirical lesson examples and perfect evaluation guarantee mechanism. Combined with the empirical cases of primary school mathematics teaching, this paper analyzes the specific mechanism of AI-TPACK's transformation from theoretical framework to teaching behavior, and provides theoretical support and practical reference for building a high-quality professional and innovative teacher team.

Keywords

AI-TPACK, Intelligent Literacy of Teachers, Framework Construction, Cultivation Path

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

党的二十大报告明确提出推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国。随着生成式人工智能技术的迭代升级，教育数字化转型已超越基础设施建设阶段，进入教育生态重塑的核心区。2025年发布的《教育强国建设规划纲要(2024~2035年)》将“人工智能驱动教育变革”列为重点攻坚任务[1]，教育部随后出台的指导意见进一步确立了提升教师数字素养的制度化规范[2]。在这一宏观背景下，中小学教师的角色正经历着从传统的知识传授者向智能教学协同者的根本性转变。这种转变不仅要求教师掌握智能工具的操作技能，更要求其具备在人机协同环境下重构教学流程、创新评价方式以及规避伦理风险的综合智慧。可以说教师智能素养已成为衡量教育现代化水平的关键指标，也是落实立德树人根本任务的重要保障。

然而，当前的教育实践领域中，宏观政策愿景与微观教学现实之间仍存在显著差距。部分教师对人工智能的认知局限于工具操作层面，缺乏对算法逻辑与教育原理深度融合的理解，导致应用中容易陷入盲目依赖或技术恐惧的极端；技术应用常呈现为与学科教学的机械叠加，未能真正通过技术破解学科教学的难点。在数据采集日益常态化、算法决策日益隐性的背景下，教师对于数据隐私保护、算法偏见识别等伦理问题的敏感度普遍不足，难以有效规避技术异化带来的育人风险[3]。面对这一现实困境，单纯延续工业时代的教师能力标准已难以适配智能时代的需求，亟需引入新的理论视角对教师智能素养进行系统性重构。由此本研究引入 AI-TPACK 理论旨在构建一个具有理论厚度与实践张力的智能素养框架，并探索一条可复制、可推广的闭环培养路径，以期为填补政策要求与实践能力间的鸿沟提供学理支撑与实证方案。

2. 研究综述及理论基础

2.1. 教师智能素养的研究现状与不足

学界关于教师智能素养的研究经历了从“计算机素养”到“信息素养”再到“数字素养”及至“智能素养”的演进过程，这一概念的变迁，折射出技术与教育融合深度的不断拓展。目前，国内外已发布多项标准框架：欧盟发布的《教育者数字素养框架》(DigCompEdu)及我国的《教师数字素养》行业标准，这些标准主要从数字化意识、技术知识与技能、数字化应用、社会责任等维度进行规范。然而，现有研究在理论深度与学科適切性上仍存在局限：一是学科缺位，大量研究倾向于提取通用的智能技术技能，而忽视了技术如何渗透到具体学科的教学逻辑中，导致素养框架过于泛化，难以指导具体学科的教学改革[4]；二是伦理虚化，虽然大多数框架都提及了伦理，但缺乏在具体教学决策中的实操性指引，未能形成对技术权力的有效制约。这些不足导致现有框架难以有效指导智能时代的教学实践，亟需进行系统性重构。

2.2. AI-TPACK 理论的内涵与发展

TPACK (整合技术的学科教学知识)理论由米什拉和科勒(Mishra & Koehler)于 2006 年提出，强调技术、教学法与学科内容的动态融合。随着智能技术的发展，闫志明等学者在此基础上注入人工智能内涵，提出 AI-TPACK 新框架，实现了从“技术整合”向“智能协同”的范式跃迁[5]。

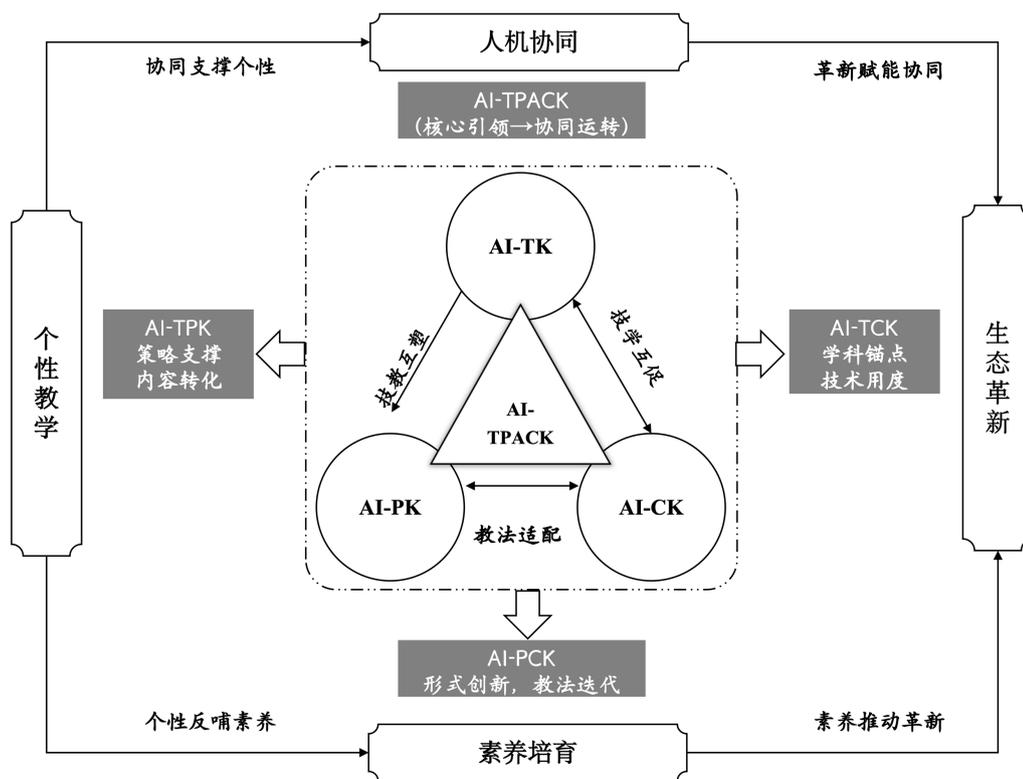


Figure 1. AI-TPACK three-layer structure diagram

图 1. AI-TPACK 三层结构图

如图 1 所示，该理论的核心突破在于强调要素融合的动态性与技术介入的内生性。在 AI-TPACK 视阈下，智能技术(AI-TK)不再仅仅是辅助教学的外部工具，而是作为核心要素渗透于教学全流程。它通过

技教互塑即智能技术改变教学流程，同时教学需求反向塑造技术应用；以及技学互促即智能技术重构学科知识的表征形式，降低认知负荷，而学科逻辑反向引导技术的应用深度，二者共同重塑了教学知识的生成逻辑。这种“内生性”意味着教师不能只懂技术操作，必须理解技术如何改变知识的表征方式(AI-TCK)以及如何改变教学的策略(AI-TPK)，这一理论特性使其成为构建中小学教师智能素养框架的理想分析工具，能够有效支撑教师从单一技术操作向系统性知识整合能力的跨越。

3. 中小学教师智能素养双圈层协同框架构建

基于 AI-TPACK 理论的内涵界定，本研究通过要素提取与结构整合，构建中小学教师智能素养双圈层协同框架。该框架在空间形态上呈现为同心双圈层结构，遵循“技术为基、教学为体、伦理为核”的原则，强调各要素之间通过动态协同机制形成有机整体。

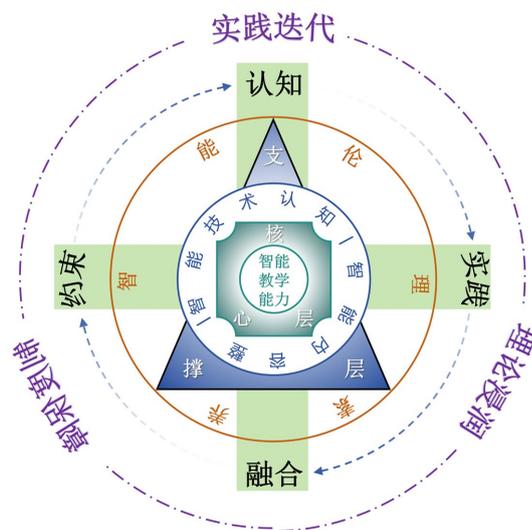


Figure 2. Framework diagram of “double-circle collaboration” of primary and secondary school teachers’ intelligent literacy
图 2. 中小学教师智能素养“双圈层协同”框架图

3.1. 智能素养框架结构与内涵解析

内圈层(核心层): 聚焦“智能教学能力”的实践落地，体现“教学为体”的核心地位。作为技术认知与内容整合向教学效能转化的枢纽，这一层直接反映素养的实践价值，涵盖人机协同教学设计、智能评价工具应用等具体能力。中圈层(支撑层): 包含“智能技术认知”与“智能内容整合”，二者分别从技术基础与学科深度两个维度为核心层提供支撑。其中，智能技术认知呼应“技术为基”的逻辑，为核心层提供工具与原理支撑；智能内容整合则是“教学为体”在学科层面的深化，确保核心层的教学实践扎根学科本质。外圈层(约束层): 以“智能伦理素养”为边界，通过全程价值校准确保技术应用与教学革新不偏离育人本质。这一层贯穿内、中圈层的所有环节，从技术选择、教学实施到内容整合，均渗透伦理审查与价值判断，彰显“伦理为核”的导向功能。各圈层通过“认知-实践-融合-约束”的逻辑链形成动态闭环，这种结构设计既确保了要素间的系统性关联，又通过动态互动机制适配智能教育场景的复杂性与多变性，为教师智能素养的评估与培育提供了清晰的框架指引。

3.2. 智能素养框架要素与内涵解析

智能技术认知：作为素养体系的根基性要素，其核心功能是为教师提供理解人工智能技术的认知基

基础,这一要素体现了“技术为基”的逻辑起点,强调了教师在面对快速发展的技术环境时,必须具备一定的技术素养。智能技术认知通过深度阐释机器学习、自然语言处理等人工智能技术的理论机理,精准界定其应用边界与效度范围,知道何时该用 AI 提效,何时必须依靠人来育人[6],有效支撑 AI-TPACK 基础层中 AI 技术知识(AI-TK)、教学法知识与人工智能的整合(PK-AI)及学科知识(CK)的协同融合。这一要素涵盖对人工智能技术的原理性理解、教育智能工具的功能掌握及技术应用边界的判断,为教师合理运用智能技术提供认知前提,避免技术应用的盲目性。

智能教学能力:作为素养体系的核心要素,其核心功能是实现技术认知向教学实践的转化,这一要素体现了“教学为体”的逻辑核心,强调了教师需将智能技术深度融入教学全过程以提升实践效能。智能教学能力通过将 AI-TPACK 整合层的复合知识(AI-TPK、AI-TCK)转化为具体教学行为,将智能技术系统融入备课、授课、评价等教学全流程,彰显技术应用的操作价值与转化效能。这一要素涵盖基于智能工具的学情诊断、人机协同的教学活动设计、数据驱动的教学调整等实践能力。这一要素为技术赋能教学提供实践载体,确保智能技术真正服务于教学质量提升。

智能内容整合:作为素养体系的关键性要素,其核心功能是实现智能技术与学科内容的深度耦合,这一要素体现了“教学为体”的深化逻辑,强调了技术应用必须扎根学科本质以避免形式化倾向。智能内容整合通过基于学科知识结构(如语文的文本解读维度、数学的逻辑推理链)解构技术赋能的切入点,优化 CK、AI-TK 与 PK-AI 的交互机制,确保技术应用服务于学科核心素养培育。这一要素涵盖学科知识的智能化呈现设计、跨学科内容的技术整合策略、基于学科特点的智能工具适配选择等能力,能为技术应用提供学科锚点,保障智能教学的实质成效。

智能伦理素养:作为素养体系的保障性要素,其核心功能是规范智能技术应用的伦理边界,这一要素体现了“伦理为核”的逻辑底线,强调了技术革新必须以守护教育本质为前提。智能伦理素养通过贯穿于 AI-TPACK 各层级知识交互过程,在技术认知阶段审视算法偏见,在教学实践阶段建立数据隐私保护机制,在内容整合阶段平衡技术应用与人文关怀。这一要素涵盖教育数据采集的“最小必要原则”遵守、算法公平性的审查修正、师生情感互动的技术替代风险规避等伦理判断能力,为智能技术应用划定价值边界,确保教育技术革新不偏离育人本质。

上述四项显性要素并非静态叠加,而是由智能技术认知引领实践、在教学应用中深化融合、以伦理素养校准方向的动态协同隐性机制。显性要素与隐性机制的有机统一,共同驱动教师智能素养体系的螺旋上升。

4. 中小学教师智能素养的培养路径

针对当前教师智能素养培育中存在的理论与实践非同步、培训供给同质化等问题,本研究依据上述协同框架,设计了“理论浸润-实践迭代-制度保障”的闭环培养路径,旨在实现素养从认知建构到实践转化的螺旋上升。

4.1. 构建分层研习体系,筑牢认知建构根基

认知是行为的先导。鉴于教师队伍在年龄结构、学科背景、技术基础上的差异,“一刀切”的培训模式显然不再适用,必须构建阶梯式的分层研习体系,以精准匹配不同发展阶段教师的需求。对于基础层教师,尤其是技术接受度较低的群体,研习重点应聚焦于原理识读与工具破冰。通过案例演示消除其技术恐惧,普及 AI 基本概念、发展历程及主流工具的通识操作,解决“懂技术”和“愿接触”的问题。对于进阶层的骨干教师,侧重于策略解码与深度融合。通过工作坊形式,解析 AI-TPACK 的内在机理,开展提示词工程等专项训练,提升将技术逻辑嵌入学科教学设计的能力,让教师学会如何向 AI 提问以获

取高质量的教学方案，解决“会应用”的问题。而对于高阶层的专家型教师，则应聚焦伦理规约与创新引领。研讨数据伦理、算法治理等深层议题，探索 AI 在跨学科项目式学习中的创新应用，成为素养提升的“领头雁”，解决“善判断”和“能创新”的问题。

4.2. 依托课例打磨，推动素养螺旋上升

实践是检验素养的标准。本研究主张建立“校本教研 - 课例打磨 - 反思重构”的行动转化机制。以下以小学数学五年级《梯形的面积》一课的教学改进为例，剖析教师如何在双圈层协同框架指导下，实现教学范式的跨越。

4.2.1. 备课阶段：从经验预设转向数据循证

在传统的备课模式中，教师往往凭借过往经验预判：“学生大概率想不出来怎么拼梯形”。这种模糊的预设导致教学重点缺乏针对性，往往在简单的环节浪费时间，在难点环节又缺乏抓手。而在改进后的教学设计中，教师应用了智能技术认知(AI-TK)，在课前利用智能作业平台推送了一组关于“图形旋转与平移”的前测题。如后台数据画像显示，全班 40% 的学生对“旋转后图形的位置变化”存在严重的认知障碍，而非计算能力不足。这一客观数据推翻了教师的经验预判，教师也可据此精准定位学生的最近发展区，教学重点从“公式的代数推导”调整为“图形转化的空间路径探究”。这一转变标志着教师不再将技术视为单纯的展示工具，而是将其作为诊断思维的方式，实现了基于证据的教学决策。

4.2.2. 授课阶段：从静态演示转向动态探究与人机协同

《梯形的面积》这一课核心难点在于“转化思想”——如何将梯形转化为平行四边形。传统课堂中，教师通常使用纸板演示割补过程或播放一段做好的 Flash 动画。学生虽然看见了结果，但缺乏过程体验，难以建立深刻的空间观念。在本案例中，教师应用智能内容整合(AI-TCK)，引入内嵌几何算法的智能画板。学生在平板上拖拽梯形，系统利用计算机视觉算法实时识别拼接逻辑，自动吸附并高亮显示对应关系：例如当学生尝试将两个梯形旋转拼合时，系统自动吸附并高亮显示“上底 + 下底”与平行四边形“底”的对应关系。智能画板成为了学生思维的手脚架，将看不见、摸不着的“转化逻辑”具象化为可交互的动态实验。学生在不断的试错与反馈中，真正理解了公式的推导过程，实现了技术与学科内容的深度耦合，而非简单的物理叠加。同时，应用智能教学能力(AI-PK)，课堂范式转变为人机协同模式。当智能系统监测到某小组操作停滞超过阈值，自动判定为“认知卡顿”并发送预警。教师收到提示后，立即前往该小组进行针对性点拨，发现该小组卡在了“旋转中心”的选择上，经点拨后豁然开朗。而对于那些快速完成“倍拼法”的学生，系统自动推送“尝试用割补法”的进阶挑战任务。依据实时数据流，教师实现了差异化的精准干预，完成了从“全班主讲人”到“个性化指导者”的角色重塑。这种基于数据的教学决策，极大地提升了课堂的教学密度和效能，让每个学生都能在自己的最近发展区内获得增长。

4.2.3. 评价阶段：从算法依赖转向以人为本

在课后的评价环节，教师严格遵循了框架约束层的智能伦理素养要求。智能课堂行为分析系统提示，一名平时成绩优异的学生本节课的“专注度评分”异常低，系统初步判定为学习态度懈怠。面对这一算法结论，教师并未盲目采信或直接批评学生，而是坚持“最小必要原则”进行人工复核。经与学生沟通及查看课堂回放，发现该生是因为平板触控屏灵敏度故障，导致多次操作失败而产生焦虑，并非走神。通过该课例的反复打磨与复盘，教师可在“认知 - 实践 - 反思”的螺旋上升中，完成自身智能素养的内化与升级。

4.3. 完善评价与支持体系，实现长效赋能

制度保障是素养发展的外部支撑。教育行政部门应细化不同学段学科教师的能力要求，提供清晰的

导航图。同时，建立基于双圈层协同框架的过程性评价机制，利用伴随式数据采集技术，记录教师在研修、备课、授课中的行为数据，生成教师素养发展的动态画像，开展发展性评价。让评价成为促进教师成长的脚手架而非紧箍咒。此外，应构建虚实融合的智能研修生态，搭建优质课例资源库，组建跨区域智能教育名师工作室，营造互助共进的研修文化，形成“学习-实践-评价-再提升”的良性循环[7]。

5. 结语

本研究立足教育数字化转型的时代背景，以 AI-TPACK 理论为支撑，构建了中小学教师智能素养的双圈层协同框架。研究表明，智能时代的教师素养是由智能技术认知、智能教学能力、智能内容整合与智能伦理素养构成的复杂生态系统，各要素在动态协同机制驱动下不断演进。通过分层研习夯实认知根基、依托课例打磨推动实践转化、完善制度保障实现长效赋能，能够有效推动教师从传统的知识传授者向智能教学协同者转型。这一转型不仅是技术的胜利，更是教育人文精神在数字化时代的回归。未来的研究可进一步结合学科特点细化素养图谱，并通过纵向实证检验该培养路径的长期效能，为教育数字化转型提供坚实的人才支撑。

参考文献

- [1] 中共中央, 国务院. 教育强国建设规划纲要(2024-2035 年) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202501/t20250119_1176193.html, 2025-01-19.
- [2] 教育部等九部门. 关于加快推进教育数字化的意见[EB/OL]. <http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2025/56808/wj/>, 2025-04-11.
- [3] 刘萱, 彭航琪, 张育桂. AI-TPACK 理论视角下幼儿教师智能教育素养提升的现实挑战与应对路径[J]. 信阳师范大学学报(哲学社会科学版), 2025, 45(1): 94-102.
- [4] 高宇, 于颖. 中小学教师智能教育素养模型的构建研究[J]. 现代教育科学, 2023(4): 54-60.
- [5] 闫志明, 唐夏夏, 秦旋, 等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志, 2017, 35(1): 26-35.
- [6] 丁囡, 陈静艳, 贾佳和, 李萌. 人工智能视域下师范生智能教育素养的框架构建和提升路径[J]. 信息系统工程, 2024(10): 157-160.
- [7] 张进良, 李保臻. 大数据背景下教师数据素养的内涵、价值与发展路径[J]. 电化教育研究, 2015(7): 14-19.