从技术整合到人机协同：AI-TPACK视角下师范生智能教育素养的结构重构与培育

普仕楠[1] 李红[2]
1.云南师范大学，中国·云南 昆明 650500
2.云南师范大学信息学院，中国·云南 昆明 650500

摘要：生成式人工智能正慢慢进入备课、教学实施、学习评价等环节，师范生除了掌握工具的操作方法，还得判断生成的内容是否符合学科要求、教学目标、学生发展的需求。本文用文献分析、框架比较、理论演绎的方式，梳理了 TPACK、AI-TPACK、相关教师素养的研究状况，对师范生的智能教育素养做了界定，还从智能技术的理解与应用、智能教学的设计与实施、智能学科的融合、智能评价与决策、人机协同与专业发展、智能伦理与责任这六个方面建立了分析框架。该框架以 AI-TPACK 作为知识基础，着重突出知识在教学情境中的转化、教师对 AI 输出的核验与最终判断。基于此，本文探讨了课程设置、任务训练、学科教学、协同实践、发展性评价、伦理教育的培养安排。所提出的结构及其关系仍需在师范生培养实践中进行检验。

关键词：AI-TPACK；师范生；智能教育素养；人工智能教育；教师教育

From Technology Integration to Human–AI Collaboration: Reconstructing and Cultivating Pre-service Teachers' Intelligent Education Literacy from an AI-TPACK Perspective

Pu Shinan[1], Li Hong[2]
1. Yunnan Normal University, China Yunnan Kunming 650500
2. School of Information, Yunnan Normal University, China Yunnan Kunming 650500

Abstract: Generative artificial intelligence (AI) is increasingly used in lesson preparation, instructional design, and learning assessment. Pre-service teachers therefore need to examine whether AI-generated content meets disciplinary requirements, teaching objectives, and students' needs. Drawing on literature analysis, framework comparison, and theoretical reasoning, this article reviews TPACK, AI-TPACK, and related research on teacher competence. It proposes six dimensions of intelligent education literacy: understanding and use of AI; instructional design and implementation; disciplinary integration; assessment and decision-making; human–AI collaboration and professional development; and ethics and responsibility. AI-TPACK provides the knowledge base for this framework, while content verification and teachers' final judgment connect that knowledge with teaching practice. The article discusses corresponding approaches through coursework, task-based training, subject pedagogy, collaborative practice, formative assessment, and ethics education. The proposed dimensions and their relationships require further examination in pre-service teacher education.

Keywords: AI-TPACK; Pre-service teachers; Intelligent education literacy; Artificial intelligence in education; Teacher education

1 问题提出

生成式人工智能正进入备课、资源制作和学习反馈等教师日常工作。它能够提供教学方案，也可能生成不准确的内容；教师因而需要判断何时使用、如何核验以及由谁承担最终的教学责任。联合国教科文组织提出的教师人工智能能力框架将以人为本、伦理、应用、教学法和专业学习列为重要内容[1-2]，为讨论师范生培养提供了参照。

国内相关政策也把人工智能应用与教师数字素养建设联系起来。《教师数字素养》明确了数字化应用、社会责任和专业发展等要求[3]；教育强国建设规划及教育数字化相关意见提出推进人工智能与教育教学融合[4-5]；应用指引对内容审查、学术伦理和数据安全作出规范[6]。这些要求需要落实到具体的教学活动中。

对师范生而言，掌握工具的使用方法只是起点。备课时，AI 生成的例题或活动安排需要与课程目标、学生基础和学科要求相核对；评价时，也不能将系统反馈直接作为

学生能力的结论。因此，技术选择、内容核验和学生权益保护应进入同一培养过程。

当前的研究之中，针对一般 AI 素养[7-8]、教师智能教育素养[9-11]、生成式 AI 情境下教师的能力、人机协同方面进行了讨论。已有的教师 AI - TPACK 模型[29] 和师范生“知识—能力—伦理”框架[30]，为后续的研究构筑起了相应基础。然而，师范生怎样将这些知识应用于备课、评价、实习过程里的具体判断，依旧存在需要进一步阐释清楚的余地。

本文依据此情况，将 AI-TPACK 当作分析线索，把文献分析、框架比较、理论演绎结合起来，对师范生智能教育素养进行界定，梳理其构成维度，并且讨论相应的培养安排。本文所提出的六维结构属于概念框架，其维度、它们之间的关系，还需要后续的研究去进行检验。

2 从 TPACK 到 AI-TPACK：智能教育素养的理论基础与研究拓展

2.1 教师专业知识的整合逻辑

PCK 着重把学科内容转变为学生能够理解的教学表征[15]。TPACK 对技术、教学法、学科知识做进一步整合[16]，表明技术要受到教学目标与学科策略的调节，已经在职前教师技术整合研究中广泛应用[17]。

2.2 生成式人工智能推动 TPACK 向 AI 情境拓展

生成式人工智能能够参与到内容生成、方案比较的工作当中，不过其输出会受到训练数据、提示方式的影响，并且有可能出现事实方面的错误。和一般的教学技术相比较而言，教师还需要对生成结果进行核验，并且判断其是否适合特定的学科、教学情境。Intelligent-TPACK 把人工智能、教学法、学科知识、伦理纳入到了教师的知识结构当中[18]，本文用人工智能 -TPACK 来概括这一研究取向。

2.3 从专业知识框架走向综合专业素养

AI-TPACK 说明教师整合 AI 所需的专业知识，但知识掌握并不直接等同于教学中的恰当运用。相关 AI 能力研究关注理解、应用、伦理及真实情境中的表现[19-20]。因此，本文将 AI-TPACK 作为知识基础，进一步讨论师范生在设计教学、解释评价结果和承担使用责任时需要具备的素养。

2.4 本文的理论拓展

已有框架对教师和师范生的 AI 素养要素作出讨论[29-30]。面对生成式 AI 参与备课与评价的情境，师范生还需要处理三类具体问题：如何与工具协作形成教学方案，如何审查生成内容和评价证据，以及如何保留教师的最终判断。本文据此将知识整合与教学任务联系起来，重点讨论核验、学科适切性、评价决策和责任[21-23]。

3 师范生智能教育素养的概念界定与边界

3.1 概念界定

本文所称师范生智能教育素养，是指师范生以立德树人和学生发展为导向，理解 AI 的基本特征及使用边界，将其与学科内容、教学方法和具体情境结合，以支持教学与评价，并在使用过程中保持专业判断和伦理责任。

这一素养面向教师的教学工作，既要求整合技术、学科与教学知识，也要求师范生能够解释自己的选择，并对 AI 参与教学的结果承担相应责任[14]。

表1 师范生智能教育素养与相近概念的边界

概念	核心关注	主要情境	与本文关系
教师数字素养	数字意识、知识技能、应用、责任与发展	广义数字教育	数智能力基础
人工智能素养	理解、使用、评价AI及伦理影响	一般社会情境	一般AI能力基础
AI-TPACK	AI技术—教学法—学科知识整合	教师专业知识	专业知识内核
师范生智能教育素养	AI知识向教学实践、判断、协同与伦理转化	未来教师实践	本文研究对象

3.2 与相近概念的边界

数字素养为教师使用数字技术提供基础；一般 AI 素养侧重理解、使用和评价 AI 及其影响[7-8]。本文讨论的师范生智能教育素养则以未来教师的教学任务为情境，关注 AI-TPACK 知识如何转化为学科教学、评价判断、人机协同和伦理实践。

4 AI-TPACK 视角下师范生智能教育素养的结构模型

参照师范生在备课、教学实施、学习评价、反思等方面的任务，本文把智能教育素养归结为六个维度，分别是智能技术理解与应用、智能教学设计与实施、智能学科融合、智能评价与决策、人机协同与专业发展、智能伦理与责任。各个维度有着不一样的侧重点，在具体教学任务当中又彼此存在关联。

六维结构将立德树人、学生发展当作核心内容，能够从技术基础、教学整合、协同发展这三个层次去理解，伦理责任在技术选择与教学判断当中贯穿始终。和已有的框架[10-11,29-30] 相比，本文更加关注 AI 生成结果的核验、评价证据的解释、教师的最终责任。

4.1 智能技术理解与应用

师范生需要明白生成模型、训练数据、提示方式对于输出会产生怎样的影响，要认识到虽然表述流畅，也不能确保内容准确无误。在实际使用的时候，应当依据教学的需求来挑选工具，对所生成的事实、例题、来源展开核验，

并且能够阐述调整或者放弃使用的理由。

4.2 智能教学设计与实施

教学设计的关键要点在于判断 AI 介入的具体位置，以此来确定其能否为学习提供服务。身为师范生，应当依据教学目标、学生已有的经验、学科内容等方面，去选择利用 AI 生成材料或者提供反馈。对于生成的活动方案，还需要对任务难度、学习顺序、学生参与方式进行检查，在必要的时候要加以调整，从而为学生独立思考、实践留出空间[23]。

4.3 智能学科融合

学科融合需要把 AI 的使用放置到学科知识、教学方式里面。就拿数学教学来说，就算系统给出的解题步骤结论正确，也应该查看推理过程是不是符合当下的教学内容，还要留意学生能不能解释关键步骤。其他学科同样要按照课程标准来审查材料的准确性、呈现方式。

4.4 智能评价与决策

在学习评价环节，AI 能够辅助整理作业表现情况、生成初步反馈内容，不过系统对于学习过程的判断是依据所获取的数据来决定的。师范生要核查评价依据是否充足，并且把系统反馈和课堂观察、学生作品等证据相互对照参考。当涉及学生发展与机会分配方面时，最终的决定还是要由教师来做出[24]。

4.5 人机协同与专业发展

人机协同能够围绕具体的教学问题来进行。师范生首先阐述目标、条件，接着让 AI 给出方案，之后对方案的差异加以比较，追问其依据，并且结合试讲或者同伴的反馈进行修订。如此这般的过程对训练问题表述、专业判断有帮助，教师一直都要对教学选择承担责任[26]。

4.6 智能伦理与责任

伦理判断需进入具体的使用环节。师范生在上传学生作业、引用 AI 生成材料或者依据系统建议评价学生的时候，要分别去审查个人信息、版权、偏差、使用披露等方面的问题。要是工具使用对学生自主思考有所削弱或者扩大了评价的不公，那么还需要及时对教学安排作出调整[27]，如图 1 所示。

表2 六维结构的理论来源与核心表现

维度	主要理论来源	核心表现
智能技术理解与应用	AI-TK；AI literacy	了解生成结果的不确定性，按教学需要选择工具并核验事实与来源
智能教学设计与实施	AI-TPK；教学设计研究	结合目标与学情调整AI生成的材料、活动和反馈方案
智能学科融合	AI-TCK/AI-TPACK	依据课程标准核查学科内容与推理过程，判断教学适切性
智能评价与决策	AI-TPACK；智能评价	综合系统反馈与课堂证据，说明评价依据并由教师作出判断
人机协同与专业发展	UNESCO专业学习；人机协同理论	围绕教学问题与AI比较方案，依据试讲和反思持续修订
智能伦理与责任	AI Ethics；教师职业伦理	保护学生数据，辨识偏差与版权问题，规范披露AI使用

5 师范生智能教育素养的生成逻辑

结合 AI-TPACK 的知识整合逻辑，本文将师范生智能教育素养的形成概括为五个相互联系的环节：技术知识嵌入、教育情境转化、多元知识整合、人机协同深化和反思迭代提升。这一概括用于解释培养过程，并不预设各环节之间存在固定的因果顺序。

在备课或者试讲的过程当中，师范生有可能会先借助人工智能来提出活动方案，之后因为需要对学科内容进行核验，所以补充技术知识，然后依据教学反馈再次调整任务。技术理解、教学判断会反复发挥作用，知识整合也会

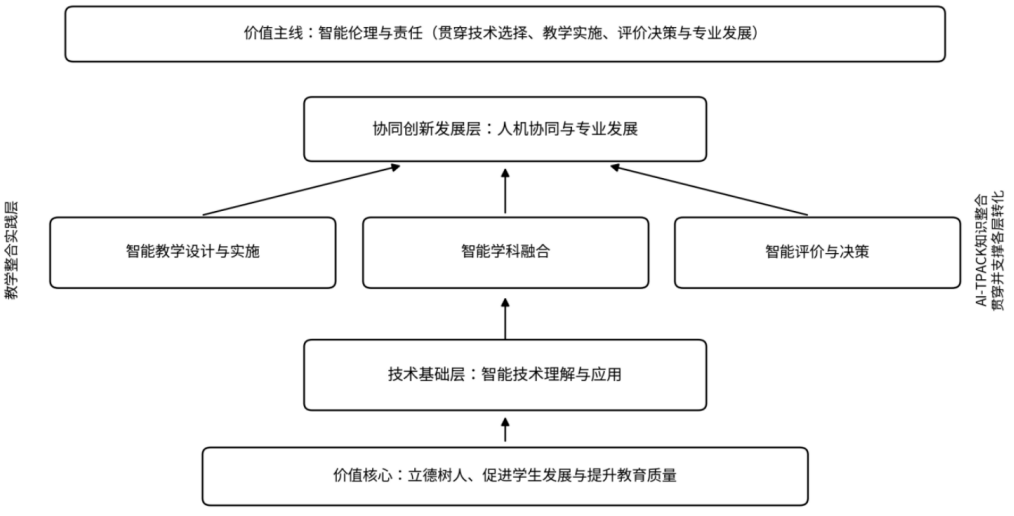


图1 AI-TPACK视角下师范生智能教育素养结构模型

随着具体问题的出现而得到深化。已经有教师研究针对理念、知识、教学整合、专业发展的关系展开了讨论[25]。本文所提出的环节及其关系仍然需要在师范生的课程学习、教育实习当中进一步进行检验。

6 AI-TPACK 视角下师范生智能教育素养的培育路径

6.1 构建分阶段、跨课程的培养体系

师范生培养阶段，可依照学习节奏安排不同学习内容，低年级阶段，先接触基础课程，掌握生成式 AI 的基本特征，熟悉相关核验方法与伦理要求，后续进入教育学与学科教学法课程学习，把工具选择融入教案设计与教材分析环节，完成微格教学与教育实习后，检验方案适配课堂的实际效果[20-21]。各环节可设置相互衔接的任务评价标准。

6.2 以连续教学任务训练 AI-TPACK 应用

能够把一次备课设定为连续任务：师范生首先要明确教学目标、学情假设，接着运用 AI 生成活动建议，针对其中的知识点、实施条件一项一项地进行核查，最后提交经过修订的教案、取舍说明。作业设计、学情分析等任务同样可以保留提示、生成、修改记录，以此方便对其判断过程展开评价。

6.3 在学科教学法中安排 AI 应用练习

学科教学法课程应提供与学科内容相连的练习。以数学为例，可让师范生审查 AI 给出的解题过程，找出跳步或概念混淆，再利用修订结果设计学生讨论问题。教育技术教师负责工具使用与风险提示，学科教学教师检查内容与教学处理，使技术判断和学科判断在同一任务中得到训练。

6.4 结合模拟情境开展人机协同练习

在微格教学中，可使用虚拟学生提出误解或追问，要求师范生说明如何回应。AI 提供可供比较的课堂情境与反馈，师范生仍需确定教学目标，核查模拟回应是否符合学生特点，并说明调整教案的理由[22]。模拟练习还应与真实观课、试讲相结合。

6.5 根据教学任务表现开展发展性评价

评价可围绕同一教学任务收集初稿、AI 生成建议、核验记录、修订稿和试讲反思。教师据此观察师范生能否识别内容错误、解释工具选择，并在反馈后调整教学活动，而不只统计工具使用次数[11,27]。这些材料也有助于将知识掌握与教学表现联系起来。

6.6 将伦理判断融入教学训练

伦理教育宜嵌入具体任务。例如，要求师范生判断学生作业能否上传至外部平台，如何引用 AI 生成素材，以及在评价中如何向学生说明 AI 的参与范围。讨论时应同时考虑教育目的、学生权益和教师责任，并形成可用于备课与实习的使用规范[6,14]。评价时可观察其是否提出匿名化、替代工具和使用告知等具体处理办法。

7 结语

本文依据 AI-TPACK 构建了师范生智能教育素养的六维结构，尝试将技术知识与备课、学科教学、学习评价和专业反思联系起来。

六个维度在教学任务中相互关联，伦理责任贯穿技术选择与教学判断。本文进一步提出五个相互联系的形成环节，并据此讨论课程、任务、实践与评价的培养安排。

由于本文主要基于文献与理论分析，模型的维度划分和环节关系尚未经过实证检验。后续可通过专家咨询、情境任务和教学作品分析修订指标，再结合不同学科的师范生样本检验结构及培养效果。

参考文献：

[1] MISHRA P, WARR M, ISLAM R. TPACK in the age of ChatGPT and generative AI[J]. Journal of Digital Learning in Teacher Education, 2023, 39(4): 235-251.

[2] MIAO F, CUKUROVA M. AI competency framework for teachers[R]. Paris: UNESCO, 2024.

[3] 教育部. 教师数字素养：JY/T 0646—2022[S]. 北京：中华人民共和国教育部，2022.

[4] 中共中央，国务院. 教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）[Z]. 2025.

[5] 教育部等九部门. 关于加快推进教育数字化的意见[Z]. 2025.

[6] 教育部教师队伍建设专家指导委员会. 教师生成式人工智能应用指引（第一版）[Z]. 2025.

[7] LONG D, MAGERKO B. What is AI literacy? Competencies and design considerations[C]//Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 2020: 1-16.

[8] NG D T K, LEUNG J K L, CHU S K W, et al. Conceptualizing AI literacy: An exploratory review[J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2021, 2: 100041.

[9] 胡小勇，徐欢云. 面向 K-12 教师的智能教育素养框架构建[J]. 开放教育研究，2021, 27(4): 59-70.

[10] 李湘. 师范生智能教育素养的内涵、构成及培育路径[J]. 现代教育技术，2021, 31(9): 5-12.

[11] 王润兰，李梦雪. 师范生智能教育素养：框架构建、现状调查与培养路径[J]. 中国电化教育，2023(3): 120-126.

[12] 李艳，孙凌云，江全元等. 高校教师人工智能素养及提升策略[J]. 开放教育研究，2025, 31(1): 23-33.

[13] 兰国帅，肖琪，宋帆等. 全球视角下教育者人工智能素养框架：内容架构、实践示例和应用策略[J]. 开放教育研究，2025, 31(2): 55-66.

[14] 周凌仪，石中英. 教师人工智能素养的哲学审视与实践启示——基于马克思主义的阐释[J]. 中国电化教育，2026(2): 16-22+45.

[15] SHULMAN L S. Those who understand: Knowledge growth in teaching[J]. Educational Researcher, 1986, 15(2): 4-14.

[16] MISHRA P, KOEHLER M J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge[J]. Teachers College Record, 2006, 108(6): 1017-1054.

[17] SCHMIDT D A, BARAN E, THOMPSON A D, et al. Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers[J]. Journal of Research on Technology in Education, 2009, 42(2): 123-149.

[18] CELIK I. Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence-based tools into education[J]. Computers in Human Behavior, 2023, 138: 107468.

[19] CHIU T K F, AHMAD Z, ISMAILOV M, et al. What are artificial intelligence literacy and competency? A comprehensive framework to support them[J]. Computers and Education Open, 2024, 6: 100171.

[20] 杨晓宏，孟宝兴，王丹华. 面向《教师数字素养》标准的师范生数字素养框架与培养路径[J]. 电化教育研究，2024, 45(5): 83-89.

[21] 刘邦奇，尹欢欢. 人工智能赋能教师数字素养提升：策略、场景与评价反馈机制[J]. 现代教育技术，2024, 34(7): 23-31.

[22] 王凯，龙鸿宇，许心怡等. 生成式人工智能应用于教师教育的价值对齐困境与超越[J]. 开放教育研究，2025, 31(3): 84-91.

[23] 冯晓英，徐辛，张汇坤. 人工智能赋能教学设计新范式[J]. 开放教育研究，2025, 31(3): 63-73.

[24] 袁磊，徐济远，刘沃奇. 数智教育生态下人机协同教学范式转型[J]. 开放教育研究，2025, 31(2): 108-117.

[25] 宫玲玲，李宝敏，屈曼祺. 教师人工智能教育素养发展的影响机制[J]. 开放教育研究，2025, 31(6): 104-117.

[26] 郑勤华，覃梦媛等. 人机协同时代智能素养的理论模型研究[J]. 复旦教育论坛，2021, 19(1): 52-59.

[27] 郑智勇，宋乃庆. 中小学教师智能教育素养测评指标体系构建研究[J]. 中国电化教育，2023(12): 75-83.

[28] 王丹. 人工智能视域下教师智能教育素养研究：内涵、挑战与培养策略[J]. 中国教育学刊，2022(3): 91-96.

[29] 张群，田格格. AI-TPACK 理论视角下教师智能教育素养：模型构建及培养策略[J]. 开放学习研究，2023, 28(6): 30-40.

[30] 王朋娇，王玉儿，王爽. 基于 AI-TPACK 理论的师范生人工智能素养框架研究[J]. 中国信息技术教育，2023(20): 67-71.