

从数字胜任力到专业判断:AI时代工科教师能力转型研究

尹 伊¹, 梁小帆^{1,2}

(1. 河北工程技术学院网络空间安全学院, 河北石家庄 050091;

2. 河北师范大学教育学院, 河北石家庄 050024)

[摘要] AI时代工科教师需要重新审视教学活动中的人机分工和责任边界。本研究选取七项国内外代表性教师能力框架和工程教育标准,从人工智能技术理解、工程问题情境、人机协同教学、证据与评价、伦理安全、发展层级六个维度进行文本编码。将“智能判断”界定为智能技术环境中的教师专业判断,并据此提出由人工智能技术理解、复杂工程问题界定、人机协同教学设计、基于证据的评价与反思、伦理安全与专业责任五个维度构成的能力框架,发展水平分为规范使用、协同设计和课程重构三个阶段。相应的教师发展机制包括基于课程任务的实践、专业学习共同体、教学档案评价和组织治理。研究结论可为工科教师培训、课程改造和能力评价提供理论参照。

[关键词] 生成式人工智能;教师专业能力;智能判断

[作者简介] 尹伊(1989—),女,河北石家庄人,河北工程技术学院讲师,理学硕士,研究方向:信息技术教育应用、教师培训等。通讯作者:梁小帆(1993—),女,河北张家口人,河北工程技术学院讲师,河北师范大学在读博士生,研究方向:人工智能教育应用、教师培训及教育数字化治理等。

[基金项目] 本文系2026年度河北省实验教学和教学实验室建设研究项目“三维铸魂·四阶递进·生态共生:兴业英才培养导向的软件工程实验教学系统性重构”研究成果。

[DOI] <https://doi.org/10.62662/kxwxz0308015>

[中图分类号] G434

[本刊网址] www.oacj.net

[投稿邮箱] jkw1966@163.com

一、问题提出

生成式人工智能进入课程资源开发、代码生成和作业反馈后,教学活动中的任务分配与责任界定随之发生变化。以往的数字工具多用于信息呈现、资源传输和过程管理,其功能及输出规则相对稳定。大语言模型可以直接生成解释、代码、设计方案和评价意见,但同一问题的回答可能随提示、上下文和模型版本而变化。教师因而需要处理几个具体问题:哪些教学任务可以使用模型?生成内容依据什么核验?学生应保留哪些思考过程?教师如何对最终教学决定负责? UNESCO《教师人工智能能力框架》设置人本观念、人工智能伦理、人工智能基础与应用、人工智能教学法、人工智能促进专业学习五个方面;我国《教师数字素养》规定数字化意识、数字技术知识与技能、数字化应用、数字社会责任和专业发展五个一级维度。两项框架提供了通用要求,工科课程还需结合复杂工程问题与工程责任作进一步解释。

工科课程对生成内容有更严格的成立条件。

工程问题往往需要在成本、性能、可靠性、法规、环境 and 安全等约束之间作出权衡;计算、仿真或设计结论还要接受数据、实验、标准和运行条件的检验。语言上连贯的回答未必满足物理规律或工程规范。部分工程方案直接关系到生命健康、公共安全与基础设施运行,算法也不具备承担专业责任的主体资格。

本研究据此讨论三个问题:工科教师的生成式人工智能教学能力应包含哪些专业要求;通用教师能力框架与工程教育标准之间存在哪些差异;高校可以通过哪些安排支持教师能力发展。

二、研究设计:理论分析与结构化框架比较

(一) 研究定位与分析单位

本研究属于规范性理论研究,采用概念分析和结构化框架比较,分析材料须满足两个条件:一是由政府部门、国际组织、专业认证机构发布,或在同行评议期刊中提出;二是其内容与教师数字能力、教师人工智能能力或工程教育要求直接相关。最终选取我国《教师数字素养》、欧盟 DigCompEdu、TPACK、UNESCO《教师人工智能能力框架》、人本人

工智能教学框架(Human-centric Artificial Intelligence Pedagogy, HCAP)、ABET工程教育认证标准和中国工程教育认证标准。前五项用于分析教师技术与教学能力,后两项用于识别工科教育中的复杂问题、证据和责任要求。

(二)比较维度与编码规则

比较维度依据教师知识、人工智能素养和工程教育标准确定。一项关于教师知识基础的研究指出,学科知识需要经过教学表征才能转化为学生可理解的内容;有学者讨论了技术知识、教学法知识和学科内容知识的相互关系;还有学者指出人工智能素养涉及知识、情感与思维的相互作用关系。已有学者探究高等工程教育领域师生能力要素、能力培养与度量。工程教育标准则强调复杂工程问题、实验与数据、工程伦理和专业责任。综合上述内容,本文设置人工智能技术理解、工程问题情境、人机协同教学、证据与评价、伦理安全、发展层级六个比较维度。

文本编码分为三级:0表示未明确涉及该维度;1表示在其他维度中间接出现,或仅作原则性规定;2表示设有独立维度、明确能力项目或具体要求。

(三)论证路径与边界控制

分析分为四步。首先比较教师能力框架和工程教育标准的内容覆盖;随后参照教师专业判断与工程判断研究,说明本文所称“智能判断”的含义;在此基础上提出能力维度和发展阶段;最后讨论教师发展所需的课程实践、专业支持、评价和治理条件。

三、核心概念:智能技术环境中的教师专业判断

(一)概念界定

“智能判断”并非现有能力标准中的固定术语。为避免把工具操作与教师专业能力混为一谈,本文将其作为“智能技术环境中的教师专业判断”的简称。它指工科教师依据课程目标、工程证据、任务约束和专业伦理,对生成式人工智能的使用范围、人机任务分配、输出可信度、学习价值及责任归属作出说明,并能根据新的证据修正决定。这里的“智能”限定判断发生的技术环境,“判断”则保留教师专业判断原有的情境性与责任属性。

本文采用四项分析标准:所用技术应与学习目标相关;结论应有资料、计算、实验或标准作为依据;核验强度应与任务风险相称;最终决定及修改过程应能够追溯到责任主体。

(二)专业判断的分析内容

这一概念包含相互关联的四方面判断,使用边界涉及任务是否适合使用生成式人工智能,以及模型介入到什么程度。认识论判断关注生成内容的来源、不确定性及核验方式。教学判断考查模型是

否替代了学生本应完成的概念建构、推理、试错和反思。工程判断用于审查单位、边界条件、标准、材料、运行环境及验证方式。伦理与责任判断涉及隐私、知识产权、偏见、公平、安全、学术诚信和最终责任主体。

上述内容在教学活动中相互制约。使用边界决定模型承担的任务,认识论判断和工程判断决定输出能否采纳,教学判断考查活动是否有助于学生学习,伦理与责任判断规定不可逾越的限制。

四、工科教师生成式人工智能教学能力框架

(一)框架结构

根据上述概念界定,本文提出工科教师生成式人工智能教学能力框架。框架以教师专业判断为组织原则,包含人工智能技术理解、复杂工程问题界定、人机协同教学设计、基于证据的评价与反思、伦理安全与专业责任五个维度。教师发展分为规范使用、协同设计和课程重构三个阶段。阶段划分依据教师所处理任务的复杂程度、核验证据、责任范围和课程改动幅度,不以使用工具的数量或频率作为标准。

(二)人工智能技术理解

人工智能技术理解是指教师掌握与教学任务相关的模型工作原理、训练数据依赖、概率输出、上下文敏感性和常见失效方式。其要求应与课程风险相匹配,并不要求所有工科教师具备人工智能算法研究能力。例如,使用模型生成控制算法时,教师应知道语言模型不能自动保证系统稳定性;检索工程标准时,应核对标准编号、版本和适用范围;生成计算代码时,应设置测试用例、极端输入和独立计算结果作为参照。

可观察证据包括模型及数据限制说明、工具选择理由、提示与版本记录、关键修改记录、测试用例和人工复核节点。UNESCO框架已将人工智能基础与应用纳入教师能力。在工科课程中,还应检查量纲一致性、标准版本、计算可复现性和物理可实现性。

(三)复杂工程问题界定

复杂工程问题界定要求教师把开放任务转化为可分析的问题说明,明确利益相关者、性能指标、约束条件、证据来源、风险等级和验证方法。与其直接要求模型“设计一座桥”或“生成一套控制系统”,教师应先组织学生识别荷载、材料、环境、规范、容错、安全和成本条件,并区分已知事实、工作假设与待验证信息。

该维度可通过问题说明书、约束矩阵、假设清单、标准追踪表和验证计划进行评价。工程教育认证标准对复杂工程问题和多重约束的规定为其提供了专业依据。教师的主要工作是审查问题表述

和证据要求,防止学生跳过问题分析而直接采纳模型生成的方案。

(四)人机协同教学设计

人机协同教学设计围绕学习目标安排教师、学生、生成模型和专业软件的任务。模型可以用于生成候选方案、提供反例、模拟利益相关者观点或形成反馈草案。问题界定、假设说明、证据选择、验证设计和最终结论应由学生完成并作出解释,教师负责规定使用范围、观察学习过程和纠正偏差。具体分工需要根据学生年级、课程目标和任务风险调整。

教学设计还要比较不使用生成式人工智能与使用生成式人工智能时任务要求的差异,避免学生在尚未形成基本概念时将推理过程交由模型完成。研究表明,生成式人工智能能够完成多种传统工程教育评价任务,原有作业的鉴别功能可能因此下降。教师可要求学生提交提示与输出版本、被否决方案、核验记录、错误分析,并通过口头答辩确认其理解程度。

(五)基于证据的评价与反思

基于证据的评价要求教师同时考查结论、依据和形成过程。概念解释可与教材和权威资料核对;计算与代码应采用独立计算、测试用例和版本控制;涉及真实设备、结构或安全的方案还需要仿真、实验、标准审查或专家复核。验证要求应在布置任务时说明,不能等到模型生成结果后再临时补充。

评价内容可包括问题界定、假设说明、来源质量、验证充分性、错误修正和反思。教师也应保存课程实施材料,比较模型介入前后学生的表现、常见错误、反馈工作量和可能的公平影响。OECD关于生成式人工智能教育应用的分析强调,技术使用

应服务于学习目标并维护人的能动性,工作效率不能直接作为学习成效的替代指标。教师据此需要判断哪些学习活动得到改善,哪些思维过程可能被替代,以及现有证据是否支持继续使用或调整方案。

(六)伦理、安全与专业责任

伦理、安全与专业责任需要落实到教学流程。教师应明确不得上传公共模型的数据类型,采用数据最小化和必要的去标识化处理,规定人工智能使用范围及引用方式,检查输出可能造成的偏差,并为安全相关结论设置人工审核。

(七)三个发展阶段

规范使用阶段主要处理低风险任务,教师能够说明使用范围,完成基本核验,并遵守数据、知识产权和学术诚信要求。

协同设计阶段面向代码、仿真、实验方案或综合设计等较复杂任务,教师能够组织人机分工、设置核验程序、收集过程证据并调整评价。

课程重构阶段涉及课程目标、内容、作业和评价的系统修改,教师还需建设专业案例与验证资源,参与院系层面的课程协调和质量改进。

五、结构化比较结果及其解释

图1列出七项框架的编码结果,反映出三方面差异;通用框架便于跨学科应用,但其中的伦理与技术原则还需转化为专业标准、物理约束和安全要求。生成模型的语言流畅性也可能掩盖证据不足,工程结论仍要通过计算、仿真、实验或标准核查。生成式人工智能可以减少部分备课和反馈工作,但若学生不再完成问题表征、方案比较和错误修正,效率提高未必伴随学习质量提高。

七类代表性框架的六维结构覆盖

	人工智能技术理解	工程问题情境	人机协同教学	证据与评价	伦理安全	发展层级
教育部《教师数字素养》	1	0	1	1	2	0
DigCompEdu	1	0	2	2	1	2
TPACK	1	0	2	0	0	0
UNESCO AI Competency Framework for Teachers	2	0	2	1	2	2
HCAP	2	0	2	1	2	1
ABET Engineering Criteria	0	2	0	2	2	1
中国工程教育认证标准	0	2	0	2	2	1

编码: 0=未明确涉及; 1=间接或原则性涉及; 2=独立维度、明确能力项或可操作要求

图1 七类代表性框架的六维覆盖热图

本研究框架在现有研究基础上增加了两项工科要求:复杂工程问题界定和基于证据的评价。前者把专业标准与约束引入教师人工智能能力,后者要求教师说明模型输出的核验过程。教师专业判断用于连接技术知识、教学设计、工程证据和责任要求。

六、工科教师能力发展的实施条件

(一)以课程任务为教师学习载体

在教师培训方面,可以直接使用任课教师的课程任务材料,包括学习目标、工程约束、人机分工、验证计划、伦理与安全检查以及课后反思,并依据潜在后果划分风险。概念例题、语言修订和形成性问题通常风险较低;代码解释、仿真脚本、实验方案和设计候选需要增加专业核查;涉及安全参数、真实设备、成绩判定或个人数据的任务应执行更严格的审核和审批要求。风险划分应由院系结合专业特点制定,不能由通用工具培训统一代替。

(二)建立跨专业教师学习共同体

高校可围绕专业或课程群建立教师专业学习共同体,由任课教师、教育教学人员、信息技术人员、实验技术人员及必要的行业专家参加。专业学习共同体通常强调共同价值、集体学习、反思性对话和实践分享。共同体可对具体课程任务开展同伴审议:信息技术人员说明模型与数据限制,工程专业人员审查约束和行业标准,教育教学人员分析学习活动与评价效度,任课教师负责作出课程决定。共同体形成的专业提示示例、错误案例、验证脚本、受控数据集、评价量规和版本记录应纳入院系资源库。共同体的作用是提供证据和多专业审查,不宜用统一模板替代任课教师对具体课程的判断。

(三)采用教学档案评价教师能力

培训学时、工具数量和教师自我报告不能充分反映实际教学能力。评价可以使用教学档案,收集问题说明书、人机分工方案、提示与输出版本、核验记录、学生过程材料、评价量规、异常处置记录和课后反思。规范使用阶段侧重合规与基本核验;协同设计阶段侧重复杂任务设计、核验过程和评价修改;课程重构阶段还要考查课程群影响、资源建设和质量改进。

(四)完善学校层面的组织治理

学校需要对生成式人工智能教学应用提供明确的组织规则,例如,可提供安全运行环境、专业知识库以及计算和仿真工具接口,支持教师完成资料检索、代码运行和结果验证。工作量与教学评价制度也应承认任务设计、验证资源建设、跨专业审议

和问题报告等投入,不宜以人工智能应用数量作为主要考核指标。工科院校应在允许课程试验的同时,保留必要的审核、记录和问责程序。

课程任务提供实践材料,专业学习共同体开展同行审议,教学档案用于评价与反馈,学校治理提供资源、规则和责任程序。四项条件相互配合,支持教师从规范使用逐步发展到协同设计和课程重构。

七、讨论:理论贡献、实践价值与可检验命题

(一)理论贡献

本研究的理论工作在于连接教师能力研究和工程教育标准。已有教师数字素养与人工智能能力框架较少规定复杂工程问题中的约束和核验方式,工程教育标准则很少讨论教师如何组织生成式人工智能教学。本研究将智能判断限定为智能技术环境中的教师专业判断,以此分析使用边界、证据、教学价值、工程要求和责任。复杂工程问题界定与基于证据的评价被纳入独立能力维度,使通用教师能力能够与工科课程要求相联系。发展阶段以课程任务和教学证据区分,也避免将使用频率直接解释为较高能力。

(二)实践价值

在教师层面,五个能力维度可用于检查课程中是否缺少问题界定、核验或责任程序。在院系层面,三个发展阶段可用于安排教师培训,并从低风险课程任务开始积累案例和验证资源。在学校层面,课程实践、专业学习共同体、教学档案和组织治理可作为资源配置与质量保障的依据。这样的教师发展方案以实际课程材料为评价依据,比单纯统计培训次数更接近教师工作情境。

(三)可供后续研究检验的命题

上述框架可转化为若干待检验命题:(1)控制一般数字素养后,教师专业判断比工具使用频率更能解释生成式人工智能课程中的学习成效;(2)专业学习共同体的支持程度可能影响课程任务实践对教师能力发展的作用;(3)清晰的学校治理规则可能降低教师对合理应用生成式人工智能的顾虑,而单纯以应用数量考核可能产生相反效果。

八、结论

生成式人工智能可以参与工科课程的资源生成、代码编写、方案比较和反馈,但育人目标、工程核验与专业责任仍由教师和学校承担。本文通过七项代表性框架与标准的结构化比较,提出以教师专业判断为组织原则的五维能力框架,并将教师发展划分为规范使用、协同设计和课程重构三个阶段。课程任务、专业学习共同体、教学档案评价和

学校治理构成相应的实施条件。本研究旨在为 AI 时代工科教师专业发展提供系统性的分析框架与行动参照,以期为教师培训、课程改造及后续实证研究奠定理论基础。

参考文献:

- [1]梁小帆,冯丽佳,宋红梅,尹伊.教育元宇宙赋能智慧教育生态系统的模式构建研究[J].中国教育技术装备,2025(16):1-5.
- [2]教育部.教师数字素养:JY/T 0646—2022[S].北京:教育部,2022.
- [3]Shulman L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching[J]. *Educational Researcher*, 1986, 15(2): 4-14.
- [4]Mishra P., Koehler M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge[J]. *Teachers College Record*, 2006, 108(6): 1017-1054.
- [5]钟柏昌,刘晓凡,杨明欢.何谓人工智能素养:本质、构成与评价体系[J].华东师范大学学报(教育科学版),2024,42(1):71-84.
- [6]徐晓飞,张策.生成式人工智能赋能工程教育及学生能力的培养、测评与认证体系[J].高等工程教育研究,2025(4):1-9.
- [7]梁小帆,冯丽佳.教育元宇宙的发展逻辑、技术演进与应对策略研究[J].中小学电教,2025(5):3-7.

From Digital Competence to Professional Judgment: Competence Transformation of Engineering Teachers in the AI Era

YIN Yi¹, LIANG Xiao-fan^{1,2}

- (1. School of Cyberspace Security, Hebei University of Engineering Science, Shijiazhuang Hebei 050091;
2. College of Education, Hebei Normal University, Shijiazhuang Hebei 050024, China)

Abstract: In the AI era, engineering educators need to rethink the division of labor between humans and machines and the boundaries of responsibility in teaching activities. This study selected seven representative domestic and international teacher competency frameworks and engineering education standards, and conducted text coding across six dimensions: understanding of AI technology, engineering problem contexts, human AI collaborative teaching, evidence and evaluation, ethical safety, and developmental levels. It defines “intelligent judgment” as teachers’ professional judgment in AI enriched environments. Based on this, a competency framework is proposed, comprising five dimensions: understanding of AI technology, defining complex engineering problems, designing human AI collaborative teaching, evidence based evaluation and reflection, and ethical safety and professional responsibility. The developmental levels are divided into three stages: standardized use, collaborative design, and curriculum restructuring. Corresponding teacher development mechanisms include curriculum task based practice, professional learning communities, teaching portfolio evaluation, and organizational governance. The findings can provide a theoretical reference for the training of engineering educators, curriculum reform, and competency assessment.

Key words: generative artificial intelligence; teachers’ professional competence; intelligent judgment