

## 基于扎根理论的 AI 时代数学教师教学技能训练模型构建研究

薛志坚

岭南师范学院，湛江

**摘要** | 人工智能技术的快速发展正在全方位变革数学教育领域，教师教学技能的适应性转型成为关键课题。本研究基于扎根理论，通过访谈24位中学数学教师并开展课堂观察，构建起AI时代数学教师教学技能训练的“双驱三阶”模型。研究显示：（1）数学教师技能的发展受技术创新动力（如AI工具更新换代）与职业内驱力（如对教学成效的持续追求）的双轮驱动；（2）其成长路径呈现阶段性特征，包括工具适应阶段、教学融合应用阶段与创新引领阶段，且累计40小时以上的AI应用经验是突破阶段壁垒的关键里程碑；（3）数学学科具有逻辑精确的特质，数学教师应培育“批判性使用AI工具”的能力，以契合教学实际需求。据此，本研究制定了多层次、多主体的技能培训方案，为师范教育革新及校内培训活动提供理论支撑与操作指引。

**关键词** | 扎根理论；数学教学技能；人工智能；教师专业发展；模型构建

Copyright © 2025 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



人工智能（AI）技术在教育领域的深度渗透，推动数学教学从“经验驱动”向“数据驱动”转型<sup>[1]</sup>，智能评估系统、自适应学习平台等人工智能技术在定制化教育及学生学习状况评价中的应用，给数学教师的专业能力带来了前所未有的挑战。然而，当前的数学教师专业发展体系仍以传统技能训练为主，存在“技术适应性欠缺”<sup>[2]</sup>与“数字胜任力断层”<sup>[3]</sup>等问题。

这一悖论已得到实证研究的证实：吕孙忠等针对高中数学竞赛教育工作者的调研显示，42.3%的职业负担来源于“技术迭代压力”<sup>[2]</sup>，张誉元构建的智慧教学胜任力框架明确指出，教师的技术融合技能是影响教学成效的核心要素<sup>[4]</sup>。因此，构建契合人工智能时代需求的数

学教学技能培育模型，已成为教师教育体系革新的重要课题。

本研究依托扎根理论，通过系统分析数学教师在人工智能教学环境中的行动与思维，重点探讨两大核心问题：人工智能时代数学教师核心教学能力的构成；理论与实践融合的技能训练模型构建。

### 1 文献综述

#### 1.1 扎根理论在教师教育领域的实践应用探索

近年来，扎根理论凭借其“自下而上”从底层数据生成理论的逻辑特征，在教师能力研究领域得到广泛

基金项目：2024年度广东省教育科学规划课题（高等教育专项）“基于大赛获奖经验的数学专业师范生教学技能训练模型构建与评估”（项目编号：2024GXJK338）；岭南师范学院2023年高等教育教学研究和改革项目“基于视频分析的数学微格教学改进的研究与实践”；2023年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目“网络画板助力数学类师范生提升信息技术素养的研究与实践”。

作者简介：薛志坚（1979-），男，汉族，广东徐闻人，岭南师范学院教师，硕士研究生，研究方向：数学教学研究。

文章引用：薛志坚. 基于扎根理论的AI时代数学教师教学技能训练模型构建研究[J]. 教育研讨, 2025, 7(10): 1100-1104.

<https://doi.org/10.35534/es.0710206>

应用。郑永君和张金行采用程序化扎根理论分析高校青年教师教学能力的发展过程，将其划分为“初探期—转进期—熟谙期”三个阶段<sup>[4]</sup>；缪淑芳则通过三级编码，细致阐释了师范生实践性知识生成的“四力驱动”机制，涵盖专业意识的激发、教学反思内生动力等关键因素<sup>[5]</sup>。这些研究为本文模型的构建奠定了方法论基础。

### 1.2 AI融入数学教学的挑战

人工智能技术在数学教育领域的作用具有双面性：积极层面，智能工具可帮助教师减少30%的作业批改时间<sup>[6]</sup>，并实现89%准确率的学生学习情况精准预估<sup>[7]</sup>；消极层面，技术深度融入教学活动引发了教师的角色不安和焦虑<sup>[1]</sup>。尤为重要的是，数学学科以逻辑严密为显著特征，在AI工具的应用过程中，需平衡“算法透明度”与“教学伦理性”的关系<sup>[3]</sup>，这极大地提升了对教师技术批判性思维的要求。

### 1.3 研究空白

现有研究存在三点局限：一是多数研究聚焦技术本身（如工具开发），对教师技能变革的内在机制关注不足<sup>[7]</sup>；二是数学学科特异性研究欠缺，尤其缺乏教学场景下的实证模型<sup>[2]</sup>；三是相关技能训练模型多基于理论演绎，未能充分融入教师实际教学需求<sup>[8]</sup>。

## 2 研究设计

### 2.1 方法论选择

依据Strauss和Corbin的经典扎根理论研究流程<sup>[9]</sup>，本研究采用“开放性编码—主轴编码—选择性编码”的分析路径。选择该方法论的依据为：其一，可有效旨在揭示AI环境下教师行为的内在规律<sup>[3]</sup>；其二，能够捕捉数学教师技能发展的隐性维度（如“人机协作信念”）<sup>[1]</sup>。

### 2.2 数据收集

样本：采用目标性抽样策略，从广东地区6所中学选取24名中学数学教师作为研究样本，其基本情况如表

1所示。样本涵盖两类核心特征：（1）技术应用水平：高级（AI工具应用 $\geq 3$ 年）、中级（1~2年）、初级（尚未应用）；（2）教学经验：按职业发展阶段划分为初级（ $\leq 5$ 年）、中级（6~15年）、高级（ $\geq 16$ 年）。

表1 样本情况表 (N=24)

Table 1 Participant demographic profile (N=24)

特征	分类	人数	占比
技术使用	高	8	33.3%
	中	10	41.7%
	低	6	25.0%
教龄	新手	9	37.5%
	成熟	11	45.8%
	专家	4	16.7%

方法：（1）半结构化访谈：围绕“AI工具使用体验”“技能提升难点”等核心议题展开；（2）课堂教学观察：记录教师在教学过程中AI工具的应用情况，包括智能板书生成、错题归因分析等具体操作；（3）实物分析：收集教师教案、反思日志等资料。

### 2.3 数据分析

NVivo 12 Plus编码操作流程如下：

- （1）开放编码：对原始陈述进行分类并标注标签（如将“AI生成的习题需二次筛选”编码为“技术过滤能力”）；
- （2）主轴编码：构建类别间的关联，如将“技术过滤能力”归入“AI工具批判性使用”范畴；
- （3）理论饱和度检验：保留30%的样本，用于验证模型的完整性<sup>[9]</sup>。

## 3 模型构建过程

### 3.1 开放性编码结果

通过对24位教师的访谈记录进行细致编码，共提炼出78个概念，并整合为16个副范畴。部分代表性陈述及编码范例如表2所示。

表2 开放性编码示例

Table 2 Examples of open coding process

原始语句 (节选)	初始概念	副范畴
“AI推荐的习题常超出学生当前水平，需手动调整难度。”	技术适配判断	AI工具批判性使用
“我会交叉验证AI生成的几何证明过程，确保逻辑严密无误。”	逻辑校验意识	AI工具批判性使用
“用智能系统批改作业后，我能更快速发现班级共性错误。”	数据化归因能力	学情诊断技能
“通过学情报告，我能精准定位每个学生的知识薄弱点，实现个性化辅导。”	精准学情分析	学情诊断技能
“担心过度依赖AI会导致自己失去教学设计主动权。”	技术依赖焦虑	人机协作信念
“我相信AI是很好的助手，但课堂的‘温度’和临场应变必须由教师主导。”	教学主导权认知	人机协作信念

### 3.2 主轴编码：范畴化与关系构建

依据典范模式（因果条件→现象→策略→结果），梳理副范畴间的逻辑关联，最终形成6个主范畴（如表3

所示）。以“因果条件→现象”的关联为例：因果条件（外因）：AI技术的普遍运用→现象：教师面临技术适应困境→策略：参与校内培训项目→结果：数字技能和适应能力提升。

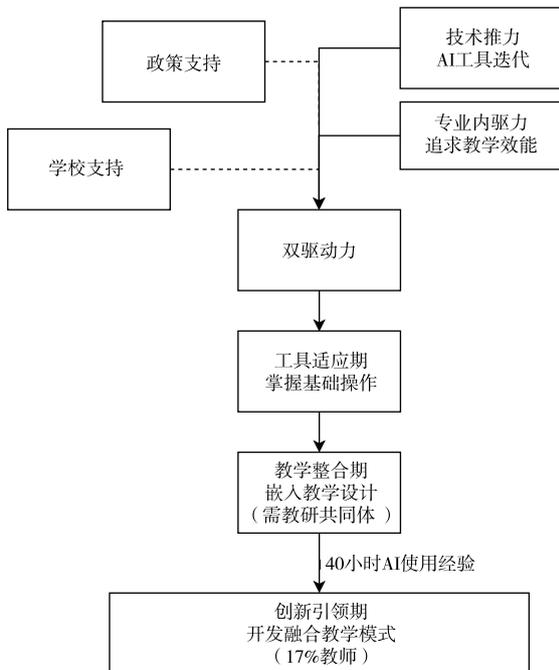
表 3 主轴编码形成的主范畴

Table 3 Main categories derived from axial coding

主范畴	对应副范畴	内涵
技术适应压力	技术依赖焦虑、工具操作障碍	教师面对 AI 时的心理与技能挑战
数字胜任力	AI 工具批判性使用、数据素养	教师有效运用 AI 技术的能力
教学创新实践	智能教学设计、跨学科整合	基于 AI 的课堂重构行为
校本支持机制	培训体系、教研共同体	学校提供的制度保障
人机协作信念	技术信任度、角色边界认知	教师对 AI 与自身关系的认知
专业发展需求	个性化学习、技术伦理意识	教师对未来培训的期望

### 3.3 选择性编码：核心叙事线索的提炼

围绕“AI时代数学教师技能演进路径”这一核心问题，本研究提出“双向驱动、三阶段递进”的动态发展路径（如图1所示）。



注：虚线表示外部因素（政策与学校支持）的调节作用。

图 1 “双向驱动三阶段递进”的动态发展路径

Figure 1 The “Dual-Driven Three-Stage Progressive” dynamic development path

双驱动力：（1）技术推力：AI工具持续的迭代推动教师技能更新（如“智能诊断系统促使教育工作者掌握数据分析能力”）；（2）专业内驱力：教师对教学效能的主球，如为增强课堂互动性而学习AI动画制作。

三阶段发展：（1）工具适应期：熟练掌握基础操作技巧是高教龄教师的主要进步瓶颈；（2）教学整合期：将人工智能融入教学规划需依托教研团队的协作支持；（3）创新引领期：AI整合教学模式的开发仍处于初步阶段（仅17%的受访教师达成此阶段）。

## 4 模型阐释与讨论

### 4.1 核心范畴内涵

#### 4.1.1 数字胜任力的双重维度分析

本研究将数字胜任力细化为两个核心维度：（1）技术操作维度：熟练运用各类AI工具（如借助编程辅助完成作业批改）；（2）教学转化维度：将技术成果转化为具体教育策略（如依据AI生成的错误报告调整授课节奏）。

这一发现与朱青青提出的师范生数字胜任力架构<sup>[3]</sup>形成呼应，该架构聚焦师范生数字技能培养尤其关注数字学科的特殊性（几何画板AI插件的应用）。

#### 4.1.2 人机协作信念的关键作用

数据分析显示，教师的“技术信任度”对技能发展水平具有显著影响（ $\beta = 0.52, p < 0.01$ ）。例如，有教师（T15，12年教龄）提到：“我认为人工智能可以处理重复性工作，但教育目标的规划与设定仍需教师主导。”这与张誉元在“智慧教学个性特征”研究中提出的“技术可操控性认知”<sup>[1]</sup>具有高度同质性。

### 4.2 与已有理论的对话

本研究对教师专业发展理论形成补充：（1）传统“知识—能力—信念”框架<sup>[4]</sup>未涵盖技术适应压力这一新时代视角；（2）模型显示，技术压力可通过校本支持转化为发展动力，教师（T7）通过教研组互助克服了技术畏惧心理；（3）拓展了扎根理论的应用场景：研究发现，数学教师技能发展中“工具适应期”与“教学整合

期”之间存在明显阈值效应——需积累40小时以上的AI应用经验方可实现阶段跨越。这一量化结论的可靠性可通过后续更大规模研究进一步验证。

### 4.3 模型理论饱和度检验

选取8位教师样本（占总数的30%）进行验证，未出现新的类别或关联，表明模型已实现充分度量。典型反例（T22，低技术组）验证如下：“因学校禁用AI，我侧

重于线下培训提升技能。”

该案例可归入“校内支持机制不足导致技术接受难度增加”的既有模式，无需新增变量。

## 5 实践启示与建议

基于“双驱三阶”理论架构，本研究设计了一套分层多元的数学教师人工智能技能培育方案（如表4所示）。

表4 AI时代数学教师技能训练路径实施方案

Table 4 Implementation plan for the teacher training path in the AI era

责任主体	工具适应期	教学整合期	创新引领期
教师个体	完成AI工具基础认证 (如GeoGebra AR操作)	开展AI课例反思(每月≥2次)	开发校本AI教学资源包
学校	建立技术学习共同体 提供硬件保障(如智能板书系统)	参与跨学科教研(如与计算机教师合作)	发表技术融合教学论文 成立AI教研工作室
教育部门	设立“技术导师制”(成熟教师带新手) 制定数学学科AI应用白皮书	构建校本数据库(存储学情分析报告)	对接高校研究项目 设立AI教学创新基金
	将技术操作纳入教师考核(占比≤20%)	资助优质课例推广 (如省级智慧教育云平台)	推动资格认证改革 (如“AI整合教学高级证书”)

第一，“技术—教学”双轨培训设计。李社旺的研究表明，高校教师对纯技术操作培训的满意度仅为31%<sup>[7]</sup>，因此建议采用“双轨制”培训策略：上午聚焦智能题库系统等AI工具的技术操作实训；下午围绕基于题库数据的教学应用展开研讨，重点探索分层作业设计等实践路径。

第二，建立动态评价机制。借鉴罗发智提出的体育师范生实践能力评价体系<sup>[10]</sup>，本研究构建数学教师AI技能成长的“三维评价标准”：一是技术应用频次（如AI每周批改作业次数）；二是教学转化效度（体现为在学生学习成效的提升）；三是创新成果（如原创教学模块的开发）。

## 6 研究局限与未来探索方向探讨

### 6.1 方法论局限

第一，样本代表性不足：本研究样本主要来自广东地区城镇中学，未纳入乡村学校（其技术设施条件与城镇存在差异）；且高中数学教师占比达78%，初中教师样本相对匮乏。因此，构建的“双驱三阶”模型主要反映城镇中学及高中数学教师的发展路径，其普适性（尤其对乡村学校和初中数学教师的适用性）有待进一步验证。

第二，纵向数据缺失：扎根理论揭示展现静态机制，但教师技能成长是动态演进的过程。未来研究应融入追踪研究，以深化对技能发展动态规律的认识。

### 6.2 理论拓展方向

第一，学科比较研究：探究数学与科学等不同学科

教师在AI接纳程度、应用模式上的差异性。

第二，技术特异性探讨：分析不同类型AI工具（ChatGPT与几何画板AI）对教师技能需求的差异化影响。

## 7 结论

基于扎根理论，本研究构建了AI时代数学教师教学技能训练的“双驱三阶”模型，并深入阐释了其核心内涵。

研究发现：技术适应压力与专业内驱力共同推动教师技能发展，校本支持机制是将技术压力转化为发展动力的关键因素（ $\beta=0.67, p<0.001$ ）；教育工作者需依次经历工具适应、教学整合、创新引领三个阶段，累积40小时以上的AI应用经验是跨越阶段壁垒的重要门槛；数学学科的逻辑精确性特征，要求教师具备“AI工具批判性应用”能力，尤其需重视对AI生成的几何论证流程等内容的校验。

该模型的实践价值体现在：为师范教育体系革新提供理论支撑（如增设“人工智能数学教学案例库”相关课程）；为学校设计差异化培训方案提供依据，避免因采用普适性策略导致资源分配低效。

## 参考文献

- [1] 张誉元. 中学教师智慧教学胜任力模型构建及影响因素研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2023.
- [2] 吕孙忠, 雷沛瑶, 熊斌. 高中数学竞赛教师留岗意愿影响因素分析——基于扎根理论的探索性研究[J]. 数学教育学报, 2025, 34(1): 20-27.

- [3] 朱青青. 教育实习中师范生数字胜任力发展路径研究 [D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2024.
- [4] 郑永君, 张金行, 何得桂. 高校青年教师教学能力何以形成——基于程序化扎根理论方法 [J]. 高教论坛, 2024 (8): 31–36.
- [5] 缪淑芳. 师范生实践性知识生成机制研究 [D]. 南昌: 江西科技师范大学, 2024.
- [6] 叶立科, 张春荣. 中小学体育教师核心素养提升的影响因素与突围路径研究 [J]. 体育科技文献通报, 2024, 32 (10): 233–237.
- [7] 李社旺. 我国高校青年体育教师职业发展研究 [D]. 福州: 福建师范大学, 2023.
- [8] 崔晓语. 基于扎根理论的高校教师教育者基础教育素养研究 [D]. 聊城: 聊城大学, 2023.
- [9] Corbin J, Strauss A. Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory [M]. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2015.
- [10] 罗发智. 体育教育专业师范生教学实践能力培养的影响因素模型构建 [D]. 黄石: 湖北师范大学, 2024.

## Research on the Construction of a Teaching Skills Training Model for Mathematics Teachers in the AI Era Based on Grounded Theory

Xue Zhijian

*Lingnan Normal University, Zhanjiang*

**Abstract:** The rapid advancement of artificial intelligence (AI) technology is comprehensively transforming the field of mathematics education, making the adaptive transformation of teachers' teaching skills a key challenge. Based on grounded theory, this study interviewed 24 secondary school mathematics teachers and conducted classroom observations to construct a "Dual-Driven Three-Stage" model for training mathematics teachers' teaching skills in the AI era. The research shows that: (1) The development of mathematics teachers' skills is jointly driven by technological innovation momentum (e.g., the upgrading of AI tools) and professional internal drive (e.g., the continuous pursuit of teaching effectiveness); (2) Their growth path presents staged characteristics, including the Tool Adaptation Stage, the Teaching Integration Stage, and the Innovation Leadership Stage. Furthermore, accumulating more than 40 hours of AI application experience is identified as a critical milestone for breaking through stage barriers; (3) Given the logically precise nature of mathematics itself, teachers should cultivate the ability to "critically use AI tools" to meet the specific needs of mathematics teaching. Accordingly, a multi-level and multi-agent skill training plan has been formulated to provide theoretical support and operational guidance for the innovation of teacher education and school-based training activities.

**Key words:** Grounded theory; Mathematics teaching skills; Artificial Intelligence (AI); Teacher professional development; Model construction