

融合 AI 大数据的智能范式：高等数学教学模式的 重塑与演进

臧林

广州工商学院 通识教育学院, 广东 广州 510850

DOI:10.61369/EIR.2025090018

摘要：在人工智能与大数据技术深刻改变教育生态的时代背景下，高等数学作为各专业领域的基石性课程，其教学模式的数字化与智能化转型已成为提升高阶思维培养质量、破解规模化教学与个性化需求之间的矛盾的关键。传统教学模式中内容的普适性与学生的多元性需求、理论的抽象性与理解的直观性诉求、结果评价的单一性与过程认知的复杂性之间存在系统性错配。本研究旨在突破传统局限，构建一个以“多维数据感知—智能认知诊断—动态路径适配”为核心的全新教学范式。该范式深度整合 AI 驱动的问题深度诊断算法与基于海量学习数据的行为模式挖掘，实现了对学习者个体认知结构的精准刻画，并以此为蓝本，智能生成与动态调控高度个性化的“目标—内容—方法—评价”学习路径闭环。实践应用表明，该模式有效促进了从“教师中心”的知识传授向“学习者中心”的能力发展与价值引领的转型，为高等数学及其他基础学科在智能化浪潮下的教学改革提供了兼具理论深度与实践可行性的系统性方案。

关键词：高等数学；人工智能；大数据；智能诊断；适应性学习；教学模式；教学范式

Towards an Intelligent Paradigm Integrating AI and Big Data: The Reshaping and Evolution of the Teaching Paradigm for Advanced Mathematics

Zang Lin

Guangzhou College of Technology and Business, Guangzhou, Guangdong 510850

Abstract : In the era profoundly transformed by artificial intelligence and big data technology, the teaching of Advanced Mathematics — a foundational cornerstone across numerous disciplines — necessitates a paradigm shift toward digitalization and intelligent transformation. This shift is pivotal for enhancing the cultivation of higher-order thinking skills and resolving the systemic tension between large-scale delivery and personalized needs. The prevailing conventional pedagogical model exhibits a systematic mismatch: a uniform curriculum versus heterogeneous student needs, abstract theoretical exposition versus intuitive comprehension, and summative assessment versus the complexity of formative cognitive processes. This study aims to transcend these traditional limitations by constructing a novel teaching paradigm centered on the "Multidimensional Data Perception — Intelligent Cognitive Diagnosis — Dynamic Pathway Adaptation" framework. This paradigm deeply integrates AI-driven, in-depth problem-diagnostic algorithms with behavioral pattern mining based on vast learning datasets, thereby enabling precise characterization of individual learners' cognitive structures. Building upon this, the system intelligently generates and dynamically adjusts a closed-loop, highly personalized learning pathway encompassing objectives, content, methods, and evaluation. Application in practice demonstrates that this model effectively facilitates a transition from teacher-centered knowledge transmission to a learner-centered approach focused on competency development and value guidance. It provides a systemic, theoretically grounded, and practically feasible solution for the reform of Advanced Mathematics and other foundational STEM courses within the burgeoning wave of educational intelligence.

Keywords : advanced mathematics; artificial intelligence; big data; intelligent diagnosis; adaptive learning; teaching model; teaching paradigm

引言

高等数学不仅是理工科专业知识体系的基石，其内含的严密逻辑、抽象思维与极限思想更是培养学生科学精神与创新能力的核心媒介^[1,2]。然而，固化的传统教学模式——以单向讲授为主导、标准化内容为载体、终结性考核为闭环——正日益面临“教”与“学”的双重困境。从“教”的维度审视，面对基础差异化、需求个性化的学生群体，教师难以精准把握每个学习者的真实认知状态，“一刀切”的教学节奏使教学陷入“优生吃不饱、困难生跟不上”的窘境。当前电子信息技术的教学实践也已揭示，单一的教学方法，特别是脱离现代技术支撑的传统讲授，难以激发学生的持续兴趣，难以适应以 AI 和大数据为代表的前沿技术对人才培养提出的新要求^[3]。从“学”的维度分析，学生在有限课时内常被动接收抽象的数学概念与复杂的符号推演，难以有效构建知识网络，更遑论将数学思想转化为解决复杂问题的关键能力。如《展陈设计》课程所揭示的，课程内容若与实际需求脱节、教学方法若缺乏变革，便会致培养效果与行业期许产生鸿沟^[4]，高等数学课程同样面临类似的“学用分离”挑战。

幸而，AI 与大数据技术的迅猛发展为破解上述困局提供了前所未有的历史性机遇。通过多维数据采集与分析，教学可以实现从“经验驱动”到“证据驱动”的跃迁；借助智能算法与推荐技术，“因材施教”这一古老的教育理想正走向规模化实践。正如其他工学课程改革所探索的，融入 AI 与大数据技术能够驱动课程内容更新、教学方法变革与实践体系强化^[5]。这不仅是一种工具性的嵌入，更是一场深层次的、关乎教学理念与范式的结构性重塑。本研究致力于回应这一迫切需求，旨在构建一个面向 AI 与大数据环境的、全新的高等数学智慧教学范式。该范式将系统性地解决如何动态感知学习状态、如何精准诊断认知瓶颈、如何智能适配并动态优化个性化学习路径等一系列核心问题，其最终目标是推动高等数学教学从“知识传递”的初级阶段，迈向“智能启迪、能力养成与价值引领”的深度融合之境。

一、传统教学范式的系统性审视与转型动因

传统高等数学教学模式的内在矛盾在于其追求标准化、高效率的知识传递与当代社会及学生个体需求的高度多元、高阶、个性化之间的矛盾。这种系统性错配具体体现在以下三个相互关联的层面：

（一）教学内容供给与学生认知需求的错配

课程知识体系高度统一，以严密的理论框架与逻辑推演为核心。然而，前置知识掌握程度、思维类型（如抽象思维与直观想象）和兴趣取向（如偏好理论证明还是应用建模）的显著差异，导致学生对同一教学内容的内在需求截然不同。统一的授课进度与难度设置，极易导致部分学生因“认知台阶”过高而掉队，另一些学生则因缺乏挑战而陷入“思维惰性”。这与当下要求培养批判性思维和创新能力的教育目标形成了张力。

（二）教学方法路径与学生互动模式的错配

“定义—定理—例题—习题”的单向线性讲授模式，主导了传统课堂。这种模式虽有助于建立清晰的知识结构，却严重挤压了深度探究、合作交流与自主建构的空间。学生常扮演“忠实记录者”与“模仿运算者”的角色，其主动思辨、质疑与迁移应用的能力难以得到充分锻炼。即便是作为验证性学习的课内实验，其设计往往固定、封闭，难以激发学生主动探究与创新设计的热

情^[6]。教学过程中师生的双向互动与深度探究不足。

（三）教学评价机制与学生成长规律的错配

当前的考核多侧重于期末试卷的标准化测试，侧重知识点的记忆与程序化问题的求解。这种终结性的“一考定音”评价，既无法有效追踪学生在学习过程中思维方式的演变、知识网络的构建，也无法全面衡量其综合应用知识解决非常规问题的能力以及在此过程中体现的科学态度和坚韧品格。评价的“窄化”往往扭曲了学生的学习动机，使其聚焦于短期的分数追逐，而非长期的素养养成。

上述三重错配呼唤着教学范式的根本性变革，而“AI+大数据”技术恰恰为解决这些问题提供了精准的钥匙。它将使教学从基于群体的模糊经验判断，转向基于个体海量行为数据的精准分析；从统一的线性进程，转向因人而异、因时而变的动态适配路径。

二、AI+大数据赋能教学范式的核心框架构建

为了克服传统范式的桎梏，我们提出“智能诊断与动态适配（Intelligent Diagnosis & Adaptive Fitting, IDAF）”的高等数学教学模式（其框架如表所示）。此范式并非技术的简单叠加，而是以数据为驱动，以智能算法为核心，对教学目标、过程与评价进行系统性重塑的结构，它旨在实现教学要素与学习者个体的最优适配。

表：IDAF 教学模式核心框架解析

框架层级	核心组件	功能描述	关键输出 / 指向
中心主体	学习者 (Learning Actor)	教学模式服务的核心对象，所有数据采集、分析与干预的最终目标。	接收个性化路径，产生学习行为数据。
数据驱动层	多源数据感知系统	通过无缝集成多种渠道，持续采集学习者全过程、多维度行为与状态数据。	形成原始的、异构的学习行为大数据集。
	数据维度： 1. 学习行为数据 2. 交互过程数据 3. 作业评测数据 4. 情感分析数据	旨在构建动态、立体的学习者数字画像。	

智能引擎层	认知诊断模型	基于机器学习算法，对融合后的数据进行分析，实现“溯源式”深度诊断，定位知识漏洞与认知梗阻根源。	精准的个体认知结构诊断报告。
	知识图谱导航	存储高等数学学科知识及关联关系，为诊断提供学科逻辑参照，为路径生成提供内容地图。	结构化的学科知识网络。
	路径生成算法	根据诊断结果与知识图谱，利用推荐算法动态组装、排序并推送学习资源与任务。	生成个性化的“学-练-测-评”闭环学习路径。
核心循环	反馈与优化闭环	1. 数据反馈流：学习者的行为数据持续流向数据驱动层。 2. 智能适配流：智能引擎层将生成的个性化路径推向学习者。 3. 动态调整：路径效果产生新数据，进而触发诊断更新与路径优化，形成“诊断-适配-学习-再诊断”的自适应循环。	实现教学系统整体的动态、持续优化。

中心为学习者（Learning Actor）。左侧为“数据驱动层”，通过多源传感器（学习行为数据、情感分析、交互过程数据、作业与评测数据）对学习者的无感/有感数据采集，形成一个动态学习者画像；右侧为“智能引擎层”，通过认知诊断模型、知识图谱导航和路径生成算法，输出个性化的“学-练-测-评”闭环学习路径与内容。上下两条反馈箭头，从“学习者”指向“数据驱动层”，再从“智能引擎层”回指“学习者”，构成一个完整的反馈与自适应循环。

（一）基于多源数据的精细化学习者数字画像构建

IDAF模型的根基在于对学习者的全面、立体的刻画。这超越了简单的学习成绩或线上点击记录，致力于通过整合来自多个触点的异构数据，构建“三维一体”的数字画像：

知识—能力维度：系统不仅记录学生的知识掌握情况（如定积分计算的正确率），更运用知识图谱技术分析其对核心概念（如微元法）与高级思想（如变换、逼近）的理解深度。例如，通过分析学生在系列错题中错误模式的演变，可以推断其是否仍停留在计算层面，抑或理解了定积分在物理、经济等领域的建模逻辑。

认知—思维过程维度：借助交互界面操作序列、问题解决时长、求助频率与选择、论坛讨论中的观点提炼能力等行为数据，系统可分析学生的认知风格（是偏向逻辑演绎还是实验归纳）与高阶思维（如发现问题、建立模型、评估验证）的发展水平。这为差异化教学干预提供了关键依据。

动机—情感状态维度：通过对学生学习投入度、任务坚持时间、讨论参与积极性以及开放式文本反馈（如课程感想）的情感分析，系统可初步推断学生的学习动机强度、对特定主题的信心或焦虑程度，从而为营造积极的学习氛围、提供及时的鼓励或心理支持提供数据参考。

这一层级的融合将教学实践推向了一个新的境界，不再是简单的“一刀切”，而是基于AI和大数据技术的“教学优化、学生认知与能力建模以及个性化干预的系统性革新”^[5,6]。

（二）面向“认知梗阻”的深度学习诊断算法

诊断的目的在于发现表象背后的深层原因。IDAF模型借鉴认知心理学与教育数据挖掘的前沿成果，旨在实现“溯源式诊断”。当发现学生对“二重积分的计算”掌握不佳时，系统不会止步于此，而是进一步探查：是源于对积分区域复杂边界（解析几何基础薄弱）的困惑，是对“先对x还是先对y”积分的选择策略（内层积分限的确定）缺乏理解，还是对“极坐标下微元处理”这种变量代换思想的抵触？

这种诊断通过分析学生在系列关联微任务（如图像分析、概念选择、计算推演）上的表现模式来实现。系统不断“询问”：

学生在哪些步骤表现出迟疑或错误集中？其错误模式与典型的迷思概念（如将积分区域与D在坐标轴上的投影混淆）是否一致？这类类似于智慧课程设计中，通过在线平台数据定位学习盲区、实现精准推送辅导与扩展材料的方法^[7]，但其诊断深度和专业性因契合高等数学的学科特点而大幅加强。

（三）生成性与动态优化的个性化学习路径设计

基于精准的诊断结果，IDAF系统的“智能引擎”将为学生生成“一学生一案”的适应性学习路径。该路径不是一成不变的预设程序，而是具有“生成性”与“动态优化”特征的指导方案：

“学什么”的个性定制：知识图谱驱动的知识缺口分析决定了学习内容的推送顺序与强度。例如，针对因几何想象困难而在重积分区域确定上有问题的学生，路径将优先推送并强化与“空间解析几何”和“多元函数图形化”相关内容。

“如何学”的策略适配：结合认知风格数据，路径会推荐多样化的资源与任务。如针对偏好归纳型思维的学生，多提供从物理情境（求质量、电量）引出积分概念，再回归抽象定义的教学动画和项目任务；而对于逻辑推导型学生，则可提供更具严谨性的层次递进证明习题。

“学到何种程度”的动态调整：路径具有自我进化能力。学生在“路径”引导下学习，其产生的新的数据又会被采集、诊断，形成反馈。例如，学生在完成推送的“洛必达法则错题辨析”专项练习后，效果良好，则系统会自动降低这一知识点的难度评级；若效果不佳，则会从更基础的“函数极限”知识点开始新的辅导环节。其目标正是实现其他课程改革中也追求的目标——提升学生的主体性与获得感，通过线上与线下资源的整合，以及主动学习环节的设置，“最终保障学生在专业课程学习中的主体性和获得感”^[8]。这使得学习过程形成了一个“诊断—适配—学习—再诊断”的良性自适应循环。

三、教学实践路径的创新设计：从理论模型到课堂实施

为实现IDAF范式从理论框架向现实课堂的平滑过渡，我们设计了“模块化+弹性化”的教学实践方案，该方案借鉴了智慧课程与学科思政融合实践中的有益经验，即通过设计“课前问题导学”、“课中互动研讨”、“课后项目深化”的三阶段流程来保障理论与实践的结合^[9]。

（一）课前：数字化导学与预测性诊断

课堂不再从“零开始”。课前，学生通过智慧教学平台接收精心设计的“诊断型”导学任务包。例如，在学习“多元函数微分学的几何应用”前，导学任务可能包括：（1）观看一段简短视

频,回顾“一元函数导数几何意义”;(2)完成一个包含曲线参数方程、空间曲面方程识别的交互式测试;(3)阅读一个关于工程误差分析与切平面近似的微案例。系统根据预习数据完成初步学习画像构建,并分析班级共性问题(如“空间曲线切线方向向量求法的错误模式”),为教师设计线下课堂的研讨重点与互动策略提供精准依据。

(二)课中:数据驱动的差异深度互动

线下课堂的精华从“统一讲授”转向“聚焦引导与深度互动”。教师基于课堂智能仪表盘提供的信息(如共性问题分布、个体学习进度雷达图),开展差异化教学。其形态主要包括:

“对症下药”的微讲座:针对系统识别出的集体性问题,教师进行短小精悍的精准讲解与思维示范。

分层分组讨论与展示:基于诊断结果,将学生动态分组,赋予不同层次和视角的任务。如A组解决典型的几何应用例题;B组探讨“梯度向量在多元优化中的物理意义”;C组则对一个建模不完整的工程案例进行修正。分组讨论后,各组进行交叉展示与评议,教师做最后的梳理与拔高,有效提升“课堂教学的效率、专业人才培养的能力水平”^[10]。

(三)课后:个性化巩固、拓展与高阶挑战

课后作业系统化身为“智能教练”,为每位学生动态生成与推送完全个性化的巩固性与拓展性任务。例如,一名学生在课后作业的“条件极值”问题中多次尝试失败,系统不仅会推送该知识点的强化微课,还会自动回溯至关联的“拉格朗日乘数法”和“隐函数求导”进行补强训练。同时,系统会根据学生的能力倾向,智能推送与其兴趣相关的延伸阅读或微项目,如将学习能力出众的学生引导至“变分法与泛函极值”的科普介绍。这遵循了混合式教学“有效衔接”的原则,将在线平台与线下实体课堂融合,“推动学生学习方式变革与学习能力提升”。

四、实施该模式的关键支撑与挑战应对

构建并顺利实施 IDAF 教学模式,并非一蹴而就,它依赖于以下几项关键支柱,同时也面临一系列挑战:

(一)关键支撑要件

高质量、体系化的数字化教学资源库:这是 IDAF 范式运行的基础。这要求对高等数学的知识体系进行颗粒度极高的解构,创建海量的、多模态(视频、动画、交互式习题、虚拟实验、微案例)、可被算法智能调用的教学资源。这些资源需覆盖从核心概念解析到前沿数学思想应用的全谱系,并能映射到知识图谱的相应节点。

参考文献

- [1]刘婕,刘微容,刘朝荣,等.电子技术实验线上线下混合教学模式改革[J].实验科学与技术,2023,21(03):123-128.
- [2]张天德,叶宏.概率论与数理统计[M].人民邮电出版社:2024,03:226.
- [3]教育部高等学校大学数学课程教学指导委员会.大学数学课程教学基本要求[M].北京:高等教育出版社,2022.
- [4]孙杰.数学思想教育研究论[M].新华出版社:2015,07:102.
- [5]董理君,刘超,张锋,等.大数据与人工智能时代背景下的网络安全课程体系研究[J].软件导刊,2024,23(08):37-42.
- [6]李白羽.乡村振兴背景下空间展陈设计课程多维融合教学改革与实践[J].美术教育研究,2023,(18):135-137.
- [7]李莹.融合思政元素的智慧课堂教学模式探索——以数据库原理课程为例[J].数字通信世界,2025,(06):193-195.
- [8]苏美珠.高校立德树人根本任务的实践路径与工作机制研究[J].才智,2024,(31):65-68.
- [9]储春华,袁琦,张玲,等.新工科背景下自动控制原理课程教学改革探索[J].电子器件与信息技术,2025,9(07):259-261+268.DOI:10.19772/j.cnki.2096-4455.2025.07.078.
- [10]邓国民.国际教育技术学研究知识图谱[M].复旦大学出版社:201808:366.

专业化的“教学数据科学家”团队:教师的角色需要转型升级。除了深厚的学科素养,还需要掌握基础的数据解读与教学设计能力,能够与技术人员协同工作,将教学经验转化为诊断规则与干预策略。为此,定期的教师培训与跨学科的教学团队建设至关重要。

伦理、隐私与技术平台的三重保障:必须建立严格的伦理规范与隐私保护机制,明确告知学生数据采集与分析的目的与范围,确保数据安全。同时,开发稳定、可扩展的智能教学平台,无缝集成多源数据采集、分析诊断、路径推送与教学管理功能,是实现 IDAF 范式的技术基石。

(二)可能面临的挑战与应对策略

技术复杂性与实施成本:建议高校可以采用“先试点、后推广”的策略,集中资源建立教学改革示范区,鼓励数学、教育学与计算机科学领域的跨学科团队开展探索性研究与实践验证,积累经验并逐步优化模型。

“技术依赖”与“教学温度”的平衡:必须清醒地认识到,技术是手段,不是目的。IDAF 模型的核心价值在于赋能教师、解放教师,让教师将更多精力投入到价值引领、情感交流和对复杂思维过程的深度引导中。技术算法无法替代师生之间基于信任与理解的心灵对话与人格感召。

学生适应性:对于习惯于被动接受的学生,主动学习模式与个性化任务的挑战可能带来不适。因此,需要配套实施系统的“元认知”与“学习策略”指导,帮助学生理解新模式的价值,学会自主规划与自我调节。

五、结束语

在科技革命与教育转型交汇的历史节点,“AI+大数据”技术为打破高等数学教学困境、重塑教学模式提供了前所未有的强大赋能。本文提出的“智能诊断与动态适配”模型,超越了技术工具层面的简单应用,指向了教学范式层面的系统重构——从经验的、统一的、标准化的教学,走向数据的、动态的、高度个性化的教学;从关注知识的传授效率,回归到关注每一位学习者个体的认知成长、思维发展与精神成人。这一转型不仅仅是技术赋能的结果,更是教育观念深刻变革的体现。它促使我们重新思考“什么是好的数学教育”——是在数字化的浪潮中,让数学的工具理性与思想之美能够更好地被每一位渴求知识的心灵所触及。未来的研究与实践将持续聚焦于如何优化诊断算法、丰富学习路径的生成策略、并在更广泛的学科与教育场景中进行应用与验证,共同探索智能化时代人才培养的无限可能。