

创新导向，数智赋能

——构建生理学课程思政教学新生态

章思思^{1*}, 李城菲², 胡锦涛², 金可可³, 袁琳波^{3#}

¹温州医科大学教学发展中心, 浙江 温州

²温州医科大学第一临床医学院, 浙江 温州

³温州医科大学基础医学院, 浙江 温州

收稿日期: 2025年4月14日; 录用日期: 2025年6月11日; 发布日期: 2025年6月20日

摘要

在“健康中国”战略与教育数字化融合发展的背景下, 生理学课程亟需突破传统教学模式中知识传授与价值引领的二元割裂。本文以课程思政建设为核心导向, 以数字智能技术为创新引擎, 构建“目标重构 - 内容融合 - 方法创新 - 评价升级”四维一体的教学改革模型。通过三年教学实践验证, 该模式显著提升了学生的科学素养(课程满意度提升15%)与职业使命感(医学职业认同度提升24%), 为医学类课程思政建设提供了可复制的技术路径与实践范式。

关键词

课程思政, 数字智能, 生理学教学, 教学评价, 医学教育

Innovation-Oriented and Digital Intelligence-Enabled

—Building a New Ecology of Ideological and Political Teaching in Physiology Courses

Sisi Zhang^{1*}, Chengfei Li², Jincan Hu², Keke Jin³, Linbo Yuan^{3#}

¹Center for Teaching and Learning Development, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

²The First School of Medicine, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

³School of Basic Medical Sciences, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

Received: Apr. 14th, 2025; accepted: Jun. 11th, 2025; published: Jun. 20th, 2025

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 章思思, 李城菲, 胡锦涛, 金可可, 袁琳波. 创新导向, 数智赋能——构建生理学课程思政教学新生态[J]. 创新教育研究, 2025, 13(6): 314-322. DOI: 10.12677/ces.2025.136444

Abstract

Under the integration of the “Healthy China” strategy and educational digitization, physiology education urgently requires overcoming the traditional dichotomy between knowledge delivery and value cultivation. This study focuses on curriculum ideology and politics development as its core orientation, employs digital intelligent technologies as innovative drivers, and establishes a four-dimensional integrated teaching reform model encompassing “goal restructuring-content integration-method innovation-evaluation enhancement”. Through three years of pedagogical practice, this model has significantly improved students’ scientific literacy (15% increase in course satisfaction) and professional commitment (24% elevation in medical career identity), providing replicable technical pathways and practical paradigms for ideological-political construction in medical curricula.

Keywords

Curriculum Ideology and Politics, Digital Intelligence, Physiology Education, Teaching Evaluation, Medical Education

Copyright © 2025 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：课程思政与数智融合的双重使命

生理学作为医学教育的基石课程，不仅需要揭示生命活动的客观规律，更应承担起培养医学生职业信仰与人文关怀的责任。然而，传统生理学教学模式存在诸多局限性。知识传授与价值引导的割裂：过度聚焦生理机制解析，忽视科学精神与医学伦理的渗透；技术应用与教育本质的失衡：数字化工具停留于知识可视化层面，缺乏价值观培养的技术路径设计；评价体系与育人目标的错位：传统考核难以捕捉思政教育的隐性成效，形成“重分数轻素养”的评估盲区。

教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》明确指出，需将价值塑造融入知识传授的全过程[1]。这一政策要求为生理学教学改革指明了方向，即通过课程思政建设，将思想政治教育融入生理学教学的各个环节，实现知识传授与价值引领的有机统一。同时，在教育数字化的背景下，如何利用数字智能技术为课程思政赋能，提升教学效果和育人质量，成为亟待解决的现实问题。本研究以临床医学专业为试点，通过数智技术赋能，探索生理学课程思政的生态化重构。

2. 现实困境：生理学课程思政的四重壁垒

2.1. 思政元素挖掘的“碎片化”

现有课程思政案例多采用“知识点 + 故事”的机械叠加模式。2023年全国医学课程思政案例普查数据显示：82%的案例采用“专业术语 + 励志故事”的物理拼接。多数案例叙事结构缺陷，存在“三脱离”现象：科学发现过程与社会历史背景脱离，人物事迹与当代职业情境脱离，知识点内涵与价值观要素脱离。例如在“神经递质”教学中附加科学家传记，但缺乏从个体叙事到价值逻辑的系统转化，导致64%的学生仅停留在“听故事”层面(n = 326)，未能建立职业价值观的深层认知关联。

2.2. 教学方法的“单向度”

问卷调查显示,83%的生理学课堂仍以讲授法为主导,遵循“先知识后思政”的简单叠加逻辑;时间压缩严重,导致思政教育沦为“课后5分钟道德说教”。某校设计的“高原医学与戍边精神”案例,缺乏情境互动设计,缺乏从具体到抽象的价值引导路径,仅12%的学生表示产生情感共鸣,暴露出自身认知体验的严重缺失。教学理念未从“以教师为中心”转变为“以学生为中心”,未从根本上体现学生在教学活动中的主体地位,未充分挖掘学生的学习潜能和解决问题的能力。

2.3. 技术赋能的“浅表化”

尽管91%的医学院已配备虚拟仿真实验室,但技术应用多局限于解剖结构演示[2]。场景设计层面存在“三多三少”现象:生理机制演示多,人文情境模拟少;个体操作训练多,团队协作场景少;标准流程演练多,伦理决策情境少。以工具理性为主导,遵循“精确模拟→技能强化”的单一训练逻辑;但在价值维度缺失,87%的系统未设置伦理冲突触发点。例如某校“心血管动态模型”虽能模拟血流变化,却未关联医患沟通、资源分配等思政场景,导致技术工具与育人目标形成“两张皮”现象。

2.4. 评价体系的“单一性”

现行评价体系中,期末笔试占比高达60%~70%,而思政育人成效评估缺乏有效工具。某校尝试在实验报告中增设“伦理反思”板块,但因缺乏智能分析支持。评价方式以终结性评价、量化评价、个体评价为主。评语趋同化,教师反馈中“认识深刻”出现频次达63次/百份;伦理反思评分呈现“天花板效应”,87%学生得分集中在85~90区间,形成“分数通胀”的默契平衡。38%的学生反馈评分标准模糊,同一份反思报告在不同教师处得分差异达22分。这些现象凸显质性评价的实践困境。

3. 创新路径:构建“双螺旋-四维”融合模型

课程思政需植根于价值教育理论与具身认知理论,构建“知识-价值-行为”螺旋上升模型,揭示科学精神与职业伦理的内化机制;数字智能技术赋能则需融合学习分析理论与情感计算框架,通过动态语义网络解构价值观生成路径。同时,追踪生成式AI伦理与元宇宙教育场景等前沿趋势,探索虚实融合环境中价值观引导的适应性策略,为模型设计提供学理支撑。

3.1. 目标重构:打造“知识-价值”双螺旋结构

基于布鲁姆教育目标分类理论,在生理学课程思政教学中,我们从认知、能力和价值三个维度构建教学目标体系。

认知维度上,学生从掌握生理机制出发,逐步理解科学本质,最终形成辩证思维。为此,我们建立结构化认知系统,涵盖生物组织多尺度模型、生理功能层级控制机制及动态平衡框架;提升科学思维内核,理解医学研究中的可证伪性、掌握研究范式转换及科学革命规律;构建矛盾认知机制,建立对立统一模型、发展动态平衡策略及历史唯物主义视角。通过认知层级螺旋上升,使学习者从机械复现知识升华为自主建构认知范式,形成适应科学革命的辩证思维体系,实现从“知识容器”到“认知主体”的转变。

能力维度上,学生从实验操作能力起步,逐步发展临床推理能力,最终具备伦理决策能力。以身体认知理论为基石,构建动作图式的神经编码与肌肉记忆机制,优化感知-运动环路,并建立操作失误的预测性控制模型。融合双过程理论,实现直觉与分析的动态结合,完善疾病脚本的存储与激活机制,同时制定认知偏误的监控与补偿策略。在推理框架上,从线性因果链转向概率因果网络(如贝叶斯框架);从确定性诊断迈向可废止逻辑(如非单调推理);从个体病例处理拓展到群体健康预测,运用复杂系统思维。

在道德认知层面，推动从规范伦理到德性伦理的跃迁，综合原则主义与决疑论，构建道德困境中的反思平衡机制。通过这些措施，将机械操作转化为价值驱动的决策智慧，实现从“技术执行者”到“反思实践者”的转变，构建连接微观操作与宏观伦理的系统能力体系。

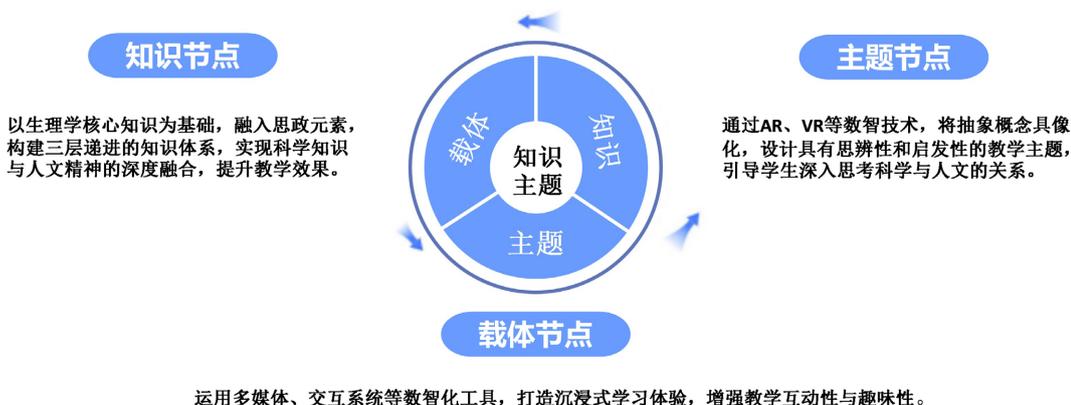
价值维度上，学生从敬畏生命出发，逐步建立职业认同，最终形成家国情怀。将生命有限性转化为医学实践的终极关怀，建立医患共在的具身化认知模式。通过揭示价值认知的螺旋上升规律，将个体生命体验升华为人类命运共同体的伦理自觉，构建起连接微观诊疗实践与宏观文明进程的价值认知系统，实现从“技术主体”到“文明使者”的范式革命。例如，在“内分泌调节”教学中，设置三级目标链：知识目标是阐述激素反馈机制；能力目标是设计甲亢治疗方案；价值目标是通过“协和百年内分泌研究史”案例，理解中国医学家的创新精神与患者关怀。图1为目标重构的教学目标体系。

3.2. 内容融合：开发“科学-人文”主题资源库

以生理学核心知识模块为切入点，构建“知识-主题-载体”三位一体的融合框架。在课堂教学中的渗透科研，用科研实验或成果充实教学。在“血液循环”章节，通过AR技术动态还原屠呦呦团队研发青蒿素的协作场景，使学生在立体化呈现中感悟科研攻关的集体智慧；针对“神经生理”模块，利用AI生成脑死亡判定、深度昏迷救治等伦理困境案例，驱动学生通过多角色模拟辩论理解医学决策的人文



Figure 1. “Knowledge-value” dual helix teaching objective system
图1. “知识-价值”双螺旋教学目标体系



三个维度相互支撑，形成“知识内化-主题升华-价值认同”的递进过程，实现思政教育的深度融入。

Figure 2. The “Science-humanities” double helix teaching content
图2. “科学-人文”双螺旋教学内容

考量；而在“生殖生理”教学环节，借助 VR 胚胎发育交互系统，让学生在 360°视角下观察生命孕育过程，结合辅助生殖技术发展史的时空穿越体验，深化对生命尊严与科技伦理的辩证思考。该框架通过数智技术具象化抽象价值观，实现思政教育从“认知输入”到“情感共鸣”的层级递进。

结合智谱清言，构建“数据感知-语义解构-价值生成”三层架构体系，实现医学人文案例的动态生成与进化。当学生检索“血压调节”时，系统自动推送：钱学森归国受阻时坚持科研的图文资料；新冠疫情中 ECMO 团队协作的 360°全景视频；高血压患者健康管理的虚拟访谈任务。创建道德冲突化解机制：设置道德困境梯度，从电车难题到真实医疗困境；开发“原则-情境-文化”三维决策树。图 2 为“科学-人文”双螺旋教学内容。

3.3. 方法创新：数智技术支持的五阶教学模式

为提升教学效果，我们将从 AI 情境介入、虚拟仿真深化、大数据画像赋能三个方面进行创新。

结合智谱清言，开发智能教学助手“PhysioGuide”[3]，具备以下功能：根据学生知识盲区生成个性化思政案例(如针对消化生理薄弱者推送“吴孟超院士肝胆外科纪录片”)；在虚拟实验中嵌入伦理冲突事件(如器官移植优先级决策)；实时分析课堂讨论关键词，触发相关思政资源推送。例如，在“体温调节”实验中，当学生讨论“极端环境生存”时，系统自动调取珠峰科考队生理监测数据，并触发“高原医学与边疆医疗”主题辩论。

将思政要素融入虚拟仿真项目，依托具身认知理论与情感计算技术，打造“触发-响应-内化”的价值观引导闭环[3]。在情境敏感设计方面，实验动物操作时自动启动 3R 原则全息讲解；数据异常修改时即时触发学术不端案例库；实验失误时即刻弹出“希波克拉底誓言”全息投影。借助历史时空重构引擎，模拟林巧稚接生场景的温湿度体感，重现顾方舟糖丸研发的决策压力情境，以及新冠疫苗研发竞速的全球态势感知。

利用智谱清言的神经网络分析学习行为数据，构建“思政素养成长曲线”，涵盖知识掌握度、情感参与度和价值内化度。知识掌握度方面，收集测验正确率、实验完成度、病例分析报告结构化评分等数据，并动态追踪跨模块概念应用的准确率变化。情感参与度上，记录伦理决策时的 SCL 波动幅度、VR 注视热点、案例停留时长以及面对医患冲突案例时的皮电反应峰值，实现多维度数据融合。价值内化度则通过分析反思日志的情感倾向和伦理决策的合理性来评估。

在现有五阶教学模式基础上，进一步聚焦价值观引导与个性化学习：在动态价值观引导上，基于情感计算(皮电反应、微表情)实时调整 VR/AR 伦理冲突强度，触发隐私权辩论案例，形成“应激-反思”闭环的动态价值观引导；在多模态情感体验上，通过触觉反馈、环境模拟还原医学史场景，以生理-情感联动强化职业使命感；在精准学习路径上，依托学习行为数据生成个性化思政资源，实现“千人千面”教学。图 3 为数智技术支持的五阶教学模式。

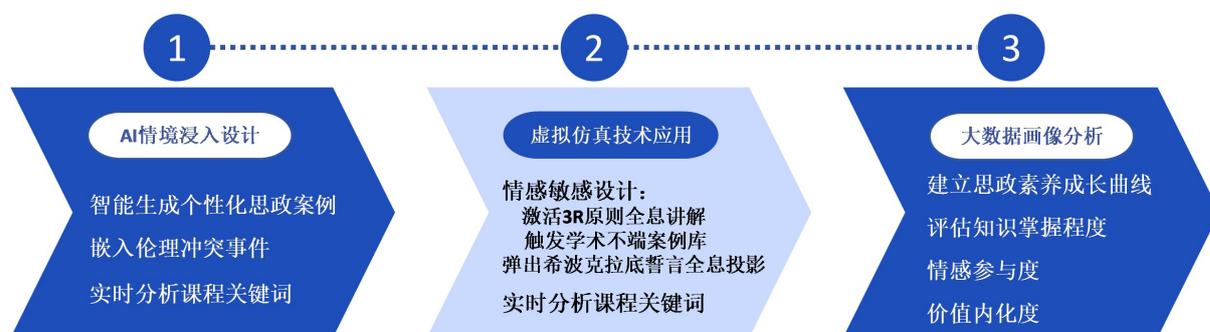


Figure 3. The five-stage teaching model supported by digital intelligence technology
图 3. 数智技术支持的五阶教学模式

3.4. 评价升级：构建 PDCA 循环评价体系

为了进一步完善评价体系，提高评价指标的科学性和有效性，同时简化评价流程以增强可操作性，本研究在构建 PDCA 循环评价体系时，遵循以下原则：一是指标精简与整合，避免重复和冗余，确保每个指标都能精准反映教学目标的达成情况；二是流程优化，减少不必要的环节，提高评价效率；三是注重反馈机制，确保评价结果能够及时反馈给教师和学生，促进教学改进。基于这些原则，我们对评价体系进行了以下优化设计。

1) 量化评价工具

开发“课程思政雷达图”，涵盖科学精神、职业认同、伦理敏感度、家国情怀和协作能力五个维度。

科学精神通过创新性实验设计次数体现，包括统计学生提交的创新实验方案数量并评估其可行性和新颖性，记录学生在课堂讨论中提出质疑或反驳观点的次数，设置“质疑环节”要求学生提出经典实验的改进思路并纳入评分标准；统计实验中重复验证关键数据的次数，引入“数据异常值分析”任务，要求学生讨论实验失败案例并撰写反思报告；通过同伴互评量化学生在小组实验中的贡献度，采用 1~5 分制评价，以加强团队协作能力。

职业认同的培养通过临床实践日志分析和职业相关活动参与频次来体现，记录学生参与疑难病例讨论和主动承担患者沟通的次数，统计学生参加医学伦理讲座、医德榜样案例学习等活动的频次。评价维度涵盖参与广度和参与深度，参与广度考察活动类型覆盖范围，如志愿服务、医患沟通培训、临终关怀实践等；参与深度则评估学生在活动中的角色(组织者或参与者)、投入时间以及反思报告的质量。

伦理敏感度的评估聚焦于伦理识别能力、决策合规性、价值权衡合理性及反思与改进意识。评估学生能否快速识别伦理冲突，如知情同意、隐私保护等；决策是否符合《赫尔辛基宣言》等伦理规范[4]；能否在患者权益、医学研究和社会效益间合理平衡；以及能否从错误决策中总结伦理盲点。评估案例包括基础场景(如患者拒绝治疗)和复杂困境(如稀缺资源分配)。评分细则为：决策合规性(0~5 分)和决策逻辑是否体现“患者利益优先”“风险最小化”等原则的过程评价。

家国情怀评估综合运用知识测试问卷、行为观测、在线学习数据和 AI 语义分析等手段。知识测试中，客观题依据正确率评分，主观题则从事实准确性、逻辑深度及家国情怀表达三个维度进行评分。行为观测聚焦于学生参与“中国医学成就”主题活动的频次，以及在临床实践中传播中医药文化的次数。在线学习数据方面，统计学生访问相关专题资源的时长和互动次数。AI 语义分析则用于提取学生课程论文和反思日志中的关键词，例如“自主创新”“民族自信”，并量化其情感倾向。

协作能力的评估综合了任务质量分、同伴互评、教师观察分以及在线协作平台数据。任务质量分基于任务成果(如报告、方案)的客观评分，重点考察数据准确性和逻辑性。同伴互评通过匿名问卷进行，聚焦“沟通积极性”“团队支持度”等关键维度。教师观察分则依据课堂记录和线上协作平台分析学生的参与频次与贡献价值。此外，还统计学生在共享文档中的编辑次数、评论条数以及任务认领数量，以全面评估其协作表现。

2) 质性评价方法

在质性评价中，我们简化了评价方法，重点聚焦于学生在课堂讨论和实践中的关键表现。通过提取学生在讨论中对思政主题的提及频率、情感倾向以及观点的深度和广度，结合教师的观察记录，快速评估学生的思想动态和价值观念的发展趋势。同时，利用 AI 技术对学生的反思日志和课程论文进行情感倾向分析，提取与思政目标相关的核心关键词，以此作为质性评价的主要依据。通过这种方式，既保证了评价的全面性，又提高了评价的效率和可操作性。

为了提升质性评价的科学性和有效性，本研究采取了三项措施：首先，开发动态词库，构建包含“医

德”“患者权益”等医学专业特有领域的词库，提取价值关键词的频次，如“责任”“生命”，并深入分析诸如“白衣铠甲”等象征性表达背后所蕴含的价值取向；

其次，建立语义关联图谱，运用 TransE 知识表示学习构建本体关系，结合 HowNet 情感词典与 BiLSTM 情感分析技术，并借助 Dynamic Topic Model 追踪价值认知的演进路径，例如“生命”与“生物安全”“基因伦理”之间的关联；

最后，采用 Aimali 工具绘制课堂讨论中的价值观念传播图，深入分析学生在讨论中对不同思政主题的提及频率、情感倾向以及观点的深度和广度，从而全面、精准地把握学生的思想动态和价值观念的发展趋势。

3) 动态反馈机制

为了增强反馈机制的及时性和针对性，本研究设计了“即时反馈 - 定期总结”的双循环反馈模式。在每次教学活动结束后，通过智能系统即时生成评价报告，反馈给教师和学生，帮助学生及时调整学习策略，教师及时优化教学方法。同时，定期对评价数据进行汇总分析，形成阶段性总结报告，为课程整体改进提供依据。通过这种双循环反馈机制，确保评价结果能够有效促进教学改进，提高教学质量。

在医学教育领域，构建“评价 - 诊断 - 改进”闭环机制对于提升医学生的伦理素养至关重要。通过

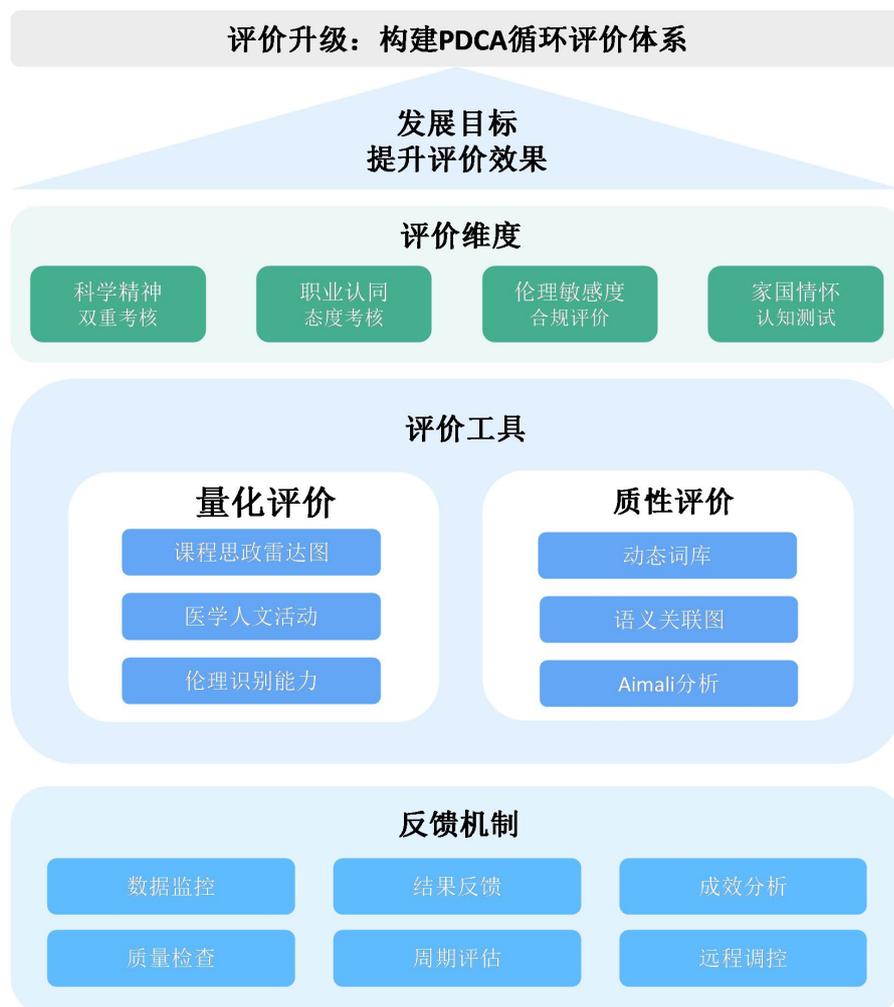


Figure 4. The PDCA cycle evaluation system

图 4. PDCA 循环评价体系

伦理敏感度指标系统，从认知、情感和行为三个层面全面评估医学生的伦理表现。在认知层面，系统统计医学生在临床决策树中选择伦理选项的频率，例如患者知情权维护的频次，以此衡量其对伦理问题的认知程度；在情感层面，借助 VR 模拟诊疗技术，监测医学生面对伦理困境时的瞳孔扩张反应，这种生理唤醒度能够反映其对伦理问题的情感投入和紧张程度；在行为层面，通过标准化病人对医学生进行评估，并对其中的伦理失分项进行聚类分析，从而精准定位医学生在实际操作中的伦理行为问题。

当某班级的伦理敏感度指标低于设定阈值时，系统能够自动触发改进机制，为该班级增加临床伦理模拟任务，并根据学生的历史表现匹配相应复杂度的案例，同时推送《医学伦理学》微课资源，帮助学生在理论与实践双重维度上提升伦理敏感度，从而形成一个完整的“评价 - 诊断 - 改进”闭环，促进医学生伦理素养的持续提升。

4) 研究设计验证与优化

为确保模型科学性与推广价值，研究设计需遵循“多中心验证 - 分层对照 - 长周期追踪”原则：多中心验证：联合综合型、中医药类及地方医学院校($n \geq 1500$)，覆盖临床医学、护理学等多学科，通过分层技术适配，如 AI 案例生成替代 VR 设备，验证模型在不同资源场景下的鲁棒性；分层对照设计：设置实验组(四维模型)、对照组 1 (传统教学)、对照组 2 (技术增强组)，基于入学成绩、职业认同度等基线指标进行匹配，采用协方差分析剥离课外思政活动干扰，明确数智赋能与内容融合的独立效应；长周期追踪机制：分阶段评估短期课程满意度与知识测试、中期临床伦理决策、长期职业投诉率与科研产出效果，动态优化“科学 - 人文”资源库与 PDCA 评价指标(见图 4)，构建“教学 - 实践 - 职业”全链条验证体系。

4. 实践成效与反思

4.1. 量化成效

临床医学专业实施“四维一体”教学改革后，课程满意度、职业认同度及伦理决策等指标均实现显著提升，验证了“目标 - 内容 - 方法 - 评价”系统化模型在打破知识传授与价值引领割裂中的有效性。数智技术赋能的“双螺旋”结构进一步强化了医学教育与思政育人的深度融合。表 1 是某医学院 2021~2023 级临床医学专业试点数据表。

Table 1. Pilot data of clinical medicine program for 2021~2023 cohorts ($n = 412$)

表 1. 2021~2023 级临床医学专业试点数据表($n = 412$)

指标	改革前(2020)	改革后(2023)
课程满意度	78%	93%
医学职业认同度	65%	89%
伦理决策准确率	54%	82%
科研创新参与率	12%	41%

4.2. 实践反思

在课程思政建设中，需关注技术伦理边界，防止算法推荐导致的价值观念“信息茧房”，构建动态平衡的知识图谱，并设置“认知缺口检测”模块以实现多样性学习。

同时，教师角色需转型，当前双师型教师认证体系与临床晋升通道脱节，临床案例向教学资源的转化率不足 12% [5]，医教协同平台存在“数据孤岛”现象。应提升临床医师参与课程设计的比例至 60% 以上，培养兼具生理学知识深度、思政教育敏感度和跨学科对话能力的“医学 + 社科”复合导师，建立“临床 - 教学 - 思政”三维度的教学体系。

此外,需建立跨学科的课程思政教研共同体[6],通过制度化的协作网络,有机整合学科知识、临床实践与价值引领,实现“教-研-医-德”的生态化协同发展,使课程思政成为医学知识本体中自然生长出的价值根系。

5. 结语

数智技术为课程思政提供了新的支持,但教育的本质始终是塑造人。本研究通过技术创新与价值引领的结合,使生理学课堂不仅呈现毛细血管的物质交换,也传递医者仁心的精神能量。这种教育模式的终极目标是让每个医学生在数字化环境中保持对生命的敬畏,在技术发展的浪潮中坚守医学的初心。未来的研究将继续优化教学方法,拓展协同育人场景,提升医学教育的质量。

基金项目

浙江省高校十四五教学改革项目(jg20220348);温州医科大学课程思政教改项目(KCSZJG202404);2025年浙江省高等教育研究课题(认知生成理论和数字孪生技术双驱的基础医学教学模式探索与实践)。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部全面推进高等课程思政建设[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202006/t20200604_462550.html, 2020-06-05.
- [2] Rutkowski, S., Kiper, P., Cacciante, L., Cieřlik, B., Mazurek, J., Turolla, A., *et al.* (2020) Use of Virtual Reality-Based Training in Different Fields of Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **52**, jrm00121. <https://doi.org/10.2340/16501977-2755>
- [3] 解东, 康永姣, 赵敏, 等. 数字化技术在医学高等教育教学改革中的应用研究[J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(10): 21-24.
- [4] Chachad, N., Levy, A., Kenon, K., Nash, R., Carter, S., Padilla, M., *et al.* (2024) Integrating the Teaching and Assessment of Moral Reasoning into Undergraduate Medical Education to Advance Health Equity. *Medical Science Educator*, **34**, 653-659. <https://doi.org/10.1007/s40670-024-02019-7>
- [5] 陈珊. 基于产教融合的医卫类高职院校课程体系优化路径研究[J]. 现代职业教育, 2025(17): 146-149.
- [6] 马春梅, 李晓曦, 温爽, 等. 新医科背景下医学课程思政建设的思考与实践——以医学免疫学为例[J]. 高教学刊, 2025, 11(11): 189-192.