

“数字化引领、智能化赋能、胜任力驱动”三维融合的

临床教学模式创新与实践

教学成果总结报告

郑州大学 2026 年 7 月

一、时代背景、问题导向与顶层设计

现代医学教育历经弗莱克斯纳改革确立科学化范式、PBL 教学法引领主动学习革命、系统整合课程实现从学科中心向器官系统中心的转变三代变革后，正步入以胜任力为导向的第四代转型。CBME（胜任力导向医学教育）范式主张“能力固定、时间可变”，以 ACGME 六大核心胜任力和 CanMEDS 七维医生角色框架为目标基准，以可委托专业活动（EPAs）为评估核心，要求教育体系持续、纵向、多源地追踪每位学生的能力发展轨迹。然而，这一先进理念在中国百万级临床医学生培养规模下落地面临三大困境：师资结构性短缺使个别化能力观察难以为继、评估工具匮乏使跨时空持续能力追踪无从实现、资源配置不均使优质教学同质化保障难以达成。破解之道，共同指向数字化与智能化的系统赋能。

“健康中国 2030”规划纲要将医教协同置于战略高度，“新医科”建设要求以医学与人工智能、大数据的深度交叉融合改造传统医学专业，国家教育数字化战略行动构建智慧教育新生态。河南省作为人口大省，优质医疗资源集中于省会，广大基层卫生人才长期匮乏。郑州大学作为河南唯一“双一流”高校，拥有 10 家附属医院（床位超 3 万张、年门诊量超 2000 万人次）、国家远程医疗中心（覆盖省一市一县一乡四级网络）和互联网医疗系统与应用国家工程实验室，形成了“大规模临床实践基地群+国家级远程医疗网络+国家级工程实验室”的独特资源禀赋，具备开展大规模临床教学数字化转型的先决条件。

自 2009 年起，项目组在 46 项省级教改项目支持下，联合医学院、10 家附属医院及上述国家级平台，开启了历时近 20 年的教学改革探索。项目组敏锐识别出制约临床教学质量提升的三大核心痛点：教学模式固化滞后（床边教学机会不均、内容受限、效率低下，认知负荷理论揭示真实临床环境中外在负荷过高严重挤占学生深度学习的认知空间）、教学资源孤岛低效（优质病例资料分散在个人电脑和科室内部，SECI 知识管理循环断裂，隐性知识外化、组合、内化环节均缺乏技术支撑）、教学评估片面迟滞（过度依赖终结性评估导致“秋后算账”式反馈延迟，Miller 金字塔最高层“Does”维度几乎无法触及）。三大痛点相互强化——模式固化加剧资源碎片，资源碎片导致评估乏力，评估滞后反过来固化模式——形成自我锁定的恶性循环，唯有系统性同时作用于三大痛点方能实现根本变革。

据此，项目组确立了“数字化引领、智能化赋能、胜任力驱动”三维融合改革理念。数字化引领意味着将技术从教学辅助工具升格为重构教学形态的生态环境，打造智慧教室、智慧诊室、智慧手术室等物理－数字融合空间；智能化赋能意味着利用 AI 和大数据实现从人工决策到数据驱动的跃迁，让机器承担繁琐的数据采集与分析，释放人的精力聚焦高价值创造；胜任力驱动意味着所有技术建设最终指向学生临床胜任力的形成与发展，培养目标从“掌握知识”转向“形成能力”。三大核心解决策略——“虚实结合，多元共创”破解模式固化、“智享融合，高效利用”打破资源孤岛、“数智赋能，绩效协同”优化评估体系——三管齐下、协同发力，构成了完整的顶层设计框架。经河南省教育厅组织专家鉴定，该成果构建了复合型高层次医学人才培养的“郑大模式”，在国内医学院校居领先地位。

二、“3+1+N”教学模式架构

"3+1+N" 是本成果回应三大痛点的核心载体。"3" 指三类线下智慧环境：智慧教室作为跨时空协作中枢，采用岛屿式分组布局重构教学关系，配备多屏互动与远程协同系统，支持跨 10 家附属医院的联合 PBL/TBL 教学，使优质师资辐射半径从单一院区拓展至整个教学网络；智慧诊室作为医患沟通镜像实验室，采用“双层空间”设计（内层模拟真实诊室、外层教学观察区），通过隐蔽式摄像、全向拾音和 AI 行为分析模块（NLP 问诊语义分析、面部表情识别、动作轨迹捕捉），在不干扰训练体验的前提下实现问诊完整性、沟通共情度、体格检查规范性的量化评估；智慧手术室通过集成于无影灯的 4K 术野摄像、全景环境系统和双向通信，将手术观摩从“背影教学”升级为“全景示教”，支持 VR 沉浸式观摩和 AR 解剖叠加，并将手术过程转化为永久可复用的数字教学资产。

"1" 指自主研发的临床医学实践教育平台——连接人、物、场、数的数字神经中枢。平台采用云原生基础设施、微服务应用架构、数据中台（遵循 xAPI 标准汇聚多源异构数据）和安全隐私保护四层技术体系，整合教务管理、在线学习、云端协作、数据分析、资源管理五大功能模块，对学生是个性化学习助手，对教师是学情分析工具，对管理者是质量监控仪表盘。平台打通“课前数据驱动课堂设计→课中实时互动采集数据→课后数据驱动个性化支持”的持续螺旋上升闭环，实现全要素互联、全过程贯通、全角色覆盖。

"N" 代表在“3+1”基础设施之上涌现的多种教学方法创新：混合式教学遵循增值性、一致性、数据驱动三原则，实现线上线下深度融合（心力衰竭单元出科考核平均分 82.7 分，传统组 75.3 分，Cohen's $d=0.58$ ）；基于大数据的精准教学通过“画像－推荐－干预”闭环实现个性化培养（C 组学生通过率从 78.6% 提升至 91.2%，全班成绩标准差从 12.8 缩至 9.3）；双师协同教学以“专家+导师”和“跨学科双师”模式打破学科壁

垒（91.6%学生认为有助于理解多学科协作思维）；虚拟仿真教学提供高风险技能的安全训练（虚拟穿刺组首次真实操作成功率 87.3%，对照组 71.8%）；远程协作教学依托四级网络实现“人不动、知识动”的资源下沉。

三、动态知识生态系统构建

七大资源库构成知识生态系统的物质基础：职业素养资源库（1200 余条课程思政素材）、理论教学资源库（微课视频 2800 条/560 小时、课件 8500 套）、实践操作资源库（标准化操作视频 680 条、虚拟仿真项目 56 个含 11 个省级以上）、临床诊疗资源库（标准化教学病例 12500 例、标注影像 85000 余幅、诊疗决策案例 280 套）、临床手术资源库（结构化标注手术视频 4200 余条/3500 小时）、考试评估资源库（有效试题 38000 余道、OSCE 站点设计 180 套）、医学文献资源库（中英文诊疗指南 1800 余部、高影响力论文推荐 12000 余篇）。七大资源库按能力培养逻辑分层组织，遵循规范性、完整性、可更新性和互操作性四大原则，与“3+1+N”模式形成“生产—消费—再生产”的良性循环。

医学知识图谱与 AI 推荐技术构成智能大脑。采用“自上而下模式驱动（ICD-11、SNOMED-CT 等标准本体）+自下而上数据驱动（基于 BERT 微调的 NER 和关系抽取）”双路径策略，构建了包含约 28 万个医学实体、150 万条语义关系的知识图谱，实现语义化资源检索、学习路径智能规划和辅助临床推理教学三大应用。融合基于内容推荐、协同过滤和知识图谱推荐的混合推荐系统，结合贝叶斯知识追踪动态更新学习者画像，实现“资源找人”。A/B 测试（N=1200）显示：实验组资源使用量高出 37.2%，学习完成率 68.4%（对照组 51.7%），出科考核平均成绩高出 4.2 分（ $p<0.01$ ）。

“双循环”更新机制构成新陈代谢系统。内循环将 10 家附属医院日

常临床数据经筛选（自动筛选+人工推荐双路径）、三级脱敏、教学化改造后持续注入资源库——2024 年新增教学病例 2847 例、手术视频 485 条，从筛选到入库平均 7 个工作日，应急病例 72 小时。外循环自动监测 WHO、AHA、ESC 等权威机构指南更新和 PubMed 高影响力论文，通过 NLP 智能筛选和“快速预发布+审核后正式发布”机制保障知识鲜活性。内外循环通过知识图谱双向更新和教学需求反馈驱动实现协同，使资源库从“静态仓储”升级为“动态知识生态系统”。

四、360°数智化绩效评估体系

传统评估以终结性考试为主导，存在反馈滞后（认知心理学表明反馈有效性与时效性高度正相关）、单点采样的测量误差放大、Miller 金字塔“Does”层级评估缺失等结构性缺陷，与 CBME 要求的纵向性、多源性、发展性、可委托性形成根本矛盾。本成果引入 Van der Vleuten 程序化评估理论（以大量低风险数据点纵向汇聚替代少量高风险评估事件，每个数据点首要功能是反馈而非判定），整合 Stufflebeam CIPP 模型（拓宽评估视野至教学系统质量），确立“评估即学习、评估即导航、评估即赋能”三重理念，构建了“多维度×多主体×全过程”的立体评估框架。

评估覆盖临床知识、临床推理、操作技能、医患沟通、职业素养、学术素养六大维度，整合学生自评、同伴互评、教师评、患者/SP 评、管理者评五元主体。核心技术创新在于“伴随式”数据采集——数据嵌入教学自然流程自动生成，消除人工填报的回忆偏差、填报负担和社会期望效应。数据来源涵盖四大类别：平台行为数据（学习投入度、内容交互、社交互动、任务完成）、智慧环境数据（诊室 AI 行为分析生成开放性问题的比例、共情指数、目光接触时长等量化指标）、临床实践数据（病历书写 NLP 自动质量评估、Mini-CEX 移动端评价）和外部系统数据（执业医师考试成绩、竞赛获奖）。

胜任力雷达图将多源数据经归一化、专家德尔菲法确定权重、时间衰减加权后，综合呈现为六维可视化画像，叠加“毕业胜任力目标线”和“同辈群体中位线”双基准，每周动态更新。系统每两周自动生成个性化诊断报告（含能力发展轨迹时间序列、短板诊断与改进建议、推荐资源直达链接、同辈匿名百分位对比），实现“诊断→资源→行动”一站式闭环。预警干预机制涵盖学习参与度、能力发展和综合风险三类预警信号，试点数据显示：32名高风险学生经干预后78.1%通过出科考核，较上年同期的59.3%提升近19个百分点。调查显示87.6%学生认为雷达图帮助清晰地了解优势与不足，81.2%认为诊断报告对学习规划有实际帮助。

五、实践成效与辐射推广

人才培养质量全面跃升：近五年，国家执业医师资格考试平均通过率达85.07%，高于211高校平均水平5.37个百分点；技能操作站通过率从79.2%提升至97.5%，病例分析题得分率从68.7%提升至82.3%；各附属医院通过率标准差从8.7缩至2.9，有力证明数字化平台的均衡化效应；考研重点高校录取率从51.2%提升至73.2%；用人单位综合满意度连续多年超99%，“自主学习能力”和“信息技术应用能力”提升最为显著。学生累计获国家级荣誉100项、省级236项，近三年本科生以第一作者发表SCI论文122篇。高阶能力指标提升幅度普遍大于基础知识指标，印证了改革对复杂能力发展的特殊促进效应。

学科与师资建设成果丰硕：临床医学学科两度入选“双一流”建设学科，获国家级一流本科专业建设点19个，《内科学》入选教育部课程思政示范课程，主编、副主编国家级规划教材8本，建成国家临床教学培训示范中心等18个国家级实践教学平台。师资队伍含两聘院士15人、长江学者5人，1537名骨干教师获国家级教学比赛奖41项、国家级课程思政教学名师1人。项目组参与制定国家卫生行业标准9项，关键支撑技

术获河南省科学技术进步奖一等奖，发表教改论文 124 篇（CSSCI 25 篇），获发明专利 8 项、软件著作权 15 项，获省级教学成果特等奖 8 项、一等奖 7 项。

辐射推广成效突出：“三维融合”模式已在校内 10 家附属医院全面应用，辐射省内外 28 家教学医院，惠及临床医学生 10000 余名。推广采用“核心理念—技术方案—实施工具—培训支持”四层递进模式，充分尊重接收方条件进行本土化适配。依托国家远程医疗中心四级网络，优质教学资源通过远程教学查房、手术示教和继续教育课程持续向中西部基层辐射。成果获中国日报、人民网、央广网、教育部全国高校思政网等权威媒体专题报道。

六、结语与展望

近 20 年持续探索凝结为“郑大模式”的六大核心特质：系统性（覆盖“教学模式—知识资源—评估反馈”全链条）、规模性（10 家附属医院数千名学生的大规模验证）、智能性（AI 和大数据深度嵌入教学全过程）、本土性（创造性回应中国超大规模医学教育的特殊挑战）、迭代性（三阶段进化证明的持续自我更新能力）、均衡性（通过数字化手段弥合院区间教学质量鸿沟）。本成果同时坦诚审视当前挑战：AI 算法可解释性不足、数字鸿沟对评估公平性的影响、过度量化导致的学习异化风险，以及技术理性与人文关怀的平衡。

面向生成式人工智能发展趋势，项目组制定分阶段推进策略。近期（1—3 年）重点引入大语言模型技术，构建智能化虚拟标准化病人与 AI 教学助手，同步升级病历书写质量评估系统的评估维度与精细化程度；中期（3—5 年）推动大语言模型与教学全流程的深度融合，建立覆盖学生自主学习、教师备课优化及教学管理决策的全方位支持体系；远期（5—10 年）依托 AI 技术构建自适应医学教育系统，实现基于学习者特征的个性

化培养路径定制。上述规划旨在通过"郑大模式"的持续迭代，培养具备扎实专业能力、良好职业素养与社会责任感的临床医学人才，为提升医学教育质量提供可推广的实践模式。