

虚实结合，智解氟害——地方性氟中毒教学中知识图谱与虚拟病区的融合创新

覃 思 医学部

引言

在教育部《高等学校人工智能创新行动计划》与“新医科”建设战略的双重驱动下，人工智能（AI）与医学教育的深度融合已成为推动高等医学教育改革的必然趋势。作为现代医学教育的支柱之一，预防医学系统构建了医学生的“大健康”观与公共卫生核心能力框架，其强调的循证预防、数据驱动决策及应对新兴健康挑战等理念，对培养新时代卓越医学人才至关重要。然而，传统预防医学教学模式在阐释抽象流行病学原理、处理分析海量健康数据、模拟预测性风险评估以及提供个性化学习支持等方面面临显著挑战，具体表现为“数据处理能力培养滞后”、“公共卫生事件模拟不足”及“个性化学习支持欠缺”等痛点，制约了教学深度与学生关键能力的培养。

当前，预防医学教育正经历从传统疾病防控向智慧公共卫生转型的阶段，这一转型亟需通过 AI 技术实现教学场景的重构。为此，以流行病学调查、医学统计学分析、环境因素健康风险评估等核心模块为载体，构建“AI 工具赋能理论教学—虚拟仿真强化实践能力—智能评测优化学习路径”的三维教学体系，既是响应“推进人工智能在教育领域深度应用”政策要求的直接举措，又能有效推进预防医学教学中智能技术应用的实践。这对突破传统教学瓶颈、培养具备 AI 素养的复合型公共卫生与预防医学人才具有重要的现实意义。

一、课程基本信息

“预防医学”是临床医学专业大学二年级开设的一门专业必修课，总计 96 学时（理论 64 学时 + 实践 32 学时），6 学分。

本课程旨在培养学生树立“预防为主”“群体健康”及“大健康”的核心观念，系统掌握流行病学、卫生统计学、环境卫生、职业卫生、营养与食品卫生、社会医学等核心知识，并重点发展循证预防思维、数据驱动决策、流行病学应用及健康风险评估等核心能力；课程内容广泛、方法性强，强调理论与实践相结合，通过融合人工智能技术，构建“AI 赋能理论—虚拟仿真实践—智能评测学习”三维教学体系，依托流行病学调查、医学统计等核心模块强化实战能力与智能技术素养，最终使学生具备在临床工作中识别健康危险因素、开展疾病预防与健康促进的基本能力，成为能应对未来健康挑战、适应“健康中国”战略需求的复合型医学人才。

二、课程教学整体设计思路

立足“健康中国 2030”战略，本课程设计突破传统教学的局限，将 AI 定位为教学全流程的智能协作伙伴，构建预防医学教育新生态。核心目标在于：从传授确定性知识转向培养学生应对复杂公共卫生挑战的胜任力，实现教学范式从“被动接受”到“主动共创”的升级。具体设计思路如下：

1. 教学理念转型：从知识传递到智慧共生

（1）AI 作为深度协作者

AI 不仅是查询工具或数据分析器，更是师生共同探索群体健康问题、模拟干预策略、预测健康风险的智能伙伴。

（2）聚焦高阶能力培养

鉴于 AI 可高效处理基础理论与数据，教学重心转向 AI 难以替代的领域：复杂系统思维（如健康社会决定因素分析）、循证决策优化（如多方案成本效益评估）、创新干预设计（如 AI 赋能的精准健康促进）、伦理风险研判（如健康数据隐私与公平性）。

（3）重塑师生角色

教师转型为健康问题策动者、人机协作引导者、批判思维激发者；学生转变为真实健康问题的探索者、人机协同方案的共创者、公共卫生智慧的生成者。

2. 教学模式构建：人机协同的三维赋能体系

（1）动态知识图谱驱动的“智学”平台

利用 AI 构建覆盖流行病学、统计学、环境卫生、职业卫生、营养健康、社会医学等领域的预防医学动态知识图谱，可视化知识关联与前沿进展；基于图谱与学习行

为数据，由 AI 生成个性化学习路径与自适应挑战任务（如模拟特定人群健康风险评估）；整合实时公共卫生数据（如疾病监测、环境监测），打造动态更新的数字资源库，确保教学与国家政策、健康趋势同步。

（2）虚实融合的“智练”场景

①虚拟仿真实践：构建 AI 驱动的沉浸式训练场：模拟突发公卫事件应急响应（如传染病暴发溯源）、社区慢病干预设计、职业健康风险评估等复杂场景，提供安全、可重复的决策训练。

②真实社区“智联”项目：学生团队在 AI 辅助下，对接真实社区健康需求（如老年健康管理），利用 AI 进行数据挖掘、方案模拟（预测效果）、智能报告生成，实施并评估干预。

（3）AI 赋能的“智评”闭环

①实时智能导学：AI 提供个性化答疑、学习策略建议、文献摘要与推荐。

②深度能力评估：AI 作为“智能考官”，对学生提交的流行病学方案、统计分析报告、健康干预计划等进行多维度评估（逻辑性、数据解读、创新性、伦理考量），提供即时、具体的改进反馈。

③学习历程画像：AI 持续追踪学习数据，生成个性化诊断报告，指导师生优化策略，形成“学习-反馈-优化”闭环。

3.教学实施路径：聚焦数智时代核心胜任力

围绕预防医学人才在 AI 时代必备的核心能力，设计关键教学环节：

（1）批判性思维与循证决策

①“AI 参谋”挑战：分析 AI 生成的预测报告或建议，识别潜在偏差、评估证据强度、权衡风险利弊。

②多源证据融合：综合运用 AI 挖掘的研究证据、真实世界数据、社区调研信息进行科学决策。

（2）复杂问题求解与创新设计

①人机协同“健康攻坚”：针对复杂问题（如流动人口健康服务），学生团队与 AI 协作进行系统分析、建模、创新方案设计与模拟。

②智能技术应用创新：探索应用 AI、大数据等工具创新健康传播、优化筛查策略、设计个性化健康管理。

（3）协作力与沟通力

①跨学科人机团队项目：模拟公卫应急小组，成员（含虚拟 AI 角色）需高效协作、清晰沟通（包括对 AI 的有效提示与结果解读）。

②智能辅助健康传播：利用 AI 生成、优化针对不同人群的健康信息与报告，评估其可理解性和影响力。

（4）伦理领导力与责任

①“数智公卫”伦理研讨：深入讨论 AI 应用中的数据隐私、算法公平、资源分配公正、技术依赖风险。

②人机责任边界厘清：明确在健康监测、风险评估、决策支持等场景中人机各自的职责与问责机制。

以预防医学课程中“地方性氟中毒”知识点为例：

生物地球化学性疾病是最典型的地方性疾病，为预防医学课程“环境卫生”一章的核心内容之一，其病因复杂、涉及多学科交叉，传统教学方式难以直观展示环境元素与疾病关联的动态过程。本案例以“地方性氟中毒”为切入点，通过引入人工智能知识图谱、虚拟仿真实验、智能数据分析工具等技术，重构教学场景，突破时空限制，实现“病因分析-流行病学调查-防治策略制定”的全流程实践教学。案例创新性地将 AI 技术与疾病防治知识深度融合，提升学生对复杂公共卫生问题的分析能力与解决能力，为预防医学教学改革提供可推广的范式。

1.AI 技术融合点：

（1）知识图谱构建：利用 AI 工具建立“氟元素分布-代谢机制-疾病表型”动态图谱，可视化展示氟中毒的病理生理过程。

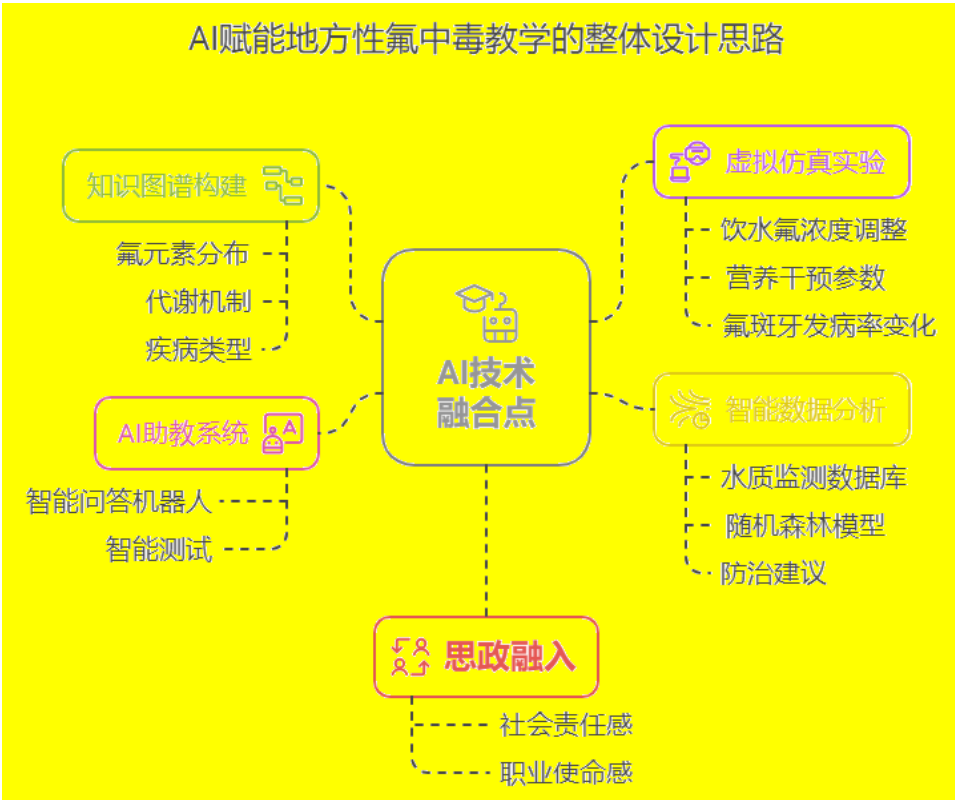
（2）虚拟仿真实验：开发虚拟病区场景，学生通过调整饮水氟浓度、营养干预参数，实时观察氟斑牙发病率变化。

（3）智能数据分析：接入真实水质监测数据库（如已依法公开的国家环境监测数据），利用随机森林模型预测高氟病区分布，并生成防治建议。

（4）AI 助教系统：部署 Kimi 智能问答机器人，解答学生关于氟中毒诊断标准、防治措施的疑问，并提供个性化学习路径推荐。

2.思政融入:

通过分析我国改水降氟工程案例，引导学生关注基层公共卫生问题，培养社会责任感和职业使命感。



三、案例教学目标

1.知识目标（低阶→高阶）

记忆：能复述核心公共卫生概念：三级预防策略、健康社会决定因素、突发公共卫生事件分级标准、主要慢性病（心脑血管疾病/糖尿病）危险因素。

理解：解释流行病学研究方法（队列、病例对照、RCT）的设计原理与适用场景，阐明环境暴露、行为因素与疾病发生的剂量-反应关系。

应用：综合运用多源标准（如《国家基本公共卫生服务规范》《食品安全国家标准》），在模拟场景中判定健康风险等级并匹配干预措施。

2.能力目标（高阶认知与技能整合）

分析：解构复杂健康问题：通过 AI 工具整合人口学、环境监测、临床和社经数据，识别疾病暴发的关键驱动因子（如登革热传播中的气候-媒介-人群免疫力交互作用）。

综合：设计系统性解决方案：融合虚拟社区仿真与真实政策工具（如健康中国行动纲要），制定跨部门协作的整合策略（如“空气污染防控：工业减排-交通规划-个人防护”三位一体）。

评价：决策科学性验证：对比不同 AI 预测模型（如传染病传播动力学模型 vs. 风险地图）在资源配置中的效能，论证循证决策的优化路径。

3. 素质目标（元认知与跨领域能力）

创造：破解公共卫生伦理困境：针对资源有限场景（如偏远地区癌症筛查），设计 AI 赋能的创新路径（如移动筛查车+AI 影像初筛+远程专家复核），平衡公平与效率。

反思：构建韧性思维模式：通过复盘虚拟突发公卫事件（如新发传染病）的响应漏洞，建立“实时数据驱动-策略动态迭代”的适应性治理框架。

协作：领导跨领域行动：在 AI 模拟的多角色平台（政府、医疗机构、社区、企业）中协调立场，推动基于证据的健康政策共识。

以预防医学课程中“地方性氟中毒”知识点为例：

1. 知识目标（低阶→高阶）

记忆：能准确复述地方性氟中毒的核心病因（如地质氟分布异常）及典型临床表现（氟斑牙、氟骨症）。

理解：解释氟元素代谢机制与疾病发展的剂量-反应关系，阐明流行病学“山区>平原>沿海”分布特征的成因。

应用：运用《地方性氟中毒病区划分标准》（GB 17018—2011），判断给定水质数据对应的病区等级。

2. 能力目标（高阶认知与技能整合）

分析：通过 AI 工具聚类分析解构多维环境数据（水氟含量、经济水平、营养指标），识别氟中毒风险的关键驱动因素。

综合：整合虚拟病区仿真结果与真实公共卫生政策，设计包含“改水降氟-营养干预-健康宣教”的区域性防控策略方案。

评价：对比不同 AI 模型（随机森林对比神经网络）的预测效能，论证最优工具在复杂公共卫生决策中的适用性。

3.素质目标（元认知与跨领域能力）

创造：基于氟中毒防治实践中的伦理冲突（如改水工程成本与健康公平性），提出 AI 赋能的创新性解决方案。

反思：在虚拟仿真实验中复盘决策偏差，建立“数据驱动-循证修正”的科学思维模式，形成应对不确定性公共卫生事件的系统性方法论。

（分层递进：从记忆事实性知识（病因、临床表现）→ 理解机制（代谢与流行病学）→ 应用标准（病区划分），构建认知基础；高阶赋能：通过分析（数据解构）、综合（策略设计）、评价（模型对比），培养复杂问题解决能力；超越认知：加入“创造”（伦理冲突创新解决）和“反思”（决策偏差修正），呼应素质目标中的科学思维与创新意识，覆盖“元认知”层次。）



四、案例教学实施过程



采用 BOPPPS 教学法：

1. 课前

(1) 导言 (Bridge-in)

设计目的：激发学习兴趣，建立课程与现实的关联。

实施步骤：

在学习通所建课程观看短视频《一个高氟病区的故事》：展示某村庄因长期饮用高氟水导致氟斑牙、氟骨症的真实案例，引发学生对氟中毒危害的直观认知。

在线讨论互动：“如果你们是公共卫生医生，如何快速锁定氟中毒风险区域？”引导学生思考环境数据分析与疾病防治的关系。

(2) 目标 (Objective)

明确告知学生本节课目标：

知识目标：掌握地方性氟中毒的病因与防治原则；

能力目标：运用 AI 工具完成氟中毒风险预测与防控策略设计；

素质目标：培养数据驱动的科学决策能力。

（3）前测（Pre-assessment）

实施步骤：

学生通过 AI 助教系统完成“氟代谢”知识点预习测试（选择题），系统自动统计错误率。

教师展示知识图谱生成的“氟中毒核心概念关系图”，聚焦学生预习薄弱点（如“氟骨症 X 线特征”），动态调整后续教学重点。

2. 课中

（1）参与式学习（Participatory Learning）

环节 1：虚拟病区探索

任务设计：

学生 4 人一组进入虚拟仿真病区，模拟采集水样、粮食样本，实时检测氟含量；

问题驱动：“为何同一病区内不同家庭氟斑牙发病率差异显著？”引导学生结合虚拟场景中的经济水平、饮食习惯数据进行分析。

环节 2：AI 预测与决策

任务设计：

每组使用随机森林模型，对全国水质公开数据集进行聚类分析，输出“高氟风险地图”；

角色扮演：小组作为“公共卫生专家组”，根据 AI 预测结果，设计包含“改水工程优先级-健康宣教方案-营养干预措施”的综合性防治策略，并通过平台提交。

环节 3：AI 助教互动

实施步骤：

针对“氟骨症 X 线诊断标准”等难点，学生向 AI 助教提问（如“如何区分氟骨症与骨质疏松？”），系统自动生成对比图表及思维导图；

教师选取典型问题投屏，结合 AI 解答进行补充讲解（如“骨膜钙化是氟骨症的特异性标志”）。

(2) 后测 (Post-assessment)

实施步骤:

即时测评: 学生在平台完成 5 道情境判断题 (如 “某村水氟浓度 3.8mg/L, 是否需要优先改水?”), 系统实时反馈正确率及解析。

方案展示与互评: 随机抽取 2 组展示防治方案, 其他组通过 AI 评分系统从 “科学性” “可行性” “创新性” 三维度打分, 教师总结优化建议。

(3) 总结 (Summary)

实施步骤:

教师通过动态知识图谱回顾 “氟元素代谢-疾病表型-防治决策” 全流程逻辑链:

升华思考:

提问: “AI 技术如何弥补传统公共卫生防控中的短板?”

总结词:

“通过 AI 工具, 我们不仅实现了从数据到决策的精准映射, 更构建了 ‘预测-干预-评估’ 的闭环公共卫生行动模式, 这正是未来医学人才的核心竞争力。”

3. 课后

(1) 分层 AI 任务链

基础达标: 完成动态知识图谱错题强化训练 (正确率 $\geq 90\%$)。

实战应用: 分析本地区水质开放数据, 提交《XX 地区氟中毒风险预测简报》(含高危区域标注)。

创新挑战: 针对 “改水成本困境”, 设计一项 “AI+低成本降氟” 技术方案 (500 字提案+3 分钟视频解说)。

(2) 智能文献研读

AI 推送个性化文献。

(3) 社区健康微行动

绘制家乡区域氟风险示意图 (基于官方水质年报)。

将 AI 生成的科普素材改编为方言版降氟指南 (短视频/广播剧等易传播形式)。

优质成果可考虑推送地方疾控中心实践应用。

五、教学效果及反思

1. 成功经验

(1) “问题链+角色扮演”激活高阶思维：以“锁定风险区→设计防治链→解决成本困境”为主线，推动学生从知识使用者转为决策者。

(2) 虚实结合实践闭环：课后“分层任务链”衔接课堂（如分析本地水质数据），促成“学-用-创”转化。

(3) AI 工具显著降低流行病学数据分析门槛，90%学生能独立完成风险预测模型构建。学生课堂参与度提升 40%。虚拟实验报告优秀率达 85%。

2. 待优化问题

(1) 技术依赖与人文平衡：AI 工具提升效率，但部分小组过度依赖模型输出，弱化实地调研思维（如忽略社会文化因素对宣教效果的影响）。

(2) 分层任务实施挑战：创新挑战任务（低成本降氟方案）仅 30%学生完成，需提供更多技术脚手架（如 AI 降氟案例库）。

3. 迭代策略

针对技术依赖与分层任务挑战，拟推进以下优化：

(1) 构建“技术-人文”双轨训练模块

在 AI 预测任务中强制增加“现实约束分析表”（如成本核算、文化接受度），要求学生标注模型未覆盖的社会因素（如某些少数民族地区老年人饮用砖茶习惯）；

(2) 增设“降氟方案伦理辩论”环节，强化公共卫生公平性意识。

(3) 建立“校-地-生”成果转化链

与地方疾控合作开设“真实病区数据沙箱”，将学生设计的方言科普素材、低成本降氟方案直接投放至试点乡镇。