

产教融合背景下慢阻肺健康管理项目驱动的医学信息与人工智能项目化学习路径研究

裘文钦^{1,a,*}

¹ 杭州市萧山区闻堰街道社区卫生服务中心, 杭州, 浙江, 中国

^a aoguojigeqiu@gmail.com

摘要: 慢阻肺健康管理中的信息整理、风险沟通、人工复核与反馈记录, 能够为医学信息与人工智能专业提供具有业务边界的项目化学习情境。本文定位为教学路径设计与实践思考, 依据相关政策、项目化学习文献、健康数据治理要求和任务分析, 将慢阻肺健康管理中的问题来源、数据条件、流程约束和交付要求转化为课程任务。在学生作为主要学习者的前提下, 提出由任务进入、软件与数据实践、风险提示与人工复核、成果证据与项目反馈构成的学习路径, 并提出临床协作人员参与问题界定、数据解释和边界复核的支持方式。路径以任务书、数据说明、过程记录、复核意见和版本材料作为学习证据, 强调数据最小必要、原型的非临床使用、人工复核和责任留痕。本文不报告课程实施样本、学习效果、患者数据、模型性能或临床验证, 所提出内容仅供课程设计与后续审慎实施参考。

关键词: 产教融合; 慢阻肺健康管理; 项目化学习路径; 医学信息与人工智能; 医学人工智能教育

Project-Based Learning Pathways for Medical Informatics and Artificial Intelligence Driven by a COPD Health-Management Project in the Context of Industry-Education Integration

Wenqin Qiu^{1,a,*}

¹ Wenyan Branch of Hangzhou Xiaoshan District First People's Hospital Medical Community, Hangzhou, Zhejiang, China

^a aoguojigeqiu@gmail.com

Abstract: Information organisation, risk communication, human review and feedback records in COPD health management can be converted into bounded project-based learning tasks for medical informatics and artificial intelligence. This article is a teaching-pathway design and practice reflection rather than a report of a clinical or educational intervention. Drawing on policy documents, project-based learning literature, health-data governance requirements and task analysis, it translates problem sources, data conditions, workflow constraints and deliverable requirements into learning tasks. With students as the principal learners, the proposed pathway comprises task entry, software and data

practice, risk-alert expression with human review, and evidence with project feedback. Clinical collaborators support question formulation, data interpretation and boundary review. Task briefs, data descriptions, process records, review notes and version histories serve as learning evidence. The pathway does not report implementation samples, learning outcomes, patient data, model performance or clinical validation; it is intended only to inform course design and cautious future implementation.

Keywords: Industry-Education Integration; COPD Health Management; Project-Based Learning Pathways; Medical Informatics and Artificial Intelligence; Artificial Intelligence in Medical Education

1 引言

慢阻肺是一类需要长期健康管理的慢性呼吸系统疾病。围绕症状变化、健康行为、用药与随访信息的整理,健康服务人员通常需要在持续记录、沟通解释和规范转介之间保持衔接。[11] 对医学信息与人工智能专业而言,这类连续任务并不等同于一组可直接训练的技术题目。其价值在于让学习者看到,数据字段、时间窗口、记录质量和沟通语境会共同影响一个技术成果能否被理解和复核。

产教融合强调教育链、人才链与产业链、创新链之间的衔接,医学教育创新也提出应面向健康服务需求培养复合型人才。[1-3] 因而,医学信息与人工智能课程不宜止步于算法原理讲授、公开数据集练习或界面展示。学生还需要理解:任务来自何种服务问题,输入是否具备使用条件,输出应如何说明,以及在何种情形下必须停止使用或交由人工核对。这些要求构成健康领域项目化学习区别于一般技术作业的基本约束。

本文将慢阻肺健康管理项目视为经课程化处理的任务情境,而非正在开展的临床服务或真实患者管理。课程可从健康信息整理、风险提示表达、人工复核和反馈记录等环节中提取问题,并以模拟样本、经授权的最小必要材料或结构化字段说明组织学习。学生是主要学习者;临床协作人员承担问题界定、医学语义核对和边界复核等支持职责;教师负责学习支架、过程评价和成果归档。这样的角色安排避免把学生置于诊断、处置或实际随访岗位。

本文属于教学路径设计与实践思考。基于政策与文献分析、项目任务拆解和学习任

务映射,提出由任务进入、软件与数据实践、风险提示与人工复核、成果证据与项目反馈构成的路径,并讨论临床协作人员的预备知识支持。医学人工智能教育已提示,技术理解、数据与证据评价、工作流程分析和持续改进需要共同进入培养过程[7-10,15]。

2 项目化学习路径的依据与边界

2.1 设计方法

本文以教学路径设计为目标,采用文件分析与任务映射的方式组织材料。分析对象包括产教融合与医学教育创新的政策要求、项目化学习和医学人工智能教育的相关文献、课程内容草案、任务说明模板、数据治理要求和原型表达需求。材料用于厘清课程设计逻辑,不包含患者原始数据、真实服务记录或临床结果。[1-3,5-10] 因此,文中所称“项目”是可被教学转化的工作情境,而不是对某一既有课程、临床系统或产业合作成效的描述。

任务映射遵循五项规则。第一,明确问题来源,说明某项任务对应的是数据整理、信息表达、复核留痕还是反馈修订。第二,限定输入,仅使用模拟样本、经授权的最小必要材料或字段说明。第三,规定可检查的学习活动与成果物,不以抽象的“参与项目”替代具体产出。第四,标明复核主体,区分教师、临床协作人员和任务导师分别需要核对的事项。第五,写明退出条件,即信息不足、授权不清、边界无法说明时,学生应停止推进并形成问题单。

由此形成的证据范围是任务设计的合理性与实施条件,而不是教学或临床效果。课

程实施后, 如要评价学习表现, 应另行明确学习对象、课程周期、评价工具、数据使用方式和伦理要求; 如要评价任何临床相关技术, 也应另行开展合规的研究设计。

方法边界还意味着, 本文不把政策文件、项目化学习文献或技术治理原则直接推演为某一课程必然有效的证明。它们提供的是课程设计的依据和审视问题的角度, 而非对学生能力提升、协作效率提升或健康管理效果的实证结论。对于每一项建议, 读者都应区分“可用于组织学习的设计要点”与“已经被实施并评价的结果”。前者可以由任务分析和既有文献支持, 后者则需要在具体课程条件下另行收集过程材料和评价证据。

2.2 项目任务的教学转化

真实工作任务进入课堂, 不能原样搬运。健康管理任务往往同时涉及服务对象、信息

来源、时间要求、沟通责任和多方协作; 教学则必须把这些隐含条件拆解为学生可理解、可操作和可评价的活动。较为稳妥的转化顺序是“项目问题—任务书—知识与技能目标—过程证据—评价标准”。学生不直接承担临床决策, 而是在限定输入下完成数据说明、规则梳理、原型表达、复核记录和版本修订。

任务书应在开始前写清目标、输入范围、提交物、复核点和退出条件。例如, 数据可用性任务关注字段定义、来源说明、缺失识别、脱敏标识与版本记录; 风险提示表达任务关注观察窗口、可见证据、适用说明和人工复核入口; 反馈任务则关注如何记录问题、修改规则说明并保留版本变化。表 1 将四类任务与学生的学习路径对应, 强调每一步均有可检查的成果, 而非只以最终页面或模型结果评分。

表 1. 慢阻肺项目任务与学生学习路径映射

项目任务	可控输入	学生学习活动	阶段成果物	复核主体与边界
数据治理	字段说明、模拟样本或最小必要数据、授权要求	字段定义、缺失识别、脱敏标识、质量规则梳理	数据字典、质量清单、版本记录	教师审查任务完成; 临床人员核对医学语义; 学生不处理未授权数据
风险提示表达	观察窗口、变量说明、规则说明或既有模型验证材料	整理触发条件、关键证据、适用说明与退出条件	风险提示说明、原型界面、问题单	临床人员复核医学表述; 学生不作诊断或处置建议
人工复核	提示原型、数据完整性状态、复核记录模板	设计复核入口, 记录处理意见和修改依据	人工复核流程、修改记录	临床人员负责边界复核; 项目方 (由项目导师代表) 确认交付格式
随访反馈	随访流程说明、典型问题、反馈记录模板	梳理问题回流、版本变更和下一轮任务要求	反馈记录、任务卡修订说明	项目方 (由项目导师代表) 提出衔接要求; 教师评价过程证据

2.3 与一般人工智能教学的区别

一般人工智能教学常以算法原理、编程工具、公开数据集或竞赛指标为主线, 这些内容能够帮助学生建立基础能力。健康领域项目化学习还要处理数据来源、隐私风险、语义解释、使用情境和人工监督等问题。医学人工智能教育研究也提示, 技术训练若脱离实际工作流程与伦理治理, 学习者较难形成对输出边界的完整理解[7-10]。

本文路径的不同之处, 在于把数据质量、信息表达、人工复核和版本反馈放入同一任务链。学生需要说明一项技术结果依赖什么输入、对谁可见、如何被复核, 以及何时不能继续输出。这样的要求并不降低技术学习的

难度, 而是把技术能力放回健康信息处理和跨专业协作的语境中, 使算法、数据库、前端与医学信息学知识能够围绕同一问题被调用。

2.4 数据与医学边界

健康数据教学应坚持最小必要、授权访问、目的限定和可追溯管理。课程团队可提供模拟数据、经授权的最小必要材料或结构化字段说明, 并在任务书中明确访问权限、文件命名、展示范围、导出限制和版本留存要求。学生应将数据质量、缺失状态和来源说明作为成果的一部分, 而不是把这些问题视为技术处理之前已经被完全解决的前提[4,10]。

课堂中的风险提示只能作为信息表达和复核流程的演示原型。它不提供诊断结论、处置建议、真实患者分层或实际随访安排，也不应以任何模型分数替代临床判断。原型应提示信息是否完整、依据是否可见、使用

范围是否明确，并留下人工复核和问题回流的入口。若后续另行开展经伦理批准的临床评价，可参考 CONSORT-AI 和 DECIDE-AI 的报告要求组织方法与结果[13-14]。

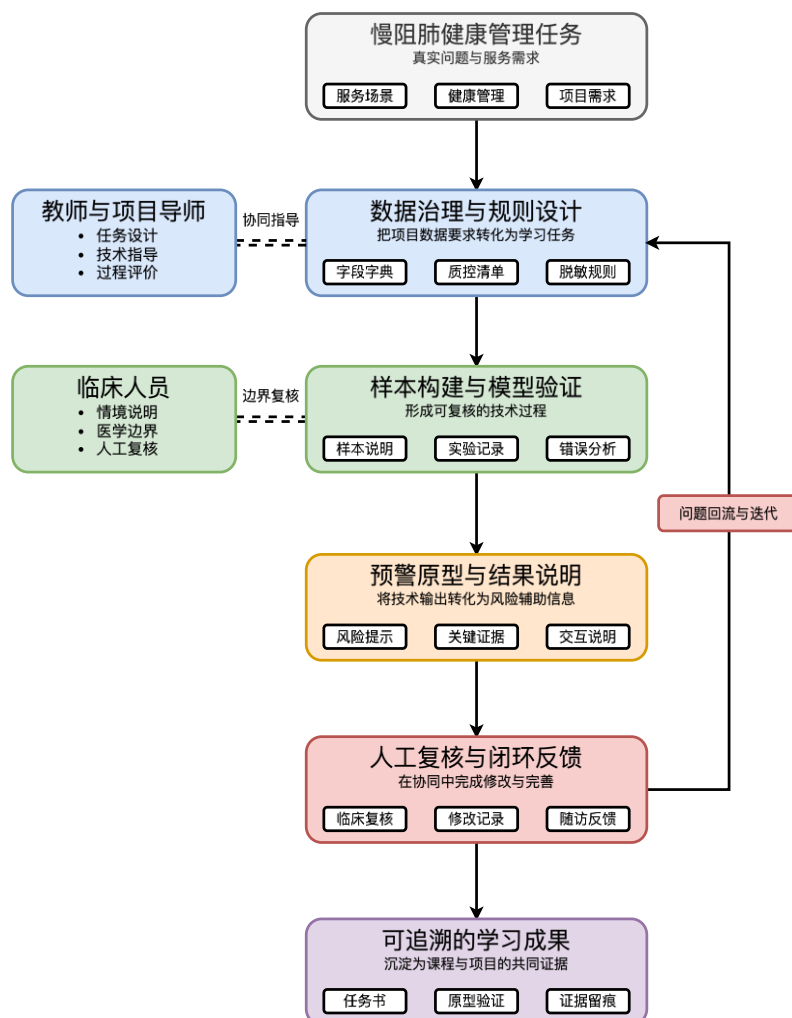


图 1. 产业任务转化为学习任务的逻辑框架

3 项目化学习路径的现实基础与主要问题

慢阻肺健康管理能够提供连续的信息处理和协作问题，因此适合被转化为医学信息与人工智能课程的任务情境。但“适合转化”不等于已经具备完整实施条件。路径设计还需面对课程目标如何对齐、健康数据如何使用、技术结果如何解释、学习质量如何评价和多主体如何协同等问题。

3.1 课程目标与真实任务之间仍需建立稳定映射

数据库、机器学习、前端开发和医学信息学在常规课程中常被分散安排。学生可能能够完成查询、建模或页面制作，却未必能

说明这些成果在健康管理任务中解决了什么问题。若课程仍以章节知识或工具清单为唯一线索，数据处理容易失去使用场景，模型练习缺少明确输出对象，界面设计也难以与复核和反馈材料相连。

稳定映射应从任务地图开始。教师先说明一个健康管理问题所需的信息、预期的表达方式和不应跨越的边界，再把知识点配置到任务节点。例如，字段定义对应数据治理，时间窗口对应问题表述，界面中的证据区对应结果解释，复核记录对应协作与质量控制。每个知识点都应在任务书中找到位置，学生也应能在成果中说明自己的工作如何与前后环节衔接。

映射不稳定的原因,往往不是课程内容不够多,而是任务的输入、输出与评价标准来自不同表述体系。技术课程习惯使用数据集、指标和功能描述,健康管理任务则强调服务环节、责任分工和沟通要求。若没有一份共同的任务卡,学生会把“完成算法”理解为完成项目,临床协作人员则难以判断技术材料是否仍保持医学语义。课程设计应把这些不同表述放在同一张任务卡中,并在每次阶段复核时依据相同的目标、输入、成果和边界核对。

3.2 数据治理与隐私保护需要前置为学习要求

健康数据不同于已经完成标准化处理的公开练习数据。字段含义、记录主体、采集时间、缺失原因、授权范围和可识别风险都会影响后续分析是否成立。若学生只接触“已经清洗完毕”的数据,就难以理解为何数据字典、脱敏标识、访问控制和版本记录是交付物的一部分;若课程只停留在保密口号,也难以把保护要求落实到字段选择、文件管理和成果展示。

因此,数据治理应作为进入下一阶段的门槛,而非结课时的附加说明。学生需先提交字段字典、最小必要说明、质量检查和访问记录,教师再判断其是否具备进入处理或原型表达阶段的条件。对来源不清、授权范围未定或缺失无法解释的材料,应采用模拟样本、字段说明或问题单继续教学,而不应要求学生以真实数据补足任务[4,10]。

数据治理难以前置的一个现实原因,是课程常将数据准备视为技术训练之前的行政环节,或者假定所有教学输入都已经不存在风险。事实上,数据是否可用本身就需要学习者判断。将访问范围、脱敏状态、字段定义与质量检查写入任务评价,能够让学生看到数据治理不是阻碍技术实践的外部要求,而是决定后续处理是否有意义的专业条件。

3.3 技术输出与临床流程之间存在解释断点

学生常将技术输出理解为一个数值、标签或界面提示,但健康管理中的信息需要被不同角色理解。若没有说明观察窗口、输入状态、可见证据、适用条件和复核入口,输出即使形式完整,也难以判断它在流程中能否

被安全地讨论。技术语言与健康服务语言之间的断点,往往发生在结果说明而非代码运行的瞬间。

课程可以把断点转化为明确的表达任务:学生为每一条提示写出其数据条件、生成时点、可解释证据、限制说明和人工复核问题;临床协作人员只核对医学语义与边界,不对学生原型作出临床处置。相关研究已指出,人工智能走向实际影响时,数据质量、可解释性、工作流程匹配与人类监督都需要被同时考虑。[12] 将这些问题前置为学习材料,有助于学生从“输出结果”走向“说明结果”。

解释断点还会影响协作节奏。技术人员可能认为规则已经运行即可进入下一步,临床协作人员却需要先知道提示的依据、信息缺口和适用范围。若这些信息没有以可读方式被保留,讨论很容易回到各自专业的术语中,既增加沟通成本,也使学生难以从反馈中定位修改对象。以“提示说明+复核记录+版本变化”组成最小证据单元,可以把抽象的解释要求落到可被审阅和修订的材料上。

3.4 学习评价缺少能够反映过程质量的证据

若项目化学习只依据期末演示、答辩表现或一次性技术指标评分,学生容易追求视觉效果或分数,而忽略输入条件、错误分析、修改依据和团队协作。对健康领域任务而言,过程质量直接关系到学习者是否理解了数据边界与复核责任,因此不能由最终页面或一次运行结果完全替代。

评价证据应与任务链对应。数据阶段关注字段说明、质量清单和版本记录;处理阶段关注操作记录、错误案例和解释文字;原型阶段关注使用范围、复核入口和问题单;反馈阶段关注意见如何被记录、修改和保留。项目化学习研究显示,过程材料与成果物共同构成对学习质量的观察基础[5-6]。这样的评价不承诺某种学习效果,却能为后续实施提供可复核的观察框架。

过程评价之所以容易缺位,还在于课程周期有限、参与者背景差异较大,教师往往倾向于采用统一且易于展示的终结性成果。然而,同一页面或同一模型记录背后可能对应完全不同的数据理解和协作过程。课程可将关键过程材料压缩为少量必交件,例如一份任务卡、一份质量清单、一份错误案例记

录和一份版本说明,以降低记录负担,同时保留判断学习质量所需的最小证据。

3.5 多主体协同尚需形成可执行的分工

不同参与者关心的内容并不相同。教师负责课程目标、学习支架和评价规则;临床协作人员核对问题表述、医学语义和人工复核边界;任务导师说明情境约束、交付格式和版本衔接;学生在限定材料内完成分析、表达与记录。协同的重点不是增加讨论频次,而是让每个节点都有提出问题、复核、记录和关闭问题的责任人。

课程可围绕任务启动、阶段复核和成果归档设置固定节奏。启动时统一任务卡与材料边界,阶段复核时围绕同一份问题单提出意见,归档时保留修改依据、版本差异和未

解决事项。对需要专业判断但材料不足的问题,应明确标为待澄清,而非以模糊措辞推进。这样既能降低跨专业沟通的损耗,也能使学生看到协作不是把任务分割后各自完成,而是围绕同一问题持续校正。

协同分工在设计时还应避免两个极端:一是把临床协作人员安排为所有医学问题的即时解答者,二是把技术实现完全交由学生自行解释。前者会削弱学生的问题表达和证据整理,后者则可能使医学边界被技术语言替代。较合适的做法是由学生先依据任务卡形成可读材料,再在固定节点请求针对性的核对;复核意见以问题单和版本记录返还学生,使下一次讨论能够建立在已经整理的事实基础上。

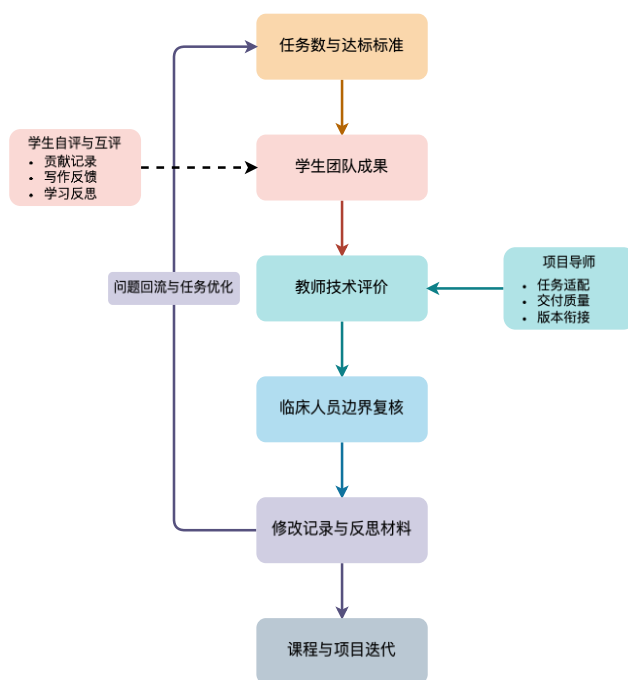


图 2.项目化学习评价与反馈路径

4 慢阻肺健康管理项目驱动的项目化学习路径

4.1 以项目任务作为学习入口

项目化学习的起点不应是“本周学习某个算法”或“完成一个页面”,而应是一个经过课程化处理的健康管理问题。教师可从信息整理、质量核对、提示表达、人工复核和反馈记录等情境中选择一项,向学生说明问题为何出现、可使用的材料是什么、需要交付什么成果,以及哪些事项不属于学生职责。任务书既是学习入口,也是边界文件。

每项任务进入前,学生至少要回答四个问题:本环节需要什么信息;这些信息是否具备可使用条件;完成后将形成什么可读的成果;成果由谁、按什么标准复核。若其中任何一项没有答案,学生应先补充问题单,而不是直接进入代码、模型或界面制作。这样的门槛设置使不同课程知识围绕任务需要被调用,也使“先理解问题,再选择技术”成为可观察的学习过程。

任务入口还应保留角色提示。学生负责在限定范围内完成学习活动,教师负责将复杂要求拆解为可完成的步骤,临床协作人员

负责核对医学语义和边界，任务导师负责说明任务格式和衔接需求。角色提示并非为了模拟完整的医疗团队，而是为了帮助学生在学习中识别技术、业务和责任之间的区别。

4.2 软件与数据实践路径

软件与数据实践宜遵循“数据可理解—过程可记录—结果可解释”的顺序。第一阶段，学生利用表格、数据库或笔记本环境建立字段字典，说明数据来源、时间范围、缺失模式和版本标识。第二阶段，在模拟样本或经授权的最小必要材料上完成结构化整理、质量检查和探索性分析，并留下操作记录。第三阶段，才在明确观察窗口、输入变量和标签边界后形成规则演示或模型验证记录。

教学重点不在于要求学生掌握某一个平台，而在于使其能够说明为何选择某种处理方式、哪些步骤可复现、何处存在信息不足。对于初学者，可先使用规则或简化数据演示一次从字段核对到提示表达的最小流程，再逐步加入训练与验证材料的区分、重复记录识别、时间泄漏检查和错误案例分析。每次新增复杂度都应有相应的质量检查与解释任务。

学生完成一次处理后，应同时提交运行结果和过程说明：材料来自何种教学输入，关键处理为何这样安排，参数或规则依据何在，哪些异常值或缺失会影响解释。错误案例不应被隐藏。信息不完整、时间范围不匹配、字段含义变化或结果无法解释，都可以成为问题单的内容。医学人工智能教育强调，技术能力、临床情境理解和伦理治理需要共同发展。[7-10] 这些过程材料正是三者发生连接的位置。

4.3 风险提示与人工复核路径

本路径中的风险提示是一种课堂演示和流程表达原型，用于练习如何把信息条件、证据提示和复核入口放在同一界面或说明中。它不用于诊断、处置、真实患者分层或实际随访安排，也不以模型分数替代临床判断。学生的任务是说明原型在何种材料条件下可以被讨论、何种情况下必须显示信息不足，以及人工复核者需要看到哪些依据。

人工复核应被设计在原型的前部，而不是技术结果后的装饰环节。一个合格的课堂

原型至少包括数据状态、生成时点、关键证据、适用范围、限制说明和复核记录入口。学生可在模拟情境中练习把一个提示改写为可供讨论的问题，并记录为何需要修改、由谁提出、如何处理。临床协作人员只审阅医学语义、提示边界和复核要求，教师则审阅学生是否完成了过程表达。

这种安排旨在让学习者理解“技术输出”并非自动进入健康服务，而需要被解释、复核并保留责任痕迹。人工智能在健康领域的实际应用面临数据、流程、可解释性和人类监督等多重挑战。[12] 在教学中将这些挑战转化为任务卡、问题单与复核记录，可以避免用抽象伦理口号取代具体的操作训练。

4.4 成果证据与项目反馈路径

项目化学习的成果不应只是一份展示页面或一次答辩。与任务链相对应的证据包可包括任务书、字段字典、质量检查清单、处理记录、错误案例、原型说明、复核意见和版本变更记录。证据包使教师能够判断学生是否理解了输入、输出与责任边界，也让不同专业背景的参与者能够围绕同一份材料开展复核。

反馈环节可使用模拟反馈记录和典型问题，要求学生追踪一个问题如何从发现、说明、复核到修订。学生不必追求把所有问题“解决”，但应说明哪些问题已经关闭、哪些问题需要补充材料、哪些问题因边界不清而不能继续。教师可据此评价过程质量，任务导师也可检视交付格式是否清楚。这样的安排更接近项目任务的真实逻辑，而不会把技术页面误当成唯一成果。

评价时，应把“是否制作出模型或原型”与“是否完成学习任务”区分开来。后者还包括能否说明数据来源、复现关键步骤、记录错误、回应复核意见和识别使用限制。项目化学习的价值并不只在于形成某个产品，而在于让学生在问题、证据、协作和修订之间建立稳定联系[5-6]。

5 医学学者作为协同参与者的预备知识与支持路径

5.1 从医学问题到可研究任务

本节所称“医学学者”，是指在课程任务中提供临床问题界定、医学语义核对、数据

解释或人工复核支持的临床人员或医学研究人员。其角色不是第二类独立培养对象，也不改变学生作为主要学习者的定位。之后文中统称为医学协同参与者。支持路径的目标，是帮助医学协同参与者与学生围绕同一教学问题形成可沟通、可复核的材料，而非要求其在短期内承担全部软件开发或临床服务职责。

医学协同参与者进入交叉任务时，首先要把宽泛的健康关注点转化为可讨论的研究任务。以慢阻肺健康管理为例，问题不能停留在“能否预测风险”，而要进一步说明服务情境、目标对象、观察时段、可获得信息、预期使用者、复核需求和退出条件。只有这些条件被写入任务卡，技术人员、临床协作人员和学生才能判断某个问题是否可以在课程中被安全地表达。

问题表述训练可采用短循环：先用自然语言说明一个健康管理关注点，再将其拆解为目标人群、候选变量、时间范围和待澄清事项，最后由教师和临床协作人员共同核对是否存在概念混淆、数据不可得或责任越界。这样可以避免把“临床上值得关注”直接等同于“数据上可以建模”，也可避免技术表达忽略健康服务中的实际约束。

5.2 软件与数据能力学习路径

软件与数据能力宜从数据素养开始，而非从复杂算法起步。医学协同参与者可按“表格与字段理解—数据库与查询意识—Python或R的数据处理—可视化与探索分析—验证记录—版本管理”的顺序接触工具。表格与字段说明帮助理解数据结构和缺失模式，查询意识帮助识别数据关联，脚本或笔记本环境帮助保留可重复的过程，可视化和验证记录则帮助讨论结果是否具有可解释条件。[7-10,15]

该路径不要求医学协同参与者成为独立的软件工程师。更可行的目标是能够阅读字段定义、审阅处理逻辑、识别问题单中的数据限制，并参与解释技术输出。每一阶段都应有可检查的材料，如字段说明、查询或清洗记录、图形解读、验证说明和版本变更。选择工具时，也应优先考虑团队能够共同查看、讨论和复核的环境，使关键操作能够被转化为他人可阅读的记录。当医学协同参与者看

到一个处理结果时，重点不应只放在图形或数值本身，还要追问：数据从何而来，是否存在缺失或时间错位，处理规则是否与问题表述一致，结果是否超出了材料所能支持的范围。这样的追问能够帮助学生把技术实现与医学语义、数据条件和沟通责任联系起来。

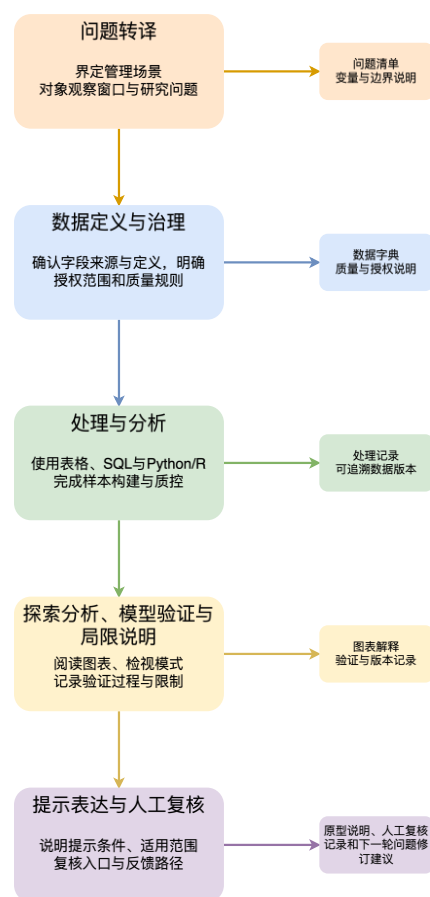


图3.医学学者参与慢阻肺健康管理项目的软件与数据学习路径

5.3 硬件与数据采集能力学习路径

硬件与采集能力的学习，应围绕“采集什么、在何种条件下采集、数据能否进入后续分析”展开，而不以设备型号或接口操作为中心。可穿戴设备、便携肺功能仪和移动端记录工具可以作为通用教学情境。医学协同参与者需要理解指标的健康含义、采集频率、时间戳、缺失原因、设备与人员的对应关系、传输方式和质量检查要求，从而判断某项记录能否作为课堂分析输入。

课程练习可使用模拟输入、结构化字段说明或经授权的最小必要材料。无论输入来自何种通用采集场景，均应记录授权范围、采集条件、时间同步、数据完整性、导出方式和版本信息。连续记录中的空值可能来自设

备未佩戴、网络中断或导出规则变化；异常值也可能由测量误差、时间错位或对象绑定错误造成。学习者需要能够区分这些数据问题与健康状态变化的差别，而不应从教学材料推导临床结论。[4,10]

该路径的重点是培养对采集链条不确定性的识别能力。面对同一项指标，设备使用、

采集频率、网络传输、导出规则和时间同步都可能改变数据质量。医学协同参与者通过查看采集日志、字段说明和质量检查结果，可与技术人员共同定位问题应回到设备使用、数据接入还是分析规则处理。这样，硬件理解、数据治理和任务反馈才会在同一学习路径中衔接起来。

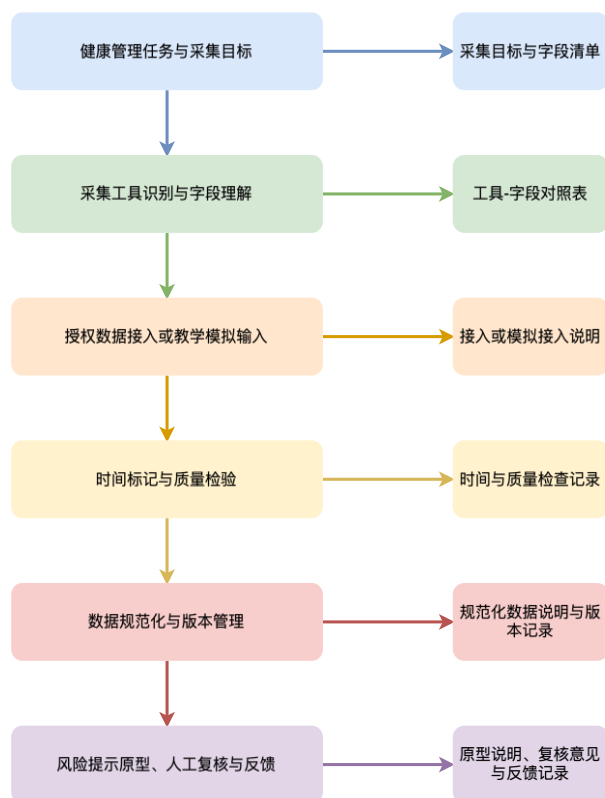


图 4. 慢阻肺健康管理项目的硬件与数据采集学习路径（通用教学场景示意）

5.4 阶段成果与协同学习

医学协同参与者的预备学习宜以阶段成果组织，而非以完成若干软件课程作为唯一标准。起步阶段形成问题清单和数据边界说明；数据阶段形成字段字典、质量检查和授权记录；处理阶段形成过程记录、图形解读和验证说明；协同阶段形成原型说明、复核意见和版本材料。阶段之间允许回退，例如在发现采集质量问题后重新界定任务，但每一次回退均应留下原因、责任人和处理结果。

协同学习可采用“讲解—示例—共同完成—复核反馈”的短周期单元。教师解释学习目标与评价要求，临床协作人员核对医学语义和边界，技术导师核对实现逻辑，学生将讨论转化为可审查的过程材料。不同角色不必承担相同的技术任务，却应对同一问题形成能够相互理解的任务卡、问题单和版本

记录。表 2 给出可用于课程组织的阶段成果框架。

阶段成果的评价应体现角色差异。对学生，可重点观察任务完成质量、数据处理规范、技术表达和协作记录；对医学协同参与者，可重点观察问题界定是否清楚、数据边界是否合理、解释是否符合教学情境，以及能否提出可执行的复核和反馈要求。评价不以谁掌握更多工具为唯一尺度，而以是否围绕共同问题形成可追溯的协作材料为依据。

通过问题单、复核意见和版本记录形成的证据链，能够帮助参与者看到能力如何在任务中发展，也为后续课程迭代提供可用材料。该路径仍需在明确课程周期、学习对象、评价工具和数据管理条件后，才能进一步观察其适配性。任何观察均不应超出本文作为教学设计与实践思考的证据范围。

表 2.医学学者协同参与的预备知识与阶段成果物

学习阶段	预备知识与通用工具/场景	阶段成果物	导师复核点
问题表述	服务场景、目标对象、观察窗口；任务卡与问题单	问题清单、数据边界说明	临床人员核对医学语义；教师核对可学习性
数据理解	字段字典、表格、数据库查询意识；通用采集工具字段说明	工具—字段对照表、授权与质量说明	技术导师核对字段、来源与版本要求
处理与解释	Python/R、可视化、验证记录；模拟或经授权输入	处理记录、图表解释、验证说明	技术导师核对处理逻辑；医学学者参与结果解释
协同复核	风险提示原型、复核入口、反馈记录	原型说明、人工复核意见、版本变更材料	临床人员复核边界；项目方核对成果衔接

6 结论

本文以慢阻肺健康管理任务为教学情境，提出面向医学信息与人工智能专业学生的项目化学习路径。路径将任务进入、软件与数据实践、风险提示与人工复核、成果证据与项目反馈组织为连续环节，核心不在于把学生带入临床决策岗位，而在于使其在限定材料和明确责任边界下理解数据质量、技术表达、人工监督和协作记录之间的关系。

本文同时提出临床协作人员参与问题界定、数据解释、采集理解与边界复核的支持方式。学生仍是主要学习者，临床协作人员、教师和任务导师通过任务卡、问题单、复核意见和版本记录提供不同层次的支持。两张任务映射表将项目要求转化为可参与、可完成、可评价的活动，有助于避免把算法、软件或界面展示孤立为课程终点。

需要强调的是，本文为教学路径设计与实践思考，后续若开展课程实施，应在课程周期、学习对象、评价工具、授权与数据治理条件明确后，审慎观察学习过程与成果质量；若涉及任何临床评价，则应另行履行相应的伦理、方法和报告要求。这样的边界既是对健康数据和临床责任的尊重，也是交叉项目化学习能够长期推进的前提。

从普通教育期刊的实践思考定位看，本文可以形成的特色不在于宣称已经建立某种临床智能系统，而在于提出以任务书、数据说明、复核记录和版本材料连接产教融合情境与课堂学习的组织方式。该方式把技术训练中常被忽略的输入条件、解释责任与反馈痕迹纳入可评价的学习过程，也为不同专业背

景的参与者提供了共同讨论的载体。其可迁移性仍取决于课程资源、数据条件和参与者分工，不能脱离具体情境直接复制。

后续工作可在不超出授权与教学边界的前提下，逐步积累课程任务卡、过程证据和复核反馈，并以明确的评价问题观察路径是否适配不同基础的学习者。任何课程改进都应先说明材料来源、学习目标、评价标准和未能解决的问题，再讨论是否需要扩大应用范围。这样，项目化学习才不会因追求“真实”而忽略可控性，也不会因强调技术而忽略健康领域的信息责任。

参考文献

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见[Z]. 国办发(2017) 95 号, 2017-12-05.
- [2] 教育部办公厅, 工业和信息化部办公厅. 现代产业学院建设指南(试行)[Z]. 教高厅函(2020) 16 号, 2020-07-30.
- [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见[Z]. 国办发(2020) 34 号, 2020-09-17.
- [4] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国个人信息保护法[Z]. 2021-08-20.
- [5] KOKOTSAKI D, MENZIES V, WIGGINS A. Project-based learning: A review of the literature[J]. Improving Schools, 2016, 19(3):267-277. DOI:10.1177/1365480216659733.
- [6] GUO P, SAAB N, POST L S, et al. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures[J]. Intern

- ational Journal of Educational Research, 2020, 102:101586. DOI:10.1016/j.ijer.2020.101586.
- [7] CHAN K S, ZARY N. Applications and challenges of implementing artificial intelligence in medical education: integrative review[J]. J MIR Medical Education, 2019, 5(1):e13930. DOI:10.2196/13930.
- [8] MASTERS K. Artificial intelligence in medical education[J]. Medical Teacher, 2019, 41(9): 976-980. DOI:10.1080/0142159X.2019.1595557.
- [9] KOLACHALAMA V B, GARG P S. Machine learning and medical education[J]. npj Digital Medicine, 2018, 1:54. DOI:10.1038/s41746-018-0061-1.
- [10] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance[R]. Geneva: World Health Organization, 2021.
- [11] GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE. Global strategy for prevention, diagnosis and management of COPD: 2026 report[R]. 2026.
- [12] KELLY C J, KARTHIKESALINGAM A, SULEYMAN M, et al. Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence[J]. BMC Medicine, 2019, 17:195. DOI:10.1186/s12916-019-1426-2.
- [13] LIU X, CRUZ RIVERA S, MOHER D, et al. Reporting guidelines for clinical trial reports for interventions involving artificial intelligence: the CONSORT-AI extension[J]. Nature Medicine, 2020, 26(9):1364-1374. DOI:10.1038/s41591-020-1034-x.
- [14] VASEY B, NAGENDRAN M, CAMPBELL B, et al. Reporting guideline for the early-stage clinical evaluation of decision support systems driven by artificial intelligence: DECIDE-AI[J]. Nature Medicine, 2022, 28(5):924-933. DOI:10.1038/s41591-022-01772-9.
- [15] RUSSELL R G, LOVETT NOVAK L, PATE L M, et al. Competencies for the use of artificial intelligence-based tools by health care professionals[J]. Academic Medicine, 2023, 98(3):348-356. DOI:10.1097/ACM.0000000000004963.