

• 专论:数智时代的医学人才培养 •

编者按: 医学教育处在健康中国和 Education 强国两大战略的交汇点, 承担着为中国卫生健康行业培养合格人才的重要使命。数智时代背景下, 新兴技术迅猛发展强力驱动教学革新, 医学人才培养呈现出主体多元化、资源海量、媒介协同化、空间开放化的显著特点, 经历着前所未有的变革与挑战。数智技术在辅助教学实施、监控教学质量、模拟临床学习环境等方面表现突出, 弥补了传统医学教育教学资源匮乏、教学方式方法单一等不足, 但仍面临技术成本高、跨学科融合不足、教学缺乏个性化和数据隐私等问题, 须进一步研究和解决, 以确保数智技术更好地服务于医学人才培养。本期专论着眼于数智时代医学人才培养, 所载论文包括生物医学与健康信息学人才培养、医学智慧课堂教学质量评价、国外医学教育改案例等, 以期为我国医学人才培养提供新思路, 更好地应对数智时代的教育挑战和发展需求。

我国生物医学与健康信息学人才本硕博贯通式培养体系构建

张云秋 刘津好

(吉林大学公共卫生学院 长春 130021)

[摘要] **目的/意义** 构建生物医学与健康信息学 (biomedical and health informatics, BMHI) 本硕博贯通式人才培养体系, 以满足我国医疗信息化发展对高层次 BMHI 复合型人才的需求。**方法/过程** 通过现状、问题和国际经验分析, 基于 BMHI 教育框架, 围绕“多学科融合、分层递进、实践驱动、创新引领”核心理念, 从教学目标、内容、方式及评价 4 方面构建“三阶段、一体系”递进式培养模式。**结果/结论** 率先制定 BMHI 本科专业方案, 搭建完整的本硕博贯通链条; 基于国际医学信息学学会提出的框架形成本土化教学内容体系; 创新提出实施策略与条件保障机制; 为我国 BMHI 教育提供系统性解决方案。

[关键词] 生物医学与健康信息学; 本硕博贯通; 培养体系

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2025.08.001

Construction of a Framework for BMHI Talents with Bachelor - Master - PhD Integrated Training in China

ZHANG Yunqiu, LIU Jinyu

School of Public Health, Jilin University, Changchun 130021, China

[Abstract] **Purpose/Significance** To construct a framework for biomedical and health informatics (BMHI) talents with bachelor -

[修回日期] 2025-07-21

[作者简介] 张云秋, 教授, 博士生导师, 发表论文 100 余篇。

[基金项目] 吉林大学研究生教育教学改革建设项目 (项目编号: 2022JGY095); 吉林大学本科教学改革研究项目 (项目编号: 2023XYB144)。

master – PhD integrated training, in order to meet the demand for high – level interdisciplinary BMHI professionals in the development of healthcare informatization in China. **Method/Process** Through analyzing current situation, challenges and international experiences, based on the BMHI education framework, centered on the “multidisciplinary integration, progressive advancement, practice – driven approach, and innovation leadership” concept, a “three – stage, one – system” progressive cultivation model is constructed from four dimensions: teaching objectives, contents, methods, and evaluation. **Result/Conclusion** The study pioneers the design of BMHI undergraduate major program, establishes a complete bachelor – master – PhD training chain. Based on the IMIA framework, it develops a localized curriculum system. It innovatively proposes implementation strategies and conditional guarantee mechanisms and provides a systematic solution for BMHI education in China.

[Keywords] biomedical and health informatics (BMHI); bachelor – master – PhD integrated training; training system

1 引言

在“大健康”理念和健康医疗大数据的推动下，生物医学与健康信息学（biomedical and health informatics, BMHI）作为医学与信息技术深度融合的交叉领域，正成为医疗信息化和健康管理变革的核心力量。国际医学信息学学会（International Medical Informatics Association, IMIA）构建的 BMHI 框架为全球相关人才培养提供了重要参考^[1-3]，国外高校在跨学科课程设置、实践导向教学和评价等方面积累了诸多经验，但我国 BMHI 教育仍缺乏系统的高层次复合型人才培养体系，现有模式难以满足行业需求。本文旨在构建本硕博贯通式的 BMHI 人才培养体系，通过深入分析现状问题，借鉴国际经验，提出可行实施策略，为医疗信息化教

育创新和人才供给提供支持。

2 BMHI 人才培养的国际经验与国内现状分析

2.1 BMHI 教育框架

BMHI 起源于医学信息学，逐步扩展至健康数据分析、公共卫生信息学、人工智能（artificial intelligence, AI）等领域^[4]，以跨学科教育模式为基础，为全球健康问题提供技术和管理综合解决方案^[5]。针对全球 BMHI 教育，IMIA 提出 BMHI 三维教育框架，见图 1，历经 3 次迭代：2000 年首次提出角色、专业化类型和 3 个教育层次；2010 年引入模块化课程并明确本硕博 3 层教育目标；2022 年新增普通专业人员角色，融合人工智能等前沿技术，强调动态调整教育目标。

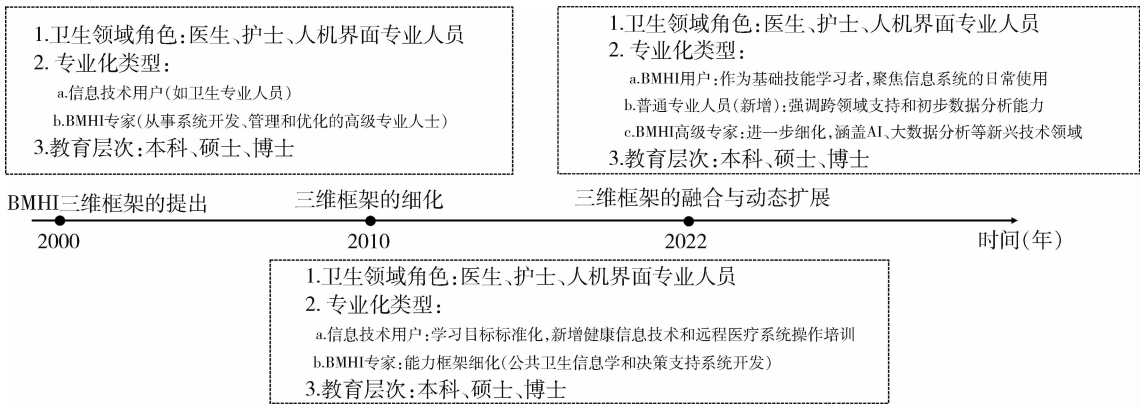


图 1 BMHI 三维教育框架

作为典型的跨学科领域，BMHI 核心能力构建 依托于 8 大相关学科，包括基础科学、健康科学、

信息科学、数据科学、计算机科学、工程科学、社会行为科学、伦理学和隐私。其课程设计与实践应用融合多学科知识与方法，确保学生系统掌握信息技术在医学与社会中应用的关键知识。自 2000 年以来，BMHI 知识领域经历了 3 次演变，见图 2，从 3 大领域扩展为 6 大领域，体现了学科交叉程度加深和技术导向增强的发展趋势。2022 年 IMIA 进一步细化能力框架，明确了各知识领域的核心主题，见表 1，覆盖核心能力与新兴技术，为 BMHI 教育提供了细节化课程设计参考。

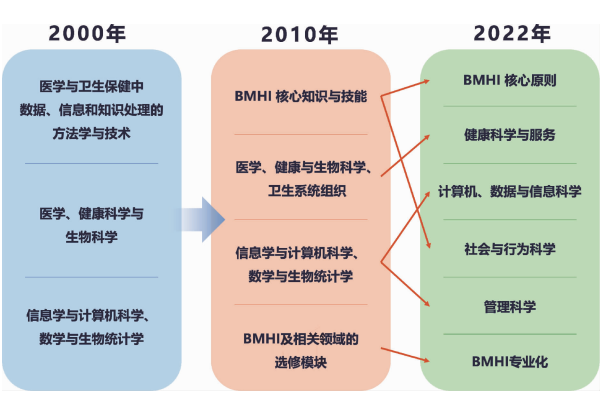


图 2 BMHI 教育框架知识领域演变 (2000—2022 年)

表 1 BMHI 教育框架知识领域及其核心主题

知识领域	核心主题
BMHI 核心原则	临床决策支持；数据治理；通过信息学方法和工具提供教育支持；信息系统的评价和评估；卫生信息学标准和互操作性；健康记录结构设计和分析原则；BMHI 的历史；信息素养；医疗保健信息处理；文献检索与分析；命名法、词汇表、术语表、本体论和分类学；社区网络和共享护理；研究方法范式；远程医疗和远程保健
健康科学与服务	生物医学；护理提供模式；临床决策；健康的决定因素；流行病学；循证实践；卫生政策和监管框架；健康促进；卫生部门的作用；卫生术语；医疗服务组织结构与功能；人体解剖生理学；参与式健康；患者赋权；患者安全；以人为本的护理；公共卫生
计算机、数据和信息科学	人工智能；区块链技术；云和边缘计算；数据和信息分析；数据和信息属性；数据与信息可视化；设计和开发原则；信息科学理论；信息结构与设计；物联网；网络体系结构和拓扑；机器人学；系统设计；系统生命周期；系统安全；无线技术、基于传感器的系统
社会和行为科学	数字素养与数字鸿沟；道德、安全和隐私；健康素养；本土数据主权原则；医学法；问题解决；社会技术方面；利益相关者教育；利益相关者参与；用户体验
管理科学	业务一致性；变革管理；卫生经济学；信息文化；领导力；跨学科团队管理；流程再造；项目管理；质量管理；资源管理；风险管理；系统治理；价值管理与效益实现
BMHI 专业化	生物医学成像与信号处理；生物医学建模与仿真；化学信息学；临床生物信息学与计算生物学；临床研究信息学；全球卫生信息学；纳米信息学；参与式健康信息学；个人健康信息学；公共卫生信息学；翻译生物信息学

2.2 国内外 BMHI 人才培养经验

2.2.1 明确以 BMHI 命名的课程项目 通过调研国内外以 BMHI 命名的课程项目，发现此类项目主

要集中在美国综合性医学中心与科研机构。分析 4 所最具代表性的院校，其课程项目呈现出多学科协同、实践导向等特征，见表 2。

表 2 部分美国高校 BMHI 课程项目

高校名称	学位及学制	教学目标	教学内容	教学方式	教学评价
西北大学范伯格医学院	博士（4 年）	培养复合型“信息学家”	必修：跨学科座谈会、医学信息学、生物统计学、信息学方法、健康测量科学。医疗保健与生物医学课程（选 1 门）：生物医学基础、临床科学等。计算课程（选 1 门）：统计编程、编程语言等。选修（选 3 门及以上）：医疗管理、健康政策、研究方法、数据分析等	“广覆盖、多样性”跨子领域综合学习	无
凯斯西储大学	硕士（2 年）	培养在健康研究、临床实践和公共政策中发挥关键作用的专业人才	必修：Python 数据结构和算法、BMHI 计算、统计学、流行病学理论与方法。特定领域课程（18 门选 2 门）：生物医学与健康、计算和系统设计、数据分析等。选修（15 门选 2~3 门）：医学伦理、健康政策、临床研究、计算方法与系统科学等	课程 + 个性化实践（论文/实习双轨制）	绩点管理 + 毕业考核（论文答辩/实践报告）

续表 2

高校名称	学位及学制	教学目标	教学内容	教学方式	教学评价
北卡罗来纳大学教堂山分校	博士（5~7 年）	培养生物医学、群体健康和临床护理领域研究人员	必修：数据结构与算法、医学中的人工智能、统计方法。选修（3 个方向各选 1 门）：生物医学与健康信息学、计算与系统设计、数据分析	课程 + 科研实践（导师制 + 3 轮研究轮转）	资格考试 + 论文答辩 + 导师动态反馈机制
	专业硕士（全日制：1~2 年；非全日制：2~4 年）	培养胜任健康信息系统与数据管理的专业应用型人才	基础课程：数据库和系统分析。专业基础课程：电子健康记录和医疗系统。方向课程：复杂医疗系统或健康信息学实施。选修：信息学基础、方向相关课程、商业技能课程	课程 + 项目实践（与行业对接）	项目成果 + 实务能力实践性评价
	博士（4~5 年）	培养具备独立科研能力和跨界领导力的高层次研究型人才	核心与前沿课程；工具与基础设施课程；研究方法课程；项目管理与领导力课程；实践科学与研究转化课程以及选修课程	课程 + 科研实践（导师制 + 研究轮转）	轮转评估 + 资格考试 + 论文答辩
伊利诺伊大学芝加哥分校	博士（4 年）	培养具备信息科学、数据驱动决策能力与团队合作软技能的高层次人才	必修：BMHI 基础方法、医疗信息系统、伦理法规与跨专业沟通实践。方向课程：BMHI 系统科学、BMHI 社会和组织科学	课程 + 科研实践（双导师制 + 实验室轮转）	学术研究产出+实践性评价（跨学科协作能力+实务能力）

2.2.2 名称与 BMHI 略有不同但内容体系一致的
课程项目 一些高校虽未直接以 BMHI 命名，但其内容体系与 BMHI 教育框架高度一致，均以医学与技术的深度融合为核心，注重通过数据科学、机器学习和

信息管理技术解决医疗领域的复杂问题。我国具有代表性的是北京大学健康信息管理与医学信息学课程，为我国 BMHI 教育发展提供了重要借鉴。名称与 BMHI 略有不同但内容体系一致的课程项目，见表 3。

表 3 名称与 BMHI 略有不同但内容体系一致的课程项目

高校名称	项目名称	教学目标	教学内容	教学方式	教学评价
美国哈佛大学医学院	生物医学信息学硕士	培养数据科学与前沿研究能力	生物医学信息学基础、高级编程与统计学、科学研究方法与写作、科学文献应用和项目设计。选修课程：数据可视化、精准医学、深度学习等	基础课程 + 选修课程 + 全职实验室研究（一年）	论文学术贡献 + 研究项目实际应用
英国帝国理工学院公共卫生学院	健康数据分析与机器学习硕士	培养能够将机器学习技术深度应用于健康数据分析的顶尖专家	统计思维与数据分析、流行病学原理与方法、分子流行病学、转化数据科学、临床数据管理、机器学习、计算流行病学、空间和时空数据的贝叶斯建模	虚拟学习环境	书面考试（45%）+ 实践任务（35%）+ 课程作业（20%）；考查构建模型的实际应用性与创新性
美国华盛顿大学医学院	生物医学信息学与医学教育硕士	培养学生学术创造力	BMHI 关键领域：知识表示、消费者健康信息学、生物统计学和信息学研究方法	个性化指导	核心课程绩点
北京大学医学人文学院	健康信息管理与医学信息学课程	培养智能医学与健康信息学的交叉研究者	本科：数学、统计学、计算机科学、编程与智能医学等。研究生：生物统计学、医学信息技术、医学信息学、数据科学与大数据分析等	多学科融合 + 理论课程、实践应用、跨学科研究项目及研讨会	医学辅助技术应用能力考查 + 智能医学和健康信息学研究成果评价
新加坡国立大学杨潞龄医学院	生物医学信息学硕士	面向亚洲医疗，培养健康数据分析 + 医院管理双技能人才	健康数据分析 + 医院管理，特别关注数据伦理和行业实践	课堂教学 + 在线学习 + 行业领军企业实习机会	行业实习报告 + 最终研究成果展示

国外 BMHI 人才培养经过多年发展形成成熟体系，其经验集中在 4 个方面：专业名称标准，专业定位明确；跨学科深度融合，实现医学、计算机等多学科真正融合；层次体系完善，建立从硕士到博士的培养链条；产学研协同紧密，与医疗机构、企业深度合作。以欧洲为例，基于 IMIA 研究框架和

伊拉斯谟计划（Erasmus）构建的大学合作网络已从最初的 6 所扩展至 20 所，形成了可持续的知识传播和人才培养机制^[6]。值得注意的是，BMHI 作为独立本科专业在国际上尚未出现，为我国构建本硕博贯通培养体系提供了创新机遇。

2.3 我国 BMHI 人才培养需求与现存问题分析

2.3.1 我国 BMHI 人才培养需求 我国对 BMHI 人才的重视始于卫生信息化建设初期，并在近年来逐步深化为系统化的顶层设计，相关政策体系不断完善。2011 年《医药卫生中长期人才发展规划（2011—2020 年）》^[7]首次提出“加强卫生信息化相关人才队伍建设”，明确培养医学与信息学复合型人才^[8]；《促进大数据发展行动纲要》等政策^[9-10]将大数据确立为国家基础性战略资源；“十四五”时期则系统化提出通过推进信息化建设提升医疗服务质量^[11]，通过数据共享与 AI 技术应用发展智慧医疗^[12]，为 BMHI 人才培养提供了明确指引。但是目前专业人才供需矛盾突出：2023—2028 年我国数据分析领域人才缺口将达 220 万^[13]，医疗信息化建设中仅 26.55% 的信息技术负责人拥有硕士及以上学历^[14]。行业在数据标准化、互操作性等方面仍存在短板，对 BMHI 人才的跨学科整合、数据治理能力需求迫切，其角色正从“技术支持型”向“系统建设引领型”转变。

2.3.2 现存问题分析 尽管国家高度重视医学信息化教育，提出通过优化学科专业结构、推动医科与多学科融合等方式培养医疗信息化人才^[15-16]，但分析国内高校课程体系可见，当前培养体系仍存在不足。一是专业设置不完善。高校尚未设立 BMHI 专业，现有的医学信息学、生物信息学等相关学科缺乏明确的专业定位，各高校专业命名不统一，培养目标和职业路径模糊。二是跨学科融合不足。医学院校技术领域薄弱，工科院校缺乏医学背景和临床环境，培养方案以单一学科为主，且缺少跨学科师资^[17-18]。三是贯通培养体系缺失。未设本科专业，硕博相关方向分散在不同学科门类下，各层次相对独立，缺乏统一标准和连贯培养路径，导致人才培养质量差异较大^[18-19]。

3 我国 BMHI 人才系统化培养的理念与模式

3.1 培养理念

借鉴 IMIA 相关文件及欧洲医学信息学联合会

(European Federation for Medical Informatics, EFMI) 相关经验，结合我国医疗信息化发展现状和战略需求，通过对高校相关项目的结构化案例分析和专家咨询，构建既符合国际标准又适合我国国情的 BMHI 人才培养体系。培养体系以“服务健康中国战略，推动智慧医疗发展”为核心，秉持“多学科融合、分层递进、实践驱动、创新引领”的培养理念，见图 3。

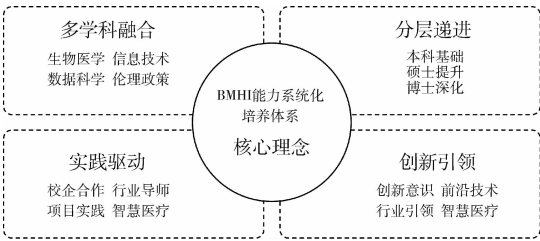


图 3 BMHI 能力系统化培养体系核心理念

3.2 培养模式

以 IMIA 框架为理论基础，借鉴其关于 BMHI 人才职业发展阶段递进的核心理念，结合我国本硕博教育体系特点，构建“三阶段、一体系”培养模式，加强各阶段培养方案的有机衔接，统筹制定兼具延续性与弹性的方案。“三阶段”指本科夯实基础、拓宽视野，硕士侧重专业实践与系统设计，博士聚焦前沿创新与行业引领的递进式路径。“一体系”通过“目标-内容-方式-评价”闭环，确保各阶段环环相扣、有效衔接。

4 我国本硕博贯通式培养体系构建

4.1 教学目标

我国本硕博贯通式培养体系旨在培养具备跨学科素养、创新能力和国际视野的 BMHI 高层次人才，以应对智慧医疗与健康大数据复杂问题，推动技术创新与成果转化。该体系从知识、能力、素质 3 个维度展开，覆盖 BMHI 8 大学科领域，形成“基础夯实-实践提升-前沿创新”递进式培养路径，满足高层次复合型人才需求，见图 4。

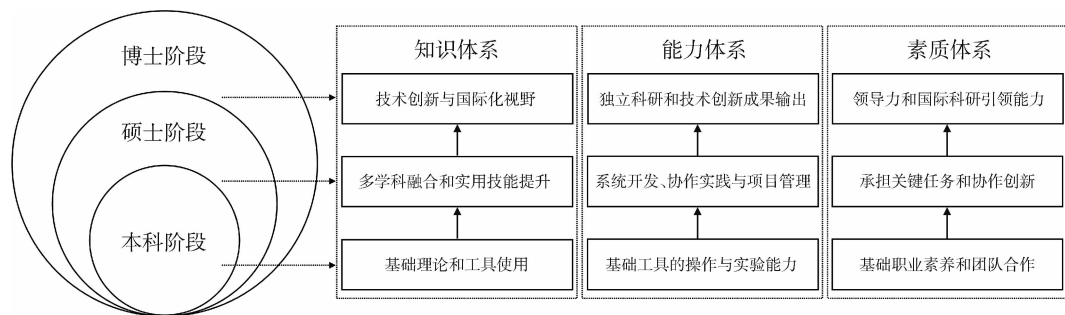


图 4 BMHI 人才培养的渐进式发展路径

4.1.1 本科阶段 旨在夯实基础、初步融合，以信息科学、数据科学、健康科学等基础知识为主，帮助学生构建 BMHI 基础知识体系和基本实践能力，形成对跨学科的初步认知，见表 4。

表 4 本科阶段教学目标		
体系	方向	具体目标
知识体系	信息科学基础	掌握健康信息系统、电子病历和数据流通机制相关核心理论
	数据科学基础	理解并能应用数据采集、清洗、预处理和可视化分析的方法
	计算机科学基础	熟练掌握编程、数据库管理和数据操作技术
	健康科学基础	了解医学术语、临床数据和公共卫生数据的特点及应用
	基础科学基础	能够运用统计学和数学方法（如方差分析、线性回归）进行数据分析
能力体系	系统操作与数据管理	熟悉健康信息系统的操作，能够完成数据录入、存储和提取
	问题分析与工具使用	能够熟练使用医学数据科学问题分析与可视化工具
素质体系	数据伦理意识	理解数据隐私保护和伦理要求，确保合规操作
	团队协作精神	参与小组项目，提升沟通与协作能力

4.1.2 硕士阶段 旨在强化实践、深化应用，突出工程科学、计算机科学、社会行为科学等内容，培养学生在 BMHI 领域的系统开发与数据分析能力，提升多学科融合解决实际问题的能力，见表 5。

表 5 硕士阶段教学目标		
体系	方向	具体目标
知识体系	信息系统架构设计	掌握健康信息系统架构设计和数据互操作性集成的基本要素
	高级数据分析方法	理解机器学习、深度学习在健康大数据建模中的应用
	健康管理 with 数据共享	能够基于患者数据分析设计个性化健康管理方案
	社会行为科学应用	能够分析用户需求，优化用户体验和人机交互设计
能力体系	系统开发与项目管理	能够开发健康信息系统并进行性能优化与模块升级
	数据治理与安全管理	能够评估数据管理策略，确保数据安全与合规性
素质体系	职业责任意识	实践公共卫生服务责任，提升协作能力
	创新与探索精神	能够提出创新解决方案，主动探索系统优化路径

4.1.3 博士阶段 旨在探索创新、引领前沿，全面融入数据科学、信息科学、伦理学与隐私等内容，培养学生在 BMHI 领域前沿技术研究能力和行业引领力，推动原创性研究成果的落地与转化，见表 6。

表 6 博士阶段教学目标

体系	方向	具体目标
知识体系	前沿智能算法与数据治理	掌握智能算法设计、实时数据处理和医疗大数据治理方法
	跨平台系统集成方法	理解数据共享方案与健康信息系统集成架构
	全球健康政策与标准研究	应用国际健康标准，推动数据共享本土化
	医疗决策支持系统研究	运用个性化健康推荐和智能诊疗技术辅助决策
	科研创新与成果转化	独立开展研究项目，实现成果转化
能力体系	国际化研究与项目引领	参与国际团队合作，推进全球健康项目
	学术领导力	培养学术领导力与国际视野，应对全球健康挑战
素质体系	社会责任感	实现研究成果的实际应用，践行社会责任

4.2 教学内容

围绕“多学科融合、分层递进、实践驱动、创新引领”的核心理念，构建涵盖信息科学、社会行为科学等 8 大领域的模块化课程体系。课程分为基础、专业、专题、实践 4 类，贯通本硕博阶段，实现从基础知识到前沿应用的系统提升。

4.2.1 本科阶段：夯实基础、初步融合 侧重于构建 BMHI 领域的基础知识体系和实践能力，课程设置主要围绕信息科学、数据科学、健康科学等基础学科展开，为后续学习奠定坚实基础。本科阶段教学内容，见表 7。

4.2.2 硕士阶段：强化实践、深化应用 在本科阶段基础上进一步深化，教学内容以系统开发、项目管理和专题研究等实践课程为主，通过校企合作和跨学科项目，培养学生的系统开发能力和跨学科解决问题能力。硕士阶段教学内容，见表 8。

表 7 本科阶段教学内容

课程模块	示例课程	课程内容
基础课程	医学导论、公共卫生导论	人体解剖与生理学、公共卫生系统运行机制等医学基础知识
	数据库管理与应用、编程	数据库设计、SQL 查询、Python 编程、数据操作
	统计学与医学数据分析	描述性统计方法、t 检验等，基础医学数据分析
专业课程	健康信息系统原理与应用	临床数据结构设计、数据采集与存储方法，小型电子病历系统模块化与优化
	临床数据管理与电子病历开发	临床数据收集、清洗、格式化
专题课程	临床数据应用案例分析	临床信息系统案例分析优化
	公共卫生数据共享策略研讨	数据共享策略、标准化原则、国内外平台应用
实践课程	基础数据查询	生物数据库查询技术
	医学图像数据可视化与预处理	医学图像数据读取处理、特征提取、可视化、预处理工具

表 8 硕士阶段教学内容

课程模块	示例课程	课程内容
基础课程	健康信息系统架构设计	系统架构设计、数据集成、接口设计、互操作标准协议
	高级数据分析方法	医疗大数据建模、机器学习、深度学习、模型训练评估
专业课程	个性化健康管理系统设计	个性化健康管理方案、患者数据分析、平台优化
	用户体验与人机交互设计	用户需求分析、人机交互界面、用户体验优化、调研迭代
专题课程	医疗数据治理与安全策略	数据治理策略、数据共享、隐私保护、安全标准和合规方案
实践课程	校企合作健康信息系统项目开发	企业项目案例、需求分析、系统设计实现

4.2.3 博士阶段：探索前沿、引领创新 聚焦前沿技术研究、科研合作和成果转化，通过高水平研究

任务和国际科研项目，培养学生的学术引领力和创新能力。博士阶段教学内容，见表 9。

表 9 博士阶段教学内容

课程模块	示例课程	课程内容
基础课程	智能健康数据治理	实时数据处理技术、智能算法设计、分布式数据流架构
	全球健康信息标准研究	国际健康信息标准、跨平台数据互操作
专业课程	医学知识图谱构建与应用	知识图谱节点构建、关联关系建模、推理算法、医学知识查询问答
	前沿智能健康系统创新研究	智能健康推荐系统、决策支持系统、个性化医疗推荐
专题课程	全球健康政策与法规研究	国际卫生政策、数据法规、标准化研究、全球卫生数据共享政策
实践课程	国际科研合作与创新开发项目	国际科研合作、学术论文撰写、会议报告、创新成果转化

4.3 教学方式

教学方式紧扣本硕博贯通式培养原则，围绕各阶段教学目标，形成从理论学习、实践应用到前沿探索的渐进式体系，强调知识与技能螺旋式上升。

4.3.1 本科阶段 注重理论与简单实践结合，帮助学生建立 BMHI 领域的学科认知和实践能力框架，为硕士阶段奠定基础。一是以启发式教学，通过课堂讲授和案例分析引导学生理解基础知识、培养跨学科思维。二是借助翻转课堂，鼓励学生课前自主学习，课堂小组讨论深化核心概念理解。三是通过实验与任务驱动，使学生通过健康信息系统模拟操作和数据可视化实验掌握基础实践技能。

4.3.2 硕士阶段 旨在加强实践与应用能力，重点培养专业实践、跨学科整合和团队协作能力，推进向研究创新过渡。一是采用项目式学习，组织校企合作项目，学生完成区域卫生信息系统开发或健康数据共享方案优化的全流程。二是通过案例教学，如《高级数据分析方法》课程，分析分级诊疗系统数据互操作性问题，并提出优化方案。三是设

计情景化任务，模拟我国医疗信息化场景，提出基层医疗机构数据共享问题解决方案。

4.3.3 博士阶段 聚焦学术领导力、创新研究能力和国际化视野，推动技术革新与行业引领。一是实行导师制与个性化指导，学生在导师指导下独立完成跨学科创新研究。二是通过国际科研合作，参与跨国项目或国际会议，研究全球健康信息标准适配等问题，推动成果国际转化。三是组织工作坊与专题研讨，聚焦医疗 AI 和分布式数据治理等前沿领域，培养学生对行业发展的敏锐洞察力。

4.4 教学评价

教学评价体系注重递进性与多维性，围绕“知识－技能－思维－伦理”4 大核心维度，结合 3 阶段能力发展路径，构建契合教学目标的指标体系与多元评价机制，系统评估学生各阶段综合表现，服务培养路径优化与体系完善。评价层次依次设为“+”（基础掌握）、“++”（应用深化）、“+++”（前沿探索），体现分阶段递进性，见表 10。

表 10 BMHI 教学评价体系

评价维度	评价指标	本科阶段	硕士阶段	博士阶段	评价方式
知识体系	健康信息系统基础	+	++	+++	理论考试、小组讨论、案例分析
	数据处理与管理	+	++	+++	数据实验、建模测试
	数据分析与可视化	+	++	+++	可视化实验、实操展示
	国际健康数据标准	—	+	++	文献分析、研究报告
	临床数据管理与优化	+	++	+++	系统优化评估、成果展示
	全球健康政策与标准	—	+	++	国际研讨会、分析报告
	智能算法与大数据治理	—	+	++	论文发表、成果展示
实践技能	数据清洗与预处理	+	++	++	数据实验、处理评估
	健康信息系统设计优化	—	+	++	校企合作成果、优化评估
	医学图像数据处理分析	—	+	++	数据实验、跨学科处理任务
	个性化健康管理方案	—	+	++	案例研究、方案展示
	跨平台数据互操作研究	—	+	++	数据实验、协作评估

续表 10

评价维度	评价指标	本科阶段	硕士阶段	博士阶段	评价方式
团队协作与跨学科思维	跨学科问题解决	+	++	+++	小组评估、协作展示
	国际科研合作	—	+	++	国际合作评估、研究报告
	用户体验与系统优化设计	—	+	++	用户反馈报告、设计展示
	学术领导力	—	+	++	论文发表、跨团队项目评估
职业伦理与社会责任	数据伦理与隐私保护	+	++	+++	案例讨论、隐私保护设计
	城乡医疗资源分布公平性	—	+	++	分析报告
	医疗信息化社会责任感	+	++	+++	成果展示、演讲
	全球健康公平与患者权益	—	+	++	伦理研讨会、跨国案例分析

5 实施策略与条件保障

5.1 建设“沉浸式行业实践基地”，推动“产学研用”深度融合

针对校企合作中“学校培养与行业需求脱节”“实践浅层化”等问题，依托国家医学中心、信息技术领军企业及地方政府资源，在产业集聚区域共建长期稳定的“沉浸式行业实践基地”，形成“产学研用”闭环生态。基于 2022 年教育部支持高校建设国家医学攻关产教融合创新平台的政策，借鉴国内高校在医疗信息化领域的实践经验，在清华大学、上海中医药大学等高校已有产教融合平台基础上，打造“校+医+企”分段式 BMHI 复合型人才创新培养模式。实践任务严格匹配各阶段目标：本科阶段侧重参与数据采集、基础分析与系统操作，强化数据意识与工具应用能力；硕士阶段以项目协作与系统开发为核心，完成医院信息系统开发等工作；博士阶段聚焦医疗 AI 等前沿问题，推动研究成果的验证和转化。建立动态调整机制定期更新实践课题，完善成果共享机制，保障学生权益。

5.2 构建高水平师资队伍，夯实人才培养根基

目前 BMHI 学科尚未形成结构合理、可持续发展的梯队式师资团队，亟待构建“医学+信息技术”双重背景的复合型师资体系。一是优化师资结构，引进具备海外 BMHI 教育背景高层次人才作为学科带头人；培养现有教师跨学科素养；建立双导师制，融合医学与技术思维。二是提升师资能力，开展海外研修和校企交流，组织跨学科教学能力培

训，提升教师复合型课程设计与实施能力；引进国际专家，构建“国际+本土”教师协同机制，提升教育体系的国际化水平。

5.3 打造“全球 BMHI 协同创新网络”，提升人才培养国际化水平

为实现我国 BMHI 教育从“经验引进”向“知识共创”的跨越，打造“全球 BMHI 协同创新网络”，联动国际学术组织和高校开展协同研究与人才培养，提升国际学术声誉和话语权。建立分层次国际化培养体系：本科阶段开展双语课程、短期交流，培养国际视野和跨文化交流能力；硕士阶段推进联合培养、境外实习，提升跨国实践能力；博士阶段设立联合实验室、中外双导师制，引导参与国际前沿科研，推动全球议题本土化研究。

5.4 引入“动态驱动型教学评价体系”，构建培养体系有效性验证机制

针对传统评价结果导向的弊端，引入“动态驱动型教学评价体系”和分层次、全周期有效性验证机制。运用 AI 生成能力图谱追踪学生成长，构建毕业生职业发展追踪系统，通过建立“评价-反馈-改进-再评价”闭环实现培养质量持续提升。短期通过学习成效指标和标准化技能测试评估学生能力；中期追踪毕业生就业质量和职业发展，评估培养体系市场适应性；长期评价聚焦毕业生专利申请、论文发表、成果转化及行业影响力。

6 结语

本文立足我国医疗信息化领域对高层次 BMHI

复合型人才的迫切需求, 借鉴 IMIA 框架与国际经验, 构建了契合本硕博贯通的系统化人才培养体系, 突出理论与实践融合、跨学科协作与创新能力培养, 为 BMHI 人才培养提供了系统性解决方案。

尽管本体系设计力求本土化适配, 但受限于样本覆盖范围与文化适配差异, 尚未全面涵盖多样化教育模式与实践。未来研究将聚焦拓展国际合作, 持续深化教学理论与实践, 逐步形成可复制、可推广的 BMHI 人才培养模式, 为健康中国与人才强国战略提供坚实的人才支撑与智力保障。

作者贡献: 张云秋负责研究设计、提供指导、论文审核; 刘津妤负责文献调研、论文撰写与修订。

利益声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 HAUX R, KNAUP P. Recommendations of the international medical informatics association (IMIA) on education in health and medical informatics [J]. *Methods of information in medicine*, 2000, 39 (3): 267–277.
- 2 MANTAS J, AMMENWERTH E, DEMIRIS G, et al. Recommendations of the international medical informatics association (IMIA) on education in biomedical and health informatics [J]. *Methods of information in medicine*, 2010, 49 (2): 105–120.
- 3 BICHEL – FINDLAY J, KOCH S, MANTAS J, et al. Recommendations of the international medical informatics association (IMIA) on education in biomedical and health informatics: second revision [J]. *International journal of medical informatics*, 2023, 170 (2): 104908.
- 4 KULIKOWSKI C A. 50 years of achievements and persistent challenges for biomedical and health informatics and John Mantas' educational and nursing informatics contributions [J]. *Achievements, milestones and challenges in biomedical and health informatics*, 2022, 300 (10): 1–11.
- 5 CHIKWARE A B, ROMAN N V, DAVIDS E L. Improving health informatics competencies: a scoping review of the components of health informatics academic programs [J]. *SAGE open*, 2024, 14 (4): 1–18.
- 6 OGNJANOVIĆ I, ZOULIAS E, MANTAS J. Progress achieved, landmarks, and future concerns in biomedical and health informatics [J]. *Healthcare*, 2024, 12 (20): 2041.
- 7 医药卫生中长期人才发展规划 (2011—2020 年) [EB/OL]. [2024–11–24]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2011/content_1933719.htm.
- 8 关于加强卫生信息化建设的指导意见 [EB/OL]. [2024–11–24]. https://www.gov.cn/gzdt/2012-06/15/content_2161798.htm.
- 9 促进大数据发展行动纲要 [EB/OL]. [2024–11–24]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2929345.htm.
- 10 关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见 [EB/OL]. [2024–11–24]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5088769.htm.
- 11 “十四五”优质高效医疗卫生服务体系建设实施方案 [EB/OL]. [2024–11–24]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202107/t20210701_1285212.html.
- 12 “十四五”全民健康信息化规划 [EB/OL]. [2024–11–24]. <http://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/s3585u/202211/49eb570ca79a42f6889efac42e3c0f1.shtml>.
- 13 中国商业联合会数据分析专业委员会. 中国数据分析行业人才指数报告 (2023) [EB/OL]. [2024–11–24]. <https://aigc.idigital.com.cn/djyanbao/>【中国商业联合会】中国数据分析行业人才指数报告 (2023) – 2024–01–10.pdf.
- 14 中国医院协会信息专业委员会. 2021—2022 年度中国医院信息化状况调查报告 [EB/OL]. [2024–11–20]. <https://chima.org.cn/Html/News/Articles/16012.html>.
- 15 关于加快医学教育创新发展的指导意见 [EB/OL]. [2024–11–20]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/23/content_5546373.htm.
- 16 “十四五”国民健康规划 [EB/OL]. [2024–11–20]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2022/content_5695039.htm.
- 17 杨瑞仙, 郑紫薇, 郭孟含. 新文科背景下图情领域健康数据学人才培养模式创新研究 [J]. *河南图书馆学刊*, 2022, 42 (3): 114–123.
- 18 陈铭. 人工智能时代生物信息学学科发展和人才培养模式研究 [J]. *人民论坛·学术前沿*, 2024 (16): 21–27.
- 19 何小峰, 于琦, 胡晓娟, 等. 医信融合: 新科技革命背景下医学信息学的发展研究 [J]. *教育理论与实践*, 2022, 42 (33): 16–19.