

医工交叉专业数字化转型中的课程结构适配问题研究

董德鹏 杨晨

大连东软信息学院

DOI:10.32629/mef.v9i8.21684

[摘要] 医工交叉专业数字化转型要求课程结构回应复合型人才需求。研究采用文献分析、课程文本比较和归纳推理方法,围绕能力目标、知识体系、实践平台和测评反馈四个维度展开具体讨论。研究发现,课程体系存在能力定位偏差、医工任务衔接不足、信息化资源脱离实践应用、评价数据未能有效支撑课程迭代等问题。基于此,应依托能力图谱校准课程定位,完善医工任务重组课程模块,整合数字资源贯通实践环节,运用评价数据推动课程建设。研究表明,形成目标、内容、实践与评价协同联动的动态调整体系,是提升课程结构适配性和数字化转型成效的重要保障。

[关键词] 医工交叉专业; 数字化转型; 课程结构; 适配机制

中图分类号: G423.07 文献标识码: A

Research on the Adaptation of Curriculum Structure in the Digital Transformation of Medical Engineering Interdisciplinary Majors

Depeng Dong Chen Yang

Dalian Neusoft University of Information

[Abstract] The digital transformation of medical engineering interdisciplinary majors requires a curriculum structure that responds to the demand for cultivating composite talents. The research adopts literature analysis, course text comparison, and inductive reasoning methods to conduct specific discussions around four dimensions: ability goals, knowledge system, practical platform, and assessment feedback. Research has found that the curriculum system has problems such as deviation in ability positioning, insufficient connection between medical and engineering tasks, detachment of information resources from practical application, and ineffective evaluation data to support curriculum iteration. Based on this, we should rely on the ability map to calibrate the course positioning, improve the medical engineering task restructuring course module, integrate digital resources into practical activities, and use evaluation data to promote course construction. Research has shown that forming a dynamic adjustment system that synergizes goals, content, practice, and evaluation is an important guarantee for improving the adaptability of curriculum structure and the effectiveness of digital transformation.

[Key words] interdisciplinary medical engineering; Digital transformation; Course structure; Adaptation mechanism

引言

教育部等六部门印发的《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》提出,推动教育数字化转型、智能升级与融合创新,支撑教育高质量发展。新时代背景下,新医科建设促进医学教育、工程技术与数字技术深度交汇,课程设置成为影响医工交叉人才培养的重要环节。现有研究多关注课程内容、数字资源或授课方式,对课程目标、知识模块、实验项目及评价反馈之间的契合度缺少系统分析,未能充分回应复合能力培养、临床任务贯通和课程动态更新需求。基于此,有必要厘清课程结构适配逻辑,识别现实偏差,并提出针对性优化策略。

1 医工交叉专业数字化转型中课程结构适配的基本逻辑

1.1 复合能力培养的目标牵引

复合能力培养是医工交叉专业课程结构适配的核心依据^[1]。数字化转型背景下,教学目标已由单一知识传授转向医学认知、工程技术、数据分析、临床沟通与创新实践等能力的综合塑造。课程结构需要依据能力培养规律重构课程体系,将医学基础、工程技术、信息科学和临床实践课程进行分层配置,明确各阶段的能力目标和进阶关系,避免课程设置仅停留在学科知识堆积层面。通过建立学习目标、毕业要求与课程单元之间的

映射关系,可推动课程内容组织、教学活动和实践项目围绕复合能力有序衔接,使课程结构更加契合医工协同解决复杂健康问题的岗位需求。

1.2 医工知识融合的结构要求

课程结构的有效适配,取决于医学知识和工程知识能否围绕具体健康问题形成有机联系^[2]。医工交叉专业需要打破传统医学课程和工科课程并行的模式,根据临床需求识别、工程方案设计、系统测评等环节,重新组织基础医学、电子信息、生物材料、数据科学及医疗器械等知识内容。课程之间还需明确前置关系,横向关联和进阶层次,减少知识重复和内容断裂,使医学理论转化为工程约束条件,工程方法回应诊疗需求。由此形成以任务链贯通知识链,以能力链连接课程链的结构模式。

1.3 数字技术驱动的动态重构

数字技术的持续渗透,使医工交叉专业课程结构由相对稳定的组合形态转向数据支持下的动态调整。依托学习平台、仿真环境、数字孪生与智能传感器,可将课程进度、知识掌握情况、技能水平及学习路径转化为可追踪信息,为课程增减、排序变化、模块重组提供依据。课程建设也应突破固定课时与单一课堂边界,将线上资源、实验操作、案例分析和工程项目按能力进阶嵌入培养过程。对教学活动中产生的信息实施动态采集,并将分析结果反馈至课程设计环节,可及时发现内容滞后、课程衔接不畅及实践教学薄弱等问题,推动课程体系由定期修订转向常态化迭代。

2 医工交叉专业数字化转型中的课程结构适配问题

2.1 能力定位偏离复合培养需求

部分医工交叉专业仍以传统学科培养模式为目标导向,医学认知、工程设计、信息分析、临床沟通和创新应用等能力缺少清晰定位,导致课程结构难以回应复合型人才需求。培养方案往往侧重知识覆盖范围,对不同能力的形成阶段、支撑课程及达成标准规定不够具体。医学类课程与工程类课程各自强调学科完整性,数字技术应用则多被视为补充内容,能力目标未能落实到具体课程模块、教学任务及实践项目中,容易造成课程数量增加而能力整合不足。

2.2 课程内容割裂医工任务链条

临床问题向工程方案转化需要完整的任务链条支撑,但部分课程仍按学科边界独立组织内容^[3]。基础医学偏重讲授理论知识,工程类课程侧重于技术应用,数据科学类课程关注算法训练,彼此缺少围绕需求识别、方案设计、性能验证和临床评价的连续衔接。相关知识分散于不同学期,前期基础和后期应用缺乏明确对应,课程案例也多停留在单项知识验证层面。现有课程体系未能围绕医学工程需求进行系统重构,导致学生难以将医学需求转化为具体设计指标,也难以综合运用多学科知识完成系统开发。

2.3 数字资源脱离实践教学场景

数字资源建设规模不断扩大,但其对实践教学质量的促进作用尚未得到充分发挥。部分医工交叉专业虽然已经开发了网

络课件、虚拟仿真场景、病例数据库和设备使用视频,但资源开发多以介绍知识概念、演示操作过程为主,与临床需求分析、工程设计、系统调试及性能验证等实践任务缺少对应关系。不同平台之间的数据标准、使用权限及学习安排尚未统一,学生难以在连续项目中调用相关资源。实践课程仍主要依赖固定实验指导书,电子资料仅限于课前预习或课后回顾,未被应用于任务实施、过程监控和结果分析环节,造成资源建设和应用环境相互分离,削弱数字技术对复杂医学工程问题解决能力培养的支撑作用。

2.4 评价数据难以驱动课程迭代

课程评价形成的数据多停留在成绩统计和结果归档层面,尚未有效转化为课程结构调整依据。部分医工交叉专业仍以考试成绩、实验报告及项目作业评价学习成效,对知识转化、医工协作、临床推理和工程技术等复合能力缺少追踪反馈机制。不同课程的数据采集口径不一,平台信息相互分散,难以呈现能力发展轨迹及课程之间的相关性。评价结果也较少进入培养方案调整、模块增减和教学内容更新环节,课程调整主要依赖经验判断和周期性论证。数据采集、分析诊断和改进决策之间未能形成闭环,导致课程体系难以及时回应技术发展、临床需求和人才培养目标的变化。

3 医工交叉专业数字化转型中课程结构的适配策略

3.1 依据能力图谱校准课程定位

课程定位需要由笼统的人才规格转化为可识别、可分解和可评价的能力坐标。高校可围绕临床需求识别、医学信息理解、技术设计、系统测试与验证、伦理规范判断和协作沟通等核心能力建立专业能力图谱。再将各项能力划分为基础认知、综合应用和创新实践三个层级,明确对应课程、实操项目及考核指标。课程设置不应依据学科惯性简单增减,而应以能力点为导向,对课程功能进行考察,对支撑重复的内容进行整合,对支撑薄弱的环节补充交叉模块,并标明各门课程之间的先修关系与递进路径^[4]。

例如,大连理工大学生物医学工程专业本科培养方案将工程知识、问题分析、科学研究、现代工具使用、团队合作等11项毕业要求与课程逐项建立关系矩阵,本科四年总计150学分。综合设计实验、生物医学工程训练、生产实习和毕业设计均纳入能力支撑体系。该做法表明,能力图谱能够将培养目标落实到具体课程和教学步骤,专业建设可根据课程达成度、项目表现和行业反馈来调整支撑强度,将基础课程作为通识能力培养的基本载体,专业课程突出医工整合,实践课程负责复杂任务验证,形成定位清晰、层次分明的课程体系。

3.2 围绕医工任务重组课程模块

医工交叉课程模块应按照真实医学工程任务的推进过程重新编排,改变基础课、专业课和实验课彼此分离的设置方式。专业可从临床科室、医疗器械企业和科研平台征集任务,将需求调研、医学理论分析、方案设计、样机开发、性能测试、法规审查和成果表达划分为连续节点。再据此组合解剖生理、生物医

学信号、医学成像、传感测量、程序设计及医疗器械法规等相关课程内容。每个模块应设置需求说明书、系统框图、算法模型、样机、测试报告等成果,使知识学习随任务逐步展开。

例如,上海交大学生物医学工程学院“科技实习与创新—生物医学工程(1)”为32学时、2学分的本科必修课,由4至6名学生组队,在专业教师和临床医生共同指导下完成交叉课题,教学过程包括参观调研、选题开题、设计实施、中期汇报、成果答辩。实践环节占20学时,最终由医学与工程专家共同评价。这种模式将临床需求分析、技术开发、课程考核纳入同一任务链。高校还应根据任务复杂度设置基础认证、系统集成和临床转化三级体系,使课程结构服务复杂医学工程问题解决。

3.3 整合数字资源贯通实践环节

数字资源整合应以实践任务的整体实施为主线,而非按照平台类型分散建设。专业可围绕需求识别、方案设计、模拟演练、实操实验、数据分析及评价结论等内容建立资源清单,将病例资料、三维模型、模拟软件、器械数据及操作规范纳入相应节点。课前借助病例和模型完成方案预判,课中通过虚拟仿真开展高风险或受设备条件限制的操作训练,再进入实验室开展样机制作及功能测试,课后依据教学平台数据分析误差并修正方案。各类资源还需统一数据接口和评价标准,支撑实践能力递进。

例如,广州医科大学生物医学工程学院公开建设了9项虚拟仿真实验项目,包括3D打印气道支架的研发设计与注册申报、医用组织补片的熔体电纺三维打印、纳米分子成像探针的早期临床测试、核事故医学应急、电离辐射防护,以及冲击、拉伸、弹性模量与泊松比测定、弯扭组合等力学试验。资源主题由产品设计、材料制备延伸至临床前评价、注册申报和安全防护,覆盖医学工程实践的多个关键环节,课程建设可将虚拟仿真训练与材料实验、器械设计及法规评价衔接。形成“仿真—实践—数据分析—方案改进”的实践闭环。

3.4 运用评价数据推动课程更新

评价数据只有进入课程决策环节,才能转化为结构更新的实际依据^[5]。专业应围绕毕业要求建立课程目标达成度数据库,汇集测验成绩、项目成果、实验记录、网上学习记录、学生评教、教师评学及用人单位反馈,按学期识别低达成度和课程衔接断点,对连续偏低的能力值指标,应追溯支撑课程及考查任务,再通过增补内容、合并模块、调序实施、强化实训等手段加以改善,并在下一轮教学中复测改进成效,形成“收集信息—分析问题—调整方案—验证结果”的教学改进闭环。

例如,江苏大学2023—2024学年生物医学工程专业培养能力报告显示,学校依托评教平台对课程评价结果进行排序,形成评教前30%、前50%和后10%等数据,并结合教师评学、教学秩序检查和师生座谈获取教学反馈,供院系组织同行、专家及督导开展教学改进。该专业于2021年底至2022年秋完成2022版本科培养计划修订,新版培养计划设置《机器学习基础及应用》《医疗器械行业标准与法规》《医学仪器读图与分析》等课程,将部分课程由期末考核调整为多元化评价,并设置医学仪器综合设计等跨课程实践环节。

4 结语

医工交叉专业数字化转型的关键,不在于数字工具的简单叠加,而在于课程结构能否持续回应复合能力培养、医工知识贯通与实践场景更新需求。围绕能力图谱、任务链条、数字资源、考核评价要素进行系统改进,能够有效解决课程割裂、资源错位和信息滞后等问题,形成目标清晰、模块协同、实践贯通、反馈及时的教学体系。今后还应加强医学院校、附属医院与医疗企业协同,完善课程数据标准和质量控制手段,推动课程结构由阶段性修订转向持续迭代,为高素质医工交叉人才培养提供稳定支撑。

[课题项目]

辽宁省社会科学规划基金项目;教育数字化背景下的医工交叉专业建设模式研究与实践(项目编号:L24CED008)。

[参考文献]

- [1]王旻舒,孙岩秀,汲婧,等.基于眼科学的医工交叉专业临床认知实践课程的教学探索[J].高校医学教学研究(电子版),2023,13(5):41-45.
- [2]刘丽,张小勤,吴毅.医学人工智能课程思政教育的探索与实施——以“人工智能之深度学习”课程为例[J].医药高职教育与现代护理,2024,7(1):19-22.
- [3]康红艳,周钢,刘美丽,等.面向医工交叉人才培养的基础医学实验教学改革[J].实验室研究与探索,2024,43(7):183-186.
- [4]于笑涵,张婧曦,刘志勇,等.综合性高校开展医工融合类课程“医学与健康”的建设探索[J].科研成果与传播,2025(2):0229-0232.
- [5]王雪林,郝飞,杨超娟,等.多学科交叉背景下本科生医工交叉通识课程建设探索与实践[J].高教学刊,2025,11(20):17-21.

作者简介:

董德鹏(1993--),男,汉族,山东济南人,硕士研究生,讲师,研究方向:人工智能、机器人、智慧医疗。