

## 基于“三链双融一创”的《智能医学工程导论》课程 教学改革实践

高为民

（湖南医药学院医学信息与工程学院，湖南怀化 418000）

**[摘要]** 目的/意义 针对《智能医学工程导论》课程医工脱节、创新培养薄弱等痛点，探索交叉复合型人才培养路径。方法/过程 本文构建“三链双融一创”教学模式，以知识、能力、兴趣“三链”耦合为基底，以医工与科教“双融”为路径，重构四层模块化内容，创新产学研协同教学与四级递进实践，并开展对照教学实验。结果/结论 实验班成绩优良率及多维度能力（尤其是实践创新与职业认知）显著优于对照班，孵化国家级大创等成果多项，有效反哺了专业与师资建设。研究表明，该模式实现了“知识—能力—创新—素养”协同发展，为交叉学科课程改革提供了成功范例。

**[关键词]** 智能医学工程；三链双融一创；教学改革；产教融合

### Practice of Course Teaching Reform on Introduction to Intelligent Medical Engineering Based on "Three-Chain, Dual-Integration and One-Innovation"

GAO Weimin

School of Medical Information and Engineering, Hunan University of Medicine, HuaiHua 418000, China

[Abstract]

**Objective/Significance** This study aims to address the pain points of the “Introduction to Intelligent Medical Engineering” course, including the disconnection between medicine and engineering and the weak cultivation of innovation, and explores a path for cultivating interdisciplinary composite talents.

**Methods/Process** A “Three Chains, Dual Integration, and One Innovation” teaching model is established. The coupling of “three chains” (knowledge, ability, and interest) serves as the foundation, and “dual integration” (medicine-engineering and science-education) serves as the approach. This involves reconstructing a four—layer modular content system, innovating industry—university—research collaborative teaching and four—level progressive practice, and conducting comparative teaching experiments.

**Results/Conclusion** The experimental class significantly outperformed the control class in terms of the excellent and good rate of academic scores and multi-dimensional abilities, particularly in practical innovation and professional cognition. Moreover, it incubated multiple national—level student innovation and entrepreneurship projects, effectively contributing to the development of the discipline and faculty. The research indicates that this model achieves the synergistic development of “knowledge, ability, innovation, and literacy,” offering a successful paradigm for interdisciplinary curriculum reform.

**[Keywords]** Intelligent Medical Engineering; Three Chains Dual Integration and One Innovation; Teaching reform; Integration of industry and education

## 1 引言

智能医学工程专业作为“新医科+新工科”深度融合的典型范例，是融合医学、人工智能、大数据、信息科学等多学科交叉知识的新兴专业。其核心特征体现在三个维度：医工交叉突破了传统学科的界限，需达成医学知识与工程技术的有机交融；技术驱动创新以人工智能为核心、以数据为基石，运用深度学习、自然语言处理、强化学习等方法开展医

[修回日期] 2026-04-06

[作者简介] 高为民，教授，智能医学工程专业带头人，发表论文 50 余篇。

[基金项目] 湖南普通高等学校教学改革研究资助项目（项目编号：202502001873）

学影像分析、电子病历挖掘以及手术机器人智能决策模型训练；场景导向明确要求聚焦临床痛点，研发 AI 辅助诊断系统和手术机器人等<sup>[1,2]</sup>。

《智能医学工程导论》作为该专业入门的核心课程，承担着三重基础功能：在学科启蒙方面，通过剖析智能医疗创新案例，激发学生的学习兴趣，拓宽其医工交叉视野；在知识架构搭建上，构建“医学基础 + 工程技术 + 智能应用”的认知框架，为后续专业课程的学习做好衔接；在职业认知引导方面，通过介绍医疗 AI 工程师、器械研发等岗位需求，帮助学生明确自身的发展方向。然而，该课程目前常面临定位模糊的困境，难以支撑复合型人才的培养目标。

国外智能医学课程革新着重于跨学科融合与实践教学创新。哈佛医学院与麻省理工学院联合开展医疗科学技术项目，构建了“医学基础+AI 技术”的跨学科课程体系，借助 ChatGPT Edu 与专属智能教学系统达成个性化学习，其“院长创新奖”对医工交叉项目研发予以专项资助<sup>[3]</sup>。纽约大学格罗斯曼医学院研发了 DX Mentor 智能平台，将临床病历系统与教育资源库相联通，采用虚拟仿真训练与真实数据建模相结合的项目式教学方法，有效提升了学生的临床决策能力<sup>[4]</sup>。加拿大院校推行“基础学习+临床应用”的分阶段培养模式，通过肺部超声图像标注等实际项目实践，使学生的 AI 理解力评分提升了 1.8 个标准差，形成了跨学科协同与项目驱动的典型范例<sup>[5]</sup>。

国内研究主要聚焦于医工融合路径的探寻以及产学研协同实践。天津大学联合东南大学、南开大学、重庆大学、东北大学、山东大学、天津医科大学等高校共同建设出版了涵盖《智能医学工程导论》等十余本专业基础及核心课程系列教材，为师生的教学活动提供了更为完善的资源，为“医学+”创新人才培养提供了有力支撑<sup>[6]</sup>。此外，天津大学还与剑桥大学、哈佛大学、国内顶尖科研机构及企业共建合作，提供丰富的实践与就业通道。包头医学院构建了由“计算机教师、医师与企业工程师”组成的跨学科团队，开发了《智能医学导论》课程。该课程入选国家智慧教学平台，且经 29 所院校推广，验证了医工融合教学的可行性<sup>[7]</sup>。据统计，国内 80 余所开展医工融合教育的高校中，仅有 30%建立了稳定的校企协同机制，且课程内容与临床需求的适配度不足 40%，尚未形成成熟的融合模式。

现有研究存在三链联动缺失、医工融合停留于知识叠加且产学研持续性不足、创新培养碎片化等局限。针对“医工融合碎片化与产学研协同匮乏”等不足，本研究以“三链双融一创”为核心构建教改模式，深化产教融合与建构主义理论在医工交叉课程中的应用，为新医科课程体系建设提供可复制的理论范式。

## 2“三链双融一创”内涵

“三链双融一创”教学改革模式是适配新医科建设对交叉复合型人才培养需求，针对《智能医学工程导论》课程的特性与入门引导定位构建的教学创新体系，结构图如图 1 所示。其核心逻辑以“三链”耦合为基础框架，以“双融”驱动为实施路径，以“一创”为核心导向，三者相互支撑、协同发力，实现从知识传递到能力培养、素养塑造与创新激发的全链条教学升级，最终达成智能医学工程专业人才“知识—能力—创新—素养”四维协同发展的培养目标。

“三链”即知识链、能力链与兴趣链，是构成教学改革模式的基础支撑体系，三者并非孤立存在，而是形成“认知—应用—驱动”的递进式耦合关系。

知识链：指适配智能医学工程交叉学科属性的系统化知识体系链条，聚焦“基础—核心—应用—前沿”四层逻辑，涵盖医学基础认知、人工智能核心技术原理、智能医学应用场景知识及专业课程体系衔接知识四大模块，既保障知识传递的系统性与连贯性，又实现与后续专业课程精准衔接，为能力培养提供知识支撑。

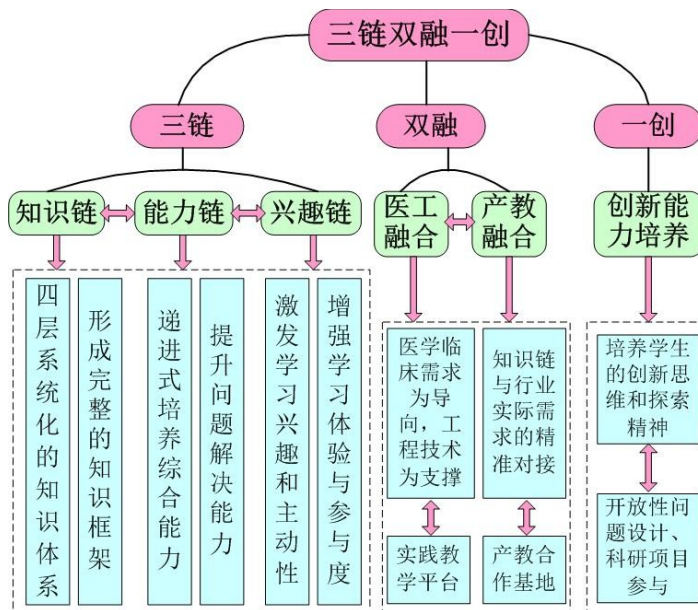


图1 “三链双融一创”教学改革模式结构图

**能力链：**指围绕智能医学工程专业核心能力形成的递进式培养链条，以“识别需求—分析问题—整合应用—初步创新”为核心逻辑，涵盖跨学科认知能力、医疗场景智能技术应用需求识别能力、典型案例分析能力、文献调研与信息整合能力、团队协作与表达能力等关键能力节点，实现从基础能力到综合应用能力的阶梯式提升。

**兴趣链：**指以激发学生专业认同与探索意愿为核心的情感驱动链条，通过行业前沿案例导入、实践探究活动、行业专家分享等多元载体，串联“专业认知—领域探索—价值认同”三个阶段，将学科前沿动态、行业发展需求与个人发展愿景相结合，转化为学生主动学习与探索创新的内在动力，保障教学效果的长效性。

“双融”是推动“三链”耦合落地的核心实施路径，包括“医工融合”与“科教融合”两个维度<sup>[8]</sup>。其中，医工融合的核心是“以医学临床需求为锚点，以工程技术（含智能技术）为支撑，实现医学与工程学科的深度协同与价值共生”。其核心逻辑并非医学与工程知识的简单叠加，而是打破学科壁垒，构建“医疗需求识别—工程技术研发—临床应用验证—技术迭代优化”的闭环协同体系，让工程技术精准匹配并破解医学临床、健康管理、药物研发等场景中的实际难题。科教融合聚焦学科前沿与教学内容的融合，将智能医学领域的最新科研成果、学术动态转化为教学内容，通过科研思维引导、小型调研项目等形式，强化知识链的前沿性与兴趣链的探索性，为“一创”导向提供支撑。

“一创”即创新创业导向，是教学改革的核心目标落点，并非单纯指向创业能力培养，而是聚焦智能医学工程领域的创新思维与创新意识塑造。通过教学内容中创新案例的解析实践环节中探究性任务的设计、评价体系中创新维度的强化，引导学生突破传统学科边界限制，形成“智能技术解决医学问题”的跨界创新思维，培养主动探索未知、质疑现有方案、尝试创新应用的核心素养，为后续专业学习与创新实践奠定基础。

### 3 “三链双融一创”教学改革实践内容

#### 3.1 优化课程教学内容体系

##### (1) 夯实“知识链”，锚定产业链构建系统化知识图谱

锚定产业链上下游，立足医疗数据分析师、医用设备研发工程师、智能诊疗技术专员等核心岗位需求，系统梳理并拆解岗位所需的具体知识模块<sup>[9,10]</sup>。遵循教育链规律，构建如图2所示的“基础层—核心层—应用层—前沿层”四层递进的知识体系。在基础层夯实医学与工程通识底座，在核心层强化智能医疗核心技术理论，同时融入行业标准、质量管控及伦理规范等通用知识。通过知识的结构化重构，确保课程内容与岗位需求精准对接，为学生搭建逻辑清晰、覆盖全面的专业知识图谱。

##### (2) 强化“能力链”，对接创新链与岗位链提升实战素养

突破传统课程内容滞后的短板，对接创新链将前沿技术转化为能力训练模块。重点围绕AI医疗、远程医疗、医用机器人、医疗大数据挖掘等关键技术，在应用层设置项目设计与岗位模拟实训，通过讲解核心原理与实践案例，锻炼学生解决复杂工程问题的能力。同时，针对不同岗位精准适配内容，将岗位需求转化为具体的技能训练目标，实现从“知识认知”到“技能应用”的跨越，助力学生快速适配职业岗位，提升专业竞争力。

##### (3) 激活“兴趣链”，融入前沿动态培育创新思维引擎

紧跟智能医疗领域技术创新趋势，以前沿技术激活课程活力，激发学生探索欲。在前沿层系统引入区块链医疗、数字孪生医疗等新兴技术动态，通过增设专题模块引导学生把握行业创新方向。结合行业新技术案例，打破枯燥的理论教学，将抽象的技术趋势转化为生动的探索实践，有效培育学生的创新思维，引导学生从被动学习转向主动探索，保持对行业发展的敏锐度与浓厚兴趣。

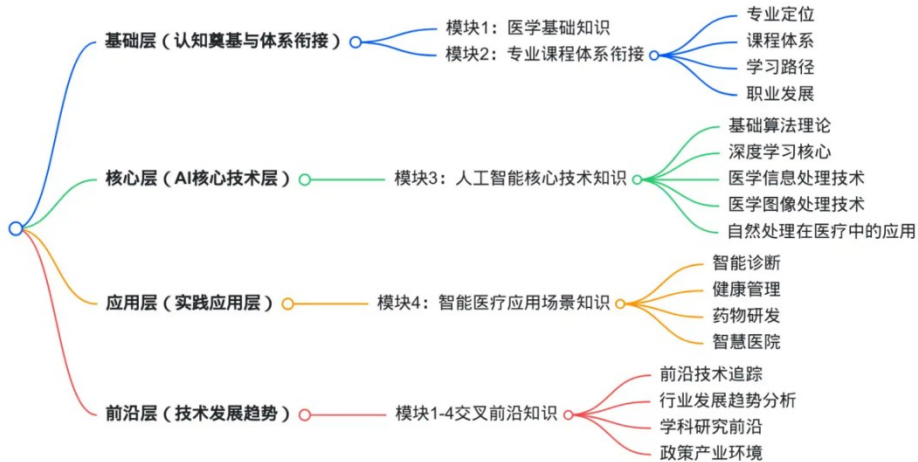


图 2 “四层模块化”内容体系

### 3.2 创新教学模式与教学方法

教学模式与教学方法的创新结构如图 3 所示。教学模式创新秉持“双融驱动”理念，在医工融合教学领域，遵循“案例导入—技术拆解—实践应用”的递进式逻辑架构。以临床疾病诊断等真实医学场景作为切入点，引导学生聚焦场景需求，逐步剖析背后所蕴含的 AI 算法、医用设备原理等工程技术核心要素<sup>[11]</sup>。最终，通过设计智能诊断原型等实践任务，达成医学知识与工程技术的深度融合，化解交叉学科学习中“理论与实践脱节”的难题。



图 3 教学模式与教学方法创新图

在产教融合教学方面，构建“产学研三维协同”体系，推动教学与行业实际、临床一线的深度衔接。在师资协同层面，组建由高校教师、医院医师、企业工程师构成的三位一体教学团队；在场景协同层面，打通课堂教学、医院实训基地与企业研发中心的联动渠道突破传统课堂边界，使学生在临床实景与产业场景中深化对课程知识的理解；在项目协同层面，引入医疗数据标注、简易医用设备开发等企业真实项目，将项目任务融入教学全过程，培养学生解决实际问题的能力。

同时，课程融合多元教学方法，将项目式学习 (PBL)、案例式学习 (CBL)、翻转课堂与虚实结合的虚拟仿真实验进行有机整合，摒弃单一的灌输式教学方式，充分激发学生主动学习与探索的积极性，兼顾知识传授与能力培养。为确保双融驱动教学模式得以有效落实。

### 3.3 强化实践教学环节

为直击传统导论课程中医工学科脱节、产学研协同不足及创新培养薄弱等痛点，依托“三链双融一创”模式，对应前文重构的“四层模块化”内容体系，搭建了“基础认知→场景体验→综合探究→创新实战”四级递进式实践教学平台<sup>[12]</sup>。该环节以“三链”耦合为基底，以“双融”为路径，以“一创”为出口，彻底扭转了课程定位模糊与实践缺失的现状。

- (1) 基础认知实践 (对应模块 1 和模块 2)：打破医工壁垒，夯实交叉感知

针对“医工学科脱节”痛点，在校内基础实验室开展医学信号特征提取、智能算法逻辑验证等微实验。通过“医学+工程”双视角的基础操作，将抽象的导论知识具象化，帮助学生建立对智能医学底层逻辑的初步感知，夯实复合型知识图谱的实体根基。

(2) 场景体验实践（对应模块3）：深化产教融合，引入真实应用

针对“产学研协同不足”痛点，依托“双融”中的产教融合机制，引入医疗科技企业的真实案例与附属医院脱敏数据。在校内搭建“模拟临床+工程研发”的微场景实训室，让学生体验智能辅助诊断、可穿戴设备数据处理等专项流程，实现从单一知识点向产业实际应用场景的初步转化。

(3) 综合探究实践（对应模块4）：联动多主体，强化岗位适配

以“知识链—能力链—兴趣链”三链耦合为导向，联动校内导师、临床医生与企业工程师开展多主体协同指导。设置复杂医疗场景下的工程化探究任务，以医学与工程交叉的知识链为基石，以发现问题与解决问题的能力链为核心，以真实场景带来的挑战感激发学生的兴趣链。引导学生以小组形式开展跨学科综合探究，在实现“学—练—研”内化闭环的同时，有效提升学生的综合实践能力与持续探索热情。

(4) 创新启蒙实战（贯穿模块4，凸显“一创”）：对接产业前端，孵化创新成果

针对“创新人才培养薄弱”痛点，以“专创融合”为驱动，搭建开放性的创新实战平台。结合课程所学，要求学生立足临床痛点开展“智能医学产品竞品分析与微型创新方案设计”。通过导论阶段的早期科创启蒙，直接对接后续的大学生创新创业训练项目与学科竞赛，实现创新成果的早期孵化，为培养高阶复合型医工人才埋下“种子”。

### 3.4 建立课程考核评价体系

构建以“创新能力培育”为导向的课程考核评价体系，运用过程性评价（涵盖课堂参与度、项目推进进度、阶段性报告情况）与结果性评价（包含期末考试成绩、项目最终成果）相融合的评价模式，引入教师、医师、企业工程师以及学生互评等多元评价主体，达成对学生综合素养与创新能力的全面、客观评估，促使双融驱动教学目标切实落地。

## 4 实践过程与成效

为检验“三链双融一创”教学模式的可行性与有效性，切实提升智能医学工程专业学生的交叉学科素养与实践创新能力，《智能医学工程导论》课程开展了教学对照实践。本次实践以2025级医工2501-02班为实验班（共88名学生），采用新的教学模式；以2024级医工班（共57名学生）为对照班，沿用传统教学模式。该课程总计32学时、2学分，实践周期与授课周期同步（1个学年），确保两组学生在教学时长、课程核心知识点覆盖上保持一致，保障成效对比的科学性与客观性。在实施过程中，实验班共配置了3名校内专职教师与2名来自附属医院及医疗科技企业的高水平工程师，组建了“5人双师型”教学团队开展协同授课。

如图4所示，围绕课程成绩平均分、学生满意度、双师型教师比例和实践成果四个量化指标进行了对比分析。独立样本检验结果显示，各项指标差异均具有统计学意义（\* $P < 0.05$ ）。采用“双融驱动”教学模式后，实验班的课程成绩平均分达到88.3分，优良率达47.3%，均显著高于对照班（\* $P < 0.01$ ）；此外，实验班学生对双师协同教学的满意度达到了85%以上，实践创新成果产出数量也显著优于对照班，充分印证了该教学模式的切实成效。

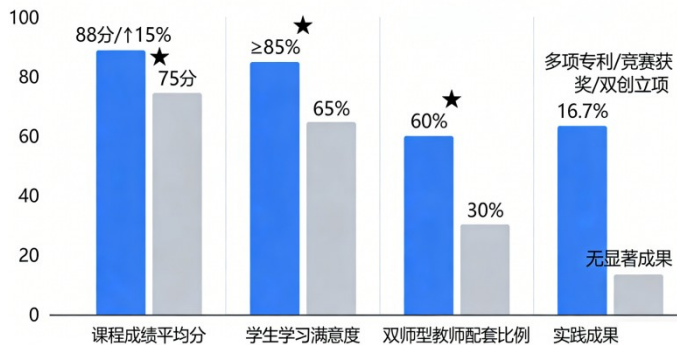


图4 量化指标对比

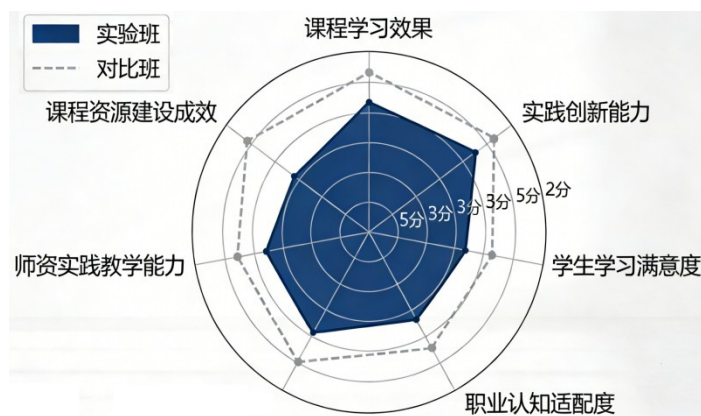


图5 课程教学模式多维度效果对比

为科学分析“三链双融一创”教学模式成效，全面体现“学生能力+教学建设”差异，图5采用覆盖量化指标进行多维度成效对比。雷达图涵盖课程学习效果、实践创新能力、学生学习满意度、职业认知适配度、师资实践能力和课程资源建设6个维度（1-5分制）。实验班（实线填充）各项指标均显著优于对照班（虚线无填充），尤其在实践创新与职业认知上形成明显优势包围面。

在具体成效方面，以“临床智能辅助诊断与决策”项目为例，实验班完成了从需求分析到系统模型制作的全流程，解决复杂工程问题优秀率较对照班提升28.5%<sup>[13]</sup>。学生依托课程项目获国家级大创2项、省级以上学科竞赛奖4项。同时，该课程的“项目驱动+产教融合”范式有效辐射了专业课程群，带动校企共建“智能医学创新实训中心”、“人工智能辅助诊断和信息决策”工程研究中心，显著提升了师资“双师”素养与专业建设水平。

实践过程中存在的问题如下：其一，学生跨学科基础知识的差异致使小组进度出现脱节现象；其二，企业深度参与项目孵化的动力较为匮乏；其三，部分软性指标的评价存在滞后性。

下一步将以问题为导向推进改进工作：其一，施行“微模块”前置知识补偿与异质分组策略，以消除学情层面的阻碍；其二，把企业实际存在的技术难题转化为高阶挑战项目构建“真题真做”的利益共同体；其三，借助智慧平台构建学生的“数字画像”，并对实验班开展长周期跟踪，利用长期数据反馈来优化教学模式。

## 5 结论

“三链双融一创”教学模式革新切实化解了《智能医学工程导论》课程存在的理论与实践相脱节、师资结构单一化、资源适配性欠佳等关键问题。借助双师协同育人、校企医资源共建的方式，精准契合新医科背景下医工交叉领域的人才培养需求，破除学科壁垒，强化实践导向，有效提升学生的交叉学科素养与实践创新能力。

该改革对智能医学工程专业人才培养具有鲜明示范意义，其构建的闭环教学体系和多元实践模式，落地性强、成效显著，为专业人才培养提供了可复制、可落地的实践范例，破解了医工交叉专业教学中“重理论、轻实践”的普遍难题。从长远来看，改革成果不仅能够持续优化本专业的课程教学，还能为各类医工交叉课程改革提供珍贵借鉴，助力推动医工融合类专业整体教学质量的提升，为新医科建设输送更多高素质复合型医工人才，凸显该改革的长期推广价值与实践意义。

## 参考文献

- [1] 中共中央, 国务院. "健康中国 2030" 规划纲要 [Z]. 2016.
- [2] 工业和信息化部, 国家卫生健康委员会等. "十四五" 医疗装备产业发展规划 [Z]. 2021.
- [3] 哈佛-麻省理工健康科学与技术 (HST) 项目跨学科培养引领医学创新 <http://portal.smu.edu.cn/ctd/info/1058/37119.htm> [EB/OL]. 2025-12-1.
- [4] 纽约大学格罗斯曼医学院. How ChatGPT could help medical students learn on the fast track. <https://www.ama-assn.org/education/changemeded-initiative/how-chatgpt-could-help-medical-students-learn-fast-track-4> [EB/OL]. 2023-11-17
- [5] Deglint, J., Chaudhary, R.,. Automation of Lung Ultrasound Interpretation via Deep Learning for the Classification of Normal versus Abnormal Normal Lung Parenchyma: A Multicenter Study. *Diagnostics*, 2021,11(11), 2049.
- [6] 天津新闻. 天津大学牵头打造国内首套适用于智能医学工程专业核心课体系系列教材. <https://sdwx.iqilu.com/w/article/YS0yMS0xNDQ3MDQxMw.html> [EB/OL]. 2023-4-17.
- [7] 包头医学院. 第三届全国高校教师教学创新大赛新医科副高组二等奖 ---- 计算机科学与技术学院刘亮教师团队. <https://www.btmc.edu.cn/yxyxzz/info/1045/20378.htm> [EB/OL]. 2023-9-27.

- [8] 何汶静,祝元仲,杜勇,等.医工融合构建新工科、新医科人才培养模式[J].中国教育技术装备,2023,(15):60-63.
- [9] 杨铁军.基于项目式教学的智能医学工程专业课程设计研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2025,(10):74-76.
- [10] 刘世财,黄道斌,叶明全.基于知识图谱的智能医学工程专业教学研究现状及前沿分析[J].西部素质教育,2025,11(18):17-21.
- [11] 韩宝如,李秋妮,马云峰,等.智能医学工程专业核心课程体系教学改革研究[J].高教学刊,2025,11(19):134-138.
- [12] 李建周,汪丽燕.新医科背景下智能医学工程专业人才培养现状与问题分析[J].医学信息学杂志,2025,46(05):98-102.
- [13] 李建周,康成,孙立元,等.地方医学院校智能医学工程专业人才培养体系探索——以桂林医学院为例[J].中国高等医学教育,2025,(02):23-24.