

本文引用: 周 辉. 新工科与健康中国背景下医工融合协同育人研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2026, 46(3): 609–614.

新工科与健康中国背景下医工融合协同育人研究

周 辉

湖南中医药大学信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410208

〔摘要〕在《“健康中国 2030”规划纲要》实施与“新工科”建设双重背景下,加强健康领域科技创新、推动医工融合发展已成为医学院校教育改革的重要方向,培养医工交叉复合型人才是实现该目标的核心环节。当前,医学院校在开工学类专业、开展人才培养工作时普遍面临学科贯通与知识体系融合困难、协同育人机制与资源整合不足、复合型师资与教学能力欠缺、评价体系与标准化建设滞后等突出问题。基于此,以湖南中医药大学信息科学与工程学院医学信息工程专业建设为例,提出基于“社会需求”导向的多主体协同的“医工融合”复合人才培养模式,该模式通过整合医学与工学的教学与科研资源,建立医教协同、科教协同、产学研协同等多维联动机制,培养具备跨界整合能力与创新实践素养的复合型人才,为医疗健康领域的创新发展提供可持续的人才支撑。

〔关键词〕新工科;健康中国;医工融合;协同育人

〔中图分类号〕R2

〔文献标志码〕A

〔文章编号〕doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2026.03.024

Collaborative education of medical-engineering integration under the background of New Engineering initiative and *Healthy China* plan

ZHOU Hui

School of Informatics, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China

〔Abstract〕Under the dual background of the "Healthy China 2030" plan and the New Engineering initiative, strengthening technological innovation in the healthcare sector and promoting the medical-engineering integration have become important directions for reform in medical education. Cultivating interdisciplinary talents with expertise in both medicine and engineering is the key to achieving this goal. Currently, medical colleges and universities generally face significant challenges in cultivating talents in engineering-related programs, including difficulties in integrating disciplines and knowledge systems, insufficient collaborative education mechanisms and resource integration, a lack of interdisciplinary faculty and teaching capacity, and underdeveloped evaluation systems and standardization. Taking the Medical Information Engineering program at the School of Informatics, Hunan University of Chinese Medicine as an example, this paper proposes a social demand-oriented and multi-party collaborative cultivation model for interdisciplinary talents based on medical-engineering integration. This model integrates teaching and research resources from both medicine and engineering, establishes multi-dimensional collaborative mechanisms, including medical-education collaboration, science-education collaboration, and industry-university-research collaboration. It aims to cultivate interdisciplinary talents with cross-disciplinary integration ability and innovative practical competence, thereby providing sustainable talent support for the innovative development of the healthcare sector.

〔Keywords〕New Engineering initiative; *Healthy China* plan; medical-engineering integration; collaborative education

〔收稿日期〕2025-10-13

〔基金项目〕湖南省普通本科高校教学改革研究项目(202502000642)

〔通信作者〕* 周 辉,男,硕士,副教授,E-mail:003918@hnucm.edu.cn.

“新工科”建设是中国高等工程教育应对新一轮科技革命与产业变革的战略举措,旨在构建创新性、综合化、全链条的工程人才培养体系。2017 年以来,教育部积极推进新工科建设,强调学科交叉融合与产业创新协同,培养具备跨界整合能力的新型工程技术人才。与此同时,《“健康中国 2030”规划纲要》的实施对医疗健康领域的技术创新和人才培养提出了更高要求,迫切需要能够将工程技术与临床医学深度融合的复合型人才。医工融合协同发展作为应对这一需求的重要途径,打破了传统学科壁垒,通过医学与工学的交叉融合,开创了跨学科人才培养的新模式。近年来,人工智能、云计算、物联网、大数据等信息技术迅猛发展,在智能医疗、精准诊断、远程监护等新兴领域展现出广泛的应用潜力,逐渐成为推动医学科技创新的关键动力。在这一趋势下,具备多学科知识结构、善于解决复杂技术问题的复合型人才,日益成为医学科技发展与产业转型的核心资源。

当前,越来越多高校开始在专业设置与培养方案中融入多学科协同理念,积极推动跨院系、跨领域的教育合作^[1-4]。然而也应看到,由于医学与工学学科在知识体系、研究方法、文化背景与评价机制等方面存在天然差异,跨学科融合在实践层面仍面临体制机制、资源整合与课程协同等多重挑战^[5]。基于此,以湖南中医药大学信息科学与工程学院为例,提出一种以社会需求为导向,以“医工交叉、产教融合、学研贯通”为依托的协同育人模式。该模式以“院院融通、校企联通”为主线,积极搭建校内多学科协作、校际资源互通以及医企联合培养的多元合作平台,旨在实现医学与工学知识体系的整合。通过重构课程体系、突出实践教学、加强科研思维培养,强化产学研用联动,全面提升学生的技术应用能力、跨界创新能力以及岗位胜任力,为医疗健康领域的持续创新发展提供高质量的人才支撑。

1 医工融合协同育人的现实驱动

亨利·埃茨科威兹与雷德斯多夫提出的“三螺旋”理论指出,大学、产业与政府三方在保持各自独立身份的基础上,通过资源共享与角色渗透,形成动态协同的创新螺旋结构,其核心在于推动知识转化、技术创新与区域发展^[6]。医工融合的兴起,正是

国家战略、产业变革与教育创新三大关键力量协同驱动的结构性的结果。

1.1 国家战略引领:服务“健康中国”的核心支撑

从国家战略层面来看,《“健康中国 2030”规划纲要》的深入推进,对医工融合领域的高素质人才提出了迫切的需求^[6]。该纲要明确强调,应大力推进医学与工程、信息、材料等多学科的深度交叉与融合创新,着力突破高端医疗装备、新型生物材料、智能诊疗技术等一批“卡脖子”关键核心技术,推动具有我国自主知识产权的创新药物、高端医疗器械与智能健康产品的研发与产业化。这一系列目标的实现,亟须大量既深刻理解医学临床实际需求,又熟练掌握先进工程技术的复合型人才作为战略支撑。这类人才不仅能够贯通医学与工学双学科知识体系,更具备以工程思维解决临床实际问题的能力,从而成为推动医疗技术自主创新、提升全民健康保障水平的核心力量。因此,构建适应国家战略需要的医工融合人才培养体系,已成为我国高等工程教育与医学教育改革的重中之重。为响应国家战略需求,一批高等院校在医工融合协同育人方面进行了积极探索,比如中山大学健康科学与技术前沿交叉研究院的成立,正是响应这一战略需求的关键部署,其核心目标在于整合医科优势力量,创新“医学+X”学科交叉的体制机制,统筹推进医科教育改革、科技创新与人才培养^[7]。

1.2 产业变革驱动:催生智能医疗人才的巨大需求

根据“三螺旋”理论,产业界作为技术创新与需求涌现的核心场域,通过提出真实复杂的技术命题,倒逼教育体系进行人才培养模式的革新。从产业转型与发展的宏观趋势来看,医疗行业正在全球范围内经历一场以数智化为核心的深刻变革,这一进程对高层次、复合型的医工融合人才形成了巨大而迫切的需求^[8]。随着人工智能、大数据、机器人、物联网等新一代信息技术在医疗领域的广泛渗透与深度融合,医疗模式正逐步从传统经验驱动向数据驱动和智能决策转变,智慧医疗、远程诊疗、智能健康管理等新业态不断涌现。比如,福建医科大学附属协和医院与福州大学共建的胸外科人工智能研究开发中心,集合了人工智能多学科诊疗(multi-disciplinary team, MDT)工作站、人工智能三维重建站、人工智能三维重建报告站、人工智能医患交互

及远程会诊站四大核心平台,以及人工智能辅助门诊分诊、人工智能医工交叉研究开发两大功能^[9]。这种深度融合人工智能与临床医学的创新实践,对医工融合人才提出了迫切需求。在这一背景下,单纯掌握传统医学知识的人才已难以适应行业发展的新要求,而具备医学基础、工程技术与信息科学交叉背景的复合型人才,逐渐成为推动医疗行业实现智能化升级的核心人才。这类人才不仅能够感知临床真实场景、分析医学问题,更能运用先进工程与信息技术构建软硬件系统、开发算法模型、优化诊疗流程,从而切实推动医疗服务从信息化向智慧化跃迁,为产业变革提供持续动能。

1.3 教育创新响应:深化“新工科”建设的必然路径

从高等教育创新发展的内在要求来看,“新工科”建设已成为我国工程教育体系主动应对新一轮科技革命与产业变革、服务国家战略需求的核心举措。其强调工程教育必须从传统的、相对固化的学科范式,转向更加注重交叉融合、创新引领与产业适配的新范式,尤其要求加强与医学、生命科学等相关学科的深度互动与协同育人。在此背景下,推动医学与工程学科的交叉融合,不仅是拓展工科内涵的需要,更是构建具有中国特色、国际竞争力的现代工程教育体系的内在要求。培养具备扎实工程基础、系统医学知识、多学科视野和强劲创新能力的复合型卓越人才,已成为高等工程教育改革的重要使命。高校作为知识与人才的生产者,其主动进行范式改革,也代表了“三螺旋”中知识创新主体对战略与市场需求的积极“回应”。因此,以“新工科”理念为引导,推进深层次、结构化的医工融合教育模式创新,是高等工程教育适应未来科技与产业发展的必然选择,也是实现教育链、人才链与产业链有机衔接的战略路径。

2 医工融合协同育人发展现状与难题挑战

当前,随着健康中国战略的推进,国内高校对医工融合育人越来越重视。许多高校积极探索医工融合型人才培养模式,目前,国内外医工融合协同育人主要有5种模式。一是课程体系融合模式:构建跨学科课程体系,如“医学+X”多学科交叉课程体系,将医学与工程学、信息学等学科的课程有机结合,培养学生跨学科的知识和技能。二是“三协同”育人模

式:包括校院协同培养、校企协同培养和校校协同培养。三是复合型研究生培养模式:创建“医学生产品研发试用”的复合型研究生培养模式,通过医工交叉复合型培养机制,培养创新人才。四是“医+工”双本科生班主任制与“医+工+企”三本科生导师制:入校即遴选专业课师资担任本科生班主任,学生与实际达成科研合作的医工师资结成导师对,为学生配备双导师,全权负责指导学生参加重点学科竞赛、创新创业项目等。五是跨学科合作教育模式:国外高校多采用该种模式,将不同专业的学生聚集在一起进行学习和实践,但具体实施过程中存在诸多困难。

针对以上医工协同育人模式的实施,学界也存在不少争议。一是学科融合深度:部分学者认为医工融合应深入到课程设置、教学内容和科研项目中,而另一些学者则认为应先从跨学科团队建设、实践基地建设等方面入手,逐步推进学科融合。二是人才培养定位:对于医工融合人才的定位存在争议,一种观点认为应培养具有深厚医学背景的工程技术人才,另一种观点则认为应培养具有扎实工科基础的医学应用人才。三是教育模式选择:是采用传统的课堂教学模式,还是以项目为导向、实践为驱动的教育模式,存在不同看法。一些学者认为,项目导向模式更能培养学生的实践能力和创新思维,但也有学者担心这种模式可能会影响学生对基础理论知识的掌握。尽管医工协同育人模式形式多样,但在当前实践中还存在不少困难亟待破解。

2.1 学科贯通与知识体系融合困难

医工融合协同育人首先面临的是传统学科体系固有的壁垒问题^[10]。医学与工学在方法论、知识结构、思维模式乃至文化传统上存在显著差异:医学强调临床经验、病例分析和生命体的复杂性,注重个体化、模糊性和伦理约束;而工学则追求标准化、模型化、可重复性和效率优化,通常依托数学工具和物理原理解解决确定性问题。这种本质上的差异导致两类学科在课程设置、教学语言、实验方式及评价标准等方面难以自然融合。如医学课程多以记忆和理解为主导,而工学教育更侧重逻辑推演与动手实践,学生在缺乏跨学科桥梁课程的情况下,容易形成“知识孤岛”,无法有效建立系统性的“双栖思维”。此外,现有的高校管理体制往往以学科为单位划分学院和分配资源,跨学科合作常受限于行政管理边界。

教师隶属于不同学科组织,考核和晋升机制也偏重本学科内的科研成果,缺乏推动学科深度融合的激励制度。课程开发方面,缺乏既懂医学又精通信息技术的复合型师资,使得真正具有整合性的“医工融合”课程数量有限,内容往往呈现“拼盘化”,医学与工程两部分知识未能有机串联,难以培养学生发现、分析和解决复杂医工交叉问题的能力。

2.2 协同育人机制与资源整合不足

医工融合教育高度依赖医院、企业、高校等多方主体的密切协作,然而在实践中,各参与方在目标、节奏和资源投入方面往往难以协同。高校侧重人才培养与知识创新,医疗机构则以医疗服务与临床研究为核心任务,企业则关注技术转化与市场效益。三者之间的目标差异容易导致资源投入分散、合作积极性不高、项目持续性较弱等问题。如企业提供的实践项目可能因商业保密考虑而缺乏深度,医院提供的临床场景也可能因医疗任务繁重而无法充分向学生开放,致使实践教学停留在较浅层次。在资源共享层面,信息技术、临床数据、实验室平台等关键资源分属不同系统,受限于管理政策、数据隐私及知识产权等多重约束,难以实现高效、安全的互通互用。同时,目前缺乏稳定、长效的协同管理机制与合作生态,多数项目依靠短期协议或个人关系维系,尚未形成可持续的制度化协作模式。这也导致学生在参与实践、研发或实习过程中,难以接触到真正具有前瞻性和系统性的项目,从而限制了其跨领域创新能力的培养。

2.3 复合型师资与教学能力欠缺

教师是推动医工融合育人的关键力量,但目前普遍面临具备跨学科背景的师资数量不足、结构不均衡的问题。一方面,医学教师通常缺乏信息技术的系统训练,而工学教师则对临床实际需求和医学知识体系理解有限。这种知识结构的单一性使得教师在指导学生开展跨学科项目时难以提供真正融合性的指导,教学过程中容易偏重于自身学科内容,而缺乏对交叉领域的深入阐释与方法贯通。另一方面,高校在师资评聘、绩效考核和职称晋升中,仍以传统学科学术产出为主要依据,从事跨学科教学与科研的教师在资源获取和职业发展方面可能面临不利局面。如果没有配套的激励与评价机制改革,很难建

设一支既精通学科知识又善于跨界教学的高水平师资队伍。

2.4 评价体系与标准化建设滞后

当前教育评价体系仍以学科为中心,缺乏针对医工融合类人才的有效评估标准与方法。学业评价多侧重于单一学科知识的掌握情况,而难以衡量学生在跨学科语境下的创新能力、团队协作水平及系统思维素养。传统的试卷考试、学分绩点等方式无法充分体现学生在解决真实医工问题中的综合表现,如医疗设备原型开发、临床方案设计等复杂任务中的贡献。同时,在合作育人过程中,也尚未建立起能够协调多方参与的、统一的质效评价机制。学校关注学生培养成效,医院重视临床服务的改善,企业则着眼于合作带来的技术提升和人才储备,多元的目标和价值取向使得融合教育的效果难以被客观、全面评估。只有构建起一套融合多维指标、兼顾过程与成果,并获得各方认可的评价框架,才能为医工融合育人提供持续改进的依据和动力。

3 医工融合协同育人的实践路径

在明确驱动因素与现实挑战的基础上,湖南中医药大学信息科学与工程学院以系统化思维,构建了一套以“课程重构为基础、平台建设为支撑、师资打造为关键、评价创新为保障”的医工融合协同育人实践体系。该体系旨在从教学核心、实践载体、人力保障与制度环境4个维度协同推进,确保育人模式的有效落地与持续改进。

3.1 打破体制机制壁垒:构建多学科相交叉课程体系

构建跨学科集成的课程体系,是推动医工融合协同育人模式落地的核心环节。传统单一学科导向的课程设置往往局限于学科内部的知识逻辑,难以适应医疗场景中复杂问题对跨学科能力的要求。湖南中医药大学开设的医学信息工程专业,聚焦医学实际需求与工程技术前沿,以“问题导向”为主要特征,致力于培养既具备医学洞察力又掌握工程创新能力的“双栖思维”复合型人才。在课程体系建设方面,学校积极整合中医学、计算机科学与技术、人工智能等多学科师资,组建跨学科教学团队,由医学院、中医学院与信息科学与工程学院教师共同授课并联合指导项目,共同构建“医学基础+工程技术+

交叉融合”三层递进的教学内容体系。专业不仅开设了如“医学人工智能”“医学图像处理”“物联网原理与应用”等前沿课程,还创新性地采用“技术前沿+应用前沿”双轮驱动的教学内容设计,帮助学生贯通医学原理与工程实践,形成以临床需求为导向的技术应用与创新能力。教学方法的创新也是医工融合课程实施的关键。该专业广泛引入项目式学习和案例教学,通过真实临床问题如医学影像智能诊断系统开发、健康监测传感器设计、中医药大数据分析等引导学生开展探究式、协作式学习。在这一过程中,学生不仅深化了对医学知识的理解,也锻炼了将工程技术应用于实际场景的能力,从而实现知识整合与能力迁移。为克服课程“拼盘化”,专业还将进一步探索建立课程融合度评价体系,将知识整合度、项目真实性、双导师指导纳入评估体系,深度考查学生同时运用医学原理与工程技术解决实际问题的能力,全面客观评估课程融合成效。

3.2 打通产学研用通道:建设融合型一体化实践平台

建设产学研用一体化的实践平台,是推进新工科教育理念、深化医工融合协同育人的重要载体。新工科教育强调“实践-创新-创业”三位一体,致力于培养具备跨学科视野、创新精神和实战能力的复合型工程人才。产学研用平台通过有机整合高校、科研机构、医院及行业企业等多方资源,为学生提供真实、系统、前沿的工程实践环境,有效促进其知识整合能力、技术应用能力与职业素养的全面提升。湖南中医药大学信息科学与工程学院医学信息工程专业在这一方面开展了多项探索。一方面,构建多元化的专业方向模块,充分激发学生学习兴趣与潜能。信息科学与工程学院依托医学信息工程等3个专业设置了6个专业方向模块,学生可根据兴趣选择发展方向;专业建设秉承学生中心、产出导向、持续改进、医工融合的人才培养核心理念,培养学生计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力、系统能力和专业知识交叉融合能力。学院在培养过程中运用实验实践、学科竞赛、工程实训、科研思维训练、科研方法训练、科研能力综合实践等多种方法和手段,以创新项目和学科竞赛等为载体,实现多学科交叉、产学研结合,全面提升学生的专业素养和综合能力。另一方面,实施“院企课堂”

动态培养,实现场景化实践延伸。学院与深信服、拓维信息、蓝蜻蜓、迪文科技等多家知名企业签订人才共同培养协议,覆盖课程实训、岗位实习和就业对接等多个环节,切实推动教育链、产业链与创新链的深度融合。如依托企业资源开设“医疗科技创新工坊”,围绕智慧中医、精准医学等方向,开展从技术原型开发到商业计划书撰写的全链条训练,培养学生的创新创造能力。

3.3 打造高水平师资队伍:培育跨学科、跨领域育人力量

建设跨学科教学团队是医工融合师资队伍建设的核心。通过组建由医学、工学等多学科背景教师组成的教学团队,共同开发课程、合作教学、指导学生,能够打破单一学科教师的局限,为学生提供多视角的知识解读和指导。一是构建“引产入教-反哺教学”闭环机制,实现校企双元育人。湖南中医药大学信息科学与工程学院充分挖掘师资力量,“双师型”教师比例达30%,联合医疗科技企业(如医疗大数据服务商、智能诊疗设备厂商),以真实医疗场景为蓝本,开发模块化实训课程,企业工程师与院校教师双导师授课的课时比例 $\geq 40\%$ 。同时,发挥医学院校优势,整合附属医院资源,聘请信息化科室专业人员和医学信息化相关科研人员为学生授课和带教。二是打造“双师型”教学团队,实现师资双向赋能。一方面,选派骨干教师赴联影医疗、东软医疗等大型医疗IT企业参与“医疗AI工程师驻点计划”,学习和进修新的技术和方法,将前沿技术、标准及市场需求融入教学。另一方面,聘请企业技术总监担任产业教授,参与课程建设与实践指导,深化“双师共育”机制,联合指导毕业设计、创新创业项目,把课堂搬到企业去,激发学生的学习兴趣,提高学生的实践动手能力。

3.4 搭建多维度评价体系:创新多元化多主体激励机制

构建多维度评价激励机制是医工融合协同育人可持续发展的重要保障。传统的单一学科评价标准难以准确衡量医工交叉领域的创新价值和人才培养质量,多维度评价体系不仅关乎评价本身的客观性与全面性,更是医工融合教育纵深发展、形成闭环的关键支撑。只有通过制度创新与机制灵活性的双重保障,才能推动医工融合从形式合作走向实质整合,

最终实现高水平人才培养与产业创新的协同发展。一方面,要创新管理体制机制,构建科学合理的跨学科评价体系。该体系应涵盖知识整合能力、技术创新水平、临床适用性及团队合作效能等多个评价维度,并采用定量与定性相结合的多元方法,以避免评价片面化。另一方面,可以实施弹性认证机制以顺应学科交叉的复杂性与多样性。通过建立跨院系、跨学科的学分互认机制、课程资源共享平台以及双学位或联合学位授予制度,打破原有学科壁垒,为学生在医学与工程双轨路径上的自由探索提供制度支持,赋予其更大的学习自主权和结构灵活性。此外,建立多元化激励机制也是推动各方持续参与医工融合的关键举措。可通过政策引导明确医工融合在职称评定、绩效考核与资源分配中的重要性,通过资金、设备及平台等资源的定向倾斜支持跨学科团队与项目发展,并通过荣誉表彰、典型宣传等方式认可教师、学生、医疗机构及企业在协同育人中的贡献。

4 结语

在新工科建设和健康中国战略双重背景下,医工融合协同育人是应对新一轮科技革命和产业变革、服务健康中国战略需求、推动工程教育和医学教育创新发展的重要途径。医学与工学的深度交叉融合,能够培养具备多学科背景、创新能力和实践能力的复合型人才,为解决医疗健康领域的“卡脖子”难题提供人才支撑。但同时医工融合协同育人仍面临诸多挑战,如传统学科架构带来的体制机制壁垒、人才培养质量保障、评价体系与标准化建设滞后等问题,可以从课程体系重构、实践平台建设、师资队伍打造、评价机制创新等方面进行系统化改革,多措并举、协同推进。

展望未来,医工融合协同育人可能会呈现以下发展趋势:一是深度融合化。医学与工程学的交叉将从简单叠加走向深度融通,产生新的知识范式和研究方法。随着人工智能、大数据、机器人等新技术在医疗领域的广泛应用,医工交叉的深度和广度将不断拓展,需要建立更加深度融合的人才培养模式和教育体系。二是主体多元化。医工融合协同育人将涉及更多元的主体,包括高校、科研院所、医院、企业、政府等,形成更加开放、协同的创新生态系统。三

是模式多样化。不同高校和机构将基于自身学科特色和资源优势,探索形成多样化的医工融合协同育人模式。四是平台智能化。随着信息技术和人工智能的发展,医工融合协同育人平台将更加智能化和数字化,通过虚拟仿真、数字孪生、智能导师等技术,提供更加灵活、精准、高效的教育服务和支持。五是合作国际化。医工融合协同育人将更加注重国际合作与交流,通过引进海外优质资源、共建国际合作平台、参与国际标准制定等方式,提升人才培养的国际竞争力和影响力。

总之,医工融合协同育人是一项系统工程,需要政府、高校、企业、医疗机构等各方共同努力,通过理念创新、制度创新、模式创新和技术创新,构建中国特色、世界水平的医工融合协同育人体系,为健康中国建设和创新型国家建设提供有力的人才支撑和智力支持。

参考文献

- [1] 易刚强. “四链”融合背景下产教融合的中医药人才培养实践与思考: 以湖南中医药大学为例[J]. 湖南中医药大学学报, 2024, 44(10): 1733-1738.
- [2] 王振容, 罗凤鸣, 梁宗安, 等. 医工结合背景下医学技术专业人才培养探究与实践[J]. 四川大学学报(医学版), 2025, 56(4): 1165-1170.
- [3] 赵祥辉, 许冬武, 陈迎红. 医工交叉复合型高端人才培养的体制机制创新: 清华-伯克利深圳学院的实践探索[J]. 高等工程教育研究, 2022(2): 81-86.
- [4] 贺 玮, 郑裕东, 何志巍. 医工交叉领域专业学位研究生“产-教-医三位一体”培养模式初探[J]. 北京科技大学学报(社会科学版), 2025, 41(3): 30-36.
- [5] 亨利·埃茨科威兹. 国家创新模式: 大学、产业、政府“三螺旋”创新战略[M]. 周春彦, 译. 北京: 东方出版社, 2014.
- [6] 沈 思, 王唱唱, 吕红莉, 等. 科技创新驱动下南京“医-工-信-企”合作研发模式的机制研究[J]. 现代管理科学, 2025(1): 83-92.
- [7] 中山大学. 正式挂牌! 中山大学健康科学与技术前沿交叉研究院首批团队入驻[EB/OL]. (2025-09-01)[2025-09-28]. <https://www.sysu.edu.cn/news/info/1881/1391861.htm>.
- [8] 林欧雅. 新时代医工交叉人才培养路径探究[J]. 科学咨询, 2025(13): 273-276.
- [9] 福州大学物理与信息工程学院. 物信学院与福建协和医院共建“胸外科人工智能研究开发中心”正式成立[EB/OL]. (2025-09-08)[2025-09-28]. <https://wx.fzu.edu.cn/info/1083/3701.htm>.