

新医科背景下生物医学工程专业人才培养体系的改革与重构

王咸文, 赵发全*

安徽医科大学生物医学工程学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年1月10日; 录用日期: 2026年2月7日; 发布日期: 2026年2月24日

摘要

新医科建设是作为应对全球健康挑战、落实“健康中国”战略、推动医学教育范式变革的重大举措。生物医学工程专业作为衔接医学与工程学科的核心载体, 其人才培养体系亟需系统性重塑。本文立足新医科建设的核心要义, 聚焦当前该专业培养模式中存在的医工交叉融合不深入、前沿技术融入滞后、产学研协同联动不足等突出问题, 构建了以“多维融合、交叉贯通、平台驱动、区域协同”为核心特征的创新型人才培养模式。该模式围绕课程体系优化、实践平台搭建、育人机制创新、质量保障完善四个维度展开系统重构, 旨在培育能够引领未来医疗技术创新发展的生物医学工程专业人才, 为教育强国建设与“健康中国”战略实施提供人才支撑。

关键词

新医科, 生物医学工程, 人才培养, 医工融合, 教育强国

Reform and Reconstruction of the Talent Cultivation System for Biomedical Engineering under the Background of New Medical Science

Xianwen Wang, Faquan Zhao*

School of Biomedical Engineering, Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: January 10, 2026; accepted: February 7, 2026; published: February 24, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王咸文, 赵发全. 新医科背景下生物医学工程专业人才培养体系的改革与重构[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 1137-1144. DOI: 10.12677/ae.2026.162412

Abstract

The development of the New Medical Science is a major initiative aimed at addressing global health challenges, implementing the “Healthy China” strategy, and advancing the paradigm shift in medical education. As a core discipline bridging medicine and engineering, the Biomedical Engineering program urgently requires a systematic reconstruction of its talent cultivation system. Based on the core principles of the New Medical Science, this paper focuses on prominent issues in the current training model of the discipline, such as insufficient integration between medicine and engineering, delayed incorporation of cutting-edge technologies, and inadequate collaboration among industry, academia, and research. It proposes an innovative talent cultivation model characterized by “multidimensional integration, interdisciplinary connectivity, platform-driven development, and regional collaboration”. This model systematically reconstructs the talent cultivation system across four dimensions: curriculum optimization, practical platform development, educational mechanism innovation, and quality assurance enhancement. The goal is to cultivate Biomedical Engineering professionals capable of leading future medical technological innovations, thereby providing talent support for the development of an education powerhouse and the implementation of the “Healthy China” strategy.

Keywords

New Medical Science, Biomedical Engineering, Talent Cultivation, Medicine-Engineering Integration, Education Powerhouse

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当前, 以人工智能、大数据、机器人技术为代表的新一轮科技革命, 正深度重塑医学实践与健康服务模式, 催生了以智能化、整合化、人文化为核心的“新医科”教育变革。这一转型聚焦医学与理学、工学、信息科学等多学科的实质性交叉, 核心目标在于培育具备跨学科素养、能够驾驭未来医疗技术革新的“医学 + X”复合型创新人才[1]。生物医学工程(Biomedical Engineering, BME)作为贯通生命科学、临床医学与工程技术的关键学科枢纽, 在新医科建设进程中占据核心地位, 其人才培养质量直接关乎我国高端医疗装备自主创新能力的提升, 亦对“健康中国”战略的落地成效产生关键性影响[2]。

然而, 面对新医科建设提出的跨学科融合与创新人才培养要求, 现有生物医学工程专业人才培养模式仍存在诸多亟待破解的现实困境: 其一, 医工交叉融合流于表层, 课程体系中医学知识传授与工程技术训练呈碎片化分布, 关联性与协同性不足, 导致学生难以形成从临床实际需求出发开展系统性工程创新的思维范式; 其二, 前沿技术与教学体系融合滞后, 人工智能在医疗领域的应用、医疗大数据挖掘分析、高端医学影像技术、智能手术器械研发等前沿内容未能充分且及时融入教学环节, 造成人才培养规格与产业技术迭代需求之间存在显著“代差”; 其三, 实践教学与产业协同深度不足, 与长三角区域医疗器械、智慧医疗等核心产业的联动机制尚不健全, 学生参与真实产业项目研发与实践历练的机会匮乏; 其四, 跨学科师资协同育人机制尚未完善, 人才评价体系对工程实践能力与临床转化成果的导向性不足, 未能有效契合复合型人才的培育目标[3]。

在此背景下, 紧密对接国家《教育强国建设规划纲要(2024~2035年)》中“深化新工科、新医科建设”“推进医工深度融合”的战略部署, 立足区域生物医药与大健康产业现实需求, 系统推进生物医学工程专业人才培养模式的改革与创新, 既是夯实学科内涵建设、提升专业核心竞争力的内在要求, 亦是赋能地方经济社会高质量发展的必然路径[4]。基于此, 本文致力于探索构建一套契合新医科发展趋势、彰显专业办学特色、适配区域产业需求的生物医学工程专业创新人才培养体系, 为相关领域的教学改革实践提供理论参考与实践范式。

2. 新医科的内涵特征及其对生物医学工程人才培养的新定位

新医科是应对未来健康挑战而形成的医学教育新范式。其特征可概括为“三化”: 一是智能化, 将人工智能、大数据作为核心赋能工具, 贯穿于预防、诊断、治疗、康复全流程; 二是整合化, 构建覆盖全生命周期的健康服务体系, 实现医疗资源的优化配置与多学科团队的协同作战; 三是人文化, 在技术驱动的同时, 更加重视医学伦理、患者体验与人文关怀。

基于新医科的上述核心特征, 其对生物医学工程专业人才培养提出了超越传统工程师培养规格的复合型素养要求[5]。生物医学工程专业的人才培养目标, 需着力推动四个维度的转型: (1) 角色定位层面, 实现从“辅助支持型”向“创新引领型”的转变。培养目标应突破传统工程技术支持的定位局限, 聚焦造就能够攻克高端医疗装备关键核心技术、主导智慧医疗系统创新设计的复合型创新人才。(2) 知识结构层面, 实现从“医工简单叠加”向“医工深度融合”的转变。要求学生不仅筑牢工程学科基础功底, 更需深入认知人体生理病理机制与临床实际需求, 形成以临床问题为导向、以工程技术为支撑的系统性解决方案构建能力。(3) 能力重心层面, 实现从“技术执行型”向“系统整合与转化型”的转变。重点培育学生面对真实医疗场景的复杂问题界定能力、跨学科项目统筹能力、团队协作能力, 以及技术成果向临床应用转化的实践能力。(4) 素养内涵层面, 实现从“技术单一导向”向“技术与伦理价值并重”的转变。强化学生在新型医疗器械研发、医疗新技术应用过程中恪守伦理准则、关切患者体验、服务公共健康事业的社会责任感与职业使命感。

3. 课程体系重构

课程体系是人才培养的蓝图。改革的核心在于打破学科壁垒, 构建一个以医工深度融合为基础、以智能技术为主线、面向区域产业需求的模块化课程体系(见图1)。

3.1. 基础融通层: 打破壁垒, 知识深度互嵌

在本科低年级阶段, 核心任务是实现医学与工程学基础内容的实质性贯通。摒弃以往“基础医学课程 + 专业工程课程”简单罗列的线性教学模式, 转而在课程内容设计环节强化医学概念与工程原理的即时关联及双向阐释。针对《系统解剖学》《生理学》等传统医学基础课程实施整合重构, 贯穿“工程化审视视角”是重构核心。以心血管系统教学单元为例, 教学内容不仅覆盖心脏解剖形态结构等基础知识点, 更聚焦心电信号的产生机制、生理参数测量原理的拆解(同步衔接生物电传感器的核心技术原理), 并结合典型心律失常的波形特征分析(为后续生物医学信号处理等专业课程铺垫核心基础)。教学实施过程中, 全面引入3D解剖建模、虚拟仿真实验及生理参数实测等实践环节, 引导学生在动手操作与探究实践中, 深度认知生理系统的工程应用价值与技术转化逻辑。具体变化见表1。

3.2. 核心交叉层: 聚焦关键技术, 促进纵向贯通

在中年级阶段, 课程体系的核心目标转向专业核心能力的交叉融合与综合化培育。以《智能医学仪器设计》作为跨学科枢纽课程, 锚定真实临床需求导向, 引导学生完成从需求拆解、产品定义到系统方

核心培养目标:培养医工深融、精于智能、善于转化的卓越工程人才

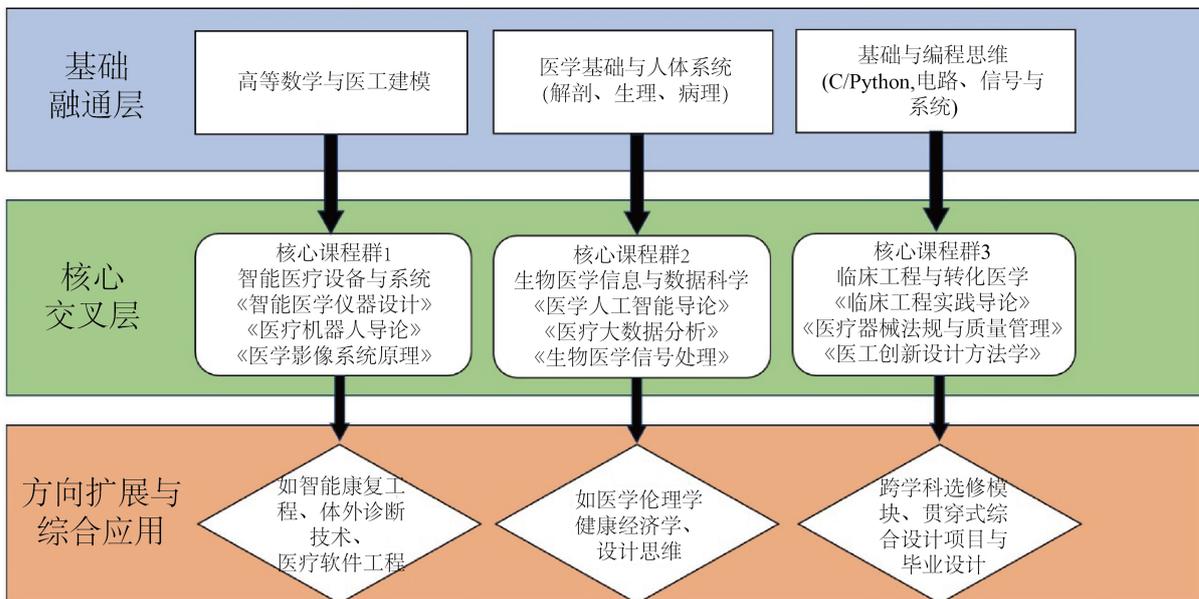


Figure 1. Curriculum system reconstruction framework of biomedical engineering specialty under new medical background
图 1. 新医科背景下生物医学工程专业课程体系重构框架

Table 1. The comparison of pedagogical reforms in foundational medical courses and foundational engineering courses
表 1. 医学基础课程与工程基础课程的教学变革对比

维度	章节	传统教学法	新教学法
教学大纲	结构	线性分段	模块化整合
	课程内容	① 《系统解剖学》：孤立讲授器官形态、位置。 ② 《生理学》：孤立讲授细胞、组织、系统功能。 ③ 工程基础课(如《电路原理》)独立开设，无医学背景。	以心血管模块为例： ① 医学课：心脏解剖→心肌电生理→心电图基础→心律失常。 ② 工程课：生物电测量原理→传感器/电路基础→信号特征分析。 ③ 即时关联：如将“心肌除极方向”与“心电图导联向量合成原理”同步讲解。
	实践	① 解剖：观察固定标本。 ② 生理：动物验证实验(如蛙神经)。 ③ 工程：通用实验箱操作。	三级体系： ① 虚拟仿真：3D 解剖建模、生理过程模拟。 ② 实测体验：自测/互测心电图、血压等生理信号。 ③ 设计挑战：基于开源硬件搭建简易生理监测原型。
	考核	各课程独立笔试，侧重知识点记忆。	多元化评估，包含医工关联选择题、虚拟实验操作、综合方案设计报告。
	模式	教师中心，单向传授。	学生中心，问题驱动探究。
教学方法	流程	理论讲授→实验验证→复习考试。 ① 解剖课：看图、认标本、记名词。 ② 生理课：讲解机制、看演示动画。 ③ 工程课：推导公式、完成电路实验。 ④ 考试	流程： ① 临床问题导入：如“患者胸痛应监测哪些参数？” ② 结构/机制探究：使用 3D 模型探究心脏解剖与电生理。 ③ 医工原理双讲：并行讲解生理机制与对应工程技术。 ④ 虚拟仿真实验：在软件中调整参数(如导联位置)，观察波形变化。
	链接	滞后、被动，由学生课后自行关联。	“即时关联”，在讲授医学知识点的同时，揭示其工程内涵与技术实现路径。

案设计的全链条训练。课程实施过程中,深度联动《医学图像处理与分析》等专业核心课程内容,助力学生扎实掌握临床数据处理与分析的核心技能,深度理解理论模型向实际应用转化的内在逻辑。与此同时,依托《临床工程实践》《医疗器械法规与质量管理》两门核心实践与规制类课程,系统拆解医疗器械从概念研发、设计迭代、注册审批到临床落地应用的全生命周期流程,让学生切实掌握将创新构想转化为合规医疗产品的关键节点、技术规范与核心要求。

3.3. 综合应用层: 对接产业需求, 推动个性化发展

在高级阶段,核心任务在于引导学生将前期积累的医工融合知识,精准对接特定产业领域的实际需求并加以应用,同时实现行业认知的深度拓展。依托区域产业资源,与本地康复器械生产企业、生物医药产业园区内企业建立深度协作机制,联合开设以新型生物传感器研发、便携式诊断设备开发等真实产业课题为核心的项目制课程。与此同时,联动本地互联网医院、健康管理服务机构,共同开展慢病管理数字化平台搭建、医疗数据可视化系统研发等方向的实践项目。在此基础上,增设“智慧医疗前沿动态”系列专题讲座与实践工作坊,定期邀约国内外领域内知名学者、临床一线专家及企业资深技术负责人,围绕手术机器人技术演进、AI辅助药物研发路径、医疗领域数字孪生应用等前沿方向开展深度专题研讨,持续助力学生拓宽创新视野、深化行业认知。

4. 实践教学体系重构与升级

4.1. 推行临床项目化实践

借鉴临床医学教育模式,在培养方案中系统嵌入为期一学期或累计不少于三个月的医院临床轮转环节[6]。学生将深入影像科、手术室、重症医学科、医学工程科等核心临床科室,逐步实现从临床观察到实践参与的角色进阶。该轮转环节的核心任务明确界定为“主动发掘并精准界定1~2项真实临床场景中的工程技术瓶颈或优化需求”,核心目标在于培育学生洞察临床实际痛点的工程洞察视角。依托临床轮转阶段所发掘的真实问题,学生在高校专业导师与医院临床导师的协同指导下,开展为期一年的“临床需求导向型毕业设计”,完整经历临床需求拆解分析、技术解决方案设计、原型样机开发制作、初步性能测试验证的全流程训练,实现工程实践能力与临床应用需求的深度耦合。

4.2. 共建“医教研产”一体化协同创新平台

联合高水平附属医院与区域产业龙头企业,共建“医教研产”一体化协同创新平台,重点打造“临床验证与工程转化联合实验室”这一核心载体[7]。该平台聚焦医工融合人才培养与技术转化双重目标,核心承载四大功能定位:其一,作为高阶实践教学的核心阵地,定向承接源于临床诊疗一线的实际难题及企业技术预研项目,以此为牵引反哺课程体系优化与毕业设计课题的精准设置;其二,作为“三导师制”(校内工程学科导师、医院临床导师、企业技术导师)的实体支撑载体,通过跨领域导师联合驻点指导,保障多维度育人指导落到实处;其三,提供全链条技术转化支撑条件,涵盖创新概念验证、原型样机试制、性能实验测试等关键环节所需的软硬件设施与专业化环境保障;其四,搭建常态化对接交流机制,定期组织“临床需求梳理-技术方案论证”双向研讨活动,构建多方协同交流、技术迭代优化的开放创新生态。

4.3. 打造“项目贯通”的创新竞赛链

依托校内外资源,建设面向多学科学生开放的“医疗科技创新实践平台”,配备快速原型开发、电子系统设计与基础检测验证等设备条件[8]。系统规划并组织学生参与从校级、省部级到全国性的多层次

学科竞赛与创新活动, 如全国大学生生物医学工程创新设计竞赛、“互联网+”大学生创新创业大赛等。鼓励学生跨专业组建团队, 将课程所学与临床所见转化为具体项目, 并通过配套设立的“医疗科技创新种子基金”对优秀项目予以持续支持。最终形成完整创新能力培养闭环, 推动优秀项目向实际应用与创业转化延伸。

5. 协同育人机制与多元评价体系改革

为保障人才培养新模式的系统实施与持续优化, 需同步推进育人机制革新与评价体系重构, 形成支撑改革深化的制度保障。

5.1. 建立“三导师”协同指导机制

建立由校内学术导师、附属医院临床导师及产业界导师共同组成的多元化指导团队, 明确三方差异化指导定位与协同职责: 校内学术导师聚焦理论基础夯实、学术研究规划及工程技术方法传授; 临床导师遴选自主合作附属医院核心临床科室, 核心任务是导入真实临床诊疗场景、精准锚定需求痛点并指导临床验证全流程; 产业导师聘任自区域领军医疗企业或研发机构, 重点传授工程技术规范、行业标准要求、产品化设计思维及产业实践核心技能。推行三方导师全程深度参与的培养模式, 从课题方向遴选、技术方案设计、项目实践实施到毕业设计答辩, 形成全周期协同指导合力, 保障培养过程与培养目标精准对接[9]。

5.2. 推动跨学科教学组织模式创新

针对“智能医学仪器”“医疗大数据分析”等医工交叉核心课程, 重点组建结构化跨学科教学团队。团队以生物医学工程、临床医学、计算机科学与技术等相关学科专任教师为核心, 吸纳附属医院具备工程实践经验的临床医师、区域重点医疗企业高级工程师以兼职授课或课程顾问身份深度融入教学过程。团队核心职责涵盖课程大纲系统化设计、教学内容动态迭代更新、真实临床与产业案例库建设, 以及项目式教学方法改革实践。通过线上协同备课研讨、跨校教学观摩交流、优质课程资源包共建共享等多元形式, 逐步打破学科壁垒、校际界限与地域限制, 构建常态化教学交流研讨机制, 推动教学经验沉淀与辐射推广, 培育稳定可持续的跨学科教学共同体[10]。

5.3. 完善教师评价激励机制

在学院师资评价、绩效考核及职称晋升管理体系中, 系统增设“跨学科教学贡献度”“产学研协同育人成效”等关键评价维度。明确将教师参与跨学科课程组建设、指导学生开展临床需求导向型毕业设计或创新实践项目、产出具有实际应用价值的横向合作成果、推动技术成果临床转化等实践性育人业绩, 与传统学术论文发表、纵向科研项目研究等成果赋予同等评价权重。通过刚性制度设计与柔性激励引导相结合, 切实推动教师主动投身教学改革实践、强化学生实践指导、深化产学研协同合作, 构建可持续的育人内生动力机制[11]。

6. 构建质量保障与反馈机制

为确保人才培养质量并与行业需求动态适配, 需建立健全以学生能力发展为中心、评价多元、反馈闭环的质量保障体系。

6.1. 推行过程性评价

为每名學生建立个性化电子“能力成长档案”, 系统且结构化地归集其在校期间关键学习与发展佐

证明材料, 具体涵盖课程项目研究报告、学科竞赛获奖及参与证明、临床见习纪实日志、专利或软件著作权申报材料、企业实习鉴定意见等过程性成果[12]。在毕业设计(论文)评审环节, 推行校、医、企三方联合评议机制, 明确要求纳入临床导师与产业导师的书面评审意见, 评审重点聚焦课题对临床问题的靶向性、技术解决方案的创新价值及工程化实现的可行性。该档案系统核心功能在于持续追踪并可视化呈现学生能力发展轨迹, 实现培养全过程的可追溯、可评估, 为教学成效的客观研判及培养方案的迭代优化提供精准数据支撑。

6.2. 融入行业认证标准与第三方评价机制

主动引导学生考取契合行业需求的职业资质证书, 如医疗器械质量管理体系(ISO13485)内审员证书、临床工程师职业资格证书及相关领域软件技术认证等, 推动人才培养规格与行业标准深度对接。定期委托第三方评估机构或行业协会(如省级医疗器械行业协会), 面向合作用人单位开展毕业生职业能力满意度专项调研, 重点收集用人单位关于毕业生知识体系适配度、实践操作能力、职业素养养成等维度的反馈意见[13]。对产业界反馈信息进行系统化梳理分析, 将其作为修订专业培养目标、更新课程内容体系的核心外部依据。

6.3. 建立毕业生职业发展长期追踪与反馈机制

建立毕业生职业发展动态信息库, 对离校学生开展为期五年、十年的周期性长期追踪调研, 重点关注其在核心技术研发岗位、项目管理领域、创新创业实践等方面的成长路径与实际贡献[14]。系统梳理杰出校友的职业发展案例, 将其转化为兼具课程思政内涵与专业教育价值的教学素材。同时, 针对追踪反馈中集中凸显的学生知识能力短板、培养环节薄弱点开展靶向诊断分析, 将分析结论系统性反哺至招生选拔、课程体系优化、实践教学升级及师资队伍建设和关键环节, 形成“评价-反馈-改进”的持续性质量提升闭环。

7. 讨论与展望

面向“新医科”发展的时代要求, 生物医学工程专业的人才培养改革是一项必要且具有战略意义的系统性工程。本文构建了以“多维融合、交叉贯通、平台驱动、区域协同”为核心特质的改革框架, 其核心要义在于通过系统性机制创新, 实质性打破医学与工程学科间的知识壁垒、高校与医疗机构间的实践壁垒、教育体系与产业生态间的协同壁垒, 引导学生在真实且动态演进的医疗健康技术场景中完成深度学习与能力进阶。这一改革探索, 不仅为破解我国医工交叉领域高端人才紧缺的现实困境提供了可行路径, 亦是高等院校立足学科特色、主动融入并赋能区域经济社会发展的具体实践。需要明确的是, 人才培养体系的深度革新并非一蹴而就, 既需要学校与学院层面凝聚共识、精准发力、持续投入, 更依赖于与医疗卫生机构及行业领军企业建立稳固且深入的协同合作关系。唯有依托多方协同发力、坚持长期深耕建设, 方能逐步构建起适应未来医疗技术发展需求、育人成效显著、学科特色鲜明的卓越工程人才培养新生态, 为“教育强国”与“健康中国”战略目标的落地实现筑牢人才支撑根基。

参考文献

- [1] 杨润怀, 朱华庆. “新工科”“新医科”改革下生物医学工程专业的医工融合教学创新[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2020, 35(4): 6-9+39.
- [2] 王广志, 季林红, 胡广书. 生物医学工程: 学科融合与创新发展[J]. 中国生物医学工程学报, 2019, 38(1): 1-5.
- [3] 肖云, 徐锦远, 兰雨佳. 多学科交叉融合的生物医学工程人才培养模式研究与实践[J]. 科教导刊, 2024(34): 55-57.
- [4] 中共中央国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024-2035年)》[N]. 人民日报, 2025-01-20(6).

- [5] 陈柱, 郭文炎, 蔡盼, 等. 生物医学工程产教融合课程建设探索与实践——以“湖工大-迪文优才班”为例[J]. 创新创业理论研究与实践, 2025, 8(4): 88-90+104.
- [6] 宋晨晓, 闫加宽. 新医科背景下临床实习生教育模式改革思考[J]. 现代商贸工业, 2025(24): 238-241.
- [7] 向文涛, 朱松盛, 刘宾, 等. 新工科背景下医科院校“临床导向型”生物医学工程创新创业人才培养研究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2021, 4(24): 140-142.
- [8] 王春霞, 覃爱苗, 陈硕平. 新工科背景下“赛-创-产”三链融合的金属材料工程人才培养模式探索[J]. 高教学刊, 2025, 11(35): 166-169.
- [9] 韦然, 宋芳, 陈瑞娟, 等. 新工科背景下导师制人才培养模式探索[J]. 海峡科技与产业, 2023, 36(11): 76-79.
- [10] 史冰, 张瑜, 孙英旗, 等. 创新驱动形势下生物医学工程专业本科实践教学体系的构建与探索[J]. 创新创业理论研究与实践, 2025, 8(18): 33-36.
- [11] 黄蓉, 丁夏夏. 新工科背景下高校跨学科师资队伍协同培养机制构建[J]. 学周刊, 2025(31): 155-158.
- [12] 刘子祯, 王双, 景丽. 基于多元化评价的专业学位硕士教育实践与探索[J]. 科教导刊, 2025(8): 19-21.
- [13] 张志军, 罗勇, 司雪峰, 等. 面向工程教育专业认证的新工科专业人才培养模式研究与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(35): 71-74+79.
- [14] 贾克明, 荣守范, 李俊刚, 等. 工程认证背景下的毕业生跟踪反馈及社会评价机制研究与实践[J]. 铸造设备与工艺, 2023(3): 49-52.