

# 交叉学科人才培养模式创新研究与实践

许建雄<sup>1</sup>, 许利剑<sup>1,2\*</sup>, 曾晓希<sup>1</sup>, 余茂林<sup>1</sup>

<sup>1</sup>湖南工业大学生命科学与化学学院, 湖南 株洲

<sup>2</sup>湖南工业大学科学技术处, 湖南 株洲

收稿日期: 2024年11月20日; 录用日期: 2024年12月16日; 发布日期: 2024年12月25日

## 摘要

生物医学工程作为一门交叉学科, 在推动科技进步和保障人类健康方面发挥着重要作用。然而, 国内医工交叉人才的培养仍面临诸多挑战。本文以湖南工业大学生物医学工程专业硕士研究生培养为案例, 探讨了交叉学科人才培养模式的创新与实践。通过交叉学科人才培养模式的创新与实践, 有效提升了学生的跨学科能力、创新能力和实践能力, 为生物医学工程领域输送了高素质人才。期待该模式可为地方高校完善医工交叉研究生培养提供理论和实践指导, 并推动交叉学科研究生教育的改革与发展。

## 关键词

交叉学科, 人才培养, 生物医学工程

# Research and Practice on Innovation of Interdisciplinary Talent Training Model

Jianxiong Xu<sup>1</sup>, Lijian Xu<sup>1,2\*</sup>, Xiaoxi Zeng<sup>1</sup>, Maolin Yu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Life Sciences and Chemistry, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan

<sup>2</sup>Science and Technology Department, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan

Received: Nov. 20<sup>th</sup>, 2024; accepted: Dec. 16<sup>th</sup>, 2024; published: Dec. 25<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Biomedical engineering, as an interdisciplinary field, plays an important role in promoting technological progress and safeguarding human health. However, the cultivation of cross disciplinary talents in domestic medical engineering still faces many challenges. This article takes the training of master's students in Biomedical Engineering at Hunan University of Technology as a case study to explore the innovation and practice of interdisciplinary talent training models. Through the

\*通讯作者。

文章引用: 许建雄, 许利剑, 曾晓希, 余茂林. 交叉学科人才培养模式创新研究与实践[J]. 教育进展, 2024, 14(12): 1091-1098. DOI: 10.12677/ae.2024.14122386

innovation and practice of interdisciplinary talent cultivation models, students' interdisciplinary, innovative, and practical abilities have been effectively enhanced, providing high-quality talents for the field of biomedical engineering. We hope that this model can provide theoretical and practical guidance for local universities to improve the training of medical engineering interdisciplinary graduate students, and promote the reform and development of interdisciplinary graduate education.

## Keywords

Interdisciplinary Studies, Talent Cultivation, Biomedical Engineering

Copyright © 2024 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

生物医学工程是《中国制造 2025》《健康中国 2030》重点支持的战略性新兴产业，是湖南省“十四五”规划明确要求实施的战略性新兴产业培育工程。医工交叉融合有利于深度探索人类健康事业和生命科学领域，是引领科技进步的重要途径。虽然社会对医工交叉领域复合型人才的需求不断增加，但是国内培养医工交叉人才的成效并不显著。本文以塑造医工复合型人才为出发点，以生物医学工程专业研究生培养为例，通过理论研究、实践研究和评价机制的构建，为地方高校完善医工交叉研究生培养提供理论和实践指导，以期生物医学工程专业课程的教学改革提供参考。

## 2. 国内外研究现状

### 2.1. 交叉学科的研究

根据国家标准(GB/T 13745-2009)学科分类的表述，学科(Discipline)是相对独立的知识体系，人类的劳动产生经验，经验的累积和消化形成认识通过思考归纳理解抽象而上升为知识，知识在于经过应用并得到验证后，进一步发展到科学层面上形成知识体系，处于不断发展和演进的知识体系根据某些共性特征进行划分而成学科，相对独立和知识体系，三个概念是学科的基础，相对强调学科分类具有不同的角度和侧面独立，使某个具体学科不可被其他学科所替代，知识体系使学科。区别于具体的业务体系或产品 [1]。

交叉学科(Interdisciplinary)美国哥伦比亚大学心理学家伍德沃斯(R. S. Woodworth) 1926 年首次提出的一个专门术语，是超过一个学科范围的研究活动。《牛津高阶英汉双解词典》讲 Interdisciplinary 解释为“涉及不同的知识或研究领域”，译为“多学科的、跨学科的”。跨学科是一种行为。是跨越了两个或者多个学科，对交叉学科可能两种理解，一种是将交叉理解为动词，交叉学科是指主体在研究时在不同学科之间交错。是指主体在研究时，在不同学科之间交错与转化学科基本相同，另一种是将交叉理解为形容词，交叉学科就是不同学科交叉所形成的新学科，这种新学科来自于被交叉的已有学科，但是又不同于已有学科，往往狭义上的交叉学科应该是后一种理解，为了区别于跨学科 Interdisciplinary，应该将交叉学科取名为 Cross-Interdisciplinary [2]。

国内高校交叉学科研究已经逐渐发展起来。目前，许多高校已经建立了交叉学科研究机构，以研究学科交叉领域中的一些前沿和热点问题。在学科交叉人才培养方面，许多高校也建立了交叉学科专业，

并注重教学方法创新和实践能力培养。例如：生命科学和计算机科学的交叉研究。生命科学和计算机科学的交叉研究包括生物信息学、计算生物学等领域。通过采集、分析和处理生物数据，为生物信息学研究提供理论和技术支持，以更好地理解生物体系。例如：同济大学建立了生物医学数据工程国家级实验室，通过计算生物学的方法解决基础、诊断和治疗相关的生物学问题。医学、工程学和物理学的交叉研究。这个领域的研究主要集中在生物医学工程方面，包括生物材料、组织工程、仿生学、医学成像、医学探针和医疗设备等。例如，清华大学建立了生物力学与软物质交叉科学中心，致力于生物界面与生物界面材料形态、力学、构造和生物工程中的材料等问题。文化与科学的交叉研究。这个领域被称为“科学和艺术之间的对话”，它可以将艺术和科学的概念、方法和认知方式融合起来，实现两者的交融和互补。例如，浙江大学设立了杭州灵隐文化遗产保护与利用交叉研究中心，结合遗产保护、社会科学和工程科学的研究，探索文化遗产保护技术。

## 2.2. 医工交叉研究

生物医学工程兴起于 20 世纪 50 年代，是一门综合工程学物理学生物学和医学伦理和方法的新兴边缘学科，通过在各层次上研究人体系统的状态变化。并运用工程学科的技术和手段去控制这类变化，去解决医学中的有关问题，保障人类健康为疾病的预防诊断，治疗和康复服务[3]，生物医学工程学是在电子学，微电子学现代计算机技术化学，高分子化学力学，近代物理学光学射线技术，精密机械和近代高技术发展的基础上，再与医学结合的条件下发展起来的，其发展过程与世界高技术的发展密切相关，采用了几乎所有的高技术成果，如航天技术，微电子技术等[4]，它具有很好的社会效益和经济效益，前景非常广阔，发展非常迅速。

国内研究医工交叉多从重要性、现状、解决措施入手，聚焦于学科设置，课程设置等方面。近年来，国内各大高校开始设立医工交叉专业，如生物医学工程、医学影像工程等，涵盖生物、医学和工程学科，以培养跨界复合型专业人才。各学者也纷纷对医工交叉进行了研究，牟雪雁(2022)从培养目标、培养内容、培养过程和培养保障机制几个方面分析基于交叉学科培养模式的探索成果以及实践基础，探讨交叉学科模式在博士创新实践能力培养中的新思路[5]。高久群(2015)对交叉学科研究生教育的培养方案、课程体系、导师配置、论文选题、学位授予等培养环节及其管理机制进行探索[6]。

医工交叉人才培养的教学方式也引起了研究者的关注。国内高校开始注重课程的教学方法创新，采用多元化的教学方式，如案例教学、实验教学、实习、设计竞赛等方式，以培养学生的创新思维、实践能力和协作精神。夏伟(2020)对医科大学中医工交叉学科背景下大学生创新能力培养模式进行探讨[7]。

实践教学一直是医工交叉人才培养中不可或缺的一部分。国内高校开始注重实践教学的设置和创新，如安排实验室课程、参加科研项目、校企合作等方式，从而提高学生的实践能力和应用水平，为学生未来的就业提供重要支持。刘芳(2018)提出了一种服务地方产业发展的人才培养模式，为我国生物医学工程产业升级和转型过程面临的人才需求问题提供了可参考的方法[8]。

总体而言，国内医工交叉人才培养模式研究已经开始逐渐成熟，但由于是一个新兴的领域，仍需要进一步的研究和实践来探索最佳的教学模式和方法，以适应医工交叉领域的需求和发展。

## 3. 交叉学科人才培养的社会重要性

随着科技的迅猛发展和全球性挑战的日益严峻，单一学科的知识体系已难以满足社会对复合型、创新型人才的需求。交叉学科融合是现代科技发展的一个重大特征，它为创新型人才培养提供了有效路径。例如，知识产权作为一个跨自然学科与社会学科的大交叉学科，其研究对于推动科学进步和创新性成果产出具有重要意义[9]。在国家重大战略需求的驱动下，多学科交叉与多技术跨界融合将成为常态，不断

催生新学科前沿、新科技领域和新创新形态[10]。交叉学科以其独特的跨领域、综合性和创新性特点，成为推动社会进步和科技创新的关键力量。交叉学科人才培养的重要性主要体现在：

### 3.1. 科技创新的推动器

交叉学科作为科技创新的源泉，通过融合不同领域的理论、方法和技术，为解决复杂现实问题提供了创新动力。我国的重大科技成果，如量子信息、生物材料、新能源等领域的研究，往往得益于交叉学科的研究成果，这对于推动科学进步和创新发展具有不可替代的作用。生物医学工程作为交叉学科的典型代表，其教育模式着重于培养具有创新创业能力和跨界融合能力的高素质交叉复合型卓越工程技术人才。这种人才培养模式不仅满足了产业对专业技能的需求，还培养了学生的创新思维和解决问题的能力，这对于科技创新至关重要[11]。多学科交叉融合的医学人才培养是推进新医科建设的重要举措。这种融合医学、工程学、生物学等多个领域的教育方式，有助于产出重大原创成果，这些成果往往是科技创新的关键。生物医学工程学科以医学需求为导向，通过交叉学科人才培养，能够快速适应并引领产业发展。这种人才培养模式通过灵活的课程设置和人才培养方案，确保培养出的人才能够满足产业发展的最新需求，从而推动科技创新和产业发展。

### 3.2. 产业转型升级的催化器

生物医学工程作为交叉学科的典型代表，融合了生物学、医学、工程学等多个领域的知识和技术。这种跨学科的知识结构促进了科技创新，为生物医学工程产业带来了新的发展机遇。多学科交叉融合的医学人才培养是推进新医科建设的重要举措，有助于产出重大原创成果，这些成果往往是产业转型升级的关键[12]。生物医学工程的教育模式着重于培养具有创新创业能力和跨界融合能力的高素质交叉复合型卓越工程技术人才。这种人才培养模式不仅满足了产业对专业技能的需求，还培养了学生的创新思维和解决问题的能力，这对于产业的持续发展和转型升级至关重要。生物医学工程领域通过建立“理-工-医”等多学科交叉科研平台，为产业转型升级提供了强有力的支持。这些平台不仅促进了跨学科的合作研究，还为人才培养提供了实践和创新的土壤。交叉学科人才培养模式能够快速适应这些变化，通过灵活的课程设置和人才培养方案，确保培养出的人才能够满足产业发展的最新需求，从而推动产业的持续发展和转型升级，这种交叉融合的科研平台有助于实现源头创新，为生物医学工程产业提供了新的发展方向和技术支撑。

### 3.3. 国家竞争力的提升器

交叉学科研究在培养具备创新精神和实践能力的人才方面发挥着重要作用，这对于提升国家的整体竞争力至关重要。同时，交叉学科的发展还促进了人文社会科学的进步，提高了国家的文化软实力，适应了高质量发展对人才培养的需求，为国家的长远发展奠定了坚实基础。交叉学科人才培养，特别是在生物医学工程领域，是国家竞争力提升的重要推动器。生物医学工程作为一门交叉学科，其人才培养具有多样化的特点。根据《生物医学工程类教学质量国家标准》，生物医学工程专业本科生应具备的知识体系结构，包括多学科交叉知识体系，以及与医生顺畅交流的沟通能力、生理信息测量与分析的实践能力和大数据综合与分析处理的决策能力，这些能力构成了该专业学生的核心竞争力[12]。在国家重大战略需求的驱动下，多学科交叉与多技术跨界融合将成为常态。交叉学科人才的培养是一个国家创新发展的重要支撑。通过研究药学、化学、材料学等学科的交叉应用前景，可以看出交叉学科人才培养对于国家在新兴学科前沿、新科技领域和新创新形态的发展至关重要[10]。交叉学科人才培养模式致力于培养跨学科的全能型人才，这些人才能够有效整合多学科知识和方法解决人类面临的重大问题和挑战。这种培养模式不仅提高了国家的科技创新能力，也增强了国家在面对全球性挑战时的应对能力。交叉学科人才培

养,尤其是生物医学工程领域的人才培养,通过培养具有核心竞争力的人才、支撑国家的创新发展、应对全球挑战以及构建完善的培养保障体系,成为国家竞争力提升的重要推动器。

#### 4. 交叉学科人才培养模式的研究与实践

以湖南工业大学生物医学工程专业硕士研究生为研究对象,从研究生人才培养方案、课程设置、优质精品课程建设、教学团队打造、高水平教学研究平台建设以及评价机制等方面进行探索,讨论交叉学科人才培养模式,具体的内容可概括为:

##### 4.1. 制定生物医学工程专业人才培养方案

人才培养方案的制定是研究生培养与管理的重要环节,对研究生课程学习、中期考核、科研选题以及论文答辩等都起着重要的指导作用,培养计划不仅要符合学科专业的要求,而且要符合社会需求,符合研究生创新能力培养,因此,要及时调整培养计划,体现时代赋予的使命。根据生物医学工程的交叉性和产业化特色,以及我校的学科综合优势,我们将研究生的培养目标定位在医工交叉的复合型人才,且具有独立分析和解决生物医学工程相关领域专门技术问题的能力。

由于生物医学工程专业的研究生常常由来自不同高校、不同学科领域的学生组成,各高校培养模式的差别以及侧重点不一样,研究生自身知识水平、实践经验也不一样,因此,本研究根据学生的特点,根据交叉学科人才培养的要求,生物医学工程的交叉性和产业化特色,以及湖南工业大学的学科综合优势,研究符合学科专业要求,且符合社会需求,符合研究生创新能力培养的人才培养方案。使研究生在本学科的某一方面进行专家培养和训练,同时在其它相关学科也要进行广博的基础教育,使他们能在所从事的领域中具有较强的研究和开发能力。另外,还要培养他们广博的专业基础和社会人文知识,培养他们自我获取知识和综合分析问题的能力,以及优良的科学思维和创新意识,强调将知识、能力向高素质的升华与内化。交叉学科研究生培养目标逻辑关系如图1所示。

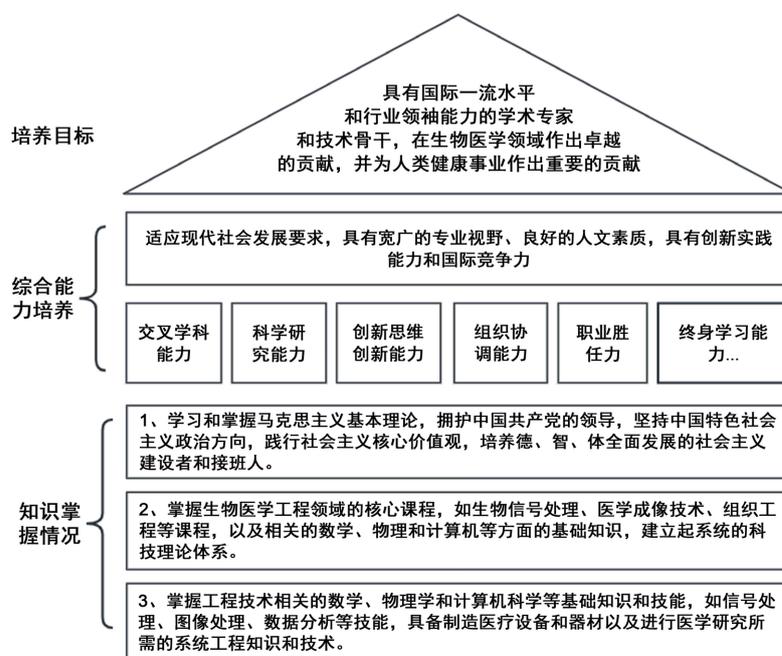


Figure 1. The logical relationship between the training objectives of interdisciplinary graduate students

图1. 交叉学科研究生培养目标逻辑关系

## 4.2. 建设生物医学工程专业跨学科课程体系

课程结构关系到研究生的知识结构和科研技能。由于生物医学工程专业理工医复合交叉的特点，课程设置也和其它学科有所区别。目前，生物医学工程学科硕士研究生课程设置包括以下方面：生物医学基础课程，包括分子生物学与基因工程、生物与生物医学基础等，交叉学科课程，包括：生物传感与分析、先进生物医用材料、先进生物医用材料、组织工程、生物医学图像处理等。学生需要在这些课程中掌握基础知识和理论，为后续的课程和研究准备打下基础。同时生物医学工程专业研究生需要掌握计算机编程、矩阵论、数值分析等相关课程。这些课程能够让学生具备编程技能和数据处理能力，为后续的实验和研究工作提供必要的数据处理技术支持，如表 1 所示。

**Table 1.** Curriculum design for master's degree students in biomedical engineering

**表 1.** 生物医学工程硕士研究生课程设置

课程类别	课程名称	学分	学时	开课单位	
公共课	中国特色社会主义理论与实践研究	2	32	马克思主义学院	
	自然辩证法概论	1	16	马克思主义学院	
	研究生综合英语	4	64	外国语学院	
	科学与人文素养 B	3	48	研究生院	
学位课	矩阵论	2	32	理学院	
	数值分析	2	32	理学院	
	专业课	分子生物学与基因工程	2	32	生化学院
		生物与生物医学基础	2	32	生化学院
		生物医学工程前沿	2	32	生化学院
		生物信息学	2	32	生化学院
选修课	生物传感与分析	2	32	生化学院	
	生物电化学	2	32	生化学院	
	先进生物医用材料	2	32	生化学院	
	功能高分子材料	2	32	生化学院	
	材料现代测试技术	2	32	生化学院	
	生物医学图像处理	2	32	生化学院	
	药物新技术与新剂型	2	32	生化学院	
	药理学	2	32	生化学院	
	生物资源开发与利用	2	32	生化学院	
	必修环节	教学、科研和社会实践	1		研究生院
		学术活动	1		
补修课	生物化学		综合化学	生化学院	

## 4.3. 培育优质精品课程，打造教学团队

紧跟学科发展前沿，开展医工交叉学科研究，建设优质精品课程。完善和构建符合交叉人才培养机制的生物医学工程课程培养体系，推动教学课程前沿化：目前，生命科学与化学学院共建湖南省优秀

研究生导师团队 1 个，湖南省研究生优秀教学团队 1 个，湖南省高校科技创新团队 1 个。通过教研活动周、“名师课堂”教学观摩、互动式课堂教学教研、定期学术报告制度，“以赛促教”等专题活动实现专业能力优质化；以科研驱动教学研究，通过授课中聚思维、项目中寓创新、成果中蕴实用，着力培养研究生科研能力突出、交叉视野前瞻、应用意识强烈等人才基本素养。

#### 4.4. 建设高水平的教学基地和教学平台

高水平人才的培养离不开高水平的教学基地的建设，学院建设湖南省重点实验室 2 个，湖南省工程研究中心 2 个，湖南省研究生培养创新基地 2 个，创新创业教育基地 3 个，如图 2 所示。在保障了课程开设和人才培养之余，为本地的社会服务、科研服务活动提供了有力的支持。接下来，我们将通过对已有教学平台和基地的改造和提升，与开放实验室结合，引入虚拟仿真各类实验资源，促进学生自主学习，打造有利于交叉人才培养的探索性实验的硬件环境。

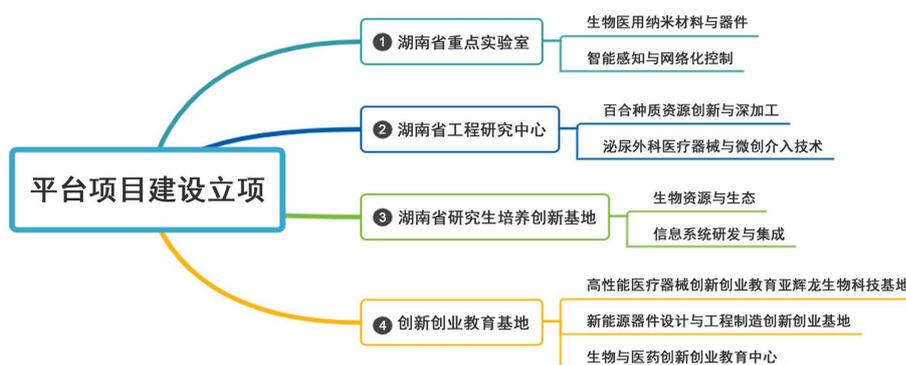


Figure 2. Platform project construction approval status

图 2. 平台项目建设立项情况

#### 4.5. 构建学科交叉融合理念的评价机制

我们从四个方面来进行研究与实践：客观评价生物医学交叉能力。包括生物医学知识掌握、跨学科交流与合作、创新能力等。这部分可通过题库测试、项目实践等多样化手段来评估。个人兴趣与发展评价。从人才的成长来看，兴趣与个人发展方向直接影响这位交叉生物医学人才未来发展的方向与能力，学校要敏锐地观察到交叉人才的个性因素，并在此基础上为每位学员指定较为科学的绩效评价方式。市场适应性评价。交叉人才的适应性分为宏观和微观，宏观以就业市场为视角，微观以团队交流、企业适应能力为视角，加强交流与沟通，让学员能够更好地与感兴趣的领域企业对接，促进自己的就业能力。不同学术领域评价。不同领域的交叉人才有不同的评价方式，包括工程化学、生物医学工程、处方药学等，需要根据不同领域制定具体的评价标准。

同时高度重视评价机构的参与和专家的指导，采取多元化的评价方式，以确保评价结果具有较高的可靠性和有效性。评价机制不仅可以促进生物医学交叉人才跨学科能力的提升，更可以为毕业生的就业与未来发展方向提供指导与支持。

### 5. 结论

本研究以湖南工业大学生物医学工程专业硕士研究生为研究对象，探讨了交叉学科人才培养模式，为地方高校完善医工交叉研究生培养提供了理论和实践指导，并为生物医学工程专业课程的教学改革提供了参考。通过探索和实践，我们发现交叉学科人才培养需要多学科、多专业的综合实力支撑。注重学

生综合跨界能力的培养、人文社科的融入和教育理念的创新是关键。交叉学科人才培养模式创新对促进学校交叉学科研究生教育的管理和体制具有重要的试点和示范作用。未来,我们将进一步完善课程体系,加强实践环节,提升学生的实践能力和创新意识。加强校企合作,为学生提供更多实践机会和就业渠道。持续探索交叉学科人才培养模式的创新,为培养更多高素质的交叉学科人才贡献力量。

## 基金项目

2023 年湖南省学位与研究生教学改革研究项目(2023JGYB209); 2023 年湖南省普通高等学校教学改革重点项目(HNJG-20231625 号); 湖南省深化新时代教育评价改革试点项目(TGYX202204)。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 13745-2009GB 学科分类与代码[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [2] 柯华庆. 跨学科还是交叉学科? [J]. 大学(学术版), 2010(10): 90-95.
- [3] 熊小江, 梁晓会, 高艳艳. 军事医学科学院生物医学工程研究生培养方式思考[C]//2015 年全军学位与研究生教育研讨会. 2015 年全军学位与研究生教育研讨会论文集. 长沙: 军队学位与研究生教育研究中心, 2015: 228-231.
- [4] 舒丽霞, 蔺婵燕. 医院内培养生物医学工程研究生的思考[J]. 北京生物医学工程, 2015, 34(3): 291-293.
- [5] 牟雪雁, 王延安, 任继勤, 赵静. 交叉学科培养模式下博士研究生创新能力培养研究[J]. 高教学刊, 2022, 8(6): 40-44.
- [6] 高久群, 郑华, 余全红. 交叉学科设置和研究生培养的实践与思考——以中山大学为例[J]. 高教论坛, 2015(2): 98-101+125.
- [7] 夏伟, 李彭平, 邵娇芳, 吕飒丽, 汪强虎. 医工信交叉学科背景下大学生创新能力培养模式研究[J]. 教育教学论坛, 2020(38): 317-318.
- [8] 刘芳, 曾煦欣, 孙平华, 周海波, 刘连, 郭嘉亮. 服务地方产业的生物医学工程人才培养模式探索[J]. 基础医学教育, 2018, 20(12): 1139-1142.
- [9] 彭小宝, 吴健, 祖洁位. 高质量发展背景下交叉学科研究生培养模式探究[J]. 研究生教育研究, 2022, 12(6): 59-65.
- [10] 黄舒凡, 熊华玉, 梁继超. 交叉学科人才培养新模式探索[J]. 创新教育研究, 2024, 12(1): 148-152.
- [11] 张冰玉, 秦对, 钟先华, 王伟, 李章勇. 新工科背景下以需求为导向的多学科交叉融合生物医学工程人才培养模式探索[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(11): 125-128.
- [12] 刘有军, 南群. 论中国高等院校生物医学工程本科专业的核心竞争力[J]. 北京生物医学工程, 2021, 40(3): 314-317.