

交叉学科代码在生物医学工程研究生 规范化管理中的实践与探索

杨桦¹ 付蕾² 曹婧文³

¹北京协和医学院生物医学工程研究所,天津 300192;²中国医学科学院系统医学研究院,苏州 215123;³北京协和医学院研究生院,北京 100730

通信作者:曹婧文,Email:caojingwen@pumc.edu.cn

【摘要】 高等教育管理领域中,规范使用交叉学科的代码分类体系对于规范人才培养和提高管理效率至关重要。目前,交叉学科存在“同一学科多个代码”的现象,这不利于高校研究生的规范化管理。本文聚焦于生物医学工程这一交叉学科,通过对比中美两国交叉学科代码管理的现状,从学科代码应用发展的角度深入分析交叉学科的管理规律。梳理生物医学工程学科多种代码的成因,并分析这些代码在招生、培养和学位授予等环节的复杂现状。此外,还初步探讨了生物医学工程学科代码的设置和管理方案,提出了交叉学科代码分类的改进措施和规范人才培养的新设想,以提高医学教育管理的能力建设。

【关键词】 交叉学科; 生物医学工程; 学科代码; 招生代码; 学科目录; 规范化培养

【中图分类号】 G642;R194

基金项目:北京协和医学院2019年“双一流”生物医学工程学科建设常态化项目

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20231122-01786

Practice and exploration of interdisciplinary codes in standardized management of biomedical engineering graduate students

Yang Hua¹, Fu Lei², Cao Jingwen³

¹Institute of Biomedical Engineering, Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China; ²Institute of Systems Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Suzhou 215123, China; ³Graduate School, Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

Corresponding author: Cao Jingwen, Email: caojingwen@pumc.edu.cn

【Abstract】 The standardized use of interdisciplinary code classification system in the field of higher education management is critical to standardize talent cultivation and improve management efficiency. However, the phenomenon of "multiple codes for the same discipline" within interdisciplinary fields has complicated the standardized management of graduate students at colleges and universities. This paper focused on the cross-discipline of biomedical engineering, compared the status quo of the management of interdisciplinary codes in China and the United States of America, and analyzed the rules of cross-discipline management from the perspective of the development of the application of discipline codes. This study examined the causes of the multiple codes in the discipline of biomedical engineering and analyzed the complex situations of these codes in student recruitment, cultivation, and degree conferment. Additionally, the setting and management of biomedical engineering codes were preliminarily discussed. Measures for the improvement of the classification of interdisciplinary codes and new ideas for standardizing talent cultivation were proposed, with the purpose to enhance the capacity construction for medical education management.

【Key words】 Cross-discipline; Biomedical engineering; Discipline code; Enrollment code; Subject catalogue; Standardized cultivation

Fund program: 2019 Normalization Project of "Double First-Class" Biomedical Engineering Discipline Construction of Peking Union Medical College

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20231122-01786

随着高校“双一流”建设的推进和交叉学科建设的不断深入,不同学科门类、不同一级学科与专业类别代码在标识同一交叉学科时出现了“一科多码”的现象,这不利于高校学科和教学管理^[1-2]。生物医学工程是医理工学交叉的代表性一级学科^[3],其一级学科下无二级细分学科。然而,在该专业研究生的招生、培养管理工作中,却存在多个学科代码,如工学 083100、医学 107200、理学 077700、专业硕士 085409 和本科学士 082601 等。这导致学生在毕业、授予学位、就业和高校学科评估等环节出现混乱。依据《研究生教育学科专业目录 2022 版》^[4],生物医学工程学科代码应为 0831。因此,有必要统一和规范生物医学工程学科的代码,以避免混乱和不便。

研究生招生阶段,多个代码用于标识生物医学工程,这有助于吸引具有不同考试科目和本科背景的工学、理学或医学学生报考生物医学工程专业。在培养阶段,在研究方向和课程体系环节保留上述不同代码,以便对学生进行分类培养。在科研训练环节,鼓励多学科研究生进行交叉合作。到了毕业阶段,学位答辩委员会会根据学生的科研成果来确定最终授予学生的学位类型,如理学、工学或医学。由于生物医学工程学生在就业、地方落户和职称晋升方面具有竞争优势,尤其是拥有工学 0831 学科代码的学生,部分地方政府仅对持有工学 0831 代码的研究生提供落户倾斜政策。因此,高校教学管理部门不得不跨一级学科为学生修改毕业学业代码。

一般情况下,研究生在招生入学、课程培养、研究方向、学位授予、就业落户和职称晋升等各个环节,学科代码应保持一致,这体现了学科建设和人才培养的规范、严谨和科学。生物医学工程“一科多码”使得学生入学时的学科代码与毕业就业环节不相符,尤其在以医学 107200 为招生生源的医学高校,学生毕业 083100 造成“跨一级学科的假象”和“代码壁垒”,给医学院校研究生的规范管理带来困扰^[5]。2021 年国务院学位委员会颁布《交叉学科设置与管理办法(试行)》^[6],规范交叉学科门类下一级学科的设置与管理,为推动交叉学科发展、完善中国特色学科专业体系,开启了新一轮探索。交叉学科是知识、学科发展的新领域,与传统学科存在诸多差异^[7],其管理相较于成熟的一级学科面临更为复杂的新问题、新挑战。聚焦生物医学工程学科的发展,理顺其学科代码体系,规范医学教育教学管理^[8],对我国交叉学科的规范管理具有示范意义。

1 交叉学科代码的管理现状

为规范高等教育机构对所开设的学科专业的组织、收录和公布,各国教育部门设立学科专业群和专业目录设置与管理机构。这些机构负责开展学科分类和规范赋予代码的工作,并提供标准信息服务。

1.1 美国交叉学科代码简况

美国国家教育统计中心(National Center for Education Statistics, NCES)在 20 世纪 80 年代研究开发了“学科专业分类目录”(Classification of Instructional Programs, CIP),而美国教育部(United States Department of Education, USDE)目前使用的是“学科专业目录 2020 版”。在美国,学科(discipline)的概念涵盖学科制度、规范准则和严格训练等多个方面,而学科专业分类目录则涵盖中学毕业后所有学历教育。该目录的编码结构分为 3 个层次:2 位数、4 位数和 6 位数代码,分别代表学科专业群(summary groups)、中间学科专业类别(intermediate aggregation)和具体的学科专业(specific instructional program)。在我国,通常将大学本专科教育的学业分类称为“专业”,而将研究生教育的学业分类称为“学科”。我国学科专业目录中的学科门类、一级学科和二级学科与美国的三层次编码体系相对应^[9]。

经过 50 余年的使用和 5 版次的修订,美国 CIP 展现了 5 点管理趋势和特点。

一是从代码内容看,以问题导向凸显交叉学科的代码体系。历次修订对学科专业群、中间学科专业类别和具体学科专业进行了调整、移位甚至删除,允许 CIP 代码序号不连续的情况。正是基于这种便利、实用的动态调整机制,学科领域间的交叉融合程度更加深入,全面覆盖新兴科学领域,代码分类细致具体并可柔性拓展。

二是从三级代码结构来看,已经形成了完整的交叉学科代码管理规范,包括孵化、新增、发展到建制化调整、移位和删除等各个环节。

三是设有 30 多项学科/交叉学科(Multi/Interdisciplinary Studies),并在 4 位数和 6 位数代码中分别用“xx.99”和“xx.xx99”表示多学科/交叉学科,例如美国 CIP 中 30.9999 多学科/交叉学科(综合) Multi/Interdisciplinaery Studies, other。它为新生交叉科学知识和交叉学科的融合发展提供了容身之所,同时也为新增代码提供了备选^[10]。

四是 CIP 编制程序,高校有一定自主权。高校

在收集信息、归总分类、征求意见、完成定稿、公示结果的全过程中全程参与。管理者能够根据高校学术发展与社会需求实际,及时设置和调整学科专业。

五是 CIP 实现了学士、硕士或博士专业统一代码。我国本、专科专业与研究生的学科和专业目录原本各自独立设置,例如生物医学工程本科代码为 082601,研究生代码为 083100。

1.2 我国交叉学科代码的管理现状

《研究生教育学科专业目录(2022 年)》是我国教育部进行学科专业管理、学位授权点审核和开展学科人才培养工作的基本依据。目录包含 14 个大类、181 个学科门类,可以授予 2 个以上学科的交叉学科有 24 个,占 181 个学科总数的 13%。学科交叉和多学位授予在工学和医学门类中的有 97 门,占比高达 54%。生物医学工程可授予工学、理学和医学 3 个门类的一级学科,如表 1 所示。

表 1 授予多种学位类型的研究生教育学科专业门类

学科门类及代码	一级学科及代码	授予学位类别
04 教育学	0404 心理学	可授教育学、理学学位
07 理学	0712 科学技术史	可授理学、工学、农学、医学学位
07 理学	0714 统计学	可授理学、经济学学位
08 工学	0801 力学	可授工学、理学学位
08 工学	0805 材料科学与工程	可授工学、理学学位
08 工学	0809 电子科学与技术	可授工学、理学学位
08 工学	0812 计算机科学与技术	可授工学、理学学位
08 工学	0830 环境科学与工程	可授工学、理学、农学学位
08 工学	0831 生物医学工程	可授工学、理学、医学学位
08 工学	0832 食品科学与工程	可授工学、农学学位
08 工学	0837 安全科学与工程	可授工学、管理学学位
10 医学	1001 基础医学	可授工学、理学学位
10 医学	1004 公共卫生与预防医学	可授医学、理学学位
10 医学	1007 药学	可授医学、理学学位
10 医学	1008 中药学	可授医学、理学学位
10 医学	1011 护理学	可授医学、理学学位
12 管理学	1201 管理科学与工程	可授管理学、工学学位
14 交叉学科	1401 集成电路科学与工程	可授理学、工学学位
14 交叉学科	1402 国家安全学	可授法学、工学、管理学、军事学学位
14 交叉学科	1403 设计学	可授工学、艺术学学位
14 交叉学科	1404 遥感科学与技术	可授理学、工学学位
14 交叉学科	1405 智能科学与技术	可授理学、工学学位
14 交叉学科	1406 纳米科学与工程	可授理学、工学学位
14 交叉学科	1407 区域国别学	可授经济学、法学、文学、历史学学位

新增的 14 交叉学科与原有的 13 个学科门类如何明确区分界定,避免代码重复和确保释义清晰,是教育管理者和学者们面临的共同挑战^[11]。通过对 2024 年研究生招生信息网硕士专业目录的查询,发现设计学同样出现了跨一级学科的 1370 和 1403 两个代码。

2 生物医学工程学科代码管理现状

高校主要通过学科归类、凝聚学者团队开展学科建设活动。高校的组织结构通常是按照学科门类的一级、二级学科建立的。高校院、系及若干课程体系设立教研室,按专业培养人才,但这种结构并不能反映不同学科领域之间的相互关联,不利于学科交叉。生物医学工程是典型的知识交叉学科,部分高校尝试打破行政管理单元的束缚进行学科管理。北京协和医学院自 1978 年恢复研究生教育以来,逐步形成由生物医学工程学系、科研院所、临床医院构成的“学系-研究所-医院”三级一体的学术研究和人才培养单元,日益完善“医工交叉、服务临床”的多学科、跨单位、跨学科交叉共建模式。

《中国国家标准:学科分类与代码》规定一级学科生物医学工程(编号 083100),位列工科 08 分支代码之下^[12]。在医学院校中,由于使用工学代码来标注生物医学工程专业的招生、培养、学位授予及后续学生就业、职称评定等事项,不断引发制度矛盾。这需要研究生管理部门对师生的医学研究方向进行解释,开具证明文件,甚至考虑更改专业代码。为了应对生物医学工程专业的实际管理问题,高校采用了“同一专业多个代码”和形式多样的“自建代码”。然而,当用人单位发现具有医学背景的学生填写的是工学代码,且其报考专业与毕业学位专业代码不符时,会对学生的教育诚信和科研能力质疑,从而影响学生的就业和薪酬。

学科代码作为学科的唯一标识,在标识交叉学科时,生物医学工程学科代码出现了“同一专业多个代码”的现象。除了工学的 083100 代码外,硕士研究生招生环节该学科的专业代码还有医学的 107200 和理学的 077700。在本科招生环节,该专业的代码为 082601,而在专业硕士招生环节,专业代码为 085400 或 085409。通过对研究生招生信息网硕士专业目录的统计,发现我国开设生物医学工程专业的 40 多所高校都存在“同一专业多个代码”的情况。例如,在北京航空航天大学 2024 年的硕士专业目录中,生物医学工程的代码为 1072,考试科目为“基础医学综合”;或考试科目为“数学三”和“细

胞与分子生物学”。天津大学 2024 年的硕士专业目录中,生物医学工程的代码为 107200,并在两个不同的学院招生,考试科目为“医学科学与工程基础”等。而北京协和医学院的生物医学工程在上述的 083100、107200 和 077700 代码中均有招生。

3 生物医学工程学科多种代码现象的成因

工科、医科与生物学科因各自研究对象、方法及表达方式等不同,各自学科内部建有自身学科规范和标准,同一领域的教师自发形成以学科为中心的“圈层”,体现出“学科壁垒”和“学术壁垒”的隔阂与封闭^[13]。

3.1 学科代码使用在研究生招生环节

教育部《关于做好 2001 年全国研究生录取工作的通知》(教学[2001]8 号)文件中明确规定,生物医学工程(083100 代码)属于工学门类,必须考试“301 数学一”。这一规定沿用至今已有 20 余年。在理工科数学中,“301 数学一”是难度最高的一级,考试内容包括:高等数学(或微积分)占 60%,线性代数占 20%,概率论与数理统计占 20%。在全国招生的 181 个学科中,只有工学门类的力学、机械工程、冶金工程、电气工程、计算机科学与技术 and 生物医学工程等专业的研究生升学必考,这些专业的比例不超过 20%。

我国医学院校在为本科生开设高等数学和“数学一”全系列课程时,优质师资的配备能力有限^[14]。由于医学生的临床专业课程繁多,学习压力大,他们投入备考数学的精力非常有限,这导致统考“数学一”过线的医学生人数偏少。同时,理工高校中从事生物医学工程研究的导师人数较少,招生规模相对较小,考生被调剂到其他专业的风险大,从而降低了学生的报考积极性。因此,生物医学工程专业多年来一直面临着优质生源严重不足的困境。

生物医学工程学科作为医理工交叉学科,摆脱了“数学一”考试科目对报考生源的限制,使得医学院生物医学工程专业能够吸引具有临床医学、生物学和药学等本科专业背景的优质生源。北京协和医学院遵循教育部研究生录取规则,与理工类高校合作推进“4+4 协和医班”,组织“师生双选”夏令营活动,旨在吸引推免生源,减少统招考试科目对生源的限制和影响^[15]。针对 107200-医学类和 077700-理学类生物医学工程专业生源不足的情况,学校尝试从 100700 药学(学硕)、071000 生物化学与分子生物学等专业进行调剂,以吸引非“数学一”考生进入生

物医学工程学科深造。通过拓展多学科渠道,提高生源质量,为医学高校的“一流学科”建设和多轮学科评估工作奠定交叉学科特色。然而,生物医学工程专业的学生存在入学时有多种学科代码(083100、107200 或 077700),毕业前需变更代码(083100)的管理问题,这导致“同一学科多个代码”的现实弊端未能有效解决^[16]。

3.2 学科代码使用在研究生培养环节

通常情况下,高校教务系统内学生招生代码会自动导入并关联至“研究生综合管理系统”的各个模块。学生的招生代码是其在专业中的唯一标识,培养各环节考核评价、毕业答辩和学位授予环节均需保持一致^[17]。医学教育是卫生健康事业发展的重要基石,培养质量关系医疗安全和百姓健康,因此各校对非医学专业转到医学类专业持有严格谨慎的态度。为了维护招生工作的严肃性、保障医学生的培养质量,确保一级专业培养的严肃性和规范性,培养环节不允许跨一级学科转专业,即变更招生代码^[18]。因此,教学管理者在选课、中期考核和成绩评定等诸多培养环节均会面临“同一学科多个代码”的困境。他们既不能主动变更以 08、10、07 开头的生物医学工程学生的专业代码,又缺乏管理政策的依据,规范此类交叉学科专业代码成为教学管理部门的难题。

3.3 学科代码使用在学位授予和学科评估环节

根据教育部《研究生教育学科专业目录(2022 年)》的规定,生物医学工程的唯一学科代码是 083100。生物医学工程学科是一级学科,没有细分二级学科和交叉学科。教育部《研究生教育学科专业目录(2022 年)》明确规定“0831 生物医学工程可授工学、理学、医学学位”,并要求一级学科授予学位的学科门类由学位授予单位学位评定委员会决定,可授予不同学科门类学位,可分属不同学科门类,即 0831 这一代码各校可以授予学生工学、理学和医学 3 个门类的学位。然而,在实际工作中,教育部学位授予管理系统仅授予此类学生工科 083100 代码学位。目前,地方就业单位对学生的学科专业有限制,例如上海市选调生的专业要求为以 08 开头的毕业生,这使得以 10、07 开头的生物医学工程毕业生失去了选调机会,导致学生与校方经常因是否能更改学科代码而产生纠纷和舆情^[19]。

综上所述,执行教育部现有管理文件,高校的生物医学工程学科专业多码并用,导致学生、用人单位和高校管理部门时常感到困惑。看似简单的“学科代码”已长期制约此类交叉学科吸引和培养

人才的发展。

4 交叉学科代码分类与发展的应对措施

交叉学科的建设与发展是社会和科技发展的结果,同时也是学科发展内在规律共同作用的结果。将交叉学科的建设与发展提高到战略高度,构建体系,完善学科分类方案,以促进交叉学科的发展。2021年,国务院学位委员会在《交叉学科设置与管理办法(试行)》中设置了“14交叉学科”门类,下设两个一级学科:“集成电路科学与工程”(学科代码1401)和“国家安全学”(学科代码1402)。这是首次将“交叉学科”独立为一类代码,与其他13个一级分类学科并行,为规范交叉学科代码开创了新的里程碑。

4.1 前瞻布局,积极适应学科交叉趋势

在13个学科大类中,具有交叉学科特质的学科应尽快迁移至第“14交叉学科”大类。交叉学科的不断涌现、多学科知识的复杂交互,体现着学科向综合性发展的趋势。党的二十大报告强调加强交叉学科建设,加快建设具有中国特色的世界一流大学和优势学科,以积极挖掘我国高校、科研机构和医疗卫生机构间强大的学科综合和交叉渗透潜力。医学院校应秉持“大医”“多学”情怀,以建设性和前瞻性方式培养学生运用多领域知识解决问题的意识和能力。在积极适应国家自上而下调整交叉学科代码的同时,应当自下而上解放思想、总结实践经验、主动布局生物医学工程等交叉学科的管理与实践。

4.2 问题导向,初探生物医学工程学科代码设置及管理方案

我国生物医学工程是具有40多年研究生培养历史的一级学科,其交叉学科的特点使得对生源多学科背景的需求更加明确^[19]。将生物医学工程学科代码归入14门类是彻底解决“数学一”和同一名称多个代码等问题的唯一途径。这样一来,不再限定08工学类和“数学一”等招生要求,而是通过硕士研究生考试科目的不同来考察生源的专业能力和质量^[20]。

聚焦生物医学工程学科代码管理和使用问题,提出6个方面的代码改革建议:一是,将生物医学工程列入“14交叉学科”代码。原有083100、107200和077700彻底停用,以对应的二级学科代码进行标识。例如,设置生物医学工程新代码为1408。二是,根据学位类型设立交叉学科的二级学科。生物医学工程学科作为一级学科,其下按照授予学位类

别设立二级学科,例如140801工学类、140802医学类和140803理学类。不同代码对应不同的研究生考试科目和不同的招生代码。其中,工学类140801继续要求考生“数学一”的成绩,其他类别考生根据培养目标选择合理的考试科目。三是,制定明确的交叉学科培养方案。培养过程中允许理学、医学和工学研究背景的学生联合培养^[21],根据学生的研究成果,经答辩委员会投票选择授予理学、医学或工学学位。四是,交叉学科可根据研究内容在二级学科内互换专业代码。例如,学生入学时为140801工学类生源,培养过程中研究内容和成果方向发生变化拟授予医学学位时,允许学科代码由140801变更为140802。五是,在授予学生学位和就业管理中,生物医学工程学科代码均使用一级学科代码140800。六是,现有学科体系按照学科方向进行分类,交叉学科更易产生新的领域或方向。学科代码作为学科区别性和唯一性标识,应避免频繁变更,减少交叉学科代码中研究方向的信息,使用医学、理学、工学二级代码进行交叉方向分类^[22]。

4.3 交叉学科中学术型硕士与专业型硕士代码设置和管理建议

全日制专业学位研究生培养是高校学位和研究生教育工作的重要组成部分,旨在培养专业领域的高层次应用型人才,完善研究生学位制度,满足社会发展的多样化需求。2018年,国务院学位委员会第三十四次会议精神和《国务院学位委员会、教育部关于对工程专业学位类别进行调整的通知》,对工程硕士专业学位授权点进行了调整。按照《工程硕士专业学位授权点对应调整关系表》,原电子与通信工程、集成电路工程、软件工程、控制工程和生物医学工程等10个工程硕士领域统一调整为085400电子信息专业学位。这意味着原085230生物医学工程专业硕士对应调整为085400电子信息专业硕士,授予工程硕士学位,考试科目限定为“数学二”必考^[23]。然而,应用领域和研究方向相同的专硕和学硕被割裂为专业名称和代码完全不同的两个专业和两种培养类型,这不利于体现生物医学工程专业的交叉综合特色^[23]。

生物医学工程研究人体的结构、功能和生命特征现象。生物医学工程专业硕士的培养不应局限于电子信息单一领域,医疗器械、人工器官、生物医用材料、医疗大数据、临床工程等领域都需要大量高层次应用型人才。专业学位的毕业生多在医院影像、设备、临床工程等岗位工作。各高校、行业协会均提出以工程认证为导向的模式创新和人才培

养探讨^[24-25]。为了培养能够满足医疗卫生产业发展的“新医科”“新工科”专业人才,应将工程认证与专业硕士培养相结合。建议在“14 交叉学科”大类 1408 生物医学工程学科类中增设 04 专业学位代码,即 140804 为工程硕士。

在“新工科”和“新医科”建设的背景下,生物医学工程学科的建设 and 人才培养需要积累教育、教学管理经验,突破原有一级学科分类编码,探索专业硕士与学术硕士的不同培养方案,以实现“医工结合”。理顺医学、工学和理学等多学科交叉的编码模式,形成相对科学动态的编码结构、统一代码标识,是解决交叉学科人才培养中“卡脖子”问题的关键。需要汲取国际交叉学科编码设置的经验,理顺研究生学业管理的关键环节,培养符合社会需求的理医工结合人才,为我国医疗卫生事业和交叉学科事业的发展作出贡献^[26]。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 杨桦:设计框架、起草论文;付蕾:统计分析、绘制表格;曹婧文:凝练观点、审阅与修订

参考文献

- [1] 教育部等五部门. 关于印发《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》的通知[EB/OL]. (2023-03-02)[2023-11-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202304/t20230404_1054230.html.
- [2] 吴凡, 汪玲. 规范学科专业设置促进一流人才培养[J]. 中国卫生资源, 2023, 26(2): 141-146. DOI: 10.3969/j.issn.1007-953X.2023.02.001.
- [3] 万遂人, 顾晓松, 骆清铭, 等. 生物医学工程发展方向和我国高端医疗器械突破点[J]. 广西医科大学学报, 2023, 40(4): 543-548. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.04.003.
- [4] 国务院学位委员会, 教育部. 关于印发《研究生教育学科专业目录(2022)》《研究生教育学科专业目录管理办法》的通知[EB/OL]. (2022-09-13)[2023-11-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_833/202209/t20220914_660828.html.
- [5] 谷圣美, 胡伟刚, 陈震. 研究生学科交叉人才培养模式的研究与经验探索[J]. 继续医学教育, 2021, 35(11): 89-91. DOI: 10.3969/j.issn.1004-6763.2021.11.033.
- [6] 国务院学位委员会. 关于印发《交叉学科设置与管理办法(试行)》的通知[EB/OL]. (2021-11-17)[2023-11-20]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202112/t20211203_584501.html.
- [7] 刘仲林, 赵晓春. 跨学科研究: 科学原创性成果的动力之源: 以百年诺贝尔生理学和医学奖获奖成果为例[J]. 科学技术与辩证法, 2005, 22(6): 105-109. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7062.2005.06.031.
- [8] 崔育宝, 李金龙, 张淑林. 交叉学科建设: 内涵论析、实施困境与推进策略[J]. 中国高教研究, 2022(4): 16-22. DOI: 10.16298/j.cnki.1004-3667.2022.04.03.
- [9] 王孜丹, 杜鹏, 马新勇. 从交叉学科到学科交叉: 美国案例及启示[J]. 科学通报, 2021, 66(9): 965-973. DOI: 10.1360/TB-2020-1450.
- [10] 朱小平, 张家军. 论我国交叉学科建设的规训隐忧及消解路径[J]. 高校教育管理, 2022, 16(5): 52-63, 72. DOI: 10.13316/j.cnki.jhem.20220821.009.
- [11] 谢蒙蒙, 周越, 叶坚. 关于生物医学工程研究生培养改革的思考与探索[J]. 生物医学工程学进展, 2022, 43(4): 246-250. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1242.2022.04.008.
- [12] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 学科分类与代码: GB/T 13745—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [13] 赵元弟, 朱丹, 刘亚丰, 等. 生物医学工程专业认知实习课程改革与实践[J]. 实验室科学, 2022, 25(6): 140-142. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4305.2022.06.036.
- [14] 秦方雨, 邱意弘, 白景峰, 等. 基于 OBE 理念的生物医学工程专业本科人才培养体系建设与探索[J]. 生物医学工程学进展, 2023, 44(1): 103-108. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1242.2023.01.012.
- [15] 吴婷婷. 美英中高校学科专业分类目录比较研究[D]. 兰州: 兰州大学硕士学位论文, 2024: 24-33.
- [16] 黄素琴, 高斌. 生物医学工程专业研究生医工交叉培养方式探索[J]. 中国教育技术装备, 2021(20): 134-136. DOI: 10.3969/j.issn.1671-489X.2021.20.134.
- [17] 李惠娟, 陈仲本. 生物医学工程专业特色人才培养模式的探索与实践[J]. 科教文汇, 2020(14): 57-58. DOI: 10.16871/j.cnki.kjwhb.2020.05.026.
- [18] 毛颖基. “理医工”结合下生物医学工程教学研究与探讨[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2023, 39(2): 102-105. DOI: 10.3969/j.issn.1673-260X.2023.02.022.
- [19] Miller MI, Brightman AO, Epstein FH, et al. BME 2.0: engineering the future of medicine [J]. BME Front, 2023, 4: 0001. DOI: 10.34133/bmef.0001.
- [20] 翁砾子, 刘虔铖, 张刚平, 等. 国内生物医学工程研究热点的知识图谱: 基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 生物化工, 2021, 7(6): 58-64. DOI: 10.3969/j.issn.2096-0387.2021.06.014.
- [21] Kouveliotis K. The "Global Degree" Proposal: a new institutional model for higher education [EB/OL]. (2021-07-04) [2023-11-20]. <https://www.un.org/pt/node/138158>.
- [22] 朱永丽. 以工程教育认证为导向的生物医学工程专业课程体系持续改进实践[J]. 内蒙古医科大学学报, 2022, 44(增刊 1): 148-150. DOI: 10.16343/j.cnki.issn.2095-512x.2022.s1.027.
- [23] 张琦. 工程教育专业认证背景下电子信息工程专业认知实习教学研究[J]. 西安航空学院学报, 2023, 41(5): 90-94. DOI: 10.20096/j.xhxb.1008-9233.2023.05.015.
- [24] 车子璠, 张月, 吴旻昊. 生物医学工程领域发展态势研究[J]. 科学观察, 2022, 17(5): 1-10. DOI: 10.15978/j.cnki.1673-5668.202205002.
- [25] Brown R. Why interdisciplinary research matters [J]. Nature, 2015, 525(7569): 305. DOI: 10.1038/525305a.
- [26] 吴家睿. 复杂时代的复杂战略: 评“NIH 拓展战略规划”(2021—2025)[J]. 生命科学, 2021, 33(11): 1313-1317. DOI: 10.13376/j.cbbs/2021146.

(收稿日期: 2023-11-22)

(本文编辑: 郭小梅)