·教学改革·

基于教育生态学的智慧医学人才培养模式探讨

徐倩[1,2]　赵文龙[1]

[1]重庆医科大学医学信息学院，重庆　400016；[2]重庆医科大学图书馆，重庆　400016

通信作者：赵文龙，Email：cqzhaowl@cqmu.edu.cn

【摘要】 本文阐述了智慧医学人才培养生态学机理，比较了国内外智慧医学人才培养模式，并结合教育生态学理论和重庆医科大学医学信息学院智慧培养人才培养经验，从生态主主体、生态客体和生态环境三个方面构建了智慧医学人才培养生态体系，实现以人才培养为核心，以数据建设为中心，以平台服务为支撑，以医学应用为目的的智慧医学学科建设，为高校智慧医学复合型专业人才培养提供参考。

【关键词】 教育生态学；　医学；　人工智能；　人才培养

【中图分类号】 R-4

基金项目：重庆市研究生教育教学改革重点项目（yjg92018）；重庆市社会科学规划项目（2021NDQN65）；重庆医科大学智慧医学项目（ZHYX202029）

DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20221229-01600

[2] 包润发，董平，赵恩昊，等. 上海市外科住院医师规范化培训10年实践与经验[J]. 中国实用外科杂志，2022，42(1)：56-62. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.01.10.

[3] 陈皓阳，穆林，莫雯茜，等. 我国住院医师规范化培训现状的系统评价[J]. 卫生经济研究，2022，39(1)：73-77.

[4] 张春丽. 北京地区三甲医院临床医师工作倦怠、压力源现状及对策研究[D]. 上海：第二军医大学，2007.

[5] 董杰，朱洁，张曼华. 2015年北京市三级医院住院医师工作压力源现状分析[J]. 实用预防医学，2017，24(2)：160-163. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2017.02.009.

[6] 郭海燕，谷蓓蓓，张新庆，等. 住院医师规范化培训中的问题与对策[J]. 现代医院管理，2015，13(4)：10-12. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4232.2015.04.003.

[7] 李梦莹，陈亚伟，张莉，等. 医生职业倦怠与医患关系认知的相关性研究[J]. 医学与哲学，2019，40(11)：50-54. DOI: 10.12014/j.issn.1002-0772.2019.11.13.

[8] Chen KY, Yang CM, Lien CH, et al. Burnout, job satisfaction, and medical malpractice among physicians [J]. Int J Med Sci, 2013, 10(11): 1471-1478. DOI: 10.7150/ijms.6743.

[9] Menon NK, Shanafelt TD, Sinsky CA, et al. Association of physician burnout with suicidal ideation and medical errors [J]. JAMA Netw Open, 2020, 3(12): e2028780. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.28780.

[10] Bateman EA, Viana R. Burnout among specialists and trainees in physical medicine and rehabilitation: a systematic review [J]. J Rehabil Med, 2019, 51(11): 869-874. DOI: 10.2340/16501977-2614.

[11] Smeds MR, Janko MR, Allen S, et al. Burnout and its relationship with perceived stress, self-efficacy, depression, social support, and programmatic factors in general surgery residents [J]. Am J Surg, 2020, 219(6): 907-912. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2019.07.004.

[12] Zhou AY, Panagioti M, Esmail A, et al. Factors associated with burnout and stress in trainee physicians: a systematic review and meta-analysis [J]. JAMA Netw Open, 2020, 3(8): e2013761. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.13761.

[13] Corgan S , Winkel AF , Sugarman R ,et al.Anxiety in Residents in China: prevalence and risk factors in a multicenter study [J]. Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges, 2021(5): 96.

[14] Lou NM, Montreuil T, Feldman LS, et al. Nurses' and physicians' distress, burnout, and coping strategies during COVID-19: stress and impact on perceived performance and intentions to quit [J]. J Contin Educ Health Prof, 2022, 42(1): e44-e52. DOI: 10.1097/CEH.0000000000000365.

（收稿日期：2022-05-20）

（本文编辑：张学颖）

Cultivation of intelligent medical talents based on educational ecology

Xu Qian[1,2], Zhao Wenlong[1]

[1]College of Medical Informatics, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; [2]Library of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

Corresponding author: Zhao Wenlong, Email: cqzhaowl@cqmu.edu.cn

【Abstract】 This article elaborates on the ecological mechanism of intelligent medical talent training, compares the training models of intelligent medical talents in China and globally, and combines the theory of educational ecology and the experience of intelligent medical talent training in College of Medical Informatics, Chongqing Medical University, to construct an ecological system for intelligent medical talent training from the three aspects of ecological subject, ecological object, and ecological environment, so as to realize the construction of intelligent medical discipline with the core of talent training, the focus on data construction, the support of platform service, and the purpose of medical application, thereby providing a reference for the training of comprehensive intelligent medical professionals in universities.

【Key words】 Education ecology; Medicine; Artificial intelligence; Talent training

Fund program: Key Project of Chongqing Postgraduate Education Teaching Reform (yjg92018); Chongqing Social Science Project (2021NDQN65); Intelligent Medicine Research Project of Chongqing Medical University (ZHYX202029)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221229-01600

目前，人工智能已渗透于各个领域，并重塑社会各行业的形态[1]。人工智能、大数据等技术与医疗健康相关领域的结合日趋紧密，带来新一轮科技革命和产业变革。教育部提出加快实施“六卓越一拔尖”计划2.0，重点强调“四新”，即新工科、新医科、新文科、新农科建设。在“大医学、大卫生、大健康”的概念引导下，“新医科”强调医、工、理、文融通，推动智慧医学发展和创新。智慧医学因具有“新医科”的特质，被赋予了新的内涵和要求。有研究者从应用角度将智慧医学定义为“健康生态系统”，它将现代数字和智能技术融入医疗实践的整个过程，可以在全人群、全维度、全要素、全流程中实现高质高效的医疗保健服务[2]。有研究者从学科角度提出智慧医学是一门新兴的医、理、工高度交叉的学科，是医学与一系列前沿科技的密切融合，包含了人工智能、计算机手术导航、3D打印、机器人、可穿戴设备、大数据、区块链等众多前沿技术在医学领域的应用[3]。综上所述，智慧医学是将互联网、大数据、人工智能等信息技术用于医学辅助诊断、医学影（图）像分析、药物挖掘、健康管理和医院管理等场景，提高医疗服务的效率和效果，是医学信息学的进一步细分和延伸。本文从生态教育学角度，构建智慧医学人才培养生态系统，促使人才培养更加适应地区经济文化发展水平和产业结构调整的需求。

1　教育生态学理论

通常，生态系统由供给者、需求者、分解者和环境四个部分组成。其中，供给者与需求者之间的供需关系是生态系统最基本的关系，也是生态系统进行物质和能量交换的动力来源。教育系统作为生态系统中的一个子系统，也具有生态系统的特点，即具有供给者与需求者的关系，但它的独特性在于为社会培养人才，人才培养的过程是教育供给与社会需求间复杂交互作用的过程，社会需求拉动教育系统中教育目标、内容和体系的改革[4]，对于促进教育系统健康平衡发展具有重要意义。1976年，美国学者劳伦斯·克雷明正式提出教育生态学[5]，研究在一定的社会需求背景下教育生态系统结构和功能的合理性，并力求实现其结构和功能的最优化。教育生态学关注教育系统中诸多元素，并强调教育过程是由教师、学生及环境三个生态因子所构成的不可分割的有机生态整体，三个生态因子相互依存、相互作用、动态发展变化。

我国对教育生态学研究已有30年，逐渐由理论探索走向了实践应用。早期，有关教育生态学的研究侧重于概念和理论的梳理和剖析[6]。2000年以后，研究者将生态教育学理论应用到高等教育[7]、师

资队伍建设和发展[8]、学科教育[9]，以期探索教育生态学中各个要素之间的内在联系，实现教育系统的优化配置。随着研究方向延伸和研究内容拓展，教育生态学被应用得更为细致和广泛，从人才培养[10]、课程体系建设[11]和创新创业教育[12]等微观视角出发，探讨如何调动各要素的积极性，推动教育生态系统的不断生成与演化进程，促进机构、学生、教师和环境等要素的良性循环互动。

2　智慧医学人才培养生态学机理

智慧医学人才培养指在学习中融入信息技术、大数据、人工智能技术课程，通过教育手段和实践方法帮助学生和医务工作者识别、收集、处理、分析和利用医学信息或数据。教育生态学系统的特点在于对人才的培养，它强调在教育过程中重视对人才的全面发展和综合素质的提高。智慧医学需要通过信息技术手段来实现个性化医疗服务，以满足不同患者的需求。这两个领域都涉及了教育生态学所倡导的理念，即要为每位生态主体提供适合他们自身特点的发展方式。

从教育生态学的视角来看，智慧医学人才的培养就是一个生态系统，包括生态环境，即国内高等教育环境和“新医科”发展内涵，由学生、教师构成生态主体，课程体系、学科建设、专业设置等等因素构成了生态客体，生态主体和生态客体、生态客体和生态环境以及生态客体内各个要素间相互作用、相互影响，形成了物质流、能量流和信息流之间的持续动态交换，从而为智慧医学教育生成了一个良好的教育生态系统，并始终处于一种动态平衡状态。因此，为了维持智慧医学人才培养体系的生态平衡，生态客体会根据生态环境改变而做出调整，以满足生态主体的需求，生态主体进入生态环境产生能量交换，并且这个过程循环往复。此外，生态位是指生态主体在教育生态系统中的定位。在智慧医学人才培养系统中，教师作为智力力量承担传道授业解惑的角色，为智慧医学产业培养高素质复合型人才。学生需要吸收和运用知识，提升实践能力和创新能力。人才短缺与产业结构调整之间的矛盾是智慧医学人才培养系统中的生态环境改变的导火索。智慧医学产业结构调整等原因触发智慧医学专业课程设置以及培养方式等方面发生改变，以求实现生态系统的平衡。

3　智慧医学人才培养模式现状

3.1　国内智慧医学人才培养模式

目前，我国医学与信息技术交叉融合的学科是医学信息学，是一门研究如何利用信息技术来改善医疗服务的科学，它主要包括对于数据、模型和算法的研究，以便更好地分析患者病情并提供个性化治疗方案，也是智慧医学发展的基础。国内医学信息学教育始于 20 世纪 70 年代末 80 年代初，涉及图书情报学、医学、计算机等多学科。吉林大学在此基础上开设国内首个信息管理与信息系统本科专业，为了培养医学、管理学、信息技术和计算机科学融合的复合型人才[13]。截至现在，已有 50 多所医学院校开设了该专业。90 年代，医学信息学在技术方面的突破带来了更加广泛的研究领域，包括知识图谱、数据挖掘、机器学习、远程医疗、临床信息学以及循证医学等，学科交叉特征明显。2010 年以后，医学与方法应用结合更加紧密，逐渐向智慧医学方向拓展，智能医疗以及机器学习在医学领域的应用是当前医学信息学研究前沿，加之国家层面大力推动人工智能和大数据发展，医学也更加注重与理、工交叉渗透[14-15]。此外，智慧医学发展对人才需求的定位是具有医学背景知识的人工智能技术应用型人才，现有的医学信息学人才难以胜任医疗卫生行业中的人工智能技术应用工作。因此，相应的专业设置、课程设置、师资队伍以及人才培养体系也发生了变化，增加了人工智能相关的课程。

全国已有 40 多所高校陆续开设了医学信息工程和智能医学工程专业，以大数据技术和医学课程为主，培养大数据智能处理，具备软件研发能力和硬件研发能力的人才，并引入多学科师资，通过实训实践形式培养智慧医学复兴创新型人才。鉴于智慧医学行业人才需求数量大的问题，有研究者主张以微专业的模式培养健康数据学专业的人才，以解决短期内行业人才短缺的问题[16]。此外，智慧医学人才培养内容和形式也随着市场需求的改变发生了变化。早期，医学情报培养框架下的人才能够满足以科技文献服务和信息管理为核心的信息服务，吉林大学更是建立了医学信息学本硕博连读培养模式[17]。为了推动医疗大数据技术发展，医学信息学硕士学位由图书情报向医学健康大数据与人工智能等方向转变。尤其在“新医科”背景下，人工智能与医学的联系日趋紧密，医学大数据与人工智

能是博士学位近年来的主要招生方向。以高等院校或者附属医院也整合多学科优势资源和海量医学大数据，相继成立医疗大数据研究中心，并招收多学科硕/博研究生，形成跨学科研究，协同各级医院创建数据驱动假设的医学研究新范式。综上所述，医学信息学以学位教育为主，已形成了完善的本—硕—博一体化培养体系，传统的医学院校倾向于“医学+”的本科人才培养，也注重引入人工智能和大数据技术。一些综合性大学则倾向于“+医学”的人才培养模式，尤其是研究生教育，更加侧重关键技术突破。智慧医学人才培养可借鉴医学信息学人才培养经验。

3.2　国外智慧医学人才培养模式

格林和肖特利夫预见信息技术将被融合到医疗以及医学教育中，但是缺乏相应的教育体系和培训方案[18]。医学与信息技术的融合最早可以追溯到20世纪60年代，20 世纪 70 年代才被正式提出，起初以提升医护人员的信息素养能力为目的，将其作为通识教育贯穿他们的技术能力培养，促使他们适应数字化医疗场景。2006年，美国开始了技术信息学引领教育改革的Tiger计划，该计划的其中之一就是将信息学能力纳入护理课程和终身学习中，是信息与医学结合的重要体现。2012年，Tiger计划扩大到国际，同时健康信息学教育也扩展到其他临床领域。与此同时，欧盟与美国在电子健康方面的合作开始了一系列工作，重点是发展医疗从业者的IT技能，以确保技术能够被采纳并应用于医疗领域[19]。随着教育体系和培养目标的不断完善，一些大学或者医院开设专门医学信息学教育，法国自1993年开设了这个专业。美国的医学信息学教育更为普及，众多大学都设立了医学信息学专业学位教育。近年来，数据驱动医学快速发展，先后将现代信息技术、人工智能技术等应用到临床医学，世界各国积极采取措施以适应数据时代的医学教育及制定人才培养计划。

2017年，英国通过全球数字范例计划、国家健康信息研究所以及健康数据研究中心开始关注大数据、数字医学以及数据驱动下的医疗服务，开始在医学教育和临床实训中融入数据相关的课程或者培训[20]。一是加强了医学知识、信息素养和计算机技术的融合，注重通识教育。电子病历、人工智能等以选修课的形式纳入英国和韩国本科生医学教育中，以加强医学与数据的融合与利用[21-22]。二是培养/学习形式多样，涉及人群广，以研究生教育为主，青睐具备多学科背景的学生。既有面向学生的医学信息学规范的学位教育（本—硕—博），也有针对临床医生、放射医生和实验室工作人员的继续教育、短期培训和网络教育[23]。美国要求申请医学信息学的研究生除一般要求外，还需具备生物医学、公共卫生、计算机等交叉领域的基础知识。英国的医学信息学研究生教育更倾向于招收医学或者分子生物学、化学、计算机科学背景的毕业生，学制多为1~3年，可根据学习要求选择远程教学、兼职教学、短期培训课程[24]。

4　教育生态学视角下智慧医学人才培养模式探讨

重庆医科大学医学信息学院以社会需求和学科发展为原动力，课程为核心，技能平台（实验室、实习基地）和资源为保障，构建了智慧医学人才培养生态系统（图1）。

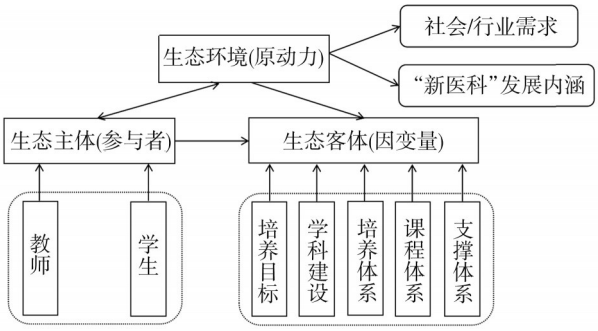


图1　智慧医学人才培养生态系统

4.1　“生态位”主张生态主体不可或缺，应充分发挥各生态主体的作用

教师是人才培养的重要推手，是人才培养中最为重要的因素，为智慧医学人才培养提供智力支持。首先，重庆医科大学医学信息学院紧跟时代发展需要，通过引进人工智能和大数据类优秀师资和更新现有师资知识结构两项举措，建立了智慧医学人才培养团队。学院重构了教学组织，整合了数学、物理、计算机、信息管理和医院病案室，形成了智能医疗与物联网、医学大数据与云计算、智慧医学系统、卫生信息管理与决策以及电子病历与健康档案教研室，依据教师学科背景匹配相应岗位。还建立了由医学、数据科学、计算机科学等跨学科人员构成的师资队伍，形成师资专业多元化、知识结构系统化、教育层次合理化，形成学科带头人、业务骨干和青年师资的梯度式的教师队伍。最后，加强

了“校—院—企”联动，注重医院、企业师资开发，吸纳具有行业背景的兼职教授和荣誉教授等，提升教学质量，培养创新实用型人才。学生作为生态主体的一部分，是知识的吸纳者和实践者。一方面强化学生能力建设，学院鼓励他们从本科阶段以嵌入教师科研团队的方式参与科研项目，在理论学习的同时兼顾实践应用。也有学生在教师的指导之下积极参与行业竞赛，锻炼了学生表达沟通交流的能力，提升创新实践能力以及培养团队精神。

4.2 生态客体适应生态环境，并能对环境快速作出反应

培养目标、课程体系、学科建设以及培养体系等元素构成了智慧医学人才培养系统的生态客体，会根据生态环境的变化而做出调整。智慧医学人才的培养目标是以“新医科”建设为契机，培养覆盖医学信息嬗变的各环节，适应健康医疗数据智能产业发展的复合型人才。在学科建设上，学院加快专业布局，适应目前的人才市场需求，建立了三个差异化本科专业。信息管理与信息系统侧重于“健康信息”和“资源管理”，突出疾病编码（病案统计）的能力培养。医学信息工程重点在“工程技术”和“系统开发”，侧重医学物联网应用。智能医学工程的关键点在于“智能技术”与“新医科”的融合，突出数据智能处理与分析能力。在培养体系方面，专业教育始终处于主导地位。学院具有完善的医学信息学本—硕—博培养体系。本科专业教育涵盖医学、计算机、数学三大模块课程，在专业基础课程中增加了人工智能模块比例，提升了数据处理、智能分析等课程比重。研究生教育涵盖大数据与互联网医疗、生物医学传感器及柔性可穿戴设备，健康传播与健康促进三个方向，既有X+医学模式，也有医学+X模式，比如一部分博士研究生来自医学影像学专业，聚焦医学图像处理。通识教育作为智慧医学人才培养体系的补充手段，开始向在职医生、医学类学生开展数据智能（大数据、人工智能）普及教育，引入人工智能课程和培训，培养和提高个人的数据思维和数据敏锐度。积极引导学生参加实验实训以及竞赛活动，发挥“以赛促学，以学促用”的作用，部分学生在大学生建模大赛中获奖。

重庆医科大学医学信息学院从2019年开始针对研究生发起智慧医学专项研发计划，发掘对医疗大数据感兴趣的研究生，拓展其研究方向和研究内容。学院以“新医科”为导向，重构“332”课程体系，即3大基础模块（医学、计算机和数学），3个专业模块（数据智能感知、数据智能分析和智慧医疗决策），学院的学生可任选2个课程模块学习。课程设置或改革上更加注重增加与新医科融合。学院加强学生人工智能技术的拓展，已经面向学术型研究生开展智慧医学语言、医学图像与虚拟现实和深度学习与医学应用等课程。学院从实验室、科研平台、协作单位和资源保障方面建立了智慧医学人才培养支撑体系。一是学院建立智慧医学（体验式）实验教学中心提供优质实验教学资源，建立健康医疗大数据中心，支撑教学科研，促进教研产融合。重庆医科大学与医渡云（北京）技术有限公司联合共建了我国首个医学数据二级学院，建立了医疗大数据实验室与平台，该平台涵盖数字化医院环境模拟、医学虚拟现实与三维重建、数据安全、医学物联网工程、硬件维护、健康医疗大数据处理、多媒体技术应用等实验室，拥有面积达5000平方米的以“点亮智慧医学”为主题的现代化体验式实验教学中心，拥有国内一流的医院信息管理系统、电子病历系统、数据分析系统，全面支撑医学大数据、人工智能、物联网、云计算等课程的教学与创新实验。建有的医学数据研究平台，汇聚了丰富的电子病历数据，可为临床研究与科研工作提供重要支撑。二是拥有医学影像三维建模应用、3D医学影像全息、VR（虚拟现实）/AR（增强现实）医疗模拟、3D裸眼、体感互动等医学人工智能教学系统，学生可获得沉浸式教学。三是学院加强校企合作，扩充实习基地。学院与重庆市各三甲医院、事业单位和国内知名医疗企业建立了合作关系，接纳学生实习。四是学院建立资源保障平台，自主研发学习平台COOC，集成了80余门网络课程，为人才培养提供资源支撑。该平台以知识点为单元，实现学习、考核一体化，促使用户建课效率倍增，也有利于培养学生自主学习习惯。

4.3 生态环境是触发系统平衡性的催化剂

一方面，经济发展和产业结构的调整升级与人才短缺是智慧医学人才的社会需求原动力。医疗大数据驶入快车道，行业增速逐年提升，市场规模更是不断突破，医疗健康领域的人工智能人才占比仅22%，表明医疗健康领域对人工智能人才的巨大需求，尤其缺乏兼具医学背景知识和人工智能技术的复合型人才。二是“新医科”内涵与智慧医学人才需求相匹配。“新医科”的理念新，指实现从治疗为主到生命全周期、健康全过程的全覆盖，智慧医

学人才培养的目标就是嵌入医疗活动的各个环节，为临床服务。国务院在《新一代人工智能发展规划》中强调，完善人工智能领域学科布局，推动人工智能领域一级学科就建设，并鼓励高校在原有基础上拓宽人工智能教育内容，形成“人工智能+X”的复合培养新模式，“人工智能+医学”正好顺应了时代发展潮流。“新医科”的专业新，注重医、工、理、文融通，对原有医学专业提出新要求，发展精准医学、转化医学、智能医学和智慧医学等医学新专业，从数据驱动医学的角度为患者以及医疗机构提供更多便利。

5　结语

在人工智能国家战略和大数据时代背景下，医学院校要主动拥抱技术革新，开展以人才培养为核心，以数据建设为中心，以平台服务为支撑，以医学应用为目的的智慧医学学科建设。再从市场人才需求导向出发，优化专业布局，实现人才与岗位匹配，人才与市场需求匹配的目的。以社会需求和行业发展为依据，重构课程体系，大力发展专业教育与普适教育相结合的人才培养方式。再以完善的实验教学体系、优质平台和实习单位支撑技能培训。以协同融合为手段，建立临床与科研协同、课程与岗位协同和教学与科研协同的人才培养机制。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　徐倩：查阅和收集文献、撰写论文；赵文龙：整体构思和审订论文

参考文献

[1] 戴静，顾小清. 人工智能将把教育带往何方：WIPO《2019技术趋势：人工智能》报告解读[J]. 中国电化教育，2020(10)：24-31，66.

[2] Dong J. Intelligent medicine, the wings of global health [J]. Intell Med, 2021, 1(1): 1-2. DOI: 10.1016/j.imed.2021.06.001.

[3] 高飞，叶哲伟. 智能医学发展简史[J]. 中华医史杂志，2021，51(2)：97-102. DOI: 10.3760/cma.j.cn112155-20201229-00205.

[4] 王菡. 高校创新创业教育生态系统构建与运行机制研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版)，2022，24(1)：95-101. DOI: 10.19722/j.cnki.1008-7729.2021.0089.

[5] 邓小泉，杜成宪. 教育生态学研究二十年[J]. 教育理论与实践，2009，29(5)：12-16.

[6] 范国睿. 劳伦斯·克雷明的教育生态学思想述评[J]. 成都师范学院学报，1995，11(2)：25-29.

[7] 张忠迪. 从教育生态学视角谈我国高等教育的可持续发展[J]. 教育探索，2006(5)：46-47. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0845.2006.05.022.

[8] 刘佳. 基于教育生态学的教师专业发展研究[D]. 保定：河北大学，2009.

[9] 李奇洁. 以统筹兼顾方法促进高校思想政治教育科学化[J]. 山西大同大学学报(社会科学版)，2009，23(6)：95-96，104. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0882.2009.06.028.

[10] 刘卫东，余长春. 本科人才培养知识生态系统构建的实践探索[J]. 南昌航空大学学报(社会科学版)，2017，19(3)：92-99. DOI: 10.3969/j.issn.1009-1912.2017.03.015.

[11] 周冬梅，张军. 生态学视域下地理信息科学专业课程群建设实证研究[J]. 河北农业大学学报(农林教育版)，2016，18(6)：85-89. DOI: 10.13320/j.cnki.jauhe.2016.0169.

[12] 臧玲玲，梅伟惠. 高校创业教育课程生态系统的生成逻辑与建设路径[J]. 华东师范大学学报(教育科学版)，2019，37(1)：23-29，165. DOI: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2019.01.003.

[13] 高翔，王碧艳，凌泽农，等. 医学院校信息管理与信息系统专业“三进两融合”应用型人才培养模式改革与探索[J]. 医学信息学杂志，2022，43(3)：96-99. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.03.020.

[14] 刘燕，刘占桥. 新工科视角下医学信息工程专业KAQ人才培养模式研究[J]. 焦作大学学报，2021，35(4)：121-123. DOI: 10.16214/j.cnki.cn41-1276/g4.2021.04.033.

[15] 陈杨莉，冉雪，史亚琴，等. 基于网站调研的智能医学工程专业设置和培养方案分析[J]. 中华医学教育探索杂志，2022，21(9)：1267-1271. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210625-01013.

[16] 杨瑞仙，郑紫薇，郭孟含. 新文科背景下图情领域健康数据学人才培养模式创新研究[J]. 河南图书馆学刊，2022，42(3)：114-123. DOI: 10.3969/j.issn.1003-1588.2022.03.036.

[17] 王伟. 多元智力理论视阈下的医学信息学本硕博连读培养模式[J]. 中华医学图书情报杂志，2015，24(10)：1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3982.2015.10.001.

[18] Greenes RA, Shortliffe EH. Medical informatics. An emerging academic discipline and institutional priority [J]. JAMA, 1990, 263(8): 1114-1120. DOI: 10.1001/jama.263.8.1114.

[19] O'Connor S, Hubner U, Shaw T, et al. Time for TIGER to ROAR! technology informatics guiding education reform [J]. Nurse Educ Today, 2017(58): 78-81. DOI: 10.1016/j.nedt.2017.07.014.

[20] Pinto dos Santos D, Giese D, Brodehl S, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey [J]. Eur Radiol, 2019, 29(4): 1640-1646. DOI: 10.1007/s00330-018-5601-1.

[21] Pontefract SK, Wilson K. Using electronic patient records: defining learning outcomes for undergraduate education [J]. BMC Med Educ, 2019, 19(1): 30. DOI: 10.1186/s12909-019-1466-5.

[22] Park SH, Do KH, Kim S, et al. What should medical students know about artificial intelligence in medicine? [J]. J Educ Eval Health Prof, 2019(16): 18. DOI: 10.3352/jeehp.2019.16.18.

[23] Sapci AH, Sapci HA. Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students: systematic review [J]. JMIR Med Educ, 2020, 6(1): e19285. DOI: 10.2196/19285.

[24] 朱晓蕾，王敏，卢朝晖，等. 英国医学信息学教育现状概述[J]. 中华医学图书情报杂志，2013，22(11)：18-21. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3982.2013.11.004.

（收稿日期：2022-12-29）
（本文编辑：唐宗顺）