

# 智能医学工程专业实验教学资源库的探索与构建\*

马莎<sup>1</sup> 邱贤秀<sup>2</sup> 通讯作者, 2

(1. 广东医科大学生物医学工程学院 广东东莞 523808;

2. 广东医科大学基础医学院 广东东莞 523808)

**摘要:** 在“新工科”建设背景下, 创新实验教学是培养社会需求的复合型、应用型、创新型人才的途径之一。本文主要研究智能医学工程专业构建实验资源库存在的问题及其解决方案, 初步探索层次化实验教学结构, 模块化实验教学内容, 一体化实验教育模式, 构建实验教学资源库。

**关键词:** 智能医学工程 新工科 实验教学 教学资源库 教学改革

**中图分类号:** G649.2 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.37.102

新工科是我国工程教育根据新的国际竞争形式、新的国家远景目标纲要提出的加强重点领域急需紧缺人才的培养, 提战略发展需求、新的立德树人要求提出的改革方向<sup>[1]</sup>。新工科建设以经济发展变化及未来产业需求为理念, 以创新、交叉和融合为发展途径, 培养未来产业需要的复合创新型工程人才<sup>[2]</sup>。新工科是新兴产业形成和新经济发展的核心动力。

国内多所高校已经在新工科建设的浪潮中走在时代前列。天津大学是新工科建设较早的参与者之一, 是首批新工科研究与实践项目通过验收项目最多的高校。哈尔滨工业大学是新工科建设与实践项目验收获得优秀项目最多的高校。华南理工大学提出了“ $F(p) = P1 \times Pt \times Pa$ ”的适应产业需求的创新型新工科人才培养模式。

在新工科背景下, 培养多元综合创新型人才具有战略意义。在新工科建设中, 高校对人才培养体系与模式进行了重构与融合。通过教育与专业相结合, 以问题为导向, 强调案例项目式学习与自主学习的重要性, 根据产业需求培养复合创新型人才, 积极构建综合性、实践性、创新性、开放性的实验教学资源库。

在此背景下, 本文初步探索智能医学工程专业实验教学资源库构建过程中存在的问题以及构建路径的探索, 从实验资源库的定位、结构、内容和考核四个方面, 探讨以新工科建设为契机的智能医学工程专业实验教学资源库的架构。

## 一、智能医学工程实验教学资源库建设存在的问题

### 1. 学科交叉弱

医工交叉, 既是我国医疗技术根据“健康中国”战略要

求创新发展的核心, 也是传统工科焕发新活力的重要途径。智能医学工程专业是医、理、工高度融合的新兴交叉学科, 培养适应时代发展的复合创新型人才。交叉学科不是学科的简单叠加, 而是融会贯通、深度交叉后产生的具有不同特点的新学科。由于医学和理、工学科在学科研究内容、方法论、科研价值观都有显著差别, 导致在学科交叉融合的进程中需要克服重重障碍。医工融合在教育层面体现了从“单向”到“双向”的教育融合式发展需求, 高等教育领域的“单向”表现为外部产教融合难和内部学科的交叉难。学科交叉弱体现在集中于在医学某一学科多, 一一对应交叉的理工学科和医学学科较多, 全方位融合较弱, 多对多、一对多的交叉模式较少。

### 2. 产教融合不足

在新工科建设背景下, 产教融合、校企合作是提高应用型、创新型人才培养的重要途径。我国产教融合存在实践难点, 如制度不健全、行业组织的指导作用未能充分发挥、企业参与的动力不足等<sup>[3]</sup>。高校、科研院所的医工融合研究成果不能很好地对接临床和产业需求。医工交叉合作项目单一, 研究成果转化到临床和产业的较少。高等教育应从产业导向思维出发, 加强对学生创新创业能力培养。产教融合总体覆盖面不广, 融合层次不深。校企合作过程中出现因发展方向和价值取向不同而难以深化产教融合、产教循环不畅通等问题还有待解决。

### 3. 区域高等教育协同发展不充分

“十四五”时期, 我国高质量教育研究聚焦于区域发展与

\*基金项目: 2021年度广东医科大学校级本科教学质量与教学改革工程项目《“新工科”建设背景下智能医学工程本科实验教学资源库的探索与构建》(基金号1JG21039); 2020年度广东医科大学高等教育教学研究课题《面向生产应用需求的生物技术专业教学的改革与探索》(基金号2JY20028); 2022年度广东省本科高校在线开放课程指导委员会研究课题《“AI技术+AI应用场景”培育智能医学工程新工科双创人才在线开放课程创新研究》(基金号2022ZXKC187)。

高等教育的协调发展。高等教育可通过紧密结合城市带和产业链的布局,跟随国家主体功能区发展实现服务国家区域发展的规划<sup>[4]</sup>。在国外,旧金山湾区、纽约湾区和东京湾区的区域发展与高等教育协同发展在区域发展中发挥了重要作用,实现了资源互补,推动了产业结构转型和升级。在国内,粤港澳大湾区、京津冀、长江三角洲、成渝经济圈等城市群推进了区域内高等教育的一体化、高等教育与区域的融合发展等研究内容,然而研究成果主要聚焦于宏观层面,内容较宽泛。当前,我国高等教育与区域经济社会发展的契合度还不高<sup>[5]</sup>。

## 二、智能医学工程实验教学资源库构建路径的探索

### 1. 充分发挥学科交叉融合的实验教学优势

医工交叉是生命科学、临床医学、自然科学与工程科学等学科的融合协同。它也是当今推动世界科学研究、创新发展的新动力。全球范围内对医工结合的探索已有数十年,哈佛大学、斯坦福大学、普林斯顿大学等世界顶尖研究型大学纷纷开展医工融合学科的研究。麻省理工学院的新工程教育转型计划,致力于跨学科,以项目为中心的综合学习,培养学生必要的技能、知识和素质,以应对21世纪带来的严峻挑战<sup>[6]</sup>。国内许多重点高校也建立了交叉学科研究平台,如清华大学、北京大学、天津大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、西安交通大学、东南大学、同济大学、北京航空航天大学等为医工交叉提供了发展平台。

几十年来,全球的医工结合实践已取得一系列的代表性成果。在医学研究中,电子显微镜、序列分析等拓展了研究的深度;在临床实践中,智能传感器、虚拟现实技术等提供新的智能医疗模式;数字医疗伴随大数据迅速发展,方便患者快捷就诊;从健康卫生保健、生物材料研发、生物信息学、功能基因组学、智能医疗器械开发、成像、康复医学等,都充分展现了医工融合的必要性和重要性。

医学科学在未来将伴随医工结合快速发展,尤其在引进了人工智能技术,医疗器械更新换代、工程技术快速发展、仪器设备智能化,将不断促进医学发展。因此,我国在新时代、新经济挑战下要想抢抓机遇,必须瞄准医工结合,推动现代医学和理工学科交叉融合。

智能医学工程专业是在人工智能、大数据、机器人等高新技术背景下开设的医、理、工融合的新兴交叉学科专业。面向大健康产业培养医工交叉融合的复合型创新人才,重点培养学生掌握人工智能基本原理,能够将智能技术服务临床健康需求;重点学习生物医学、电子信息、数据分析等基础知识,智能医学传感器、医学信号/图像及数据分析、医学建

模与辅助决策等专业知识;具备综合运用电子信息、数据科学知识解决医学智能感知、医疗健康信息分析及数据挖掘、医学智能决策等智能医学复杂工程问题的实践能力。深化医工融合是顺应国家重视健康事业和智能技术迅猛发展的趋势。因此,在构建智能医学工程实验教学资源库时,应注重充分发挥学科交叉融合的优势。

### 2. 探索产教深度融合的创新创业实验教学体系

全球经济复苏和增长以创新驱动为主要动力。技术更新快、创新周期短、成果转化快、涉及学科广、发展模式多是新经济时代创新的主要特点。以学科交叉问题、综合问题和前沿问题等作为导向将创新创业融入实验教学。通过组织学生参加创新创业竞赛、科技创新科研项目等,培养学生的科研创新思维,提升学生的创新创业能力。

新工科建设背景下的新时代大学生,拥有创新创业能力,才能更好地适应社会需求。高校应积极与新工科领域的企业交流合作,为学生提高多样化的创新创业实验教学机会。学生在实验教学过程中,验证理论,积累经验,从而提高核心素养。

利用创新创业实验教学平台,把企业需求作为实验目的,实验教学内容作为岗位实际需要服务。突破思维瓶颈,在已有的创新创业教育理念上加以优化组合,实现交叉学科培养模式。引入典型任务,提升产教融合实验教学内容的针对性。值得注意的是,典型任务项目式实验教学内容要求学生掌握基本理论和方法,但是任何一项典型任务都不可能涵盖所有的理论知识,学生在实验教学过程中学会分析和解决具体问题。因此,智能医学工程专业实验教学资源库应该拥有数量充足、内容丰富的产教融合典型案例库。从多学科、多专业、多角度去选择适应产业实际需求的典型任务的案例项目,此外,专业学科竞赛可对学生的综合能力进行锻炼和检验,在实践中,通过综合性问题体现学生创新能力。学生查阅资料文献的能力、运用专业知识解决实际问题的能力、实操能力、团队协作、协调能力等都可通过竞赛得到提高。高校可以定期举办有关创新创业的论坛或比赛,以赛促教可提升学生们的创新能力。

基于产教融合的典型任务项目,构建以实验、设计、工程训练、创新为主线的开放式、立体式智能医学工程实验教学资源库,促进理论、能力和综合素质协调发展。通过参加学科竞赛,鼓励学生自主实践、自主管理,使学生的综合素质得到提高。能够运用所学知识解决实际问题,实践能力和创新能力都随之提升,适应新兴产业对工程人员的需求。



### 3. 依托粤港澳大湾区强化区域高等教育协调发展

粤港澳大湾区是连接国内国际两大市场、引领国内双向开放的地方，是综合性国家科学中心的重要承载地区，也是“一带一路”的重要支持区域。粤港澳大湾区已形成新能源汽车产业、通信电子信息产业、无人机产业、机器人产业等产业集群，是中国建设世界级城市群和参与全球竞争的重要空间载体。珠江东岸以深圳、东莞、惠州为代表，逐渐形成互联网、人工智能、电子信息产业、生物医药、科技创新、新材料等以新兴产业和高科技为主的产业集群；

新工科在应用型人才培养上，应聚焦新技术和区域产业需求及未来发展。探索建立校校、校企、校地以及国际合作的多样机制。高等教育机构作为人才培养和知识生产活动的核心机构，逐步与区域战略发展规划紧密结合在一起。区域教学协同发展要有核心、有方向，完善顶层设计，实现全方位协同育人机制。

中国早已开启关于区域发展与高等教育协同发展的研究<sup>[7]</sup>。推进粤港澳大湾区与新工程建设融合发展需要探索融合目标、构建机制、塑造主体和加强文化培育。高校应根据资源需求的变换，紧跟新兴产业发展的势头，融入区域发展的优势，从微观上，以模式创新来探索面向产教融合的新工科教育新模式<sup>[8]</sup>。

智能医学工程实验教学资源库构建应从微观上以模式创新为着力点，探索新工科区域发展与高等教育协同发展新模式<sup>[9]</sup>。通过建立现代产业学院，以现代信息化技术为支撑，推动优势学科与地方产业互动，强化区域产业需求与高等教育的协调发展。

### 三、智能医学工程实验教学资源库框架的构建

#### 1. 定位

智能医学工程专业是新兴交叉学科，高度融合数理基础、医学知识和智能工程技术手段，培养出能够运用所学知识进行临床转化，适应时代发展的复合创新型人才。智能医学工程的研究领域包括智能医学影像识别、医疗机器人、精准医疗、智能健康大数据挖掘、智能药物研发等。根据医工融合专业架构特点和应用领域区域发展优势构建智能医学工程专业实验教学资源库具有现实意义。通过实验教学的启发和引导，激发学生产生对科学探索的兴趣，鼓励学生申请各类科研训练项目和参加学科竞赛，培养学生实践能力、沟通能力和团队合作能力。

#### 2. 结构

探索层次化实验教学结构，搭建“四层次”智能医学工

程实验资源库。“四层次”实验资源库架构以培养学生创新精神、实践能力为宗旨，以多学科交叉型实验教学设计为理念，融会贯通以基础实验、专业综合实验、研究创新实验和项目应用实验为基础构建的“四层次实验结构”，如图1所示。重点加强研究创新实验和项目应用实验教学，通过文献检索、方案制定、有机合成、谱图解析和结果评价等多环节的锻炼，提高学生的学习热情和实验技能。

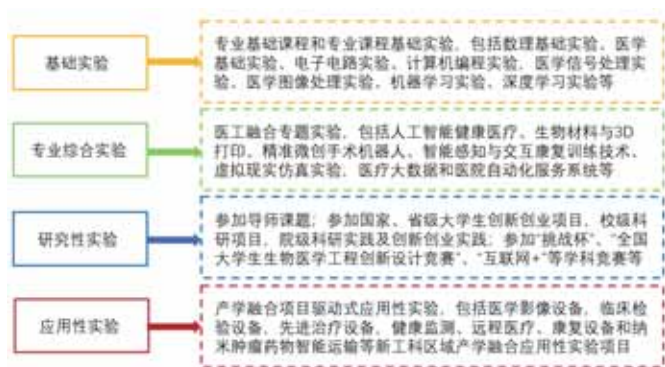


图1 “四层次”智能医学工程实验教学资源库架构

研究创新实验是培养应用型、创新型人才的途径之一。从培训技能、提升竞赛能力和开展科研锻炼等角度培养创新实践能力。技能培训可通过基础实验实现理论和实践相互验证，巩固学生的基础专业知识。鼓励本科生通过科研项目和竞赛提升创新创业能力，积极参加国家大学生创新创业项目、广东医科大学科研训练计划、院级课外科研实践及创新创业实践计划和各类学科竞赛。在科研锻炼中，学生需要学会交叉运用各种专业知识解决复杂问题，提升科研思维，锻炼科研能力。

#### 3. 内容

智能医学工程专业以生物医学工程、医学技术、计算机科学与技术为学科主干，课程有高等数学、大学物理、医学信号处理、电子电路基础、医学成像技术、嵌入式系统与微机原理、人工智能与机器学习、智能医学传感器、数据库原理、医学大数据分析等。

智能医学工程专业的学生能够将人工智能、计算机技术等应用于智能医疗的各个环节。毕业后可从事智能医学检测仪器研发、智能医学图像处理、智能检验、智能医学病案管理、远程医疗、智能康复等。学生可在医院、医疗机构、高校、研究所和智能医疗企业从事与本专业相关的工作，或继续学术深造。

智能医学工程专业实验教学的设计理念和内容要结合教学大纲，具有学科交叉医工融合的专业特点，坚持以地方需

求为向导,充分考虑大湾区智能医学工程产业结构,立足于培养面向精准医疗与智能康复设备等研发的应用型人才,创新引领地方智能医疗产业发展的新专业内涵建设。在典型案例选择中,需强化对研究成果的临床应用性、产业化前景的关注。应用性实验内容要体现产业发展需要的新技术,应以真实产业项目、典型工作任务等为导向。将知识、能力、遵守规范、爱岗敬业、认真细致、崇尚科学、精益求精、勇于创新、善于实践、终身学习意识培育有机结合。此外,针对课程特点,通过实验教学中思政元素的挖掘,如团队合作、医学伦理、爱国主义教育等,将知识、技能和价值观统一。实验教学资源库的内容设计思路,如图2所示。



图2 智能医学工程实验教学资源库实验内容设计思路

目前, AI辅助的影像识别与诊断、可穿戴智能系统、医疗健康管家、智能材料、治疗机器人、智能手术机器人、智能康复系统等都是医工交叉领域的新技术与新成果。智能医学工程实验教学资源库构建应紧跟时代和区域产业发展需求,及时地调整实验内容。结合区域产业发展优势,设计典型的医工融合案例,如智能影像识别、外科手术导航定位系统等。构建模块化实验内容,拥有医工融合、区域教育协同发展等新工科建设特点。从理论基础、科研项目到产业应用,全方位、多角度、深融合等角度设计实验内容。通过科学化设置的实验教学内容,展现智能医学工程专业的引领性、创新性。

#### 4. 考核

合理制定实验教学考核机制,从区域产业对应用型人才的需求入手,构建过程和结果“双维度”考核机制。优化综合评价指标和评价方法,从知识、能力、综合素质等方面考核。坚持以问题为导向和过程管理细致化,建立科学的评价指标。实验前、实现中和实验后建立有效地信息共享和经验交流渠道,实时反馈实验教学效果。

#### 结语

新工科背景下,智能医学工程实验教学资源库的构建和探索,丰富了实验教学资源,加快了教学改革的速度,丰富了实验教学手段。广东医科大学智能医学工程专业从实验资源库的定位、结构、内容和考核四个方面探讨以新工科建设为契机的智能医学工程专业实验教学资源库的“四层次”架构。强调实验教学设计与时俱进,符合新工科创新、交融、发展和引领等特征,适应新经济时代社会发展和未来产业对创新人才的需求,不断完善实验内容,推动教学改革。学生的理论知识、实验能力、综合素质得到了提升,社会和企业得到了优秀的符合岗位需要,并且具有发展潜力的多元综合创新型人才。

#### 参考文献

- [1]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(03):1-6.
- [2]林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017,38(02):26-35.
- [3]孙雷.新工科背景下产教融合育人路径探析[J].江苏高教,2021(01):74-77.
- [4]谢冰蕾,吴琳华.融入区域发展的新工科教育建设:逻辑、挑战与进路[J].中国高教研究,2021(06):51-56.
- [5]李鹏虎.粤港澳大湾区高等教育一体化发展:基础、难点及突破[J].世界教育信息,2022,35(09):7-13.
- [6]刘进,王璐瑶.麻省理工学院新工程教育转型:源起、框架与启示[J].高等工程教育研究,2019(06):162-171.
- [7]吴岩,刘永武,李政,刘祖良,王怀宇.建构中国高等教育区域发展新理论[J].中国高教研究,2010(02):1-5.
- [8]赵继,谢寅波.中国高等教育高质量发展的若干问题[J].中国高教研究,2019(11):9-12.
- [9]张发旺.区域高等教育协调发展:多维目标选择与战略统筹机制[J].中国高教研究,2020(08):6-10.

#### 作者简介

马莎(1984.12—)女,陕西西安,汉,英国中央兰开夏大学博士,广东医科大学生物工程学院讲师,生物医学工程学院研究生秘书,研究方向为康复系统研发,机器视觉应用,以及生物医学工程建模。

#### 通讯作者

邱贤秀(1987.10—),广东惠州,汉,女,博士研究生,副教授,东莞市医学活性分子开发与转化重点实验室副主任,研究方向是教学管理与心理研究。