

西安交通大学医教研产深度融合建设模式与路径探析

生命学院

习近平总书记在党的二十大报告中指出,要坚持“科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”,践行科教兴国、人才强国以及创新驱动发展战略,积极开拓全新发展领域与赛道,持续塑造发展新动能、新优势。

一、医教研产深度融合的背景及现实意义

进入数字经济时代,新一轮科技革命和产业变革蓬勃兴起,知识更新速度显著加快,从科学发现到技术发明、再到应用和商业化的周期大幅缩短。我国以临床需求为导向,围绕重大疾病防治与核心技术攻关,强化医疗、教学、科研与产业协同,促进生物学领域的理论创新、技术变革与成果转化,努力突破关键技术“卡脖子”制约。这一背景下,交叉融合已成为科技创新的主路径,科研范式经历深刻变革,医教研产深度融合承载着重要使命。

从现实层面看,医教研产深度融合是破解我国医疗科技体制中临床、科研与产业相脱节问题的关键举措。通过构建以医工交叉为特色的创新生态系统,有效贯通从临床需求提出到技术研发再到产业转化的完整链条,推动人才、知识、技术等创新要素高效流动和优化配置,实现科技创新、产业升级与临床服务水平的同步提升。

从国际实践看,跨学科融合机制已成为医学创新的共同趋势。例如,哈佛大学与麻省理工学院联合创立健康科学与技术(HST)项目、梅奥诊所的跨领域协同模式等,都通过医学与工学等领域的深度融合走在医学前沿。我国也涌现出一系列医教研产融合的成功案例:如复旦大学附属中山医院与联影医疗产学研合作研制高场强磁共振设备,北京积水潭医院自主开发骨科手术机器人等。这些案例充分验证了医教研产融合在推动技术突破和临床应用方

面的显著成效,表明临床需求牵引下的跨界协同创新能够加速医疗科技成果产出。

然而,尽管我国在产学研合作方面已有较多探索,但在医教研产深度融合机制,尤其生物学工程等理工医交叉领域仍处于初步阶段,亟待系统总结实践经验、完善制度设计。一方面,传统线性科研范式难以适应当前复杂问题的挑战,亟需通过体制机制改革催生跨学科融合的新范式。另一方面,需要前瞻研判数字化与智能化浪潮对医教研产融合的深远影响,提前布局相应战略举措,使我国能够在新一轮科技革命中抢占先机。本研究基于西安交通大学的探索实践,提出深化医教研产融合的改革路径,为进一步推动科研成果转化、服务健康中国战略提供参考。

二、西安交通大学医教研产融合发展现状

(一)建设背景

西安交通大学是我国最早兴办、享誉海内外的著名综合性大学之一。早在1978年,学校就在全国率先创立生物学工程学科,填补了国内该领域的空白。此后,学校始终以服务人民生命健康的重大需求为目标,依托理工科强势基础,攻坚克难,成功研制出相控阵超声诊断仪、人工电子耳蜗等我国首台(套)医学诊疗仪器,在多个关键技术领域实现了“零”的突破。2000年,学校与西安医科大学合并,进一步贯彻“强工科”“大医科”发展战略,设立西安交通大学医学院。2012年组建医学部,下设8个教学实体单位,建成生理学、法医

学、泌尿外科、皮肤病与性病学等4个国家重点学科和25个国家临床重点专科,依托国家医学中心、国家医学攻关产教融合创新平台、现代医学电子技术及仪器国家专业实验室等优势平台,推动医学与工学、理学等多学科交叉融合发展。2019年,中国西部科技创新港全面启用,学校聚焦科技成果转化需求,坚持校企地一体联动,产业研深度融合,深入实施产教融合、协同育人“6352”工程,探索“1121”企业主导的产教融合新模式。与289个单位签署共建联合研究院协议,建立100个校企深度融合创新联合体。成立全国首家技术经理人学院,提升科技成果转化效率和质量。聘请企业导师1091名,培养工程硕博士2326名,服务陕西医疗、经济、教育的高质量发展,建设教育科技人才一体改革示范区,打造科技成果转化的“特区”和区域创新引擎。

为加速建设“扎根西部、服务国家”的医教研产融合高地,学校积极探索医教研产深度融合的新模式,构建了从人才培养到产业落地的完整创新链条。以“解决真临床问题、真解决临床问题”为导向开展高水平科学研究,依托附属医院和相关科研平台,面向真实临床需求揭榜攻关。以学科交叉和产教融合为抓手,培养胜任医疗器械研发、监管、应用全链条的高素质复合型人才。以产教融合为路径,加速成果落地,通过临床式推广和设备成果转化,加速高价值科研成果产业落地,真正实现教学-科研一体、学科交叉、产教融合、协同育人、联合攻关的办学新格局。

(二)取得成效

经过持续努力,西安交通大学医教

研产融合在以下方面取得了显著进展：

学科发展方面：生物医学工程学科于1988年获评国家重点学科，2000年入选首批国家一级重点学科。2012年组建医学部，下设各临床学院和研究机构，建成多个国家重点学科和临床重点专科。2019年迎来首批生命医学板块研究生入驻创新港，生命、医学等学科方向在创新港加速融汇。2022年，教育部正式批准西安交通大学开设医工学本科专业，为生命医学板块的发展注入新活力。这些举措使学校医学相关学科实现跨越式发展，在国内生物医学工程及相关领域保持了领先地位。

团队建设方面：按照学校“医学交叉博士后—青年优秀人才—青年拔尖—四青人才—领军人才”到战略科学家的完整人才梯队建设思路，目前生命医学板块已形成一支由国家级领军人才领衔、青年骨干为中坚的高水平师资队伍。围绕重大疾病机理揭示、疾病诊疗技术攻关、临床应用/产品转化等方向，涌现出多支理工医交叉的前沿研究团队。其中，徐峰教授带领的仿生工程与生物力学研究团队，结合理工学者扎实的科研基础与临床专家敏锐的医学洞见，深入挖掘临床疑难背后的科学“真问题”，在国际上首次系统阐释了“力医学”的概念体系与科研范式，为揭示疾病发生发展的生物力学机制、开发力诊断与力治疗新技术提供了理论支持和技术保障。研究成果荣获国家自然科学基金二等奖、教育部科技一等奖，并与行业龙头企业共建生命健康研究院，致力于新型高端医学装备的开发转化。叶凯教授带领的信息与生物医学交叉团队，凝聚生物医学、数学、物理、

计算机等多领域学者集体攻关，构建了从生物医学大数据分析、前沿生物技术研发到临床应用的全链条创新体系；在《Science》《Nature》等顶尖期刊发表了一系列原创成果，取得信息与生物医学交叉领域的多个“第一”。

平台建设方面：经过数十年不懈耕耘，学校在生命医学板块建成了2个国家级科研基地（国家医学中心、国家医学攻关产教融合创新平台），多个人社部、省部级重点实验室、工程技术研究中心和校企联合研究中心。入驻创新港以来，学校以《“健康中国2030”规划纲要》为指引，聚焦“四个面向”，通过医教研产融合新模式，围绕生物医学与健康工程领域关键科学问题和核心技术，新建生物医学与健康工程研究院、转化医学研究院、Med-X研究院、药物科学与技术研究院、生物证据研究院、全球健康研究院、精准医疗研究院等一批交叉研究平台，为学科建设、科学研究和人才培养提供有力支撑。

成果转化方面：作为国内较早关注医疗设备研发并创立生物医学工程学科的高校，西安交通大学在多项医学装备的关键技术上实现国家“零”的突破。学校在临床术式创新与转化方面同样取得了领先成果，成功实施了世界首例全磁导航气管插管术、世界首例完全可降解卵圆孔未闭封堵器植入术，第一附属医院联合企业研发的体外膜肺氧合（ECMO）设备率先在国内进入临床试验阶段，世界首台输出功率30W的蓝激光手术设备由校企合作研发并投入临床使用。这些标志性成果有效推动了先进医疗技术从实验室走向临床一线。

(三)存在问题

学校通过数十年的实践探索,在医教研产融合方面取得了显著成绩,但面对百年未有之大变局和国内高校竞相发展的态势,理工医深度融合上仍存在一些短板弱项,有待进一步突破:

高端人才与团队建设不足。目前学校生命医学领域领军人才数量偏少,仅有7人,而同层次的上海交通大学和四川大学分别有40人和18人。理工科与临床医学的协同主要停留在个人合作层面,有组织的建制化大团队尚未形成,围绕重大医学问题的特色研究方向需进一步凝炼。同时,生命医学相关研究生招生规模偏小,占全校招生总数约12%,远低于上海交通大学、四川大学超过50%的比例,交叉领域高层次后备人才储备不足,制约了医教研产融合的可持续发展。

重大项目与长期科研支持欠缺。学校在国家级重大、重点科研项目的争取上相对薄弱,高水平的有组织交叉研究项目储备不足。由于理工医交叉研究周期长、结果不确定性高且难以归入单一学科管理,青年教师在申报课题时面临长周期、高质量支持需求与现有资助体系偏重短期产出的矛盾,容易出现“想做的重大项目拿不到、能拿到的项目不够用”的困境。

科研平台有待进一步提升。学校传统优势理工科已建设11个全国重点实验室,但生命医学板块尚未实现国家级重点实验室“零的突破”。相比之下,上海交通大学、四川大学等理工医融合优势高校在理工科和生命医学领域均建有多个国家级科研平台。重大科研平台的缺乏,导致我校在生命医学领域

获得国家级奖项、高被引论文等方面与同层次高校存在显著差距。高能级平台不足也限制了多学科交叉科研的深度和影响力。

成果转化与产教融合机制需完善。当前产教融合和理工医交叉的有效机制尚在探索中。虽然学校已大力推进校企联合共建研发平台,但其中涉及生命医学相关领域的仅占少数。近三年以来,医教研产融合促成的实际产品转化成果远低于预期,输出成果仍以论文为主,生物医工领域专利和产业化产品偏少,体现出交叉研究从成果产出到落地转化周期长、投入高的特点。

三、数字化转型与AI赋能下理工医融合的发展新趋势

当前,数字化和智能化浪潮正重塑科技创新生态,对理工医交叉融合的发展逻辑带来诸多新的启示和要求。高校作为知识创新和人才培养的高地,必须紧扣这些趋势,主动求变,才能在新赛道上赢得先机。

(一)科研范式的智能化变革

人工智能、大数据等技术深度融入科研过程,催生出以智能化科研为特征的全新范式。这一范式下,机器不再仅仅是辅助工具,而成为科研体系中的智能主体之一,科研方法从过去以人为中心,向“人-机耦合”双中心转变。这场科研范式的变革,使得研究者能够借助AI强大的数据处理和模式识别能力,去探索传统方法难以企及的复杂问题领域。例如,在生物医药领域,AI算法可以从海量分子结构和临床数据中发现新规律,显著缩短新药研发周期,提升成功率。医疗影像诊断借助深度学习

实现了前所未有的精度和效率提升。可以预见,智能技术的广泛应用将持续突破科研边界,推动理工医等领域出现更多从“0到1”的原创成果。

(二)团队协同与大平台攻关成为主流

现代生命科学与医学问题往往复杂庞大,单一学科和少数人难以应对。当下,科研正从小团队的自由探索,快速转向大团队的有组织协同攻关模式。跨领域协同也成为解决重大科学问题的必然选择。这一趋势在全球范围内都有体现,例如哈佛大学 Wyss 研究所自 2009 年起组建跨学科团队,将生物学家、工程师、临床医生与企业技术专家融为一体,共同开发颠覆性生物医学技术。又如国内北京航空航天大学成立生物医学工程学院、医学工程学院、医工交叉创新研究院“三院”,以及两个高精尖中心,打造理工医融合的科研集群,实现计算机、机械、材料、医学等多学科的大团队联合攻关。这些实践表明,在数字化工具和远程协作平台的支持下,“组团式”创新的效率和产出大大提高。

(三)学科交叉的人才培养新模式

数字时代的竞争归根结底是人才竞争,理工医深度融合对创新人才提出了全新要求。传统的学科式人才培养模式已难以适应交叉创新的需要,各高校纷纷探索更加开放融合的人才培养体系。北京航空航天大学开设“医工交叉实验班”,其培养方案中工程实践类课程比重高达 77.3%,远超传统工科要求,确保学生具备坚实工科基础和医学素养。协和医学院与清华大学合作的“协和医工班”定制了 Pre-Med 课程并

实施“双导师制”,由医学院导师深度参与工科课程实践,促进医学生跨界成长。

(四)创新成果转化生态的演进

数字化转型不仅改变了科研过程,也深刻影响着成果转化和产业生态。产研协同正在从研发链条的末端前移到起点,企业、医院等应用端主体更早地介入高校科研过程,共同定义问题和研发目标,从而缩短“实验室到市场”的距离。在医疗健康领域,大数据和互联网平台让临床需求和科研供给的对接更加高效,开放式的创新生态提高了成果转化效率。与此同时,各类协同创新平台蓬勃发展,政府、高校、企业、投融资机构合力打造产学研用融合的创新网络。深圳等地建立医疗器械产业创新中心,汇聚高校研究院、医院临床试验中心和企业孵化器于一体,提供从研发、检测到注册、生产的全流程服务。人工智能技术的引入也催生了数字孪生、虚拟临床试验等新型转化模式,降低了成果转化的时间和资金成本。

总之,数字化和智能化时代为医教研产深度融合带来了前所未有的机遇,也提出了更高的要求。高校应顺势而为、趁势而上,围绕科研范式、组织模式、人才培养和转化生态等方面积极谋划布局,推动自身的理念更新和体系变革。

四、深化医教研产融合的改革举措

未来,西安交通大学需要从科学研究组织、人才培养模式、成果评价体系和学术生态营造等方面进行系统改革创新,打造“需求牵引—学科交叉—成果转化”闭环的医教研产融合发展新

模式。

(一)构建建制化多学科团队,驱动医教研产协同创新

面对复杂重大医学科技问题,依托有组织科研组建跨学科大团队攻关是大势所趋。学校应借鉴国内外建制化团队的成功经验,依托学科优势,打破院系壁垒,整合工科各院系、医学院及附属医院等资源,组建若干聚焦重大疾病诊疗、智慧医疗装备等方向的医教研产一体化创新中心。这些中心采取实体化运行机制,明确共同的发展目标:即协同申请重大科研项目(研),联合培养理工医交叉复合型研究生(教),合作开展临床研究试验(医),协同推进技术产品开发(产),实现“四位一体”的紧密合作。学校应在人财物等方面给予创新中心长期稳定支持,如提供专项启动经费、研究生招生名额倾斜、科研绩效单列考核等政策保障。破除体制障碍,建立人员“双聘”机制,教师在原单位和创新中心的业绩均予以认可。同时,设立“交叉学科人才基金”,鼓励和资助青年医生与工程师结对开展高风险、高潜力的前沿探索。通过机制创新和持续培育,形成一批高水平的理工医交叉创新团队,逐渐成为学校在医教研产融合领域的科研尖兵和成果产出主力军。

(二)培养交叉复合型人才,夯实医教研产融合基础

教育兴则国家兴,教育强则国家强。一体推进教育科技人才发展的关键是产学研深度融合。深化教育教学改革须着眼于培养复合型、交叉型创新人才,构建适应理工医融合的全创人才培养体系。一是重塑课程体系,推动工学、医学、理学等课程模块交叉融通,建

立“平台+模块”的课程体系,设置公共的数理基础平台课和专业方向模块课,允许学生根据兴趣和研究方向灵活组合选修,从本科阶段即拓展医工融合视野。二是推行项目制培养。建立跨学科创新项目库,将附属医院临床需求、校企联合实验室技术难题以及教授前沿课题等汇集成项目清单,供学生团队选择。采用“1+1+1”导师组模式(临床医生+基础研究导师+工程导师各一名)指导学生,通过真实科研项目驱动学习,在解决实际问题过程中培养学生创新实践能力。三是改革人才选拔评价机制。实施“交叉学科菁英计划”,在研究生招生、保研推免等环节设立交叉专项名额,突出对学生跨学科背景、科研潜质的考查。对交叉培养的学生,在评价其毕业论文或成果时,引入第二学科导师评议机制,综合衡量其跨领域创新能力。通过以上举措,造就既通晓医学需求又精通工程技术、具有宽广视野和协作精神的新型人才队伍,成为医教研产融合持续发展的源头活水。

(三)建立长周期、多维度的成果评价体系,支撑持续创新

医教研产融合研究具有周期长、投入大、回报期不确定的特点,传统以短期论文数量、影响因子为导向的考核方式不利于交叉科研的发展。为此,需要建立宽容失败、鼓励原创、注重转化的长周期多维评价体系。具体来说,学校可在现有考核框架中引入长周期评价机制,对从事医工交叉研究的项目和人员,不以年度论文数量作为唯一标准,而更加关注研究过程质量和阶段进展,每年由团队提交进展报告,进行过程评估,允许有价值的研究按自身规律推

进,避免过度追求短期产出而“揠苗助长”。同时,完善代表性成果认定制度,明确多元化的成果形式,将临床诊疗方案改进、新产品原型研制、关键技术标准制定、专利转化、教材与软件开发等均纳入科研成果范畴。对交叉团队的评价,引入定性和定量相结合的方法,根据成果的创新性、实际贡献和影响力进行分类分级认定。建立校内同行评议和用户评价并行机制,邀请医学界和产业界专家共同参与成果评价,尤其注重成果在临床应用中的效果反馈和市场转化前景。通过上述改革,营造以创新价值和实际贡献为核心的评价导向,让科研人员心无旁骛投入长期攻关,为医教研产深度融合提供可持续的动力支撑。

(四)营造开放融合的学术生态与文化,激发协同创新活力

学术创新思维的迸发往往源自多元交流与思想碰撞,学校应着力营造鼓励交叉融合的科研文化和环境,激发师生自主创新动力。一方面,可以在校园内建设开放式医教研产创新社区,定期举办主题沙龙、创新大赛等活动,邀请医生和产业界出题,促使师生团队围绕真实问题竞相攻关。另一方面,设立“交叉种子基金”,每年面向校内年轻师生团队开放申请,资助那些新颖奇特的跨学科探索性想法,允许失败,鼓励大胆尝试,孕育“从‘0’到‘1’”的原始创新。再者,可以打造品牌性的跨学科创新活动,如每年举办校级医教研产融合创新大赛,邀请附属医院和合作企业提出真实课题,由学生和青年教师组队攻关竞赛,优秀项目给予孵化支持。这既是学校学术文化的名片,也在竞赛中发掘和培育

有潜力的跨界创新项目。通过一系列举措,逐步形成崇尚交叉、鼓励合作、宽容失败的校园科研文化,使各学科人才在思想火花的碰撞中产生创新灵感,在协同攻关中实现知识增殖与成果涌现。

五、结语

面向国家战略需求和数字智能时代的挑战,西安交通大学将以高水平科技自立自强为目标,系统推进有组织科研与建制化团队建设,采用“揭榜挂帅”、首席科学家负责制等新型科研组织模式,加强数字科研基础设施,构建资源开放共享与协同攻关机制,建立以创新价值和学术贡献为核心的长周期、多维度成果评价体系,为科研人员开展“0到1”的原始创新营造持续稳定的环境。在此基础上,依托创新港北区建设,打破传统院系和学科边界,系统整合理、工、医、文四大板块的8大创新平台、29个研究院和300余个科研基地,打造集科研区、教学区、孵化区于一体的融合载体,形成覆盖科研、教育、成果转孵化和综合服务于一体的开放创新生态。这一系列举措将有力推动学校在高层次人才引育、重大成果产出和战略科技力量建设等方面实现新的跨越,加快建成教育、科技、人才一体化改革和产教深度融合的示范高地,为国家和区域的高质量发展注入源源不断的强劲动能。

作者

刘 茹 西安交通大学生命学院党委书记

徐 峰 西安交通大学生命学院院长

杨 哲 西安交通大学生命学院副教授

庞 瑞 西安交通大学生命学院科级
干部

曲 凯 西安交通大学第二附属医院
副主任医师

韩 菊 西安交通大学第一附属医院
一级组织员

郭 卉 西安交通大学第二附属医院
副院长

滕 晶 西安交通大学口腔医院党委
书记

裴丹丹 西安交通大学口腔医院副
院长

何晓聪 西安交通大学生命学院副
教授

刘 灏 西安交通大学生命学院副
教授