

“四协四融”培养地方高校化材类创新人才探索与实践

汪靖伦, 周虎, 郑柏树, 李国斌, 岳明, 周智华*

湖南科技大学化学化工学院, 化工与材料国家级实验教学示范中心(湖南科技大学), 湖南 湘潭 411201

摘要:新形势下创新人才的培养是创新型国家建设和地方经济发展的重中之重, 高等学校作为人才培养的重要机构, 在创新型人才培养过程中肩负着重要使命。本文针对地方高校化材类创新人才培养中遇到的具体问题, 提出“具备学科交叉优势、具有创新思维与工程实践能力、拥有国际化视野和竞争力”的地方高校化材类创新人才培养新理念, 并以新理念为指导构建团队协同、学科融合, 资源协同、教科融合, 校企协同、产学研融合, 开放协同、国际融合的“四协四融”全方位全过程地方高校化材类创新人才培养新模式。

关键词: 化材类创新人才培养; 四协四融

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of “Four Cooperations and Four Integrations” to Cultivate Innovative Talents in Chemical Materials in Local Colleges

Jinglun Wang, Hu Zhou, Baishu Zheng, Guobin Li, Ming Yue, Zhihua Zhou *

National Experimental Teaching Demonstration Center for Chemical Engineering and Materials, School of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, Hunan Province, China.

Abstract: Under the current situation, the cultivation of innovative talents is paramount for building an innovative country and developing the local economy. Higher education institutions play a critical role in this process. The article addresses the specific challenges encountered in the cultivation of innovative talents in chemical materials at local colleges. It introduces a new concept for talent development that emphasizes interdisciplinary advantages, innovative thinking, engineering practice skills, and international perspective and competitiveness. Guided by the new concept, a multifaced and comprehensive “Four Cooperations and Four Integrations” model is constructed. This model promotes team collaboration and interdisciplinary integration, resource sharing and teaching-research integration, university-enterprise cooperation and industry-academia-research innovative talents in chemical materials at local colleges.

Key Words: Cultivation of innovative talents in chemical materials; Four cooperations and four integrations

人才是第一资源、创新是第一动力, 创新型人才的培养是实现高水平科技自立自强的必然要求, 是促进经济社会高质量发展的战略选择^[1]。培养人才是教育的核心职能, 高质量人才培养根本要依靠高质量教育。在全面提高人才自主培养质量的过程中, 教育具有基础性、全局性、先导性作用。而高校是人才培养的主阵地和创新创造的主力军, 更是国家发展、社会进步的重要基石。中国特色社会主义进入新时代, 各行各业对高层次创新人才的需求更加迫切、对高校培养拔尖人才的需求也

收稿: 2024-05-07; 录用: 2024-05-20; 网络发表: 2024-06-11

*通讯作者, Email: zhzhou@hnust.edu.cn

基金资助: 教育部高等教育司产学研合作协同育人项目(202101172002, 202101052011); 湖南省普通高校青年骨干教师培养项目(H22105)

更加凸显^[2]。

湖南科技大学大学化工与材料实验教学中心(以下简称“中心”)成立于2006年,2016年被教育部批准为化工与材料国家级实验教学示范中心。“中心”经过多年的探索与实践,围绕国家创新驱动发展战略和湖南省“三高四新”战略等对创新人才的需求提出了“具备学科交叉优势、具有创新思维与工程实践能力、拥有国际化视野和竞争力”的地方高校化材类创新人才培养新理念^[3],并以此为指导,构建了团队协同、学科融合,资源协同、教科融合,校企协同、产学研融合,开放协同、国际融合的“四协四融”全方位全过程地方高校化材类创新人才培养新模式,取得了一系列突出的教学科研成果,培养了一大批全面发展的优秀人才。本文围绕“四协四融”培养地方高校化材类创新人才背景、创新实践以及实践成效等方面展开分析,希望能对相关高校创新型人才的培养提供一些借鉴作用。

1 “四协四融”培养地方高校化材类创新人才背景

地方高校占全国普通本科高校总数95%以上,是我国高等教育的主力军^[4],当前国家现代化建设和高质量发展对高校创新型人才培养的数量和质量都提出了更高的要求,国内众多地方高校认识到了进行创新人才培养教学模式改革的紧迫性。对于地方高校化材类创新人才培养情况,“中心”对化材类学生培养的师资、课程体系、科研能力、实践能力和国际交流能力等方面的情况已展开调查,并归纳总结地方高校化材类创新人才培养过程中面临的主要问题:

(1) 重学科专业知识轻学科交叉。高校人才培养体系较完整,但各层次人才培养体系相互独立,课程体系具有较清晰的学科边界,过于强调学科专业知识结构,且聚焦单一学科、单一学段。本硕博学段有效衔接不够,其相互割裂的模式不但导致教学与管理资源的极大浪费,也不利于形成一个纵向可提升、横向可转移的全贯通人才培养体系。

(2) 重科学研究轻教学。目前,高校研究生培养重成果产出,对教学、科研成果转化为教学资源意识和重视程度还非常不够。教师对论文、课题、经费过分关注,对教学精力投入不够,且科研前沿成果转化教学资源不足,没有充分发挥科研在人才培养中的积极作用,教学科研之间的协同亟需加强。

(3) 重理论研究轻产业实践。部分高校研究生教育知识结构难以真正满足社会经济发展的需要,一味注重学科知识逻辑,偏离产业需求,学生普遍缺少工程实践经验,创新实践能力培养不足,从而导致人才培养供给与产业需求脱节。

(4) 本土教育资源轻国际化人才培养。化材领域的创新性和国际前沿性决定了化材类创新人才必须具有国际化视野和竞争力。国际化人才的培养有赖于丰富的国际化教育资源,部分高校特别是内地地方高校,局限于本校、本地的教育资源,难以满足日益增长的国际化创新人才培养需求。

2 “四协四融”培养地方高校化材类创新人才的创新实践

针对地方高校化材类创新人才培养过程中存在的普遍问题,“中心”深入分析化材类学生培养的特点和国家创新驱动发展战略及地方经济社会发展对创新人才的需求,着力构建地方高校化材类创新人才培养体系。全面优化多学科研究方向与专业知识相适应的化材类本硕博一体化培养方案,综合运用文献阅读、调查分析、案例分析、行动研究、总结提升等方法,确立“具备学科交叉优势、具有创新思维与工程实践能力、拥有国际化视野和竞争力”的化材类学生培养理念,并以其为指导构建团队协同、学科融合,资源协同、教科融合,校企协同、产学研融合,开放协同、国际融合的“四协四融”全方位全过程地方高校化材类创新人才培养新模式,如图1所示。

2.1 团队协同、学科融合,提升学生跨学科素养

坚持“德育为先、德学兼修”的全面育人观,优化思政与学科专业“以德为先、同向同行”的课程体系,通过多学科导师队伍的组建,构建了跨学科交叉、跨院、跨校的团队导师联合指导模式,

丰富学生的多学科交叉知识结构。采取师生集中讨论、跨课题组研讨、多元化讲座与学术沙龙等师生协同方式，构建了完善的科研训练平台和创新能​​力培育体系，增强学生的跨学科素养。通过全面优化多学科研究方向与专业知识相适应的培养体系，包括课程体系、教材体系和培养环节，形成了知识结构完整、课程衔接合理、培养环节优化的本硕博一体化方案，构建了本硕博跨学科课程共享和科研互助体系，实现本硕博学段贯通的协同培养。

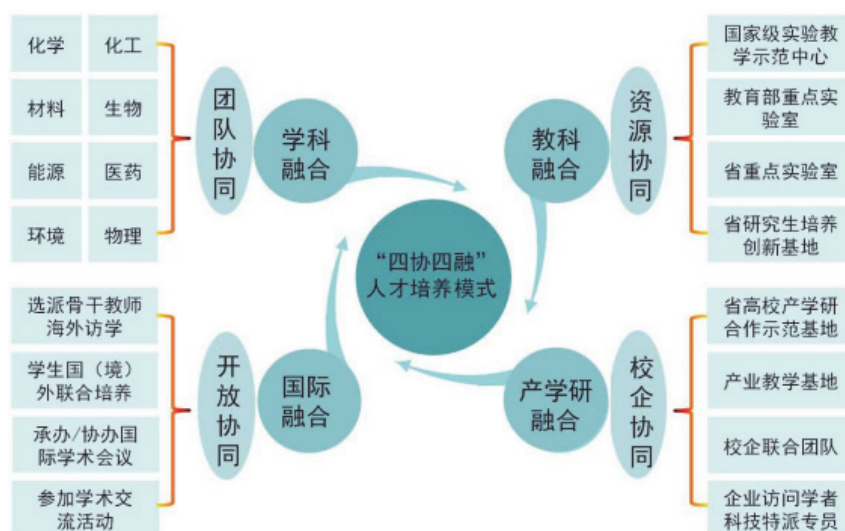


图1 “四协四融”人才培养模式

2.2 资源协同、教科融合，提升学生创新能力

充分发挥国家级实验教学示范中心和教育部重点实验室等平台支撑作用，促进优质科研资源转化为育人资源和优势，把科研设施转化为教学创新平台，把科研成果转化为教学内容，把“科学研究的密度”转化为“教学创新的浓度”，为学生提供多元化的实践平台。依托科研项目，以科学问题为导向，把科学研究融入教学过程，为学生开展科学研究搭建平台，设立创新基金项目、学生科研创新研究项目(SRIP)项目等，引导学生积极参与学科竞赛活动，着力培养学生的创新能力。鼓励教师将最新科研成果融入人才培养，编写专著教材，如出版《有机化学中的取代基效应》(科学出版社，2003年第一版，2019年第二版)、《环境电化学研究》等专著作为教材，出版《有机化学拓扑量子方法》《糖化学》等专著作为教学参考书；同时鼓励教师开设反映学科前沿与发展的研究性课程，及时纳入化学、化工、材料等学科及教师的最新科研成果，强化课程核心内容与专业特色，突出创新能力培养，以高水平的科学研究支撑高质量的人才培养，促进教科深度融合。

2.3 校企协同、产学研融合，提升学生工程实践能力

以国家创新驱动发展战略和地方经济社会发展需求为导向，以校外创新实践教育基地为纽带，构建“五共同”产学研全方位融合机制：建设专业指导委员会，共同规划专业建设和制定人才培养方案；融合企业先进技术知识、真实案例等，共同开发项目化课程；选派骨干教师以企业访问学者或科技特派员身份入驻企业锻炼，与企业共同开展关键技术研发，增强教师实施产学研融合培养人才的实践能力，企业选派技术骨干参与专业课教学、指导实习和毕业论文，共同组建校企联合教学科研团队；对接产业教学基地，共同搭建实践教学平台；开展科技项目攻关与成果转化，共同创建技术创新平台，如图2所示。通过在校内打通融合渠道，实现资源共享、平台共建，促进跨学院、跨学科的交叉融合、互动发展；在校外汇聚各类社会资源、拓展育人空间，与政府、行业产业和用户实现多元主体的跨界整合、协同创新，面向产业需求深化教学内容与课程体系改革，以学科前沿、产业和技术最新发展成果更新教学内容，实现人才培养供给侧和产业需求侧融合。



图2 “五共同”产学研全方位融合机制

2.4 开放协同、国际融合，提升学生国际化视野和竞争力

国际化人才的培养有赖于丰富的国际化教育资源，作为内地地方高校，局限于本校、本地的教育资源显然难以满足国际化创新人才培养需求，因此，“中心”坚持“请进来、走出去”两条腿走路。依托化学基本科学指标(ESI)全球前1%学科、省重点学科和教育部重点实验室等，强化国际化教师队伍建设，近年来，遴选30余名骨干教师到国(境)外高校和科研机构进行访学，并建立了长期合作；构建国际化课程体系，将国际最新成果、优秀教材、优质课程引进消化和本土化并融入培养过程；积极承办/协办国际学术会议、邀请国外知名专家来校授课及开展学术讲座，如承办(协办)“第一届国际理论与计算化学概念学术研讨会”“第十二届全国物理有机化学学术会议”“第五届全国储能科学与技术大会”等；制定《化学化工学院研究生赴国(境)外研修与交流资助办法》，鼓励学生赴国(境)外联合培养、参加学术交流活动等。如2017级研究生刘顺刚和刘新艳分别在瑞典OPV Winter School, Prof. E. Wang课题组和University of Texas at San Antonio, Prof. B. Chen课题组访学，分别以第一作者在国际知名期刊*J. Mater. Chem. A*和*Anal. Chem.*上合作发表了学术论文；刘新艳在美期间参与了美国农业部项目(2015-38422-24059)研究；2022级研究生李莎在日本名古屋大学shinokubo教授课题组访学一年，参加日本学术会议并做口头报告一次。研究生张思维、王宏等参加国际学术会议并作报告20余人次，这些举措有效提升了学生的国际化视野和竞争力。

3 “四协四融”培养模式实践成效

“四协四融”培养新模式有效解决了地方高校培养化材类创新人才过程中中学科学段单一化、教研分离、产教脱节、国际视野较窄等问题，使得化材类学科综合实力得到了极大提升，导师团队的教学科研水平得到了有效增强，学生的创新实践能力得到了显著提高并且取得良好的社会反响。

3.1 化材类学科综合实力提升

在化材类创新人才探索与实践过程中，相继获批化学、化学工程与技术、材料科学与工程一级学科硕士点和材料与化工、生物与医药、资源与环境专业硕士学位点等，以及化学一级学科博士点。化学自“九五”至“十四五”为湖南省重点学科，现为ESI全球前1%学科。建成化工与材料国家级实验教学示范中心、理论有机化学与功能分子教育部重点实验室等国家省部级教学与学科科研平台18个。

3.2 导师团队的教学科研水平增强

建成了一支立德树人、爱岗敬业、学术水平高、教学技艺精湛的研究生导师队伍，获批湖南省教学团队、省高校科技创新团队、湖湘高层次人才聚集团队等省级教学科研团队。新增教育部青年长江学者、全国模范教师、教育部新世纪优秀人才、湖南省芙蓉学者、湖湘青年英才、湖南省百人计划等30余人次，省校级优秀研究生导师21人次。获省部级教学成果一、二、三等奖7项、湖南省科学技术奖13项。新增“量子化学基础”“无机化学”等湖南省精品课程和一流课程14门；出版专著与教材19部，主持省部级质量工程项目和教研教改项目50余项，在《大学化学》等期刊发表教研教改论文212篇。

3.3 学生的创新实践能力提高

研究生获省优秀硕士论文17篇，发表学术论文1800余篇(人均2.2篇)，其中科学引文索引(SCI)收录1200余篇，授权发明专利425件，获国家奖学金30人、省优秀毕业生12人，省研究生创新项目26项，“挑战杯”、省研究生创新论坛等省部级及以上学科竞赛奖56项。协同教师积极参与企业技术改造和新产品开发，转化成果30余项，年产经济效益共计2亿余元，产生了重大社会效益。在省学位办历次学位论文抽检中合格率为100%，学科毕业生一次性就业率一直保持在95%以上，排名稳居学校前列，在社会上赢得了良好的声誉：如2007届梁凯现任湖南裕能新能源电池材料有限公司常务副总，2004届余长林获评为广东省“珠江学者”，2015届刘彬硕士毕业后以全额奖学金攻读荷兰格罗林根大学博士学位，后获德国洪堡学者。

3.4 毕业生社会声誉明显增强

毕业生因其优异的实践与创新能力，深受用人单位的青睐，并在社会上赢得了良好的声誉。如中国石油化工股份有限公司、湖南长岭石化科技开发有限公司、深圳市国赛生物技术有限公司等用人单位充分肯定我校毕业生的质量，认为其多学科专业知识扎实、创新实践能力突出、国际视野开阔，具有巨大的发展潜力。

在此培养模式的实施过程中，一批优秀毕业生已经成为高校与科研院所的学术骨干或单位负责人，如广东省“珠江学者”、广东石油化工学院余长林教授，中国农业科学院茶叶研究所辣州基地副主任章剑扬，中国科学院昆明植物研究所侯博教授等。同时，还培养了一大批优秀企业家如德方纳米科技有限公司董事长、第十四届全国人大代表孔令涌，药雅科技(上海)有限公司董事长梁永宏，“广东省劳动模范”、中国石油化工股份有限公司茂名分公司高级工程师蒋文军，莱勤新材料科技(上海)有限公司董事长卢冰涛等。

3.5 师生共同创新驱动地方区域经济发展

面向长株潭经济圈和湖南省“三高四新”战略需求，近年来教师带领学生积极参与企业技术改造和新产品开发，加大技术成果的转化，大力促进地方区域经济发展。在微钻孔新材料、工业废水处理、煤炭高效清洁燃烧、固体废物资源化利用和等领域开展了成果转化，共计转化成果30余项，年产经济效益共计2亿余元，产生了重大社会效益。

2015届研究生寻瑞平等在导师组指导下，以铝箔为基材，使用温敏聚氨酯材料等为涂层材料，开发新型的印刷电路板(PCB)微钻孔用吸热与润滑型盖板材料，目前已在深圳市柳鑫实业有限公司正式投产，为企业解决了困扰多年的生产难题(钻头打滑，孔位精度不高，断钻率高，孔壁粗糙以及钻头磨损严重等问题)，成功突破了国外的技术垄断，为我国高尖端PCB的智能制造提供了有力的技术支撑，产品销售额已逾10亿元。该研究成果先后获得2016年湖南省科技进步奖二等奖“PCB微钻孔用吸热与润滑型覆膜铝基盖板材料的制备技术及应用”和2019年湖南省科技进步奖二等奖“电路板精密制造用功能衬板的关键技术创新与产业化”。2017届研究生徐欢等在煤化工创新团队指导下，在选煤、动力配煤、水煤浆等洁净煤技术领域进行了系统的研究，开发了高效复合型水煤浆添加剂、高效煤粉催化固硫剂、高效煤粉催化助燃剂等系列产品，并被湖南湘滩有限公司、株洲蓝宇热能科技有限公司、株洲昊华化工有限责任公司、湘煤集团株洲洁净煤有限公司等企业采用，受到企业的

一致好评，年产经济效益共计9000余万元，并有效降低了煤不完全燃烧造成的环境污染。

3.6 示范辐射，推广应用

通过本教学研究成果的探索与实践，不仅极大提升了化材类学科的综合实力，有效增强了导师团队的教学科研水平，显著提高了研究生的创新实践能力，培养了一大批具备学科交叉优势、具有创新思维与工程实践能力、拥有国际化视野和竞争力的化材类创新人才。而且，对外形成良好的示范和辐射效应，湖南师范大学、西北大学、华中师范大学、广东工业大学、南华大学、湖南理工学院和湖南工程学院等省内外20余所高校来校考察和学习交流，并多次被邀请在省内外教学研讨会上作专题报告10余次，得到了同行们的高度评价和充分肯定。

4 结语与展望

“四协四融”全方位全过程地方高校化材类创新人才培养新模式全面优化了多学科研究方向与专业知识相适应的本硕博一体化培养方案，健全了学科学段交叉融合机制、教学科研深度融合机制、“五共同”产学研全方位融合机制及开放联培长效融合机制等，有效地提升了学生跨学科素养、创新能力、工程实践能力以及国际化视野和竞争力。未来将在导师团队创新教育的提升机制、学生创新能力的评价机制、创新人才培养的考核机制等方面进一步深化和完善。

参 考 文 献

- [1] 李洁, 赖榕, 肖华, 胡水, 陈滔, 李厚金, 许先芳, 胡谷平, 陈洪燕, 朱芳. *大学化学*, **2024**, *39* (4), 13.
- [2] 李维红, 张奇涵, 李娜, 王颖霞, 裴坚. *大学化学*, **2019**, *34* (10), 1.
- [3] 郭栋才, 王玉枝, 李永军, 吴朝阳, 刘浩然, 蔡双莲, 高娜, 蔡焜. *大学化学*, **2019**, *34* (4), 1.
- [4] 高校要坚定不移担当自主培养创新型人才的时代重任. [2024-05-06]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202302/t20230208_1042911.html