

西部地方综合性大学化学拔尖创新人才“进阶式”贯通培养模式的探索与实践

史素青*, 李安阳, 和媛, 李剑利, 栾新军*

西北大学化学与材料科学学院, 化学国家级实验教学示范中心(西北大学), 西安 710127

摘要: 西北大学立足于地方综合性大学的特点, 针对西部地方高校化学拔尖人才贯通培养过程中存在的主要教学问题, 凝练了“化材灯火”奋斗精神, 明晰了“价值引领-思维涵养-精神塑造”“三聚焦”立德树人实施新路径, 构建了“立体化课程体系-系统化专业训练-开放化创新实践”“三化一中心”人才培养体系和“学校-学院-社会-导师-学生”五位一体质量保障体系, 形成了独具特色的化学拔尖创新人才“进阶式”贯通培养新模式, 满足了本硕博不同学位类型、不同专业基础创新人才培养的需要, 有力支撑了西部经济社会发展。本文介绍了西北大学化学研究生教育改革的举措和成效。

关键词: 化学; 拔尖创新人才; 研究生教育; “进阶式”贯通培养; 培养模式

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of the “Progressive” Integrated Training Mode for Innovative Chemistry Talents at Comprehensive Universities in Western China

Suqing Shi*, Anyang Li, Yuan He, Jianli Li, Xinjun Luan*

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Northwest University), College of Chemistry and Materials Science, Northwest University, Xi'an 710127, China.

Abstract: Northwest University, as a regional comprehensive university, has pioneered a distinctive “progressive” integrated training mode for innovative chemistry talents to address the key educational challenges in Western China. This model condensed the spirit of “Lights of chemistry and materials” to motivate hard work and innovation. It constructed a “three-focus” path of ideological and political education, consisting of “value leadership, cognitive development, and character molding”. It also established a “three-in-one” integrated training system, characterized by “three dimensional curriculum system-systematic professional training-open and innovative practice”. Additionally, a holistic quality assurance system involving the university, college, society, mentor, and student termed the “five-in-one” quality assurance strategy, has been implemented. This innovative model not only caters to various degree levels and disciplinary backgrounds, but also robustly supports the socio-economic advancement of Western China. This paper introduces the measures and achievements of the reform in graduate education at Northwest University in the field of chemistry.

Key Words: Chemistry; Outstanding innovative talents; Graduate education; Progressive integrated training; Cultivating mode

收稿: 2024-02-01; 录用: 2024-03-11; 网络发表: 2024-04-19

*通讯作者, Emails: shisq@nwu.edu.cn (史素青); xluan@nwu.edu.cn (栾新军)

基金资助: 教育部2022年度基础学科拔尖学生培养计划2.0研究课题(20222159); 西北大学研究生教育综合改革研究与实践项目(ZG2022014, ZG2023010); 西北大学本科人才培养教学改革研究项目(XM0522002)

(2) 贯通培养课程设置和实践训练的系统性和创新性不够,致使优势累积效应不明显,不同学段、不同基础和学习背景的研究生专业功底不够扎实,尚不能有效转化为“知识-思维-能力”的进阶式提升,毕业后运用所学化学知识解决实践问题的创新能力不足。

(3) 教育资源硬约束背景下创新人才贯通培养的质量保障体系尚不完善,“教-科-产”三域对创新人才培养的协同发力不足,地方高校人才培养与西部地区科技创新及经济社会发展之间尚未形成良性互动,促进拔尖创新人才持续涌现的长效激励和评价机制有待进一步健全。

2 改革与实践

本文以化学学科拔尖创新人才贯通式培养为例,针对上述教学问题,立足学科优势与特色,锚定人才培养目标,厘清教育改革思路,进行了如下探索与实践:

2.1 凝练“化材灯火”奋斗精神,构建立德铸魂实施新路径

化学学科创设百年来,涌现出一大批杰出校友,包括长期扎根西北从事武器爆炸力学效应与工程防护试验研究与技术测量的新中国第一代爆破力学专家王茹芝将军,古稀之年重返西北并为西部高等教育殚精竭虑的近代仪器分析奠基人高鸿院士,闯过一个不对称催化反应和手性药物合成技术“禁区”并取得一系列国际先进创新成果的张生勇院士等典型代表,通过一辈辈化材学院杰出校友扎根西部献身国家科学技术发展的历史缩影,凝练了以“扎根西部、艰苦奋斗、崇尚真知、追求卓越”为内涵的“化材灯火”奋斗精神,并将其作为创新人才培养的精神传承,探索“价值引领-思维涵养-精神塑造”立德铸魂实施新路径(图2)。

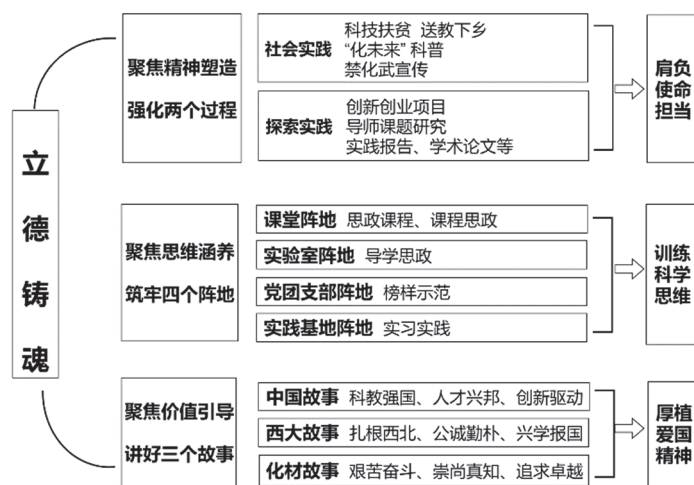


图2 西北大学化学拔尖创新人才立德铸魂的实施路径

(1) 聚焦价值引导,讲好奋斗故事。将优秀传统文化和科学文化演绎成中国故事、西大故事和化材故事,利用校史馆、学科展室、课堂、实验室、媒体、网络等多元化载体,引导学生不畏科学险阻,树立在“冷板凳”上探究新知、追求真理的奉献精神和主动服务国家/地方战略需求的科学报国志向,于润物细无声中厚植家国情怀。

(2) 聚焦思维涵养,筑牢思政阵地。坚持德才兼备、以德为先,深耕课堂、党团支部、实验室和实践基地四个思政主阵地建设,组建名师牵头,课程教师、优秀朋辈、导师团队和辅导员协同联动的思政队伍,强化思政课程和课程思政协同发力,引导学生学习和领悟科学精神的内涵,培养其透过现象抓本质的问题意识和思维模式。

(3) 聚焦精神塑造,强化实践过程。通过送教下乡、化学科普、科研探索、学术交流等,将“化材灯火”奋斗精神融入“社会实践”和“探索实践”,引导学生扎根西部,服务地方,在广阔的实

践沃土中用化学、长才干、做贡献，主动践行新时代化学人的使命意识和责任担当，成为可堪大用、能担重任的西部建设者(“留得下”)。

2.2 加强贯通培养的系统性和创新性，构建“进阶式”人才培养体系

面向国家战略和西部地区经济社会发展需求，坚持“厚基础、重交叉、强创新”育人思路，立足学科合成化学优势，加强化学与材料学、生物学和医学的交叉融合，对60余门专业课程进行模块化设置，同时将科研和实践训练纳入课程体系，构建“平台必修课-专业理论课-专业实践课-特色选修课(含学科交叉课)-学科前沿课-科研训练”模块化课程群(图3)。打破学位类型壁垒，以学生成长成才为中心，打造“立体化”课程体系，开展“系统化”专业训练，施行“开放化”创新实践，重构适用于本、硕、博不同学位类型、不同专业基础学生的“三化一中心”“进阶式”贯通培养体系(图4)，从横向和纵向两个维度，促使学生从知识向思维和能力进阶式提升。

(1) 打造“立体化”课程体系。学生根据个人学段类型、专业基础、学术志趣和研究课题需求，以知识进阶-思维进阶-能力进阶为牵引，按模块自主选择组合，形成独具特色的个性化、“专业理论课-学科交叉课-学科前沿课”立体化理论课程体系(图4)。以有机化学专业方向拟从事药物分子合成研究的本博贯通学生为例，在理论和实践必修课的基础上，选择“物理有机化学”“有机合成化学”“药物分子合成设计”等专业课程固牢专业理论知识，辅助“化学生物学”“细胞生物学”“分子生物学”等交叉课程拓宽知识宽度，结合“化学前沿进展”“有机化学前沿”“化学生物学专题”以及相关前沿学术论坛拓展知识深度，为其开展创新药物研究提供系统完善的专业知识储备和前沿动态，使其从“固牢专业知识”向“拓宽知识宽度”和“拓展知识深度”进阶，夯实其服务西部建设的专业基础(“用得上”)。

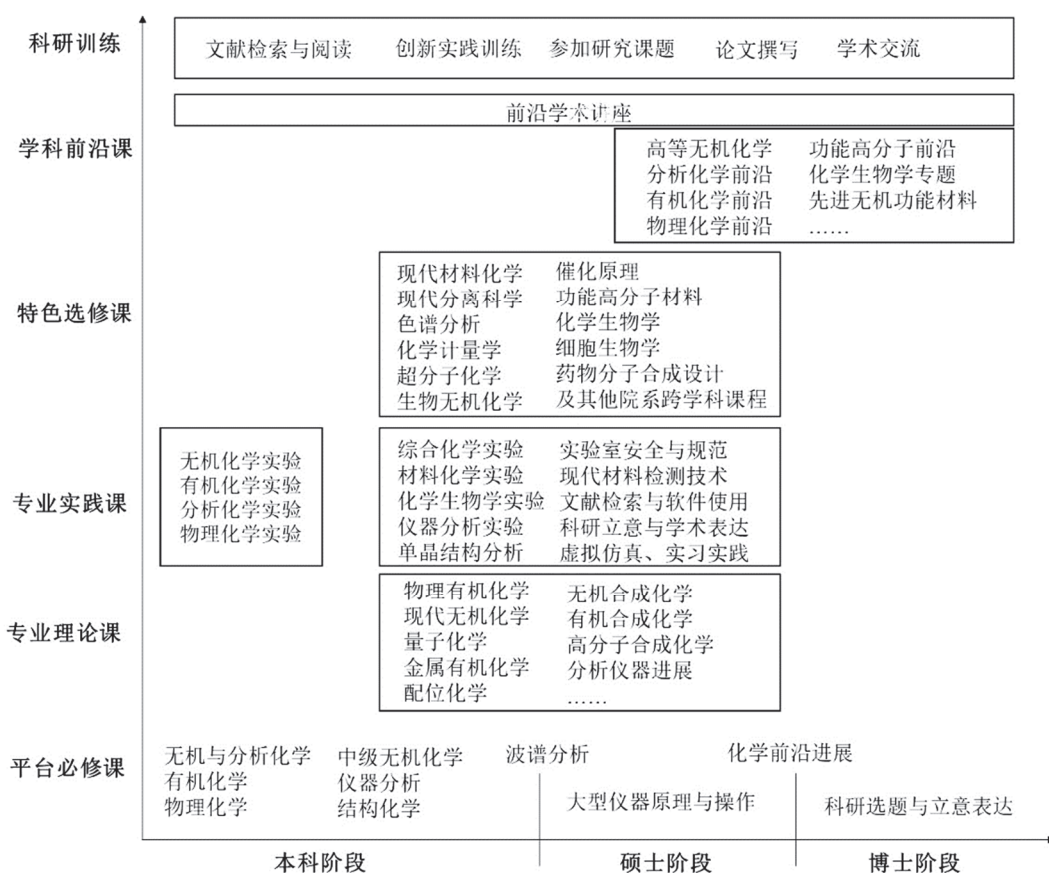


图3 本-硕-博贯通培养模块化课程设置情况



图4 化学拔尖创新人才“进阶式”贯通培养体系

(2) 开展“系统化”专业训练。开设“综合化学实验”“波谱分析”“大型仪器操作原理”等本硕博贯通专业实践课程，强化学生合成化学技能训练，着力培养其化学思维；加强“材料化学实验”“化学生物学”、虚拟仿真、产学研协同创新等学科交叉实践训练，打破化学单一思维界限，启迪学生多元化跨学科思维；通过定期举办诺奖论坛、杨钟健讲座、创新论坛等前沿学术讲座，鼓励学生参加学术交流或开展联合培养，要求发表高水平学术论文等途径，拓宽学生学术视野，激活学生的创新思维，使学生实现从专业思维向多元思维和创新思维的进阶，系统化重塑其从全新视角探索科学规律并提出创造性解决方案的思维模式。

(3) 施行“开放化”创新实践。依托合成化学优势，聚焦国家战略和西部资源开发利用，打破“教-科-产”割裂局面，统合三域资源，组建跨学科、跨地域、跨组织科技创新团队，加强产学研协同创新。要求研究生100%参与导师研究课题，并在联合实验室、国际技术合作基地以及校外实践基地等平台开展“开放化”创新实践(图4)。在本、硕阶段，鼓励学生参加化学领域课题研究，使其通过运用所学专业知分析、发现问题并解决问题，熟悉化学相关科学研究范式，夯实专业科研素养；在硕、博阶段，鼓励学生将本专业课题延伸至跨学科领域，培养其综合运用多个学科理论、方法和技术解决复杂问题的研究范式，提升综合素质；对于有科研潜力和学术志向的博士生，提供参加重大重点项目联合攻关的机会，使其充分吸收“教-科-产”三域优秀理论实践成果，拔尖创新能力，并逐步成为能够运用化学创造性服务区域经济发展的拔尖创新人才(“干得好”)。

2.3 加强制度建设和过程管理，构建“五位一体”质量保障该体系

为了保障创新人才贯通培养质量，多措并举，建立从招生到就业全过程人才培养质量监测闭环，积极探索“学校-学院-社会-导师-学生”五位一体质量保障体系(图5)。

(1) 学生方面。实施研究生生源质量提升计划，设立优秀生源奖学金，健全“学校-学院-导师-学生-校友”五位一体招生宣传队伍，通过招生信息网、微信公众号、学术交流、定点招生宣传、QQ咨询群答疑解惑等渠道，开展招生宣传，吸引优秀学生报考，把好创新人才培养的“入口关”。



图5 化学拔尖创新人才贯通培养“学校-学院-社会-导师-学生”五位一体质量保障体系

(2) 导师方面。建立“以质为先”的评价激励机制，通过制定《研究生名额分配办法》，将招生指标优先向国家级人才、重大重点项目、标志性成果等倾斜，为优秀研究生配备高水平导师队伍和科研条件。完善《研究生指导教师岗位管理办法》，实行研究生导师招生资格年度审核制度，坚持导师岗前培训制度，提高导师指导研究生的学术水平和责任意识。

(3) 学院方面。分层分类制定一体化拔尖人才培养方案，加强学生评教和毕业生质量跟踪反馈体系建设。严格落实《西北大学学位授予工作实施细则》等文件规定，加大分流力度，畅通分流选择渠道。严格落实《西北大学研究生教育教学督导工作办法》，通过院、校两级督导，对学位点招生选拔、课程教学、开题答辩、毕业答辩等环节进行监督和检查，严把创新人才培养的“过程关”，确保研究生教育教学平稳有序开展。

(4) 学校方面。发挥学校和地方资源互补优势，依托特色行业、企业和高水平科研机构，打造“校企所”协同、“学研创用”互促的“国-省-校-院”四阶梯协同育人实践平台，为研究生创新实践训练提供条件保障。

(5) 社会方面。用好毕业生质量反馈结果和学位论文抽查结果，建立导师招生预警机制，对屡次出现学位论文评阅分数低、评阅意见差的导师实行培养质量追踪和预警，对教育部抽检发现的不合格学位论文的导师进行约谈，并作出减招或停招的处理，严把创新人才培养的“出口关”。

3 人才培养成效

3.1 学生服务西部建设意愿明显增强

将“化材灯火”奋斗精神全方位、浸润式融入人才培养全过程，学生服务西部建设意愿明显增强。西北大学化学学科学生自1994以来，培养了博士生近500名，硕士生2400余名，约50%是陕西生源，约70%来源于西部，超80%学生毕业后主动选择扎根西部、服务地方，就职于兰州大学、西安交通大学、西北工业大学、西北农林科技大学、西北大学、陕西师范大学、宁夏大学、新疆师范大学等西部高校，以及中国兵器工业集团、京东方绵阳光电科技公司、中国科学院青海盐湖研究所等科研、军工重点行业。

3.2 “进阶式”贯通培养人才质量显著提升

通过“三化一中心”“进阶式”贯通培养，学生实现了由知识到思维和能力的“进阶式”提升，创新实践能力显著提高，长周期贯通培养的优势累积效应逐步显现。

(1) 学位论文质量：学位论文抽检合格率100%，2014年以来荣获陕西省优秀博士论文10篇，占全省化学优博论文的2/3。

(2) 创新性学术成果：学术成果引领学科前沿并获国际同行高度评价，2013年以来研究生以第

一作者在*J. Am. Chem. Soc.*、*Angew. Chem. Int. Ed.*、*Chem*等国际顶级期刊发表高水平创新性学术成果110余篇，近四年稳定在年均18篇左右，其中超85%源自“进阶式”贯通培养的学生(图6)。

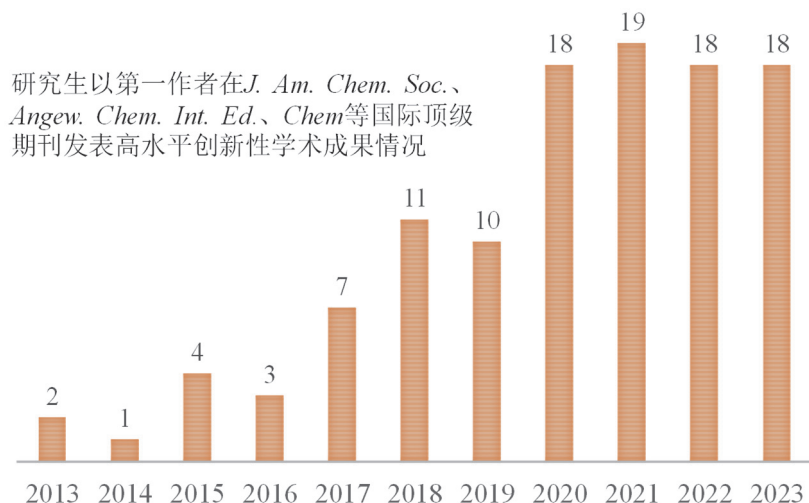


图6 2013–2023年研究生以第一作者在国际顶级期刊发表高水平创新性学术成果情况

(3) 创新性实践成果：取得了一批创新性实践成果，2012年以来，国家级化学实验竞赛获一等奖1项、二等奖6项，国家级数学建模竞赛获二等奖1项；国际创新创业竞赛二等奖1项，中国“互联网+”大学生创新创业大赛获省级金奖2项、银奖12项；陕西省研究生创新成果展特等奖2项、一等奖7项(表1)。

表1 2012–2023年学生部分创新实践竞赛获奖情况

年度	奖项名称	获奖等级	授奖部门	获奖学生
2012–2023	全国大学生化学实验邀请赛	国家级一等奖1项、二等奖4项、三等奖8项	高等教育化学研究中心	陈广波、赵悦、袁毅妮等
2018	Kyoto International Entrepreneurship Contest for University Students	国际二等奖	2018京都大学生国际创业大赛组委会	陈祥、吴克强、王佳等
2019–2021	全国大学生化学实验创新设计竞赛	国家级二等奖2项	全国大学生化学实验创新设计竞赛组委会	邓雪甜、林青青
2021–2023	中国研究生创新实践系列大赛“华为杯”中国研究生数学建模竞赛	国家级二等奖1项，三等奖3项	中国学位与研究生教育学会	蒋宜辉、刘策、贾少波等
2022	全国微结构摄影大赛—拾穗者	国家级二等奖	中国材料研究学会	冯春梅、周晓辉
2014–2023	陕西省研究生创新成果展暨创新成果洽谈会	省级特等奖2项，一等奖12项，二等奖14项、三等奖6项	中共陕西省委高教工委等	陈明、高莎、南江等
2017	陕西省科技工作者创新创业大赛	省级金奖1项、三等奖1项	陕西省科学技术协会等	孟凡宁、张梦倩、丁凯等
2018–2019	陕西科学实验展演大赛	省级三等奖3项	陕西省科学实验展演大赛组委会	王玺锦、封婕、王欢等
2017–2023	中国“互联网+”大学生创新创业大赛陕西赛区省级复赛(研究生)	省级金奖2项、银奖12项、铜奖7项	中国“互联网+”创新创业大赛陕西赛区组织委员会	葛颖、康鹏伟、刘雅等

(4) 服务地方能力: 学生毕业后, 已经陆续成长为所在行业精英和骨干, 数十人成长为国家级人才, 超百人成长为省部级人才, 涌现出全国劳动模范、全国石油和化工行业技术能手、省级模范教师等先进典型, 服务西部建设能力显著提升, 扎实有力地支撑着西部经济社会发展。

3.3 “教-科-产” 三域协同育人能力明显提升

通过五位一体质量保障体系建设, “教-科-产” 三域已初步形成良性互动, 培植了拔尖创新人才成长的沃土。

(1) 教学水平大幅提升: 获批2门国家级精品课程(无机化学与分析化学、中级无机化学)、3门国家级一流课程(波谱分析、仪器分析、虚拟仿真实验)及20余门省级各类精品课程。编写特色教材20余部, 其中《无机化学与分析化学》《中级无机》《波谱原理及分析》入选国家级规划教材, 课程和教材建设成果多次荣获国家级和省级教学奖励。

(2) 导师队伍建设卓有成效: 产生2名国家级教学名师、3名国家杰青、2名长江学者、4名国家优青、60余人次其他国家级和省级人才, 8个省级科技创新团队, 形成了一支国家名师、国家杰青领衔的高水平导师队伍。

(3) 学科实力稳步提升: 学科评估荣获B+, 化学和材料入选ESI全球排名前1%学科, 产生20余项省级科学技术奖励; 新增国家工程技术中心、化学拔尖计划2.0基地等10余个科教平台, 获批国家级科研项目200余项, 带动近20项重大重点项目连续突破, 形成了明显区域科技创新优势, 助推学院荣获全国教育系统先进集体、省级师德建设先进集体等荣誉称号。

4 结语

西北大学化学学科依托西北大学地方综合性大学的特色, 将“化材灯火” 奋斗精神作为创新人才培养的“精神传承”, 着力培养主动服务西部建设且可堪大用、能担重任的化学创新人才, 形成西部地方高校化学拔尖创新人才精神塑造的“西大经验”。面向国家战略和西部地区经济社会发展需求, 坚持“厚基础、重交叉、强创新” 育人思路, 以学生成长成才为中心, 构建了适用于本、硕、博不同学位类型、不同专业基础学生的人才培养体系和“学校-学院-社会-导师-学生” 五位一体质量保障体系。这些努力为培养能运用化学创造性服务区域经济发展的拔尖创新人才提供了坚实的基础。相关经验在西北大学形成头雁效应, 带动物理、化工、生命等学科创新人才培养, 先后有宁夏大学、延安大学、西北师范大学、商洛学院、西安文理学院、渭南师范学院等多所高校到校学习交流, 人才培养模式和方法得到广泛认可和借鉴, 在高校化学创新人才培养方面成为西部地方高校的示范榜样, 形成西部地区化学教学与人才培养的辐射源。我们将继续努力, 不断探索和完善教学改革措施, 为培养更多优秀的化学拔尖创新人才做出贡献。

参 考 文 献

- [1] 关于加快新时代研究生教育发展的意见. [2024-04-19]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921_489271.html
- [2] 方芳. 中国高等教育, 2023, No. 5, 25.
- [3] 本研贯通: 走好拔尖创新人才培养之路. 中国教育新闻网. [2024-04-19]. http://m.jyb.cn/rmtzgjyb/202311/t20231127_2111122113_wap.html
- [4] 助力地方发展“实战” 练就科技自立之兵. 中国教育新闻网. [2024-04-19]. http://www.jyb.cn/rmtzgjyb/202312/t20231215_2111131277.html
- [5] 熊华军. 学位与研究生教育, 2012, No. 6, 58.
- [6] 牛少轩. 西部素质教育, 2019, 5 (3), 169.
- [7] 江阳, 张莉. 高教学刊, 2022, No. 8, 27.