

# 以地区需求为导向建设化工专业创新实验室<sup>\*</sup>

——以中国石油大学(北京)克拉玛依校区为例

李楠, 张海兵, 张立波, 热则耶·热合米图力, 刘艳升, 郭绪强

(中国石油大学(北京)克拉玛依校区 化工系, 新疆 克拉玛依 834000)

**[摘要]**石化行业的产业升级急需创新型化工专业人才,要求高校化工专业注重创新创业教育,通过建设大学生课外创新实验室训练大学生的创新能力。中国石油大学(北京)克拉玛依校区化工专业提出了“四年科技创新训练不间断”的人才培养新要求,并在当地重点专业建设项目的支持下,围绕克拉玛依乃至新疆地区的化石能源、资源、生态、环境问题规划了10个创新实验室,为学生提供了良好的科研创新活动平台,以期培养学生探索解决实际问题的能力。

**[关键词]**创新创业教育;地区需求;创新实验室

## Building Innovation Laboratory of Chemical Engineering Based on Regional Demand: A Case Study of China University of Petroleum-Beijing at Karamay

Li Nan, Zhang Haibing, Zhang Libo, Rezeye Rehemituli, Liu Yansheng, Guo Xuqiang

(Department of Chemical Engineering, China University of Petroleum-Beijing at Karamay, Karamay, Xinjiang 834000)

**Abstract:** The industrial upgrading of the petrochemical industry is in urgent need of innovative chemical talents. For this reason, specialty of chemical engineering in colleges and universities should pay more and more attention to innovation and entrepreneurship education, and train students' innovation and entrepreneurship ability through building students' extracurricular innovation laboratory. Based on the above, our school has put forward the new requirements of "four-year training of scientific and technological innovation" for the students majoring in chemical engineering. With the support of the project of key specialty construction in the autonomous region, we have built 10 innovation laboratories concerning the fossil energy, resources, ecology and environment issues in Xinjiang, especially in Karamay. These laboratories provide good platform for students' research and innovation activities, so as

**[作者简介]** 李楠(1989-),男,副教授,博士。

**[通信作者]** 李楠, E-mail: linan@cupk.edu.cn。

<sup>\*</sup> 基金项目: 中国石油大学(北京)克拉玛依校区教育教学研究项目(JG2019014)。

to cultivate students' ability to explore and solve practical problems.

**Key words:** Innovation and entrepreneurship education; Regional demands; Innovation laboratory

新疆地区富有石油、煤、天然气等化石燃料资源,正在推进丝绸之路经济带核心区建设。中国石油大学(北京)克拉玛依校区作为一所石油化工特色鲜明、地域优势明显的工科大学,在专业建设、课程设置等方面充分考虑学校特色和行业背景,结合国家战略需求和新疆地区的发展需求,设立了化学工程与工艺专业(简称“化工专业”),并提出了“四年实习实训不间断,四年企业参与不间断”的办学理念。2017年,该专业成为校区内首个获批的新疆维吾尔自治区重点建设专业——创新创业示范专业。

中国炼油石化工业的产业结构正面临全面调整、转变和升级,急需大量化学工程与工艺类的创新创业应用型人才<sup>[1]</sup>。但从我国高校的人才培养现状来看,部分工科院校化工专业的人才培养存在明显的问题:其一,学生鲜有机会将掌握的理论知识与工业实际相结合,难于将所获得的书本知识进行升华,这就导致学生的专业创新能力不足;其二,部分创新创业项目的设置“不接地气”,过分追求“高大上”,与行业或者所在地区的经济发展需求脱节,这不利于培养学生解决工程问题的能力。此外,创新创业项目设计陈旧、缺乏内涵、“创而不新”的现象普遍存在,“学非所用,学难所用”的问题也未得到解决。显然,这与新工科建设的要求相矛盾<sup>[2]</sup>。

在这种情况下,只有促使高校化工专业更加注重创新创业教育,才能提高化工专业教育质量<sup>[3]</sup>。实施创新创业教育的关键是建设大学生课外创新实验室,训练大学生的创新能力。为了增强化工专业学生的创新能力,我校化工专业以新工科建设要求为指导,对学生提出了“四年科技创新训练不间断”的新要求,并建立化工创新实验室,对学生进行创新训练。化工专业创新实验室按照“专业创新为主、其他创新为辅”的理念进行建设,以满足克拉玛依乃至新疆的资源、生态、环境及企业需求为目标,与专业教学实验室和国家

重质油实验室共同保证学生的实践学习,为学生提供丰富且优质的实践资源。

## 一、化工专业创新实验室建设

### (一)以区域发展需求为导向,设立创新实验室

新疆地区的油气资源丰富,但现阶段石油加工产品的附加值低;农业资源丰富,但深度加工能力不足,秸秆、棉秆等生物质资源利用率不高;新疆环境优美,旅游资源丰富,但生态环境脆弱,部分水土盐碱化严重。与此同时,当地的企业在石油开发及加工过程中产生了许多废水、废油、废气、废渣等,这些都给新疆带来了一系列环境污染问题。我们以这些问题为出发点,确定研究方向;通过文献调研和实地调研,结合行业内专家及当地企业的意见,围绕克拉玛依乃至新疆地区的化石能源、资源(农业、矿产)、生态、环境问题规划了10个创新实验室,如表1所示。

表1 化工专业大学生创新实验室

序号	创新实验室名称	研究方向
1	重稠油高值化、绿色化	克拉玛依重稠油资源
2	生物质高值化	克拉玛依植物资源
3	盐碱地治理	克拉玛依生态
4	水体监测与治理	克拉玛依生态、水资源
5	污水治理	克拉玛依生态、水资源
6	二氧化碳捕集与利用	减排
7	石墨烯制备及其应用	水治理
8	化学工程	石油化工
9	流程模拟	石油化工
10	分子模拟	石油化工

在这些创新实验室中,重稠油高值化、绿色化实验室主要针对新疆地区重稠油资源高附加值加工开展研究;生物质高值化实验室的主要研究内容是将克拉玛依地区的农林产品或废弃物等生物质资源进行深度加工,提高其经济附加值;盐碱地治理实验室则以克拉玛依市内利用率极低的盐碱

地为研究对象,探索改良方案;水体监测与治理实验室以克拉玛依市红山水体为研究对象,通过监测湖水各项指标,探索湖水净化方案;污水治理实验室以炼化企业、油田等产生的污水为主要研究对象,探索污水治理方案;二氧化碳捕集与利用实验室主要是采用吸收、吸附、水合法等方法进行二氧化碳捕集,希望能够提高现有捕集方法的效率或者降低捕集过程中的能耗,并利用捕集的二氧化碳进行重稠油、水合物等石化资源开采方面的研究;石墨烯制备及其应用实验室以功能性石墨烯的制备为主要研究方向,希望制备的产品能够在水处理方面取得一定进展,目前主要的研究内容是制备适用于水处理的石墨烯分离膜;化学工程实验室以石油加工过程中使用的塔设备的优化为主要研究内容,同时也依托化工原理实验室的资源进行化工原理创新实验;流程模拟实验室的主要研究内容是流程模拟软件在原油加工过程中的应用,包括系统优化、能量优化、生产装置核算、装置故障诊断等;分子模拟实验室主要是尝试从分子尺度解释石油化工过程中存在的问题或现象。目前,创新实验室主要由本校进行建设。在后续的发展过程中,也可根据部分企业的需求,创立联合创新实验室。

创新实验室的研究方向与学生的课程学习连系紧密,涉及无机化学、有机化学、物理化学、油田化学、化工原理、化学反应工程、化工热力学、石油炼制工程、系统工程、流程模拟、分离工程等课程的知识。学生学完专业课程之后,通过在创新实验室开展研究,能够快速实现所学知识的应用,并增强解决实际问题的能力。而在不断探索科学问题的过程中,学生又积累了知识,拓宽了知识面,从而形成了良性循环。此外,以上专业课程均配套开设了实验课,为学生提供多个环节的实践训练,培养学生的动手操作能力和动脑思考能力,为其后续参加大学生创新训练打下较好的基础。

## (二)建立创新实验室运行机制

由于教学资源有限,目前创新实验室的设备数量和功能无法完全满足创新科研训练的需求。由于学生的知识面较窄且操作能力不强,他们需

要在有经验的教师的指导下开展科学研究。同时,参与创新实验势必会占用大量的课余时间,这与学生平时的学习有一定的冲突。另外,学生在创新实验室所取得成果的认定,项目评优、创新创业成绩与学分的转化办法,实验室安全责任的落实,学生人身安全的保障等也需要明确。这些都要依靠完善的运行机制来解决。

### 1.开放教学实验室

开放教学实验设备有助于满足大学生的科研活动需求。目前,有机化学实验室、物理化学实验室、分析化学实验室、化工原理实验室、化工热力学实验室、石油加工实验室等教学实验室和气相色谱仪、离子色谱仪、红外光谱仪、紫外光谱仪、高压界面张力仪、密度折光仪、流变仪等分析测试仪器全部面向本科生开放。此外,部分创新实验特需的实验室设备(如二氧化碳连续吸收-解吸实验装置、超临界二氧化碳萃取装置、水热合成实验室装置等)也面向本科生开放。但是,现阶段学生实验中可能涉及的其他辅助测试手段(如核磁、质谱、XRD、拉曼光谱等),所需仪器设备仍需向校区内其他专业或校外机构借用。

### 2.创新导师负责制

为保证学生创新训练的顺利进行,我们实行导师负责制,吸纳化工系教师队伍中有科研背景且研究方向与创新实验室相近的年轻教师,全程参与创新实验室的建设和运行。各创新实验室的指导教师应具有硕士研究生以上学历,长期从事化学和化工专业的教学工作,且具有丰富的科研经验,能够承担实验室建设、学生指导、教学改革等任务。同时,我们也邀请企业技术骨干作为实验室合作导师,从工程实际的角度给予学生一定指导。在发布创新课题前,指导教师应充分调研其研究方向的国内外发展状况,挖掘具有研究价值和潜力的科学问题,结合校区及实验室的实际情况设计具体的创新课题。

### 3.发布多层次课题,学生自主选题

每个创新实验室每年面向化工专业学生发布一些具有应用背景的不同层次结构的创新课题,供不同层次的学生自主选题——“低年级解决小

问题,高年级研究大问题”。创新课题分为研究型和设计型两类,既考虑学生的实际学习水平,又兼顾当前国内外研究状况,旨在培养学生独立、严谨的科研品质。学生可以自由组成3~7人的小队,自由选择课题。我们鼓励学生长周期(1~2年)参与一项创新课题研究,四年不间断进行科研实践,以期在就业、深造打下坚实的基础。

#### 4.跟踪项目进展,做好成果归档

学生选定课题的一个月后进行开题答辩,每三个月进行一次进展汇报,每学年提交一份研究报告,最后提交研究总结报告,并进行项目答辩,完成项目结题。教师根据答辩结果进行项目评优。以上为一个研究周期,部分具有研究深度的课题在第一个研究周期结束且答辩合格后,可以直接进入下一个周期的课题立项。项目执行期间,指导教师应掌握所负责研究小组的研究进展,适时进行指导,并督促和帮助学生整理研究成果,指导学生完成论文撰写、专利申请或软件编制等工作。同时,指导教师应做好学生研究成果整理归档工作,并指导学生积极申报化工专业各类创新创业大赛。对于具有一定经济效益且可行性高的优秀技术方案,指导教师还可以与企业联合进行成果转化和技术推广。

#### 5.建立安全保障措施

为了保证大学生科研创新活动安全、有序地进行,化工专业制定了科研创新实验室的安全管理办法,明确院、系、实验室三级安全责任人,并要求责任人签订安全管理责任书。各实验室也制定了相应的安全保障措施和应急预案。在进入创新实验室前,学生和教师都要接受实验室安全教育。在进行创新活动时,学生必须严格遵守实验室的安全管理制度、消防安全条例等,并认真做好实验室使用登记、设备及化学品使用登记。创新实验室也会不定期地开展安全自查,及时排除安全隐患,并进行相应的整改。

## 二、创新实验室建设目标和成效

化工专业创新实验室运行的最终目标是支撑化工专业学生提升创新能力和锻炼工程设计与研发能力。在实验室运行最初阶段,我们根据实际

情况,提出了更为具体的目标:实现化工专业学生参与科研创新训练的全覆盖,保证每年在创新实验室的人数达到学生总数的50%;每年创新实验室依托创新课题申请1项发明专利,发表至少1篇研究论文;学生每年参加各类专业竞赛至少2次,并在比赛中获奖1~2项。同时,在项目执行过程中,教师的科研和教学水平也要相应提高。

截至2019年9月,所有创新实验室都已建成并向化工专业学生开放。化工专业共组建了10支创新训练团队,每支队伍5~7人,学生参与率达50%。现阶段,创新实验室承担国家级创新项目3项,自治区级创新项目5项。2017年以来,学生依托创新实验室项目申请专利3项,发表中文核心期刊论文5篇。其中,盐碱地治理项目中筛选出的基于煤基腐植酸的治理方案,因具有绿色、环保、高效的特性,被应用于克拉玛依三达公司的玉米试种实验中,治理后的玉米产量增加了10%。创新实验室的训练还提高了学生参加国内化工专业竞赛的积极性。学生在各项比赛中获得国家级一等奖1项、三等奖9项,省部级(西北地区)一等奖3项、二等奖2项、三等奖1项。可见,创新实验室为学生提供了较好的创新创业平台,起到了培养学生创新能力的作用。

## 三、结语

建设大学生课外创新实验室、训练大学生的创新能力是创新创业教育的关键。创新实验室的建设应该以地区发展需求为导向,围绕实际问题,从多个方向、多个层次精心设计创新课题,通过持续不断的科研创新训练培养学生的创新思维,增强学生解决实际工程问题的能力,培养学生的团队协作精神。

(文字编辑:孙昌立)

#### 参考文献:

- [1] 辛晓,陈立波,栾学钢,等.我国石油和化工行业人才需求调研分析与思考[J].化工高等教育,2019(3):1-5.
- [2] 张进明,陈新民.创新人才培养模式培养卓越工程人才[J].中国高等教育,2013(22):14-16.
- [3] 张凤宝.继往开来传承创新全面提高化工高等教育质量[J].化工高等教育,2019(1):6-10.