

研究生教育

加强产学研用深度合作,突出工程硕士 工程实践能力培养

范宗良,李贵贤,朱照琪,张栋强,王东亮

(兰州理工大学 石油化工学院,甘肃 兰州 730050)

[摘要]工程硕士专业学位教育强调工程性、实践性和应用性,旨在培养适应经济社会发展的应用型、复合型高层次工程技术和工程管理人才。兰州理工大学从培养方案修订、课程改革、实践基地建设、质量保障体系建设等方面对全日制工程硕士研究生的培养模式进行改革,加强产学研用深度合作,突出工程实践能力培养,取得了一定成效。

[关键词]工程硕士; 化学工程; 实践能力

Reinforcing the Engineering Practice Ability for Professional Master of Chemical Engineering in Industry-university-research-application Cooperation

Fan Zongliang, Li Guixian, Zhu Zhaoqi, Zhang Dongqiang, Wang Dongliang

(School of Petrochemical Engineering, Lanzhou University of Technology,
Lanzhou, Gansu 730050)

Abstract: Professional master education emphasizes engineering, practice and application. It is aimed at cultivate applied integrated high-level engineering talents in technology and management, who can adapt to the development of economy society. The practice of reinforcing engineering practical ability of professional master majored in chemical engineering in Lanzhou University of Technology is introduced, from the aspects of training plan revision, course reform, practice base construction and quality assurance system et al. These measures are aimed at reinforcing the industry-university-research-application cooperation, and highlighting the cultivation of engineering practice ability, which have achieved certain results.

Key words: Professional master; Chemical engineering; Practical ability

工程硕士专业学位教育是与工程领域任职资 格相联系的专业性学位教育,强调工程性、实践性

[作者简介] 范宗良(1969-),男,副教授;李贵贤(1966-),男,教授,博士,院长。

[通信作者] 范宗良, E-mail: fanzl@lut.edu.cn。

©1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

和应用性,主要培养适应经济社会发展的应用型、复合型高层次工程技术和工程管理人才。随着化学工程领域专业学位研究生招生规模的不断扩大,全日制工程硕士的工程素养和实践能力培养成为培养单位的重点关注内容^[1-4]。为了不断提高专业学位研究生的培养质量,满足国民经济对应用型、实践创新型人才的需求,兰州理工大学对全日制工程硕士研究生的培养模式进行了持续性的探索与实践。

一、不断优化培养方案,加强学位课程建设

培养方案是实现人才培养目标的指导性文件,而课程建设和教学方法改革是研究生课程学习的重要一环,是保证教学效果的关键所在。近年来,通过校内教师和企业任课教师的不断努力,我校全日制化学工程专业学位硕士研究生的课程建设取得了初步成效。

我校以全国工程专业学位研究生教育指导委员会2018年发布的《关于制订工程类硕士专业学位研究生培养方案的指导意见》及全国化学工程领域工程硕士教育协作组发布的《化学工程领域工程硕士专业学位标准》《化学工程领域工程硕士专业学位基本要求》为指导,在石油化工学院成立了新一届的化学工程领域工程硕士研究生教学指导委员会,其中企业委员占三分之一。为了解新形势下用人单位对高层次化工专业人才的具体要求及兄弟高校的培养模式,我们组织相关人员到化工企业和兄弟高校进行了调研。在中石油兰州石化公司、中石油兰州寰球工程公司、中国兵器北化集团甘肃银光聚银化工有限公司、航天长征化学工程股份有限公司兰州分公司等企业技术专家的共同参与下,委员会通过反复研讨,以优化课程体系、强化工程实践能力为目标,完成了化学工程全日制专业学位硕士研究生培养方案和配套课程教学大纲的修订。

(一)加强课程建设,打造精品课程

高等化工热力学是化学工程领域全日制工程硕士研究生的核心学位课程之一,但由于生源质量参差不齐,一些学生在学习上困难重重。为此,课程组教师在认真分析和总结教学经验、听取各

届学生意见的基础上,开始进行有针对性的课程建设。通过申请和竞争性答辩,高等化工热力学、化工过程开发两门课程顺利入选学校研究生重点学位课程建设项目。参与课程建设的老师充分借鉴优秀的教材成果,并结合我校生源的实际情况,组织编写了两门课程的讲义。高等化工热力学课程讲义体现了本学科的最新进展,增加了热力学在化工过程中的应用案例,使得生涩难懂的课程变得生动起来,以调动学生的学习积极性,促使他们学习并熟练应用所学知识分析、评价及解决工程实际问题。化工过程开发课程讲义在保持基本方法讲解的基础上,筛选企业生产中的技术改造实际问题及科技成果转化典型案例,通过课堂研讨式教学,引导学生利用化工过程开发的基本原理和方法,坚持问题导向和目标导向并重的原则,综合运用化工知识分析从小试到中试再到工程设计全过程的工程问题、解决方法,学生充分体会小试、放大和中试的区别与联系。通过课程教学和工程实践,学生真正树立起了工程意识和工程思想,掌握了工程方法和技术,提高了自身的工程能力和工程素质。

(二)实施案例教学,创新教学模式

加强案例教学是强化专业学位研究生实践能力培养、推进教学改革、促进教学与实践有机融合的重要途径,是推动专业学位研究生培养模式改革的重要手段^[5]。在案例教学中,一些任课教师根据课程目标及内容,创新教学模式,将生活或工程个案作为主题在课前布置给学生学习。如在讲授传递过程原理时,教师选取实际工程项目“DNT氢化反应器优化”进行案例教学。DNT氢化是气、液、固三相强放热反应,学生课前要通过组队的方式,运用动量、热量和质量传递过程的基本原理,完成资料收集、分析计算、比较论证等工作,或做出决策,或做出评价,或提出解决问题的具体方法。上课时,教师会挑选某组同学以多媒体方式在课堂上讲解,其他组的同学进行补充和分析,最后教师进行综合点评和总结。再如讲解高等化工热力学时,教师结合具体案例与 Aspen Plus 软件,从纯组物性分析、相平衡计算、热力

学性质获取及热力学性质估算等方面阐述热力学的基本概念和理论,加强学生应用能力的培养。课堂实践表明,全日制专业学位研究生的案例教学采用课堂理论与工程实际问题相结合的方式,可以明显提高学生的学习积极性和主动性,收到了良好的教学效果。

二、强化实践基地建设,提升工程实践能力

工程实践能力是全日制工程硕士研究生的主要培养目标之一。目前,我校已形成了校内实践教学和校企联合培养相结合的“内外互补”式实践教学模式,每一名学生均可得到多层次、多形式的工程实践训练,有机会提升工程实践能力。

(一)校内实践教学

目前,校内实践教学包括系统仿真实训和中试装置实验两种形式。

1.系统仿真实训

学校已建成可容纳 40 人的石油化工过程虚拟仿真实验中心,并购置了常规的单元操作软件及化工流程仿真软件,包括微缩型半实物化工仿真装置(乙烯裂解工艺、带中控室)、3D 虚拟实践教学系统(煤制甲醇工艺)、安全应急预案仿真系统等。通过授权使用、购买等方式,该中心还安装了 Aspen、AutoCAD 等专业设计软件,初步形成了完整的化工过程虚拟仿真系统,可以满足全日制工程硕士研究生的化工仿真实训要求。

微缩型半实物的乙烯裂解装置是真实工厂流程装置的缩小版,在中控室设有与之匹配的仿真控制系统。为了降低运行成本,装置中的介质仅为空气。装置中的主要控制点与仿真控制系统对应,支持远程控制和现场手动控制。该装置主要让学生通过完成裂解炉点火、冷态开车、正常停车、各种事故处理等过程,锻炼综合运用所学知识的能力,提高对装置的熟悉程度,培养对化工生产过程的适应能力和对整个系统的协调能力。安全应急预案仿真系统训练可提高学生的安全生产意识,让他们在提高工程实践能力的同时,时刻不忘安全生产。

2.乙酸乙酯中试实验装置实训

我校 2006 年自行设计并委托厂家制造建成

了一套乙酸乙酯的中试装置,该装置用于正常教学活动已有 10 年以上。2015 年,学校又与仿真公司合作开发了该中试装置的仿真软件,以实现“虚实结合”的实践效果。学生可先利用仿真软件熟悉装置的流程及虚拟操作,然后在装置上进行实物进料的中试实验。该装置的运行具有很高的灵活性,可实现间歇或连续操作,便于教学安排。利用这套中试装置开展实训,有助于增强学生的操作技能,提高他们的工程素养和工程实践能力。

(二)校外实践基地

企业实践基地的建设也可以作为衡量全日制工程硕士研究生培养质量的一个主要指标。我校规定,全日制工程硕士研究生应在第二学期结束前,与导师一起协商制定并提交工程实践计划与考核表,为日后进入工程实践阶段做好准备。工程实践可采用集中实践与分段实践相结合的方式进行,可与学位论文研究工作并行,时间不少于 6 个月。

我们充分利用与中国兵器甘肃银光聚银化工有限公司共建的国家级工程实践教育基地,开展工程硕士实践能力培养,并加强 4 个省级实践教育基地(兰州理工大学-中国石油兰州化工研究中心联合培养研究生省级示范基地、甘肃省石油化工过程及装备行业技术中心、机械工业泵及特殊阀门工程研究中心、甘肃省化学化工实验教学示范中心)和 5 个校级校外实践教育基地(中国化工集团天华化工机械及自动化研究设计院有限公司、中昊北方涂料工业研究设计院有限公司、甘肃省化工研究院、兰州理工大学温州泵阀工程研究院、兰州理工大学白银新材料研究院)的建设。全日制工程硕士研究生集中或分散在相关企业,在企业导师的指导下进行实践训练,学生的出勤、学习、工作要求与企业职工一致。在完成企业实践后,企业对学生进行考核、评价,学生要撰写实践报告。对于本科毕业直接就读专业学位的研究生,企业实践能增强他们的工程素养、团队协作意识、交流沟通技巧等,为他们毕业后迅速转换角色打下良好的基础。

研究生在校外实践基地进行实践,收获良多。

如部分研究生在实践中表现优秀,并在自己的岗位上有突出贡献,则直接被企业录用。一些学生在企业实践中脱颖而出。如化学工程领域工程硕士李博文在中昊北方涂料工业研究设计院有限公司进行实践,因表现优秀,毕业后进入该公司工作,一直从事特种涂料及聚氨酯涂料研发。2012年,李博文和他的团队接下为嫦娥三号探测器上的国旗涂装色彩的任务,并按时高质量地完成了此项任务。2013年12月15日,电视画面中出现嫦娥三号月球探测器和着陆车上两面鲜艳的五星红旗。后期的动态观测证明,由李博文和他的团队研制的国旗在月球环境高宇宙辐射、高温极寒的苛刻条件下,经受住了考验。另外,有的学生在实践过程中参与工程项目和企业技术改造及研发,申请了国家发明专利,发表了工程研究相关论文,提高了解决企业实际问题的能力和创新能力。

三、学位论文选题面向实际,确保工程硕士培养质量

学位论文是培养工程硕士工程实践能力的重要载体,也是培养学生综合运用所学知识分析和解决问题能力的重要环节,对于全日制工程硕士专业学位研究生申请学位非常重要。我校化学工程专业学位硕士研究生的学位论文选题大多来源于企业应用课题或现实问题,具有明确的行业背景和行业应用价值。近年来,学校通过严格的工程实践训练和企业技术难题调研,狠抓学位论文选题关,充分发挥校内外导师和学生组成的攻关小组的作用,加强学位论文的过程管理,要求所有论文提交盲审,并邀请企业专家参加学位论文答辩。研究生的培养质量得到大幅提升,毕业研究生在工作岗位上大显身手。如2006级工程硕士王崇明参与完成的兰州石化公司科技研发项目“丙烯腈催化剂开发及工业应用”,荣获甘肃省科技进步一等奖,其本人被遴选为甘肃省领军人才第二层次;2008级工程硕士王立新完成的“DNT加氢新型磁分离催化剂开发”项目,已经成功应用于工业生产;2010级工程硕士张景川参与的“新型板换式二硝基甲苯氢化反应器研发与工业应用”项目实现了产业化,为甘肃银光聚银化工有限

公司带来了巨大的经济效益;2011级工程硕士李剑锋参与的金川公司“活性矿浆治理低浓度二氧化硫技术开发与工程化研究”项目于2016年成功产业化,实现了矿浆中MgO的“变废为宝”和消除硫酸尾气污染问题的双重目标,给金川公司带来显著的经济效益,同时对金昌市的环境保护具有重大的现实意义。

四、开展丰富多彩的学术交流活动,增强科技服务实践能力

为了支持研究生拓展学术视野、培养勇攀科学高峰的精神、增强科技服务实践的能力,我们搭建了高水平、大范围的学术交流与创新平台。如我们结合研究生课程教学,通过研究生学术论坛、学术沙龙和走进中小企业的科技服务实践活动等,帮助研究生在丰富多彩的学术交流活动中提高素质。研究生学术论坛从最初每月一次的“几场讲座,一次报告”形式逐步发展为以学生为主体的每月一次、多个会场的“全员参与、人人主讲”的形式。两周一次的研究生学术沙龙本着“以学术为本,促进学术繁荣”的宗旨,为全体研究生提供探讨学习与科研创新的学术交流平台,加强了研究生之间的学术交流,引导研究生形成了良好的科研习惯,开阔了研究生的专业创新视野。此外,为了培育学生的责任与道德意识,学校还将科学道德和学风建设宣讲教育活动纳入研究生培养的重要环节。

与此同时,部分课题组根据企业研究需要,组织科技服务实践活动,消除了以往研究生学术论坛重理论轻实践的弊端,在丰富学术论坛活动形式的同时,调动了研究生参与的积极性,拓展了在校研究生的科研深度与广度,同时加强了高校与研究所的交流与合作。有的课题组积极组织研究生参加创新创业大赛,锻炼和培养研究生的创新创业能力,提高他们对科技成果产业化的认识,增强研究生主动进行科学研究和技术开发的信心和科技服务实践能力。

五、优化研究生培养体系,提高工程硕士实践能力

完善和优化研究生培养体系与不断提高研究生实践能力是全日制工程硕士研究生培养工作永

恒的主题。在这个方面,我们也积累了一些经验。

(一)完善实践课程设置

实践能力培养是全日制工程硕士研究生培养工作的核心,也是培养质量评价的关键。在课程设置方面,我们对照教育部和全国化学工程领域工程硕士教育协作组有关全日制工程硕士研究生培养计划及标准的要求,发现现行的课程设置还有不足,课程的针对性及特色还未充分体现,尤其是能够培养全日制工程硕士研究生实践能力、应用能力及创新能力的课程还需进一步加强。我们需要借鉴优秀培养单位行之有效的做法,进一步完善能够突显自身特色、有针对性的综合实践课程。

(二)持续推进案例教学,不断提高课程教学质量

案例教学是提高课程教学质量的一种不可或缺的手段。在推进案例教学的过程中,一些教师存在认知偏差,对案例教学的认同度低,把案例等同于事例,把案例教学变成了“举例教学”,与讲授法混同,这就导致了教学案例来源渠道过窄、教学案例实践性不强等问题的产生。同时,有的案例教学实施环节多、费时费力,学生讨论流于表面,一些任课教师开展案例教学的积极性不高。鉴于上述问题,我们今后需要从以下几方面努力:1.在案例教学的考核和激励政策上有更多的倾斜,提

高任课教师的积极性;2.学习外校的有益经验,加强案例教学的培训,使任课教师对案例教学有进一步的理解;3.课程组的校内和校外任课教师需要深入交流、认真探讨,在教学实践的基础上不断完善教学案例,使之逐步成为本单位课程教学的经典案例。
(文字编辑:孙昌立)

参考文献:

- [1] 辛忠,徐心茹,李涛,等.创新培养体系 提升化学工程领域工程专业硕士研究生培养质量[J].化工高等教育,2018(3):1-4.
- [2] 陈晓春,许青,张佳瑾.加强校外实践基地建设 提升全日制工程硕士实践创新能力[J].化工高等教育,2018(3):5-7.
- [3] 郭绪强,王刚,刘蓓,等.校企合作培养优秀的应用型化学工程领域全日制工程硕士[J].化工高等教育,2018(3):13-17.
- [4] 曹洁,张小玲,武文洁.对专业学位硕士研究生教育与培养模式的思考与探索[J].清华大学教育研究,2015,36(1):60-63.
- [5] 教育部.关于加强专业学位研究生案例教学和联合培养基地建设的意见[Z/OL]. http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_824/201505/187792.html.