

新工科背景下校企合作培养化学工程 高素质复合型人才的思考

孙婧元,王靖岱

(浙江大学 化学工程与生物工程学院, 浙江 杭州 310027)

[摘要]新工科建设对化学工程科技人才的学科知识、专业能力、综合素质提出了更高要求,而校企合作是培养化学工程高素质复合型人才的必由之路。文章从依托生产平台、校企导师协作指导、合作攻关项目、跨专业交流、重视工程管理教育、优化考核制度六个方面探讨了校企合作培养研究生的策略,并分析了研究生自身能力的提升机制。

[关键词]新工科建设; 化学工程; 校企合作; 研究生培养

Thinking of University-Enterprise Cooperation for the Training of High-Quality Compound Chemical Engineering Postgraduates under the Background of New Engineering Construction

Sun Jingyuan, Wang Jingdai

(College of Chemical and Biological Engineering, Zhejiang University,
Hangzhou, Zhejiang 310027)

Abstract: The new engineering construction put forwards high requirements of discipline knowledge, professional ability and comprehensive quality to the chemical engineering science and technology talents. The university-enterprise cooperation is an essential way for the training of high-quality compound chemical engineering postgraduates. In this paper, the postgraduates training strategies based on university-enterprise cooperation are discussed under the background of new engineering construction, including utilizing the industrial platform, cooperative mentoring of the university and enterprise supervisors, cooperatively developing projects, interdisciplinary communication, strengthening engineering management education, and optimizing assessment policy. In addition, the promotion mechanisms of postgraduate ability from the university-enterprise cooperation are analyzed.

Key words: New engineering construction; Chemical engineering; University-enterprise cooperation; Postgraduate training

[作者简介] 孙婧元(1987-),女,副教授,博士;王靖岱(1974-),男,教授,博士,杭州国际科创中心主任。

[通信作者] 王靖岱, E-mail: wangjd@zju.edu.cn。

一、我国研究生培养现状与新工科建设

教育部公布的《全国教育事业发 展统计公报》中有关数据显示,2000—2017 年间,全国硕士研究生培养规模激增,招生人数从 10.34 万人增加到 80.61 万人。然而,研究生扩招与研究生培养质量的提升并不同步。究其原因,一些高校在制定培养方案时普遍重知识传播、轻能力培养,重统一要求、轻特色发展,重成果获得、轻实践锻炼^[1]。这就造成研究生特别是工科类研究生的综合素质整体不佳,难以满足社会发展对高层次人才的需求。

为应对新经济的挑战,教育部于 2017 年提出要积极推进新工科建设。这是从服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展的高度,在“卓越工程师教育培养计划”的基础上制定的一项持续深化工程教育改革的重大行动计划。新工科建设要求工程科技人才具备引领未来产业发展的能力和素质。具体而言,工程科技人才在学科知识方面,应具有前沿创新和学科交叉融合的知识;在专业素养方面,应具有解决复杂实际工程问题的能力;在管理能力方面,应具有创新创业、沟通合作、项目管理的能力;在道德情操方面,应具有工程伦理、社会责任、爱国情操等^[2]。由此可见,新工科建设不仅是深化工程教育改革的重大策略,而且是培养工程科技人才的行动导向。近年来,与境内外行业企业协同、联合培养高素质复合型人才的模式已成为工科类高校的共识,但如何使“合作”有效,将“培养”落实,仍需要深入探讨。

二、校企合作培养研究生的策略

浙江大学联合化学反应工程研究所(以下简称“联合所”)在培养化学工程方向研究生的过程中,不仅重视学生专业理论水平的持续提高,而且重视学生专业实践能力的提升,积累了一定的经验。近三十年来,联合所教师坚持带领研究生走进中国石化多家企业,立足于国家层面的“卡脖子”技术难题和实际生产中亟待解决的问题来确立研究课题。研究生在校内导师和企业导师的共同指导下开展课题研究,参与项目的可行性分析、流程设计、装置搭建等,通过冷、热模实验论证,经

小试、中试放大校正,最终形成可应用的研究成果,并投放生产。

从整个过程看,校企联合培养研究生不局限于单一的模式。更重要的是,学校与企业在对接和磨合的过程中,让研究生始终处于主动的位置,关注生产过程,并理论联系实际解决问题,进而为装置操作优化和产品质量提升做出贡献。研究生在企业中已远远超越了被锻炼和被培养的层面,他们能够借助企业资源,激发自身聪明才智,并敢于实践和创造,成为企业的“科技人员”,达到了新工科建设对培养高素质复合型人才的要求。本文将结合具体实践经验,探讨新工科建设背景下校企合作培养研究生的策略和研究生自身能力的提升机制。

(一)依托生产平台,强化专业能力

高校教师在课堂教学前,往往需要储备大量的专业知识,构建起“三传一反”的理论基础。这相对于新工科复合型人才的培养要求来说,仍不够充分。高校应利用国家和地方的科研创新资源,构建特色鲜明、内容丰富的实践平台,用于研究生培养,如以大学科技园、国家重点实验室、省重点实验室为依托,联合校企、校地共建研究所及国有企业、民营企业等,建立集理论研究、科技成果转化、人才培养输送为一体的产学研贯通实践平台。对于化工专业研究生来说,企业的生产平台无疑是最重要的实践创新场所。引导研究生走进企业,依托生产平台从事研究活动,一方面要求研究生通过对生产流程、单元操作的全面排查了解,真切认识一个化工过程的诸多特点,主动思考并逆向推断所学知识在该过程中的应用,从而巩固和创新所学知识,进一步激发学习兴趣;另一方面要求研究生在与企业共同确立课题并开展研究的过程中,将研究成果应用到企业的生产过程中并进行验证与修正,从而大大提高结果的可靠性和适用范围,最终提炼出普适性和应用意义更强的科学结论。经过这一过程,研究生的专业能力将得到强化。

多年来,联合所一直与中石化保持稳定的产学研合作关系,为研究生培养提供了适合开展实

践活动的相关项目、研发课题或成果转化与推广的条件。比如,每当项目或课题确立后,教师都会带领研究生从熟悉生产流程和单元操作开始,进车间、上装置,在技术人员的配合下学习操作规程。研究生在基本掌握流程的关键节点后,要核算全流程物料平衡、热量平衡、压降、能耗、公用工程等,并思考各化工设备(如反应器、压缩机、分离器、脱气仓等)涉及的化工专业知识,以及这些知识如何指导设备的设计和稳定运行。如果搭建实验室装置进行模拟,教师则让研究生提出简化和修正所依据的原理。由此,学生不但巩固了化工原理、化学反应工程、化工机械、自动控制等专业理论,而且通过对实际生产流程的分析,加深了对知识点的理解。这种培养方式对研究生专业素养的提高十分有益。

(二)校企导师协作指导,提升工程能力和学术能力

工程能力的核心是工程实践能力,包括工程设计、实施和运行三个方面。工程实践能力培养是目前专业教育中最为薄弱的环节^[3]。学校导师具有较高的理论水平,能够指导学生进行严谨细致的学术研究。而学生工程实践能力的培养则离不开企业导师的大力协助。为此,联合所一方面要求企业导师通过制定计划、现场讲解、定期讨论的方式,带领学生熟悉生产现场,明确需要解决的问题;另一方面要求企业导师通过专题报告和座谈的方式,向学生系统传授技术研发和工程管理的的基本知识和经验。企业导师的指导补齐了学校导师在工程实践方面的短板,有效提高了学生对工程问题的分析能力、应变能力和处置能力。值得强调的是,企业导师绝不是简单指定的某一项目合作者,而是需要由专业知识渊博、实践经验丰富、分析解决问题能力强、创新意识强、作风正派的企业高级专家担任,遴选时还要兼顾从理论研究到工程设计的产学研贯通式布局。联合所聘请中石化科技专家、齐鲁石化科技部部长杨宝柱教授级高工作为企业导师,协助指导气相法聚乙烯冷凝聚态工艺、溶液法聚乙烯工艺方面的课题;聘请天津石化高级专家、“津门工匠”称号获得者、天津

石化烯烃部副经理吴文清教授级高工作为企业导师,协助指导乙烯聚合催化剂开发、专有设备设计、聚乙烯新工艺研发方面的课题;聘请中石化工程设计公司设计大师苏宏教授级高工作为企业导师,协助指导流程设计、工艺包开发方面的课题。

此外,为配合企业导师的指导,高校还应根据教师的年龄层次、学科背景和专业特长,建立有梯度的导师团队,落实企业导师的具体建议并融合前沿的学术思想,对研究生实施“平行化”“细致化”的指导。导师团队成员擅长的领域应有所不同,最好涵盖实验测量、理论计算、工程对接等各方面。他们应与学生定期讨论课题进度,从不同角度给出可行建议,并拟定下一阶段的研究计划,这有利于提高研究生的科研效率。高质量的校企导师团队合作培养的大部分研究生毕业后顺利进入中石化工程建设公司、中石油寰球工程公司、上海华谊集团公司、埃克森美孚公司、沙伯基础工业公司等国内外知名化工企业工作,不少毕业生因为兼具较强的工程能力和学术能力,受到用人单位的好评。

(三)依托合作攻关项目,增强创新能力

对于社会性极强而又定位相对传统的化工企业来说,具有创新意识与创新能力的员工往往是企业转型升级、向价值链高端发展的重要助推力量。因此,化工专业研究生必须拥有创新能力,即掌握知识、质疑经验、探索前沿、开拓创造的能力。就学校教育而言,高校难以打破传统教育模式,还缺乏适当的场景和解决问题的紧迫感,这就导致大多数学生的创新意识不够强,创新很难真正“落地”。

解决这一问题最好的途径就是依托实际的校企合作项目,由高校和企业共同完成整个项目的申报、攻关、结题过程,且让研究生直接参与项目建议书撰写、任务书编制、项目答辩、项目执行、结题材料准备等各个重要阶段。由此,合作双方对研究生的联合培养就能真正得到落实。而研究生参与企业项目攻关和新技术研发的过程,将促使他们在影响因素众多的生产过程中寻找规律,根据产品质量的优劣分析问题所在,通过反复论证,

最终形成可行性强的创新方案。在这个过程中,创新能力自然会随着老问题的解决和新思路的建立而得到强化和提升。

长期以来,我国气相法聚乙烯工艺生产的产品结构功能单一、普遍缺乏竞争力,致使国内各气相法装置的产能明显过剩,整个行业面临严峻形势。基于对国内聚乙烯装置的长期调研,联合所与天津石化合作申请“气相法聚乙烯新型冷凝工艺的开发”“气液法流化床聚乙烯工艺成套技术开发”等中石化重大科技攻关项目,先后有 10 余名研究生参与了项目的申请、研发、结题等工作,为新工艺的开发和推广做出了重要贡献。例如,研究生孙婧元借鉴旋流塔板的概念开发了一种旋流型气液分离器,经冷模与工业试验考评,已在天津石化成功应用近 7 年,授权中国发明专利 3 项。再如,为了定向调控产品质量,博士生范小强基于“露点聚合”“呼吸聚合”等工艺管控技术,采用流程模拟、反应器建模等方法,获得产品的优化调控策略,工业应用的效果显著,同时授权中国发明专利多项、国际发明专利 2 项。在此基础上,他对气液法流化床反应器的热稳定性进行研究,为多温区差异化环境生产高性能产品提供了有力的理论支撑。又如,为了解决产品脱 VOC 问题,业界提出“挤出脱挥”“水煮脱挥”技术,硕士生徐磊负责进行实验室与工业试验,并初步取得成效,申请中国发明专利 2 项。在“气液法”技术的推广中,联合所承担了反应器放大、操作曲线确定、设备选型、工艺包开发等多项工作,参与学生的创新能力得到了极大的锻炼。同时,“气液法”工艺在不断推进中获得重大突破,目前,企业利用该工艺已成功生产出用于制备缠绕膜、POF 膜、PE 收缩膜、冷冻膜、拉伸套筒膜等系列产品的高端聚乙烯材料。

(四)促进跨专业交流,培养学科交叉融合能力

科学技术的快速发展使得各学科领域产生了高度分化,不同行业间的协作融合正日益加强。例如,人工智能技术在化工生产中的开发应用、大数据对市场调研和产品销售方面的指导作用,是

学科交叉在化工企业中的典型体现。同时,由于安全、环保、可持续发展成为响应国家“美丽化工”号召的必由之路,这些学科与化工专业的交叉融合也越来越被重视。高校研究生具有不同的专业背景,涉及化学、机械、力学、自动化、计算机、环保等学科,他们深入企业与技术人员进行交流,将对学科交叉产生意想不到的效果。针对同一个生产问题,研究生与技术人员从不同的学科角度出发进行分析,提出各自的解决方案,取长补短,相互启迪,求同存异,就有可能产生全新的思路。如此一来,企业将利用最低的成本获得“跨学科”的收益,而研究生也在交流中增强了自身的学科交叉融合能力。

(五)重视工程管理教育,强化合作能力和管理能力

合作能力和管理能力是从业人员在职场中的社会能力的一种具体表现,涉及人际交往、沟通协调、团队合作、项目管理等。高校学生处于相对独立、宽松的学习氛围中,或多或少地养成了我行我素、消极盲从的心理状态和行为习惯,在生活和研究工作中表现为全局观念淡薄、团队意识不强、管理能力薄弱。比如,以往的研究生教育忽视了合作能力和管理能力的培养,导致研究生毕业后在工作岗位上出现能力短板。新工科建设提出重视培养人才的创新、创意、创业能力,这就要求研究生不仅能够运用专业知识和先进技术解决具体工程问题,而且具备把控流程、沟通协调、监管项目的的能力。这些也正是工程管理教育的培养目标。在一个企业特别是化工企业中,不同工种和专业的人往往需要严格把关各自的工作,同时相互配合,共同保证整个流程的正常运行。研究生在这种环境中研究课题,必然会在与他人的不断磨合与协调中,逐渐淡化以自我为中心的意识,提高合作能力。同时,通过负责具体任务和进行阶段性成果汇报,研究生的项目管理能力也将显著提升。

(六)优化考核制度,使研究生培养形成闭环

科学合理的培养模式、管理体制和考核制度是新工科背景下研究生培养的基本保障^[4]。与以往校企合作相比,新工科建设更加关注合作中对

人才思维的引领,不仅强调专业技术和生产实践能力的强化和训练,而且注重新时代对人才能力的高标准、严要求和新挑战^[5]。因此,高校应结合复合型人才培养目标和新形势下校企合作的特点,优化工程实践环节的检查 and 评估制度,将专业能力、工程能力、学术能力、创新能力、学科交叉融合能力、合作能力、管理能力等反映研究生综合素质的指标纳入研究生和导师的评价体系,制定有针对性的考核方式,严把毕业生质量关;同时,制定企业导师评价反馈机制,使校企合作的研究生培养形成闭环。

三、结语

在新工科建设的理念指引下,校企合作已成为培养高素质复合人才的必由之路。让研究生真正走进企业、深度参与,聘请企业导师协助指导,是培养工程研究人员的一种有效模式。采用这种模式不只是为了促进化工人才的就业,更不只是为了追求校企双赢,归根结底是为了使研究生在全面提高自身能力的同时,能从企业的纪律、岗位的要求、工作的严谨中,感受到自身的责任与

义务、价值与使命,进而迸发出对行业的自豪感、对职业的责任感和对创业的使命感。如果参与其中的研究生都能从生产实践中收获应有的能力和品格情操,那就契合了新工科建设培养高素质复合型人才的美好初衷。(文字编辑:孙昌立)

参考文献:

- [1] 杨明琰,白波,王伟,等.化工类硕士研究生创新能力培养关键要素探究[J].广东化工,2018,45(19):137-138.
- [2] 林健.引领高等教育改革的新工科建设[J].中国高等教育,2017(z2):40-43.
- [3] 于颖敏,徐鸣,史德青.校企协同培养化工专业学生复合能力机制探索[J].中国石油大学胜利学院学报,2018,32(4):62-64.
- [4] 罗钧,侍宝玉,付丽.新工科专业学位研究生应用型人才培养模式探讨[J].中国现代教育装备,2018(17):75-77.
- [5] 方志刚,郝晓亮,高云.“新工科”建设背景下高校研究生培养模式[J].中国冶金教育,2018(6):39-40.

《化工高等教育》期刊优秀论文评选工作正在开展

《化工高等教育》创刊于1984年,是经国家新闻出版总署批准,由教育部主管、华东理工大学主办,面向高等教育领域的管理人员、高等教育理论与实践研究者、一线教师公开发行的教育类学术期刊,是中国化工教育协会会刊。

为贯彻落实党的十九大精神和全国教育大会精神,提高石油和化工教育教学水平,展示我国石油和化工教育领域取得的优秀教学成果,中国化工教育协会日前下发了《关于开展第五届中国石油和化工教育教学成果认定工作的通知》(中化教协发[2020]10号)。为响应中国化工教育协会号召并调动化工高等教育领域广大同仁的积极性与创造性,《化工高等教育》编委会将从论文选题、文献综述、论文逻辑结构、学术规范、创新性、推广价值等方面评选出本刊已出版的若干篇优秀论文,并向中国化工教育协会推荐6篇论文。敬请广大作者与读者关注!