

文章编号: 2095-1663(2024)02-0008-05 DOI: 10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2024.02.02

面向国家能源战略需求的卓越工程 人才培养新体系构建与实践

吴小林, 金 衍, 李景叶, 詹亚力, 耿娇娇

(中国石油大学(北京), 北京 102249)

摘要: 行业特色高校由其办学属性决定, 在培养卓越工程师等高端人才方面具有得天独厚的优势。中国石油大学(北京)作为一所油气能源特色高校, 面对保障国家能源安全和能源战略转型发展双重使命挑战, 坚持“强优、拓新、创一流”的学科建设思路, 构建了学科发展新格局, 以此为龙头, 依托产学研合作办学优势, 打造“思政引领、创新驱动、融合发展”的工程人才培养新模式, 并建立了“内部保证、外部认证、智能赋能”的教育教学质量保障体系, 取得了显著的人才培养成效, 其创新成果具有较大的应用推广价值。

关键词: 卓越工程人才培养; 学科体系; 培养模式; 质量保障体系; 行业高校

中图分类号: G643

文献标识码: A

当今世界百年未有之大变局加速演进, 新一轮科技革命和产业变革推动科学技术和经济社会发展加速渗透融合, 教育发展理念、人才培养模式和科技创新环境深刻重塑。以习近平同志为核心的党中央, 深刻洞察强国崛起的历史规律, 精准把握当今全球竞争本质和未来发展关键, 作出教育、科技、人才一体推进的重大战略部署, 对以教育强国建设有力支撑中华民族伟大复兴提出新的更高要求。卓越工程师培养是教育、科技、人才一体化统筹推进的重要抓手, 是加快教育现代化、建设教育强国的先手棋^[1]。高校肩负服务国家战略需求、探索新时代卓越工程师自主培养之路的重要使命责任。

能源安全关系国家安全, 核心是油气安全。当前, 全球油气供需和利益格局深刻调整, 我国油气资

源对外依存度高, 端牢能源饭碗、保障能源安全的任务异常艰巨。同时, 绿色发展理念深入人心, 人与自然和谐共生成为共同期待, 在“双碳”目标下, 统筹推进油气供应安全和绿色发展, 加快油气勘探开发与新能源融合发展, 加快行业绿色低碳转型和智能化发展势在必行, 对能源领域高等教育提出新的科技和人才需求。作为能源领域高等教育的主力军, 传统能源行业特色高校既肩负着与行业同题共答的重大政治责任, 也面临着加快实现转型发展的现实挑战。中国石油大学(北京)坚持“强优、拓新、创一流”的学科建设思路, 构建了特色鲜明的学科体系, 并以此为龙头, 依托产学研合作办学优势, 大胆实施体制机制创新, 构建形成了“思政引领、创新驱动、融合发展”的工程人才培养新理念新模式, 建立了“内部保

收稿日期: 2023-12-18

作者简介: 吴小林(1963—), 女, 北京人, 中国石油大学(北京)原校长, 教授, 博士生导师。

金衍(1972—), 男, 浙江台州人, 中国石油大学(北京)校长, 兼任国家卓越工程师学院院长, 教授, 博士生导师。

李景叶(1978—), 男, 山东潍坊人, 中国石油大学(北京)校长助理, 兼任研究生院常务副院长, 教授, 博士生导师。

詹亚力(1970—), 男, 江西都昌人, 中国石油大学(北京)研究生院副院长, 兼任国家卓越工程师学院执行院长, 教授, 博士生导师。

耿娇娇(1984—), 女, 河北正定人, 中国石油大学(北京)研究生院专业学位管理办公室主任, 兼任国家卓越工程师学院副院长。

证、外部认证、智能赋能”的教育教学质量保障体系,取得了显著的人才培养成效,具有广泛的推广价值。

一、卓越工程人才培养新体系构建思路

站在新一轮科技革命和产业变革同人类社会发展的历史性交汇点,工程科技进步和创新成为推动人类社会发展的引擎。工程科技的创新发展需要一支数量充足、结构合理、素质优良的卓越工程师队伍。卓越工程教育应重点做好以下几个方面:

一是持续优化学科专业布局。学科与专业是大学最为基础的组成部分,是大学的根本特色和核心竞争力,同时也是高校与科学知识体系对接、与国家社会需要对接、与职业就业需求对接的中间枢纽^[2]。工程教育应面向国家重大需求,服务经济社会发展,在学科专业、层次类型、布局结构等方面持续调整优化,培养能够满足未来发展需要、能够适应和引领未来工程科技发展方向的卓越工程师,有力支撑产业升级发展。

二是突出创新意识和创新能力的培养。面向未来,新发现、新技术、新产品、新材料更新换代周期越来越短,经济社会发展的需求动力远远超出预测,创新驱动成为引领发展的主要动力源。创新是卓越工程人才的本质特征,唯有创新才能适应和引领未来科技与产业变革^[3]。工程教育应突出改革创新、强化前瞻意识,培养学生的创新精神、创新思维和创新能力。

三是构建交叉融合的人才培养新范式。工程领域正朝着综合性和系统化的大型工程发展方向迈进^[4]。现代工程的内涵正发生巨大变化,工程的范围越来越向自然系统、社会系统和生命系统的各个层面延展,以“大工程”为特征的新领域不断产生^[5]。工程教育应打破传统学科专业壁垒,从学科导向转向需求导向、从专业分割转向交叉融合、从局部调整转向系统变革,汇聚学科优势、贯通学科内容,培养学生多学科知识和综合集成的能力。

四是构建产教融合校企协同育人体系。工程的创造性、综合性、实践性特点决定了高质量工程人才培养必须走出学校,融入产业实际,切实提升工程意识、创新意识、系统意识和实践能力。建立与行业企业联合培养人才机制,是工程教育改革的必由之路。高校应以产业的技术需求和人才要求为导向,强化校企合作,发挥企业在工程实践条件先进和工程环境真实方面的优势,形成融科研合作和协同育人为

一体的产学研合作与育人体系。

二、卓越工程人才培养新体系构建

(一)优化学科专业布局:传统优势学科智能升级,新兴领域学科强势拓新

学科专业是高等教育体系的支柱。习近平总书记高度重视学科专业设置工作,强调要优化同新发展格局相适应的教育结构、学科专业结构、人才培养结构^[6]。学校提出“强优、拓新、创一流”学科发展理念:一方面“强优”,通过内涵建设和外延拓展,推动传统优势学科升级发展,强化引领地位;另一方面“拓新”,通过学科交叉融合,发展新兴交叉学科领域;到2035年,学校基本建成能源领域特色鲜明的世界一流研究型大学。

聚焦石油天然气关键核心“卡脖子”问题,做强地质资源与地质工程、石油与天然气工程两个“双一流”学科领域,实施强优计划。构建深水深层非常规等复杂油气工程学科群,推进学科数字化、智能化、清洁化发展,着力拓展油气人工智能、智慧管网、先进计算、机器人等学科方向,不断深化传统优势学科的内涵建设,强化行业引领地位。围绕国家“双碳”战略目标,聚焦碳减排、碳零排、碳负排的工程技术难题,实施交叉学科拓新计划,拓展油气洁净加工、储能、碳储、地热等绿色低碳新学科领域(方向),布局油气转化科学与工程、碳中和工程与技术两个新兴交叉学科领域,加快突破新能源新理论新技术。成立碳中和未来技术学院、碳中和示范性能源学院等新学院(研究院),在油气资源与探测、重质油两个国家重点实验室增设清洁地质能源理论与技术、氢能与储能等研究平台。

(二)构建“思政引领、创新驱动、融合发展”的人才培养新模式

1. 以思政引领为导向,以导师思政为引领,构建“四位一体”特色思政教学体系

导师在研究生培养教育过程中起着至关重要的作用。2020年,教育部印发实施《研究生导师指导行为准则》,其中明确指出“研究生导师是研究生培养的第一责任人,肩负着为国家培养高层次创新人才的重要使命”。“第一责任”不仅仅局限于研究生的学术能力和科研水平培养,也包括研究生的思想政治教育。增强研究生导师思想政治教育的主观意识与能力是做好研究生思想政治教育的关键一环。学校通过组织青年教师赴油田企业开展交流实践系

列活动,增进青年教师对石油文化、石油行业的了解与热爱,以更好传承、发扬“石油精神”“科学家精神”。以此为引领,建设《油气工程科技进展》《油气安全工程前沿》《流固分离工程》等北京市课程思政示范课程,打造院士领衔的“蟒山讲坛”,建设校内铁人广场、校外大庆铁人学院、胜利油田、渤海钻探公司等思政实践基地,开展导师—学生党支部“1+1”示范共建,四位一体构建“铁人精神”“科学家精神”特色思政教育体系,着力培养学生能源报国、能源强国的伟大志向。

2. 以创新驱动为核心,构建递进式创新能力培养体系

(1)构建了纵向延伸、横向复合的课程体系,夯实创新基础。建立了纵向延伸的课程体系,保证了知识的深度:在“基础课—核心课—选修课—前沿课”系列课程基础上,打造了“本科阶段注重基础素质、研究生阶段注重专业素质”本硕博递进式、贯通式课程体系。建立了横向复合的课程体系,保证了知识的广度:面向非常规油气等劣质化油气藏对地质—工程一体化的迫切需求,分别构建了以石油工程为基础、增强地质工程的“石油工程+”和以资源勘查工程为基础、增强石油工程的“地质工程+”交叉复合型课程体系;面向油气能源行业对人工智能复合型人才的强烈需求,构建了智能油气地质工程、智能油气井工程、智能油气田开发、智能海洋油气工程等系列“油气+人工智能”交叉复合型课程体系。

(2)构建了基于重大科学研究项目的科研训练体系,启发创新思维。科学探究是提升研究生创新思维的有效途径。科学探究的根本驱动力是人类的好奇心,这是人类长期以来得以进化的本能之一,科学探究的回报就是发现的乐趣和好奇心的满足^[7]。在培养过程中应激发学生探究未知的好奇心,促使好奇心转化为学生主动学习和探究的内在驱动力。因此,从本科二年级开始,一对一配备导师,引导学生早进实验室、早进科研团队,全部科研实验室对学生开放,为学生提供学科前沿课题等方式,以问题为导向,搭建课程与项目间的双向通道,激发学生专业学习兴趣,奠定学生扎实的学术素养基础。在科研训练中,提升学生的科学质疑与思辨能力、综合运用不同学科知识解决复杂问题的能力以及跨文化沟通和交流能力。

(3)构建了多元实践培养体系,提升创新能力。心理学家迪恩·西蒙顿专门研究各种创造性人物,他找到的统一结论是这些人其实都是用数量确保质

量。因此,构建了多元实践培养体系为学生提供充足的训练条件。设置工程相关实践类、案例类课程,先后聘请了143位企业知名专家,共开设97门专业实践类课程;创立并鼓励学生参加中国石油工程设计大赛、中国海洋工程设计大赛、全国大学生勘探地球物理大赛、创青春中国青年碳中和创新创业大赛等8个主题实践赛事活动,提升学生工程实践创新能力;先后投入5000多万元,建成了12个校内实践教学平台24个子平台,满足了各学科专业实验或实践类课程的教学要求;校企共建200余家研究生联合培养基地,实现了工程类专业学位硕士研究生专业实践100%进入企业、100%参与企业实际工程项目、100%校企导师组指导。

3. 以融合发展为路径,构建产教融合、科教融汇人才培养格局

深化产教融合,构建了以项目为牵引的工程人才培养模式:基于企业实际工程项目,重构学生与导师间的组合路径,开展课程学习与论文研究。首先,结合企业实际,选择以技术创新等为主的工程项目作为校企联合培养的依托项目;其次,选择符合条件的校企联合培养依托项目的主要负责人、技术骨干,确定为校外导师;第三,在校内遴选与校外导师研究领域一致、合作密切的专家教授与之组成“导师组”;第四,在招生录取环节,突破以往分配给学院或校内导师的方式,研究生招生指标直接分配给校企开展联合培养的依托项目,学生选定所依托项目后,确定导师组;最后,在导师组指导下,以所依托项目需要为导向,学生开展课程学习、专业实践与论文研究。

深化科教融汇,面向能源领域工程原始创新,以工程创新潜力为招生考核标准,实施本研一体化贯通培养。依托重大项目及国家级平台,融合学科、科研、教学团队,采用科研学徒制或立项制指导学生,为学生提供弹性、多元的选择空间;基于重大基础项目开展学位论文研究。依托教育部非常规油气国际合作联合实验室、7个111引智基地等国际合作育人平台、14项国家留学基金委创新型人才国际合作培养项目,实施多导师制国际联合培养,实现博士生100%有国际学术交流经历。

(三)构建“内部保证、外部认证、智能赋能”的教育教学质量保障体系

1. 构建了“多元—多点—多维”内部质量保证体系

(1)建立多元质量评价:创建“新开试讲—合格课—院级品牌课—校级品牌课”四级课程质量评

价管理体系,明确各级课程建设质量标准,组织精品示范培育课和精品示范课建设;构建“学生—自评—专家—同行”四级课程教学评价体系,夯实课程教学水平;构建“自我总结—导师评价—学院考核—学校评优”四级专业实践考核评价体系,严格实践管理;构建由“选、培、管、评”四个环节组成的导师指导管理评价体系,打造校院两级培训体系,严格遴选,评聘分离,强化过程监督,开展年度评价;强化学位论文前、后评估,推进学位论文答辩和学位授予信息公开。

(2)开展多点质量监控:建立“多点学业预警”机制,包括有不合格课程成绩、修读学分不足、学籍异动超期、超学制延期、即将达到最长学习年限学籍清理的监测预警;全面实施博士研究生中期考核分流淘汰退出机制,未通过考核者予以转为硕士或退学;明确专业实践环节、学位论文开题选题、论文查重、评阅、答辩、学位授予等关键环节的质量标准和监管要求。

(3)实施多维质量督导:强化研究生教育督导,完善校院两级督導體系,加强研究生复试、课程讲授、论文开题、专业实践考核、论文答辩等环节监督;对学院(研究院)研究生教育管理工作进行规范化的年度检查,确保各项管理工作落实到位;开展年度教学质量问卷调查、各类座谈会等,听取师生意见建议,加强对研究生培养过程的质量监控;持续实施研究生教育质量与创新工程,深化启发式、研讨式、混合式教学改革;建设双屏联动、多视窗口、多屏展示、远程录播等各类智慧教室 80 余间,支持教学方式优化。

2. 建立了工程硕士研究生教育认证体系

首创了石油与天然气工程专业学位研究生工程教育认证体系。作为秘书长单位,学校发起并全程主导认证框架设计、可行性论证、签署合作协议、成立认证机构、制定认证标准与认证办法、组织开展认证等工作。以工程实践创新能力培养为目标,构建了包括认证原则、认证组织、认证标准以及认证程序在内的认证体系。其中,认证专家委员会由工程教指委、中国石油学会、中国石油、中国石化、中国海油以及石油高校知名专家和学者共同组成,企业专家比例达到 1/3 以上,从第三方视角提出了石油工程硕士研究生教育认证标准,建立了专业学位研究生教育全过程、全要素质量评价体系。2017 年,学校石油与天然气工程专业学位通过全国首家认证。

3. 搭建了集管理、监控、预测三大功能于一体的智能管理系统

研制开发了涵盖学科管理、招生管理、培养管理、专业实践管理、学位管理等各业务模块的研究生教育管理和大数据分析平台,形成了集全业务流程—全过程监控—全方位评价—关键节点预警于一体的研究生教育智能管理系统。系统贯通了全校各业务部门数据,打破了数据孤岛,再造了管理流程,实现了多系统同步(计算机、短信、微信),连通了与国家标准数据的接口,提升了管理效能和服务质量。例如,学位管理模块可对各类议题进行审议和表决,可现场查看学生培养全过程数据和导师聘任所需教学、科研、学生指导全方位评价结果;专业实践管理模块搭建了校企双方对联合培养基地及学生培养过程共同管理,实现了校企无缝衔接;大数据分析平台集成了人才培养全过程、全要素数据信息,实现了对学生成长和导师育人能力的多维评价,支撑了招生、培养、就业等人才培养各环节的联动。

三、卓越工程人才培养新体系实践成效

(一)人才培养质量显著提升

研究生作为创新主体,在《Nature》《Science》上以第一作者发表文章实现了突破,在国际高水平期刊发表研究论文近五年增长 77.7%,为长庆油田等国家全部 5 个 10 亿吨级油气重大发现,西气东输、南海水合物试采等重大工程,“海洋石油 981”“深海 1 号”等国家重大装备,以及国家清洁油品升级换代等重大项目做出了重要贡献,支撑学校获得国家科技奖 45 项、亿万级成果转化实现突破。学校工程学 ESI 全球排名由 2012 年首次上榜快速上升到 2021 年的 67 位(前万分之四)。

学校每年为能源行业输送大批卓越工程人才,主干专业 60% 以上在相对艰苦的石油石化企业就业,毕业生中涌现出全国五一劳动奖章获得者王鹏宇(2014 届博士)、国家技术发明奖获得者吴怡(2013 届硕士)等一批杰出工程人才。学校卓越工程人才培养相关情况获《光明日报》、人民网、中国教育新闻网、教育部网站等相关媒体平台专题报道。

(二)学科整体实力持续攀升

学校高质量完成首轮“双一流”建设各项任务,形成了一流学科引领、骨干学科和基础学科协调发展的学科生态,顺利进入新一轮“双一流”建设高校行列,建设了 2 个北京市“双一流”学科和 2 个北京高校高精尖学科。全部学位授权点通过国家首轮合格评估,新增 7 个博士一级学科和博士专业学位类别。第五轮学科评估结果取得历史性突破,近半数

一级博士点学科迈上新台阶,其中 A 类学科占比达 30%,学科高峰高原进一步凸显。国际四大大学排行榜排名屡创新高,ESI 全球前 1%学科增至 8 个,其中工程学、化学、地球科学进入 1%。石油与天然气工程学科排名全球领先,学科核心竞争力、国际影响力进一步提升。

(三)科技战略支撑更加有力

学校顺利完成国家重点实验室重组,油气资源与工程国家重点实验室、重质油国家重点实验室纳入新序列。新增国家储能技术产教融合创新平台、应急管理部油气生产安全与应急技术重点实验室等一批高水平平台,形成了覆盖油气行业全产业链的平台布局。围绕服务国家重大战略需求,全面加强有组织科研攻关,积极承担国家级重大科研攻关任务,牵头承担油气开发国家科技重大专项项目。国家重点研发计划和自然科学基金项目获批数量和质量屡创新高。以第一完成单位获国家技术发明奖 6 项,上榜中国高校技术发明贡献 10 强榜单。

四、结语

作为我国高等教育事业中的重要组成部分,行业特色高校肩负着服务国家重大战略需求、培养行业领域卓越工程人才、推动科技创新发展的重要使命^[8]。在建设教育强国的时代背景下,行业特色高校应充分发挥在对接产业需求、服务产业发展方面具有的独特优势,聚焦高质量发展主题主线,强化教

育、科技、人才一体化发展,坚持产教融合、科教融汇,以全面提高人才自主培养质量和高水平科技自立自强为重点,不断开辟发展新领域新赛道,不断塑造发展新动能新优势,走出工程教育高质量发展新路径。

注:本文源于 2022 年高等教育(研究生)国家级教学成果奖二等奖项目“面向国家能源战略需求的高质量创新型工程人才培养新体系构建与实践”。

参考文献:

- [1] 吴小林. 守正创新构建新时代卓越工程师教育培养体系[J]. 中国高等教育, 2023(19):21-28, 89.
- [2] 王希勤, 阎琨, 江宇辉. 探索扎根中国、融通中外的大学人才培养模式——清华大学学科布局和人才培养融通战略研究[J]. 中国高教研究, 2022(11):11-20.
- [3] 轩福贞. 培养支撑引领强国建设的卓越工程人才[N]. 中国教育报, 2023-7-10.
- [4] 余寿文. 大学者,育才之谓也:中国特色高等工程教育十议[J]. 高等工程教育研究, 2011(2):8-1.
- [5] 乔伟峰, 符杰, 王孙禹. 卓越工程师培养的挑战与对策[J]. 科教发展研究, 2023(6):46-61.
- [6] 习近平. 在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上的讲话[N]. 人民日报, 2023-4-18(05).
- [7] 苏富忠. 思维科学[M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社, 2002:1.
- [8] 李昊灿, 李妍. 新时代行业特色型高校研究生教育高质量发展——时代意蕴、现实困境与实践路向[J]. 研究生教育研究, 2023(6):21-28, 89.

On Construction and Practical Application of the New System for Cultivating Outstanding Engineering Professionals in Responding to the National Energy Strategic Demand

WU Xiaolin, JIN Yan, LI Jingye, ZHAN Yali, GENG Jiaojiao

(China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: The industrial characteristics of a university is determined by its school-running attributes and the universities of this kind have unique advantages in cultivating high-end professionals such as outstanding engineers. As a university featuring the characteristics of hydrocarbon energy, China University of Petroleum (Beijing) adheres to the construction idea to make the discipline strong, excellent, expanding, innovative and first-class, and introduces a new pattern for discipline development while facing the dual-mission challenges of ensuring national energy security and energy strategic transformation and development. With this effort as the guiding principle and relying on the advantages of the “industry-university-research institute” cooperation in school running, the university forges a new mode of engineering talent cultivation featuring “integrated development guided by ideological and political education and driven by innovation” and establishes an education and teaching quality assurance system characterized by “internal assurance, external certification, and intelligent empowerment”, which has been proved remarkable in student training and the innovative achievements from which are worth promoting for application.

Keywords: excellent engineering personnel training; discipline system; cultivation mode; quality assurance system; universities with industrial characteristics