

大化工国际化精英人才培养体系的构建^{*}

——以北京化工大学巴黎居里工程师学院为例

苏海佳, 侯虹

(北京化工大学 巴黎居里工程师学院, 北京 100029)

[摘要] 高等工程教育肩负着服务国家战略需求、培养创新型工程科技人才、支撑和引领国家未来发展的重要使命, 应致力于提升学生的原始创新能力和国际竞争力。北京化工大学巴黎居里工程师学院引进法国先进的工程师教育理念和资源, 在以“厚理强工”与“国际化”为引领的大化工精英人才培养理念指导下, 积极探索人才培养模式和创新机制, 构建了“本硕贯通”的工程人才培养体系, 打造了三阶段递进式工程实践教学体系, 建设了一支国际化工程型师资队伍, 完善了教学质量保障体系, 为“扎根中国大地办大学”和“吸收国外先进工程教育办学治学经验”的国内中法工程师院校提供了可借鉴的改革案例。

[关键词] 工程教育; 新工科; 厚理强工; 国际化视野; 人才培养模式

Construction of Training System of International Elite Talents in Big Chemical Industry—Taking Paris Curie Engineer School of Beijing University of Chemical Technology as an Example

Su Haijia, Hou Hong

(Paris Curie Engineer School, Beijing University of Chemical Technology,
Beijing 100029, China)

Abstract: Higher engineering education shoulders the important mission of serving the strategic needs of the country, cultivating innovative engineering talents and supporting and leading the future development of the country. Efforts should be made to improve students' original innovation ability and international competitiveness. Paris Curie Engineer School of Beijing University of Chemical Technology (hereinafter referred to as Chimie Pekin) proposes the educational ideals of "solid science foundation and strong engineering technology" and "internationalization" for elite training by bringing in the advanced philosophies and resources from the engineering institutes in France. Chimie Pekin has been keen on

[作者简介] 苏海佳(1970-),女,教授,博士;侯虹(1972-),女,副研究员,硕士。

[通信作者] 侯虹, E-mail:houh@mail.buct.edu.cn。

^{*} 基金项目: 教育部人文社会科学专项任务项目(工程科技人才培养研究)重点项目(17JDGC001)。

exploring talent training model as well as innovation approaches and established promising programming for the through-training of bachelor and master. A three-stage progressive engineering practice teaching system has been built. Chimie Pekin has gathered an international faculty cohort that prioritizes the impacts of guidance and improved the teaching quality assurance system. The educational innovations conducted by Chimie Pekin are believed to offer sound reference for other domestic engineering schools, especially the ones collaborating with institutes in France, that are eager to merge the strengths of educational resources and experiences from both China and foreign countries.

Key words: Engineering education; Emerging engineering; Solid science foundation and strong engineering technology; International vision; Talent training model

高等工程教育肩负着服务国家战略需求、培养创新型工程科技人才、支撑和引领国家未来发展的重要使命。为了主动应对新一轮科技革命与产业变革,支撑国家创新驱动发展战略,自2017年以来,全国各高校积极推进新工科建设并取得了丰硕的成绩。这是一种全新的教育变革,旨在构建符合我国国情、可以领跑全球的高等工程教育新模式。巴黎居里工程师学院作为北京化工大学首个中外合作办学机构、高等工程教育改革的试验田,把握新工科背景下工程人才培养模式和机制改革创新的时代脉搏,以国家化工行业对高水平工程人才的需求为抓手,以新理念、新模式、新体系、新质量为指南,在育人、管理和服务方面展开了改革实践。本学院为“扎根中国大地办大学”和“吸收国外先进工程教育办学治学经验”的国内中法工程师院校,尤其是化工类院校提供可借鉴的改革案例,构建了对新工科建设具有一定示范作用的大化工国际化精英人才培养体系。

一、重点培养大化工拔尖创新人才的两种能力

化工产业是国民经济的支柱产业之一,其发展状况与国民经济形势密切相关。随着“中国制造2025”战略的推进,我国化工行业将以去产能、补短板为核心,以调结构、促升级为主线,着力推进供给侧结构性改革,推动行业发展由高速增长向高质量发展转变。大化工战略性新兴产业急需一大批具有原始创新能力与国际竞争力的高素质、复合型工程创新人才,以应对全球产业竞争。

(一)坚持“厚理强工”,提升工程技术人才的原始创新能力

世界发达国家普遍强化基础研究战略部署,全球科技竞争也不断向基础研究前移。重大原始创新成果往往萌发于深厚的基础研究。要做好基础研究,高校在人才培养过程中就要加强基础学科教育,为提升人才的原始创新能力固本培元。华为创始人任正非先生曾在多个场合强调基础教育的重要性,他在接受媒体采访时说:“大国竞争关键是人才的竞争,不是砸多少钱就能解决问题,而是砸数学家、物理学家、化学家。”对于化工类工程人才而言,如果没有扎实的数理化基础,工程技术原始创新只能是空谈。要解决这个问题,高校必须由外至内进行整改,从修订培养方案、改革课程内容着手,在每一门工科课程中厘清理学原理,在每一门理科课程中搞清楚理论的应用背景和应用前景,夯实学生的数理化基础,注重思想性和原理性知识的讲授,培养学生缜密的逻辑推理能力。

(二)深度国际化,培养创新型人才的国际竞争力和跨文化领导力

国家重大战略的顺利实施,需要一大批国际化的创新型工程技术人才,这对中国工程教育而言是一个新挑战。高等工程教育的使命当是培养兼具跨文化领导力和国际竞争力的国际化创新人才,即熟练掌握多门外语、专业知识基础扎实、实践能力强、了解各国的文化和法律、熟悉国际经济运作的优秀人才。这就要求中外合作办学者从教育理念、培养模式和教学方法等宏观和微观层面上深度整合和创新,大力营造国际化育人环境,通

过引进优质资源并本土化、构建合理的人才培养体系、加强师资队伍建设和产学研合作等,开阔学生的全球视野,提升其科学人文综合素质和国际竞争力。

二、北京化工大学巴黎居里工程师学院的国际化工程创新人才培养举措

针对以上问题,北京化工大学巴黎居里工程师学院坚持以立德树人为根本,以学生成长成才为中心,把握新工科人才的核心素养,积极引进法国精英工程教育的先进理念和优质资源,立足本土人才培养,确立了工程人才培养理念和目标,积极创新工程人才培养模式,在不断

融合发展的过程中探索出一条人才培养路径,并建设了一支高水平国际化师资队伍。在中法双方合作的基础上,学院按照“新理念—新模式—新体系—新质量”的思路,通过推进国际化工程教育本硕一体化,构建并实践了基于“厚理强工”的国际化精英工程人才培养体系(见图1),旨在培养胜任工程设计,具备跨学科的知识面、创新能力、沟通能力,精通多国语言,胜任大型跨国公司或化工行业国际工程开发与协作,具有国际视野的大化工领域高水平工程人才,以满足国家大化工领域的国际化工程人才需求。

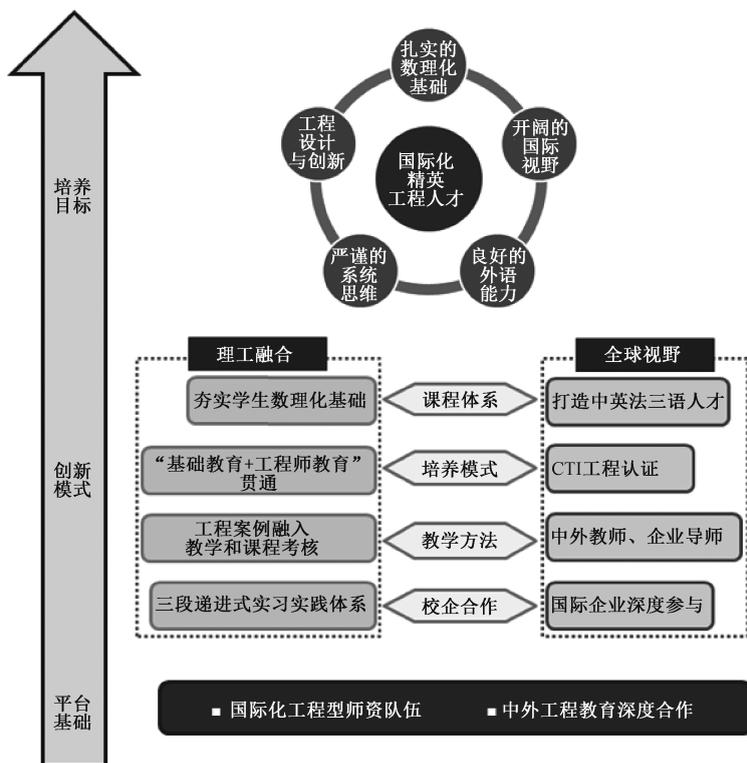


图1 基于“厚理强工”的国际化工程人才培养体系

(一) 确立基于“厚理强工”和“深度国际化”的工程人才培养理念

“没有好的理,就没有好的工”,新工科建设需要进一步发挥基础学科研究在原始创新中的作用,促进理科与工科专业有机结合。学院积极引进法国精英工程教育的先进理念和优质资源并进行本土化,确立了“厚理强工和国际化”的人才培养理念,以“不断夯实学生数理化基础知识、加强理工融合,营造全方位国际化教学育人环境”为抓

手,筑牢理科基础,完善人文通识课程,推进校企合作,加强工程实践,培养学生缜密的逻辑推理能力和严谨的科学探究能力,提升学生的原始创新能力和解决复杂工程问题的能力;通过强化法语教学、确保英语学习不断线,引进国外优秀课程和师资,举办学科前沿大师讲座,推动中法学生学术和文化交流等,创造开放的国际化育人环境,培养适应经济和社会发展、具有国际视野的高水平工程技术人才,以服务国家战略。

(二)构建本硕博贯通的精英工程人才培养模式

作为持续培养国际化工程创新人才的重要支撑,学院以推进 CTI 认证为抓手,在人才培养创新、融合和发展过程中,与法国高校通力合作,努力探索培养兼具工程技术和科学知识的国际化人才的途径,构建了具有自主特色的大化工国际化精英工程人才培养模式,实现工程教育本硕博贯通培养不断线。在前三年基础教育阶段,学生不分专业方向,接受大类培养,学院主要借鉴法国预科教育模式,强化学生法语、数、理、化、计算机等基础学科知识的学习,由法国教育部派遣经验丰富的预科教师主导教学工作;第四年开始进入工程师教育阶段,学生被分为三个专业接受培养,在接下来的 3~3.5 年主要强化专业基础、工程技术、科学研究和工程实践创新能力的培养。除中方高水平师资外,法方院校会选派高水平教授来院承担专业课及核心课的教学任务,并指导学生的科研和实践。

(三)打造“厚理强工”的国际化工程人才培养体系

1. “五模块”课程体系

学院以“强化理科基础、注重工程实践、兼顾

人文与思政教育、打造国际育人环境”为宗旨,构建了人文思政课程体系、理科课程体系、专业课程体系、外语课程体系、工程实践课程体系五大模块课程体系。中法双方共同制定课程教学大纲,梳理知识体系,完善课程设置,在课程数量、学时数、授课内容、教学要求等方面均符合 CTI 认证要求和中外合作办学条例。学院引进和借鉴法国精英工程师的教育理念,采用两阶段培养模式:前三年为基础教育阶段,重点教授学生自然科学知识和培养学生的外语能力;后三至四年为工程师教育阶段,重点培养学生的专业技能,同时使其掌握相关工程理论,并通过企业实习实训锻炼学生的动手实践能力。对应我国教育部规定的学制,学院前四年为本科教育阶段,后两至三年为硕士研究生教育阶段。基础教育阶段的培养目标之一是夯实学生的数理化基础。学院开设的数理化课程与非中外合作办学对应专业相比,学时数超过约 127%;与非中外合作的数学、物理、化学类专业相比,数理化学时数基本持平(见图 2)。本科阶段(前四年)引进的法方课程占全部课程的 51%,引进的法方专业核心课程占全部核心课程的 80.4%。

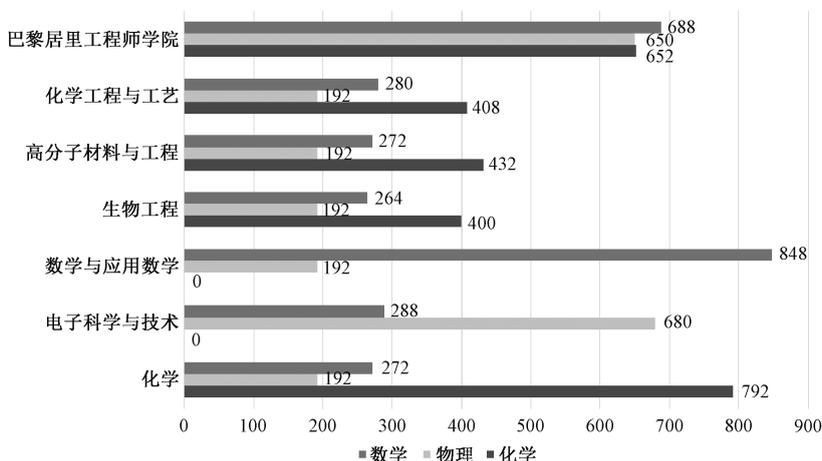


图 2 各专业数学、物理、化学课程总学时数对比

按照法国工程师教育模式和 CTI 认证对课程体系的要求,在工程师教育硕士阶段(第五年开始),理论课程学习仍是重点,且工程实践必不可少,以培养学生解决企业实际工程问题的能力。而非中外合作办学的研究生课程数量偏少,且侧

重培养学生的科研能力。学院在研究生阶段开设的课程与化学工程学院对应专业相比,门课程超 156%、学时数超 178%、学分数超 168%(见表 1)。硕士阶段引进的法方课程占全部课程的 53.7%,引进的法方专业核心课程占全部核心课

程的 81.8%,外教主讲的专业核心课程数量占全部课程门数的 43.9%,学时数占 57.1%。

表 1 研究生阶段开设课程对比表

	总学分	总门数	总学时
巴黎居里工程师学院	98.0	41	1624
化学工程学院	36.5	16	584

为打造国际化复语型人才,同时也为数理化学及专业课学习做好语言准备,整个本硕阶段采用零基础法语强化、英语不断线的课程设置模式,法语学时数占本科课程总学时的 22.6%。在课程设置上,为了使“第一课堂”知识延伸式纵向教学和“第二课堂”素质拓展式横向实践紧密结合,学院开设了涵盖工程伦理、经济、管理、计算机、创新创业、素质教育等内容的课程,在专业课教学的同时兼顾学生人文素养的培养,强调学生应具备工程伦理道德责任与协同创新精神。“为学须先立志。志既立,则学问可次第着力。立志不定,终不济事”,合格的社会主义建设者和接班人,必须树立正确的世界观、人生观和价值观,所以思政课程和课程思政是落实立德树人根本任务的关键。在课程设置上,思政课程约占 460 学时,同时学院要求所有教师在讲授专业课时做到“门门有思政”,与思政课程形成“协同效应”。

除了课堂实验和工程训练外,在整个培养阶段,学生还需要完成本科毕业设计、研究生毕业论文和三段式实习。三段式实习包括见习实习(一个月,安排在大三后的暑假)、研究实习(三个月,安排在大四第二学期)和工程师实习(六个月,安排在硕士第三年),其中本科第四年第二学期的研究实习与本科生毕业论文(设计)相结合,硕士三年级进行的工程师实习与硕士毕业论文相结合。

2.“五化”育人模式

学院全面推进小班化、个性化、国际化、过程化、卓越化的育人模式,课程教学形成了独特的教学模式(C-TDP),即大班理论课(Cours Magistral)、小班习题课(Travaux Dirigés)、分组实验课(Travaux Pratiques),且课程采用全法语讲授。教师会提前下发课程讲义,要求学生完成

课前预习,课上进行翻转式大班理论教学,以知识点的讲解或者公式定理推导为主。小班习题课突出学生主体地位,以小组研讨式方式进行,采用“以学生为中心”的启发式、合作式、参与式、探究式教学方法,让学生从“台下被动地听”到“互动式参与课堂”再到“上台讲”,强化学生基本知识的储备和推理探究能力的培养,同时增强学生的双语表达能力。在课程讲授过程中,教师注重将工程案例融入教学过程,以激发学生的科学探究精神和团队合作意识。

中法双方积极配合,发挥中外合作办学特色,推进实质性的国际交流与合作,大力营造国际化育人环境。首先,学院开展中法学生学术和文化交流活动,让中法学生一同听课、讨论、完成作业、做实验、参加体育比赛,体验中国传统文化,制作和品尝中国美食等;其次,学院举办各类大师高端讲座,由诺贝尔化学奖获得者、菲尔兹奖获得者、诺贝尔物理学奖获得者、法国著名汉学家等进行讲授,内容涵盖分子机器人、代数几何、激光研究、中法文化等众多领域;最后,学院鼓励学生参与国际活动。我院学生于 2018 年作为中方唯一学生代表,在现场就环境气候变化问题回答了法国总统马克龙的提问。学生在繁重的学业压力下,积极参加美国数学建模大赛、美国 iGEM 大赛等各类国际竞赛,并取得了较好的成绩。除此之外,学院还开展了多场工程师教育系列讲座,邀请法方合作院校校长或教授为学生解读法国工程师教育特点,包括创新创业、学生交流、工程实践、科研活动等。校内日常活动包括法语角教学、法语配音大赛、中法学生线上文化交流等。

学院积极改革课程考核方式,由结果性考核转变为过程性考核,课程总评成绩由多次累加的过程性评价组成。以考核方式多元化、考核内容注重综合能力考核为特点,形成了“出勤表现+习题作业+课堂小测+月考+期末考试+实验考核”多维度课程考核模式,其中期末考试占比为 40%左右。为了提高学生的团队协作能力,实现共同进步,习题课主要采用同伴教学方式,设置了团队分数(Team Score);课堂表现评价中加大了

课堂互动的权重,鼓励学生发挥个性和创造力。实验技能考核单独设置考试环节,教师会针对实验考试内容制定严谨的评分细则表,注重考核学生的动手操作过程。

3.“五队”国际化师资队伍

学院通过培养自有师资、外方派遣、师资共享和聘请企业导师等“引育结合”的方式,经过四年的建设,基本形成了一支学科背景深厚、教学能力强、具备多元文化、结构合理、潜心教学的国际化工程型师资队伍。目前,这支队伍中有中法专职教师 15 人,法方兼职教授 8 人,中方共享师资 23 人,校企导师 39 人。数理化教师全部是由法国教育部派遣的全职法籍教师,专业课兼职教授是由法方合作院校选派的高水平教授,共享师资来自我校以院士、长江学者和国家杰青获得者为核心的高水平师资队伍,其中学院自有中方师资中 85% 以上能够胜任全法语授课。学院拥有数学、物理、化学、法语、工程教育“五队”基层教学团队,各教学团队实行周例会制度,共同梳理知识体系、研讨教学方法、制定教学文件、交流授课经验、集体备课、制作试卷题目、分享教学成果等。目前中法教师已合作编写/修订讲义教材 30 余本,全部用法语撰写。学院实行新教师“先听课再上课”制度,新教师助课期限至少 1 年,试讲考核合格后方可独立承担授课任务。同时为了提升教师的教学能力,新教师必须完成岗前培训、入职培训、教学研习营、工程实践研修及各类教学研修,青年教师每学期要完成名师公开课、名师示范课等课堂观摩学习。另外,学院还鼓励教师参与各类教育教学改革,力争在学生培养和教师发展上实现共赢。近 4 年,学院教师获批多项教育教学改革项目,获得多项教学成果奖,包括国家级 1 项、省部级 2 项、校级 6 项;积极辅导学生参与各类学科竞赛,参赛学生占学生总人数的 30% 左右。

4. 多元化工程实践基地

学院积极开展校企深度合作和企业俱乐部建设,建立校外实习实践基地,推进企业导师深度参与学院的规划建设、人才培养、教育教学及科研合作等。目前学院已与中国石油化工股份有限公司

北京化工研究院、中粮营养健康研究院分别签署了正式的校企合作协议书,与索尔维(Solvay)、圣戈班(Saint Gobain)、法国电力公司(EDF)、阿科玛公司(ARKEMA)签署合作意向书,学院的对外企业关系扩展至 6 家。为了增加学生对工业企业的真实体验,培养学生的大工程观和国际化视野,按照 CTI 认证要求,学院在工程实践教学体系建设方面,制定了“1-3-6”三阶段递进式实践教学体系,包括认识实习(1 个月)、研究实习(3 个月)和工程师实习(6 个月)。目前,2017 级进入工程师教育阶段的学生已完成 3 个月的企业研究实习,实习企业分布在北京、菏泽、德州、合肥、洛阳 5 个城市,共 11 家。学院拥有鲜明工程师教育特色的化学和物理实验室、工程创新实验室供学生实验和实训,学生还可以共享校内各类实验中心和虚拟仿真实验室等。

(四)完善教学质量评价与监督体系

为了提高中外合作办学质量,保证人才培养目标的达成,学院构建了全员参与、全程监控、全方位覆盖的“三全”教学质量评价与监督体系。内部教学质量保障主要从校院两级领导评价、教学巡视组评价、校内外专家评价、学生评价、同行评议和教师自我评价六个维度同步展开;外部教学质量保障主要根据教育部中外合作办学教学质量评估指标体系和 CTI 认证要求两个方面具体实施。

首先,学院成立了教学管理委员会和教学质量监控与督导组,中法方院长、管理人员及教师全员参与、分工协作、各尽其责,实现了听课全覆盖。围绕学院的人才培养目标,督导组通过随堂听课、召开年级会和班会、学生信息员反馈、设置公共邮箱等形式,及时了解课堂教学情况,对课堂教学质量进行全过程有效监控,及时发现和解决问题,规范教学活动。其次,除了严格执行包括教学事故认定及管理办法在内的学校各项奖惩制度之外,学院不断完善院级教学质量保障制度建设,共制定了 7 个院级文件,包括《外籍教师管理办法》及《课堂教学行为规范》《学院教职工考勤及请假制度管理规定》《校外人员参与课堂教学实施细

则》等。学院还通过定期召开中外教师研讨会及培训会、实行中外教师“结对子”、实施新教师“助

课”制度等,加强教学质量的监督与持续改进(见图3)。



图3 加强教学质量的监督与持续改进

三、中法合作办学过程中的思考

我国工程教育规模已居世界第一位,但工程师培养的总质量有待进一步提升。近年来,各高校都在积极推进新工科建设,改革和创新高等工程教育模式。本院作为中外合作办学机构,在加快新时代教育对外开放的进程中,必须把握新发展阶段,落实新发展理念,融入新发展格局,在高等教育内涵式发展语境下融合创新、重构体系,按照新工科建设和法国 CTI 认证的要求,探索工程教育内容、模式、教学方法、学习方式等,抓住高等工程教育的关键和核心。

(一)由培养专门人才向培养复合型人才转变

当下社会和产业的快速变化对我国高等工程教育人才培养提出了更高的要求。工程人才不仅需要牢固的科学基础知识、扎实的专业技能、系统的工程实践,还需要具备跨文化沟通能力和管理能力、快速的适应能力和一定的创新意识。这就要求高校的人才培养理念由培养专门人才向培养复合型人才转变。法国工程教育的特点是重视数理基础、工程能力和管理能力的培养,而我国工程教育普遍是专才培养,因此中法合作办学机构需要充分利用两种模式的优势,进行融合创新,制定通专兼顾的本硕一体化培养计划,在重视理科基础和工程能力培养的同时,加大人文素养类课程设置(建议占比至少 30%),构建开放的人才培养体系,加强学生全球视野的培养。

(二)面对中外教育理念与模式的差异实现接力突破

根据法国工程师教育的“预科-工程师”和中国工程教育的“本科-硕士”两种学制的安排,学生在第四年即进入工程师教育阶段,第五年进入硕士研究生阶段。在进入工程师教育阶段之后的三至四年间,学生的科研实验(本、硕毕业论文)以校内中方教师和企业导师为主导,专业课程学习以法国教授为主导,他们需要平衡课程与科研。学生获得学位和工程师文凭需修满除实践环节(9个月)之外的近 100 个课程学分,并完成本科和硕士阶段的毕业论文。全法语、高密度的课程学习对学生本身就是一个挑战,部分学生会产生较大的心理压力,这加大了学院日常管理和心理疏导工作的难度。因此,我们需要积极应变,超前识别,主动适应,求实求变,不断探索具有中法办学特色的本硕贯通人才培养模式,提升办学效果。

四、结束语

加快新工科建设、促进工程教育高质量发展的关键在于探索、改革和创新。面向“十四五”,北京化工大学巴黎居里工程师学院将继续探索不同文化和教育间的合作,秉持大化工国际化精英工程人才的培养目标,通过优化和创新人才培养各个环节及要素,加强内涵建设,形成独特的国际创新人才培养模式,最终获得学生和社会的认可。

(责任编辑:李丽妍)(下转第 107 页)

- [7] 米镇涛.化学工艺学[M].2版.北京:化学工业出版社,2006.
- [8] 黄仲九,房鼎业.化学工艺学[M].3版.北京:高等教育出版社,2016.
- [9] 刘晓勤.化学工艺学[M].2版.北京:化学工业出版社,2016.
- [10] 朱志庆.化工工艺学[M].2版.北京:化学工业出版社,2017.
- [11] 刘晓林,刘伟.化工工艺学[M].北京:化学工业出版社,2015.
- [12] 徐绍平,殷德宏,仲剑初.化工工艺学[M].2版.大连:大连理工大学出版社,2012.
- [13] 林雄超,张书.煤化工专业课程双语教学实践与探讨[J].广东化工,2013,40(21):166-167.
- [14] 杨承印,刘喜盈.麦克米伦中学化学双语教材解读[J].化学教育,2007(7):16-19.
- [15] 王敏,于姝燕,王建华.对高等医学院校有机化学多元化双语教材建设的思考[J].内蒙古师范大学学报(教育科学版),2017,30(8):125-127.
- [16] Treese S A, Pujadó P R, Jones D S J. Handbook of petroleum processing [M]. 2nd Edition. Switzerland: Springer, 2015.
- [17] Gary J H, Handwerk G E, Kaiser M J. Petroleum refining: technology and economics [M]. 5th Edition. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2007.
- [18] Bartholomew C H, Farrauto R J. Fundamentals of industrial catalytic processes [M]. 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- [19] Wittcoff H A, Reuben B G, Plotkin J S. Industrial organic chemicals [M]. 2nd Edition. New York: Wiley-Interscience, 2004.
- [20] Mayers R A. Handbook of petroleum refining processes [M]. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill, 2004.
- [21] Heaton A. An introduction to industrial chemistry [M]. 3rd Edition. London: Blackie Academic & Professional, 1996.
- [22] Bahadori A, Nwaoha C, Clark M W. Dictionary of oil, gas, and petrochemical processing [M]. Boca Raton: CRC Press, 2013.
- [23] Ley C. Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology [EB/OL]. [2020-12-02]. Wiley online library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0471238961>.
- [24] Moulijn J A, Makkee M, Van Diepen A E. Chemical process technology [M]. 2nd Edition. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.
- [25] Jess A, Wasserscheid P. Chemical technology: an integral textbook [M]. Weinheim: Wiley-VCH, 2013.
- [26] Lancaster M. Green chemistry: an introductory text [M]. 3rd Edition. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2016.

(上接第 15 页)

参考文献:

- [1] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [2] 林健.新工科理念下的本硕博贯通功能材料课程体系建设思考[J].教育现代化,2019,6(45):19-21.
- [3] 王晓辉.法国工程师教育研究[J].清华大学教育研究,2013(2):36-42.
- [4] 赵青云,崔艳,刘帅.新工科理念下普通高校工科专业教与学的探索[J].大学教育,2020(5):40-42.
- [5] 李志鸿.高等工程教育变革:本土探索与国际合作——“工程教育变革与国际化”国际学术研讨会会议综述[J].高等工程教育研究,2019(4):125-127.
- [6] 杨东华,杨佩青.法国工程师精英教育模式本土化过程中的问题与对策[J].中国电力教育:下,2012(2):49-50.