



“新工科”背景下环境微生物学课程实践教学育人模式的探索

史春薇* 杨占旭* 王吉林 顾桂洲

辽宁石油化工大学化学化工与环境学部 辽宁 抚顺 113001

摘要: 从“新工科”背景下环境微生物学课程实践教学改革的现实意义出发, 阐述了构建基于“新工科”要求的环境微生物学课程实践教学模式。该实践教学模式从学科基础实验、校企合作实训、课程设计实践和教学实践德育等 4 个方面进行设计, 要求以提升学生的思想道德素质和实践能力为目标, 达到契合环境微生物行业发展需求的目的。实践教学环节有效地加强了师生间的互动交流, 激发了学生的实践创新积极性, 为培养符合“新工科”要求的复合型、实践型具有环境微生物学知识背景的工程师提供了良好的实践平台。

关键词: 环境微生物学, 新工科, 实践教学, 育人模式

Exploration on the practical teaching model of Environmental Microbiology course under the background of New Engineering

SHI Chun-Wei* YANG Zhan-Xu* WANG Ji-Lin GU Gui-Zhou

College of Chemistry, Chemical Engineering and Environment Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun, Liaoning 113001, China

Abstract: Starting from the practical significance of the practice teaching reform of Environmental Microbiology under the background of New Engineering, this paper expounds the construction of the practice teaching mode of Environmental Microbiology course based on the requirements of New Engineering. The practical teaching mode is designed from four aspects: basic experiment of subject, cooperative training between school and enterprise, practice of curriculum design and moral education of teaching practice. The aim of the practical teaching mode is to improve students' ideological and moral quality and practical ability so as to meet the needs of the development of environmental microbiology industry. Practice teaching effectively strengthens the interaction between teachers and students, stimulates students' enthusiasm for practice and innovation, and provides a good practice platform for training compound and practical engineers who meet the requirements of New Engineering.

Keywords: Environmental Microbiology, New Engineering, Practical teaching, Educational model

Foundation items: Education Science 13th Five-year Plan of Liaoning Province (JG16DB259, JG18DB309); Liaoning University of Petroleum and Chemical Engineering “Course Ideological and political” Course Construction Pilot Project (2019002)

*Corresponding authors: E-mail: SHI Chun-Wei: chunweishilnpu@126.com; YANG Zhan-Xu: zhanxuy@126.com

Received: 06-08-2019; Accepted: 21-10-2019; Published online: 04-11-2019

基金项目: 辽宁省教育科学“十三五”规划项目(JG16DB259, JG18DB309); 辽宁石油化工大学“课程思政”课程建设试点项目(2019002)

*通信作者: E-mail: 史春薇: chunweishilnpu@126.com; 杨占旭: zhanxuy@126.com

收稿日期: 2019-08-06; 接受日期: 2019-10-21; 网络首发日期: 2019-11-04

2017年2月以来,教育部为主动应对新一轮科技革命与产业变革,支撑服务创新驱动发展和“中国制造2025”等一系列国家战略,提出积极推进“新工科”建设的要求^[1-3]。在“新工科”背景下,如何对传统课程进行实践教学改革已成为研究热点问题。宋晓燕等^[4]以“低温生物医学工程”为例,分析探讨工科背景下应用型学科的发展路径,提出不同学科在“新工科”背景下必须“定制化”发展,不可简单照搬照抄。山东大学的董桂伟等^[5]就材料成形及控制工程专业面向“新工科”建设的实验教学方法体系的初步思考和实践进行了深入的分析。中国矿业大学的委福祥等^[6]认为实践环节教学可以提升学生的工程素质和工程实践能力。以上研究对于“新工科”建设提出了很好的方法,但是目前还未见“新工科”背景下微生物学专业的课程建设和改革方面的研究。

环境微生物学是高校环境工程相关专业学生必修的一门基础课,重点培养学生系统的微生物学知识和实验操作技能,环境微生物学技术已经广泛应用于现代农业、工业发酵、生物工程、食品、环境和医学卫生等领域。辽宁石油化工大学是以工科为主、以石油化工为特色的地方高校,探索“新工科”背景下环境微生物学课程实践教学方法,对于普通地方高校在培养具有环境微生物学知识背景的工程师方面有一定的启发和借鉴作用。化学化工与环境学部(以下简称学部)是我校环境微生物学课程授课面向的主要学院,为了提高教学质量,学部采用了将慕课(massive open online courses, MOOC)类型的教学资源用于环境微生物学课程的教学方式^[7]、混合式教学(即线上线下相结合教学)的“开放课堂式”教学方式^[8]、颠覆传统课堂教学课后讨论的“翻转课堂”教学方式^[9]和将MOOC引入到课堂的“雨课堂”教学方法^[7]等,通过拓展教学资源和教学方法,提高传统专业课程(如环境微生物学课程)的实验教学效果^[10]。

学部积极践行“新工科”建设理念,采用工程教育专业认证所采用的成果教育(outcome based

education, OBE)方法^[11],积极培养应用型、技能型环境工程人才,提高学生的实践能力和创新精神,培养在校大学生的环境微生物学实验与实践技能,激发大学生探索环境微生物学奥秘的兴趣,提高学生环境微生物学知识的综合运用和工程实践能力。

1 环境微生物学课程实践教学现状及存在的问题

1.1 实践环节设计缺乏工程背景

目前环境工程专业的环境微生物学课程的实践环节教学还是以传统的知识传授为主^[12-13],对于学生实践能力的培养仅限于实验课,而且大部分实验课在实验室进行,基本采用老师讲学生复制的教学模式。以单一的课程实验作为实践环节导致很多问题的出现:如教学方式方法单一、枯燥,教学内容孤立,缺乏系统性、原创性的实践内容。实验课内容基本是和理论课程内容相对应的验证性实验,是帮助学生进一步记忆和理解这些知识点、主要服务于考试和理论内容的掌握,不能有效地培养学生的创新意识和工程实践能力。实践环节内容安排上缺乏必要的企业工程和应用背景,而地点也仅限于实验室和网上数字化学习,不利于培养学生的工程实地实践感受,没有和环境微生物学学科发展与应用前沿联系起来。

1.2 实践教学支撑体系建设不完善

与环境或微生物相关的企业出于安全方面的考虑,大多不愿意接纳学生到现场开展实践学习。导致高校与企业的实践教学基地的合作长期局限于“参观式”教学,学生的实践积极性被严重抑制,无法清楚、直观地了解企业真实的生产情况,无法为日后进入企业工作提前做好实践准备,更无法提升其工程实践能力和创新能力。相比较而言,在校内建设仿真实践平台是较好的替代选项,因此学校应该在场、资金、技术等方面积极投入,以适应“新工科”的发展要求。

2 基于“新工科”的实践教学模式

“新工科”建设赋予高等院校新的历史使命，实践环节在环境工程专业培养体系中占有举足轻重的位置。为响应“新工科”建设和发展的要求，必须依据专业特色构建实践环节教学模式。学部通过长期实践教学的研究和探索，同时在借鉴其他理工院校实践教学经验的基础上，构建了如图1所示的“全程式、贯穿型”的实践环节教学模式。

学部始终把实践教学放在教学工作的突出位置，依据“新工科”发展需求，构建了完善的实践教学模式，共有4个模块构成：(1) 学科基础实验模块：主要包括教师科研成果转化平台、自主开发实验教学设备和数字化实验教学平台。其中有基本仪器操作、培养基配制和灭菌、微生物的接种计数和细菌革兰氏染色等方面的实验与实训环节的教学。该模块设置的目的是为了培养学生笃实的

基础实验技能，为后续实践环节的顺利进行打下坚实的基础。(2) 校企合作实训模块：主要由校内实训和校企联合实训环节构成。该模块可以为学生提供真实的工程实践环境，使学生得到真实的工程体验，提升学生的工程实践能力。(3) 课程设计实践模块：主要包括校内企业双导师制度、以大赛为抓手的实战训练和一人一题创新实践训练等实践环节构成，该模块用于培养学生的实践创新能力。(4) 教学实践德育模块：主要包括树立正确的专业道德观、提高工程师职业伦理操守和以科学家榜样力量育人。该模块目标是在“环境微生物学”实践教学过程中立德树人，做到全程育人、全方位育人。通过构建“全程式、贯穿型”的实践教学模式，夯实学生的实践技能，培养学生对跨学科知识的自主学习能力，提高学生的创新实践意识、工程实践能力和思想道德素质。

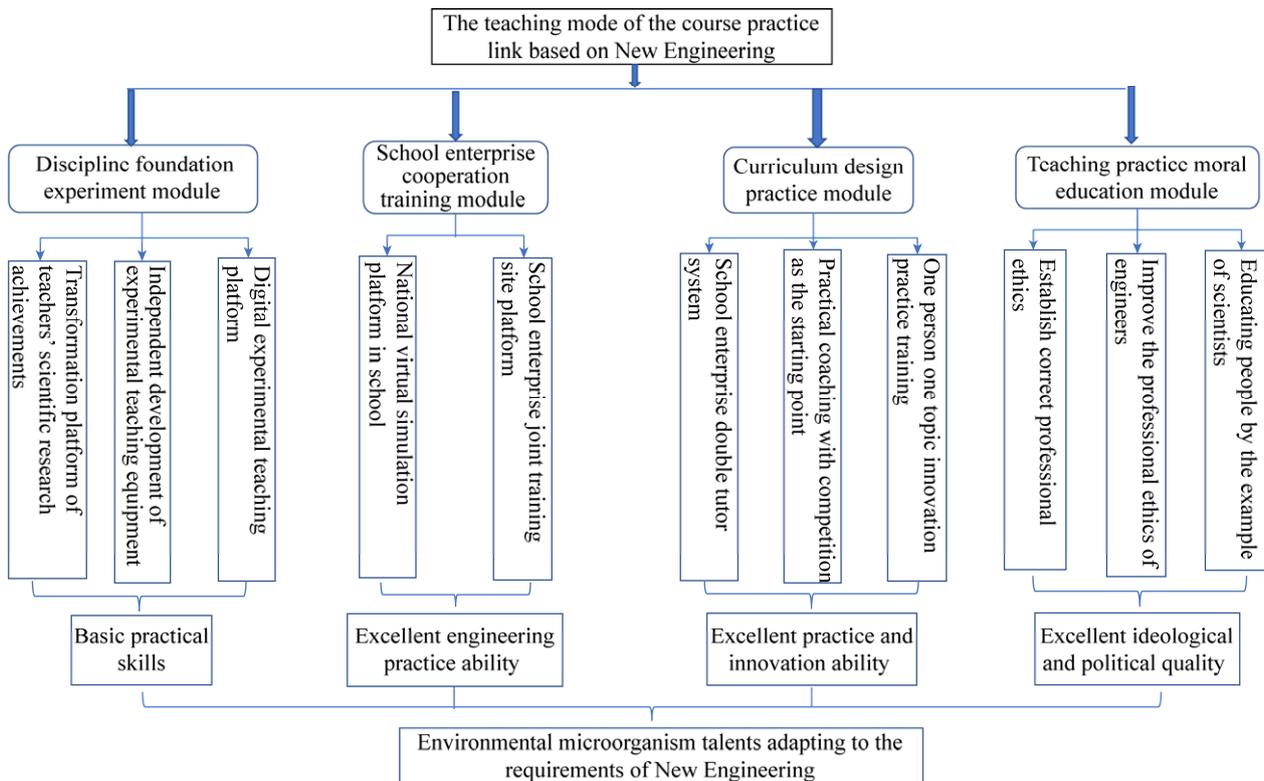


图1 基于“新工科”要求的环境微生物学课程实践教学模式

Figure 1 Practical teaching model of Environmental Microbiology course based on the requirement of New Engineering

3 “新工科”背景下环境微生物学课程实践教学模式探索

“新工科”要求高校培养的是新时代专业工程人才,需要具有能力要求和素质要求,能力要求是指学生具备利用环境微生物学相关知识解决环境工程专业相关复杂的工程问题的能力;素质包括职业伦理道理、社会责任感等,要求教师利用课程思政的讲解与实际操作,在实践环节中实现立德树人的目的。能力要求和素质要求都需要通过实践获得和养成,因此实践教学效果对人才培养至关重要。

3.1 学科基础实验模块建设

3.1.1 挖掘教师科研成果,服务工程人才培养

强化理论方法和实践内容的融合,完成课程间的内在衔接,即“理实一体”,倡导理论课教师参与编写实验教材和实验课程的内容设置,促进科研成果向本科教学转化。基于科研成果的课程教学实训和生产实习,使学生体验教师的科研成果,解决复杂工程问题,提高工程实践能力。学部实验中心顾桂洲副教授的博士研究方向是“废弃有机物在微生物培养方面的资源利用”,他将相关科研成果转化为“环境微生物学”课程实验,利用化学实验的废弃液对微生物进行培养,提高了学生的学习兴趣,充分利用了化学资源且避免了化学废弃液对环境的危害。该项科研成果成功转化为教学内容,获批我校重点教改项目,相关技术“丙烯酸废水的高效处理组合工艺”也完成了科技成果转化,被省内相关企业购买并用于生产实践。

3.1.2 鼓励自主研发教学实践设备,推动新工科实践教学改革进行

学校加强实验教学设备开发升级,鼓励具备工程经验的教师参与教学、实验设备的设计,并联合企业共同开发高质量实验教学设备。近年来,我校教职工自主开发、研制了包括基础实验装置、综合性实验装置、研究性实验装置和实训实用装置等在内的实验教学装置 5 个种类 10 余

套,满足了在校内提高学生工程实践能力的需要。例如,学部的李飞副教授设计的“氢氧尾气净化装置”和杨双春教授设计的“一种光线穿透力试验的教学演示装置”分别取得了国家专利授权,投入到教学实验中获得了非常好的效果,并实现了成果转化,被省内多家高校和科研院所购买使用。

3.1.3 建设数字化智慧实验教学平台,丰富实验教学途径

学部从 2016 年开始,采用将 MOOC 教学资源用于校园课程教学、线上线下相结合的“混合式教学”、传统教学课上课下行为对调的“翻转课堂”教学,以及让 MOOC 落入实体课堂的“雨课堂”教学等方法,通过拓展教学资源和方法,从实验室准入、安全知识、课前预习、课中实验过程管理及考核方式、课后学习状态、实时学情分析等方面实施线上线下混合式教学,实现了实验教学管理体系的“立体化、全方位、信息化”和实验考核体系的“量化和信息化”。线上教学系统协助学生完成在线预习—虚拟实验—在线测试—实时操作评价—电子报告—数据反馈互动等一系列工作。环境微生物学课程虚拟实验平台注册人数 300 人,虚拟互动 280 人,累计体验人次 2 000 余次。

3.2 校企合作实训模块建设

强化实习教学模式创新,学部积极利用我校多个国家级虚拟仿真平台对学生进行校内工程实训。同时与省内多家与微生物相关的企业签订了专业生产实习协议,如辽宁省微生物研究所高新技术开发公司及辉瑞、美罗等生物制药厂,通过校企合作实训平台提升学生的实践工程应用能力。

我校建有“石油化工产业链”和“加氢裂化虚拟仿真实验”两个校内国家级实验教学质量工程项目,为环境微生物学课程的校内实践实训提供了便利条件,满足了学生的实验实训需求,让学生学习环境微生物学生产的基本知识,了解设备原理和工艺流程,建立起完善的生产体系的概念,培养学生工程实践能力、科研能力、创新意识与创新能力^[14],又可以使学生在迈入社会之前进一步

认识企业运作,加深对工艺过程的了解,接触工业化生产实际,掌握一定的生产技能,了解工厂管理模式和缩短进入厂后的“适应期”,还可以为石油化工相关企业员工培训提供服务平台。

近年来,环境微生物学课程利用校企合作实训平台建立多方位实习过程评价体系,严把实习成绩评定关,提升人才培养质量,取得了如下成果:(1)接收环境微生物学课程学生4届学生累计300余人,1200余次的生产实习、认识实习、课程设计和实验等实践教学任务,学生能够体会到微生物企业的真实职业氛围。实践教学贴近生产实际需求,培养的学生有鲜明的石油化工行业特色,更具有就业竞争优势^[15]。同时,我校实践教学基地的建设成果在2016年召开的“全国高等院校石油和化工类专业生产实习和校企合作研讨会”得到了专家和学者的一致肯定,并被定义为现阶段全国高校生产实习四大典型模式之一^[15]。

3.3 课程设计实践模块建设

将原有的环境工程专业的“课程设计”课程(2学分,8学时)纳入“环境微生物学”课程实践中,整合实践课程优势,充分利用校企合作实训平台进行课程设计。

3.3.1 安全培训先行

实践过程对于本科生来说是充满新奇的,虽然有相应的安全课程,但是针对实践过程,尤其是结合环境微生物学课程的安全教育此前并没有系统的教学环节。近年来,为了保证学生在实践过程中的安全,学部建立了多层次安全培训教育流程:即专业、导师安全教育(预选题阶段),实训中心动员会及安全教育(开始阶段)和学部课程设计交流会及安全教育(中期阶段),在课程设计的不同阶段和不同层面对学生进行安全教育,实现了3年课程实践“零”事故发生,安全率达到100%。

3.3.2 实践内容严格要求

为了杜绝环境微生物学课程设计及实践过程走过场、面子工程等情况的发生,学部针对环境微生物学课程特点采取了一系列具体举措:首

先,设置了学校企业双导师制度,增加对课程设计实用性双重保障的同时,为学生下一步进行毕业设计和就业提供了良好的机会;其次,以学科大赛为抓手,建立指导教师组,每位教师分工明确,各负责一个专项,为学生参加各类环境微生物大赛做实战辅导,学生课程设计的内容可以直接参加比赛,学生的学习积极性和教师的辅导积极性都得到了极大的提高。近年来,选修环境微生物学课程的学生在省级以上各类大学生实践竞赛中共获奖20余次,多名教师获得优秀指导教师称号;第三,一人一题进行创新实践训练,有效防止了以小组为单位实践训练带来的分工不明确、责任不到位的问题发生,又为学生下一步毕业设计的开展打下了良好的基础。

3.4 教学内容与时俱进,德育平台立德树人

“立德树人”是高等教育的中心环节,对学生的思想道德教育应贯穿于教育过程的整个过程。在传授环境微生物学知识的同时,授课教师要不断加强思想政治教育,从而帮助学生树立正确的专业道德观,提高学生的工程师职业伦理操守,以科学家的榜样力量教育学生,使学生成为德才兼备、全面发展、“新工科”背景下的社会主义合格建设者。

3.4.1 树立正确的专业道德观

在环境微生物学课程实践中关于病毒与实践章节(例如第3章微生物的接种设计),传统的讨论题目是“分析病毒有哪些潜在的应用领域?”但是在实践环节教学改革之后,我们将题目改为“如何用病毒造福人类?”并将题目设置为选做设计实验,大大激发了学生的兴趣,有的学生提出病毒可以用来治疗疾病、消灭害虫等。同时,授课教师一定要提醒和警示学生,在整个科技进步的过程中,病毒也曾用于生化武器,虽然这也是病毒的应用领域,但这严重违背了世界和平发展的主题,也违背了国际法和生命伦理^[16]。授课教师可以通过这个实践教学经历告诫学生:环境微生物学知识是一柄“双刃剑”,我们作为工程师,要发挥所学知

识的正面作用,用它造福人类、推动社会进步,而不是为了一己私利而将知识用来伤害人类、恶化环境。

3.4.2 提高工程师的职业伦理操守

在环境微生物学课程实践环节中有“培养基的配制和灭菌”这一章节。实验开始前,在微课中播放 2006 年发生在青海、广西和浙江等多个省份报告因注射安徽华源生物药业有限公司生产的克林霉素(一种抗生素)注射液而出现胸闷、心慌等不良临床症状,最终造成 11 人死亡的新闻报道(<http://www.cctv.com/program/sh/20060816/101615.shtml>),使学生了解这个案例。进而提问学生,这个悲剧为什么能发生?克林霉素从安徽华源生物药业有限公司出厂到医院再用于病人,需要经过层层的质量检测,但为何没有任何一个部门检测出细菌超标呢?通过这一真实的案例,授课教师可以提醒和告诫学生:作为未来的医药或生物工程师,在从事微生物药物生产和检验相关工作时,一定要有对检验产品质量的责任心、扎实的检验能力和良好的职业伦理操守,不能让有问题的产品蒙混过关,更不能出假的质量检测报告。

3.4.3 以科学家榜样的力量育人

我国著名的微生物学者汤飞凡教授在研究中始终坚持方法学的探索和创新,用自己的实验研究结果否定了日本著名学者野口英世的结论,首次发现引起沙眼的病原体——沙眼衣原体^[10]。通过这个事迹的介绍,授课教师引导学生学习科学家们严谨的治学态度、丰富的实践经验、敏锐的洞察力、科学的预见力和敢于质疑的精神,不迷信所谓“权威”的理论,要敢于打破传统的结论,并指导学生规划适合自己的科研道路,为祖国的环境微生物学发展贡献力量。

3.5 “新工科”背景下实践环节教学模式培育人才的效果评价

实践教学模式的有效程度,可以从实践过程和实践结果两方面来评价^[10]。实践过程包括是否有助于提高学生的实践能力、激发学习兴趣、实

践安全等方面;实践结果包括是否提高了实践成绩等^[11]。

以学部 2016 级和 2017 级环境工程专业全体学生作为研究对象,两个年级学生均为 28 人。在学习环境微生物学课程时,年龄、性别、生源地、本学期选修课程数目等方面都是平均分配,差异无统计学意义($P>0.05$)。在两个学期的期末,利用我们设计的调查问卷对这两个年级各 28 名学生的实践情况及满意度进行了分析^[10],调查问卷的结果表明,2016 级和 2017 级学生通过实践教学都认为能提升了自主学习能力、参加大赛兴趣和开展实践创新项目能力,并且超过 90% 的学生喜欢与实践课程辅导教师交流并认为自己的实践知识和实践能力得到了提升(表 1)。此教学模式也提高了学生的实践成绩,试验班的实践成绩平均分比没有实施实践教学的班级提高了 7.8 分,学生对任课教师的总体评价比 2015 级提高了 4.2 分^[10](百分制)。

需要指出的是,我们对于实践环节的教学改革模式尚处于探索期。我们今后将继续深入实施以“四种模块”为基础的创新型人才培养模式,把实践教育和德育教育融入“新工科”人才培养的全过程。该实践教学模式自 2016 年启动以来,有力地促进了环境微生物学课程实践教学改革的发展,助力环境工程专业于 2019 年获批辽宁省一流本科教育示范专业;分别于 2016 年和 2018 年建成了国家级虚拟仿真实验教学中心,其中包括与环境微生物学相关的石油化工和加氢裂化两个方向;2016 年环境工程虚拟仿真实验教学中心获批校级教学中心,环境微生物学课程获批校级“课程思政”项目试点课,相关授课教师获批省级教学改革项目两项。为了更好地促进和提升学生的实践能力,学部牵头举办了多项院级和校级环境类和微生物类大学生创新创业大赛和毕业设计等评优活动,以大赛为驱动,充分调动学生的积极性,利用学生的求知欲来推动实践教学改革的进行。学部的实践和探索取得了初步成效,本科生申报了近 60 项大学生创新创业训练计划,其中获批校级

表 1 参加实践教学学生的满意度调查分析

Table 1 Investigation and analysis on satisfaction of students participating in practice teaching

调查问题	2016 级调查结果	2017 级调查结果
Survey questions	Findings of Grade 2016	Findings of Grade 2017
自学积极性	84.4	86.7
Self-study enthusiasm		
参加大赛的兴趣	71.3	74.8
The interest in competition		
喜欢与实践课程辅导老师交流问题	90.5	91.6
Like to communicate with tutors of practical courses		
开展实践创新项目能力	91.2	92.3
The ability of practical innovation projects		
实践教学模式值得继续推广	89.6	91.1
Practical teaching mode deserves further promotion		

项目 30 项(省级以上项目 7 项), 发表与环境微生物学相关论文近 30 篇, 与指导教师联合申请国家发明专利和实用新型专利近 10 项, 先后获得大学生“协鑫杯”国际绿能科技双创大赛国家级三等奖、大学生生物材料创业设计大赛三等奖、辽宁省“挑战杯”自然科学论文 3 项(一等奖 1 项, 二等奖 2 项)、辽宁省创新创业大赛三等奖等。

4 结束语

在国家“新工科”建设背景下, 环境微生物学课程的授课教师应该更注重在实践环节中立德树人, 提升学生综合运用所学科学理论和技术手段分析并解决工程问题的实践能力。实践环节是培养高级工程技术人才的一项最重要教学环节, 对于提高人才整体工程素养、工程知识和工程能力起着重要作用。授课教师要认真研究国内外环境微生物学方向教育教学的发展趋势, 了解行业企业对环境微生物学人才的需求和国际发展趋势。“新工科”建设作为引领环境微生物学课程教学改革的有力抓手, 用实功、出实招、求实效, 以只争朝夕、时不我待的精神推进项目实施。

REFERENCES

- [1] Zhang DL. Returning to the present and opening a new branch of construction and development[J]. University Education in China, 2017(4): 4-9 (in Chinese)
张大良. 因时而动返本开新建设发展新工科——在工科优势高校新工科建设研讨会上的讲话[J]. 中国大学教学, 2017(4): 4-9
- [2] Gu PH. The concept, framework and implement approaches of emerging engineering education (3E) and the new paradigm[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(6): 1-13 (in Chinese)
顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13
- [3] Zhou J, Liu QJ, Zhang Q. Reform and construction of practical teaching mode under background of new engineering[J]. Experimental Technology and Management, 2018, 35(3): 165-168,176 (in Chinese)
周静, 刘全菊, 张青. 新工科背景下实践教学模式的改革与构建[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(3): 165-168,176
- [4] Song XY, Song Z, Liu BL, et al. The development path of cryobiomedical technique under the engineering background in China[J]. Refrigeration, 2018, 46(2): 61-64 (in Chinese)
宋晓燕, 宋作, 刘宝林, 等. 工科背景下低温生物医学工程的发展[J]. 制冷技术, 2018, 46(2): 61-64
- [5] Dong GW, Zhao GQ, Song LB, et al. Exploration and construction of new experimental teaching system of material shaping and control engineering specialty[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2019, 38(6): 218-221,225 (in Chinese)
董桂伟, 赵国群, 宋立彬, 等. 材料成形及控制工程专业实验教学方法探索与构建[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(6): 218-221,225
- [6] Wei FX, Wang YQ, Liu HT, et al. Exploration of the practical teaching system for materials specialty under the background of “New Engineering”[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2019, 38(1): 197-200 (in Chinese)
委福祥, 王延庆, 刘洪涛, 等. “新工科”背景下材料专业实践教学体系探索[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(1): 197-200
- [7] Yu XJ. MOOC flipped classroom[M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2017: 8-9 (in Chinese)

- 于歆杰. 以学生为中心的教与学: 利用慕课资源实施翻转课堂的实践[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2017: 8-9
- [8] Ma SG, Yu XJ. Concepts related to open online courses and their interrelations[J]. *Journal of EEE*, 2017, 39(6): 1-4,46 (in Chinese)
马山刚, 于歆杰. 在线开放课程相关名词及其相互关系[J]. *电气电子教学学报*, 2017, 39(6): 1-4,46
- [9] Wang YL, Yu XJ. Construction and application of online open course group for new engineering[J]. *Course Education Research*, 2017(40): 238-239 (in Chinese)
王勇莉, 于歆杰. 面向新工科的电路在线开放课程群建设及应用浅析[J]. *课程教育研究*, 2017(40): 238-239
- [10] An HY, Shi CW, Si WW, et al. Exploration and practice of innovation and entrepreneurship education system for bioengineering majors based on open classroom[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 648-654 (in Chinese)
安会勇, 史春薇, 司薇薇, 等. 以“环境微生物学”课程为例探索现代开放课堂理念在创新创业人才培养中的实践[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 648-654
- [11] Mei L, Yang LJ, Sun LL, et al. Reform on comprehensive experiment teaching of power system based on OBE model[J]. *Experimental Technology and Management*, 2018, 35(1): 218-220
梅林, 杨丽君, 孙玲玲, 等. 基于 OBE 模式的电力系统综合实验教学改革[J]. *实验技术与管理*, 2018, 35(1): 218-220
- [12] Wu HQ, Qin SJ, Liu X, et al. Research on the construction of ladder practice teaching system for engineering specialty in general undergraduate colleges and universities[J]. *Journal of Higher Education*, 2016(18): 11-12,15 (in Chinese)
吴宏岐, 秦少军, 刘霞, 等. 普通本科院校工科专业阶梯型实践教学体系的构建研究[J]. *高教学刊*, 2016(18): 11-12,15
- [13] Ying HJ, Ji DY, Yang AS, et al. Intensifying the construction of the demonstration center of experimental teaching with engineering practice training and innovation ability training[J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2016, 35(12): 143-146,203 (in Chinese)
应慧娟, 姬登祥, 杨阿三, 等. 立足工程实践教学 突出创新能力培养[J]. *实验室研究与探索*, 2016, 35(12): 143-146,203
- [14] Sun XP, Hu ZY, Huang W, et al. Exploration and construction of a physical simulation platform of engineering practice based on the petroleum chemical industry chain[J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2016, 35(12): 166-168,181 (in Chinese)
孙小平, 胡志勇, 黄玮, 等. 石油化工产业链的实物仿真工程实践平台建设[J]. *实验室研究与探索*, 2016, 35(12): 166-168,181
- [15] Huang W, Sun XP, Sun WZ, et al. Innovative design and construction on practical educational base in local colleges and universities[J]. *Experimental Technology and Management*, 2017, 24(2): 214-216,257 (in Chinese)
黄玮, 孙小平, 孙文志, 等. 地方高校实践教育基地创新性设计与构建[J]. *实验技术与管理*, 2017, 24(2): 214-216,257
- [16] Yin JH, Yu ZL, Qiu JP. Improving the ability to cultivate talent in Microbiology instruction[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 661-664 (in Chinese)
音建华, 余志良, 裘娟萍. 在“微生物学”课堂教学中立德树人[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 661-664
- [17] Lyu YY. The past should not be forgotten in major scientific discovery[J]. *Science & Technology Review*, 2016, 34(8): 113 (in Chinese)
吕有勇. 重大科学发现背后不应遗忘的人[J]. *科技导报*, 2016, 34(8): 113