

# 高校绿色工程教育实践路径研究

——以华东理工大学为例

黄婕<sup>1</sup>,张帆<sup>1</sup>,张先梅<sup>1</sup>,周玲<sup>2</sup>,辛忠<sup>3</sup>,王慧锋<sup>4</sup>

(华东理工大学 1.教务处, 2.高等教育研究所, 3.化工学院, 4.信息科学与工程学院, 上海 200237)

**[摘要]**面对新一轮科技革命和工业革命带来的挑战,大学有必要主动谋求高等工程教育变革,积极探索和践行绿色工程教育发展之路。文章阐述了绿色工程教育的缘起及发展的必要性,在此基础上系统梳理了华东理工大学践行绿色工程教育的实践探索,包括开设绿色工程教育通识课程、开展绿色工程教育教学改革研究、完善绿色工程教育专业课程体系、创新绿色工程教育实践教学模式、提升绿色工程教育协同育人机制等,以期为我国高校全面开展绿色工程教育提供“华理方案”。

**[关键词]**绿色工程教育; 课程体系; 实践; 创新; 绿色发展

## Research on the Practical Path of Green Engineering Education in Universities—Taking East China University of Science and Technology as an Example

Huang Jie<sup>1</sup>, Zhang Fan<sup>1</sup>, Zhang Xianmei<sup>1</sup>, Zhou Ling<sup>2</sup>, Xin Zhong<sup>3</sup>, Wang Huifeng<sup>4</sup>

(1. Academic Affairs Office, 2. Higher Education Research Institute, 3. School of Chemical Engineering, 4. School of Information Science Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

**Abstract:** Facing the new challenges brought by scientific and technological revolution and industrial revolution, engineering education in universities should actively seek for reform and explore a new road of green engineering education. This paper expounded the origin and development necessity of green engineering education (GEE), then systematically expresses the concrete measures of GEE practice in East China University of Science and Technology, including GEE general education courses, the research programs of GEE teaching reform, and improve the GEE professional curricula, innovative GEE practice teaching mode, promote GEE cooperative education mechanism, etc. It is expected to provide a model for the comprehensive development of GEE in Chinese universities.

**Key words:** Green engineering education; Curricula; Practice; Innovation; Green development

**[作者简介]**黄婕(1964-),女,教授,博士,处长;张帆(1981-),女,职员,硕士;张先梅(1972-),女,教授,博士,副处长;周玲(1963-),女,研究员,博士,所长;辛忠(1962-),男,教授,博士,副校长;王慧锋(1969-),女,教授,博士,副校长。

我国经济建设发展迅速、成就显著,但我国也面临着资源日渐匮乏、环境污染严重、生态系统退化等严峻问题。习近平总书记在党的十八届五中全会第二次全体会议上首次提出了创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。党的十九届五中全会也明确提出,要促进经济社会发展全面绿色转型,建设人与自然和谐共生的现代化。作为工程科技人才培养主阵地的高校,应该主动探索和实践工程教育绿色发展之路。为此,本文在阐述绿色工程教育的缘起及发展的必要性的基础上,系统梳理华东理工大学绿色工程教育实践探索的具体举措,以期为我国高校全面开展绿色工程教育提供“华理方案”。

### 一、绿色工程教育的缘起

工程与科学技术是经济和社会发展进步的主要推动力<sup>[1]</sup>。随着全球工业化进程的加快,世界经济空前繁荣,但经济的发展也引发了环境污染、生态破坏、资源枯竭等一系列严重威胁人类社会生存和永续发展的问题。因此,保护环境成为人类社会必须直面的问题。在这样的背景下,绿色教育应势而生。绿色教育在不同学科教育中的具体反映是不同的,其与高等工程教育相结合,必然是以绿色工程教育的形态存在<sup>[2]</sup>。

关于“绿色工程教育”的确切定义,国内外学术界尚未达成共识,大部分学者将绿色工程教育理解为与环境保护教育、可持续发展教育相关的一种新型教育模式。Shonnard 等提出,绿色工程教育的关键要素是环境知识、具有环保意识的设计和超越工厂界限的考虑<sup>[3]</sup>;Glavič通过分析环境工程课程,并将其与传统的污染控制课程进行比较,为本专业引进或更新可持续发展教育课程提供了依据<sup>[4]</sup>。中国科学院院士杨叔子提出,“绿色教育是一种科学教育与人文教育交融”的理念<sup>[5]</sup>;余清臣提出,绿色教育在中国是环境保护教育的探索,是以人类可持续发展为核心的教育行动,是与生命教育的交融,是时代内涵<sup>[6]</sup>;中国工程院院士钱易则认为,工程教育应该按照可持续发展战略指引的方向进行改革,培养能为可持续发展战略的实施贡献力量、为人民群众谋福利的

未来工程师<sup>[1]</sup>。

## 二、开展绿色工程教育的必要性

### (一)增强国际竞争优势的需要

国际竞争归根结底就是人才和教育的竞争。面对日益严峻的全球性能源紧张、环境污染、资源匮乏、气候变化等问题,我国要想在世界经济体系中拥有更多的话语权,就必须主动去解决这些制约人类社会生存和可持续发展的问题,建设中国生态文明。工程人才作为生态文明建设的实践者和主要力量,其是否具有可持续发展的“大工程观”,将直接影响生态文明建设能否取得成功<sup>[7]</sup>。因此,在工程教育中融入绿色发展理念,对于培养适应未来社会发展需要的高级工程人才是非常有必要的。

### (二)服务国家战略发展的需要

党的十九大报告指出,建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计,必须树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念。我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在发展方式转变的攻关期。实现“两个一百年”奋斗目标、实现中华民族伟大复兴的中国梦,以及深入贯彻落实“中国制造 2025”“互联网+”等国家重大战略,都需要把可持续发展作为建设的重要着力点,坚持走生态文明的发展道路。

### (三)适应工程教育改革的需要

我国已加入《华盛顿协议》,这标志着我国的工程教育已与国际标准接轨。工程教育专业认证工作需要绿色教育的内容来支撑:一方面绿色教育内容是工程教育专业认证工作中的一部分,另一方面绿色教育思想也贯穿工程教育专业认证的整个过程<sup>[8]</sup>。工程教育专业认证通用标准中规定的毕业要求 12 项能力中的第 7 项能力是毕业生应具备环境和可持续发展的能力,具体表述为“能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响”,这就要求高校将绿色教育的内容和思想融入工程教育全过程,以培养学生解决复杂工程问题的能力。

## 三、绿色工程教育的含义

绿色工程教育就其本质而言,仍然是工程教

育,“绿色”主要体现在工程教育发展理念的“绿色”和教育模式的“绿色”上。具体而言,绿色工程教育的含义包含两个方面。

其一是绿色工程教育理念,该理念是以可持续发展战略、生态文明思想为基础而形成的一种“绿色发展”理念<sup>[9]</sup>,其最终目的是为了实社会经济发展与生态环境保护的“双赢”。

其二是绿色工程教育模式,相较于传统工程教育的模式,绿色工程教育更侧重使学生在工程设计之初、实施过程中考虑环境保护、人类健康、可持续发展等内容<sup>[10]</sup>,强调育人过程的“绿色”。

#### 四、华东理工大学绿色工程教育实践探索

学校在秉承创新、协调、绿色、开放、共享发展理念的基础上,通过开设绿色工程教育通识课程、开展绿色工程教育教学改革研究、完善绿色工程教育专业课程体系、创新绿色工程教育实践教学模式、构建绿色工程教育协同育人机制等,积极探索实施具有校本特色的绿色工程教育,推出一系列绿色工程教育实施举措,取得了明显成效。

##### (一)修订培养方案,开设绿色工程教育通识课程

在通识必修课方面,学校参照工程教育专业认证要求,自2014年起就重点在工程伦理素养及安全等方面加强学生的系统培养,探索将绿色工程教育理念落实到具体实践过程中。学校聘请行业企业专家担任课程负责人,并组织数十位企业专家形成授课团队,专门设置了企业EHS风险管理基础课程(EHS指Environment、Health、Safety)。该课程共16学时、1学分,面向学校所有高年级学生开放,并以专业必修课的形式纳入当年工科专业的培养方案中。该课程包含EHS综述、风险与安全、环境保护、产品安全、职业健康、事故与应急、工艺安全和公共安全8部分内容,结合各专业特点分别讲授,不同专业的授课内容各有侧重。目前,企业EHS风险管理基础课程作为国家级精品在线开放课程供全国近70所高校选择,校内外选课人数已有万余人,学生的工程伦理素养及安全意识、环保及社会责任意识均得到较大提升。

在通识选修课方面,学校自2016年起就依托化学化工类学科的办学特色与优势,研发并开设了绿色中国系列课程,将专业知识与思政教学有机融合,坚持以问题为导向、以价值引领为主线,将绿色发展理念与我国发展实践紧密结合,将课程内容与学校特色、学校的优势学科、学院的基层党建紧密结合,同时与大学生创新实践项目、读书会等日常活动紧密结合,使绿色发展理念贯穿整个教学过程。该课程涵盖绿色化学、绿色化工、绿色材料、绿色农药、绿色食品、绿色能源与环境、绿色法律和绿色设计等贴合实际的内容,教学过程中强调科学教育与人文教育并重,不仅向受教育者传授科学技术和文化知识,而且注重使受教育者掌握如何正确处理人与自然、人与人、人与自身的关系。目前,学校的中国系列课程之“绿色中国”已在中国大学MOOC平台正式上线,并作为通识选修类课程(1学分)供学生修读。

构建绿色工程教育通识课程模块,有利于系统提升学生的绿色发展理念。面向全体学生开设包含循环经济、清洁生产、节能减排等内容的课程,有助于学生对环境能源及可持续发展问题产生系统性和立体性的认识,也有助于提高学生的环保意识和国际化视野。学校的通识教育平台共有工程技术类、人文科学类、社会科学类、自然科学类和创新创业类五个类别的课程,目前学校在工程技术类通识教育课程中增设了绿色工程课程模块(见表1),以线下授课方式为主。不仅如此,学校还引进了超星尔雅平台的工程伦理课程等线上课程,作为绿色工程教育通识课程模块的有益补充。

##### (二)开展专项教学改革,开发绿色工程教育教学案例

为了建设一批绿色工程教育教学案例,不断创新绿色工程教育教学方法,2019年3月,学校首次启动专项建设,推进绿色工程教育教学改革。在建设目标方面,绿色工程教育教学改革以绿色发展理念为指导,聚焦工科学生绿色工程教育的核心要素和关键环节,旨在将绿色发展与可持续发展理念融入教学过程。在建设内容方面,绿色工程教育教学改革包括课程案例库建设和实践

表 1 华东理工大学 2020 年秋季学期通识教育选修课程绿色工程模块

课程模块	课程编号	课程名称	课程英文名称	考核方式	学分	学时
绿色工程	11172008	核辐射安全与防护	Safety and Protection of Nuclear Radiation	考查	2	32
	13766008	环境与健康	Introduction of Environment and Health	考查	2	32
	13735008	海洋科学导论	Introduction to Marine Science	考查	2	32
	13830004	绿色化学工艺学	Green Chemical Technology	考查	1	16
	13796004	饮用水安全与健康	Drinking-Water Safety & Health	考查	1	16
	18292008	绿色工程与新兴技术	Green Engineering and Cutting-edge Technologies	考查	2	32
	16142004	绿色农药	Green Pesticides	考查	1	16
	07202910	可持续发展概论	Introduction to Sustainable Development	考查	2	32

案例库建设两部分。学校现已开发出 60 个绿色工程实践案例库外,其余都是课程案例库,内容覆盖工学、工程教育教学案例(见表 2),除资环学院的案例是实理学、管理学、法学等多个学科。

表 2 绿色工程教育建设项目案例成果清单

学院	项目名称	案例类型	案例名称
理学院	基于热学课程的绿色工程教育课程案例库建设	文字型+视频动画型	1.城市热污染的绿色工程治理;2.适合中国国情的可持续发展观——构建中速、低熵的和谐社会;3.基于绿色设计思路之冰箱致冷系统的工质、材料、结构选择;4.基于相变理论的绿色储粮与绿色建筑选择;5.浓缩铀的物理分离方法对比
信息学院	面向绿色工程教育的电力电子技术及实验课程案例库建设	文字型+视频动画型	1.可再生能源发电中的电力电子技术;2.节能交通中的电力电子技术;3.现代电力系统中的电力电子技术;4.绿色节能照明及其他家电节能中的电力电子技术;5.新型电力电子器件在高性能电力变流中的应用
商学院	绿色工程教育理念下的化工专业项目管理课程案例库建设	文字型+视频动画型	1.基于可持续发展理念的上海石化项目群资源整合与集成管理;2.S 公司沙特聚酯 EPC 总承包项目风险管理体系;3.基于杜邦安全管理模式的 T 公司大宛齐勘探开发项目管理;4.基于生态链的 M 公司绿色环保系列新产品研发项目质量管理;5.绿色发展体系视角的特石管线建设项目后评价;6.基于绿色企业文化的上海石化烯烃部项目团队管理
化工学院	绿色化学工程教学案例	文字型+视频动画型	1.药物布洛芬的绿色合成;2.无甘油副产的生物柴油制备新技术;3.聚丙烯成核剂 NA-40 的一步合成;4.基于微化工的乙撑双油酸酰胺(EBO)的绿色制备;5.乙酸乙酯的绿色合成;6.替代光气的绿色原料工艺;7.绿色化工系统集成;8.绿色强化化工过程的设备;9.反应-膜分离耦合技术盐水连续精制新工艺;10.洁净煤技术和 CO <sub>2</sub> 回收技术

续表 2

学院	项目名称	案例类型	案例名称
化工学院	强化“石油炼制工艺”课程的绿色工程教育	文字型+视频动画型	1.石油的高效利用与燃料的清洁化;2.催化裂化新技术在汽油清洁化和资源高效利用中的作用及工程实现;3.催化加氢技术在针对原油劣质化所表现出的灵活性和清洁燃料生产中的作用;4.催化重整技术在汽油清洁化中的重要作用;5.高辛烷值汽油生产技术在汽油清洁化中的重要作用;6.环境友好润滑油生产技术;7.石油炼制过程中的清洁化
材料学院	绿色工程教育建设——从材料到绿色工程	文字型+视频动画型	1.甲壳素改性医用橡胶材料;2.木质基材料的回收与降解;3.发泡陶瓷的工程制备(2个);4.聚乳酸——一种可降解可再生的多功能材料;5.新纤维素纳米纤维助力汽车轻量化和绿色化;6.复合材料 Recycle 技术在绿色发展理念下的应用;7.复合材料在风力发电新能源领域的绿色制造;8.光伏无毒液态磷扩散源;9.太阳能无铅金属化银浆;10.光伏再生
法学院	环境法课程案例库	文字型	1.大气污染防治法律案例组(民事、行政和刑事各1个);2.水污染防治法律案例组(民事、行政和刑事各1个);3.危险废物污染防治法律案例组(民事、行政和刑事各1个);4.环境公益诉讼案例组(民事、行政各1个)
资源与环境工程学院	环境工程毕业实习的绿色工程教育案例库	文字型+视频动画型	1.水处理与回用工程实践案例组(2个);2.固体废物资源化与能源化实践案例;3.废气处理节能案例;4.生态环境修饰案例

1.课程案例库建设。项目建设主要以本科教学培养方案中的某一课程或新建绿色工程教育专门课程为依托而开展。如传统的电力电子技术课程教学往往只关注学生对电路拓扑结构及其工作原理的理解,而忽略了电力电子技术从本质上来讲就是一门绿色节能技术。信息科学与工程学院依托电力电子技术及实验专业核心课程(48学时),对涉及高能耗、高污染的课程内容进行调整,不仅增加了绿色节能的知识点,还新开设了具有绿色概念的电力电子实验,通过“做中学”提升学生的环保节能意识,帮助学生切实体会到绿色技术对降低能耗和保护环境的作用。理学院基于热学课程,围绕绿色工程原则展开案例分析,从平衡态理论、非平衡态理论、热力学第一定律、热力学第二定律、相变五个模块构建了覆盖热学课程内容的完整的教学案例库体系。在进行案例建设时,学院立足知识的综合运用,通过对贴日常生活的现象成因、演变、危害等方面的分析,使学生领会绿色设计和绿色工程的本质,从而树立

绿色生活的目标。商学院以化工学院项目管理(32学时,2学分,大面积选修课程)与项目管理软件应用(40学时,2学分,专业认知实习)两门已有课程为基础,开发了绿色工程视角下项目管理课程的案例库。传统项目管理课程的教学案例分析主要围绕项目的经济效益,过于强调项目管理时间、成本及质量要素的计划和控制过程,忽视了科学发展观中对环境友好的要求。而更新后的项目管理课程将绿色工程理念融入工程计划、组织、施工等环节,帮助学生掌握绿色工程项目管理的具体理论和方法<sup>[1]</sup>。法学院依托环境法课程,遵循法律和工程技术相结合的原则,选取大气污染防治、水污染防治、危险废物污染防治和环境公益等涵盖环境法主要领域和主要环节的典型案例,使学生认识到保护和改善自然生态系统对人类健康福祉的重要性,提升学生的绿色环保意识。化工学院和材料科学与工程学院则分别依托化工类和材料类的专业核心课程群,选取能够体现绿色工程 12 项原则且紧扣课程教学内容的知识点

进行相关案例开发,以培养学生在绿色化工、绿色工艺、绿色材料、绿色设计、绿色能源等方面的可持续发展意识。

2.实践案例库建设。各学院在梳理已有实践案例的基础上新增了实践内容,集中打造了一批具有校本特色、体现绿色工程教育理念的实践案例库。如生物工程学院基于绿色工程教育理念与学生的认知水平,开发了融入绿色工程理念的生物教学实验案例库(见表3)。生物学科教学的基本方法为科学实验,内容涉及生物化学、微生物学、遗传学、细胞生物学和部分分子生物学等。实

验过程中会产生多种有毒有害物质及各种实验动物、微生物等废弃物。因此,开展绿色生物实验教学具有迫切性<sup>[11]</sup>。资源与环境工程学院将绿色工程教育理念融入环境工程专业毕业实习环节,旨在使学生深入理解水体、大气、固体与生态修复等工程领域的绿色发展理念,体现了绿色工程教育的工程实践过程。通过对毕业实习基地的实地调查,学院要求学生进行生态环境问题设计方案的专题讨论并说明设计方案的优缺点,这极大地锻炼了学生在实践中解决生态环境问题的能力,使学生主动做到“知行合一”。

表3 生物工程学院生物教学实验案例库

案例名称	具体内容
生物实验室安全实践	学生通过模拟不同生物安全级别的防护与实践生物垃圾分类操作,树立生物安全和环境保护的意识
原生质体融合制备多倍体	本案例使用植物细胞,相较前期教学实验取材动物细胞,避免了血清等血液制品的使用
果蔬农药检测实验	摒弃化学检测方法,使用高效环保的酶制品检测方式
微波法提取茶多酚	相较于传统茶多酚提取技术,微波法避免使用有机溶剂,更加高效快速,节省时间和能源
微芯片电泳系统检测食品中有害微生物	高通量、数字化、可视化 PCR 电泳系统代替传统琼脂糖凝胶电泳,避免溴化乙锭等有毒有害染料的使用

### (三)加强科教融合,完善绿色工程教育专业课程体系

学校通过在某一工科专业的专业课程体系系统性嵌入涵盖社会、健康、安全、法律法规、道德与责任、环境生态等要素的绿色工程科研成果,不断完善绿色工程教育专业课程体系。如化工学院油气储运工程专业按照构建绿色工程教育课程体系的思路(见图1),将“油气资源的清洁化和高效利用”“可再生能源的开发与利用”“油气的储存与转化”等绿色科研项目与专业课程相结合,增强学生对环境保护的责任感,引导学生树立可持续发展和环境保护的意识。绿色工程教育体现在专业技术课程内容中,不仅要增加新技术、新工艺、新产品、新设备等知识(如化学工程教育的绿色单

元操作、绿色过程),还要增加每种生产工艺、生产技术的社会价值和社会评价及该技术对生态环境的影响作用等内容<sup>[12]</sup>。

### (四)依托信息技术,创新绿色工程教育实践教学模式

针对化工、化学、环境、材料等工程学科中的实验教学存在的危险性高、重复成本高、场地限制大等问题,学校积极探索采用虚拟现实(Virtual Reality,简称“VR”)技术对相关实验进行建模和仿真,一改过去的“说教式”教学,不仅锻炼了学生的动手能力,而且在实验教学过程中践行了节约环保、绿色发展的理念,培养了学生可持续发展的意识<sup>[13]</sup>。目前,学校已建成徐汇校区、奉贤校区2个VR教学实训基地,完成了绿色化工、环境工程等

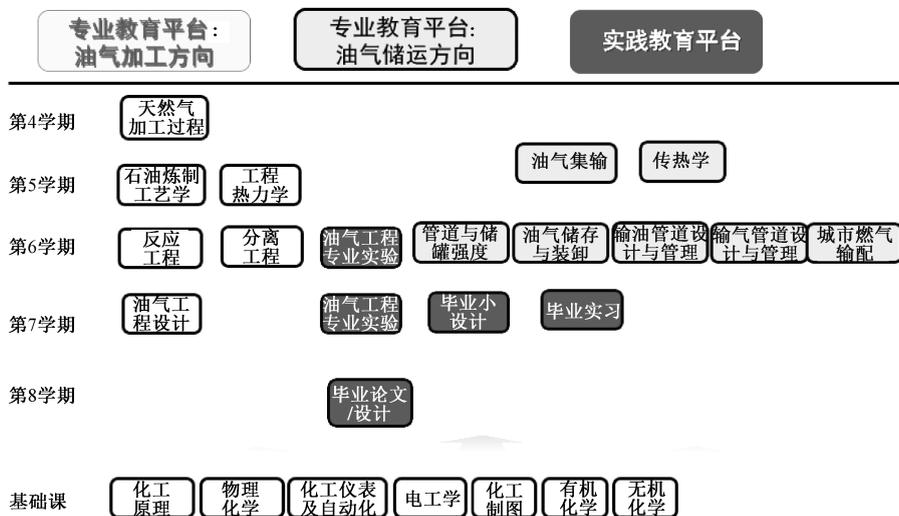


图1 油气储运工程专业绿色工程教育专业课程体系

领域的8个VR实验教学案例开发项目,并制作了105个配套的平面和全景教学视频,用于校内在线课程、慕课及基于VR一体机的教学。

**(五)搭建竞赛平台,构建绿色工程教育协同育人机制**

自2019年起,学校每年联合行业企业举办“SCIP+”绿色化学化工创新创业大赛,面向全国高等院校、科研院所师生和中外初创企业征集在新材料、新能源、环境保护、智能制造、过程控制等领域的创意产品或创业项目,要求凸显更绿色的合成路径、更绿色的反应条件、更绿色的化学品设计理念。赛事的举办有力地促进了绿色化学化工领域的协同创新和成果转化,真正推动了化学化工领域的绿色发展。

## 五、结语

建立健全绿色低碳循环发展经济体系,促进经济社会发展全面绿色转型,是解决我国资源环境生态问题的基础。国务院在2021年发布了《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》,为加快建立健全绿色低碳循环发展的经济体系指明了方向。全面贯彻生态文明思想,坚定不移地贯彻新发展理念,牢记为党育人、为国育才的初心使命,是各个高校人才培养体系改革的方向之一。高校要把绿色工程教育当作一项重要任务,在进行内涵建设的过程中不断深化。华东理工大学将在今后的人才培养过程

中,继续深耕绿色工程教育的“土壤”,不断培养适合未来社会发展需要的工程师,为加快建立健全绿色低碳循环发展的经济体系作出贡献。

(文字编辑:袁倩)

## 参考文献:

- [1] 钱易.面向可持续发展的工程教育[J].中国大学教学,2016(3):8-10.
- [2] 李钢,李志勤.工程教育中加强环保意识培养的思考[J].中国高教研究,2002(5):55-57.
- [3] Shonnard D R, Allen D T, Nguyen N, et al. Green engineering education through a U.S. EPA/academia collaboration[J]. Environmental Science & Technology, 2003, 37(23):5453-5462.
- [4] Glavic P. Sustainability engineering education[J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2006,8(1):24-30.
- [5] 杨叔子.绿色教育:科学教育与人文教育的交融[J].教育研究,2002(11):12-16.
- [6] 余清臣.绿色教育在中国:思想与行动[J].教育学报,2011,7(6):73-76.
- [7] 索贵彬.将绿色发展理念融入新工科建设[J].教育教学论坛,2018(42):76-77.
- [8] 李兆清,高杨,王春艳,等.结合工程教育专业认证探析高校绿色教育[J].教书育人(高教论坛),2019(24):16-17.

(下转第62页)

物、被子植物等各类植物(如黑藻、荷叶铁线蕨、疏花水柏枝、鸢尾、吉祥草、花桐木等),涵盖植物生理、生化、遗传、分子、环境、生态及濒危植物的保护等领域,如氮对荷叶铁线蕨生理生态响应,三峡库区消落带狗牙根水淹生长响应,矮慈姑自然居群的遗传分化研究,盐胁迫对黑麦草光合作用的影响等。

注重创新的毕业论文环节有助于提高学生的科研创新素质和能力,对人才培养能起到较好的促进作用。学生撰写的《濒危植物荷叶铁线蕨对光强和土壤水分的生理生态响应》《鸢尾在沙土和壤土培养条件下泌氧的比较研究》《中国普通野生稻种子萌发特性的初步研究》《中国野生狗牙根遗传多样性的 SSR 分析》等 18 篇与植物学相关的毕业论文荣获湖北省学位委员会、湖北省教育厅颁发的“省级优秀学士学位论文”奖。

打造“金课”、消灭“水课”,真正提高课堂教学质量,培养新时代国家急需的创新性人才,是党和国家对我国高等教育的殷切希望。为此,高等学校的广大教师应在教育教学实践中积极思考和探索,采取切实可行的措施,以提高人才培养质量。本文基于作者近 20 年的植物生物学课程教学经验,从理论教学、实践教学、实习教学、毕业论文四个方面阐述了本校植物生物学课程教学改革的具体措施及成效,这些举措能够促进课程教学目标的实现,对其他高校植物生物学课程教学改革具

有一定的借鉴意义。(文字编辑:李丽妍)

#### 参考文献:

- [1] 龚双姣,姜业芳,刘世彪,等.植物学实践教学改革与学生创新能力的培养[J].高等理科教育,2006(3):104-107.
- [2] 周云龙,方瑾,刘全儒,等.把握教材编写准则编写创新性《植物生物学》教材[J].中国大学教学,2008(4):93-96.
- [3] 李德荣,张志勇,赖小荣,等.发挥植物学课程优势培养学生实验能力[J].实验室研究与探索,2011,30(9):283-286.
- [4] 吴晓霞,黄金林,丁海东,等.适应于创新人才培养的植物学教法实践[J].内蒙古师范大学学报(教育科学版),2017,30(2):131-133.
- [5] 左经会,杨再超,向红,等.基于以能力为本位的植物学教学改革与实践[J].生物学杂志,2020,37(1):127-129.
- [6] 段德君,姚家玲,魏星.植物学研究性教学模式探索与实践[J].中国大学教学,2011(6):61-62.
- [7] 李德荣,张志勇,赖小荣,等.发挥植物学课程优势培养学生实验能力[J].实验室研究与探索,2011,30(9):283-286.
- [8] 任永权,李性苑,刘立波.植物学实践教学改革的探索[J].高教论坛,2016(9):28-31.
- [9] 潘建瑞.我国绿色发展理念的逻辑演进[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2017,11(4):11-14,40.
- [10] 王世斌,郗海霞,杨秋波.国际视野下绿色工程教育的理念、特征与实践[J].高等工程教育研究,2018(1):71-77.
- [11] 辛忠,何佳雯,周玲.可持续发展背景下绿色工程教育的理念与实践探索[J].化工高等教育,2020,37(2):1-11.
- [12] 吴荣.高职工程课程教学应加强绿色工程教育[J].贵州化工,2007(3):51-53.
- [13] 蔡方,熊焰,司忠业.虚拟现实技术辅助绿色工程教育的探索与实践[J].化工高等教育,2020,37(2):19-24.

(上接第 23 页)