

文章编号: 2095-1663(2024)03-0007-07 DOI: 10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2024.03.02

# 面向能源环境领域研究生育人生态构建与实践

——以山西大学能源环境学科群教育教学改革为例

郭芳芳<sup>a</sup>, 郝艳红<sup>b</sup>, 田俊梅<sup>c</sup>, 张圆圆<sup>d</sup>, 程芳琴<sup>d</sup>

(山西大学 a. 高等教育研究所; b. 环境与资源学院; c. 电力与建筑学院; d. 资源与环境工程研究所, 太原 030006)

**摘要:** 基于教育生态理论,立足山西能源大省的产业特色,山西大学发挥综合类大学能源环境领域多学科优势,提出“能力为基、创新为本、服务需求、回归工程”的研究生教育理念,组建由能源动力、环境工程、控制工程等学科构成的学科群,形成学缘结构互补的导师团队,开展教育教学改革。通过整合多方资源,搭建贯通政产学研用的载体,探索出“学生中心、四方联动、平台支撑、四位一体”的研究生育人生态,打造了服务产业升级和区域经济转型的政产学研用的县域“襄垣模式”和产学研用的“大地模式”,培育了一批适应产业发展的复合创新型人才,社会影响广泛深远。这一育人生态不仅为资源型经济转型发展提供了人才支持,也为地方高校“政产学研用”共融提供了示范样本。

**关键词:** 能源环境; 学科群; 研究生教育; 育人生态

**中图分类号:** G643

**文献标识码:** A

## 一、引言

研究生教育是我国高等教育体系的重要组成部分。新时代研究生教育承担着创新型人才培养的重任,支撑着创新高地的建设<sup>[1]</sup>。2020年,习近平总书记对研究生教育提出了“坚持‘四为’方针,全面提高人才自主培养质量,加快培养国家急需高层次人才”的重要指示<sup>[2]</sup>。同年7月,时任教育部部长的陈宝生在全国研究生教育大会强调,我国研究生教育要坚持“立德树人、服务需求、提高质量、追求卓越”的发展主线。2022年,党的二十大报告指出,要“全面提高人才自主培养质量,着力造就拔尖创新人才”<sup>[3]</sup>。这些论述都对高校创新研究生教育教学模

式、推动人才培养供给侧改革提出了新的更高要求。

作为习近平总书记亲自谋划推动的国家资源型经济转型综合配套改革试验区,在转型发展中率先蹚出一条新路来,是新时代山西省的历史使命和责任担当。如何培养与之相适应的复合型工程创新人才助力山西省转型发展,迫切需要研究生教育破题答卷。当前能源环境领域的研究生培养普遍存在着如下瓶颈问题:

一是资源型经济转型发展涉及多个学科、行业,导致单一学科培养的研究生难以满足现实发展需求。在这种情况下,研究生教育需要紧跟多学科交叉和“政一产一学一研一用”共融的发展趋势,培养具备复合创新能力的人才。然而,目前高等教育系统对于如何联合其他系统协作培养工程创新人才无

**收稿日期:** 2023-12-20

**作者简介:** 郭芳芳(1981—),女,山西沁水人,山西大学高等教育研究所、山西省人文社会科学重点研究基地地方高等教育研究中心副教授,教育学博士。

郝艳红(1973—),女,山西孝义人,山西大学教务处副处长,环境与资源学院教授,工学博士。

程芳琴(1964—),女,山西临猗人,山西大学副校长,资源与环境工程研究所教授,工学博士,通讯作者。

**基金项目:** 国家社会科学基金“十四五”规划2021年度教育学一般课题“一流本科教育建设背景下学生评价的国际比较与中国探索”(BIA210189)

先例可循,人才培养与转型发展需求之间存在结构性矛盾。探索多方联动的研究生育人生态平台,集聚力量协同育人,成为一个亟待研究的课题。

二是资源型经济转型发展的核心是科技的持续升级和创新。研究生教育面临的挑战是超越传统的学科+师资、课堂教学+实验室研究的模式,打造前沿教学资源。因此,在学科交叉与行业互通的背景下,回应并解决“如何基于多元平台融合,构建新的教育支撑系统?如何消除校企间的隔阂,培养具备适应企业技术快速更迭的工程实践创新能力的人才?如何有效地将企业实践、课堂学习和实验室研究相结合?”等问题尤为重要。

山西大学作为区域特色鲜明的高水平研究型大学,发挥综合类大学能源环境领域多学科交叉融合的优势,构建能源环境领域研究生育人生态探索与实践已历经十余年。在这期间,学校建成由能源动力、环境工程、控制工程等学科组建的学科群和学缘结构互补的导师团队,明确了“能力为基、创新为本、服务需求、回归工程”的研究生教育理念。2011年在全国首批设立资源循环科学与工程交叉学科博士点;2016年获批山西省“服务煤电污染控制与废弃物资源化利用”学科群;2018年建立“山西大学固废综合利用长治(襄垣)研发基地”;2021年成立“山西大学大地环境学院”。整合学校、企业、政府、国内、国外等多方资源,搭建贯通政产学研用的载体,山西大学探索出“学生中心、四方联动、平台支撑、四位一体”的研究生育人生态,社会影响深入广泛,为同类高校立足区域和学科优势构建研究生育人生态提供了借鉴。

## 二、研究生育人生态的理论基础

组织生态学是20世纪70年代以后在种群生态理论基础上发展起来的一门新兴交叉学科,主要沿着组织年龄、环境影响、种群内(间)竞争和种群生存策略等主线研究组织发展及组织与环境(组织)间的相互关系<sup>[4]</sup>。组织生态学认为组织分析者所面临的环境是非常复杂的,需要进行组织成员、亚单位、个体组织、组织种群和群落五种水平分析<sup>[5]</sup>。随后,许多学者均从教育与环境之间的关系探讨组织生态学在教育领域中的应用。

1976年,“教育生态学”概念首次出现在美国教育家劳伦斯·克雷明撰写的《公共教育》一书中。克雷明认为教育生态学主要是运用生态学中的理论作为基础,比如使用系统论和平衡论等去研究教育问题、总结教育规律。他将教育看作是一个有机的、复

杂的、统一的系统,教育生态系统中的各因子都彼此联系,教育置于更广泛的社会联系之中,即学校需要紧密结合外部生态系统,共同打造良好的教育生态<sup>[6]</sup>。教育生态学是一门新兴交叉学科,是综合运用生态学和教育学的相关知识而产生的新兴科学,即“依据生态学的原理,特别是生态系统、生态平衡、协同进化等原理和机制,研究各种教育现象及成因,进而掌握教育发展规律,揭示教育发展趋势和方向的新兴科学<sup>[7]</sup>”。

为解决当前研究生教育,特别是能源环境领域研究生教育面临的挑战,从教育生态学的视角出发,重新审视和构建研究生培养模式势在必行。教育生态学的理论核心是将教育环境视为一个有机的复杂生态系统。研究生教育作为教育系统中的子系统,与环境之间存在相互依赖、动态平衡、协同发展等多元关系,具有泛生态性。

首先,教育生态学凸显研究生教育与其环境之间相互依赖和动态平衡的关系。这意味着在构建研究生育人生态时,不仅要考虑学科知识的传授,还要充分考虑学科与行业、社会、经济等多元环境的互动和影响。其次,教育生态学强调系统内各要素的协同发展和整体平衡。这就要求在设计研究生教育的人才培养体系和教育教学模式时,需结合最新的科技发展和社会需求,打造出符合时代发展要求的前沿教学资源。最后,教育生态学的理论视角为解决研究生教育中“校—企两张皮”“理—实不对接”等问题提供了依据。大学要走出“象牙塔”,更加积极地与企业和社会进行互动和合作,实现学校教育和社会实践的有机结合,成为自主构建适应环境变化的大学<sup>[8]</sup>。这样才能培养出既具有理论知识,又具有实践能力的复合创新型人才。

## 三、研究生育人生态的实践探索

基于教育生态理论,山西大学立足于区位特色,凭借传统能源环境专业服务区域煤电产业的优势,以培养具备现代能源环境观和满足资源型经济转型发展的复合创新型人才为根本出发点,经过积极探索和实践,构建了“学生中心、四方联动、平台支撑、四位一体”的研究生育人生态,详见图1。其中,“四方联动”实现了教育资源的有效整合和高效配置,为构建立德树人育人生态提供了坚实基础。“平台支撑”通过国内外的合作智库,沉浸式实践育人新模式的构建,实现了师资队伍学缘和地缘结构的互补,保障了研究生育人质量。“四位一体”是以学生为中心,形成了



进步。大地企业先后荣获山西省科技进步奖一等奖、中国煤炭工业科学技术奖一等奖、生态环境产业创新工程荣誉,构建了一种人才共育、成果共享、责任共担的校企合作长效机制,树立了校企合作典范,为山西省的综合改革和转型发展注入了新的活力。

## (二)搭建运行顺畅高效的“平台支撑”研究生育人新体系

### 1. 研究生教育创新中心:双课堂制

针对研究生教育存在的理论与实践相脱节、培养的研究生难以适应能源环境产业发展需求的问题,在2012—2014年,山西大学与山西平朔煤矸石发电有限责任公司等企业合作,在“资源环境”“电站控制”以及“绿色能源”等方向建成了多个研究生教育创新中心。这些中心充分利用校企双方技术、人才、信息等资源,改革教学内容、培养方案等,构建了资源共享、优势互补的企业技术创新和研究生培养体系。

中心聘请了百余位企业导师,灵活地构建了学缘结构多元互补的紧密型产学研导师团队;采用“校内理论课堂+企业实践课堂”的“双课堂制”,将产业技术内容引入课堂,开设了《超临界循环流化床锅炉原理与技术》《脱硝催化剂制备与回收利用》《煤矸石粉煤灰综合利用技术及实践》等实践性强的课程,编著多部产教融合教材。研究生到企业一线顶岗实习,实现了“将课堂搬到车间”的设想,使研究生在培养过程中能充分利用校企双方的技术和人才资源。践行了学者们所倡导的工科教育理念,即工科教育应加强各类协同创新平台建设,对具有特色优势的平台重点扶持培养,依托平台体系聚集各类优势资源,提升高校整体研发能力,服务行业企业技术进步<sup>[10]</sup>。

### 2. 国内外协同创新中心:合作智库

针对单一高校、单一企业、单一科研院所难以解决产业复杂问题的现状,2015年建成了“山西低附加值煤基资源高值利用协同创新中心”。2022年,该中心被教育部认定为“煤基废弃资源清洁低碳利用省部共建协同中心”和国家留学基金委的“协同创新基地”,形成了“3核心科研+4核心企业+3核心国际+X开放”的协同合作智库模式。

面向国家和地方重大需求,中心与协同单位联合承担了60余项国家和地方重大重点科技项目、国际合作项目。研究生深度参与到项目实施的各环节,前往合作单位交流、实践和学习。国内外联合培养120余名研究生,发表了200余篇领域内高水平研究论文。这不仅拓宽了学生的国际视野,也提升了学生的工程实践与合作创新的综合能力。

2019—2020年,中心分别获批国家留学基金委

“煤炭清洁利用国家协同创新项目”和“量子科学与技术联合创新项目”,并与7个国家10余个单位合作,培训了30余名教师,进一步提升了教师团队科技研发水平和指导研究生的实力。同时,中心还邀请了国内外导师开展联合授课和导师团队指导,包括美国工程院院士、澳大利亚工程院院士和中国工程院院士等。他们分别为研究生讲授了《界面化学》《燃烧学》和《低碳经济的工程科学原理》等12门课程。在企业导师的带领下,研究生进入企业一线开展实践,取得了创新性研究成果,获得了山西省科技合作一等奖。2018年,山西大学客座教授美国工程院院士米勒(Miller)获得国务院颁发的中华人民共和国国际科学技术合作奖。

## (三)构建区域特色鲜明的“四位一体”研究生育人新模式

### 1. “按需导学”,“学生邀题—导师答题”,构建“菜单式”培养方案

面向国家战略、产业转型和学生发展需求,高校打破学科知识界限,探索和实践学科交叉研究生的培养模式,对培养学生创新能力和综合素质具有重要的作用和意义<sup>[11]</sup>。针对研究生培养中存在的学科体系独立运行、学科间缺乏互动等问题,山西大学设立“环境、控制、电气、动力、光学”等交叉融合学科群,突破校内学科壁垒,培养社会急需的人才。

针对跨学科研究生教育背景多元化、求知诉求个性化的特点,山西大学制订了贯通学科群专业的学术型研究生“学生自主邀题—多元导师答题”的新型“菜单式”培养方案;开设学科群内资源共享课程“院士专家学科前沿”和“行业专家学术报告”;邀约国内外知名专家学者和企业导师进课堂,每年举办20期由知名专家和企业高管主讲的专题报告,激发研究生跟踪前沿、了解企业运营的热情;在科技创新研究的基础上,紧密型产学研用导师团队凝练梳理成果,编写了《煤基产业废弃资源循环利用》《低热值煤燃烧污染控制技术及其原理》等12部产学研用融合教材,建设产学研用融合研究生教育前沿资源库,获评山西省科技创新团队,图2所示为“按需导学”的实践路线与成效。

### 2. “以研促学”,以重大项目引领,提升研究生工程创新能力

在国家资源型经济转型发展中,能源环境类研究生的培养发挥着至关重要的作用。以工程创新与实践能力为核心,推进研究生培养模式改革是引领社会发展的第一战略资源<sup>[12]</sup>。山西大学依托国家生态环境部实验室、教育部工程中心等平台,承担国家863计划“煤矸石硅铝碳资源化高值利用技术”、国家重点

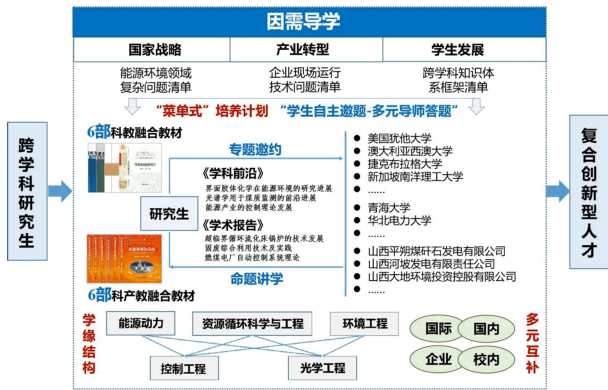


图2 因需导学

研发计划“粉煤灰高值利用关键技术与示范”等 60 余项国家和省部级重大项目,通过科学研究来促进研究生工程创新能力的提升。

采用“入企选题选题—国际合作研发—协同推广技术”和“驻企发现问题—出国研究问题—归国解决问题”的培养模式,针对领域内关键共性技术难题,引导研究生参与项目研讨和实施等各环节,培养他们的国际视野和集智创新、协同攻关素养,进一步提升学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。集聚国内外优势力量,以重大项目为牵引,促使研究生接受跨学科、跨校域、跨国界导师团队指导。在参与重大重点项目过程中,博士生协同创新研发了固废堆存双重防渗及隔氧阻燃技术、应用到 6 个亿吨级矸石堆场,支撑获得国家科技进步奖二等奖 1 项;博硕士研究生分别赴国际知名大学联合研发钾盐及低阶煤浮选强化工艺,支撑获得省部级以上科技奖励 7 人次,图 3 所示为“以研促学”的实践路线与成效。

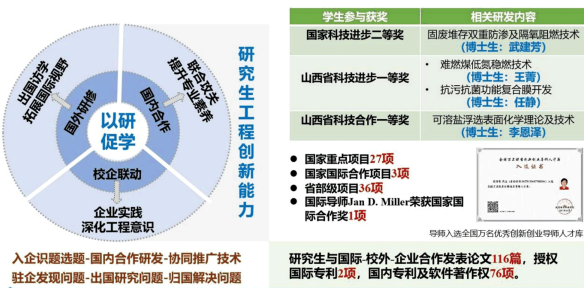


图3 以研促学

3. “以技践学”,以解决技术难题为抓手,提升研究生工程实践能力

针对高等教育常常滞后产业发展,尤其是研究生教育中理论与实践结合不紧密、科研成果难以转化为现实生产力、学生缺乏实际操作能力等问题,山西大学适时调整人才培养的知识和能力面向,建立以提高工程设计与技术实操能力为核心的人才培养体系。

坚持产学研用联动、校企互通,科学规划教学课

程,突出实践性和操作性。立足前沿理论与新兴技术的紧密结合,邀请行业头部企业技术专家入校授课将先进技术带入校园;另外,在企业一线开设“循环流化床锅炉工程技术”等课程 10 门,培养学生工程实践素养。与地方政府合作建立 6 个研发基地,与煤焦治电等煤基产业建立 24 个研究生工作站,引导研究生结合产业选题 130 余项,企业导师带领学生深入生产现场 12—18 个月,指导研究生全程参与技术难题攻关,提升了研究生工程设计、技术革新和工艺改造的应用能力,缩短了学生毕业入企适应期,让学生在更短时间内成长为研发与应用能力兼备的创新创业人才,图 4 所示为“以技践学”的实践路线与成效。

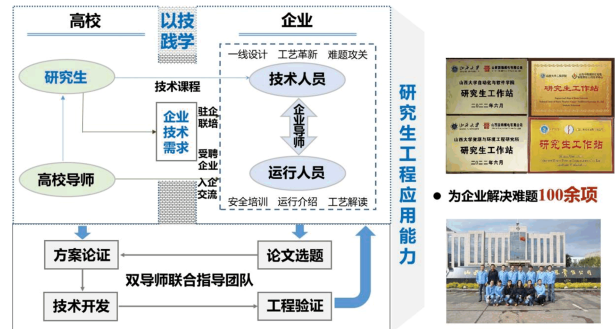


图4 以技践学

4. “因制兴学”,以提高育人效能为目的,构建良好育人制度

学科群以制度改革为突破口,通过建立和完善研究生教育的管理、考核、评价、激励等配套制度,优化了资源配置,营造了良好的育人环境,提高了育人效能。通过“请进来”方式,制定了外聘专家讲习制度,先后聘请了多名国内外知名大学教授和行业专家,开展多方位学术交流、长周期现场授课;通过“走出去”办法,先后派出 30 名教师和 22 名研究生赴美国、澳大利亚等国家交流访学,半数以上教师入企开展半年以上的服务,完善了研究生导师进修深造制度。工程类研究生必须完成 6 个月以上驻企实践、毕业论文选题必须源于企业现实需要,破解企业存在的难题,并由学校导师和企业导师协同指导,形成了协同育人的运行机制。

建立多主体参与的“使命目标—资源配置—培养过程—育人效能”多主体全周期循环反馈评价体系。每两年组织一次由校企管理者、教师和学生代表、企业技术骨干、评价专家参与的“使命目标和资源配置”综合评价活动,将评价结果反馈给学校和企业,通过校企整改,针对性修订人才培养方案 3 次,明晰人才培养中校内外资源开发与共享的机制。每学期开展的“培养过程”评价强化了教学过程管理,倒逼教师改

进教学模式和考核方式,引导学生深度学习;学期中教学指导委员会成员和上课学生代表对抽样课程教学进行座谈交流之后反馈给任课教师,形成闭环评价改进体系。“育人效能”评价基于座谈、访谈和问卷开展了5次研究生在读体验和3次毕业生追踪调查,明确了研究生在读期间和职业发展中实践能力和创新能力提升的方式、程度和空间,制定了研究生在读期间科技创新和工程实践能力的评价标准,推进了“三全育人”,培养了具有家国情怀的复合创新型人才,图5所示为“因制兴学”的实践路线和成效。



图5 因制兴学

#### 四、研究生育人成效与影响力

(一)培育了一批适应能源环境产业发展的复合创新型人才,提高了学生创新创业协同攻关的能力和用人单位满意度

山西大学立足于整合能源环境产业的学科教学资源,满足山西能源环境产业对高层次人才的需求,经过十余年的政产学研用的融合探索与实践,为资源型地区绿色转型发展培养了一批创新型复合人才。近年来,山西大学能源产业学科群研究生获得“宝钢教育奖”优秀学生奖5人次、国家奖学金71人次、省级优秀博士/硕士论文50余篇、大地科创励志奖学金130余人次。已有20余名毕业生入职高等院校,其中,30%获得国家自然科学基金;有45名研究生三年内成为企业的中层骨干,有的甚至领办或创办了企业。由于所培养的研究生理论基础扎实、实践能力突出,尤其是能有效解决企业生产、经营和管理中的实际问题,毕业生用人单位满意度较高。用人单位普遍反馈:校企合作模式中的现场实习实践让研究生零距离适应岗位,达到出校门进企业的无缝衔接,对企业的技术创新起到了积极带动作用。

(二)打造全国县域基层政产学研用示范基地,为服务地方经济转型发展做出重要贡献

针对研究生培养中“理论与实践脱节”的短板,建立了校企联合的研究生培养示范基地;针对政产学研

结合不紧密的问题,建立了校地合作研发基地,为地方经济和社会发展提供了智力支持和科技保障。近年来,相关专业研究生直接面向企业需求开展课题研究、联合攻关,解决企业技术问题达128人次,共有8项研究成果直接应用于企业技术改造与工艺革新,解决了烟气超低排放、固废高效循环、煤质光电快检等难题,孵化了格盟环保、大地新材料、潞安紫光等一批优质项目;与企业合作的授权发明专利23项,有效带动了企业科技人员创新能力的提升。研究生研发了固废堆存双重防渗及隔氧阻燃技术、应用到6个亿吨级矸石堆场;煤矸石煤泥发电、铝锂镓元素提取等多项成果在平朔煤矸石电厂、河南瑞达材料和中铝集团等企业转化与应用,带动了企业技术进步;博士研究生在尚风科技公司研发的镁基吸声材料被用于中印雅万高铁。山西平朔煤矸石发电有限公司先后获得“中国工业大奖表彰奖”和山西省科学技术奖——企业技术创新奖。

山西大学固废综合利用长治(襄垣)研发基地被确定为山西省科普基地。基地积极落实扶优、扶需、扶特、扶新的原则,在技术帮扶的同时,积极培养服务地方企业的技术创新人才,面向当地20多个企业的300余人进行了职业技能培训。校地合作开展煤电及固废利用技术研发,成果在当地宏瑞祥、恒祥焦化等10余个企业落地转化,带动了当地10亿元规模产业的发展。山西大学研发团队被当地政府授予“长治市高质量发展创新团队”。目前,以襄垣基地为模式,山西大学正在积极推进与忻州、吕梁共建县域研发基地,将进一步服务于区域经济低碳绿色高质量转型发展。

(三)“学生中心、四方联动、平台支撑、四位一体”的研究生育人生态,影响深入广泛

2019年11月,山西大学应邀在教育部高等学校环境科学与工程类专业教学指导委员会主办的“新时代高校环境教学改革与创新研讨会”做大会报告,吸引了华北电力大学、华东理工大学、华中科技大学、青海大学、昆明理工大学、中北大学、太原科技大学等高校来访调研。其中,青海大学认为“按需导学、以技践学”的教育教学方法有效提升了青海大学化工、材料等学科的研究生实践能力和创新能力。

中国教育报、科技日报、中国日报、新华社等媒体系统介绍了山西大学依托学科群和交叉学科学位点开展跨学科人才培养的方案和经验<sup>[13]</sup>;介绍了以学促产、以产彰学的创新驱动模式<sup>[14]</sup>,以及教研团队服务产业需求、培养研究生国际视野的实践<sup>[15]</sup>;介绍了通过与山西大学的深度合作,襄垣县完善大宗固废综

合利用创新链,推动“政产学研”循环一体化发展的举措<sup>[16]</sup>。依托学科群和交叉学科学位点,强化多学科联系,体现了没有围墙的大学如何将论文写在产品上,助推山西大学环境生态学科进入ESI世界前1%。在同类高校研究生培养教育中体现了前瞻性、引领性和实用性,起到了示范作用。

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“面向能源环境领域的‘四位一体’研究生育人生态探索与实践”。

#### 参考文献:

- [1] 王战军,赵敏. 新时代我国研究生教育的新使命、新举措[J]. 现代教育管理,2023(4):44-53.
- [2] 曹丽萍,邹丽丽,周玉清. 新时代研究生教育高质量发展的新使命与新路径——首届中国学位与研究生教育大会暨中国研究生教育长江论坛综述[J]. 学位与研究生教育,2023(8):53-60.
- [3] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2022-10-25) [2023-08-26]. [https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content\\_5721685.html](https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.html).
- [4] 彭璧玉. 组织生态学理论述评[J]. 经济学家,2006(5):111-117.
- [5] 蒋惠凤,张兵,刘益平. 组织生态学视角下现代产业学院高质量发展:内涵、困境与路径[J]. 中国高教研究,2022

- (12):88-93.
- [6] 劳伦斯·A·克雷明. 公共教育[M]. 宇文利,译. 北京:中国人民大学出版社,2016:01.
- [7] 吴鼎福,诸文蔚. 教育生态学[M]. 南京:江苏教育出版社,2000:10.
- [8] Ashby E, Anderson M. Universities: British, Indian, African: A Study in the Ecology of Higher Education[J]. *American Historical Review*, 1966, 73(1). DOI: 10. 2307/1849049.
- [9] 陈璐,胡永祥,张执南,等. 产教融合,用“真问题”培养学生创造力和执行力[J]. 高等工程教育研究,2023(5):65-69.
- [10] 柯勤飞,房永征,翟育明. 工程类专业学位研究生“双协同”产教融合培养模式创新与实践[J]. 高等工程教育研究,2023(3):53-58.
- [11] 高磊,赵文华. 学科交叉研究生培养的特性、动力及模式探析[J]. 研究生教育研究,2014(3):32-36.
- [12] 吴小林,曾溅辉,岳大力,等. 以工程实践与创新能力为核心,推进研究生培养模式改革[J]. 高等工程教育研究,2019(5):103-109.
- [13] 赵岩. 山西大学:“两翼”齐飞开新局[N]. 中国教育报,2021-01-18.
- [14] 中国日报山西记者. 瞄准国家重大战略 打造一流创新平台[N]. 中国日报,2022-01-07.
- [15] 王海滨. 提升学生工程素养,这所大学从“三师型”教师队伍入手[N]. 科技日报,2021-05-27.
- [16] 山西日报记者. 建起没有“围墙”的高校:山西大学研究基地建在了县城[N]. 山西日报,2019-06-20.

## The Construction and Practice of the Educational Ecosystem for Postgraduates in the Field of Energy and Environment ——Taking the Educational Reform of the Energy and Environment Discipline Group at Shanxi University as an Example

GUO Fangfang<sup>a</sup>, HAO Yanhong<sup>b</sup>, TIAN Junmei<sup>c</sup>, ZHANG Yuanyuan<sup>d</sup>, CHENG Fangqin<sup>d</sup>

(a. Institute of Higher Education; b. School of Environmental & Resource Sciences;  
c. School of Electric, Civil Engineering and Architecture; d. Institute of Resources and  
Environmental Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Based on educational ecology theory and the industrial characteristics of Shanxi that is a major province of energy, Shanxi University leverages the multidisciplinary advantages of its comprehensive university status in the field of energy and environment and proposes a “competency-based, innovation-oriented, service-prioritized, and engineering-focused” postgraduate education concept. It has established a discipline group composed of such disciplines as those of energy and power, environmental engineering, and control engineering and organized a disciplinary knowledge complementary supervisor team to carry out education and teaching reforms. By integrating resources from various parties and building a carrier that connects government, industry, academia, and research, it explores a graduate education ecology characterized by “student-centeredness, quadruple linkage, platform support, and integration of four aspects,” creating the “Xiangyuan Model” for county-level government-industry-academia cooperation and the “Dadi Model” for industry-research-education cooperation. This cultivates a group of composite innovative talents adaptable to industrial development, with widespread and profound social impact. This education ecology not only provides talent support for the transformation and development of resource-based economies but also serves as a model for local universities to integrate government, industry, academia, and research.

**Keywords:** energy environment; discipline group; postgraduate education; educational ecosystem