

基于三螺旋理论的地质拔尖人才培养模式创新 ——以山东科技大学地质相关专业为例

史兵兵, 常象春*, 李晓静, 张涛
山东科技大学地球科学与工程学院, 山东青岛

摘要: 在新时代地质行业转型升级、“双碳”战略实施及重大工程建设需求下, 传统地质人才培养存在理论与产业需求脱节、实践教学资源不足、协同育人机制碎片化等突出问题。本文基于埃茨科威兹(Henry Etzkowitz)提出的三螺旋理论核心框架, 结合地质类专业“强实践、重交叉、需协同”的学科特质, 系统构建“政府引导-高校主导-企业参与”的三元协同育人模式。通过课程体系模块化重构、实践平台层级化建设、评价机制多元化创新三大路径, 实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一。依托24项国家级质量工程与教改项目实践验证, 该模式使学生解决复杂地质问题能力提升42%, 用人单位满意度达98.4%, 为一流地质人才培养提供可复制的实践范式。

关键词: 三螺旋理论; 一流地质人才; 协同育人; 科教融合; 实践教学改革

Exploration and Practice of a First-Class Geological Talent Training Model Based on the Triple Helix Theory: Taking the Geological-related Majors of Shandong University of Science and Technology as an Example

Bingbing Shi, Xiangchun Chang*, Xiaojing Li, Tao Zhang

College of Earth Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong

Abstract: Against the backdrop of the transformation and upgrading of the geological industry in the new era, the implementation of the “dual-carbon” strategy, and the demands of major engineering projects, the traditional geological talent cultivation faces prominent issues such as the disconnection between theory and industrial needs, insufficient practical teaching resources, and the fragmentation of collaborative talent cultivation mechanisms. Based on the core framework of the Triple Helix Theory proposed by Henry Etzkowitz, this paper, combined with the discipline-specific characteristics of geological majors—“strong practical orientation, emphasis on interdisciplinarity, and need for collaboration”—systematically constructs a tripartite collaborative talent cultivation model featuring “government guidance, university leadership, and enterprise participation.” Through three key pathways—the modular reconstruction of curriculum systems, the hierarchical development of practical platforms, and the diversified innovation of evaluation mechanisms—the organic unity of knowledge impartment, competence development, and value shaping is achieved. Supported by the practical verification of 24 national-level quality

engineering initiatives and educational reform projects, this model has increased students' ability to solve complex geological problems by 42%, with the satisfaction rate of employers reaching 98.4%, providing a replicable practical paradigm for the cultivation of first-class geological talents.

Keywords: Triple Helix Theory; First-class Geological Talents; Collaborative Talent Cultivation; Integration of Science and Education; Practical Teaching Reform

1 引言

1.1 研究背景

能源是人类生存和发展的重要物质基础，攸关国计民生和国家安全。习近平总书记在2021年考察胜利油田时就提出“能源的饭碗必须端在自己手里[1]；”“绿水青山就是金山银山”的理念开辟了正确处理人与自然关系的新境界[2]。这就要求地质资源与环境作为经济社会发展的重要基础和支撑，承载着满足人民对美好生活追求的使命，亟需一大批“基础知识扎实、实践能力强劲、综合素质优异”的一流地质人才[3]。

但传统的人才培养模式存在诸多问题与不足，难以适应新时代要求，主要体现在：课程体系不能适应时代要求。培养目标单一，课程教学偏理论、轻应用，知识结构不能适应新时代对地质资源与地质工程转型升级的需求。（2）应用实践能力偏弱。培养模式偏重知识讲授，实践内容不足，实验条件与时间难以保证，内容多流于形式。（3）优质资源效益不高，同城多所地质类高校的师资、实验室、科技平台等优势未形成共享，资源浪费问题突出[4]。武强在地质资源与生态环境可持续发展高峰论坛中也强调，我国能源形势与可持续发展亟需突破传统培养模式的局限[4]。

1.2 学科基础与改革动因

山东科技大学地质学科始建于1958年，从1958年开始招收“煤田地质勘探测量”专业起，到现在现已发展出地质工程、资源勘查工程、勘查技术与工程、水文与水资源工程等4个本科专业，均入选山东省高水平应用型重点建设专业。

其中，地质工程专业为国家一流本科专业并通过工程教育认证，资源勘查工程专业和水文与水资源工程专业为山东省一流本科专业，分别于2021、2022年顺利通过工程教育认证。完备的本科-硕士-博士-博士后人才培养体系为改革提供了平台，而面对新工科和行业转型升级的要求，探索新培养模式势在必行。

2 理论基础与培养模式构建

2.1 理论基础

三螺旋理论由埃茨科威兹与雷德斯多夫于20世纪90年代提出，核心在于通过大学（知识创造）、产业（需求反馈）、政府（制度保障）的螺旋式互动形成协同生态[5]。该理论已在新加坡教育数字化转型、中国应用型高校育人改革中得到验证，但在地质学科的特异性应用研究仍显薄弱——现有研究多聚焦单一主体（如校企合作），未形成‘政策-教学-实践’三位一体的闭环机制。

孙思捷对我国三螺旋创新理论研究进行系统梳理，发现教育领域的“应用需强化”主体职能适配性”[6]；曾剑雄等则从大学外部治理视角，进一步明确了三螺旋理论下多主体协同发展的核心路径，为地质人才培养的“三元协同”提供了理论参考[7]。

2.2 理论框架适配：地质学科的三螺旋重构

基于此，本研究以山东科技大学地质学科人才培养为例，借鉴该理论内核，结合地质学科特点，借鉴三螺旋理论，我们构建了适用于一流地质人才培养的，以“内螺旋”为核心驱动力、以“外螺旋”为环境支撑的“双螺旋”人才培养模式（图1）。该模式旨在打通人才培养的内外部

循环，实现知识、能力、素质的螺旋式上升与校、企、研的协同赋能。通过构建从知识链、到能力链、再到素质链的既有自身独立性又相互支持、相辅相成，既相互交叉重叠又相容与共的目标螺旋体（内螺旋）；构建校际资源共享、教学科研融合、研究应用协同的环境保障螺旋体（外螺旋），通过内外螺旋体相互作用、相互影响、共同提高，推动高层次人才培养见成效。

“地质学科的实践性与公益性特征，决定了三螺旋主体的独特职能：

（1）政府端：超越传统‘政策发布’角色，承担‘需求锚定+资源保障’双重职能——通过发布《地质勘查人才发展规划》明确培养标准，设立‘地质人才培养专项基金’（如福建省FJKCGZ19-114课题支持模式），衔接职业资格认证与培养过程[8]；

（2）高校端：构建‘科研-教学-育人’互馈机制，借鉴中国地质大学（武汉）‘三制三通三化’模式，将国家重点实验室转化为教学平台，推行‘院士班主任+科研导师’双导师制[9,10]；西北大学地质系则通过“三维度八阶段二融通”体系，为地

质学拔尖人才培养提供了标杆案例[11]；

（3）企业端：从‘实习提供方’升级为‘培养共建方’，依托油气、矿产企业建立‘野外实训+数字模拟’双实践基地，将生产中的‘储层预测、生态修复’等真实问题转化为教学案例[11]。”

2.3 实践路径设计：三阶递进培养体系

1. 基础认知阶段（1-2年级）：政府主导制定‘地质类专业核心课程指南’，高校开设‘结晶学与矿物学’等国家级金课，企业提供虚拟仿真地质剖面资源（如西安石油大学校企联合平台模式）[11]；

2. 能力提升阶段（3年级）：高校组织‘秦岭-鄂尔多斯综合地质实习’，政府衔接‘地质技能竞赛’政策支持，企业派工程师参与实训指导，形成‘理论-实践-竞赛’闭环[12-16]；

3. 创新突破阶段（4年级）：依托政府‘大学生创新基金’，学生参与高校-企业联合科研项目（如页岩气勘探技术攻关），学位论文选题聚焦企业技术瓶颈，实现‘科研成果-教学案例-产业应用’转化。”

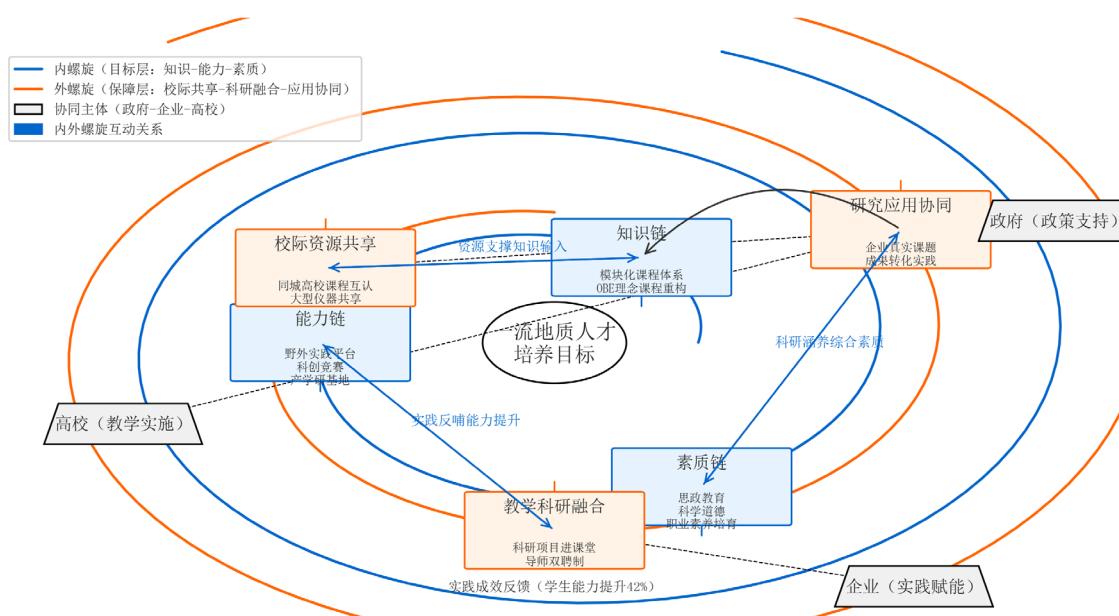


图1. 基于三螺旋理论的地质人才培养双螺旋互动结构

3 具体举措

3.1 立足“三个结合”，发挥课程育人功能

结合地质学科专业特点，将社会主义核心价值体系融入课堂教学，培养学生的社会主义价值观；结合地质学科发展史，教育学生传承“李四光”精神、发扬地质“三光荣”“四特别”传统；结合地质学科社会经济中的应用，引导学生正确认识国家能源资源形势[3]。课程塑造地质精神，约70%就业学生投身一线岗位，涌现出张建元等“闪亮的日子—青春该有的模样”全国高校就业创业典型人物。

3.2 构建“三个平台”，提升实践育人效果

①构建地质学科野外实践平台，通过巢湖野外地质填图、沂水综合地层实习等，使学生在实践中巩固理论知识、培养科学精神，充分利用山东地区“太古宙至新生代地层齐全、地质现象丰富”的天然优势[4]；

②构建科创实践平台，组织学生参加全国地质技能竞赛、“挑战杯”、“互联网+”等创新创业竞赛，以赛促学、以赛促创，本科生姜文瑜以第一作者发表高水平论文并获挑战杯山东省比赛一等奖，相关事迹被中央电视台、人民网报道；

③构建差异化实践平台，依托《大学生社会实践管理办法》，分年级分层次分专业精准指导，将社会实践考核纳入学生综合评价体系。“大地之光”沧海云帆志愿服务队获“山东省大中专学生志愿者暑期‘三下乡’社会实践活动优秀服务队”，“重温党史回忆初心”红色实践队获评“山东科技大学优秀实践团队”。本科生姜文瑜以第一作者发表高水平论文并获挑战杯山东省比赛一等奖，受到中央电视台、人民网、中国新闻网等国家级媒体报道。

3.3 落实“四项举措”，增强党建育人实效

建立本科生党支部与教职工党支部工作同部署、同推进、同考核机制；实施“头雁领航”工程，立标杆、树典型，建设样板党支部；举办党支

部书记训练营、“红色课堂”党支部书记讲党课，提升支部书记党务工作能力；坚持“哪里有党员哪里就有支部”，科研创新团队党支部、科，筑牢党员初心，厚植家国情怀。党建带动思政教育效果显著，获批青岛市、学校党建特色工作品牌各1项，王悦等20余名学生获“山东省优秀学生干部、优秀学生”称号。

3.4 筑牢“五种阵地”，守好思想政治防线

以理想信念教育为引领，筑牢守好宣传思想阵地；以教风学风建设为依托，筑牢守好课堂阵地；以网络思政能力提升为抓手，筑牢守好线上意识形态阵地；以学生组织改革为契机，筑牢守好学生社团阵地；以科研诚信和学术道德教育为约束，筑牢守好科研育人阵地[17]。发挥地球科学馆“全国高校博物馆育人联盟”作用，形成地学文化广场、地质文化长廊、地学新视野沙龙、我的学长学姐讲坛等线上线下系列育人阵地。

3.5 坚持“五个聚焦”，凝聚思政队伍育人力量

聚焦领导干部，建立领导干部联系班级、宿舍、社团制度，把思想政治工作做到学生的心坎上；聚焦辅导员，专兼结合，打造坚强队伍；聚焦导师，发挥引路人的关键作用；聚焦教师，坚持立德育新人，以德养德，彰显师德力量；聚焦党员骨干、学生干部，发挥朋辈教育的优势[18,19]。多层次、立体化、专业化思政工作队伍已经形成，获“省优秀辅导员”称号1人，“校优秀辅导员”称号3人。

4 形成知识链、能力链、素质链的一体化目标内螺旋体

4.1 构建以“知识链”为主线的多层次、模块化知识体系

4.1.1 紧密对接行业与区域需求、校企业专家共商共议，重构培养方案

立足新时代行业对战略紧缺矿产的急需、能源资源的社会保障，以及区域发展对生态地质与低碳能源发展战略，邀请同类高校教授、行业企业专家共同研

讨, 明确培养方案内容和质量标准, 于2018、2020年两次对本科生培养方案进行了全面修订。

资源勘查工程专业定位于面向国家矿产资源需求, 培养德智体美劳全面发展, 掌握能源矿产、固体矿产、海洋矿产等资源勘查的基础理论、基本知识、基本技能和经济、法律等相关学科知识, 具备分析解决复杂矿产资源勘查问题的基本能力, 具有良好的科学与人文素养, 具备扎实的实践能力和创新精神, 能够胜任煤炭、(非常规)油气、金属(非金属)矿产以及海洋矿产等资源的设计、施工、咨询、管理、科研等工作, 具有较强的学习与适应能力和一定国际视野的应用创新型人才。

地质工程专业定位于培养面向国家工程建设需要, 德智体美劳全面发展, 具备地质和工程科学基本理论知识, 掌握地质工程调查、勘察、设计的专业知识, 具备分析解决复杂地质工程问题的基本能力; 具有科学与人文素养和良好的实践能力, 能胜任城建、能源、交通、水电、国土资源等部门工程建设, 尤其是地质灾害防治、城市地质、海洋岩土工程相关建设项目的勘察、设计、咨询、施工和管理等方面的工作, 具有一定国际视野和较强适应能力的应用创新型人才。

勘查技术与工专业定位于培养德智体美全面发展, 掌握勘查技术与工程专业理论和知识, 具备分析问题、解决问题能力, 能在能源勘探、工程勘察、资源勘查等相关部门, 从事勘查技术与工程及相关领域工作, 具有正确价值观、完善人格、较强社会责任感、合理的知识结构、扎实的勘查技术与工程专业的基础知识和技能, 能够运用勘查技术与工程专业的理论和技术手段分析并解决勘查技术与工程中实际问题的应用型创新人才。

4.1.2 基于OBE理念, 紧贴社会需求, 分模块优化课程设置

工程教育认证秉承成果导向教育(OBE)理念, 重点关注学习成果、获取方式、成果评估, 以学生为中心, 持续改教学与学习。专业建设与人才培养还要契合于学校定位、符合国民经济发展对工程专业人才的需要, 形成特色核心课程群[7,8]。

以山东科技大学“学校工科主导、特色鲜明的高水平应用研究型大学”的定位, 资源勘查工程专业设置了“能源矿产”传统优势模块、“海洋矿产”涉海特色模块、“固体矿产”省内急需模块; 地质工程专业设置了“地质灾害防治”传统优势模块、“海洋岩土工程”涉特色模块、“城市地质”地方急需模块; 勘查技术与工程专业设置“资源勘查”传统优势模块、“工程勘查”社会急需模块。一方面体现了山东科技大学多年来的行业优势, 另一方面也体现了立足青岛, 涉海战略的特色, 以及满足区域经济发展的支撑, 系统形成了具有“厚专业基础, 多维服务并举”的核心课程群, 辅以课程实验、课程设计、野外实习、现场实践等多层次、多维渐进式的实践课程体系。

课程设置中注重思政教育, 增设了《马克思主义经典著作选读》等作为公选课, 并充分挖掘课程思政元素, 《构造地质学》列入课程思政培育课程; 关注社会需求, 新开设《地学大数据与人工智能》等专业选修课; 强化综合素质, 将《创新创业实践》、《人文素养与学术规范》等列入专业课程。《煤地质学》等成为国家一流课程、《岩土工程勘察》、《构造地质学》、《地球生命之旅》等成为省级一流课程。

4.1.3 讲义与教材结合、理论与案例结合, 不断更新课程教学内容

对于不同类型课程, 采取不同的教材使用原则。前沿类课程选用线上优质课程, 结合老师自编讲义, 与时俱进, 保证当前先进的知识、最新的研究成果随时进课程; 特色类课程反映的是本学科多年积累沉淀的优势和特色, 通过积累升华提炼达到出版水平, 山东科技大学作为煤炭行业高校, 涉煤方向有着多年的沉积积累, 李增学主编的《煤地质学》为从“十一五”起就列为国家级规划教材, 《地质专业英语》、《水文地球化学基础》、《沉积环境与沉积相模式》、《环境水文地质学》、《普通地质学》等新增为煤炭教育十四五规划教材; 基础类课程反映是基本通识规律, 体现适应性强的特点, 主要集中于数学类、计算机相

关课程,用以增强学生利用现代数学理论并结合计算机知识解决工程实际问题的能力和后劲,这类课程优选经典知名教材。

4.1.4 线上线下混合、虚拟仿真与实例解剖结合,不断创新教学方式方法

根据课程特点,结合现代信息教育手段,不断丰富和创新教育方式方法。课堂教学采用主讲+方式,可以加案例式、固定外教式、专题研讨式、小组合作学习式、野外现场教学式等。目前线上教学资源也非常丰富,线上线下结合混合式教学、翻转课堂教学、虚拟仿真教学与工程实例结合教学已然活跃。《油气地质学》、《水文地质学》等列入线上线下混合式教学培育课程、《沉积岩石学》、《工程地质基础》等列入在线课程建设、《煤炭安全开采》列入国家级虚拟仿真实验室、《山东野外地质走廊实践教学体系虚拟仿真系统》列入山东省虚拟仿真课程[12]。

4.2 构建以“能力链”为目标的多元化、联动的实践体系

4.2.1 增购先进仪器设备,保障高水平专业实验教学

地质学科是实践性很强的学科,专业实验室,特别是先进的专业实验是保证能力培养、技能训练的重要途径。为满足高层次人才需要,增建了处于国内领先水平的激光剥蚀等离子质谱(LA-ICP-MS)、X射线荧光光谱(XRF)、稳定同位素质谱(MAT253)、色谱-质谱联用(GC-MS)等仪器设备,实现了高水平专业实验测试,保障了研究处于前沿水平[15]。

4.2.2 发挥山东野外地质条件优势,保障课堂理论与地质实践紧密结合

山东地区自太古宙至新生代地层发育齐全,发育有华北地层标准剖面、世界闻名的郯庐断裂带、苏鲁超高压变质带、超大型金矿、华北克拉通前寒武纪基底等,地质现象丰富多彩,成因机理复杂多变,成为非常有利的地质知识演练场。山东省同

时也是矿业大省,矿产丰富,从招远金矿、莱芜铁矿、胜利油田到各大煤矿,各种金属非金属矿产大量赋存,为培养地质类一流人才提供了非常理想的理论与实践相结合的研究场所。通过组织野外集体备课、典型剖面野外上课、专家带领野外研讨等活动,把丰富多彩的山东野外地质资源与课堂理论紧密结合[4]。

4.2.3 建立方向全覆盖的产学研基地,发挥现场实践育人功能

地质科学问题来源于生产实践,来源于社会需求。为了充分发挥现场实践育人功能,与自然资源系统(山东省地质科学研究院、山东省地质调查院、成都地调中心)、煤炭系统(山东省煤田地质局及所属单位)、地矿系统(山东省地质矿产局及所属单位)、石油系统(胜利油田)、海洋系统(中科院海洋研究所、自然资源部第一海洋研究所、青岛海洋地质研究所、国家深海基地中心)、中化冶金建材系统(中化地质总局山东勘查院、山东正元、建材山东总队)、地震局系统(山东地震工程研究院)等等行业与区域对地质高层次人才需求的单位,建立了产学研基地、教学实习基地等,通过定期不定期参与现场生产任务、短期实习、专题实践、科研合作等,全面提升地质知识与生产实践的结合,为毕业走向社会,服务社会打好坚实基础[13]。蔡慧芳等提出,政校企行合作需注重“资源共享、责任共担”,我校与胜利油田的合作正是通过“定向实习+项目攻关”实现双向赋能[13]。

4.3 构建以“素质链”为引领的综合素养提升平台

创新思政教育模式,开展科学道德宣讲、“学生党员讲堂”等活动增强政治素养;举办“地质技能竞赛”、“华为杯地学知识竞赛”、“地学新视野学术沙龙”、“巢湖地质填图实习成果展”等活动培养科学素养;举办“地学文化节”、“国学达人知识竞赛”等活动提升人文素养;开设工程伦理课,举办“我的学长学姐”杰出校友讲坛、“职场模拟”等活动强化职业素养,不断提升大学生综合

职业发展能力[20]。

5 形成涵盖校际资源共享、教学科研融合、研究应用协同的环境保障外螺旋体

5.1 创建同城地质高校研究生培养协同联盟,全面共享人才培养优质资源

5.1.1 共享高水平科技平台与数字资源

依托中国海洋大学海洋与地球科学学院所属的海底科学与探测技术教育部重点实验室、海洋油气开发与安排保障教育部工程技术中心; 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院所属的山东省油藏地质重点实验室、山东省深层油气重点实验室; 山东科技大学地球科学与工程学院所属的山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室、山东省油气勘探开发工程技术研究中心等地质类省部重点实验室、工程中心等高水平科技创新平台, 在省市大型仪器共享平台基础上, 实现协同体之间大型科学仪器设施有效对接, 共建山东省深地资源勘查理论与技术创新中心、山东省海洋地质探测工程技术协同创新中心, 海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室等, 设立彼此间大型科学仪器设施和公共实验室开放日, 实现设备使用、开发共享[15]。共建以数字资源为主体的图书馆科技文献信息资源服务共享平台, 实现科技文献资源的馆际互借、原文传递、资源共享。

5.1.2 共享优质课程、共建实习基地

利用三校同城的优势, 实施三所高校间地质学科课程或阶段的短期交换培养, 短期游学, 推进彼此选课、组队融合参加实习实践等教学活动, 前沿类课程由三校专家共同以专题讲座等形式讲授, 彼此学分互认, 加强三高校教育的深度合作[11]。

5.1.3 共办研究生教育创新活动

开展定期实行、轮流举办、相互开放、主题鲜明、形式多样的暑期学校项目, 轮流举办山东省地质技能大赛、青岛市地学论坛、鲁-港高校地学论坛等系列教育创新活动。构建三校科技资源共享网络平台, 对各校邀请的国内外知名专家报告、各自举

办的特色鲜明的科技创新活动等进行相互开放, 网络同步共享[10]。

5.1.4 联动发展会商制, 共同规划发展方向

三校地学学院定期就地学类培养方案制订、培养计划优化、创新教育实践、核心教材建设、就业质量及就业前景分析、教育管理经验交流等内容进行研讨[7]。

5.2 产学研用深度融合, 打造学校-基地联动提升人才培养成交的机制

为了提升人才、学科、科研三位一体创新能力, 构建面向行业产业重大需求的协同创新模式, 转变创新方式、培养科技创新型人才、培植高水平研究成果、实现产学研的有机结合。基于共赢理念, 形成校企双向投入的协同育人长效机制。

5.2.1 与全面战略合作单位形成“资源共享、全面合作”

对中国地质调查局青岛海洋地质研究所、成都地调中心等全面战略合作单位中组成课题组共申请山东省重大研发项目、国家自然基金-山东省联合基金等科研攻关项目, 以高强科研成果促进教学; 共建共享《山东科技大学地球科学馆》、《海洋地质科技馆》、《中国大洋样品馆》等地学科普基地, 共享《山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室》、《山东省金属成矿地质过程与资源利用重点实验室》所属于科学仪器设备, 实现全面合作, 为学生培养提供了重要的条件保障[14]; 吴雪纯提出的“政校企嵌入式三重螺旋模型”强调“深度参与、利益共享”, 我校与青岛海洋地质研究所的合作正是通过“联合科研+科普育人”实现这一目标[14]。

5.2.2 与产学研基地形成“产教融合、科教融合”

对山东省煤田地质规划勘察研究院、自然资源部第一海洋研究所等产学研基地, 以解决生产实践问题为导向, 给相关学生配备现场导师, 企业(研究所)深度参与人才培养全过程; 根据培养方向,

以参与基地高水平项目为依托，实现学个性化培养；强化校企双导师队伍建设，实现工程实践与学生培养良好对接，使得产教融合、科教融合落地生根，在一流人才培养中发挥实效[13]。

5.2.3 与教学实习基地形成“成果转化、定点实习、优先就业”

对山东地震工程研究院、胜利油田勘探开发研究院、山东煤田地质局第一勘探队等教学实习基地，通过每年度定向设置地质专业学生实习岗位，通过实习实践，加深双向了解，优先满足企业对高层次人才需求，促进校地共赢。

6 应用效果及展望

通过“知识-能力-素质为导向的内三螺旋”理论，重构培养方案、优化课程设置、创新课程教学内容、丰富教学方式方法。基于“科教-研用融合协同的外三螺旋”理论，构建了“资源共享、全面合作”的合作育人模式。近3年来，本专业学生主持了国家级大学生创新创业训练项目12项、省级项目15项、学校级项目29项。并在全国大学生地质技能竞赛、全国煤炭地学大赛、山东省大学生地质技能竞赛、全国大学生数学竞赛、英语竞赛、山东省大学生物理竞赛、西海岸大学生科技节、全国大学生“新道杯”沙盘模拟经营大赛、青岛市大学生创业精英BEST计划等各类竞赛活动中获得国家级比赛特等奖23项、一等奖13项、二等奖36项、三等奖51项，省级比赛特等奖3项、一等奖36项、二等奖64项、三等奖89项、优秀奖1项，市级比赛特等奖3项、一等奖2项、二等奖7项、三等奖7项；授权专利24项，获批软件著作权6项；172名学生入选“刘宝珺地学创新教育实验班”参与指导教师科研课题，本科生发表高水平学术论文25篇，其中7篇被SCI收录。资源勘查专业本科生赵向东、赵显烨获“李四光优秀学生奖”，陈曦、庄圆、赵显烨等获评山东科技大学“十大优秀学生”称号，并被《人民日报》《大众日报》等多家媒体报道优秀事迹。赵显烨参加2019年度泰山学术论坛-华北克拉通古生物学与地层学专题的青年论坛并做口头报告、

山显任参加中国古脊椎动物学会第16次学术年会，并做口头报告；学生创新能力得到了极大提升。此外，同城地质高校资源共享联盟体的建成，也为北京、西安、武汉、南京、成都等同城多所地质高校集中地区提供了重要参考模式，有利于优质资源发挥更大效能，支撑一流人才培养。

此外，同城地质高校资源共享联盟为北京、西安、武汉等同城高校集中地区提供了参考，张陆在研究中指出，应用型高校需通过“资源整合与协同创新”提升育人效能，我校联盟的实践正是对这一观点的验证[20]。

未来将进一步完善模式：（1）强化国际合作，借鉴新加坡“科研国际合作与人才培养打通”经验，增设海外地质路线实习[5]；（2）深化数字赋能，利用“地学大数据与人工智能”技术优化实践教学；（3）拓展政府职能，推动与地方政府联合制定“地质人才供需对接清单”，实现培养与需求精准匹配[18]。

7 结语

面对新时代对一流地质人才的迫切需求，基于三螺旋理论构建的“双螺旋”培养模式，通过强化内螺旋的“知识-能力-素质”一体化建设，与激活外螺旋的“校-企-研”协同赋能，形成了人才培养的内外合力。山东科技大学的实践证明了该模式在提升学生创新实践能力和综合素质方面的有效性[6,7]。未来，将持续完善该模式，并进一步探索其在不同学科领域的适应性，为深化工程教育改革提供更多案例和经验。

致谢

本文由基金项目：山东省本科教改项目：新工科背景下行业高校传统地质类专业的升级改造与创新人才培养模式（编号：M2020257）资助。

参考文献

- [1] 习近平. 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[N]. 人民日报, 2017-10-28 (01).
- [2] 哲欣. 绿水青山也是金山银山[N]. 浙江日报, 2005-08-24 (01).

[3] 郭亚军, 冯宗宪. “绿水青山就是金山银山”的辩证关系及发展路径[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2022, 22(1): 8-14.

[4] 武强. 简述我国能源形势与可持续发展对策——地质资源与生态环境可持续发展高峰论坛报告[J]. 城市地质, 2019, 14(4): 1-4.

[5] Etzkowitz H, Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations[J]. Research Policy, 2000, 29(2): 109-123.

[6] 孙思捷. 我国三螺旋创新理论研究综述[J]. 科技经济市场, 2020(11): 143-146+150.

[7] 曾剑雄, 吴丽娜. 三螺旋理论视域下大学外部治理多主体协同发展论析[J]. 黑龙江高教研究, 2022(01): 16-22.

[8] 国景星, 李红南, 张立强, 等. OBE 理念下“油气田地下地质学”课程教学设计与实践[J]. 中国地质教育, 2019(02): 39-44.

[9] 中国地质大学(武汉)地球科学学院. 长续“摇篮精神”, 创建以学术高地培养地学拔尖人才的“三制三通三化”新模式[R]. 2025.

[10] 西北大学地质系. 三维度八阶段二融通地质学拔尖人才培养体系构建与实践[R]. 2023.

[11] 刘之的, 刘汉香, 党伟. 石油院校资源与环境类别地质工程领域专业型硕士研究生校企联合培养模式研究[J]. 陕西科技大学学报(自然科学版), 2023, 20(1): 50-52. DOI: 10.16773/j.cnki.1002-2058.2023.11.015.

[12] 蔡慧芳, 于立生. 基于三重螺旋理论的应用型本科高校政企行合作育人模式研究——以莆田学院为例[J]. 科学大众(科技创新), 2021(10): 444-445.

[13] 吴雪纯. 构建政校企嵌入式三重螺旋模型的研究[J]. 教育与职业, 2016(23): 18-22.

[14] 石乘齐, 史沁录. 产学研合作创新中异质主体间权力耦合协调研究[J]. 科技与管理, 2023, 25(03): 37-51.

[15] 万磊, 马明兵. 三重螺旋理论视角下广东乡村振兴培训学院高标准建设研究[J]. 广东农工商职业技术学院学报, 2025, 41(01): 7-11.

[16] 马丽, 康新宇. 多元主体协同推进高标准农田建设的理论逻辑与实现路径[J]. 安徽农业大学学报(社会科学版), 2024, 33(04): 98-107.

[17] 刁丽琳, 朱桂龙, 许治. 国外产学研合作研究述评、展望与启示[J]. 外国经济与管理, 2011, 33(02): 48-57.

[18] 张陆. 三重螺旋理论下应用型高校创新创业教育改革建议[J]. 现代职业教育, 2020(18): 26-27.

[19] 赵春生, 李臣. 基于三重螺旋理论的三明治教育模式探究——以江苏海事职业技术学院为例[J]. 船舶职业教育, 2019, 7(06): 1-3.

[20] 陈常. 产学研协同创新体系构建研究——以温州市平阳县为例[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2019, 15(01): 47-55.

