

## 专业建设

## 碳储科学与工程新专业建设模式探索与发展方向思考

高志前<sup>1,2</sup>, 李治平<sup>2</sup>, 赖枫鹏<sup>2</sup>, 卫端<sup>2</sup>, 张元福<sup>2</sup>, 陶树<sup>2</sup>, 唐玄<sup>2</sup>

1. 中国地质大学(北京) 教务处, 北京 100083; 2. 中国地质大学(北京) 能源学院, 北京 100083

**摘要:** 建设碳储科学与工程新专业, 培养新型碳储人才, 是国家战略需求和新时代育人要求。通过分析研究, 提出以行业需求为导向, 以人才培养为目标, 制订地质特色培养方案; 以课程建设为中心, 以教材编写为主体, 构建现代化教学资源数据库; 以教学名师为引领, 以队伍建设为抓手, 组建老中青结合优秀教学团队; 以实验室建设为依托, 以虚实结合为手段, 建设室内室外实验教学新平台; 以科研合作为契机, 以工程实践为主题, 打造校企合作实践教学新基地的五措施并举、五内容并建的专业建设方案。提出了集教学创新团队、精品课程、品牌教材、特色实践教学基地于一体的碳储科学与工程专业建设模式。碳储科学与工程专业建设理念、教学方法、课程体系及应用成果将对同行专业具有借鉴作用。

**关键词:** 碳储科学与工程; 专业建设; 碳储人才; 碳中和

中图分类号: G640

文献标识码: A

文章编号: 1006-9372(2023)01-0014-05

DOI:10.16244/j.cnki.1006-9372.2023.01.007

**Title:** Thoughts on Development and Exploration on the New Specialty Construction Mode of Carbon Storage Science and Engineering

**Author(s):** GAO Zhiqian, LI Zhiping, LAI Fengpeng, WEI Duan, ZHANG Yuanfu, TAO Shu, TANG Xuan

**Keywords:** carbon storage science and engineering; specialty construction; carbon storage talent; carbon neutrality

2020年9月,我国明确提出2030年“碳达峰”、2060年“碳中和”目标,二氧化碳排放与利用成为国家战略<sup>[1-2]</sup>。随着碳捕获与封存(Carbon Capture and Storage, CCS)的发展,人们对二氧化碳再利用环节的认识有所提高,并逐渐向碳捕获、利用与封存(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS)方向发展,碳储技术的内涵更为丰富。我国“双碳”工作持续推进,但2022年以前,全国高校还没有专门培养碳捕集、碳封存、碳利用的专业。碳储技术作为一个重要的科学技术手段与战略性新兴产业,延伸面广、涉及学科多,既需要包括物理、化学、数学等基础学科的知识,同时也涵盖了化学工程、石油工程、地质工程等应用学科的内容。因此,在高校设立碳储科学与工程专业,加快培养碳储领域的紧缺人才,是实现我国“双碳”目标的重要举措<sup>[3-4]</sup>。建设碳储科学与

工程新专业,是国家战略需求和新时代育人要求。

### 一、专业建设基础

2021年3月22日,教育部高教司组织召开了“碳中和背景下能源产业链人才培养布局”务虚会,中国地质大学(北京)选派代表参会。2021年7月,中国地质大学(北京)向教育部提交了碳储科学与工程专业设置申请表。2022年2月22日,中国地质大学(北京)、中国石油大学(北京)、中国矿业大学(北京)、重庆大学四所高校获批设立碳储科学与工程专业。

中国地质大学(北京)具备办好碳储科学与工程专业的基础和师资队伍:(1)中国地质大学(北京)的碳储科学与工程专业是在石油工程、资源勘查工程两个一流专业基础上延伸、拓展和创新出来的新专业,石油工程、资源勘查工程两个专业几十年的建设经验为办好碳储科学与工

收稿日期:2022-10-20;修回日期:2022-11-15。

基金项目:2022年北京高等教育本科教学改革创新项目“碳储科学与工程专业建设与探索”。

作者简介:高志前,男,教授,主要从事碳酸盐岩沉积与储层的教学和研究工作。

投稿网址:www.chinageoeducation.net.cn 联系邮箱:bjb3162@cugb.edu.cn

引用格式:高志前,李治平,赖枫鹏,等.碳储科学与工程专业建设模式探索与发展方向思考[J].中国地质教育,2023,32(1):14-19.

作新专业提供了良好基础。(2)相关专业领域师资力量雄厚,有沉积学基础、油藏描述基础两个北京市优秀教学团队和新能源概论、高等油藏工程两个北京市优秀思政课程教学团队,这四门课的主体内容也是碳储科学与工程新专业的延伸课。优秀的教学团队为办好碳储科学与工程新专业提供了优秀师资力量。(3)多名教师在 2001 年就开始了二氧化碳驱油方面的科学研究,先后承担了多个与碳储相关的国家级、省部级和企业合作项目,科研成果为碳储专业新课程设置、新知识储备奠定了基础。(4)碳储科学与工程是一个多学科交叉和实践应用性很强的专业,现有的 3 个与碳储相关的部级重点实验室和 1 个北京市校外实践基地(能源学院-胜利油田二氧化碳封存实验基地),为该专业高年级学生的实习创造了良好条件。

## 二、专业建设目标及内容

碳储科学与工程是全国首设的特色控制类专业,存在师资、教材短缺、培养体系不完善等问题。因此,项目的目标旨在制订并完善碳储科学与工程专业培养方案,打造并做大做强碳储科学与工程师资力量,编制碳储科学与工程方向系列新教材,将碳储科学与工程专业办成国内一流、国际领先且具有地学特色并起到引领和示范作用的标杆新专业。新专业将为国家培养德、智、体、美、劳全面发展,具有宽厚扎实的地质、能源、矿业、化学、物理等学科的基础理论,具备碳储科学与工程交叉学科背景,系统掌握能源高效低碳转化、碳捕集、二氧化碳地质封存以及二氧化碳利用转化专业知识和实践能力的工程技术人才。培养具有多学科交叉融合能力和国际视野,能从事碳储科学与工程领域工作的研究型后备领军人才及适应新工科要求的高级技术人才。

针对专业建设目标,拟从制订培养方案、设置课程体系、建设师资队伍、搭建实验平台、创立实践基地等方面进行专业建设(图 1)。

1. 以行业需求为导向,以人才培养为目标,制订地学特色培养方案

充分调研国家、社会、行业需求,结合学校定位和专业发展目标,对比国内外相关高校相近相似专业特点,综合企业及用人单位、毕业生及在校学生意见,通过系内专家、院内专家、校内专家、校外专家四级论证,拟定碳储科学与工程培养方案。新专业建设依托我校的地学优势,培

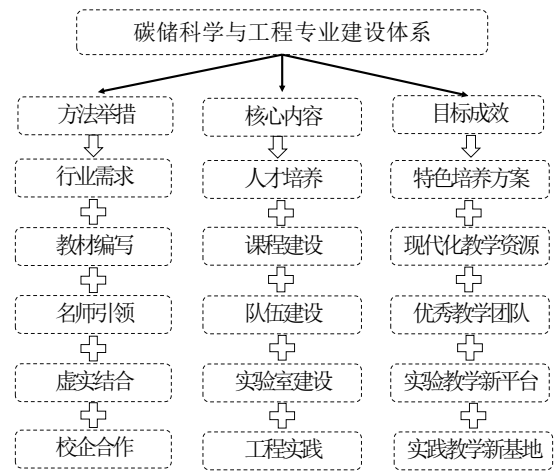


图 1 碳储科学与工程专业建设体系

养方案突出地学特色,专业重点强调二氧化碳地质封存、二氧化碳利用转化,兼顾碳捕集。培养方案强调以人才培养为目标,毕业生应具有以下 5 方面素质:(1)具有正确人生观、价值观、社会观和科学观,有高度的思想道德、社会责任感、文化素养和专业素质,富有求实创新的精神,具有健康的体魄和良好的心理素质。(2)能运用所学碳储科学基础知识、专业知识、管理知识,解决复杂碳储科学与工程技术问题。(3)具备地质资源与工程领域实验设计、数据分析与解释、复杂地质和工程问题解剖与模拟等方面的科学研究能力;能承担碳储科学与工程复杂问题研究、碳储系统设计与开发、工程管理工作。(4)具备管理团队及协调项目的活动能力,能正确认识项目团队中的角色定位,能够组织制订工作计划并有效实施。(5)富有社会责任感,能应对科技发展挑战,掌握新兴技术,实施技术创新,具备可持续发展理念和国际化视野。

2. 以课程建设为中心,以教材编写为主体,构建现代化教学资源数据库

课程是人才培养的核心要素,是影响学生发展最直接的中介和变量<sup>[5-6]</sup>。拟与首设碳储科学与工程专业的四个高校,联合组织专业建设研讨会,确定课程体系,明确专业基础课、专业核心课和专业骨干课。课程设置以“双适应、三面向”为基本原则,体现学科交叉性和知识应用性,体现教育面向现代化、面向世界、面向未来(图 2)。课程设置采取分类组合方式,分为通识教育课、学科基础课、专业核心课和实践创新课(图 2)。教学大纲中强调课程思政元素,将“三光荣”“铁人”精神融入课堂教学。流体力学、热工学、碳

储地质学将作为专业基础课的重要组成部分,而碳捕获原理与技术、二氧化碳地质封存与利用、碳储检测与安全等拟作为专业核心课的重点课程。教学资源(教材)是人才培养的重要内容,要充分发挥主教材作用,助力人才培养质量提升。对于碳储科学与工程新专业,国内外教材处于空白领域,组织专家学者编写教材迫在眉睫。根据学校特点和学科优势,在近两年里,重点编制碳储地质学、二氧化碳地质封存与利用等具有地质特色的碳储科学基础教材。利用现代化技术,将教材、多媒体、案例、课程等教学资源综合起来,建立教学资源数据库。

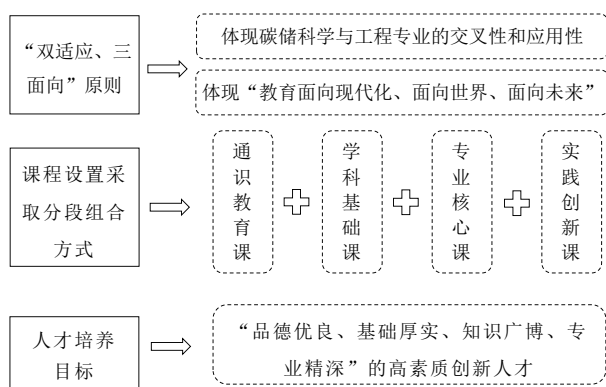


图2 碳储科学与工程专业课程设置方式

3. 以教学名师为引领,以队伍建设为抓手,组建老中青结合优秀教学团队

教师是人才培养的关键之本,师资队伍建设是专业可持续发展的基础。能源学院现有碳储科学与工程相关领域北京市教学名师6人,以教师名师为引领,以能源学院青年教师“托举工程”为桥梁,通过系列教学名师讲坛和系列教学基本功比赛,以及组织召开全国高等学校碳储科学与工程人才培养研讨会,锻造青年教师教学能力,提升青年教师教学水平。师资队伍建设以培养校内青年教师为主,适当引进国内外相关领域杰出人才;内培和外引相结合,组建碳储科学与工程专业领域老中青结合的优秀教学团队。

4. 以实验室建设为依托,以虚实结合为手段,建设室内室外实验教学新平台

实验教学是创新人才能力培养的有效载体,实验教学示范中心建设是高校培养创新人才的必要选择,实验室硬软件建设是培养创新人才的物质基础和必要条件。以“地质资源勘查”国家级实验教学示范中心和“能源地质与评价”国家级虚拟仿真实验教学中心建设为依托,购置碳储科学与工

程专业教学实验仪器和教学软件,打造室内实验教学新平台。通过加强延庆硅化木公园和北京西山两个校外实践教学基地建设,打造野外实践教学新平台。

5. 以科研合作为契机,以工程实践为主题,打造校企合作实践教学新基地

工程实践是工科应用型人才培养的重要环节。2022年,中国石化在胜利油田建成首个百万吨级CCUS项目。2007年,我校就与中国石化建成了能源学院-胜利油田北京市校外实践基地。利用与胜利油田的良好科研合作关系以及已建成的校外实践基地,将实践内容由原来的石油地质拓展到碳捕获、二氧化碳驱油与封存,建成碳储科学与工程专业的校企合作实践教学新基地。具体实践场所包括胜利油田孤岛采油厂、滨南采油厂等。

### 三、方法与举措

针对上述建设目标及建设内容,采取以下5方面的措施,来探索碳储科学与工程专业的建设。

(1) 碳储科学与工程专业培养方案和课程设置素材的详细调研、整理、总结。在“双碳”背景下,针对碳储科学与工程专业进行全面分析,开展针对性的调研工作,系统整理和总结调研成果,根据培养目标设定课题体系。对培养方案、培养目标、课程体系进行系、院、校内、校外专家组四级论证,做好顶层规划,形成特色培养方案和合理课程体系。

(2) “外引+内培”相结合,加强碳储科学与工程师资队伍建设。引进2~3名碳储领域国内外知名专家学者,培养3~4名青年教师骨干。通过举办“教学名师讲坛”“传帮带”“教学基本功大赛”“碳储科学与工程专业建设研讨会”“碳储科学与工程设计大赛”等活动全面提升青年教师教学水平,逐渐形成碳储领域稳定教学团队。

(3) 碳储科学与工程教材编写及教学资源库建设。系统梳理各门课程教学内容,设置前沿性、复杂性、挑战性教学知识点,并根据教学内容,引入启发式、讨论式、案例式等不同的教学方法,创新教学形式。针对基础好,起点高的课程,着手教材编写,着重组织教师编写碳储地质学和二氧化碳地质封存与利用两门课程的教材。

(4) 开展“室内-野外”“校内-校外”实践教学基地建设。在完善和创新第一课堂教学内容和教学方法的同时,开展延庆硅化木公园地质野外教学基地、二氧化碳驱油及地质封存虚拟仿真

实验教学中心、胜利油田 CCUS 校企合作实践教学基地等系列实践基地及平台建设,制订实践教学方案,使实践教学内容 and 理念与课堂教学有机结合,构建实践教学专业知识传授与思想道德引领的教学模式和“实践+课堂”互动融合、协同育人体系。

(5) 专业建设模式总结。基于前期探索与实践,系统总结提升碳储科学与工程建设理念、教学方法、课程体系及应用成果,形成集教学创新团队、精品课程、品牌教材、特色实践教学基地于一体的碳储科学与工程专业教学系列成果。

#### 四、特色创新与发展前景

建设碳储科学与工程新专业是国家引导的以服务重大需求为突出导向的战略性举措。专业是高校最基本的办学单元,专业建设是高等学校教育教学工作的核心内容,建设成效直接关系到学校的办学水平和学生的培养质量。碳储科学与工程专业的设置,将带动石油工程、资源勘查工程、环境工程、地球化学等相关专业的发展,产生新的学科增长点。以碳储科学与工程专业建设为依托,以培养我国碳储专业人才为目标,建设一流的师资队伍、课程教学体系、教学实验实践平台和校企合作平台,形成具有特色的碳储科学与工程专业。

1. 形成特色专业,健全全方位育人链和育人模式

(1) 特色培养方案:中国地质大学(北京)的碳储科学与工程专业建设将依托地质资源与地质工程一流学科和石油与天然气工程一级学科,体现地学特色和学科交叉融合。采用创新人才培养模式,多措并举,培育碳储领域人才。一是实行本科生导师制,新生入校后分配导师,导师主要从学业规划、职业规划、人生规划等方面给予学生指导性意见和建议,促进学生综合素质的提高;二是采用个性化的创新人才培养制度,学校设有“创新实验班”“地质工科求真实验班”以及学院的拔尖人才创新班,学生可以自由选择导师,自由选择符合自身特点的培养方式,自由选择进入不同类型班级。

(2) 合理课程体系:通过碳储科学与工程专业课程建设改革探索,建立具有立足地学、面向未来、动态发展的课程体系,专业核心课立足地学特色,设置碳储地质学、二氧化碳地质封存与利用等课程,选修课面向未来,设置大数据在碳储科学中的应用等课程。基础课注重知识性,选修课

强调前沿性。专业核心课固定不变,专业骨干课和选修课实行动态调整,形成具有高阶性、创新性、挑战度的课程内容和教学模式。基于课程难度的提高和教学形式的创新,使知识、能力、素质有机融合,培养学生解决复杂问题的综合能力,使学生在专业知识学习的同时,向“问题发掘”与“自主创新”两个方向延伸,形成创新型专业人才培养模式。

(3) 完善实验平台:注重实践平台建设,不断加强产学研用融合,提高学生实践创新能力,建立针对不同年级、不同知识结构的功能进阶型实践教学平台体系,形成认知实验室(北戴河、硅化木公园)-基础实验室(教学示范中心、虚拟仿真中心)-专业实验室(校内教学实验室和校外实践基地)-探索实验室(省部级重点实验室)一体化的人才培养实践平台。

2. 教学相长,培育青年教师,建成优秀教学创新团队

通过碳储科学与工程专业建设探索,建成一只专业精深、能力超群的教师队伍。通过举办“教学名师讲坛”“传帮带”、青年教师“托举工程”等活动,加强教师课程思政能力、教学创新能力等方面的培训,提高教师教学能力,逐渐形成一支相对稳定的优秀教学团队,为碳储科学与工程专业的持续发展提供师资保障。

3. 具有引领示范作用的系列优质教材,形成教学资源数据库

利用地学优势,结合碳储科学特点,将牵头编制碳储地质学、二氧化碳地质封存与利用等教材,引领碳储领域教材编写工作。在教材建设中,逐渐实现“有”“有和用”“用得好”三个阶段的跨越。目前已着手碳储地质学教材编写,并与科学出版社、石油工业出版社等机构就教材编写和出版进行了探讨。

4. 形成品牌专业,具有重要的推广价值。

通过碳储科学与工程专业建设探索,将建立系统的碳储领域育人体系,形成碳储科学与工程国家特色专业品牌,将在国内相关高校中起到一定的示范作用。

碳储科学与工程是全国首设的特色控制类专业,该专业建设的探索成果将在相关高校中起到示范作用,必将为国家培养一批碳储领域研究型后备领军人才及适应新工科要求的高级技术人才。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL]. (2021-03-13) [2021-06-14]. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm).
- [2] 东晓虎, 刘慧卿, 黄世军, 等. 碳中和背景下高校能源类专业教学改革思考——以石油工程专业为例 [J]. 教育教学论坛, 2022 (10): 51-54.
- [3] 教育部. 教育部关于加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案 [EB/OL]. (2022-04-24) [2022-05-06]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202205/t20220506\\_625229.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202205/t20220506_625229.html).
- [4] 于辉. 高校要在服务“双碳”战略目标实现中担当作为 [EB/OL]. [2022-08-02]. <http://theory.people.com.cn/n1/2022/0802/c40531-32491962.html>.
- [5] 靳泽宇, 吕安琳. 课程设置的取向论析 [J]. 教育理论与实践, 2022, 42 (22): 54-59.
- [6] 张忠华. 关于大学课程设置的三个问题 [J]. 大学教育科学, 2011 (6): 30-34.

---

## 《中国地质教育》投稿方式

(1) 欢迎使用网上在线投稿系统 <http://www.chinageoeducation.net.cn>, 也可以发电子邮件至 [bjb3162@cugb.edu.cn](mailto:bjb3162@cugb.edu.cn)

(2) 编辑部联系方式

地址: 北京市海淀区学院路 29 号中国地质大学 (北京) 科研楼 1210 室

邮编: 100083

电话: 010-82323162