

How can Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) Technology be Scaled up

Ding Chen Yihao Shan Qinmei Ye

Zhejiang Environmental Protection Group Lishui Ecological Environment Technology Co., Ltd., Lishui, Zhejiang, 323000, China

Abstract

Under the “dual carbon” goal, carbon capture, utilization and storage (CCUS) technology has broad application prospects in the field of global energy and environment. It is an important technical means to deal with global warming and climate change, which can effectively reduce carbon dioxide emissions, slow down the greenhouse effect, help high-emission industries to achieve low-carbon development, and promote economic transformation. However, at present, CCUS technology has not achieved large-scale development due to the high cost of CCUS technology, complex infrastructure and transportation system, and relevant policies and technical systems are still to be improved. Therefore, in the specific application, we need to master the technical points of CCUS technology, further improve its technical system and coordinate technology to achieve integrated development, strengthen policy support, formulate relevant systems and standards, expand investment and financing channels, and improve the quality of risk management. The paper mainly analyzes the role, application status, and challenges of CCUS technology, and proposes several suggestions for achieving large-scale development for relevant departments to refer to.

Keywords

carbon dioxide; trapping technology; research and application; dual carbon

如何实现碳捕集利用与封存 (CCUS) 技术的规模化发展

陈鼎 单一浩 叶琴美

浙江省环保集团丽水市生态环境科技有限公司, 中国·浙江 丽水 323000

摘要

在“双碳”目标下, 碳捕集利用与封存 (CCUS) 技术在全球能源和环境领域具有广阔的应用前景。它是应对全球变暖和气候变化的一种重要技术手段, 可有效降低二氧化碳的排放量, 减缓温室效应, 助力高排放行业实现低碳化发展, 促进经济转型。但是, 就目前而言, 因CCUS技术成本过高, 基础设施和运输系统较为复杂, 相关政策和体系仍待完善等因素, CCUS技术尚未实现规模化发展。因此, 在具体应用中, 我们需掌握CCUS技术的各项技术要点, 进一步完善其技术体系并统筹技术实现集成化发展, 加大政策扶持力度, 制定相关制度和标准, 拓宽投融资渠道, 提升风险管理质量。论文主要分析CCUS技术的作用、应用现状和挑战, 同时提出几点实现规模化发展的建议, 供相关部门参考。

关键词

二氧化碳; 捕集技术; 研究与应用; 双碳

1 引言

随着近几十年来中国工业化进程加快, 大气中二氧化碳含量持续增加, 造成温室效应加剧。因此, 我们从国家战略层面上提出了“双碳”目标来有效控制碳排放总量。CCUS技术指的是将二氧化碳从排放源中分离出来, 并通过封存或循环化开发利用的手段来减少二氧化碳的排放量。目前来说, CCUS受经济政策等诸多因素影响, 尚不能实现规模化发展。因此, 我们需要在加强技术体系建设, 建设相关示范基地, 制定相关政策、提高扶持力度, 拓宽投融资渠道

等方面做文章, 同时做好战略规划工作, 突破CCUS技术的发展瓶颈。

2 碳捕集利用与封存 (CCUS) 技术的应用和现状

CCUS技术是指将二氧化碳从工业生产、能源利用或大气中分离出来, 并采取多种措施加以储存, 然后投入新的生产过程加以循环利用 (见图1)。二氧化碳捕集常用的方法有利用吸收、吸附、膜分离、低温分馏和富氧燃烧^[1]。二氧化碳利用指的是将捕集到的二氧化碳进行循环化资源利用, 过程可以分为化工利用, 生物利用和地质利用。例如, 可以将二氧化碳制作成尿素、晶体碳酸钙等, 也可以将其应用于富碳农业应用和冷链运输等方面。二氧化碳封存指的是

【作者简介】陈鼎 (1990-), 男, 澳大利亚人, 硕士, 从事环境监测、绿色金融研究。

将捕集到的二氧化碳注入地质深处进行封存，与大气隔绝。除了上述三个流程外，CCUS 技术还离不开碳运输。碳运输是指将捕获的二氧化碳运送到需要利用或封存的地方的过程，二氧化碳的运输方式包括管道运输、罐车运输、船舶运输等^[2]。

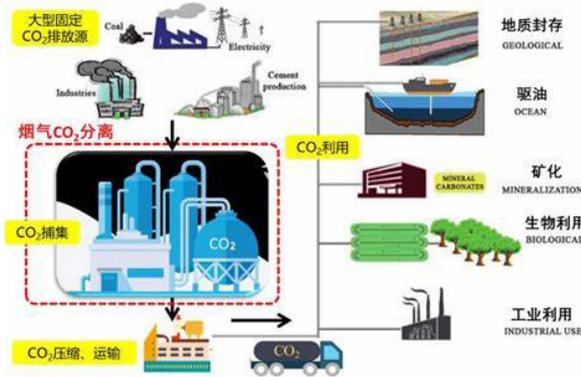


图 1 二氧化碳捕集利用与封存的过程示意图

当前，CCUS 各环节技术发展节奏不一，北美较为领先，中国仍处于示范阶段。截至 2022 年底，全球正在运行的 CCUS 项目共有 65 个，二氧化碳的捕集规模约为 4100 万吨/年，其中北美/欧洲占全球捕集能力的 61%/14。中国已投运和规划建设中的 CCUS 示范项目已接近百个，主要由政府和央企主导，捕集能力约为 400 万吨/年，注入能力约 200 万吨/年。趋势上分析，中国 CCUS 示范项目规模已大幅增加，示范覆盖行业逐渐由油气扩大到火电、钢铁、水泥等高排放减排难行业，且将于 10 年内大批量落地。

3 捕集利用与封存 (CCUS) 技术的现状与挑战

中国从 2006 年开始，便大力支持 CCUS 技术的发展，完善相关政策，做好整体规划，明确主要的发展愿景，主要是为应对气候变化和全球变暖，提供一定的技术支持。然而在实际应用中，该技术也存在诸多问题，在发展中面临诸多挑战和阻碍：第一，目前中国主要在二氧化碳浓度高，比较容易捕集的工业、能源产业中应用该技术。然而，CCUS 技术体系相对复杂，分离设备体系庞大且能耗高，在实际应用中的二氧化碳减排量还比较低。相应技术体系建设不规范，尤其是缺乏一体化的建设发展，影响了技术的推广发展^[3]。第二，缺乏相关政策支持。二氧化碳没有进行稳定的市场化封存需求，缺乏相关的市场化激励政策。企业在开展 CCUS 技术投资工作时，一方面需承担巨大的风险资本投入，但另一方面因没有相关政策扶持，风险规避较困难^[4]。因此，考虑到风险投入不成正比，很多企业尚不愿意进入 CCUS 技术的投入中去，所以目前主要由政府和央企来主导，导致其发展实力不足。第三，经济性挑战。CCUS 技术需要由一定资金来支撑其运营成本，然而现阶段的经济投入不足，没有强有力的资金，缺乏有效支撑，从而影响到技术框架体系的

建设。第四，各个国家针对二氧化碳排放的交易价格也一直存在争议。

4 碳捕集利用与封存 (CCUS) 技术的发展建议

4.1 构建技术体系

CCUS 技术的分类是多元化的，分类不同形成不同组合，适用于不同领域中，因此需要构建完善的技术体系，从而有效应对各行业发展的需求。在该体系中需要以下几种技术：第一，化石能源排放源。针对化石能源，燃烧产生二氧化碳，选择适当的碳捕集技术，构建完善的碳捕集利用与封存技术体系。第二，生物质能源排放源。生物质吸收的大气二氧化碳表现出负排放特点。在碳捕集利用与封存技术的支持下，深入自然界的碳循环过程中有效控制碳排放^[5]。第三，大气排放源。大气是负排放环境，以直接空气碳捕集封存技术为主。

4.2 统筹技术实现集成化发展

2060 年碳中和目标对中国 CCUS 技术发展规划提出了新的要求，在未来发展中需要开展统筹规划工作，实现技术的集成化发展。

第一，要加大技术方面的研发投入。针对碳捕集、分离、运输、利用、封存、监测等各个环节进行技术研发工作，升级现有的技术，构建完善系统，为商业化推广奠定良好基础。并做好超前部署工作，研发低成本低能耗的相关技术，发展与新能源耦合的负排放技术，降低整体成本，减少碳排放量。

第二，推进技术商业化应用。要抓住机会开展商业化推广工作，应用于高浓度排放源中，与其他比较成熟的技术结合，形成多元化附加值高的终端商业产品^[6]。加强 CCUS 一体化链条建设，实现降本增效的目的。在商业化模式的支持下可以引入更多的投融资，吸收更多的社会资本，为技术发展提供资金支持。还要把握好最佳的技术，改造窗口期，控制好改造成本，抓住电力系统和工业部门的改造机遇，为新一代 CCUS 技术投资，可以有效推广，实现商业化的目的。

图 2 为 CCUS 商业化筛选流程。

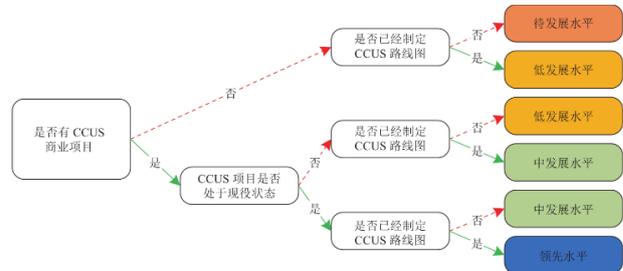


图 2 CCUS 商业化筛选流程

第三，完善激励政策，加强相关体系建设。中国需要借助其他国家一些成功的经验制定出适合中国的 CCUS 激励政策，从而吸引更多的投融资，降低整体成本，促进技术

发展和推广。根据项目建设需求,明确宏观政策的切入点,提供一定的政策支持。考虑现阶段技术融资情况,优化贷款优惠政策,从资本角度扶持 CCUS 技术发展。也可建设科技创新政策提供一定的扶持,构建技术研发示范基地,加大负排放效益 CCUS 技术的研发力度,达到良好的减排效果。与此同时,还要制定行业规范健全相关制度体系。在行政审批和行政监管方面,CCUS 技术存在一定的空白,针对这一情况,需要结合行业特点,制定相应的审批制度和监管标准。明确不同行业技术的适用标准,为技术的应用推广提供一定保障。

4.3 建立示范基地

建设 CCUS 示范基地,解决以往基地建设存在的问题,为技术推广提供一定支持。行业工作者加强技术研发,进一步优化技术参数,攻克 CCUS 技术相关难题,如二氧化碳捕集率低等。针对技术特点开展专项研发工作,不断升级技术,优化各类性能。建设示范基地,展示各种先进设备的应用情况。优先选择二氧化碳排放源丰富,利用封存效果良好的区域开展集群建设,初步形成示范基地^[7]。不过目前来说,CCUS 示范基地面临着一些困境,大型设备实现并联规模化,会增加整体成本,降低市场环境的竞争力。10个10万吨的设备并联实现百万吨效果,但并联经济成本比较高,会影响商业化的发展。因此,在示范基地建设方面还需要不断研发突破相关技术分析并联成本,解决各类困境,实现 CCUS 技术的规模效应。降低二氧化碳的处理成本,将 CCUS 与清洁能源有效融合。在示范基地成立专项项目,开展研发工作,通过集成技术整合各项工艺可以降低二氧化碳处理成本,解决发展困境。

4.4 制定规模化发展的战略规划

CCUS 技术具有一定的优势,可以实现碳中和目标,而技术应用的关键是将碳中和目标与行业进行有效融合。因此,行业工作者需要开展发展战略规划工作,结合行业发展现状和技术特点深入分析,促进有效融合,发挥技术优势,实现碳中和的目标^[8]。在战略规划中,需要包含以下内容:第一,推动规模化应用廉价的气源相关工作;第二,推动跨

区域、跨行业的管网建设相关工作;第三,推动 CCUS 全产业链规模化发展关键技术的一些升级迭代相关工作;第四,推动政府的政策和市场机制建设,通过政府政策激励,和市场激励和推动,实现全产业链应用和产业化发展。

5 结语

综上所述,中国“双碳目”标的实现是一个漫长的过程,CCUS 技术目前的规模比较小,二氧化碳处理能力薄弱。而在未来发展过程中,通过加强技术体系建设,实现技术集成化发展,做好整体规划建设示范基地,吸引更多企业投入技术的研究,拓宽投融资渠道,不断扩大技术规模,为整个碳中和产业链提供技术上的支持。随着技术不断发展,CCUS 路线趋于成熟,政府制定相应的激励性政策,完善各项技术体系规范技术,促进技术与各行业的有效融合,做好规模化发展的战略规划工作,为 CCUS 技术发展和推广提供一定指引,充分发挥 CCUS 技术优势,为中国实现碳中和目标作出一定贡献。

参考文献

- [1] 李阳,王锐,赵清民,等.中国碳捕集利用与封存技术应用现状及展望[J].石油科学通报,2023,8(4):391-397.
- [2] 顾永正,王天堃,黄艳,等.燃煤电厂二氧化碳捕集利用与封存技术及工程应用[J].洁净煤技术,2023,29(4):98-108.
- [3] 史作廷,公丕芹.加快发展我国碳捕集利用与封存技术[J].中国经贸导刊,2021(16):59-60.
- [4] 乔振,苟玥婷.山东省碳捕集利用与封存技术现状、问题及对策研究[J].科技广场,2023(2):55-64.
- [5] 张贤,李阳,马乔,等.我国碳捕集利用与封存技术发展研究[J].中国工程科学,2021,23(6):70-80.
- [6] 张贤.碳中和目标下中国碳捕集利用与封存技术应用前景[J].可持续发展经济导刊,2020(12):22-24.
- [7] 胡博.碳中和目标下中国碳捕集利用与封存技术应用前景[J].电脑爱好者(捕集版),2020(7):60.
- [8] 张凯,陈掌星,兰海帆,等.碳捕集、利用与封存技术的现状及前景[J].特种油气藏,2023,30(2):1-9.