

核心阅读:

二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)技术作为一种大规模的温室气体减排技术,近年来在全球范围内快速发展,得到良好利用。2017年1月,全球最大的二氧化碳捕集“新佩特拉”(Petro Nova)项目正式启动。该项目每年捕集140万吨二氧化碳并将其封存到附近油田用于驱油增产。2021年7月,中国石化启动建设我国首个百万吨级

CCUS项目——齐鲁石化—胜利油田CCUS项目,由齐鲁石化捕集提供二氧化碳运送至胜利油田进行驱油封存。7月25日,生态环境部环境规划院联合中国科学院武汉岩土力学研究所、中国21世纪议程管理中心发布了《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国CCUS路径研

究》。选取报告的精华,本版和8月23日出版的油气周刊5版拟分上下两期对报告内容进行摘编,介绍CCUS技术的相关知识,分析全球及中国CCUS潜力,认识该技术的地位和作用,共同推动我国碳达峰碳中和目标的实现。

本报记者 马明轩 摘编

全球CCUS:建设加速 潜力巨大

链接

什么是碳捕集、利用与封存(CCUS)?

二氧化碳捕集、利用与封存,是指将二氧化碳从工业过程、能源利用或大气中分离出来,直接加以利用或注入地层以实现二氧化碳永久减排的过程。碳捕集、利用与封存,是在二氧化碳捕集与封存(CCS)的基础上增加了“利用(Utilization)”,这一理念是随着碳捕集与封存技术的发展和认识的不断深化,在中美两国的大力倡导下形成的,目前已在国际上获得了普遍认同。碳捕集、利用与封存按技术流程分为捕集、输送、利用与封存等环节。

◆ 二氧化碳捕集

将二氧化碳从工业生产、能源利用或大气中分离出来的过程,主要分为燃烧前捕集、燃烧后捕集、富氧燃烧和化学链捕集。

◆ 二氧化碳输送

将捕集的二氧化碳运送到可利用或封存场地的过程。根据运输方式的不同,分为罐车运输、船舶运输和管道运输,其中罐车运输包括汽车运输和铁路运输两种方式。

◆ 二氧化碳利用

通过工程技术手段将捕集的二氧化碳实现资源化利用的过程。根据工程技术手段的不同,可分为二氧化碳地质利用、二氧化碳化工利用和二氧化碳生物利用等。其中,二氧化碳地质利用是将二氧化碳注入地下,进而实现强化能源生产、促进资源开采的过程,如提高石油、天然气采收率,开采地热、深部咸(卤)水、铀矿等多种类型资源。

◆ 二氧化碳封存

通过工程技术手段将捕集的二氧化碳注入深部地质储层,实现二氧化碳与大气长期隔绝的过程。按照封存位置不同,可分为陆地封存和海洋封存;按照地质封存体的不同,可分为咸水层封存、枯竭油气藏封存等。

生物质能碳捕集与封存(BECCS)和直接空气碳捕集与封存(DACCS)作为负碳技术受到了高度重视。

生物质能碳捕集与封存是指将生物质燃烧或转化过程中产生的二氧化碳进行捕集、利用或封存的过程,直接空气碳捕集与封存则是直接从大气中捕集二氧化碳,并将其利用或封存的过程。

碳捕集、利用与封存的定位

截至2021年5月,温室气体排放占比超过65%、国内生产总值(GDP)占比超过75%的131个国家确立了碳中和目标。

碳捕集、利用与封存是目前实现化石能源低碳化利用的唯一技术选择。我国能源系统规模庞大、需求多样,从兼顾实现碳中和目标和保障能源安全的角度考虑,未来应积极构建以高比例可再生能源为主导,核能、化石能源等多元互补的清洁低碳、安全高效的现代能源体系。

碳捕集、利用与封存与新能源耦合的负排放技术是实现碳中和目标的主要技术手段。碳捕集、利用与封存是钢铁水泥等难以减排行业低碳转型的可行技术选择。

碳捕集、利用与封存与新能源耦合的负排放技术是实现碳中和目标的重要技术保障。预计到2060年,我国仍有数亿吨非二氧化碳温室气体及部分电力、工业排放的二氧化碳难以实现减排。

生物质能碳捕集与封存及其他负排放技术可中和该部分温室气体排放,推动温室气体净零排放,为实现碳中和目标提供重要支撑。

有多少二氧化碳需要被捕集?

根据全球碳项目国际研究小组的测算,2020年全球二氧化碳碳排放量约为319亿吨,比2019年减少24亿吨。

2020年全球最大的二氧化碳排放国的二氧化碳排放量都有所下降。具体而言,美国下降了12%、欧盟下降了11%、印度下降了9%、中国下降了1.7%。

未来碳捕集、利用与封存的贡献有多大?

根据不同机构的预测,碳捕集、利用与封存的全球减排量2030年为1亿~16.7亿吨/年,平均为4.9亿吨/年;2050年为27.9亿~76亿吨/年,平均为46.6亿吨/年。

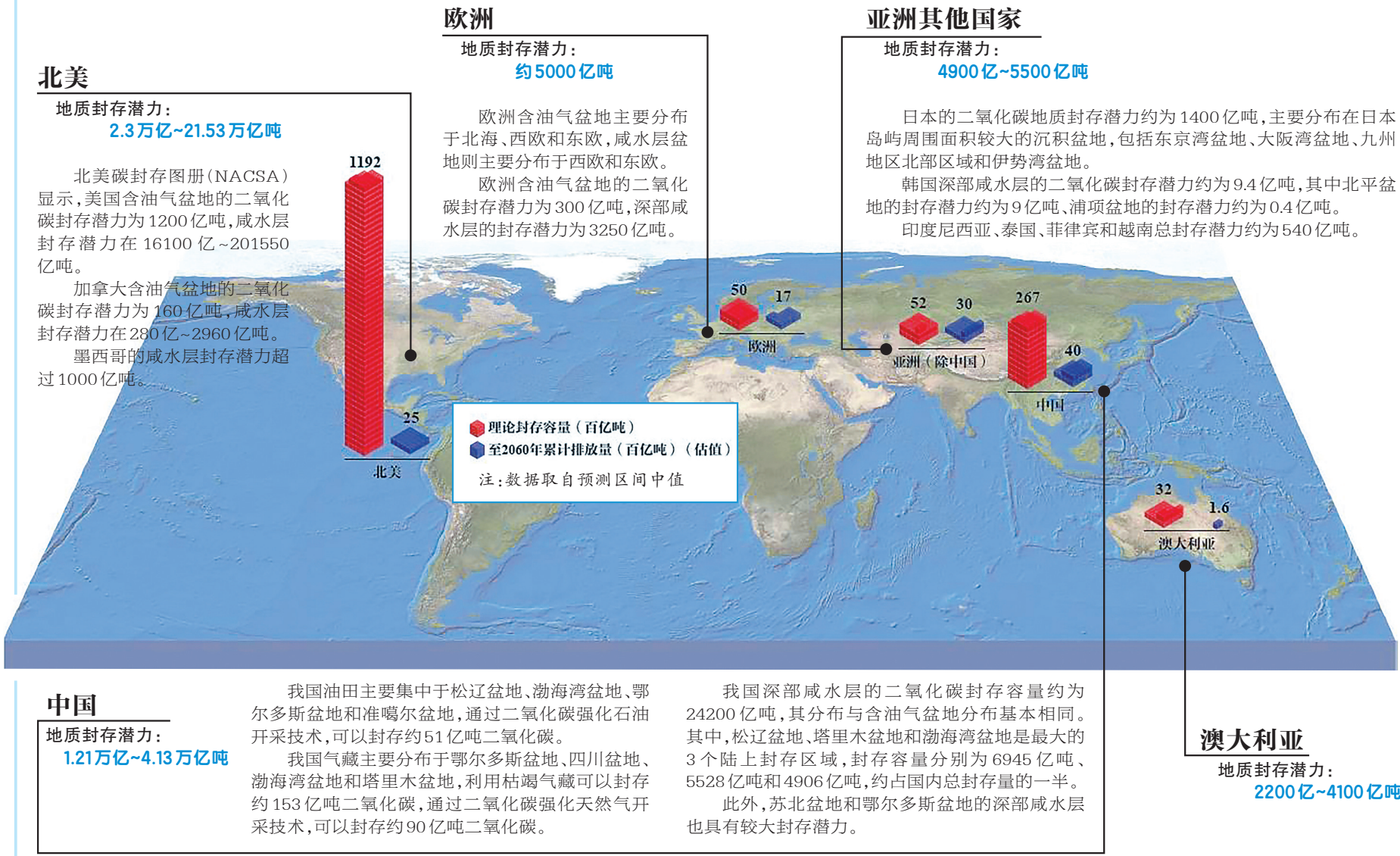
在国际能源署2050年全球能源系统净零排放情景下,2030年全球二氧化碳捕集量为16.7亿吨/年,2050年为76亿吨/年。

2030年,来自化石燃料及工业过程、生物质能和直接空气碳捕集的捕集量分别为13.25亿吨、2.55亿吨和0.9亿吨。其中,大约4%的燃煤电厂(50吉瓦)及1%的天然气电厂(30吉瓦)需要配备碳捕集、利用与封存技术。

2050年,来自化石燃料及工业过程、生物质能和直接空气碳捕集的捕集量分别为52.45亿吨、13.8亿吨和9.85亿吨。其中95%的二氧化碳将被永久地质封存,5%被用于合成燃料。配备碳捕集、利用与封存技术的燃煤电厂和天然气电厂的比例分别上升至50%(220吉瓦)和7%(170吉瓦)。

中国和北美:二氧化碳封存潜力巨大

全球二氧化碳的陆上理论封存容量在6万亿~42万亿吨,海底理论封存容量在2万亿~13万亿吨。深部咸水层和油气藏都是适合二氧化碳封存的场所。



美日欧领衔全球碳封存产业

目前,世界上开展碳捕集、利用与封存较多的国家有美国、欧盟国家和日本。

美国在运营项目占全球一半

美国2020年新增12个碳捕集、利用与封存商业项目。截至目前,美国运营中的项目增至38个,约占全球运营项目总数的一半,二氧化碳捕集量超过3000万吨。

美国碳捕集、利用与封存项目种类多样,包括水泥制造、燃煤发电、燃气发电、垃圾发电、化学工业等。

半数项目已不再依赖二氧化碳强化采油得到收益。这得益于美国政府推出的补贴政策。美国碳捕集、利用与封存项目可以通过联邦政府的45Q税收抵免和加州政府的低碳燃料标准,获得政府和地方的财政支持,这些举措大幅改善了碳捕集、利用与封存项目的可行性,并使其长期健康运行成为可能。

另外,2020年美国能源部投入2.7亿美元支持碳捕集、利用与封存项目,也极大地鼓励了项目发展。2018年45Q税收

抵免政策修订后,每吨二氧化碳的补助金额大幅提升。

45Q采用递进式二氧化碳补贴价格的设定方式。其中,二氧化碳地质封存的补贴价格由2018年的25.70美元/吨递增至2026年的50.00美元/吨,非地质封存(主要指二氧化碳强化采油和二氧化碳利用)的补贴价格由2018年的15.29美元/吨递增至2026年的35.00美元/吨。

2021年1月15日,美国发布45Q条款最终法规,抵免资格分配制度更加灵活,明确私人资本有机会获得抵免资格。这种方式使得投资企业可确保碳捕集、利用与封存项目的现金流长期稳定,并大大降低了项目的财务风险,从而鼓励企业投资新的碳捕集、利用与封存项目。

在实现1.5摄氏度目标的前提下,2030年、2040年和2050年,美国碳捕集、利用与封存的减排量分别在0.91亿~8亿吨、6亿~17.3亿吨和9亿~24.5亿吨。与2020年运行中的3000万吨碳捕集、利用与封存设备容量相比,美国需要在2050年前新建大量的碳捕集、利用与封

存项目来实现其气候目标。

欧盟高昂碳价推动产业发展

欧盟2020年有13个商业碳捕集、利用与封存项目正在运行,其中爱尔兰1个、荷兰1个、挪威4个、英国7个,另有11个项目计划在2030年前投运。

欧洲主要的商业碳捕集、利用与封存设施集中于北海周围,而在欧洲大陆的项目由于制度、成本和公众接受度等各种因素,进展较为缓慢。

与美国不同,欧洲碳捕集、利用与封存项目的二氧化碳减排价值主要通过欧盟碳交易市场(EU ETS)和强化采油来体现。2020年前,欧洲碳交易市场的二氧化碳价格较低,该市场对碳捕集、利用与封存项目的支持力度有限。

另外,碳交易市场的碳价不确定性也影响了企业对碳捕集、利用与封存投资的判断。欧洲NER300、地平线2020、地平线欧洲等基金,都发布了为碳捕集、利用与封存项目提供公共资金支持的计划。但NER300因为最终没有为任何一个碳捕集、利用与封存项目提供支持而受到批评。

欧盟一直积极推进低碳经济,并采用政策与制度推进低碳转型。2020年的欧洲绿色协议和欧洲气候法案,将2050年净零排放的目标变成了政治目标和法律义务。这使得今后欧洲可能施行更多的减排政策。

由于碳捕集、利用与封存是一项重要的减排手段,可以预见欧洲将会采取更加积极的政策支持。

2020年6月创立的总额为100亿欧元的欧洲创新基金,被广泛认为是今后碳捕集、利用与封存项目的主要公共资金来源。但与其他低碳能源项目相比,欧盟的政策对碳捕集、利用与封存的支持是谨慎和保守的。

在实现1.5摄氏度目标的前提下,2030年欧盟碳捕集、利用与封存减排量在2000万~6.04亿吨之间;2040年在1.4亿~15.7亿吨之间;2050年在4.3亿~22.3亿吨之间。在欧盟官方于2018年公布的1.5LIFE(可可持续生活)和1.5TECH(技术)情景中,2050年碳捕集、利用与封存减排量在3.7亿~6亿吨之间。

与其他综合评价模型的减排量相比,在欧盟政策制定过程中参考使用的官方模型POLES及欧盟官方公布的1.5摄氏度情景中2030~2050年碳捕集、利用与封存减排量明显偏低。

日本着重利用二氧化碳而非封存

日本由于地质条件原因,没有可用于二氧化碳强化采油的油气产区,所以日本的碳捕集、利用与封存项目多为海外投资,包括美国的Petra Nova项目、东南亚的EOR项目等。

日本本土的全流程项目有2012年开始建设、2016年开始运行的苦小牧碳捕集与封存项目。广岛的整体煤气化联合循环发电(IGCC)项目已开始了二氧化碳捕集,并准备在今后开展二氧化碳利用的实证试点。

2020年,日本政府宣布了2050年净零排放的目标。同年,议会通过了成长战略并且制订了施行计划。碳捕集、利用与封存作为14个重点领域中的一个,经济产业省为其制定了在水泥、燃料、化工和电力领域的普及路线图。

需要注意的是,近年日本政府的工作重心是二氧化碳的利用,在地质封存上的投入较以往有所减少。

在实现1.5摄氏度目标的前提下,2030年、2040年和2050年,日本碳捕集、利用与封存减排量分别在0.2亿~2.1亿吨、0.23亿~4.3亿吨和1.1亿~8.9亿吨。

CCUS技术应用领域

