



客户端:青岛观 客户端:观海新闻

青岛日报 聚焦

主编 刘岱 美编 李飞 审读 李斌 排版 张春梅

为应对气候变化,国内外加快发展碳捕集、利用与封存技术。青岛企业、院所也积极参与其中——

海底碳封存:一个正在崛起的“未来产业”

□青岛日报/观海新闻记者 李勋祥

我国海底具有巨大的碳封存潜力

我国是世界上二氧化碳排放最多的国家。近年来,我国二氧化碳年排放量在100亿吨左右,约为全球总排放量的1/4。为推进绿色低碳发展,我国提出“双碳”目标,二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。研究表明,即便充分利用替代能源和生态系统吸收,我国碳达峰后每年仍有数亿吨的二氧化碳负排放缺口,利用CCUS技术进行地质碳封存是必要的解决手段。根据封存地点,地质碳封存分为陆地地质碳封存和海底地质碳封存。

海底碳封存是将二氧化碳从工业过程、能源利用或大气中分离出来,并注入海底深部地质体中实现二氧化碳永久减排的过程,是目前国际上最成熟的二氧化碳负排放技术之一。“与陆地碳封存相比,海底碳封存具有远离人类居住地、远离人类赖以生存的地表水体和地下水层等特点,安全性更高,环境风险更小。”我国海域二氧化碳地质封存潜力评价工作牵头负责人、中国地质调查局青岛海洋地质研究所研究员陈建文说,实施海底碳封存,因为需要增加海上运输、铺设海底管道等环节,成本会更高。但海底巨大的封存潜力和未来巨大的封存规模将在很大程度上降低成本。

早在2010年,中国地质调查局就组织实施了“全国二氧化碳地质封存潜力评价与示范工程”,对我国海域二氧化碳地质封存潜力进行了初步评估。“此前的潜力评估,评价参数与相关数据主要来自公开资料,评价精度较低。”陈建文介绍,2021-2022年,在中国地质调查局的统一部署下,青岛海洋地质研究所牵头,广州海洋地质调查局和中国地质调查局发展研究中心参加,充分利用20余年的海洋地质调查实测地质和地球物理数据以及公开发表的商业性油气勘探开发等资料,系统开展了我国海域二氧化碳地质封存潜力评价,证实我国海域二氧化碳地质封存潜力巨大,预测盆地封存潜力达2.58万亿吨。

2.58万亿吨是如何评估出来的?陈建文告诉记者,国际上评估海底碳封存潜力一般有两种方法:一种是机理法,即根据二氧化碳封存在海底的各种方式如溶解封存、束缚封存、构造地层封存等进行计算,主要针对的是小范围的目标层,相对精准;另外一种方法是体积法,这种方法主要根据海底封存的有效空间进行计算,比较适合针对广阔海域的评估。“我们此次评价,创新提出了符合我国海域地质条件的二氧化碳地质封存潜力评价方法——模型体积法,根据我国海域的实际情况确定了4个关键技术模型获取参数,重点对我国海域适宜海底碳封存的18个盆地进行了潜力评估,并优选出了重点目标区,为下一步海底碳封存示范工程选址提供了方向。”陈建文说。

资料显示,我国东部沿海省份是二氧化碳排放大户。2020年,沿海11省(市)的二氧化碳排放量约占全国总量近一半,未来减排任务艰巨。在碳封存方面,东部沿海地区陆域沉积盆地面积小、分布零散,适宜碳封存的地质条件相对较差,封存潜力有限。而海底碳封存的巨大潜力以及安全性等优势,为城市减排提供了一个解决思路。

“海域盆地稳定性好,实施海底碳封存时,有海水层覆盖、远离人类居住地,远离淡水水体,本身比较安全。即便发生泄漏,也是初步泄漏到海水里面,通过海水稀释淡化并及时维护,不会产生大的风险灾害。”中国地质调查局青岛海洋地质研究所副所长印萍表示。

我国示范研究项目正加快开展

实施海底碳封存,在国外已被证实安全有效。其中,海底碳封存运行时间最长、最为成熟的案例在挪威。

1996年,挪威启动Sleipner油田CCS项目,将开采油气过程中产生的二氧化碳进行分离,通过一口斜井将其注回到咸水层,利用海底咸水层地质结构的气密性来封存二氧化碳。这是世界上第一个商业规模的咸水层碳封存工程,运行20余年来,每年封存二氧化碳100万吨,封存的二氧化碳没有异常活动,无泄漏情况出现。

海底碳封存是如何实现密闭安全的?陈建文解释说,进行海底碳封存时,一般先利用机器对二氧化碳进行增压,使二氧化碳达到超临界状态,即由气态转化为液态,最后通过注入井封存到储层中。适合海底碳封存的储层包括深部咸水层、枯竭油气层、不可采煤层等。其中,深部咸水层是主力储存空间。以深部咸水层为例,最佳结构为穹顶式地质结构,这种结构就像一个倒过来的碗,注入在其中的二氧化碳,由于密度比地下水低,因此运移到碗的顶部。同时,碗顶有厚厚的盖层盖住,二氧化碳很难渗出,因此具有良好的封闭性。在长时间尺度上,封存的二氧化碳还会与水与岩石发生矿化反应,大部分二氧化碳会被固定在岩石中,小部分二氧化碳溶入地层水之中。

“挪威海底碳封存案例的成功,说明海底碳封存是可行的、安全的。”陈建文介绍,在前期成功的基础上,挪威于2021年批准了北极光项目。该

丹麦日前启动“绿沙”(Greensand)二氧化碳封存项目,来自丹麦等国家的二氧化碳封存在北海海底,以应对气候变化。这是全球首个跨境碳封存项目,丹麦成为世界上第一个封存“进口二氧化碳”的国家。报道称,项目在试运行阶段结束后,每年将封存150万吨二氧化碳。到2030年,将拥有每年封存800万吨二氧化碳的能力。

环顾国外,将二氧化碳封存在海底,已经成为被众多国家接受的减缓全球变暖的解决方案。在发展的过程中,产生了碳捕集与封存(CCS)技术和碳捕集、利用与封存(CCUS)技术。CCUS技术在CCS技术基础上增加了二氧化碳资源化利用环节,在世界范围内得到了更加广泛的认可。

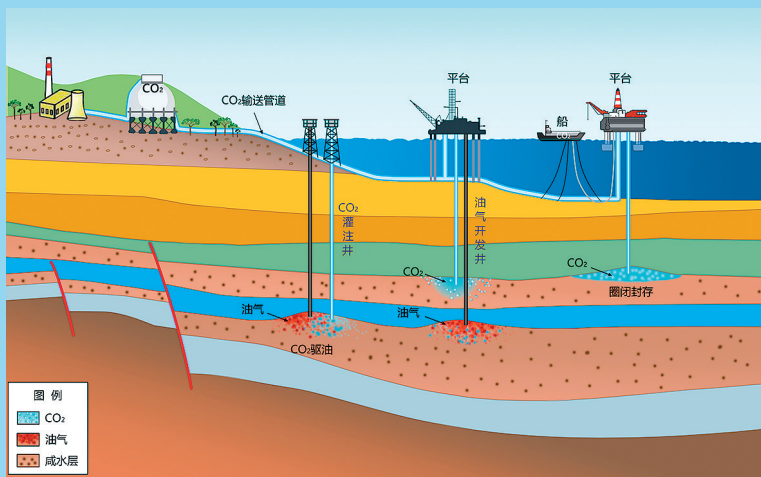
我国针对CCUS的布局正在不断拓展。2021年8月,中国海洋石油集团有限公司宣布,我国首个海上二氧化碳封存示范工程启动,为国家“碳达峰、碳中和”目标的实现探出一条新路。今年1月,自然资源部中国地质调查局首次发布我国海域二氧化碳地质封存潜力评价结果。结果表明封存潜力巨大,预测达2.58万亿吨,可为我国实现“双碳”目标提供重要支撑。

这份至关重要的“潜力评价”报告,由自然资源部中国地质调查局青岛海洋地质研究所牵头完成。而我国首个海上二氧化碳封存示范工程设备已于去年在青岛全部建造完成,布设在我国南海珠江口盆地的恩平15-1油田,预计今年将正式向海底灌注二氧化碳。显然,在我国CCUS的发展过程中,青岛企业、院所发挥了重要作用,成为全国各个沿海城市加快探索海底碳封存路径的“先行者”之一。

海底碳封存,一个潜力巨大的未来产业正在崛起。



■青岛海洋地质研究所牵头评价我国海域二氧化碳地质封存潜力。图为陈建文研究员在测绘研究海域。



■海域二氧化碳地质封存示意图。

项目的目标是将二氧化碳注入和封存在北海海底2600米处。从2024年起,北极光项目每年将能够处理和封存80万~150万吨二氧化碳,后期将达到500万吨。

挪威之外,巴西、澳大利亚、丹麦等国家纷纷启动了海底碳封存项目。据中国地质调查局青岛海洋地质研究所统计,目前全球海域遍布着9个国家共16个二氧化碳地质封存项目。这其中就包括2021年启动的我国海上首个二氧化碳封存示范工程。

2022年,该项目设备在海洋石油工程(青岛)有限公司全部建造完成,业已服役于我国南海珠江口盆地的恩平15-1油田。据了解,该项目将海上油田伴生的二氧化碳分离和脱水后,回注至地下咸水层,永久封存于地层深处,预计每年可封存二氧化碳约30万吨,累计封存二氧化碳146万吨以上,相当于植树近1400万棵或停开近100万辆轿车所达到的减排目标。该项目已于3月19日开启二氧化碳回注钻井作业,预计今年6月份进行二氧化碳灌注,正式进行海底碳封存示范。

这是中国海油实施的我国第一个海底碳封存示范项目,而布局还在深化。今年1月,中国海油、广东省委、壳牌集团和埃克森美孚公司在我国北京和广州、英国伦敦、美国休斯敦、新加坡五地,以“线上+线下”形式共同签署《在中国大湾区地区开发和运营碳捕集、利用与封存(简称CCS/CCUS)项目联合研究协议》,标志着我国首个海上规模化千万吨级CCS/CCUS集群研究项目正式启动。从百万吨级到千万吨级,从示范工程到商业项目,我国海底碳封存开始瞄准规模化、产业化发展路径。

当然,关于海底碳封存的探索并不止于此。业内人士告诉记者,中国海油还有两个海底碳封存项目正处于预研究阶段。一个位于东海,工作人员正在研究利用采空的天然气田来封存二氧化碳;一个位于渤海,工作人员正在就二氧化碳封存于油气田进行研究。

可以看出,为应对气候变化,助力“双碳”目标实现,我国海底碳封存示范研究项目正在加快推进。

青岛政府、院所和企业将三方合力加快探索

无论是从国外还是国内发展形势来看,海底碳封存,正在展示出越来越广阔的发展前景。

今年2月,欧洲正式通过了碳关税调节机制,对没有完成减排指标的国家出口的产品课以关税,水泥、钢铁、电力、铝和化肥等高耗能产品将被列入首批征收名单。碳关税自2026年正式起征,2034年之前全面实施。未完成减排指标的国家出口高耗能产品需购买许可证,对标碳交易市场,当前的价格为100欧元/吨。

“《联合国气候变化框架公约》及其《京都议定书》相关条款规定,对于完不成减排计划的国家,可通过向超额减排的国家购买排放指标,把二氧化碳排放权作为商品进行交易,以此促进减排。”印萍说,我国实施海底碳封存,一方面可以有效降低碳排放,减少碳关税的缴纳;另一方面可以在我国的碳交易机制下,将多余的减排成果进行出售,转化为可观的经济收益。

开展海底碳封存,需要提前进行规划,开展项目示范,进行技术储备。在国内,我国南方一些省份和城市正在加快布局。

2013年,中英(广东)CCUS中心(广东南方碳捕集与封存产业中心)启动。在中心的牵头下,2022年,发布了全国首份省级CCUS规划研究报告——《广东省二氧化碳捕集利用与封存规划研究报告》。《报告》指出,目前广东开展我国首个海上规模化千万吨级CCUS集群研究项目,并建议规划建设4个CCUS工业集群。

2021年,浙江印发《浙江省碳达峰碳中和科技创新行动方案》,围绕CCUS及碳汇技术等5个技术方向制定了路线图;今年2月,发布《关于培育发展未来产业的指导意见》,提出将探索发展6个潜力巨大的未来产业,其中之一为“低成本碳捕集利用与封存”;今年3月,印发《浙江省工业领域碳达峰实施方案》,提出以碳捕集封存利用等领域为重点,形成一批原创性引领型科技成果。政策支撑下,浙江一些CCUS技术应用示范陆续启动。

记者从有关部门了解到,当前,青岛市委发展改革委正在谋划推进海底碳封存的相关工作,青岛相关科研院所和企业也持续加快探索实施路径。

“在2030年碳达峰之前,我国肯定会有一批海底碳封存示范工程推进实施。估计到2035年左右,我国将形成一批规模化的海底碳封存商业项目。”陈建文展望说,无论是从国家的角度还是城市的角度来说,目前都应加强顶层设计,进行政策引导,并通过项目示范,做好海底碳封存技术储备和场地储备,包括海上运输技术、海底封存技术、海底监测技术等,最后才能尽快实现商业化,为“双碳”目标提供支撑。“青岛海洋地质研究所作为国家基础性、公益性海洋地质专业调查与研究机构,将继续支撑海底碳封存技术研发和场地选址工作。”陈建文表示。

■我国海上首个二氧化碳封存示范工程设备在青建造完工。

