

我国首个海上二氧化碳封存示范工程项目投用 “海底巨碗”将累计封存 150万吨二氧化碳 相当于植树超1300万棵

地下岩层深处,不但有珍贵的油气资源,也有二氧化碳等温室气体。在海洋油气钻探过程中,如何通过技术手段捕获伴生的二氧化碳,将其封存在海底?

距离深圳西南约200公里的珠江口盆地,恩平15-1原油钻采平台稳稳矗立于海面之上。在这座巨大平台扎入海底的众多管道中,一条绿色管道格外引人注目——成百上千吨的液态二氧化碳正通过这条特殊管道,源源不断回注海平面近千米之下的地层之中。日前,我国首个海上二氧化碳封存示范工程项目在恩平15-1平台正式投用,这标志着我国成功掌握海上二氧化碳捕集、处理、注入、封存和监测的全套技术和装备体系,对实现碳达峰、碳中和目标具有重要意义。该工程每年预计可封存30万吨二氧化碳,累计将超过150万吨,相当于植树超1300万棵。



平台扎管海底给“碳罐头”充气

本月1日上午,在恩平15-1平台中控室,一声清脆的鼠标键敲击声之后,二氧化碳回注井“采油树”的主阀和翼阀被打开,显示屏灰色柱状图瞬间变为绿色。伴随着压缩机隆隆的轰鸣,油田开发伴生的二氧化碳被捕集、分离、加压至气液混合的超临界状态,通过一条深入海底的“绿色通道”,回注至距平台3公里远、在海床近千米底下的“穹顶”式地质构造中。

“这个地质结构犹如一口巨碗,将二氧化碳牢牢封住,成为一个巨大的海底‘碳罐头’。”中国海油深圳分公司副总经理邓常红说。

恩平15-1平台是亚洲最大的海上原油钻采平台。如今,这个平台有了新面貌,尾部突出了一大块,新增建设的两层甲板搭载了总重约750吨的我国首套海上二氧化碳封存装置。按照设计方案,这里每年封存的二氧化碳总量达30万吨,累计封存量将超过150万吨,相当于植树超1300万棵。

恩平油田群开发项目钻井总监邓成辉说,中国海油成功研发了低密度耐二氧化碳腐蚀水泥浆体系、低温流变性稳定钻井液体系,优化封堵剂类型及粒径配比,形成了海上二氧化碳捕集、回注、封存钻井工程体系。

海风吹拂,浪花阵阵,在十多根扎入深海海底的管道中,那根绿色“二氧化碳回注井”管道特别显眼。邓成辉说,从找寻合适的地质结构到研发生产安装相关科技设备,再到反复测试运行,这是他工作经历中最难打的一口井,也是技术密度最高、最让他骄傲的一口井。

二氧化碳封存前景广阔

中国海油恩平油田总经理万年辉介绍,恩平15-1油田是我国南海首个高含二氧化碳油田,“此次和二氧化碳回注井同时投用的还有恩平15-1油田的高含二氧化碳原油生产井。这样的井在平台上有几口,所产生伴生气的二氧化碳含量差5%就达100%,若按常规模式开发,二氧化碳将随原油一起被采出地面,造成温室气体排放,现在这些二氧化碳将被全部回收。”

自然资源部中国地质调查局首次发布的我国海域二氧化碳地质封存潜力评价结果显示,我国海域二氧化碳地质封存潜力巨大,预测封存潜力达超过2.5万亿吨。

邓常红说:“恩平项目不仅实现了我国海上二氧化碳封存领域从无到有的重要突破,也为后续工作提供了思路。”

中国海油方面介绍,在恩平项目的基础上,中国海油已经在广东惠州启动我国首个千万吨级碳捕集与封存集群项目,未来将捕集大亚湾地区排放的二氧化碳,通过管道等方式输送到珠江口盆地海域进行封存。

>>揭秘

“海上二氧化碳封存”是什么

二氧化碳加压至气液混合的超临界状态,回注到海底

地下岩层深处,不但有珍贵的油气资源,也有二氧化碳等温室气体。

“海上二氧化碳封存”是什么意思?简单来说,就是将采油过程中伴生的二氧化碳“捕获”住并且“封存”在海底。油田开发伴生的二氧化碳被捕集、分离、加压至气液混合的超临界状态,通过一条深入海底的“绿色通道”,回注至海底“穹顶”式地质构造中。

要在近千米深的海底下去实现封存,整个流程很复杂。

首先,油井开采产生的油气混合液进入“高碳分离器”,把二氧化碳分离出来;再进入“压缩机”,进行加压和干燥,让它变成介于气体和液体之间的超临界状态;最后,就能通过“回注井”封存到位于海底地层了。而这样的整个过程只需要20分钟左右。

海底“碳罐头”到底有多大

直径超过10公里,“碗”顶有厚厚的覆盖层

“这个地质结构犹如一口巨碗,将二氧化碳牢牢封住,成为一个巨大的海底‘碳罐头’。”

专家介绍说,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。以穹顶式地质结构深部咸水层为

例,这种结构多数类似一个直径超过10公里的大“碗”,注入其中的二氧化碳由于密度比地下咸水低,因此会自动运移到“碗”的顶部。由于“碗”顶有厚厚的不渗透或渗透性很低的覆盖层,二氧化碳很难渗出,因此具有良好的封闭性。

>>延伸

在惠州启动千万吨级二氧化碳捕集、利用与封存集群项目

碳捕集利用与封存是实现碳达峰碳中和目标不可或缺的重要技术选择。近年来,我国碳捕集利用与封存技术发展迅速,具备了大规模实施的工程能力,系列示范项目加速落地运行。

在海南,国内首个凝析气藏碳捕集利用与封存先导试验基地——中国石油海南福山油田,通过将捕集的二氧化碳用作油气田的“助采剂”,成功让濒临报废的低压反凝析油气藏恢复生产。中国石油南方勘探公司质量安全环保处处长李鹏洋介绍,目前福山油田已累计封存二氧化碳近20万吨。到“十四五”末,福山油田CCUS的能力将达到每年30万吨,同时加快建设100万吨每年的碳封存示范基地。

在海上,中国海油开展“岸碳入海”研究,已在惠州启动我国首个千万吨级二氧化碳捕集、利用与封存集群项目,将捕集大亚湾各石化企业排放的二氧化碳,输送到海上进行封存,为我国实现碳达峰碳中和目标探出一条新路。

中国海油深圳分公司副总经理邓常红介绍,中国海油将针对海上高含二氧化碳油气田开展二氧化碳捕集、封存的地质油藏、钻完井、工程一体化技术研究及示范应用,形成我国自主技术体系和装备,构建安全可控的二氧化碳捕集封存技术体系,实现规模减排,促进海洋油气产业绿色低碳转型。

《中国二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)年度报告(2021)》显示,我国已投运或建设中的CCUS示范项目超过30个,碳捕集能力约300万吨/年,年注入量近200万吨,捕集源涉及的行业和封存利用的类型呈多样化分布。

>>难关

二氧化碳如何顺利注入海底?

A 首先要找到合适的存储位置。中国海油的专家们找到了一个状似倒扣“巨碗”的地质构造,不仅储容量大,而且封闭性强,能够长期稳定地罩住二氧化碳。

B 位置选好后,就要通过钻井建立一条往“碗”里输二氧化碳的通道。钻一口垂直深度近900米、水平位移超3000米的大位移井,建立一条向“巨碗”输送二氧化碳的通道。

C 钻井专家定制了特制钻井液,既能抵抗酸性二氧化碳腐蚀,也能支撑井壁、润滑井眼,让钻井之路畅通无阻,确保“吸管”在长达几十年的注入期间拥有“金刚不坏之身”。

D 最后,海洋石油专家们创新性地为注气管柱加装了光纤监测装置,每隔一米就有一个监测点,就像数千只敏锐的眼睛,在看不见摸不着的几千米井下无死角观察注气管柱是否存在泄漏。

E 二氧化碳注入地层后,大部分将被顶部的盖层永久盖住,同时一部分被地层孔隙捕获,一部分慢慢溶解在地层水中,还有一部分与岩石和地层水反应生成碳酸盐矿物。

据人民日报、新华社、央视、光明日报等