

# 海洋储碳 势头渐劲

■本报记者 王林



中国海油恩平15-1海上石油生产平台。视觉中国

随着减排形势趋紧，业内正在寻求更灵活的碳捕集和封存方式，将碳转移到海上封存设施或海底成为新方向，“海洋储碳”示范项目在全球涌现。6月1日，我国首个百万吨级海上碳封存示范工程——中国海油恩平15-1油田碳封存示范工程正式投用；欧洲以北海为中心诞生多个海上碳封存项目，其中最受关注的挪威北极光项目（Northern Lights）和丹麦绿沙项目（Greensand）有望分别于2024年和2025年投产。整体来看，“海洋储碳”这个新兴产业，发展势头稳中有进。

## ■我国“岸碳入海”潜力足

“报告中控，二氧化碳回注系统运转正常！”6月1日上午9时30分，在距离深圳西南约200公里的恩平15-1平台上，高碳原油生产井、生产处理系统、二氧化碳压缩机及分子筛脱水撬等设备依次启动。在隆隆的设备轰鸣声中，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，通过一条海底绿色通道回注至距平台3公里远、在海床800米底下的“穹顶”式地质构造中。该工程投产，标志着我国初步形成海上二氧化碳注入、封存和监测的全套钻井技术和装备体系，填补了我国海上二氧化碳封存技术空白，预计每年可封存二氧化碳30万吨，累计将超过150万吨。

珠江口海域是我国南部地区重要的海上油气勘探开发区域，也是我国海域二氧化碳排放量比较大的地区之一。中国海油指出，二氧化碳封存回注通过工程技术手段，将捕集到的二氧化碳直接注入至地下800-3500米深度范围内的陆上或海底咸水层。工程无论技术、设备、管理均达到了国际领先水平，将为我国海上碳封存技术提供完整的技术支撑。

中国地质调查局年初发布的《我国海域二氧化碳地质封存潜力基本查明》指出，我国海域二氧化碳地质封存潜力和适宜性颇为可观，其中盆地级预测潜力2.58万亿

吨，区带级推定潜力1.21万亿吨，首批目标级控制潜力33.87亿吨。

## ■欧洲北海成碳储运中心

海外市场“海洋储碳”风潮主要集中在欧洲北海地区。北极光作为欧盟首个开放式、灵活的封存工业排放二氧化碳项目也

是挪威第一个同类项目，诞生于2018年，在挪威陆上终端接收来自欧洲西北部的二氧化碳，通过管道将其储存在海底。一期预计2024年中完成，每年可封存150万吨二氧化碳；二期封存能力有望达到每年500万吨以上。

挪威政府指出，北海地区有潜力储存超过800亿吨二氧化碳，相当于挪威1000

年排放量。去年，北极光签署了全球第一份跨境二氧化碳运输和储存商业协议，今年3月又有5家大型能源公司向挪威政府提交了储碳合作申请。

绿沙则是丹麦首个海底二氧化碳储存项目，旨在将比利时捕提的二氧化碳运输至丹麦北海海床一英里以下，高压条件下实现永久封存，今年3月获得欧盟委员会

支持，预计最早2025年投产。按计划，绿沙将于2030年开始扩产，目标每年储存多达800万吨二氧化碳，这相当于丹麦全年10%二氧化碳排放量。

显然，北海作为老牌油气产区，有望成为碳运输枢纽和存储中心。睿咨得能源咨询公司汇编官宣项目和与合作谅解备忘录预计，到2030年，挪威二氧化碳运输量将达到2600万吨，占全球二氧化碳运输量30%左右。荷兰紧随其后，运输量达2300万吨/年；英国运输量约2000万吨/年；法国运输量约1700万吨/年；比利时运输量为1300万吨/年。

## ■“运碳入海”受关注

随着全球碳捕集、封存和利用市场逐渐扩大，业务链中涉及的高成本、运输网络匮乏等挑战，正在给碳捕集业务前景带来更多不确定性。睿咨得能源研究预测，预计到2030年底，每年将有超过9000万吨二氧化碳被转移到海上储存设施，至少需要48个码头处理，55艘船舶运输。

陆上管道是最常见形式，预计到2030年将有330条管道投入运营。海上管道则可以将捕获的二氧化碳运输到海底储存地点，预计未来几年将在碳捕集、封存和利用供应链中发挥重要作用。

航运业仍然主要依赖传统燃料，如船用柴油或低硫燃料油，使得海上碳运输碳足迹不容小觑。睿咨得能源认为，对长途航行船舶而言，液化天然气作为船舶燃料可以减少18%的碳排放量，甲醇则可以减少20%，氢燃料可以减少多达80%。

选择何种船舶燃料，对“碳运输”十分重要。“截至目前，二氧化碳运输仍然是一个新兴行业，未来几年有望在气候解决方案中发挥重要作用。在一个理想状态下，所谓碳运输船舶，应该只能使用没有排放的可再生燃料，但这些燃料现在太贵，经济上不可行。”睿咨得能源供应链研究副总裁莱恩·曼·伯格马克表示。

# 公正转型，让低碳惠及更多人群

■本报记者 朱妍

在推动绿色低碳发展的同时，可再生能源产业创造着更多福祉。目前，全球约有1270万个就业机会分布在可再生能源领域。在控制1.5摄氏度温升范围内，若采用恰当的技术创新，该产业还将额外带来8500万个就业机会，带动全球GDP增长0.3%，带来超过20%的全球福利增加——近日在“可再生能源产业合作助力实现公正转型目标”研讨会上，国际可再生能源署创新与技术中心副主任罗兰·罗斯奇给出上述数据。

全球能源转型不仅是能源系统的升级，也是社会经济的系统性变革，对不同区域、不同部门、不同人群均将产生影响。能源转型背后的公正问题，正引发关注。

## ■多国关注“公正转型”议题

“从本质上说，能源是一种服务。它应该让每个人都负担得起，特别是对低收入家庭更是如此。”罗兰·罗斯奇表示，受制于种种制约，能源转型的公正性实际面临不小挑战。“各国起点不同，资源禀赋、经济结构、实际能力等都不一样，进而影响着当地产业链、供应链，因此并不能保证每个人都能够参与可再生能源发展过程。”

罗兰·罗斯奇举例，总体来看，女性占了可再生能源领域劳动力的1/3。但分行业细数，在风电、光伏发电领域，该比例分别在20%和40%左右，具体情况各有不同。“这也是为什么我们觉得，女性在可再生能源领域还有更多机会。”

由北京大学能源研究院气候变化与能源转型项目发布的报告《走向公正转型的未来：中国绿色转型对就业的影响》显示，对公正问题的关注不是个例。截至2022年3月，在166个提交了更新自主贡献的国家中，有62个都直接提及了公正转型。根据政府间气候变化委员会第六次评估第三工作组报告数据，已有超过19个国家针对公正转型建立了相关委

员会、对话机制及政策安排等，其中既有美国、加拿大等发达国家，也包括南非等新兴经济体。

“气候变化风险愈演愈烈，能源转型是落实减碳目标的关键。在此过程中，如何保障公平已成为一个非常重要的话题。”北京绿研公益发展中心副主任郭虹宇进一步称。即便是同一个国家，不同地区之间也存在差异。“比如一些资源型地区，过去靠开发传统能源支撑经济社会发展。如今面对能源转型，能否找到新的产业发展支柱，如何寻找新的经济增长点，以及能否保障就业、留住人才？尤其是对一些传统行业企业而言，甚至整个行业都有可能面临就业损失，这些都是现实问题。”

## ■越脆弱的地区越需要公正

确保人人获得负担得起、可靠和可持续的现代能源，这是联合国2030年可持续发展议程所列的第七项目标。公正转型的话题很热，如何实现公正却充满不易。“回到现实，比如目前全球还有6亿多人没用上电，还有20多亿人没有用上清洁能源。全球清洁能源发展处在一个不平衡状态，这是未来能源系统必须解决的问题。”国际燃气联盟主席李雅兰称。

在气候工作基金会项目总监陈怡看来，越是相对弱势的群体，越需要能源转型带来的福利，但其在转型过程中越有可能受到冲击。“未来可再生能源占能源体系的比重逐步提高，背后非常需要本土工业来支持，包括电网、储能等基础设施的调整和升级。但在不少发展中国家，本土供应链及基础设施依然薄弱，与之相关的技术比较缺乏，支撑可再生能源产业发展的配套人才体系也不够。这些挑战因素，影响着能源转型所发挥的效益。”

对此，郭虹宇表示赞同。“如果行动不力，气候变化首先就会影响发展中国家，特别是脆弱地区人群。

而这部分人甚至很可能还没用上可及的能源，反过来，导致应对极端天气事件的脆弱性更高。比如发展中国家用于应对气候变化的资金，主要是以贷款为主，这会导致增强气候问题的韧性不够，无形中加重了债务负担。”她认为，转型资金的标准、披露、激励等机制有待进一步完善，急需多利益相关方参与，共同提升资金使用效益。

“资金支持很重要，但前提是要先有一个统一的政策框架。根据本地条件，由不同国家制定和采取不同的解决方案，并通过技术创新和发展，确保消费者真正从低成本、可负担的可再生能源中获益。”罗兰·罗斯奇提出思考。

## ■中国提供多重助力

从各国已开展的实践来看，推动公正转型往往涉及一揽子措施，而非单一维度的干预。记者了解到，当前主要包括建立专门的职能机构来负责主导公正转型、重新安置及支持就业受影响群体、促进地区经济多元化发展、加强社会保障体系、确保足够的专项资金支持等措施。

例如，南非就是最早在国家层面推进持续社会对话，以此制定公正转型计划的国家之一，由政府牵头对不同行业在转型过程中的就业脆弱性进行了评估。“整个非洲都将进一步提升可再生能源比例，我们所做的工作，就是致力于在南非合作框架下非洲能源转型发展。”SEforALL（人人享有可持续能源组织）尼日利亚能源转型办公室主任洛拉·阿德拉同时提出诉求，“我们需要上游市场、技术转移等方面合作，由此促进非洲跟上最新的能源转型。我们非常渴望与中国制造商合作，在当地建立工厂，获得知识、能力建设，以及本地员工培训等支持。”

“从中国经验来看，可再生能源产业发展离不开国际合作。”围绕中国如何更好发挥作用，帮助发展中国家可及的公正转型，中国能源研究会可再生能源专委会副秘书长王卫权建议，一是加强可再生能源发展规划及相关标准体系的制定；二是注重能力建设和培训，包括制造企业技术培训、可再生能源项目建设运营等方面；三是通过风光互补、风水互补、离网电站等多种方式，为无电地区提供清洁电力；四是在当地建立可再生能源制造企业，打造区域清洁能源供应链。“此外无论在哪个国家，可再生能源发展都离不开金融支持。如何更好地借助金融力量，为其他国家提供可及的清洁能源，这也是一个值得探讨的话题。”

“开院墙、搞科研，在推动低碳技术创新方面，我们重点推动研发经济破题，构建多层次资本市场，目标是将未来科学城打造成最早实现‘双碳’战略目标的区域之一。”北京未来科学城管委会副主任、昌平区副区长柳强日前表示。

作为北京建设国际科技创新中心枢纽型主平台，地处昌平区南部平原地区的未来科学城，聚焦技术创新，正在成长为首都绿色技术创新核心基地。当前，昌平区正进一步引导金融资源向未来科学城靠拢，助推首都绿色可持续发展先行区快速成长。

## ■注入金融活水

柳强指出，在金融支撑方面，围绕构建绿色金融体系，昌平区与红杉、高瓴、中金等投资机构合作，打造了一批碳基金、碳信托等碳金融产品，其中包括京能25亿元绿色能源并购投资基金、北汽产投30亿元碳中和基金等。

今年7月，昌平区成立安鹏绿色（北京）能源产业投资基金，该基金由北汽产投联合北京市经信局产业发展促进中心、昌发展等共同出资成立，总规模30亿元，重点布局以新能源汽车、氢能、储能及燃料电池为代表的绿色低碳产业，对先进能源领域成长性赛道进行长期跟踪和布局。

8月，北京农商银行与北京金隅北水环保科技有限公司（以下简称“金隅北水”）位于昌平的一个二氧化碳捕集利用项目，向中国人民银行申请到了3900万元碳减排支持工具低成本资金。这是北京辖区银行机构首个以二氧化碳捕集、封存及资源化利用为主的碳减排支持工具项目，旨在助力金隅北水10万吨/年二氧化碳捕集、封存及资源化利用科技示范项目建设。项目今年2月开工，占地面积约1万平方米，建筑面积4007平方米，主要对水泥窑窑尾烟气中低浓度二氧化碳进行捕集，采用烟气化学吸收法二氧化碳捕集技术回收二氧化碳。

“下一步，我们将聚焦科创金融领域，构建多层次资本市场和科技产业基金群。未来5年内实现自主管理的母基金规模达到200亿元，合作的基金规模超过400亿元，母基金群总规模达到1500亿元，为低碳新兴产业发展注入金融活水。”柳强说。

## ■催熟低碳技术

北京昌平科技园发展有限公司总经理王颖表示，低碳技术创新不断迭代，需要通过大规模应用来验证技术的可行性和商业化，基于此，搭建产学研协同创新平台和完善金融体系资金池十分重要。作为昌平区有完善产业运营平台，北京昌平科技园发展有限公司管理着目前价值70亿元的昌平区科技产业母基金，合作子基金40余只，合作子基金规模超过200亿元，主要聚焦先进制造、能源科技、生物医药、数字经济这4个方向。

“从实验室走上商业示范，一步步将技术‘催熟’，资金必不可少。”王颖对《中国能源报》记者

# 北京未来科技城打造低碳金融圈

■本报记者 王林

表示，“政府鼓励高端制造业回流，未来在‘能源谷’的企业，不仅可以完成技术小型试验，还能实现大规模产业化，会有更性价比的标准厂房。”

王颖提到的“能源谷”是未来科学城打造的“两谷一园”之一，一谷是“生命谷”，一园是“沙河高教园”。“能源谷”重点布局先进能源产业，已形成科技研发、技术服务、成果转化全周期创新链条，成为北京十大高精尖产业先进能源细分领域核心承载区。

据昌平区政府外事办公室主任王畅介绍，“能源谷”目前汇聚了央企、民企、高校、新型研发机构等多元创新能源资源主体，包括国家电网、南方电网“两张网”，中石油、中石化、中海油“三桶油”，国电、华电、国电投、华能、大唐“五大电力”等能源央企设立的研究院，也有三一重能、西清能源等民营高科技企业，覆盖了电力、石油、新能源等领域，形成了研发、生产、服务、销售等较为完善的产业链条。

## ■撬动金融杠杆

昌平区去年发布《昌平区先进能源产业提质增效行动计划（2022—2025年）》提出，“十四五”末实现先进能源产业收入突破4000亿元，税收贡献突破100亿元，工业产值突破900亿元的目标。

为实现上述目标，昌平区正在铆足劲推动先进能源技术商业化，但从试验室走向规模化，对融资渠道和方式提出了很高要求。王颖透露，能源谷是落实“双碳”战略一个产业集聚高地，该公司主要从5个方面为企业提供助力，其中就包括必不可少的金融服务。

“除了母基金，我们还开展直接投资，包括设立直投基金。”谈到引资，王颖称，“在先进制造、能源科技、生物医药、数字经济这4个领域，我们已经有30多个直投项目，5家企业上市。涉及能源领域的系统性投资，从2019年就开始大规模流入，一些天使阶段的投资要上亿元，中后期则都是百元起，对资金需求非常迫切。股债如何联动，政府引导基金和社会资本如何融合等，都是需要实践的工作。”

王颖补充称，目前已专门发起了能源主题产业母基金，由此撬动10余只专业化、市场化的一线子基金，约20%资金是由母基金开展直投，加上配置的直投基金，可以形成一个政府引导、市场化运作、社会资本积极参与的“资金圈”，帮助企业撬动金融杠杆解决不同阶段资金需求。”

对此，北京未来氢能科技有限公司总经理苏才华认为：“光有政策支撑远远不够，新能源领域研发过程中需要大量投入，好的技术离不开好的政策、好的资本。”

“我们成立于2021年，作为氢能技术初创公司，主要聚焦氢能产业链制氢端，这促使我们需要在成本效益方面下功夫，融资过程需要更多政策机制支撑，区政府在金融政策方面给予了一些支持，整体营商环境很好，这也是我们将技术中试放在未来科学城的一个原因。”苏才华坦言。



中国海菜珠日和风电场。张杰/摄