

HUBS IN ACTION

Antwerp@C 项目

安特卫普港的碳运输和临时封存网络为化工等行业的脱碳打下了基础

安特卫普港是欧洲最大的综合能源和化工集群所在地。Antwerp@C 项目旨在为位于安特卫普港的排放企业联盟建设共享型二氧化碳运输基础设施。项目方正计划构建开放式体系来收集所捕集的二氧化碳，将收集到的二氧化碳液化、暂时封存并装载至船舶/驳船以运输到封存点。

该项目的第一阶段名为 Kairos@C，由化工巨头巴斯夫和工业气体制造商液化空气集团率先牵头。Kairos@C 将捕集巴斯夫和液化空气集团旗下五家工厂排放的二氧化碳，在这五家工厂中，有两家制氢，两家制造环氧乙烷，一家制氨。Kairos@C 计划于 2025 年投入运营，每年可使这 5 家工厂减少多达 150 万吨的二氧化碳排放。投运后的前 10 年，该项目可减少超过 1400 万吨的二氧化碳排放。

液化空气集团正在开发一种创新的压缩方法，以使二氧化碳液化装置的容量达到目前在役的最大型二氧化碳液化装置的 10 倍。初始计划是使用北极光运输和封存解决方案，同时寻找其他潜在封存方案，如将二氧化碳封存在北海的枯竭气田中。未来，项目方规划建设一条或多条管道，将比利时、法国北部和德国的工业集群连接到 Antwerp@C 网络。

欧盟委员会于 2020 年宣布，其将通过“连通欧洲基金”的拨款来支持 Antwerp@C 的工程研究。“连通欧洲基金”为创新型跨境欧洲基础设施项目提供资金。与此同时，Kairos@C 已收到欧洲创新基金提供的资金。弗拉芒大区政府还提供了一笔补贴，以支持 Antwerp@C 的可行性研究。

关键事实和统计数据

- 项目地点：比利时安特卫普
- 到 2030 年的潜在影响力：约 1000 万吨
- 联盟成员：液化空气集团、巴斯夫、北欧化工、埃克森美孚、英力士、道达尔能源公司、Fluxys、安特卫普-布鲁日港
- 二氧化碳来源：能源和工业公司，特别是化工公司
- 封存地点：在挪威、荷兰、丹麦和英国所属的北海海域探索方案
- 设施状态：前端工程设计；预计于 2023 年年初做出第一阶段的最终投资决定
- 投运年份：2025 年（第一阶段 - 250 万吨）

沙特阿美朱拜勒

朱拜勒区域中心的目标是到 2027 年每年捕集和封存 900 万吨二氧化碳，这是沙特阿拉伯到 2035 年每年临时封存 4400 万吨二氧化碳目标的关键一环。

沙特阿美位于朱拜勒的碳捕集与封存 (CCS) 区域中心旨在为项目第一阶段每年捕集和封存 900 万吨二氧化碳的目标提供支持。该项目阶段计划将于 2027 年投入运营。沙特能源大臣阿卜杜勒-阿齐兹·本·萨勒曼殿下在第 26 届联合国气候变化大会上宣布，朱拜勒区域中心将致力于帮助沙特阿拉伯王国实现到 2035 年每年临时封存 4400 万吨二氧化碳的目标。

CCS 项目将利用来自天然气加工和其他工业来源的高纯度二氧化碳流，其中约 600 万吨二氧化碳来自沙特阿美的天然气厂，其余 300 万吨二氧化碳来自其他工业来源。二氧化碳流随后将经历脱水并被压缩至管道规格，最终被封存在陆上咸水层中。

沙特阿美朱拜勒 CCS 区域中心旨在为沙特东部省工业集群维持和创造新的工作机会做出贡献。朱拜勒 CCS 区域中心将有助于经济多样化和增长，并为沙特阿美进入蓝氢和氨等新市场提供支持。该区域中心还将采取相关措施，力争实现沙特阿美的宏伟目标，即到 2050 年在沙特阿美全资运营资产中实现范围 1 和范围 2 温室气体净零排放。

关键事实和统计数据

- 项目地点：沙特阿拉伯东部省
- 到 2030 年的潜在影响力：900 万吨二氧化碳/年
- 区域中心开发者：沙特阿美、林德集团和斯伦贝谢有限公司共同组建的合资企业
- 二氧化碳来源：天然气加工和其他工业来源
- 运输方式：管道
- 封存地点：陆上咸水层
- 设施状态：最后阶段的初步前端工程设计
- 投运年份：2027

Aramis

Aramis 正在开发相关基础设施，旨在于荷兰北海水下实现永久二氧化碳封存

Aramis 预计将提供二氧化碳运输，以针对行业捕集的二氧化碳释放永久封存容量。运输网络旨在连接鹿特丹港马斯弗拉克特的陆上二氧化碳收集区域中心和北部 200 公里处的枯竭气田。在荷兰及其周边国家，难以减排行业的关联企业均表现出浓厚兴趣。最终投资决定有望在 2024 年问世，而基础设施可能最早于 2027 年开始运营。

运输基础设施将由包括道达尔能源公司、壳牌集团、EBN 和 Gasunie 在内的联盟运营，根据计划，运输基础设施开始运营后，每年至少将有 500 万吨的二氧化碳被运输至北海水下的封存点。预计的总封存容量超过 4 亿吨。

海上运输管道将基于“开放获取”理念，以便将一些工业客户和封存领域的运营商逐步添加到系统中。正因如此，该新建管道的设计运输能力为 2200 万吨/年。Aramis 已位列欧盟“共同利益项目”清单。

关键事实和统计数据

- 项目地点：荷兰鹿特丹
- 到 2030 年的潜在影响力：超过 500 万吨二氧化碳/年

- 联盟成员：道达尔能源公司、壳牌集团、EBN 和 Gasunie
- 二氧化碳来源：难以减排的行业，如钢铁、化工、水泥、炼油厂、垃圾焚烧厂
- 运输方式：管道（气体）、沿海航船和内河驳船（液体）
- 封存地点：荷兰北海水下的枯竭气田
- 设施状态：施工前阶段；预计于 2024 年做出最终投资决定
- 运营年份：预计 2027 年

东海岸集群

东海岸集群每年可去除多达 2700 万吨的二氧化碳，并可将东北地区建设成为具有全球竞争力的气候友好型工业和创新区域中心。

东海岸集群包括英国的两个工业区——提赛德和亨伯，这两个工业区的位置均毗邻北海的合适封存点。该集群由净零提赛德和零碳亨伯这两个相邻的 CCUS 区域中心发展而来，净零提赛德和零碳亨伯项目在英国政府 CCUS 集群测序过程中合并在一起。到本世纪 30 年代中期，这两个区域中心每年将捕集和封存多达 2700 万吨的二氧化碳，该数量几乎占英国工业集群排放总量的一半。

亨伯是英国排放量最高的工业区。由 14 家公司组成的联盟现已成立，该联盟旨在通过低碳氢、碳捕集和碳移除技术使该地区脱碳。

区域中心的概念最初在提赛德得到发展，当时 OGCI 气候投资基金于 2016 年收购了这个由政府资助的原创概念项目，并将其发展成为一个商业项目，与各行业、各利益集团以及地方和国家政府展开了合作。该项目目前正由英国石油牵头的 OGCI 成员公司联盟进行开发。

能进行燃烧后碳捕集的新建天然气发电厂将为提赛德项目提供支柱。该发电厂将与一条大型管道相连，这条管道的容量可用于输送来自多种其他来源的二氧化碳，其中可能包括生物质发电厂、氢气厂和化肥厂。

这些来自这个两个区域中心的二氧化碳将被封存在一个名为 Endurance 封存库的咸水层中，该咸水层距海岸 145 公里，位于北海海底以下约 1.6 公里处。地质评估显示，Endurance 封存库可安全地封存 4.5 亿吨二氧化碳，而附近的其他封存点有可能将封存量增加到 10 亿吨。封存事务将由 Northern Endurance Partnership 管理，该合伙企业由英国石油公司、挪威国家石油公司、英国国家电网公司、壳牌集团和道达尔能源公司于 2020 年成立。

东海岸集群可维持该地区成千上万人的生计。2023 年至 2050 年期间，该集群可支持和/或创造约 2.5 万个工业就业岗位。鉴于其发展潜力，英国政府将该项目选为两个 CCUS 集群之一，助力其实现快速发展。英国政府最近列出了 14 个入围捕集项目，目前正在进行尽职调查，有望于本世纪 20 年代中期正式启动这些项目。

关键事实和统计数据

- 项目地点：英格兰东北部
- 到本世纪 30 年代中期的潜在影响力：约 2700 万吨/年（亨伯：1700 万吨/年，提赛德：1000 万吨/年）
- 区域中心开发者：英国石油公司、英国国家电网公司、挪威国家石油公司、壳牌集团和道达尔能源公司

- 二氧化碳来源：发电、蓝氢、化工、工业热能、废物处理、燃料精炼、建筑材料、航空燃料
- 运输和封存公司：Northern Endurance Partnership
- 运输方式：管道
- 封存地点：Endurance 封存库
- 设施状态：提赛德处于前端工程设计阶段，亨伯处于初步前端工程设计阶段
- 投运年份：2027 年前

HyNet North West

HyNet 低碳集群利用氢和 CCUS 为英格兰西北部和威尔士北部的工业设施脱碳。

HyNet 是英国领先的工业脱碳项目之一。该项目由一个联盟运营，旨在减少该广阔地区工业、家庭和交通的碳排放。英国政府对该项目表示了支持，将其与东海岸集群项目一起置于“快速通道”，助力其获得一系列激励措施和监管批准。

在项目初期，HyNet 将需要在斯坦洛制造综合体建设两个制氢厂。这些制氢厂会将炼油厂排放的气体和燃气转化为低碳氢，在此过程中产生的二氧化碳将被捕集。制氢厂会新建管道并改变现有管道的用途，从而将二氧化碳运输至利物浦湾的海上封存点。

Cadent 将开发全新管道网络，以便为该地区的工业企业供氢，这些公司包括捷豹路虎和百事可乐等公司。氢也会被混合用于运输和发电。Inovyn 将在柴郡原有的盐穴中进行氢封存。

一些工业公司已表示打算用 HyNet 封存二氧化碳。这些公司包括 CF Fertilisers（其目标是每年捕集 40 万吨）、海德堡水泥的旗下公司 Hanson UK（80 万吨），以及废物管理公司 Viridor（95 万吨）。

埃尼集团（英国）已获得管理封存设施的许可，可使用利物浦湾距海岸约 29 公里的气田。这些气田预计将于 2025 年 HyNet 的二氧化碳封存项目投运前停产，可提供的总封存容量为 1.3 亿吨。预计到 2030 年，附近的莫克姆湾气田将停止产气，这将提供更多封存地点，使封存容量可能再增加 15 亿吨。

这些封存地点靠近 HyNet 的工业排放企业集群，除此之外，企业还可对现有管道进行改造，以重新用于运输二氧化碳并利用新技术制氢，使得 HyNet 的氢颇具成本效益。

HyNet 预计每年将封存 450 万吨的二氧化碳，到 2030 年，该数字将扩大到 1000 万吨。到 2030 年，英国针对交通、工业和家庭的低碳氢新目标是 10 吉瓦，HyNet 将为此目标作出近一半的贡献。据估计，到 2050 年，HyNet 将为经济增长贡献多达 170 亿英镑，并且每年将创造 6000 个工作岗位。

关键事实和统计数据

- 项目地点：英格兰西北部/威尔士北部
- 到 2030 年的潜在影响力：1000 万吨二氧化碳/年
- 区域中心开发者：Progressive Energy 联合埃尼集团（英国）、埃萨石油（英国）、Cadent、Inovyn、CF Fertilisers、Hanson UK 和切斯特大学
- 二氧化碳来源：制氢、炼油厂、化肥厂、水泥和其他难以减排的工业产品
- 运输和封存公司：埃尼集团（英国）
- 运输方式：管道
- 封存地点：利物浦湾的海上枯竭气田

- 设施状态：施工前阶段：预计于 2023 年做出最终投资决定
- 投运年份：2025

准噶尔盆地

该区域中心由中国石油天然气集团有限公司 (CNPC) 牵头，旨在捕集和封存来自炼油厂制氢装置的二氧化碳。

中国石油天然气集团有限公司将在中国西北的准噶尔盆地建设 CCUS 区域中心。该地区聚集了大量的大型排放企业，且它们的二氧化碳流相对纯净。

在第一阶段（即到 2025 年投运之前），中国石油天然气集团有限公司计划建设管道和封存体系，并每年从其自身的炼油厂中捕集 150 万吨二氧化碳。在第二阶段（预计到 2030 年每年捕集 300 万吨二氧化碳），该区域中心将加强其运输基础设施，从制氢产业以及其他潜在客户（包括水泥、钢铁和发电厂产业）处收集二氧化碳。该区域中心的目标是到 2040 年将二氧化碳捕集量提高到每年 1000 万吨。

工业排放企业对此的兴趣日渐浓厚。中国政府在 2020 年宣布，其目标是到 2060 年实现碳中和，并已于 2021 年 7 月开始运作国家碳排放交易体系。尽管该体系的碳价一开始很低（每吨仅几美元），但排放企业预计到 2030 年价格会提高许多，这将使 CCUS 成为一种商业计划。

作为国家发展和改革委员会于 2022 年出台的低碳能源体系五年规划的一部分，针对运输和封存基础设施开发示范项目的政策支持机制已经出台。

中国石油天然气集团有限公司计划于 2030 年前在中国再建三到五个区域中心。

关键事实和统计数据

- 项目地点：中国西北
- 到 2030 年的潜在影响力：300 万吨二氧化碳/年
- 区域中心开发者/运输和封存组织：中国石油天然气集团有限公司
- 初始二氧化碳来源：炼油厂
- 潜在的二氧化碳来源：水泥、化学品、电力
- 运输方式：卡车、管道
- 封存地点：使用中（用于提高原油采收率）和废弃的油田
- 设施状态：正在进行试点项目
- 投运年份：2025
- 更多信息

路易斯安那州 Liberty

壳牌公司正在推动位于密西西比河走廊的这一区域中心的方案制定与开发。

壳牌公司正致力于在路易斯安那州建立 Liberty CCUS 区域中心，该中心最初将重点关注巴吞鲁日和新奥尔良地区的壳牌石化部门的脱碳事务，但在未来将向该地区现有和新建的广大工业公司开放。

路易斯安那州已制定支持 CCUS 的法规，并且正在努力推动加速 CCUS 许可事务。美国联邦和各州的政策（如 45Q 与加州低碳燃料标准）已经开辟了潜在的商业模式，而在大量私募股权资金的支持下，潜在运营商和排放企业对各个项目展开了激烈的竞争。

主要的挑战包括土地所有权的复杂性导致陆上封存变得困难，以及其余的监管问题缺乏明确性，例如关于封存的二氧化碳的责任转移问题。此外，45Q 等联邦政策的长期前景和碳市场的发展也存在不确定性。

关键事实和统计数据

- 项目地点：密西西比河走廊（巴吞鲁日至新奥尔良）
- 到 2030 年的潜在影响力：不适用
- 区域中心开发者/运输和封存组织：壳牌公司
- 初始二氧化碳来源：石油化工产品、生物燃料
- 潜在的二氧化碳来源：生物质、钢铁、纸张、水泥、氨
- 运输方式：管道
- 封存地点：探索陆上咸水层和海上油气藏
- 设施状态：预计于 2023 年做出投资决定
- 投运年份：本世纪 20 年代中期

[北极光/Longship](#)

挪威的这个开创性的公私合作项目利用船舶从欧洲各地运输二氧化碳，并将其封存在北海水下的一个聚合封存库中。

北极光不是一个物理上的本地式区域中心，而是分布式区域中心。其他区域中心建立于通过管道连接的紧凑型工业集群基础之上，但挪威的这个区域中心将使用船舶连接来自欧洲各地相距遥远的二氧化碳排放源。这项投资决定于 2020 年年底做出，目前相关设施正在建设中。

在项目第一阶段，挪威政府将补贴 80%。该项目将封存[布雷维克](#)水泥厂和哈夫斯隆德奥斯陆 Celsio 废弃物转制能源厂每年排放的 80 万吨二氧化碳，这两家工厂均位于挪威东部。

项目方会在这两个地点将捕集的二氧化碳压缩和液化，然后再利用专门设计的船舶将二氧化碳运输到挪威西部厄于加伦的一个临时封存点，进而通过管道将二氧化碳永久封存到 Aurora 封存库，这是一个距离海岸约 110 公里、位于海底以下 2.6 公里的咸水层。

运输和封存事务将由三个 OGCI 成员（挪威国家石油公司、壳牌集团和道达尔能源公司）共有的 Northern Lights 合资企业处理。Gassnova 正在为政府监督该项目的运营状况，确保从排放企业到封存设施的价值链得到适当的监管和管理。

北极光项目的第二阶段于 2025 年开始，将为欧洲各地的公司提供商业碳封存服务。该项目已与[Yara](#) 签署了第一份商业协议，Yara 每年将从荷兰的一家氨和化肥厂运送 80 万吨二氧化碳。

接收站、海上管道和注入基础设施经过特殊设计，具备根据需求进行扩建的能力，每年可容纳超过 500 万吨二氧化碳。总封存容量预计至少为 1 亿吨。

北极光已确定 90 多个合适的捕集地点，而且已有八个国家/地区的工业区（包括钢铁、生物质和氨等行业）对该项目表达了兴趣。其中的四个厂区（芬兰的一家氢炼厂、安特卫普的一家氨和化学品制造厂、法国的一家水泥厂和瑞典的一家 CCS 生物质厂）已获得欧盟创新基金的

投资，以支持大规模二氧化碳捕集。 北极光还正在探索在该地区建立直接空气捕集设施和其他工业工厂的潜力，以利用封存基础设施。

该项目的施工阶段将带来 1500 至 3000 个工作岗位，其中在运营期间会直接创造约 170 个工作岗位，同时通过在 CCUS 脱碳或参与碳移除的行业创造和保护数千个工作岗位。

关键事实和统计数据

- 项目地点：挪威
- 到 2030 年的潜在影响力：远超 500 万吨二氧化碳/年
- 区域中心开发者：Gassnova（第一阶段）；Northern Lights JV（第二阶段）
- 初始二氧化碳来源：水泥、垃圾焚烧、化肥厂
- 潜在的二氧化碳来源：氢、生物质、钢铁、炼油厂
- 运输和封存公司：Northern Lights JV（由挪威国家石油公司、壳牌集团和道达尔能源公司合作创立）
- 运输方式：船舶
- 封存地点：Aurora 封存库
- 设施状态：正在建设中
- 投运年份：2024
- 网站

Porthos

Porthos 是由鹿特丹港务局、Gasunie 和 EBN 共同合作的一个项目，旨在从鹿特丹港区的工业中收集二氧化碳，并将其运输到北海水下的封存点。

荷兰制定了明确的气候目标：到 2030 年，温室气体排放量必须在 1990 年的基础上至少减少 55%。到 2050 年，荷兰必须实现气候中和。鹿特丹周围的工业企业每年排放约 2500 万吨二氧化碳，该排放量约占荷兰排放总量的 14%，正因如此，该地区对实现该国气候目标所做的贡献度极为重要。

鹿特丹港务局与能源公司 Gasunie 和 EBN 联合创建了碳运输和封存项目 Porthos，该项目由欧盟提供资金支持。Porthos 目前是欧盟内最先进的 CCUS 区域中心。

Porthos 将充当一个开放式公用事业，为那些没有可行的脱碳替代方案的行业（例如炼油厂和化工部门）提供服务。港口地区的四家公司——液化空气集团、空气产品公司、埃克森美孚和壳牌公司——每年将捕集 250 万吨二氧化碳。这些公司通过政府拍卖 SDE++（这是一项旨在支持最具成本效益的工业二氧化碳减排、弥合碳排放交易体系碳价与碳捕集与封存之间成本差异的计划）成功争取到了资金支持。

在 2023 年，Porthos 的目标是建设基础设施，通过管道将二氧化碳从这些公司输送至北海。最初的封存地点是一个被命名为 P18 的枯竭气田，距离海岸 20 公里，位于海底以下 3 公里处。该气田的产能为 3700 万吨。

目前，封存容量已售罄。Porthos 正在研究继续封存的可能性。

关键事实和统计数据

- 项目地点：荷兰鹿特丹。
- 到 2030 年的潜在影响力：250 万吨二氧化碳/年

- 区域中心开发者/运输和封存组织：Porthos（鹿特丹港务局、Gasunie 和 EBN）
- 初始二氧化碳来源：炼油厂、制氢
- 运输方式：管道
- 封存地点：海上枯竭气田
- 设施状态：预计于 2022 年下半年做出投资决定
- 投运年份：2024
- 网站

拉文纳 CCS

该区域中心是意大利和地中海地区的第一个区域中心，旨在为波河河谷内难以减排的工业企业提供脱碳解决方案。

该中心由埃尼集团与意大利公用事业公司 Snam 组建的合资公司运营，旨在成为意大利和地中海地区的先锋区域中心。该合资公司于 2022 年第四季度启动了第一阶段，为意大利首次应用全捕集、运输和封存链铺平了道路。该项目将涵盖埃尼集团在拉文纳附近天然气处理厂每年排放的 2.5 万吨二氧化碳的捕集，还会将其注入一个枯竭的海上气田。截至今日，该项目的第一阶段已获意大利当局颁发的二氧化碳封存许可。

第二阶段计划于 2027 年开始，目标是实现每年封存 400 万吨二氧化碳：其中 100 万吨将来自埃尼集团拥有的工厂，其余 300 万吨将保留给第三方工业排放企业。埃尼集团和 Snam 已与该地区难以减排的行业企业（如水泥、钢铁、化肥、化工等行业的企业）进行对话，并已与位于拉文纳工业区的五家排放企业签署了意向书。随着排放交易体系碳价的上涨以及欧盟委员会的“Fit-for-55”一揽子气候立法的出台，意大利及其他国家/地区的排放企业对此的兴趣日益浓厚。

封存将于拉文纳海岸外亚得里亚海的近海枯竭气藏中进行。据估计，亚得里亚海的总封存资源为 5 亿吨，因此，在后续开发阶段，项目方有可能将封存产能提高到每年 1000 万吨以上，以满足额外集群的脱碳需求。

关键事实和统计数据

- 项目地点：意大利东北部
- 到 2030 年的潜在影响力：1000 万吨二氧化碳/年
- 区域中心开发者/运输和封存组织：埃尼集团和 Snam
- 初始二氧化碳来源：电力
- 潜在的二氧化碳来源：钢铁、化工、陶瓷、水泥、废弃物转制能源
- 运输方式：管道
- 封存地点：拉文纳海岸外的枯竭气藏
- 设施状态：第 1 阶段正在建设中
- 投运年份：2024 年一季度