

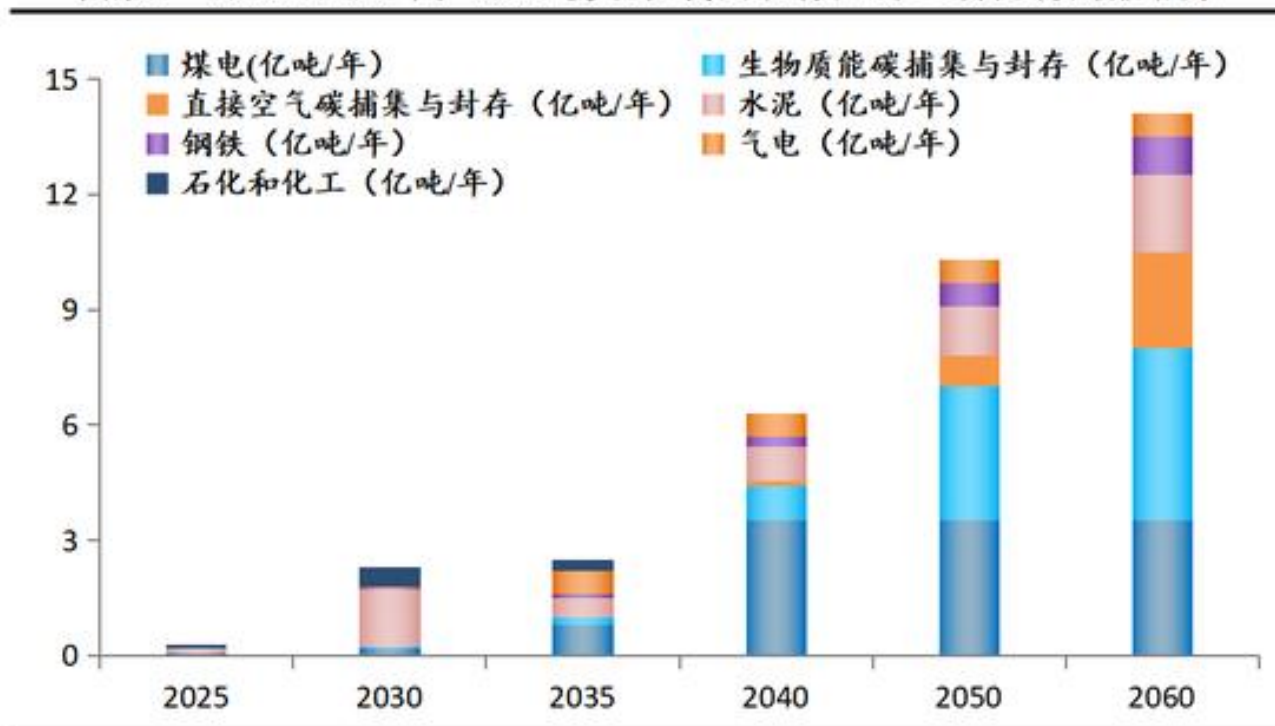


任泽平：碳捕集、碳封存、 碳利用 技术减碳新模式



意见领袖 | 任泽平团队

图表： 2025-2060 年，CCUS 技术在我国各行业的二氧化碳减排潜力



资料来源：生态环境部环境规划院等，泽平宏观

文：任泽平团队

导读

二十大报告中指出，我国要积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，加强煤炭清洁高效利用，积极参与应对气候变化全球治理。碳捕集利用与封存（CCUS）技术，从固碳端改善生态环境，降低人类活动对自然环境的影响，最大程度上实现人与自然和谐共生的目标。



要实现碳中和，需要在发电端、能源消费端和固碳端共同发力。新能源发电端，有风电光伏为代表，新能源消费端，有新能源车为代表。那么在固碳端，碳捕集利用与封存技术将作为碳减排最有效、最直接的手段，减排的潜力大、应用场景广、潜在效益高。

上游碳捕集，是整个固碳技术的核心环节。有传统捕集、生物质能碳捕集和空气碳捕集等多种技术，大幅降了碳捕集成本。又有燃烧前捕集、富氧燃烧捕集、燃烧后捕集等多种捕集工艺，化学吸收法、物理吸收法、膜分离法等多种分离吸收途径。未来，新一代的捕集技术有望从实验室走到现实，进一步优化碳减排捕集成本。

中游碳运输，能够实现“碳转移”，是连接技术链上中下游的关键。

未来以管道输运为主流，辅以罐车运输和船舶运输等方式，将建立起多运输方式结合的碳输运体系，满足规模化碳减排需求。

下游碳利用和封存，陆上咸水层封存、海上咸水层封存和枯竭油气田封存等碳封存技术飞速发展；地质利用、物理利用和化学利用等碳利用技术初具规模。未来的碳封存，可将二氧化碳储存于地层或海底中，成为碳元素的“储备池”；碳利用，可从“储备池”提取碳元素进行利用，多种方式加强二氧化碳中碳元素的经济效益，实现人工碳循环。

发展碳捕集利用与封存技术，是稳健推进我国能源体系转型的关键。高碳排能源由此变得清洁化，先立后破，是加强煤炭清洁高效利用的关键。未来，在碳减排需求规模化增长的趋势下，碳的捕捉、封存、利用等各环节，将更加注重安全性、可靠性、经济性的提升，新型商业模式、多元化产业格局得以构建。



目录

- 1 实现碳中和，要把碳捕捉、封存、利用起来
- 2 碳捕集利用与封存运行机制：上中下游共同发力实现碳减排
 - 2.1 上游碳捕集：多元技术路线发展降成本
 - 2.2 中游碳运输：多种运输方式，满足规模化需求
 - 2.3 下游碳利用与封存：多途径处理助力碳循环
- 3 趋势与展望：实现商业化、规模化，固碳体系是绿色发展的重要环节

节

正文

1 实现碳中和，要把碳捕捉、封存、利用起来

碳中和，一般指国家、企业、产品、个人通过植树造林、节能减排等形式，抵消自身产生的二氧化碳或温室气体排放。最终达到在一定时间内自身直接或间接产生的二氧化碳或温室气体排放总量相对“零排放”的状态。

碳中和的提出，是为了使大气中二氧化碳的浓度不再增加，减少人类活动对气候的影响。《气候变化 2013：自然科学基础》指出，人类活动导致的气温升高的可能性高达 95%以上。而自然界自身产生的二氧化碳排放通过生态系统的固碳抵消，对气候变暖的影响忽略不计。从这个角度上来看，实现碳中和关键点在于如何处理人类活动所产生的二氧化碳。

目前，生产经营活动产生的二氧化碳排放主要集中在能源发电端和能源消费端，其中发电端占比超过 40%，能源消费端包括工业、交通运输、居民消费等占比超 50%。根据碳排现状，实现碳中和目标必须从电力端、能源消费端以及固碳端三端共同发力。

一是在电力端，要大力发展清洁能源，优化能源结构。未来电力和热力的供应结构从以煤为主，优化发展为以风、光、水、核、地热、氢能等可再生能源和非碳能源为主，最大幅度减少能源发电端的碳排放。

二是在能源消费端，要推动工业生产、交通运输领域使用低碳化的原材料，减少使用高碳排材料，比如水泥生产过程把原料石灰石的使用量降

到最低等。同时在生产过程中加大绿电消纳，如建材、钢铁、化工、有色金属等原材料生产的用能，以绿电、绿氢为主。

三是在固碳端，推动二氧化碳捕集利用和封存等固碳技术发展，实现商业化和规模化发展，真正实现人类生产生活碳排放对气候环境的“0”影响。实际上，无论电力端和能源消费端如何发展，技术上要实现“0”碳排放是不现实的。

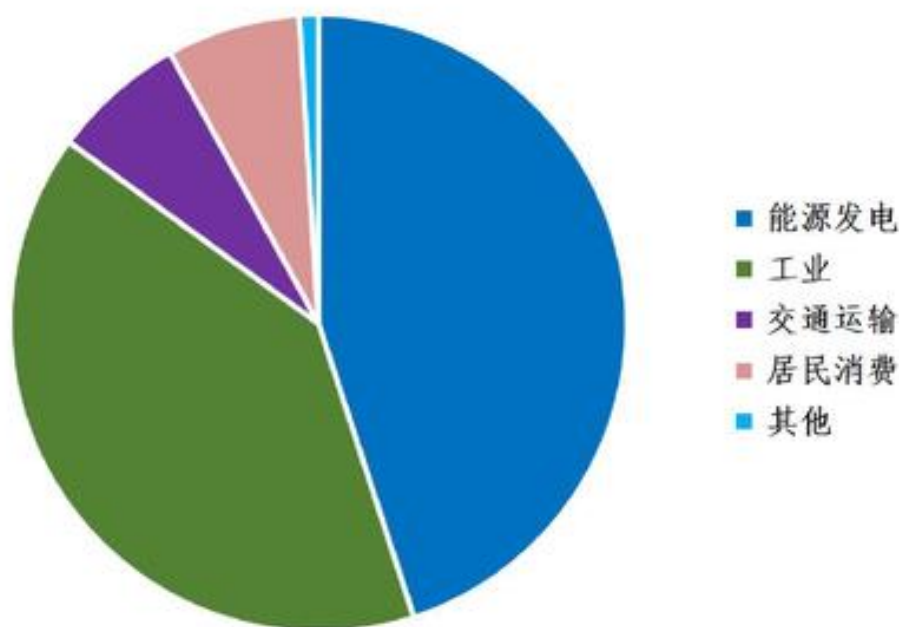
短期来看，目前全球能源体系仍然以化石能源为主，发展中国家对于化石能源更为依赖，新型清洁能源暂时无法独挑大梁。发电端仍以煤电为主的事实，短期内难以逆转，能源端的高碳排放缓解仍需要时间。长期来说，即使绿电发展到能够足以替代化石能源，但在某些领域，仍然会产生大量的二氧化碳排放。国际能源署发布钢铁行业技术路线图指出，2050年多数国家实现碳中和之际，钢铁行业在工艺改进、效率提升、能源和原料低碳化后，仍将剩余34%的碳排放量，即使叠加氢直接还原铁技术的突破，剩余的碳排放量也将超过8%。水泥行业通过采取其他常规减排方案后，仍将有48%的碳排放量剩余。

因此，我们迫切需要发展固碳技术，将“不得不排放的二氧化碳”用各种人为措施固定下来。

在固碳技术中，碳捕集利用与封存技术（CCUS）是最关键的存在，为我国碳中和目标的如期实现助力。例如，未来对绿电占比要求高了以后，如果新能源储能没有及时匹配，可能导致的电力系统波动性增大。而CCUS

技术使得火力发电也拥有了低碳排放的可能，从这个角度而言，火电低碳化，火电也成为了绿电。CCUS 技术也是钢铁、水泥等高碳行业实现净零排放的必要技术选择。未来，CCUS 技术与新能源结合，整体或实现负排放。

图表：我国二氧化碳排放主要集中在发电、工业和交通运输端



资料来源：公开资料，泽平宏观

相比其他碳减排手段，CCUS 减排潜力大，减排效益可观，相提国际

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_50246

