

随着双碳日期逐渐临近，很多企业都在为二氧化碳的排放问题而努力。中国对外公布双碳战略时间表后，在碳排放技术层面和市场层面的投入规模，呈现了逐年翻倍的增长。

关于二氧化碳的处理问题，目前行业内存在两种观点：一是通过新能源建设、森林植被等手段，置换生产中产生的二氧化碳。二是通过对生产中二氧化碳的捕集、存储和利用，有效控制企业的碳排放。平头哥了解到，目前很多企业在践行第二种观点，采用通常所说的CCUS，对碳进行捕捉、封存和利用。

行业内普遍认为，CCUS是实现净零碳排放

中国CCUS产业目前尚处于起步阶段，技术水平不及欧洲国家，二氧化碳的处理成本偏高。

图1 中国二氧化碳的主要来源

根据国家统计局公布的数据显示，中国二氧化碳排放方式中，电力和热力行业排放量最大，占到了总排放量的51%左右。其次是工业生产，二氧化碳的排放量在28%左右。交通运输行业的排放量占10%左右。

根据海通证券相关数据显示，在电力行业中，CCUS对于二氧化碳的处理成本在300-600元/吨；水泥行业中，CCUS对于二氧化碳的处理成本在180-730元/吨。这些行业上马CCUS项目，目前看来可能会带来较大的成本压力。

工业行业排放的二氧化碳总量占比在28%，看上去占比不算大，但对于中国双碳的总体战略目标来说，工业是净碳排放的重要整合行业。根据相关数据显示，煤化工行业中建设CCUS项目，二氧化碳的处理成本在100-200元/吨；石油化工行业中，CCUS项目对二氧化碳的处理成本在100-150元/吨，较煤化工低一点。

煤化工是以煤作为原料进行生产，有别于将煤做燃料的电力及钢铁行业。煤化

工生产过程中存在煤制合成气的过程，会产生大量的二氧化碳。虽然现代煤化工已经能够形成一定的二氧化碳捕集能力，但想要处理和利用好二氧化碳，目前仍有较高的门槛。

石油化工行业里，在炼油、化工生产等各个装置中，都会有二氧化碳产生，目前仍以排空为主。CCUS项目100元/吨的二氧化碳处理成本，对大宗化学品来说也有较大的成本压力，毕竟本身在正常情况下的生产利润也不算高。

图2 CCUS项目在各行业中的二氧化碳处理成本（图片来源：海通证券）

CCUS项目分为碳捕集、碳运输、碳封存和碳利用四个环节，目前国内首套百万吨级CCUS项目，是齐鲁石化-胜利油田的CCUS项目，通过捕集齐鲁石化生产过程中产生的二氧化碳，通过压缩运输至山东东营胜利油田，将二氧化碳作为油田驱油及咸水层的永久封存，让二氧化碳“沉睡”于地下。

目前碳运输的成本影响因素相对固定，而碳利用的途径比较多，下文简单聊一下碳捕集跟碳封存过程中对成本的影响。

在碳捕集过程中，由于生产装置不同、产品不同、生产的工艺技术不同，导致对二氧化碳的捕集成本也不同。根据相关数据显示，炼厂副产氢气环节的二氧化碳捕集成本最高，其次是在钢铁厂、水泥厂。而化工生产过程中，如环氧乙烷的生产、乙醇的生产等，其二氧化碳的捕集成本相对较低，这与产生二氧化碳的来源浓度及捕集方式有关，其生产浓度越高，捕集成本越低。

图3 不同化工生产环节中单吨二氧化碳的捕集成本（数据来源：杨文洁《碳捕获使用与埋存（CCUS）技术路径的成本分析研究》）

在碳封存环节中，对成本的最大影响在于地质条件。根据数据显示，其中最低封存成本在20元/吨，而在较为苛刻的地质条件下，封存成本可能达到140元/吨。因此，企业如果选择采用CCUS管理二氧化碳，那对于地质条件的勘测，也是降低处理成本的关键一环。

平头哥认为，CCUS技术正处于快速迭代的阶段，随着双碳日期的临近，中国CCUS项目的投入规模大幅增长，这很可能会驱动技术升级。CCUS项目的技术升级，就可能带来二氧化碳处理成本大幅降低。据行业内预计，至碳达峰之前，CCUS的项目处理成本有望降低50%左右。

在石化行业中，如果CCUS发展顺利，那该项目会快速布局在各大石化企业中，对于二氧化碳的管理总量将会超过900万吨/年，是目前40万吨/年的20多倍，增长十分迅猛。未来CCUS的整体产值可能超过1500亿元，是一门值得关注的生意。