

碳捕获与碳封存技术（CCS）

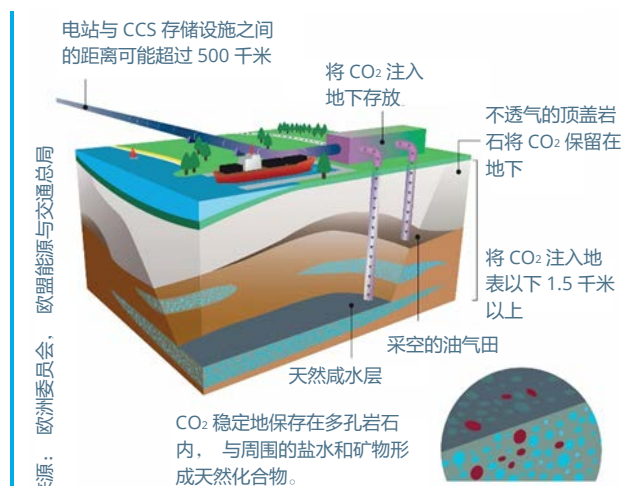


在向低碳世界转型的过程中，我们需要转变钢铁的生产方式。低碳炼钢没有唯一的解决方案，需要实施多种技术组合，可以选择独立部署，也可以根据实际情况进行混合部署。应对气候变化系列资料概览，将主要介绍和探讨目前开展的关键突破性技术以及面临的现状。

什么是碳捕获与碳封存技术？

碳捕获与封存技术（CCS），通常是指捕获从大型排放源产生的CO₂，将其运输至储存站点并进行封存，避免CO₂排放到大气中的一种技术组合。

被封存的CO₂被注入地质结构中；这些地质结构可以是废弃油气田，或是其他适合的地质结构。在CO₂永久性封存之前，还可以将CO₂注入成熟的油田，将岩层中的剩余油气驱出。该工艺被称为强化采油技术（EOR），也是碳捕获、碳使用及碳封存工艺（CCUS）的一种形式。



碳捕获与碳封存——来源：欧洲委员会，欧盟能源与交通总局

CCS 技术当前部署情况

目前全球共有26家全球运营的大规模CCS工厂。绝大部分（16家）工厂位于北美，并且使用的是强化采油技术。11家CCS工厂附属于天然气加工厂，1家属于电力行业，其余14家则分布在化工、氢气、肥料以及钢铁行业。¹

CCS 技术在钢铁行业的应用

潜在应用办法

CCS技术有可能应用于钢铁行业的所有主要排放点源。过去的研究项目重点将高炉作为传统综合钢铁厂的主要CO₂排放点源，采用的方法包括应用改造后的CO₂捕获技术，或是开发新型高炉。欧洲的ULCOS计划是后者的典型代表——该计划旨在开发一种激进的新型炉顶煤气循环型高炉设计方案。目前，CCS技术尚未用于高炉炼铁工艺。

直接还原厂提供了一条较为简捷的CCS技术路线，由于部分钢厂在设计之初就已包含CO₂分离技术，因此在正常运行过程中，可以排放出浓缩的CO₂气体流。这些工厂不需要增加额外的碳捕获设备。

碳捕获技术经过改造，可能被用于传统的直接还原铁厂。

基于煤炭的创新型熔炼还原厂（例如，塔塔钢铁公司位于荷兰的HISARNA工艺示范项目）能够直接产生浓缩CO₂气体流，因此不需要使用碳捕获技术。

开发现状

- 酋长国钢铁公司位于阿布扎比的直接还原铁厂是目前钢铁行业唯一正在运行的CCS工厂。该工厂每年能够捕获80万吨CO₂，捕获后的CO₂被压缩和脱水后，经过50千米管道，注入成熟的陆地油层，用于EOR业务。由于其特别设计，直接还原铁厂在正常运行过程可排除CO₂含量达90%的废气流，因此不需要增加额外的碳捕获工艺步骤。
- 在委内瑞拉，一处类似工厂排除的废气含CO₂接近100%，但被捕获的CO₂目前仍被排入大气。
- 特尔尼翁公司位于墨西哥的直接还原铁厂将CO₂捕获后进行利用。
- 多个科研项目都在研究高炉的碳捕获问题，其中包括日本的COURSE 50项目和欧盟的ULCOS计划，以及正在德国（ROGESA公司和撒斯特钢材集团）开展的项目，和瑞典STEPWISE项目。
- 目前，安赛乐米塔尔公司正在进行一个前端工程设计研究项目，旨在设计一个能够捕获高炉CO₂排放量50-70%的收集系统。
- 塔塔钢铁公司正在参与阿瑟斯项目，目标是在荷兰的北海运河地区建立一个CO₂运输和封存网络，以实现CO₂的批量利用和封存。
- 安赛乐米塔尔正在与北极光联盟合作。该项目计划将比利时和法国炼钢过程产生的CO₂运输到挪威，封存到挪威的地质结构中。

挑战

升级改造

根据国际能源署发布的核心文件《可持续发展方案》，到2070年，全球钢铁行业产生的CO₂中约75%将被捕获。为达到这一目标，2030年至2070年，²我们平均每年要建造14家具备碳捕获能力的钢铁厂，相当于2070年前要累计捕获15GTCO₂。目前已安装的CCS产能相当于0.0007GT/年，因此升级改造面临严峻挑战。

基础设施

CCS技术面临的挑战之一是如何将大批量的压缩CO₂从排放点源，运输到大规模的CO₂封存站点，尤其是海上封存站点。管道作为一种解决方案，实施的可行性将取决于土地条件、运输的体积，以及CO₂是否来自多个分散式排放点源。另一个方案是使用专门的海上油轮，将CO₂从一个或多个港口直接运输到海上存储站点，或者也可以先运输到岸基存储设施，再通过管道输送到存储站点。

公众接受程度

CCS技术还未被大众普遍接受，公众的感知和接受程度仍然构成制约该技术广泛部署的瓶颈。许多环保非政府组织都不接受CCS技术，认为该技术高风险、未经验证并且根本没有必要。

本地社区也不接受CCS技术，他们提到该技术带来的安全问题以及对地产价值的影响等——尽管各地区存在一定差异性。在许多拥有地下开发历史的地区（例如，沙特阿拉伯、得克萨斯州），本地社区的担忧程度较低；不过，在欧洲地区，CO₂封存设施的开发目前仅限海上封存设施。

有证据表明，虽然可以消除社区的担忧，但项目支持者要付出相当大的努力。

成本问题

国际能源署发现，在特定地区背景下，创新型工艺生产路线（包括高炉CCS技术、熔炼还原技术以及基于煤气的直接还原铁技术）的预期成本要比传统技术高10-50%。国际能源署同时指出，这部分增加的成本要显著高于今天的炼钢利润率。

监管问题

作为新兴技术，CCS技术的监管制度还在制定中。例如，目前欧盟地区还没有制定可以量化和验证CO₂封存的框架体系，并且在世界范围内，许多司法辖区也都几乎没有CCUS管理框架。

2021年7月 | AP/AE

¹ 全球CCS研究所, [ficiency,https://co2re.co/](https://co2re.co/)

² 国际能源署, ETP模型