



信息资料页

## 碳捕集利用/封存 与排放交易体系的整合

推动碳捕集利用/封存 (CCU/S) 技术需要相关激励制度的支持, 其中排放交易制度发挥着关键作用。欧盟排放交易体系 (EU ETS) 是促进欧盟CCU/S发展的关键工具, 因此CCU/S与EU ETS的整合运行是非常重要的。

### 欧盟排放交易体系 (EU ETS)

**欧盟排放交易体系 (EU ETS)** 是欧洲碳中和转型的主要工具, 具有排放者付费、技术中立和有效减少温室气体排放等特点。

在产业转型的背景下, 排放交易发挥着至关重要的作用, 并与碳捕集利用/封存 (CCU/S) 市场的发展高度相关。关于推动CCU/S成为温室气体减排战略方法的各种激励措施, 以及激励措施之间的相互作用, 请参见相应的“激励制度”信息资料页。

本资料页探讨了如何通过**碳捕集与封存 (CCS)** 和**EU ETS指令**将CCU/S纳入EU ETS, 并分析了与CCU/S整合相关的挑战。

**EU ETS**已在所有欧盟成员国实施, 此外, **挪威、冰岛和列支敦士登**也加入了EU ETS。

### EU ETS概述

EU ETS是一种**上限交易制度**, 功能如下 (详见图 1):

1. “**上限**”规定了排放配额的总量;
2. 配额采用拍卖方式, 免费分配到被认为有碳泄漏风险的行业, 配额可以交易;
3. 参与的企业必须提交与其排放量相等的配额 (1个配额=1吨二氧化碳排放当量);
4. 欧盟规定每年发放的配额数量应根据欧盟气候目标以一定速度减少;
5. 价格由市场形成, 预计会上涨。<sup>1</sup>

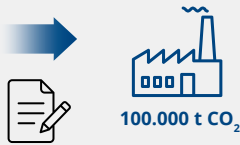
1 德国排放交易管理局(DEHSt) (2024) – 有关EU ETS 1的信息, [https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/EU-ETS-1-Informationen/eu-ets-1-informationen\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/EU-ETS-1-Informationen/eu-ets-1-informationen_node.html), 访问日期02/12/2024.

1

上限规定了包括的各部门的年度排放配额总量

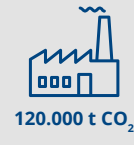
2

企业排放配额的分配或拍卖



3

企业需要更多配额



4

企业从市场购买配额



5

另一家企业有配额盈余



6

自2024年起, EU ETS 1 中设定的数额上限每年减少 4.3%



图1: 欧盟排放交易体系概览, 来源: 德国能源署(dena)<sup>1</sup>

以下工厂和行业必须遵守EU ETS 1 的规则:<sup>1</sup>

- 大型能源工厂,特别是化石燃料发电厂、热电联产厂以及供热厂(发电能力至少为20兆瓦)
- 能源密集型工厂,如钢铁高炉、炼油厂、水泥厂、铝厂和化工厂(N<sub>2</sub>O和全氟化碳(PFC)排放也包括在内)
- 欧洲内部航运。对于往返第三国的航运,适用国际航空碳抵消和减排计划(CORSIA)规则,这是一个旨在抵消和减少国际航空温室气体排放的系统。<sup>2</sup>
- 海运,覆盖所有欧洲经济区(EEA)内的海运。欧洲经济区(EEA)港口与第三国之间的海运只需承担该航线排放量的50%,2024年仅适用于二氧化碳排放,从2026年开始将扩大到一氧化二氮(N<sub>2</sub>O)和甲烷(CH<sub>4</sub>)排放。对于EEA内部的海运,2024年覆盖40%的排放量,2025年覆盖70%,2026年起覆盖100%。<sup>3</sup>

### 主要数据

到2023年,EU ETS 1所涵盖的行业排放量为10.9亿吨二氧化碳当量,约占欧盟温室气体排放总量的40%。<sup>1</sup>

从2005年到2023年,EU ETS 1所覆盖行业的排放量减少了48%。<sup>1</sup>

### EU ETS展望

作为绿色协议(Green Deal)的一部分,EU ETS在2023年进行了调整,主要变化如下:

- 到2030年,EU ETS的排放上限比2005年降低62%。在EU ETS 1中,排放上限的降低速度将更快,自2024年起将减少4.3%,自2028年起将减少4.4%,而非之前的2.2%。<sup>1</sup>
- 从2026年起,航空运营商将不再获得免费配额,而海运部门的配额比例将达到100%。<sup>2</sup>
- EU ETS 2(建筑和道路运输)中的排放量监测于2024年开始,配额拍卖将于2027年启动,但不提供免费配额。
- 配额盈余将由调整后的市场稳定储备机制(MSR)来调控。<sup>1,4</sup>
- 从2039年开始,将不再发放新的配额,这意味着除非企业使用之前购买的配额,否则将不再允许排放。<sup>5</sup>
- 到2028年,欧盟委员会计划将热废物处理纳入EU ETS,整合方案报告将于2026年提交欧洲议会,该报告还探讨了在2030年底之前,成员国应在多大程度上拥有选择退出的权利。<sup>6</sup>

2 德国排放交易管理局(DEHSt)(2024)-航空运输:EU ETS 1与国际航空碳抵消与减排计划(CORSIA),[https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/Luftverkehr/luftverkehr\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/Luftverkehr/luftverkehr_node.html),访问日期 02/12/24.

3 德国排放交易管理局(2024)-海运:EU ETS 1与监测、报告和核查(MRV),[https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/Seeverkehr/seeverkehr\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/Seeverkehr/seeverkehr_node.html),访问日期 02/12/24.

4 德国联邦环境署(UBA)(2023年)-EU ETS 1与欧盟2030年气候目标的一致性以及市场稳定储备改革(MSR 1),[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet\\_cap\\_msr\\_2023\\_en\\_v2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet_cap_msr_2023_en_v2.pdf).

5 Euractiv(2022)-专家警告:工业与电力行业的二氧化碳配额预计将在2039年前耗尽,<https://www.euractiv.de/section/finanzen-und-wirtschaft/news/experten-co2-zertifikate-fuer-industrie-und-strom-bis-2039-aufgebraucht/>,访问日期 02/12/24.

6 欧洲理事会(2022年)-“Fit 55”:理事会和议会就欧盟排放交易体系和社会气候基金达成临时协议,<https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/12/18/fit-for-55-council-and-parliament-reach-provisional-deal-on-eu-emissions-trading-system-and-the-social-climate-fund/>,访问日期 02/12/24.

## 专题 – 市场稳定储备机制

**市场稳定储备机制 (MSR)** 的理念于**2015年**提出,旨在解决 EU ETS 配额供应过剩的问题,其目的是平衡市场供需,加强碳市场应对供应失衡的能力。该机制在2018年正式建立,2019年开始运行。当供应过剩时,通过 MSR 收回配额;当出现短缺时,释放配额。通过这种方式,MSR 有助于维持一个稳定且足够高的二氧化碳价格。<sup>1,4</sup>

### EU ETS 在工业转型中的作用

EU ETS 在两个层面发挥作用:碳价信号是减排的**推动因素**,而来自排放交易收入的基金则是**拉动因素**。

**EU ETS 1** 的大部分拍卖收入用于支持能源和工业行业脱碳:

- 国家拍卖收入必须**100%**用于气候保护。德国的所有收入都直接转为气候转型基金。
- 此外,还有两个欧洲基金:**创新基金和现代化基金**。创新基金支持所有成员国的创新进程,而现代化基金则专门帮助较落后的成员国。
- **EU ETS 2** 的拍卖收入部分归入**欧盟社会气候基金**。

此外,EU ETS 也是碳差价合约(CcfdS)等其他工具的基础。<sup>1</sup>

### 企业在 EU ETS 中面临的挑战

工业面临的挑战之一是排放定价会增加成本,这可能会刺激企业将生产转移到国外,尤其是不同排放价格的国家(**碳泄漏**)。为了解决这个问题,EU ETS 1 中某些行业企业可以免费获得配额。**碳泄漏清单**决定了哪些企业有资格获得免费配额(见下方文本框),这种免费配额主要惠及能源密集型产业。使用碳捕集与封存(CCS)技术来减少温室气体排放的行业,通常属于碳泄漏清单范畴。<sup>7</sup>

免费配额虽然降低了转型的动力,但有助于防止因财政负担过重而导致的生产外迁风险。为了逐步取消免费配额,欧盟引入了**碳边境调整机制(CBAM)**,其作用将在下文进一步讨论。

### EU ETS 中的碳捕集与封存(CCS)

根据 EU ETS,二氧化碳捕集与封存(CCS)被视为一种减排方案,包括针对二氧化碳储存的监测、报告和核查(MRV)规则。根据**第2003/87/EC号指令(EU ETS指令)**,按照**CCS指令**捕集并永久封存的二氧化碳无需纳入 ETS 配额。<sup>8,9</sup> 该指令适用于通过管道运输的二氧化碳,自**2023年4月起**,也适用于其他运输方式。

### 碳捕集和封存(CCS)的监测、报告和核查

为了通过 CCS 技术有效减少排放,必须确保二氧化碳被永久封存,并能**准确监测**捕集和运输的**排放量**。

欧洲 CCS 的 MRV 由**CCS指令和 EU ETS指令**来管理。

根据**CCS指令**,使用 CCS 技术的设施运营商必须制定**经批准的监测计划**,且必须包括测量和计算二氧化碳捕集量和封存量的方法。数据必须每年报告一次,并由认证机构进行核查。

## 专题:碳泄漏清单

**碳泄漏清单**列出了因国际竞争而被视为碳泄漏高风险的行业及其子行业。

碳泄漏高风险行业中的企业可获得相当于行业特定基准值(10% 最高效装置的平均排放量)100%的免费配额。

对于不在**碳泄漏清单**上的其他行业企业,免费配额在 EU ETS 第三阶段会逐渐减少。由于基准是以表现最佳的企业为基础,因此只有行业中效率最高的企业才能获得足够的免费配额来覆盖其所有的排放。

在 EU ETS 第四阶段,免费配额将集中用于将生产转移到**欧盟**以外风险最高的行业。决定行业及其子行业是否面临重大碳泄漏风险的标准已经改变,目前碳泄漏风险水平是用贸易强度和排放强度指标来衡量的。

### 二氧化碳运输

MRV 的范围包括与**运输基础设施相关的所有设施**,例如二氧化碳临时储存、压缩、液化、气化、清洁站或加热器。

二氧化碳运输基础设施运营商使用以下方法之一确定排放量:

- 所有输入和输出物料流的总质量平衡(方法 A)
- 监测单个排放源(方法 B)

运营商一般应使用方法 B,除非能向管理部门证明方法 A 能提供更可靠的结果,且总排放量的不确定性更小。

每个二氧化碳运输运营商必须每年至少使用一次方法 A 来检验方法 B 的可靠性。**运营商**必须将以下设备的少量排放纳入核算:密封件、测量装置、阀门、中间压力站和临时储存设施。如果发生泄漏,运营商通过将温度和压力的变化与正常运行时的平均值进行比较,计算二氧化碳排放量。

7 欧盟委员会(2024年)--碳泄漏, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/carbon-leakage\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/carbon-leakage_en), 访问日期 02/12/24.

8 欧盟(2023)–欧洲议会和欧盟理事会第(EU)2023/959号指令, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/959/oj>.

9 欧盟(2018)–欧洲议会和欧盟理事会第2009/31/EC号指令, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A2009L0031>.

## 二氧化碳储存

CCS指令负责储存场所的测量、监测和核查(MMV)。

MMV流程从选择储存场所开始。**成员国**可以指定储存点建设区域,并决定是否需要进行勘探。此外,**成员国**有责任确保所有储存点都必须获得**管理部门**颁发的正式储存许可证,否则不得运营。

**运营商**必须对每个储存点制定详细的监测计划,该计划必须经**管理部门**批准,并每五年对其进行一次审查,以纳入最新的行业标准和进展。**运营商**必须使用适当的监测方法,并定期向**管理部门**提交有关监测结果的详细报告。**成员国**确保对所有储存设施进行例行和非例行检查。

在德国,储存点关闭后,**运营商**还需承担**40年**的责任;此后,责任移交给国家。

根据**EU ETS监测条例**,如果发生泄漏<sup>10</sup>,**运营商**必须说明泄漏情况,并抵扣同等数量的配额。排放报告作为监测过程的一部分继续进行,直至实施纠正措施后才会停止。

## EU ETS中的碳捕集与利用(CCU)

目前碳捕集与利用(CCU)仅在非常特殊的情况下才被EU ETS认可为减排手段。**EU ETS**的修订**包括一项条款(第12.3.b条)**,规定如果二氧化碳被捕集并永久性地结合在产品中,从而防止其再次释放(称为“永久性CCU”),则**无需抵扣二氧化碳配额**。一项**授权法案(C(2024) 5294)**做出了更详细的规定,并已就此类核算机制提交公众咨询。该授权法案的最终版本包括以下清单,具体说明了哪些产品可永久性地结合二氧化碳:

- a) 碳化骨料,用于非粘结或粘结性的矿物建筑材料;
- b) 建筑产品中使用的水泥、石灰或其他水硬性粘结剂的碳化成分;
- c) 碳化混凝土,包括预制块、铺路石或加气混凝土;
- d) 碳化砖、瓦或其他砌筑材料。<sup>11</sup>

关于CCU的其他规定如下:

## EU ETS中的CCU核算规定

排放交易体系修订版规定,当碳被捕集后再次释放时,例如非生物源可再生燃料(RFNBOs)或再生碳燃料(RCFs),<sup>12</sup>排放交易配额只需在**最初产生二氧化碳时**支付一次。因此,上游企业缺乏直接投资CCU的动力。<sup>13</sup>

目前,关于**温室气体方法学授权法案REDII**限制在**2040年后**的CCU燃料中使用与ETS相关的排放(**2036年之后**用于发电燃烧产生的排放)。当用于RFNBOs/RCFs时,捕获的化石源二氧化碳将不再被视为可避免的排放。<sup>14</sup>

## 可持续碳循环

由于不同来源(生物、化石或空气)的二氧化碳通常在捕集或运输过程中混合在一起,**无法通过物理的手段将它们分离**。为了正确核算和计入负排放,这种分离是必要的。一个可能的解决方案是采用质量平衡法或建立一个跟踪二氧化碳来源的系统,以正确分配排放量。目前,欧洲正在“**可持续碳循环**”进程中开发认证系统。<sup>15</sup>

## 碳移除和碳农业认证条例

在某些条件下,CCU工艺有助于清除大气中的二氧化碳(CDR)。**欧盟**正在制定**碳移除和碳农业认证(CRCF)**框架,以建立首个认证二氧化碳清除的政府框架。

预计**2025–2026年**的一项授权法案将明确不同碳清除解决方案的定义和规则。根据欧盟的CRCF法规,直接空气捕集(DAC)产生的二氧化碳或矿化产品中可持续生物质产生的二氧化碳将被视为碳移除。<sup>16</sup>

10 如果发生泄漏,可能会“排放”或“渗入水体”。Umweltbundesamt (2024) - Carbon Capture and Storage, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen>, 访问日期 02/12/2024.

11 欧盟 (2024) - C(2024) 5294, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=PI\\_COM:C\(2024\)5294](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=PI_COM:C(2024)5294), 访问日期 02/12/2024.

12 RNFBOs--“RNFBO”指非生物来源的可再生液体和气体燃料,是可再生能源指令中定义的一类可再生燃料产品。RCF--“RCF”的定义是:从不可再生的液态或固态废物流中提取的液态和气态燃料,这些废物不适合可再生能源指令(Renewable Energy Directive)中的材料回收。

指令中不适合进行材料回收的液体和气体燃料。

13 欧盟委员会 (2024) - 可再生能源指令, [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en), 访问日期 02/12/2024.

14 作为工业碳管理战略工作组一部分的未发表报告。

15 欧洲议会 (2022年) - 可持续碳循环, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733679/EPRS\\_BRI\(2022\)733679\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733679/EPRS_BRI(2022)733679_EN.pdf), 访问日期 01/12/24.

16 欧盟委员会 (2024年) - 碳清除与碳农业, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming_en), 访问日期 02//24.

## 概述 – 欧洲现行的 CCU 法规

多项立法和倡议直接影响 CCU 项目,包括:

**欧盟《可再生能源指令》(RED)** 包括了几个关键目标,重点是促进和扩大可再生能源的使用。根据 **RED III** 的规定,到 **2030 年,可再生能源必须占交通部门能源消耗总量的29%**,包括增加生物燃料、氢气以及合成燃料的使用。基于 CCU 的燃料也可以被视为合成燃料来使用。该指令特别强调了对绿氢(由可再生能源电力生产)和可再生气体使用的关注,并针对这些能源的生产和利用设定了具体目标。可再生气体也可以使用 CCU 工艺来生产,因此 RED III 为可再生氢气以及 CCU 燃料(如非生物源可再生燃料 (RFNBO) 和可循环碳燃料 (RCF)) 的使用设定了配额和目标:

- 到 **2030 年**,交通领域总能耗中至少**5.5%**来自 RFNBOs 或先进的生物燃料;至少 **1%**的子目标必须通过 RFNBOs 来实现。
- 到 **2030 年**,工业用氢中至少**42%**来自于 RFNBO;到**2035 年**,这一目标将提高到**60%**;成员国可将目标降低 **20%**(即 **2030 年降至 33.6%**)。

此外,RED 还制定了具体的温室气体排放核算规则,通过评估二氧化碳捕集和替代所带来的减排,推动某些活动转向生物碳而非化石碳(RED II,附件 5.C)。

**RED II 授权法案**规定了产生 RFNBO 和 RCF 必须满足的标准和条件,提供了获取可再生能源和碳的方法(例如: DAC、生物源二氧化碳、**2036/2041 年**之前的工业排放交易体系中的二氧化碳)。

**欧盟航空可再生燃料指令 (ReFuelEU Aviation)** – 该指令要求航空企业使用一定比例的可持续航空燃料 (SAF),这种燃料产生的二氧化碳排放量比传统化石煤油要少。引入的 SAF 配额中,包括某些生物燃料、RFNBO、RCF 和某些低碳燃料,以达到:

- 到**2025/2030/2040/2045/2050 年**分别至少达到 **6%、20%、34%、42%和 70%**。

此外,还为 RFNBO 和某些低碳航空燃料制定了专门配额:

- 到**2030/2035/2040/2045/2050 年**分别至少达到 **0.7%、5%、10%、15%和 35%**。

**欧盟海运燃料指令 (Fuel EU Maritime)** – 该指令规定了海运的排放标准,要求海运企业逐步减少其燃料的二氧化碳排放量,其目的是在海运中推广使用替代性、低碳或零碳燃料,包括生物燃料、氢气、氨和合成燃料,也包括基于 CCU 的燃料。船舶所用燃料的温室气体减排约束性目标如下:

- 到**2025/2030/2035/2040/2045/2050 年**分别达到 **2%、6%、14.5%、31%、62%、80%**。

条件性配额为:

- 如果到**2031 年** RFNBO 在组合燃料中所占比例低于 **1%**,则到**2034 年** RFNBO 的比例为 **2%**。

总之,这三项法律旨在促进可再生燃料的发展,并扩大 CCU 工艺规模。然而,初始目标的**重点是生物基方法**。

## 碳边境调节机制(CBAM)的作用

### 目标

逐步取消**免费配额**对 EU ETS 的有效性至关重要。**CBAM 将取代免费配额,成为降低碳泄漏风险**(即企业将生产转移到气候法规较弱的国家)的**主要手段**。CBAM 的实施也有助于激励非欧盟国家采取气候政策,鼓励制造商在生产出口产品时使用 CCU/S 等清洁技术。目前, CBAM 处于过渡阶段,不履行报告义务的行为将受到处罚。从**2026 年**开始,将逐步对进口产品的内含排放进行定价。<sup>17</sup>

### 功能

根据 CBAM,某些商品的进口商(或其间接海关代表)必须报告其**产品的内含排放量,并提交与总内含排放量相对应的 CBAM 证书**。CBAM 证书的数量根据国外支付的碳价和欧盟内部的免费配额进行调整;CBAM 证书的定价将根据 EU ETS 配额的平均拍卖价格每周确定一次。自**2026 年 1 月 1 日**起,只有获得授权的 CBAM 申报者才能进口 CBAM 商品到欧盟。图 2 显示了 CBAM 预期功能的概览。

### 范围

CBAM 适用于“CBAM 条例”中定义的以下行业产品的特定直接和间接温室气体排放:

- 电力
- 水泥
- 钢铁(仅直接排放)
- 化肥
- 氢气(仅直接排放)
- 铝(仅直接排放)

以上涵盖了某些化学品生产过程中产生的二氧化碳排放、N<sub>2</sub>O 排放以及铝生产过程中的全氟化碳(PFC)排放。某些下游产品(如螺丝)也属于 CBAM 范围。欧盟委员会将在**2026 年之前**对是否应扩大 CBAM 范围进行评估,例如将有机化学品和聚合物包括在内,将间接排放的覆盖范围扩大到钢铁、铝和氢气行业,或将更多的下游产品包括在内。<sup>17</sup>

17 德国联邦环境署(2023) – 欧盟将引入碳边境调节机制(CBAM), [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/cbam\\_factsheet\\_de.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/cbam_factsheet_de.pdf), 访问日期 02/12/24。

## 时间表

**2023年10月至2025年底**，CBAM进入了一个没有财政义务和简化报告要求的过渡期。从2026年起，进口商必须购买并提交与进口商品内含排放量相对应的CBAM证书。提交CBAM证书的义务将随着欧盟对相应产品生产商的免费配额分配的减少而逐渐增加。到**2034年**，**相关产品的免费配额将被完全取消**，CBAM义务将适用于**100%**的内含排放量。<sup>18</sup>

## 与免费配额的相互作用

进口商必须提交的CBAM证书数量会做调整，以反映EU ETS配额的免费分配情况(第31条)。**EU ETS的免费配额越高，进口商的CBAM义务就越小**，而免费配额越低，CBAM义务就越大。**2026-2034年**，在完善确认CBAM的过程中，免费配额将逐步取消<sup>18</sup>。

由于二氧化碳定价将发挥更大的作用，未来**CBAM覆盖的进口商将有更强的动力从排放强度更低的企业进行采购**。在水泥、钢铁等行业中，CCU/S技术的使用规模会进一步扩大，例如在水泥行业，由于水泥熟料生产过程中会产生排放，CCS将在脱碳方面发挥长期作用，CBAM将为其转型提供更大的动力。

## CCU/S在EU ETS中面临的挑战

将CCS纳入EU ETS已经开始实施，CCU的相关法规也已出台。然而，在**CBAM、CCU和负排放整合方面的挑战依然存在**。

## 在EU ETS中处理生物排放/纳入负排放

直接空气碳捕集与封存(DACCS)或生物能源碳捕集与封存(BECCS)等方法可实现二氧化碳的清除(CDR)。通过CDR清除的二氧化碳尚未纳入ETS。此外，人们还担心用于BECCS的生物质的可持续性。从长远来看，将CDR纳入ETS可以**使企业利用负排放来补偿剩余排放**。<sup>19</sup>

这个问题如今也与热废物处理相关。在**德国**，热废物处理产生的排放量中约有**50%-60%**是生物源排放，其余为化石源排放。**目前，可持续生物质的排放系数为零**，这意味着在ETS框架内缺乏捕获生物源二氧化碳的激励措施。因此，只有当运营商从捕集生物源二氧化碳中获益时，才会出现商业案例。这可以通过对合成燃料生产的需求(需求方)来实现，如通过可持续航空燃料(SAF)的配额法规来实现，或者通过实现负排放的补偿来实现。解决将CDR纳入EU ETS的问题，对于有效扩大热废物处理设施的碳捕集规模至关重要。

## CCU的监管

### 核算

在EU ETS框架内激励CCU的最大挑战是缺乏制造商采用CCU技术的动力，因为产生二氧化碳的制造商通常仍需购买配额。目前，只有产品中的永久性CCU才有资格参与核算，欧盟层面也没有具体的法规来改变这种情况。目前**仍不确定EU ETS是否会成为鼓励向CCU工艺转变的主要工具**。

### 认证

将**CCU工艺纳入EU ETS需要对减少的二氧化碳排放量进行认证**，包括二氧化碳的来源(生物源、化石源或空气源)、产品的生命周期以及所用能源(包括氢气)的温室气体排放量。生命周期评估标准和“绿色”产品认证也是必要环节。

## 碳泄漏与CBAM的作用

CBAM的引入会取代EU ETS中的免费配额分配，同时降低碳泄漏风险。关于CBAM是否能完全实现这些目标，目前还存在争论。对于某些欧洲市场，尤其是水泥行业，CBAM似乎很有可能帮助**降低碳泄漏风险**。在这些行业，CBAM还可以支持CCS技术的发展，双方都面临着不可避免的工艺排放问题。因此，CCS是这些行业减排的核心技术，而CBAM可能会提供额外的激励，以加快其在整个欧洲的应用。



图2: 碳边境调节机制(CBAM)的运作机制, 来源:德国联邦环境署(2023)<sup>18</sup>

18 德国联邦环境署(2023) - 欧盟将引入碳边境调节机制(CBAM), [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/cbam\\_factsheet\\_de.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/cbam_factsheet_de.pdf), 访问日期02/12/24.

19 Pahle, Michael; Günther, Claudia; Osorio, Sebastian, Quemín, Simon (2023) - 渐进终局: EU ETS在实现气候中和道路上的作用——Emission Trading Extra, 访问日期06/12/2024

如何在所有工业部门实施CBAM是当前面临的一个关键挑战。这对于**全球范围内经营**或严重依赖出口的行业尤为重要，例如化工和钢铁行业。对这些行业来说，CBAM并不能完全解决生产成本问题，因为许多其他地区的生产成本仍然较低。这种成本差异意味着仅靠CBAM可能不足以实现公平竞争。

如果**CBAM无法防止碳泄漏**，可能会带来重大的经济结构调整。要使CBAM成为各行各业的有效激励机制，就必须应对这些挑战，以确保欧洲工业能够在为欧盟气候目标做出贡献的同时保持竞争力。

## 对中国的建议

中国也一直在尝试将CCS纳入其ETS体系。然而，由于缺乏适当的MRV方法，企业很难在其申报的CCS项目中采用统一的标准。许多项目仍然遵循现有的化学品和油气运输的国家和行业标准。

中国面临的另一个挑战是，获得大量免费配额会影响碳定价。预计在未来3年内，燃煤电厂的碳捕集量将达到每年数百万吨，政府担心配额供应过剩会使系统不堪重负。

因此，**中国政府尚未将CCS纳入其ETS体系。**

## 基础和短期考虑

将CCS纳入ETS被认为是合乎逻辑的，因为二氧化碳定价是激励CCS作为减排选择的最有效机制。这类似于EU ETS和CCS指令的既定框架。然而，中国未来是否会将CCS纳入其ETS体系取决于**强大的监测系统的可行性**，而这在中国尚未标准化。欧洲的经验表明，监测二氧化碳的运输和捕集并不存在根本性的障碍。因此，将CCS纳入中国的监测法规似乎是可行的。

专门的法律框架对封存至关重要，包括有关测量、监测和核查(MMV)的具体规定。**欧盟的CCS指令可以提供范本，但在中国的应用需要进行调整。**

欧洲和德国的经验表明，可以采用适当的监测方法。然而，**欧洲仍面临挑战，因为除研究项目之外，尚未对二氧化碳封存场地进行长期的MRV。**即使在欧洲内部，也仍然缺乏更明确的对储存点的指导方针和监管框架。即将开展的商业项目(如 Porthos、Northern Lights 和 Greensand)有望在未来几年提供宝贵的见解和经验。

## 通过排放交易提供功能性激励

除了实施监管之外，将CCU/S纳入ETS还必须注重激励机制的建立，以推动转型。**根据欧洲的经验，解决碳泄漏风险至关重要。**初期阶段，在脆弱行业分配免费配额，同时采用基准系统来提高效率，是一种务实的方法。

此外，过渡性激励制度对于支持CCU/S项目的初期部署也是必要的。**从长远来看，中国可以探讨引入类似于CBAM的机制，或协调欧盟和中国的排放交易体系，**以进一步提高ETS的有效性。

## 未来的挑战

在欧洲，解决非永久性CCU和将负排放纳入EU ETS仍面临重大挑战。对于中国而言，制定激励措施以鼓励从热废物处理设施中捕获生物源二氧化碳可能是近期面临的一个关键挑战。目前，欧洲仍在制定解决这一问题的方法。

## 出版信息

### 发行方:

中德能源转型研究项目  
德国国际合作机构(GIZ)  
北京市朝阳区亮马河南路14号,  
塔园外交办公大楼2-5,  
邮编:100600  
markus.wypior@giz.de  
www.energypartnership.cn

### 协调与翻译:

刘雪玲, 陈彦霖

### 作者:

Leon Flöer (第一作者),  
Martin Albicker,  
Leon Podehl,  
Astrid Weyand,  
德国能源署(dena)

### 设计和排版:

Heimrich & Hannot GmbH

最后修订: 2025年6月

本信息资料页是中德能源转型研究项目(EnTrans)成果,该项目是中德能源与能效合作伙伴的一部分,旨在为中国政府和相关能源政策智库提供建议。

德国国际合作机构(GIZ)为EnTrans项目牵头机构,与德国能源署(dena)、德国智库Agora能源转型论坛、电力规划设计总院(EPPEI)和中国南方电网能源发展研究院(CSG EDRI)联合负责项目实施。

### 委托方



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

### 执行机构

**giz**

Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

### 联合执行机构

**dena**