中德能源与能效合作
Energiepartnerschaft
DEUTSCHLAND - CHINA

中国与欧盟的排放交易体系比较研究

中德能源转型研究项目

版本信息

发行方
德国国际合作机构（GIZ）
伯恩与埃施伯恩，德国

项目名称：中德能源转型研究项目
项目负责人：Markus Wypior
邮箱：markus.wypior@giz.de
塔园外交办公楼 2-5
朝阳区亮马河南路 14 号
北京，中国
邮编：100600
www.energypartnership.cn

发行时间
2025 年 8 月

设计与排版
Heimrich & Hannot GmbH

作者
Tina Bayer, Kilian Rützel, Pascal Hader-Weinmann, Thea Barnitzke
德国能源署(dena)

翻译与协调
刘雪玲，陈彦霖，何海盈

项目委托方

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

实施机构

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

合作伙伴

dena

目录

1 引言

世界气象组织（WMO）发布的气候年度报告显示，2024 年全球平均气温较工业化前水平高出 1.45℃，超越 2023 年，成为有记录以来最热的一年。此外，过去十年是有记录以来最热的十年。极端天气和气候事件导致了经济损失和人员伤亡，对社会经济造成了巨大的负面影响；粮食安全问题持续加剧，气候危机引发的流离失所问题也愈加紧迫，弱势群在气候变暖的影响下遭受了最为严峻的挑战（WMO，2025）。

将目光聚焦于欧洲，气候变化带来的影响显而易见。自 2020 年以来，欧洲经历了有纪录以来最热的三年。极端热浪、大规模野火、洪水和干旱给社会造成了巨大的负面影响。2024 年，因暴风雨和洪水造成的死亡人数高达 335 人，共有 435,000 人受到此类事件的影响；此外，42,000 人受到了野火的影响。直接经济损失约 134 亿欧元（约 1043.5 亿元人民币）[1]（C3S，2025)。2023 年亚洲年平均温度达到有记录以来的第二高，其中部分地区（包括中国东部）的气温明显高于常年水平。同年，中国西南部地区遭受了持续干旱，几乎每月的降水量都低于正常水平。纵观整个亚洲地区，2023 年因极端天气导致的死亡人数超 2,000 人，其中多数死亡案例由洪水导致，超 900 万人直接受到其影响（WMO，2024a）。

从极端天气到全球气温上升的气候变化，给社会带来了一系列严重后果，如人员死亡、流离失所、饥荒、经济损失等。因此，气候保护，特别是温室气体（GHG）的减排，已成为当前全球最为紧迫的任务之一。在众多气候保护措施中，排放交易体系（ETS）的作用正日益凸显。目前，已采用排放交易体系的国家、联邦州和地区约占全球 GDP 总值的 58%，全球三分之一的人口生活在已实施 ETS 的区域。当前，全球共有 38 个已投入运行的排放交易体系，另有 11 个正在开发，9 个正在考虑设计中（ICAP，2025a）。这些排放交易体系和其他碳定价机制（如碳税和碳抵消机制）覆盖了全球约 24%的排放量（世界银行，2024）。专家们一致认为碳定价机制是实现气候保护目标的有效工具（斯泰克梅瑟等，2024）。ETS 体系的一个主要优势在于，能为实施地区带来额外收益。2024 年，全球 ETS 收益已接近 650 亿欧元[2]（合约 5047.5 亿元人民币）。2007 至 2024 年间，ETS 体系共筹集资金超过 3450 亿欧元（约合人民币 2.68957 万亿元）。其中，约一半收益用于资助气候和自然相关的项目（ICAP，2025a）。

与美国、印度并列，欧盟和中国是全球温室气体排放量最大的两个地区。由于这两个地区均已建立排放交易体系（ETS），因此，对两者进行比较能帮助我们深入了解他们的设计特点，并为中国排放交易体系的未来发展提供重要参考。欧盟排放交易体系（EU ETS）是全球最为成熟的排放交易体系，自 2005 年实施以来，已经历了多个阶段，并进行了一系列调整。本报告的比较基于当前 EU ETS 体系，但仍需注意的是，两地区的 ETS 体系仍在不断发展变化，比较结果会受到政策设计、政治体制和发展阶段等因素的影响。自 2013 年以来，中国在多个地区开展的碳市场试点项目为构建全国排放交易体系积累了宝贵经验；中国排放交易体系于 2021 年正式投入运行。然而，通过研究中国与欧盟 ETS 体系的异同，仍能为中国 ETS 的发展，尤其是在提高减排效果方面提供有益启示。

本报告首先简要介绍了排放交易体系的功能，并概述了欧盟和中国排放交易体系（ETS）运作的气候数据框架。随后，报告分析了两国 ETS 政策发展及设计特点。在此基础上，围绕两个体系展开比较，并为相对较新的中国 ETS 体系提出了未来发展的可能方向。

[1] 本文中所有的货币兑换均基于 2024 年固定的平均 EUR/CNY 汇率 7.7875（欧洲央行，2025 年）。为确保可比性，整个分析过程中一概使用此汇率。

[2] 换算为美元为 700 亿美元；2024 年的平均汇率约为 1 欧元兑换 1.08 美元（Statista 2025 数据）。该汇率应用于本报告整个分析过程，以确保可比性。

2 排放交易体系的功能

排放交易体系（ETS）是一种市场导向的政策工具，目的是激励减排。与其他碳定价工具类似，ETS 依据“污染者付费原则”来调整商品与服务的价格（巴兰齐尼等，2017），生产者能够将外部成本内化从而调整其决策。与设定固定碳价的碳税不同，ETS 是最具成本效益的激励措施（国际能源署，2020 年）；此外，在总量控制的交易体系下，ETS 还能确保排放总量不超过预定的上限，明确能实际达到的减排目标。

ETS 体系可以分为两类，一是基于碳基线与信用额度的 ETS（如，中国排放交易体系），二是基于限额与交易的 ETS 体系（维斯韦格，2011）。限额与交易（C&T）是最常见的形式，代表性案例包括欧盟和加利福尼亚州的 ETS 体系；该体系存在一个排放上限（cap），约束该系统或某些特定经济领域内允许的排放总量，排放总量会被转化为排放配额，并分配给 ETS 的参与方。在 C&T 模式下，排放上限会定期降低，从而确保排放量能逐步减少，进而助力实现气候目标。排放配额有两种初期分配方式：一种是免费分配（即“祖父法”），另一种是通过拍卖方式进行分配，后者能为监管机构带来收入（诺伊霍夫、马丁内斯、佐藤，2008）。对于碳基线与信用额度模式，温室气体没有排放上限，相反，如果企业的实际排放量低于基准线（通常根据历史排放数据或绩效标准设定），就可以获得减排信用。碳排放配额和碳信用可以在二级市场进行交易，转让给那些边际减排成本更高或排放量超过基准线的实体。

政府发放免费配额有两种方式，第一种方法是“祖父法（grandfathering）”，即以历史排放量作为配额划分的基准；第二种是“基准值法（benchmarking）”，根据排放强度或效率标准确定免费配额的比例。基准值法是根据企业的排放量，向那些低于特定排放水平的企业提供免费配额，该“特定排放水平”根据产品单位或排放强度来确定。基准值因行业而异，这取决于所采用的方法以及所追求的效率水平。第二种分配方式是拍卖，通过竞争性的投标过程分配排放配额。基于拍卖这一机制，能够为配额的初期分配构建一级市场。随后，排放实体可以在二级市场上进行配额交易。拍卖的优势之一是能为政府创收，并将这些收入重新用于气候相关项目的投资，或用于保护那些易受碳定价成本影响的脆弱行业、企业与家庭（欧盟委员会，2024a；纳拉西曼等，2018）。

大多数 ETS 采用混合分配模式，某些特定的行业实体可以在拍卖购买配额的同时，获得部分免费配额。通常，免费配额和拍卖配额的比例会随着时间的推移而调整，免费配额的占比会逐渐减少，拍卖配额的比例则相应增加（ICAP，2024a）。

为证明其合规性，参与实体有义务提交年度排放报告。如果参与实体的实际排放量低于其持有配额的数量，那么剩余的配额可以拿到二级市场出售给其他参与者。因此，排放量较低的实体会有动力进一步减少排放，而排放成本较高的实体则可以通过从市场购买额外的配额来满足合规要求。（ICAP，2024a；纳拉西曼等，2018）。

配额结转机制（Banking）允许配额在不同交易周期之间进行转移，该方法的引入能够提高二级市场的整体效率。企业可以将配额保留至未来的交易周期，从而使企业能在未来出售或自己使用这些配额。理论上这有助于平抑市场价格波动，并减少交易周期之间的摩擦，从而通过市场价格传递出更强烈、持续的稀缺信号。相反地，借贷机制（borrowing）则允许企业提前借用未来的部分配额，从而使企业能灵活地调整自身地合规策略。然而，由于短期内无法进行足够的减排，借贷机制可能会推迟减排目标的实现，从而影响 ETS 环境目标的实现。因此，多数 ETS 选择禁止或限制使用这一方法。为了提高系统的整体效率，另一种做法是引入“空间灵活性”或“部门灵活性”措施，碳抵消（offsetting）机制下，企业能通过在 ETS 规定范围之外的减排项目进行投资，从而抵消自身的碳排放。企业可以通过参与碳抵消项目来获得经政府认证或得到政府认可的碳信用。企业获得的碳信用不仅可以在市场上进行交易，还可以用来抵消自己在 ETS 框架下的排放义务，从而满足合规要求。为了确保碳抵消项目在实施过程中的灵活性与环境气候目标保持一致，项目需具备高度的诚信与可靠性。

信息资料框
欧盟与中国的气候数据框架

欧盟及其所有成员国均已签署并批准了《巴黎协定》（联合国条约汇编，2025）。欧盟由此设定了气候目标，力争到 2050 年成为全球首个气候中和的经济体和社会（欧盟委员会，2024b）。同欧盟一样，中国也签署并批准通过了《巴黎协定》，并承诺落实其碳中的目标（联合国条约汇编，2025），计划在 2030 年前达到二氧化碳排放峰值，并在 2060 年实现碳中和（国务院，2021）。

当前欧盟共 27 个成员国，2023 年欧盟温室气体（GHG）排放总量为 3,221.8 百万吨二氧化碳当量（$MtCO_2$-eq），占全球排放总量的 6.1%，是全球第四大排放体；其排放量较 2022 年下降了 7.5%（克利帕等，2024）。在欧盟内部，交通运输行业是最大的排放源（占比 24%），其次是能源行业（20%）和建筑行业（14%）。交通运输行业是 1990~2022 年间排放量持续增长的唯一领域（增幅 19%），而工业和能源领域的减排成效最为显著，减排幅度均超过 50%（克利帕等，2024）。

作为全球最大的排放国，中国 2023 年的排放总量为 15,944 百万吨二氧化碳当量（不含土地利用、土地利用变化和林业），较 2022 年增长 5.2%，并占全球总排放量的 30.1%。2023 年，电力行业仍是中国最大的排放源，占比 48.8%；其他行业的排放量也很显著，例如工业燃烧（21.7%）和工业生产过程（11%）。1990~2023 年间，交通运输行业的排放增幅最大（+1065%），紧随其后的是能源行业（+917%）和工业领域（+650%）；农业是唯一实现减排的行业，排放量较 1990 年下降了 4%（克利帕等，2024）。

*注：克利帕等人的研究将工业制造和工业生产过程产生排放中使用的非金属矿物、有色金属、溶剂及其他产品和化学品等纳入了统计。

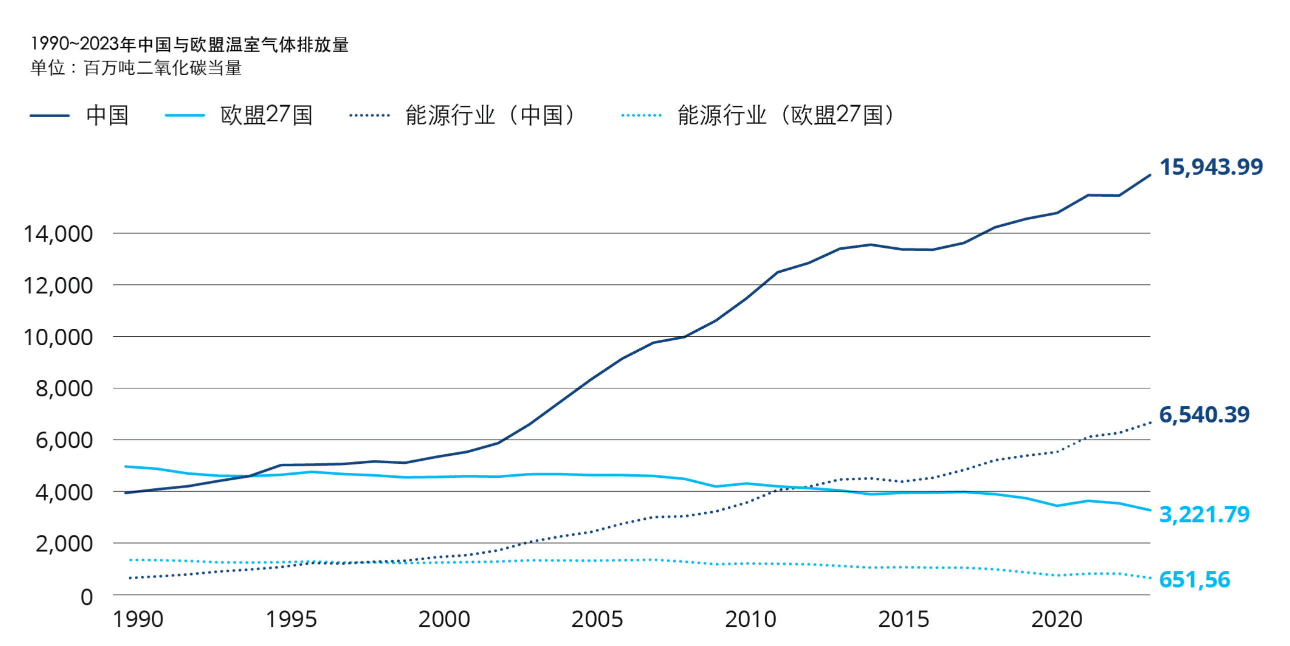

图 1：1990~2023 年中国与欧盟温室气体排放量；本图基于克利帕等学者（2024）的数据绘制

3 欧盟排放交易体系与中国排放交易体系的比较分析

本章将分析欧盟排放交易体系（EU ETS）和中国排放交易体系(中国 ETS)的设计，并基于典型特征标准进行比较，包括：政策与价格、覆盖的排放与行业、上限设定与配额、市场稳定机制、碳泄漏、监测、报告与核查以及减排效果。

3.1 欧盟排放交易体系分析

2005 年，欧盟推出了全球首个较为全面的排放交易体系。近年来，随着经济的发展，该体系经历了多次更新，从而确保其有效性。下文概述了欧盟排放交易体系(EU ETS)最重要的设计特点。

3.1.1 政策及碳价发展

《京都议定书》设定了具有法律约束力的气候目标，随着这份文件的通过，欧盟考虑建立包括 ETS 在内的新的气候减缓工具。2000 年发布的《欧盟温室气体排放交易绿皮书》(COM(2000)87final 2000)体现了欧盟关于未来排放交易体系的初步构想。在绿皮书的基础上，欧盟于 2003 年起草并于 2005 年通过了《欧盟排放交易指令》，建立了全球首个排放交易体系。作为基于市场的减排工具，ETS 体系的配额价格由供需关系决定。供应量由配额上限决定，而需求量则由欧盟实际温室气体排放总量决定。企业在一级市场（排放配额通过拍卖方式出售给市场参与者）或二级市场（参与者交易排放配额现货和衍生品合约）上通过竞价方式购买欧盟配额（EUAs）。拍卖结算价格是指竞买数量达到或超过拍卖配额数量时的价格（EEX 2024）。一级市场和二级市场的配额价格非常接近（德意志联邦银行，2024； 德国排放交易管理局，2024a）。EU ETS 的政策发展分为四个阶段：

阶段一（2005 - 2007）

2005~2007 年为第一阶段，ETS 的工作重点是获取新政策工具的实际运作和管理经验，并为第二阶段做准备。在这一阶段，欧盟建立了排放配额自由交易机制，范围仅覆盖发电厂和能源密集型行业；对于不合规行为，企业需要支付每吨 40 欧元的罚款（约合人民币 311.50 元）；各成员国自行设定排放总量上限并分配相应的排放配额；“国家分配方案”（NAPs）明确了具体分配方法。本阶段中，参与拍卖的配额仅占总量的 5%，其余的免费分配（维尔德等，2021）。2005、2006 年的配额价格相对平稳，年均价格在 17.30~21.80 欧之间（约合人民币 134.72~169.77 元）。2007 年价格跌至近零（欣特曼，2010）。价格波动一方面是由于数据不足导致通过“祖父法”分配的排放配额量超出了实际排放量；另一方面是由于各方对采取何种政策措施存在分歧，政治辩论带来的不确定性加剧了价格波动（赫本等，2006）。因此，欧委会要求各成员国减少配额总量，同时建立监测、报告和核查机制（MRV），加强对覆盖实体的排放的监督、报告和验证。

信息资料框
欧盟气候政策的重要配套措施

尽管如欧盟排放交易体系这样的经济工具在欧盟气候治理中发挥着关键作用，但仅凭这些是无法实现欧盟减排目标的。因此，为实现其气候目标，欧盟在其政策组合包中囊括了多种延缓变暖的政策。以下概述了其中的部分政策。

“减碳 55（Fit-for-55）”一揽子计划
“Fit for 55”是旨在实现 2030 年欧盟温室气体排放量至少减少 55%目标的一揽子气候计划，包含对 EU ETS 的新规，范围已扩大至海运排放；加快了配额量的削减（即上限调整），并逐步取消部分行业的免费配额；对有关收入得使用规则进行了调整，国际航空碳抵消与减排机制（CORSIA）正式实施。一揽子计划为现代化基金和创新基金提供了更多资源，同时对市场稳定储备（MSR）进行了修订。以上变化均涉及 EU ETS 的第四阶段，详见下文。

欧盟碳排放交易体系 2
除了“Fit for 55”计划中关于 EU ETS 的规定外，欧盟新增设了一个针对建筑、交通以及燃料等行业的 ETS 体系。碳排放交易体系 2（即“EU ETS 2”）将从 2027 年正式运行，有关的报告工作则会于 2024 年开始。关于 EU ETS 2 的更多信息请参见第 3.1.8 章。

责任分担条例（ESR）
《责任分担条例》于 2018 年实施，设定了欧盟各成员国在 EU ETS 体系未覆盖领域中的额外减排目标。条例规定了哥成员国在 2021-2030 年间，在建筑、农业（非二氧化碳排放）、废物管理以及交通（不包括已被纳入 EU ETS 体系的航空和国际航运）领域中的强制性年排放目标。《责任分担条例》旨在使欧盟温室气体总排放量进一步减少至 10%（维尔德等，2021）。

可再生能源指令
与《责任分担条例》相似，《可再生能源指令》（RED）设定了各成员国关于可再生能源在能源终端消费中占比的强制性目标，根据人均 GDP、初始可再生能源占比及发展潜力，各成员国的目标有所不同。2023 年欧盟通过了该指令的修订版，并将欧盟 2030 年可再生能源目标提高至少 42.5%。

能源效率指令
《能源效率指令》设定了能源消耗减少 32.5%的目标，这是相较于假设的“正常发展”场景设定的。

阶段二（2008 - 2012）

基于第一阶段的经验，本阶段的配额上限较 2005 年降低了 6.5%。第一阶段收集的数据有助于确定如何根据实际排放来调整配额上限。此外，免费配额的占比降低至 90%（剩余 10%通过拍卖方式进行分配）。2008 年经济危机造成排放量减少，使得可用配额量增多，这导致配额价格走低。2012 年初，航空业被纳入 EU ETS。由于罚款金额提高至每吨 100 欧元（约合人民币 778.75 元），违规成本显著上升（欧盟委员会，2024c）。

阶段三（2013 - 2020）

为了解决前两阶段出现的问题，欧盟采取了多项新措施。首先，欧盟取消了各国单独的排放上限，引入了欧盟范围内的统一上限；其次，拍卖成为默认的配额分配方式，取代了免费配额方式。对于发电行业，不再免费发放配额，而是通过拍卖的方式进行分配；同时提高有低碳泄露风险的工业设施的拍卖比例，免费配额占比被大幅削减至 43%。

信息资料框
定义：碳泄露

碳泄露是指对于温室气体排放量较高的行业，为了规避更严格的排放要求，将生产活动转移到那些气候保护政策较为宽松的国家。对于欧盟碳排放交易体系中有关碳泄露的更多信息，请参见第 3.1.5 节

2013 年，这些行业的拍卖配额量占总配额量的 20%。到 2020 年，提高至 70%。对于剩余的免费配额，则采用事前温室气体表现基准方法（ex-ante GHG performance benchmarking approach）统一规则。一些新行业和温室气体被纳入 EU ETS，包括铝、石化产品、氨、硝酸、己二酸和乙醛酸的生产，以及铝生产过程中产生的一氧化二氮（N_2O）和全氟化碳（PFCs）。除了将捕集过程中泄露的 CO_2 纳入考量外，捕集 CO_2 的管道运输与地质封存也被纳入 EU ETS 范围（欧盟，2014）。此外，为应对配额价格过低这一问题，欧盟于 2018 年引入了市场稳定储备机制（MSR，详见第 3.1.4 章）。

阶段四（2021 - 2030）

在这一阶段，EU ETS 为配合更具雄心的气候目标已进行了多次修订（参见信息资料框：欧盟重要的配套气候政策，Fit for 55），排放上限进一步收紧；从 2024 年起，海运排放被纳入 ETS。同时，欧盟对市场稳定储备机制也进行了调整，免费配额量进一步减少。从 2026 年起，航空业将不再获得免费配额（欧盟委员会，2024d）；到 2030 年，对于碳边境调节机制（CBAM，详见第 3.1.5 章）没有覆盖到的行业的配额将 100%通过拍卖方式分配；到 2034 年前，CBAM 覆盖的行业获得的免费配额也将逐年减少（博尔迪尼翁、加曼诺西，2023）。此外，由于供应过剩导致价格低迷以及对国内减排量影响有限，在第二和第三阶段中使用的碳抵消机制将在这一阶段被终止（桑德伯格，2012；碳市场观察，2013）。欧盟委员会将在 2026 年前提交一份关于将城市垃圾焚烧纳入 EU ETS 的可行性报告，这些设施将于 2028 年纳入体系，最迟不晚于 2030 年（EU 2003/87/EC，2003）。

价格走势

尽管在拍卖中价格偶尔能超过 100 欧元（约合人民币 778.75 元），但专家认为整体价格水平仍过低。德国环境署将每吨 CO2 造成的损害成本定为 180 欧元（约合人民币 1401.75 元），并建议将每吨 CO_2 当量定价 250 欧元（约合人民币 1,946.88 元）（UBA 2018，2024）。皮茨克尔等人计算得出，若欧盟希望在 2030 年前实现 55%的温室气体削减目标，电力和工业部门的 CO_2 价格需达到 130 欧元左右（约合人民币 1,012.4 元）（2021 年数据）。对于道路运输、建筑和农业部门（目前尚未被纳入 EU ETS），CO_2 定价应为每吨 275 欧元左右（约合人民币 1,946.9 元），道路运输和建筑部门将从 2027 年起纳入 EU ETS 2（参见第 3.1.8 章）；目前尚无将农业排放纳入 ETS 体系的具体计划，EU ETS 2 的预测价格为每吨 CO_2 当量 48~350 欧元（约合人民币 373.8 元至 2,725.63 元）（菲德勒等，2024）。国际货币基金组织指出，为实现《巴黎协定》的规定目标并建立高成本效益的净零排放路径，全球 CO_2 价格需要至少在 2030 年达到每吨 71 欧元（约合人民币 552.9 元）（布莱克、帕里及住努索娃，2022）

3.1.2 纳入体系的排放源及行业

目前， EU ETS 涵盖额定装机大于 20 兆瓦的热电联产厂和能源密集型产业的 CO_2 排放，自 2027 年起，小型工厂也将被纳入单独的 EU ETS 2 体系。能源密集型产业包括炼油厂、钢铁厂以及铁、铝、金属、水泥、石灰、玻璃、陶瓷、纸浆、纸张、纸板、酸类和散装有机化学品。如果工业领域的固定设施被认定为小型排放源，则可以被排除在 EU ETS 之外。这些设施若满足特定条件，可申请豁免个体排放交易义务，包括年排放量低于 25,000 吨 CO_2 当量的设施（德国排放交易管理局，2024c）。2023 年，固定设施占欧洲经济区温室气体排放总量的 34%（EEA，2024b）。此外，EU ETS 覆盖了欧洲经济区内的航空运输以及往返瑞士和英国的航班。尽管航空业的直接温室气体排放仅占欧盟总排放量的 3~4%，但航空业是排放增长最快的行业之一（欧盟委员会，2024d）。对于海运行业，欧盟港口间航程的 CO_2 排放全部被纳入 EU ETS；若航程仅起点或终点在欧盟境内，则计入一半的排放。2021 年，海运行业作为另一项排放增长来源，约占欧盟 CO_2 总排放量的 3~4%（欧盟委员会，2024e）。N_2O 排放若来自硝酸、己二酸、乙醛酸或乙酰氧基的生产，也被纳入 EU ETS 范围。从 2026 年起，N_2O 和甲烷的排放也将被纳入海运排放监管范围。在涵盖 CO_2 排放的同时，如果氢氟碳化物是 EU ETS 所涵盖行业的副产品，也将被纳入监管；而全氟碳化物（PFCs）如果来源于铝或氧化铝生产过程，则被纳入监管范围。由于光伏发电（PV）和电动交通工具对铝的需求量增加，铝业预计将实现高达 30%的增长。2023 年，欧盟铝业
约排放 2,400 万吨 CO_2 当量（CO_2-eq）（欧洲铝协，2023）

自 2024 年起，从事城市垃圾焚烧的企业必须监测并报告其排放情况（欧盟委员会，2023 年）。如果可行，这些企业将于 2028 年纳入 EU ETS，最迟不超过 2030 年。

图 2：第二阶段以来欧盟碳定价趋势；本图基于 Sandbag（2025）、Life ETX（2024）、ICAP（2025）数据绘制

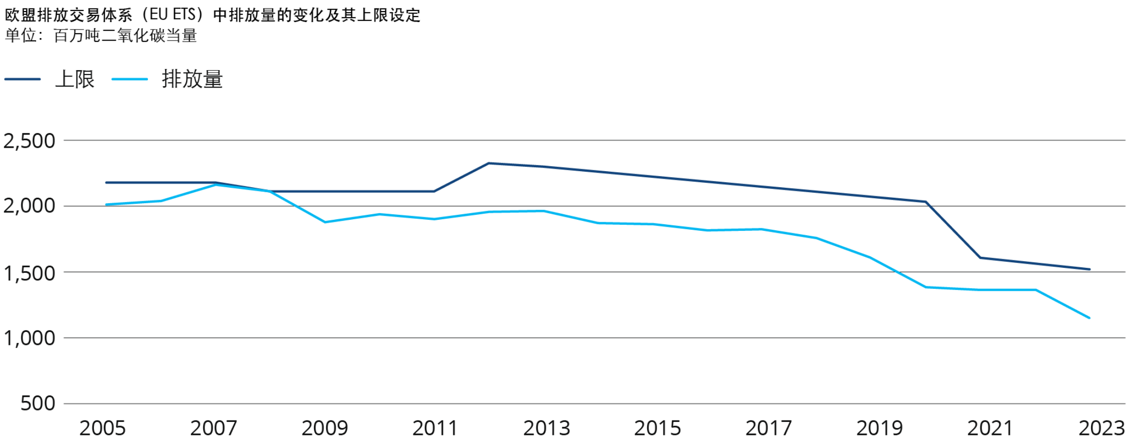

图 3：欧盟碳排放交易体系（EU ETS）中排放量的变化及其上限设定；本图基于 Sandbag(2024)数据绘制

3.1.3 放上限与限额分配

纳入 EU ETS 的行业的温室气体排放总量取决于“排放上限”（cap），该上限代表每年的排放配额总数，其中一份配额代表一吨 CO_2 当量（CO2-eq）。除 CO_2 外的其他温室气体也采用 CO_2 当量进行计量。企业每排放一吨 CO_2 当量，必须交还一份排放配额。如图 3 所示，该上限正在逐年递减，年递减量由契合欧洲气候目标的线性递减因子（LRF）决定。2023 年，随着 2030 年气候目标收紧，“Fit for 55”对欧盟的气候政策进行了相应的调整。EU ETS 提出了更严格的减排目标，要求 2030 年温室气体排放量较 2005 年减少 63%，而非原定的 43%。线性递减因子（LRF）也相应增加。LRF 在第三阶段原定为 1.74%，并基于“2008-2012 四年平均发行的配额总量”（欧盟委员会，2024f），在第四阶段，线性递减因子（LRF）最初提升至 2.2%，而后于 2024 年再次增加至 4.3%，以响应更高的 2030 年气候目标。2028 年，线性递减因子将进一步提升至 4.4%（德国环境署，2023 年）。

EU ETS 默认通过拍卖的方式分配配额。然而，为防止碳泄漏，部分配额通过免费分配的方式进行发放。电力行业在 2013 年前一直获得免费配额，但是工业行业现在大部分配额依然免费。（具体的免费配额百分比见图 4：2025 年起 EU ETS 免费配额逐步淘汰和碳边境调节机制（CBAM）逐步引入路径，来源：基于欧洲议会 2022 年资料的自制图表）。各企业实际获得的免费配额数量基于各个行业的“表现基准”，反映每个行业中 10%最具效率的设施的平均单位产品排放强度（欧盟委员会，2024g）。在第四阶段初期，工业部门超过 95%的配额是免费分配的，然而这些免费配额将在 2026 年~2034 年间逐步淘汰（欧洲议会，2022 年）。目前，航空业的大部分配额也来自于免费分配。但从 2026 年起，所有航空业的配额都将通过拍卖获得（Life ETX，2024）。

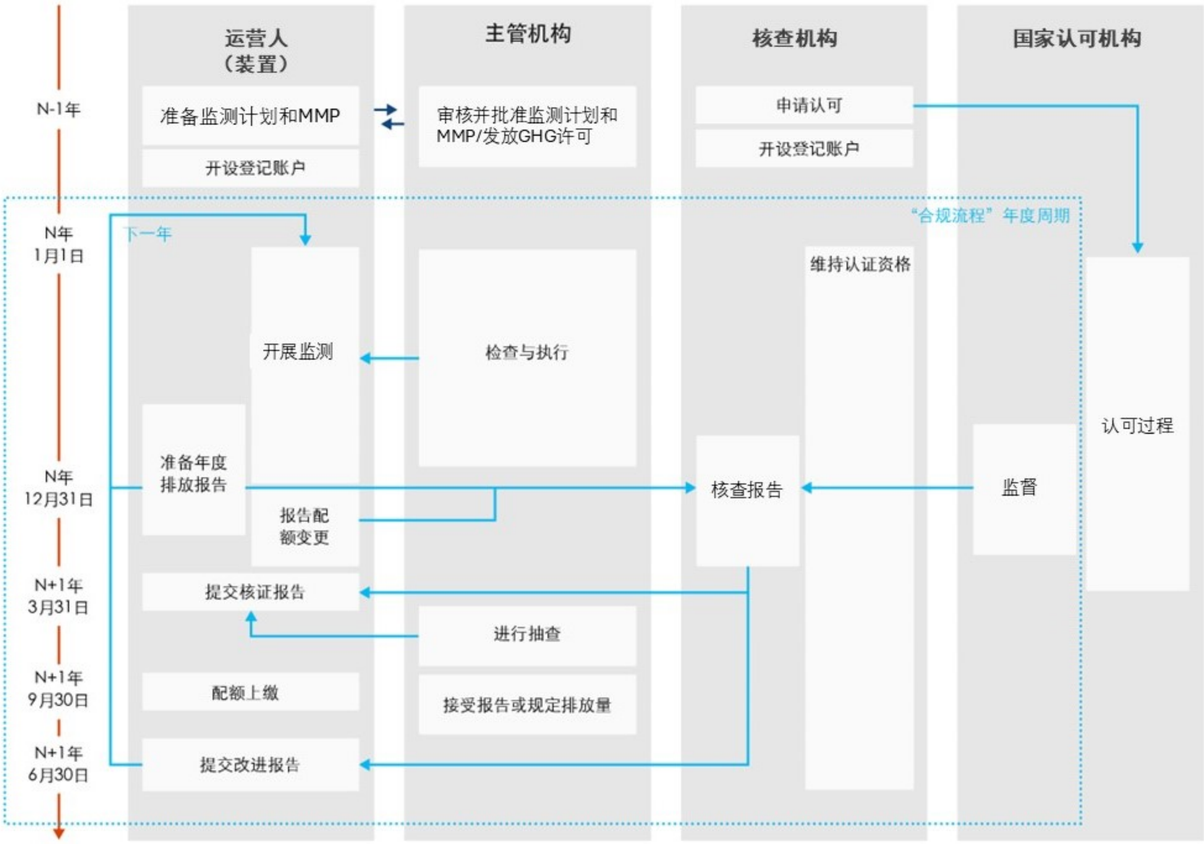

图 4：欧盟碳排放交易体系（EU ETS ）合规流程；本图基于欧洲委员会 2022 年数据绘制

3.1.4 市场稳定机制

欧盟市场稳定机制，即市场稳定储备（Market Stability Reserve，MSR），于 2018 年引入，原因是自 2009 年以来 EU ETS 出现了大量的配额盈余，导致 CO_2 价格过低，低廉的价格削弱了企业投资脱碳措施的动力。造成配额盈余的主要原因是 2008 年的经济危机导致排放量低于预期，同时欧盟在能源效率和可再生能源方面的额外规定也减少了能源部门对配额的需求。此外，企业在 2020 年之前可以使用大量国际碳抵消信用配额来履行 EU ETS 合规要求，这同样加剧了配额过剩（Bayer 和 Aklin，2020；欧盟委员会，2024h）。然而，Bayer 和 Aklin（2020）指出，较低的 CO_2 价格并不仅仅是排放交易体系失效的指标，也可能是一个有效排放交易体系的表现，因为随着企业减少排放，配额需求也会下降。

“折量拍卖（Backloading）”措施于 2014 年（4 亿配额）、2015 年（3 亿配额）和 2016 年（2 亿配额）实施，旨在短期内重新平衡供需关系并减少价格波动。“折量拍卖”的配额并未进行拍卖，而是转入市场稳定储备（MSR）。市场稳定储备（MSR）通过自动移除市场中的过剩配额，并将其添加到储备中来调节 EU ETS 的配额平衡。如果后续供需紧张，这些配额将会被重新投入市场；如果过剩持续存在，则部分配额会被取消。市场稳定储备（MSR）为配额供应平衡提供了一定灵活性，旨在减少价格波动，提高计划的可预测性和稳定性。

3.1.5 碳泄露

为了防止 EU ETS 的碳定价政策带来的“碳泄漏”——即“温室气体排放密集型产业为规避更严格标准而转移至欧盟以外地区”（欧洲议会，2023）——欧盟通过法规第（EU）2023/956 号条例引入“碳边境调节机制”（CBAM），该机制于 2023 年 5 月起生效。CBAM 涵盖了水泥、钢铁、铝、化肥、电力及氢气等受碳泄露影响的碳密集型产品。此前，作为应对碳泄漏主要措施的免费配额分配制度确保了那些面临较大全球竞争压力的行业只需购买有限的排放配额，但随着碳边境调节机制（CBAM）的逐步实施，这种免费配额分配将逐步减少（见图 4）。作为面向企业的气候政策工具，碳边境调节机制（CBAM）的核心理念是对非欧盟国家生产且进口至欧盟的商品中隐含的碳排放设置等效价格（这些商品未实施有效的碳定价），从而在欧盟内部创造公平的竞争环境。自 2023 年底起，向欧盟出口铁、钢铁、铝、水泥、化肥、氢气和电力的企业必须申报其产品中的隐性碳排放量。根据拟议的《综合法案一揽子计划》，从 2027 年 2 月起（现行有效的第（EU）2023/956 号条例原定 2026 年），进口商需要根据进口产品的隐含碳排放量购买碳边境调节机制（CBAM）证书。碳边境调节机制（CBAM）证书价格将与 EU ETS 配额实时价格挂钩，从而使进口商品与欧盟本土生产商品承担同等碳成本。该机制旨在通过逐步取消免费配额分配，构建公平竞争环境并强化 EU ETS 的碳价格信号，同时推动全球脱碳进程。碳边境调节机制（CBAM）分两阶段实施：2023~2025 年为过渡期，2026 年起进入正式运行阶段。图 4 展示了 2026 年至 2034 年八年间，碳边境调节机制（CBAM）对 EU ETS 中特定行业免费配额的逐步替代过程。

自2025年开始，EU ETS免费配额逐步取消与碳边境调节机制（CBAM）逐步引入的路径
单位：%

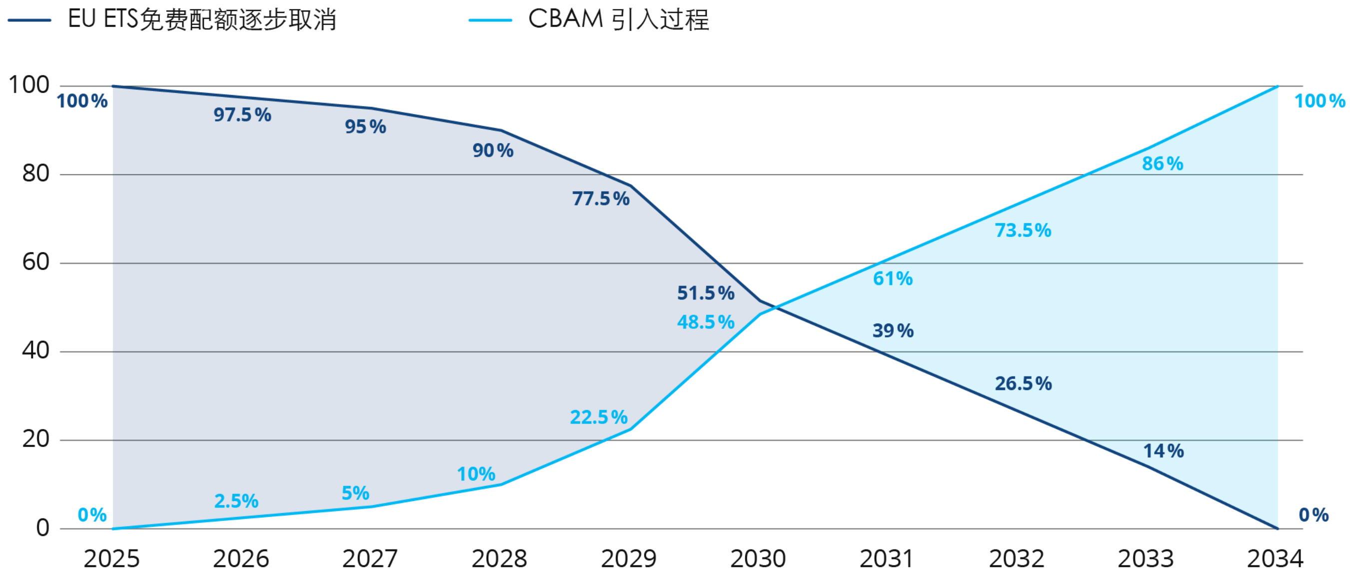

图 5：2025 年起欧盟碳排放交易体系（EU ETS）免费配额逐步取消与碳边境调节机制（CBAM）逐步引入的路径；本图基于欧洲议会（2022a）数据绘制

过渡阶段（2023~2025）

2023 年 10 月，碳边境调节机制（CBAM）过渡阶段正式生效。在此期间，生产商、进口商以及相关监管机构需要收集并报告产品中直接与间接碳排放的全部数据。此阶段旨在通过实践优化碳边境调节机制（CBAM）的方法论设计，为后续正式实施积累经验。

为进一步简化碳边境调节机制（CBAM）规则，欧盟已提出新的立法议案。2025 年 2 月，作为“综合法案一揽子计划”的一部分，欧盟委员会提交了一项修订碳边境调节机制（CBAM）的提案（提案编号：COM(2025) 87 final，2025/0039(COD) 2025），该提案包括：为小批量进口商设立专门的 CBAM 最低门槛；允许 CBAM 申报人自由选择申报实际隐含碳排放量或使用默认值；授权欧盟委员会在适用情况下为第三国确定默认碳价格。此项补充性立法（Omnibus I）在撰写本报告时仍为提案，尚未正式通过。

正式实施阶段（自 2026 年起）

从 2026 年起——或根据“综合法案一揽子计划”（Omnibus I），从 2027 年起——铝、钢、铁和氢气等行业将纳入直接排放的覆盖范围，而对于 CBAM 涵盖的其他行业，将包括间接排放。欧盟的 CBAM 商品进口商必须获得 CBAM 申报人授权，才能将相关商品进口到欧盟。进口商在将其进口商品中经第三方核查的隐含排放量报告给所属的国家主管机构后，需要每年交付相应数量的 CBAM 证书。CBAM 证书的价格将基于 EU ETS 每周拍卖价格的均值计算。如果进口商品在生产过程中已经有效支付了碳价，进口商可以在缴纳 CBAM 证书时予以扣除。这一机制旨在激励非欧盟国家引入、扩大或加强本国的碳定价机制。

3.1.6 监管，报告与核查

EU ETS 实行年度合规周期，包括排放的监测、报告与核查。监测与报告受《监测与报告条例》规范，而核查与认可规则由《认可与核查条例》规定。受 EU ETS 管辖的运营商必须制定监测计划，并提交一份经认可核查机构核证的排放报告。该报告经第三方核查机构验证后，运营商必须上缴相应配额（欧盟委员，2022，2024j）。如图 5 所示，第三方核查机构必须经过国家认可机构的认可。

3.1.7 减排效果

欧盟的一系列政策措施对减排产生了显著影响。核心法律框架在《欧洲绿色新政》中有所体现，包括设定减排目标的《欧洲气候法》和“Fit for 55”一揽子计划。3.1.1 中的信息框详列了助力欧洲气候目标的部分政策。围绕“绿色新政”设立了多项基金，用于资助气候保护措施，并对低收入成员国和家庭提供支持。例如，气候社会基金（Climate Social Fu nd）致力于确保 EU ETS 2 中的碳价不会对弱势群体造成过重负担；公平转型机制（Ju st Transition Mechanism）为在绿色转型中受到严重影响的地区、行业和工人提供支持；而现代化基金（Modernisation Fu nd）则将 EU ETS 收入的一部分分配给 10

2023 年，电力行业的排放量创下历史性降幅。由于可再生能源发电量的增加，发电排放量较 2022 年下降了 24%。此外，EU ETS 激励从煤炭向天然气转型，分别在 2005 年和 2006 年实现了 8800 万吨和 5900 万吨的减排效果（Delaru e 等，2008）。与此同时，碳价上升也促进了燃料效率的提升（Germeshau sen，2020）。国际能源署（IEA）指出，碳配额价格的上升改变了电力调度优先顺序，进一步激励了减排。那些使用化石燃料、效率低、排放高的发电厂在优先调度序列中的地位下降，意味着它们在经济调度模型中的运行时间减少，从而变得不再具有经济效益（2020b）。

相比于 2022 年，能源密集型产业因减产等因素实现了 7.5%的减排，但航空业的排放量持续上升（欧盟委员会，2024k）。

若“维持现有措施”，预计到 2030 年 EU ETS 框架下的固定设施排放量将在 2005 年的基础上减少 **54%**（见图 6）。如果采取额外措施，到 2030 年则有望实现 59%的减排。上述情景中的减排主要来源于电力行业和制造业（欧洲环境署，2024b）。

多项研究试图量化 EU ETS 的效果。Bayer 和 Aklin（2020）发现：“EU ETS 在 2008~2016 年间减少了大约 12 亿吨 CO_2 排放，约占同期总排放量的 3.8%。”他们认为，减排量主要来源于 EU ETS 所覆盖的行业，这些行业的排放量比在没有 EU ETS 的情景下少排放了 11.5%。Wagner 等人（2014）则通过法国 ETS 监管的制造业的微观数据，提供了更多 EU ETS 对减排效果的证据。研究结果表明，与未纳入 ETS 的行业相比，受 ETS 约束的行业的温室气体排放量显著下降了 15~20%。

3.1.8 展望未来

自 2024 年起，欧盟排放交易体系 2（EU ETS 2）已进入为期两年的报告阶段，涵盖了此前未纳入原欧盟排放交易体系（EU ETS）的一些排放源，并已实施监测、报告与核查（MRV）要求。EU ETS 2 主要覆盖道路运输、建筑，以及小型工业能源设施的排放。EU ETS 2 体系也将采用上限与交易机制模式，碳定价将于 2027 年正式启动。不同的是，EU ETS 2 将采用上游监管方式，即对化石燃料投入市场的责任方进行监管，而不是针对具体的排放设施（即下游方式）。如果出现《ETS 指令》第 30k 条所定义的异常高能源价格情况，ETS 2 的实施可被推迟至 2028 年。为了缓解对弱势群体的影响，ETS 2 将与社会气候基金（SCF）配套实施，为处于能源或交通贫困状态的群体提供专项资金支持（欧盟委员会，2024l）。

EU ETS 将于 2026 年进行审查，为 2030 年后的第五阶段实施做准备。其排放上限及配套工具（如市场稳定储备机制 MSR）的重要考量因素之一，是欧盟委员会即将制定的 2040 年气候目标。相应地，欧盟委员会正在制定“2030 年后”的政策框架，其中很可能包含对 EU ETS 及 EU ETS 2 的调整方案。不过部分改革已开始实施。2026~2034 年间将逐步取消碳边境调节机制所涉及行业的免费配额分配。到 2039 年，EU ETS 体系中最后一批配额都将通过拍卖分配，至少涵盖工业与电力领域。虽然企业仍可使用既有配额储备（“结转”机制）抵消持续排放，但将无法再从其他市场参与者处购买新的配额(Packroff 2024)。对于难以消除的剩余排放，欧洲正考虑通过补偿碳移除实现净零排放。因此，将碳移除凭证（Carbon Removal Certificates）纳入 EU ETS 可能成为允许实体排放超过配额限制的解决方案——届时企业可通过提交等量移除凭证替代 ETS 配额来完成部分履约义务。但该方案具体实施细则需要等 2026 发布的 EU ETS 审查报告进一步明确（Edenhofer 和 Leisinger，2024）。

根据关于简化碳边境调节机制（CBAM）的提案，欧盟委员会计划于 2025 年下半年对 CBAM 进行审查（COM(2025) 87 final 2025/0039(COD) 2025）。审查过程将重点关注该机制对发展中国家，尤其是对最不发达国家的进口影响（欧洲议会，2022b）。

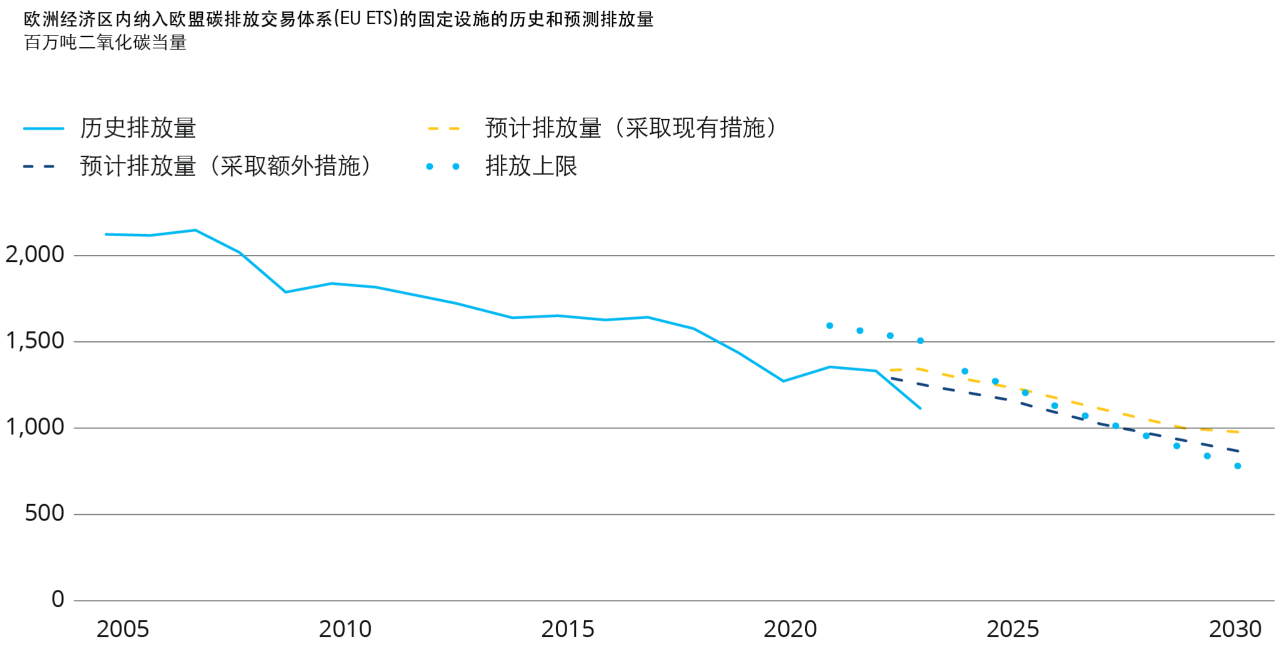

图 6：欧洲经济区内纳入欧盟碳排放交易体系（EU ETS）的固定设施的历史与预测排放量；来源：欧洲环境署（EEA）2024b

3.2 中国排放交易体系分析

过去十年间，中国的排放交易体系（中国 ETS）逐步发展完善。本章将回顾中国排放交易体系的发展历程，探讨中国 ETS 的设计及其对减排的影响，并展望未来发展。

3.2.1 政策及碳价

2011 年，中国宣布启动多个地方排放交易试点项目。这些试点项目自 2013 年起分阶段在省级和市级层面陆续启动（Chen 等，2017；Lo，2013）。在试点期间，北京、上海、天津、深圳、重庆、广东和湖北分别发布 ETS 政策（国家发展和改革委员会，2016；Zhang 等，2014；Yan 等，2020）。试点大致可分为三个阶段：

第一阶段（2013~2015）

在第一阶段（2013~2015），各试点项目陆续开始，并建立了交易平台，这为线上竞价和排放配额的转让提供了便利。2012 年，中国推出了自愿减排计划——中国核证自愿减排量（CCER）计划。该计划允许企业通过购买特定减排项目（如造林和可再生能源发电）的信用额度来抵消其部分排放。各试点项目对抵消信用额的使用限制有所不同，比例在 1~10%之间。不同试点对项目类型的要求也存在差异。

第二阶段（2016~2017）

第二阶段（2016~2017 年）的特点是大多数市场交易量和碳价趋于稳定。湖北、广东和深圳的试点项目在覆盖范围、流动性和有效交易日等方面表现最为突出。2017 年，国家发展和改革委员会发布了《全国碳排放权交易市场建设方案》，提出了全国碳市场分三阶段实施的总体计划。同年，由于交易活跃度低且标准化不足，CCER 抵销机制被暂时叫停（Wu，2024）。

第三阶段（2018~2021）

在第三阶段（2018~2021 年），ETS 的管理职责从国家发展改革委移交至生态环境部。到 2021 年试点阶段结束时，各地碳市场已涵盖钢铁、电力、水泥等 20 多个行业，累计成交量达 4.8 亿吨 CO_2 当量，交易总额达 114 亿元人民币（约合 14.6 亿欧元）（Liu 等，2021）。

实施阶段（2021~至今）

在区域试点所奠定的技术与制度基础之上，中国 ETS 于 2021 年正式启动（Long 和 Golder，2023）。2021 年 7 月，全国碳市场开启线上交易。截至 2024 年 12 月，排放交易体系已经历了两个履约周期。2021 年，参与企业需交纳 2019 年和 2020 全国碳排放配额（CEA）；2023 年则需交纳 2021 年和 2022 年的配额。区域试点系统与全国碳市场并行，企业一旦被纳入全国碳市场，其碳排放义务将转入全国体系，不再归属于区域试点。

2024 年 1 月，中国重新启动了 CCER 抵销机制。在国家层面，中国的碳市场格局由两部分构成： ETS 和 CCER 机制。与全国碳市场不同，CCER 机制不具有强制履约义务。预计碳信用将主要由全国碳市场中高排放的企业购买，用于抵销超额排放，或由希望展示气候意识与履行企业社会责任的企业自愿购买。CCER 所涵盖的碳抵销信用包括造林、太阳能热电、海上风电和红树林修复等领域。选择这些项目是因为其在盈利方面较依赖抵消额度的销售（Wu，2024）。

2024 年 5 月，《碳排放权交易管理暂行条例》正式实施，中国进一步明确了碳市场的制度责任。未来如需对温室气体覆盖范围或行业覆盖范围做出调整，将由生态环境部提出并报国务院批准。

2025 年 3 月，生态环境部发布了扩大中国 ETS 行业覆盖范围的工作方案，计划将水泥、钢铁和铝行业纳入中国 ETS 体系（详见 3.2.2），该方案已获国务院正式批准。

碳价发展

第二个履约周期（2021–2022 年）期间，二级市场收盘碳价在 50 元/吨~ 82 元/吨之间波动（相当于 6.42 欧元~ 10.53 欧元）。截至 2023 年底，综合收盘碳价为 79.42 元/吨（10.2 欧元）。2024 年 4 月，中国 ETS 体系中碳价首次突破 100 元/吨（12.84 欧元）（生态环境部，2024）。2025 年 1 月公布的最新价格为 98 元/吨（12.58 欧元）（ICAP，2025c）。由于免费配额规则相对宽松，二级市场的价格仅适用于整体配额中的一小部分。

自 2021 年启动以来，中国 ETS 交易稳步增长。在第一个履约周期中，累计交易量相当于 ETS 年覆盖排放量的 4%。截至 2023 年底，全国碳排放配额（CEA）的累计交易量达 4.42 亿吨，累计交易额为人民币 249.2 亿元（约 32 亿欧元）。在第二个履约周期（2021–2022 年），累计交易量为 2.63 亿吨，累计交易额为人民币 176.2 亿元（约 22.6 亿欧元），相比第一个周期分别增长了 47% 和 125%。

然而，目前中国 ETS 体系并未为国家创造财政收入，因为配额是免费分配的，或者是在二级市场上从其他企业购买而来。目前只有部分省级碳市场开展了拍卖，其中北京和深圳的试点项目为地方财政创造了一定的收入。自启动以来，北京碳市场已累计收入约 3867 万美元（人民币 2.77697 亿元 / 3566 万欧元），其中 2023 年的收入为 2272 万美元（人民币 1.6306 亿元 / 2094 万欧元），这些收入被纳入市级财政。深圳碳市场的收入则被用于减缓气候变化及补充一般财政预算。

中国碳价
单位：欧元/吨二氧化碳当量

图 7：中国碳排放交易体系（中国 ETS）第一和第二履约周期价格变化；本图基于 ICAP（2025）数据绘制

3.2.2　纳入体系的排放源以及行业

中国 ETS 目前仅涵盖来自电力行业的直接 CO_2排放，包括燃煤和燃气电厂（含热电联产）。目前中国 ETS 覆盖 2,257 家电力企业，其年排放量近 51 亿吨 CO_2，约占全国 CO_2排放总量的 40%以上。企业 CO_2年排放量须超过 26,000 吨才能被纳入国家 ETS 体系。

根据生态环境部于 2025 年 3 月发布的工作方案，水泥、钢铁和铝行业中与能源相关和工艺相关的二氧化碳（CO_2）排放将被纳入中国 ETS。首次履约截止日期为 2025 年底并覆盖 2024 年的排放。对于铝行业，全氟化碳（PFC）和六氟乙烷（C_2F_6）等排放也将被纳入 ETS 体系。

3.2.3　排放上限与限额分配

目前，中国的碳排放配额（CEA）通过基准线与信用机制或可交易绩效标准（TPS）机制免费分配，这构成了排放配额的一级市场。其中，主要配额的分配方式基于产出的基准值（Fischer，2001；Goulder 等，2022）。生态环境部（MEE）通过企业历年 CO_2排放水平对每年的配额基准值进行预分配，并在相应履约年度根据实际生产量进行事后调整。企业获得的初始配额为其 2018 年生产量的 70%乘以一个相应的基准系数（MEE，2021）。该配额分配量根据企业 2019 年和 2020 年的实际发电情况进行调整。对于因生产量增长而产生的额外排放，企业无需购买额外配额，而是根据其产量的增长按比例获得免费配额（Long 和 Gou lder，2023）。这种分配方式更倾向于激励企业提升能效，而不是引导其从高排放能源向低排放或可再生能源转型（ICAP，2025）。目前，中国 ETS 体系设定了四类基准值：300 兆瓦以下的常规燃煤电厂、300 兆瓦以上的常规燃煤电厂、非常规煤炭（如煤矸石、煤泥、水煤浆）以及天然气（Karplu s，2021）。

如表 1 所示， 2023 年和 2024 年四类基准值均设定的比以往履约期更加严格。

在一级市场上分配免费配额后，企业可通过由上海环境能源交易所管理的国家碳排放权交易中心在二级市场交易碳排放配额（CEA）。如果企业的实际排放超过其免费配额量，则必须在二级市场购买更多配额；如果排放低于配额，则可以出售剩余配额。截至 2024 年 1 月，企业还可通过中国核证自愿减排量（CCER）机制抵消最多 5%的经核查排放量。

与限额和交易机制不同，中国 ETS 采用的是由各个企业配额总和构成的相对限额，该限额会根据覆盖企业的实际产量波动（ICAP 2024d）。据 ICAP 估算，全国限额在 2019~2020 年约为45 亿吨 CO_2，2021~2022 年约为 50 亿吨 CO_2。

<table>
<tr><th></th><th colspan="3">发电基准值（吨二氧化碳每兆瓦时，tCO_2/MWh）</th><th colspan="3">热力生产基准值（吨二氧化碳/千兆焦，tCO_2/GJ）</th></tr>
<tr><th></th><th>2022</th><th>2023</th><th>2024</th><th>2022</th><th>2023</th><th>2024</th></tr>
<tr><td>300 兆瓦以上的常规燃煤电厂</td><td>0.8177</td><td>0.7950</td><td>0.7910</td><td rowspan="3">0.1105</td><td rowspan="3">0.1038</td><td rowspan="3">0.1033</td></tr>
<tr><td>300 兆瓦以下的常规燃煤电厂</td><td>0.8729</td><td>0.8090</td><td>0.8049</td></tr>
<tr><td>非常规燃煤</td><td>0.9303</td><td>0.8285</td><td>0.8244</td></tr>
<tr><td>天然气</td><td>0.3901</td><td>0.3305</td><td>0.3288</td><td>0.056</td><td>0.0536</td><td>0.0533</td></tr>
</table>

表 1：2022~2024 履约期基准值（ICAP 2024c）

配额结转与借贷机制

在 2021 年和 2022 年，中国碳市场曾临时准许配额借贷，允许排放超出配额 10% 及以上的企业从 2023 年的预批准配额中借用，借用额度最高可达短缺量的 50%。自 2023 年起则再次禁止从未来履约期借用配额。与此同时，中国 ETS 体系允许配额结转机制（banking），以增强市场流动性。2023 年和 2024 年的最终配额方案引入了 1 万吨的基准结转额度，允许企业在此期间最多结转 1 万吨 CEA 外加其净出售量的 1.5 倍（ICAP 2024c）。

3.2.4 市场稳定机制

2021 年 5 月，生态环境部（MEE）宣布拟建一个市场调节与保护机制，通过例如回购、拍卖或调整 CCER 使用规则等方式应对碳价波动。该机制的具体条件和细则尚未明确。

3.2.5 碳泄露

因为免费配额分配规则较为宽松，大部分排放无需企业承担碳成本，目前中国尚未引入其他防止碳泄漏的措施。然而，中国多个行业的企业可能会受到欧盟碳边境调节机制（CBAM）的影响，该机制要求欧盟进口商就部分商品（主要包括钢铁、铝、化肥和水泥）的隐含碳排放购买相应数量的 CBAM 证书。作为欧盟的重要贸易伙伴之一，中国企业的产品约占该机制覆盖下所有欧盟进口商品的 15.3%（Chen 等，2025）。如果相关商品已被征收有效碳价，欧盟进口商可以将这些费用从其所需购买的 CBAM 证书中扣除。但涉及第三国支付碳价的具体认定标准仍需欧盟委员会通过实施细则进一步明确。

3.2.6 监管、报告与核查

自 2013 年以来，中国碳市场的监管、报告与核查（MRV）体系不断完善，目前已覆盖八个重点行业（Karplus 等，2020）。该体系要求企业每年 4 月底前提交上一年度的排放报告。省级生态与环境主管部门负责选择并支付第三方核查机构的费用。根据现行指南，核查需在每年 6 月底前完成，并需向社会公开核查结果（ICAP 2024d）。唯一的例外是水泥、电解铝和钢铁行业，其核查截止时间为 9 月底。

目前，生态环境部正在制定碳市场整体运行评估框架（MEE 2021），一项新法规已于 2024 年 5 月生效，显著加强了对违规、数据造假和操纵市场的处罚力度。未来，若企业在履约年度未提交排放数据，将被处以人民币 5~ 20 万元（约合 6,421 至 25,682 欧元）罚款。未履约将被处以罚款，金额为交割缺口市场价值的 5~10 倍，具体金额将根据合规截至日期前 1 个月的平均价格确定。情节严重时，缺口将从企业下一年度的配额中扣除，且政府可能要求该企业暂停生产。

3.2.7 减排效果

鉴于中国承诺在 2030 年前实现碳达峰并在 2030 年将碳排放强度降低 60~65%，本节重点分析排放交易体系在减排方面的有效性。

尽管已有大量关于中国碳市场试点的事后分析，但迄今为止很少有研究评估国家碳市场对减排效果的影响。根据中国政府于 2024 年发布的《全国碳市场发展报告》，2018~2023 年间中国火电发电排放强度（单位火电发电量的 CO_2 排放量）下降 2.4%。此外，与 2018 年相比，发电总体碳排放强度（单位发电量的 CO_2 排放量）下降 8.8%（生态环境部，2024）。

然而，中国当前的ETS机制是否能对减排产生显著影响，仍存在较大争议（CREA，2024）。要实现2030年碳强度和碳达峰目标，最低边际减排成本至少每吨 345元人民币（折合每吨45.46欧元）（Tang 等，2020）。中国国家碳市场的碳价水平仍远低于实现减排目标所需的最优碳价。这一局限主要归因于两个方面：一是缺乏总体且逐年递减的排放总量控制目标，二是过度依赖免费配额作为主要分配方式，从而导致碳价持续偏低（Fang 等，2021）。尽管免费配额分配在碳市场初期阶段被广泛采用，但大多数国家最终都会逐步过渡到基于拍卖的分配机制。中国已表示将探索引入配额拍卖制度（生态环境部，2021a；国务院办公厅，2021）。

3.2.8 展望未来

根据中国《全国碳市场发展报告》，中国将逐步过渡到拍卖为主的配额分配方式，初期将采用免费与付费配额相结合的方式，并逐步提高有偿分配的比例。此外，《碳排放权交易管理暂行条例》指出，未来应设立统一的碳排放上限目标，但目前尚未明确该目标的具体设立时间表。生态环境部宣布，将拓展碳市场的交易产品种类、交易主体范围以及交易方式，但截至目前，相关细节尚未公布。（生态环境部，2024）

2024年7月，生态环境部发布了电力行业2023年和2024年的配额分配方案草案（ICAP，2024d）。除更新基准值外，履约周期将调整为每年一次。

如 3.2.2 节所述，中国将把水泥、钢铁和电解铝行业纳入全国ETS体系，首次履约截止时间为 2025 年底并覆盖 2024 年的碳排放。此次行业扩展预计将增加对 CCER 的需求，重点排放单位可使用自愿碳市场的减排量抵消其 5% 的总排放量。展望未来，生态环境部还表示，计划将石油炼制、化工、有色金属加工、建材、造纸和航空业纳入全国ETS体系。

欧盟碳边境调节机制（CBAM）将于 2026 年正式实施，对部分碳排放密集的进口产品征收碳税，费用依据产品的碳排放量及欧盟碳排放配额价格确定。进口商可将实际碳排放价格从需购买的 CBAM 证书数量中扣除。关于如何认定第三国支付的碳价，欧盟仍需进一步明确。由于中国是欧盟最大的贸易伙伴之一，也是欧盟进口贸易中碳排放最高的来源国，中国企业将受到该政策的影响。不过，CBAM 的引入也带来了一些积极影响：例如市场中碳排放相对较低的产品相较于高排放产品更具竞争占优，从而推动产业向清洁化、低碳化方向转型。中国的其他重要贸易伙伴，如加拿大、英国和日本也已提出或开始实施类似的机制以应对其碳价政策可能引发的碳泄漏问题。

3.3 欧盟与中国排放交易体系的比较

在比较EU ETS与中国ETS时，需要考虑两个体系的关键差异，这对解读它们的实施和结果至关重要。一个关键差异是，中国ETS自2013年开始实施省级试点项目，而国家级排放交易体系直到2021年才开始运营；相比之下，EU ETS自2005年起就在全欧盟范围内开始运行。本报告仅对2021年之后的中国ETS和当前EU ETS进行比较。因分析范围有限，省级试点项目不在比较之列。此外，中国和欧盟在历史、政治和经济背景方面存在显著差异。欧盟由27个成员国组成，每个成员国都有独立政府。因此，欧盟和中国的政策决策和实施过程均有所不同，中国政府对国内企业的影响力远大于欧盟对成员国企业的影响力。另一个重要差异是，中国的金融、能源和电力市场监管较为严格，限制了市场参与者直接对碳价信号做出反应。

覆盖的排放源与行业

虽然EU ETS涵盖多种温室气体（GHG）与多个行业，但中国ETS仅涵盖能源行业的直接CO_2排放。目前，中国决定将钢铁、水泥和铝行业纳入ETS体系，覆盖所有行业的直接CO_2排放，以及铝行业的四氟化碳（CF_4）和六氟乙烷（C_2F_6）排放，相关政策于2025年上半年发布。2024~2026年为过渡期，生态环境部（MEE）已开始收集各相关行业的排放数据，计划在2025年分配第一轮排放配额，并涵盖2024年排放。

EU ETS目前涵盖以下行业的CO_2排放：（1）电力和供热（2）能源密集型产业（3）国内航空（包括欧洲经济区内的航班以及从欧洲经济区飞往英国或瑞士的航班）（4）海运（其中欧盟外起止航程的排放按50%计算，欧盟内航程的排放按100%计算）。除了CO_2排放外，EU ETS还涵盖来自硝酸、己二酸、乙醛酸和乙二醛生产过程中的N_2O排放，铝生产过程中的碳氟化合物（PFCs）排放，如果是EU ETS涵盖行业的副产品，还包括氢氟烃（HFCs）排放。

从2027年起， EU ETS 2将覆盖交通和建筑行业，以及由于规模较小而尚未被EU ETS涵盖的工业和能源设施。

覆盖更多行业和温室气体排放量有助于提高排放交易体系的经济效率和减排潜力。如3.1.2所示，EU ETS建立初期就涵盖了更多行业（能源行业和能源密集型产业），而中国ETS建立初期仅涵盖能源行业。在第二和第三阶段，欧盟覆盖到了国内航空（自2013年起）和海运运输（自2024年起）。中国计划在2024~2026年间将排放交易覆盖范围扩展到某些能源密集型工业行业（如钢铁、水泥、铝和钢铁）。在这方面，中国可以借鉴欧盟在管理和监管、报告与核查（MRV）方面的经验，同时也可以参考中国省级试点项目的经验。在将更多行业纳入排放交易体系时，需要考虑到在某些行业中，排放定价可能对个人产生更直接的经济和社会影响。因此，在扩大排放交易体系范围，尤其是涉及建筑、道路交通和农业时，应考虑引入保障社会公平的措施，因为这直接影响公民的财务状况。

配额上限

EU ETS 的特点是其上限，该上限通过有明确规定的线性递减因子每年逐步下降；而中国 ETS 目前尚未设定任何上限。因此，中国 ETS 并未提供强制性减排路径，覆盖行业的整体排放量仍允许增加。然而，中国计划在未来的 ETS 中纳入更严格的减排机制：国务院预计在 2026 至 2030 年期间实施“碳排放总量和强度双控”系统，到 2030 年将过渡到更严格的排放控制（中国国务院，2024）。

根据 Vollebergh 和 Corjan（2020）的研究，EU ETS 的上限确保了“ETS 体系覆盖行业内可实现、可信且具有约束力的减排”；同时，引入如市场稳定储备（MSR）等机制可以减少价格波动。然而为了设定合理的上限，必须有足够且可靠的企业排放数据。中国的试点项目阶段作为将来收集到足够信息的第一步非常关键。（Narassimhan 等，2018）。

信息资料框
欧盟创新基金与欧盟现代化基金

欧盟创新基金是一项旨在支持欧盟范围内创新低碳技术商业化示范的金融机制，资金来源于通过欧盟碳排放交易体系（EU ETS）拍卖 5.3 亿配额的收入。创新基金主要支持涉及可再生能源、能源密集型产业、碳捕集与封存以及能源存储等领域的项目，涵盖所有欧盟成员国。通过聚焦具有显著减排潜力的突破性技术，创新基金支持了技术的可扩展性和市场化应用。其结构确保了将 ETS 收入再投资于具有变革性的解决方案。

欧盟现代化基金是一项专门支持十个低收入欧盟成员国向温室气体中和转型的金融机制，通过拍卖 EU ETS 配额的 2%资金进行资助，直接将气候投资与碳价挂钩。现代化基金优先投资于可再生能源、电网升级和基础设施现代化等领域.

配额分配机制

在 EU ETS 中，配额默认通过拍卖的方式分配。然而，基于绩效基准（即欧盟表现最佳的前 10%的设施）的免费配额仍然在面临碳泄漏风险的行业中发挥作用。欧盟在不同阶段大幅修订了配额分配方式，以将 CO_2 价格信号传递给市场参与者。2013 年，能源行业的免费配额分配被取消，这意味着电力生产商需要 100%在初级或二级市场上购买欧盟排放配额。然而，现实是目前大多数面临碳泄漏风险的能源密集型行业仍然会免费获得大部分配额；作为回报，这些企业需要提供一定的环境绩效和脱碳措施证明，例如提交脱碳计划并实施能效措施。如 3.1.5 所述，面临碳泄漏风险的行业的免费配额将在 2026~2034 年间逐步淘汰，同时欧盟碳边境调节机制（CBAM）将对进口商品征收等额碳价。

相比之下，在中国 ETS 中，初级市场上只有基于产出基准的免费配额分配机制。因此，只有那些超过基准的企业才需要在二级市场上支付实际的碳价格。

总体来说，相比于 EU ETS，中国 ETS 中免费配额分配仍然发挥着更为重要的作用。这有一些潜在弊端：根据 Weishaar 等（2022）的研究，免费配额压低碳价扭曲碳市场，阻碍了企业的真实价格信号，因此未能激励减排，甚至可能导致暴利。此外，中国政府也错失了这部分财政收入。

碳价发展

欧盟配额价格波动较大：2012~2017 年，年均价格在 4.30~7.60 欧元之间（约合 33.49~59.19 元人民币）；2023 年，价格一度突破 100 欧元（约合 778.75 元人民币）；2025 年 4 月，价格约为 66 欧元（约合 513.98 元人民币）（Sandberg 2025）。

2023 年，中国 ETS 平均配额价格为每吨 79.42 元人民币（约合 10.2 欧元）；2024 年 4 月，价格首次突破每吨 100 元人民币（约合 12.84 欧元）。如图 8 所示，EU ETS 价格水平仍远高于中国 ETS 价格水平。因此，相比于中国 ETS，EU ETS 目前提供了更强的减排激励。近年来随着中国 ETS 的价格变化，加之政府宣布将推出配额上限与配套拍卖分配机制，未来中国 ETS 价格有显著上涨潜力。

收益

欧盟通过拍卖 ETS 配额所得的收入一般会用于国家预算、创新基金和现代化基金（见上文信息资料框）。自 2013 年以来，EU ETS 累计收入超过 2000 亿欧元（约合 15575 亿元人民币）；仅 2023 年一年，拍卖收入达 436 亿欧元（约合 3395 亿元人民币），其中 330 亿欧元（约合 2570 亿元人民币）分配给了欧盟成员国，例如德国收到 77 亿欧元（约合 600 亿元人民币）；到 2023 年 6 月，成员国必须至少将所获资金的 50%投资于气候和能源相关的项目；截至 2023 年年中，所有收入都必须用于这些绿色项目。

相比之下，中国 ETS 尚未引入拍卖机制来进行配额分配，因此没有国家层面的财政收入。目前，拍卖机制仅在区域层面存在，深圳和北京的试点项目已部分引入拍卖机制，自北京排放交易体系启动以来，其总收入已达到 2.777 亿元人民币（约合 3570 万欧元），其中 2023 年的收入为 1.6316 亿元人民币（约合 2100 万欧元），这些收入分别纳入市财政。

市场稳定机制

欧盟于 2018 年建立了市场稳定储备（MSR）以应对价格的大幅波动，而中国仅在区域试点层面实施了相应机制。由于中国 ETS 的价格较低，且只有极少数企业需要在二级市场上支付碳价，因此目前实施市场稳定机制的需要不明显。

与其他市场不同，排放交易体系面临的一个关键挑战是市场上的配额总量是由法规或法律决定的，这阻碍了供应对需求变化的灵活性调整（欧洲委员会，2024 年），因此，外部冲击导致市场价格波动的概率增大，市场稳定机制旨在解决这一问题。应对价格波动的另一种方式是引入价格下限和上限来设定配额价格的最低和最高水平。

碳泄露

为了防止碳泄漏，欧盟和中国最初都引入了免费配额。2026年，欧盟碳边境调节机制（CBAM）将进入正式实施阶段，从而增强碳价对面临碳泄漏风险行业的引导作用。CBAM 将对从碳密集型行业进口到欧盟的某些产品征收税费；与此同时，欧盟将逐步取消这些行业在 EU ETS 中的免费配额。受此政策影响的产品已在欧盟的高碳泄漏清单中列出（EU 2019/708 2019）。CBAM 可能会对中国的铁、钢、铝、肥料和水泥等出口商产生影响，如果这些商品在中国已经获得有效的 CO_2 减排认证，那么进口商可以从需要购买的 CBAM 证书中扣除相应税费。截至目前，中国尚未引入其他防止碳泄漏的措施。

监管、报告与核查（MRV）

欧盟和中国都已建立了监管、报告与核查（MRV）机制。EU ETS 实行年度合规周期，而中国 ETS 要求覆盖的设施制定经授权的监测方案，如活动、排放源和监测方法等设施信息。中国生态环境部（MEE）以及省级、市级生态环境部门会聘请第三方核查机构对企业的排放报告进行核查；欧盟的第三方审计机构会对 EU ETS 中的排放数据进行核查，随后由每个欧盟成员国的主管部门进行最终监督。

减排效果

由于受到其他政策和经济因素的影响，很难证明 ETS 对减排的效应，但在 EU ETS 中，特别是对于未收到免费配额的行业，减排成效显而易见（见第 3.1.7 章）。在 2005~2023 年间，由 EU ETS 所覆盖的排放量减少 47%（欧洲委员会，2024 年）。中国目前大多数对碳价如何影响减排的研究都集中在区域试点阶段，因此很难确定中国 ETS 对减排的贡献程度，尤其是目前中国的总排放量仍在持续上升。然而，一些证据表明排放强度已有所下降，根据《中国碳市场发展报告》，2018~2023 年间，中国国家火力发电的排放强度下降了 2.4%，同期整体电力发电的排放强度下降了 8.9%（生态环境部，2024 年）。Huang 等人（2022 年）认为，中国 ETS 具有较大的减排潜力；但相较于 EU ETS，中国 ETS 的碳价引导作用可能仍然较小，因为市场参与者对价格信号的直接反应受电价及调度管制所局限（ICAP 等，2024 年）。

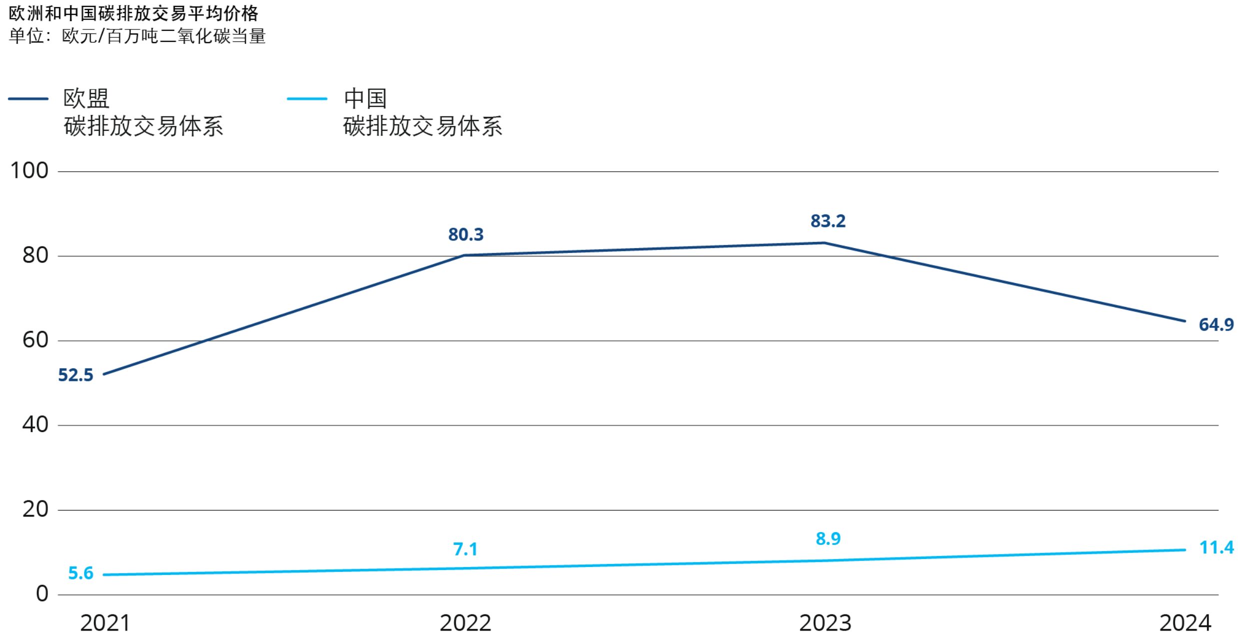

图 8：欧洲与中国排放交易平均价格；本图基于 Table Media（2024）数据绘制

4 未来中国排放交易体系的可能发展方向

基于比较分析，本章探讨中国碳排放交易体系（中国 ETS）未来发展的潜在可能。鉴于该体系自 2021 年才投入运行，中国 ETS 可以借鉴欧盟碳排放交易体系（EU ETS）的经验，同时也可以从中国地方试点项目中汲取经验。

4.1 中国排放交易体系未来发展范围

EU ETS 已有效减少了其所有覆盖行业的温室气体（GHG）排放，其中在能源行业取得的成效最为显著。此外，在某些行业，EU ETS 除涵盖 CO_2 排放外还涵盖其他温室气体。

中国有潜力将更多行业和温室气体纳入中国 ETS 体系覆盖范围，进而实现减排与气候目标。目前已决定将钢铁、水泥和铝业纳入中国 ETS，覆盖所有行业的直接 CO_2 排放以及铝生产中四氟化碳（CF_4）和六氟乙烷（C_2F_6）排放。中国已迈出第一步。

展望未来，中国可以参考欧盟的做法，制定分阶段计划将中国 ETS 扩展至国内航空、海运以及潜在的建筑与道路运输行业。

在考虑将更多温室气体纳入中国 ETS 体系时，应特别考虑甲烷（CH_4）和一氧化二氮（N_2O）。CH_4对气候的破坏力是 CO_2 的 25~28 倍，而中国是全球最大的 CH_4排放源，占全球总排放的 14%。N_2O 是一种长期存在的温室气体，其对气候的破坏力约是 CO_2 的 270 倍，约占全球变暖排放的 10%（联合国环境规划署和粮农组织，2024 年）。1978~2015 年，中国的 N_2O 排放量增长 140%，增速是全球其他地区的 1.8 倍。因此，应特别关注这些温室气体。一种可能的做法是将 CH_4和 N_2O 先纳入具有适当 MRV 机制与合规条件的特定 ETS 覆盖行业中，再逐步扩展到其他已覆盖行业；另一种做法则是从初期就将 CH_4和 N_2O 排放纳入未来潜在的新覆盖行业，例如海运运输领域。EU ETS 将从 2026 年起覆盖海运运输领域的 CH_4和 N_2O 排放。

选项概览：

- 在中国 ETS 体系中引入更多行业，例如国内航空、海运运输，以及可能的建筑和道路运输领域。
- 如果中国 ETS 体系覆盖海运运输行业，应从初期就将甲烷（CH_4）和一氧化二氮（N_2O）排放纳入其中。

4.2 中国排放交易体系未来设计方向

设定排放配额上限并因此从基于强度的配额分配转向限额与交易（cap-and-trade）制度，可能显著提高中国 ETS 体系的效率（Karplus 2021）。排放上限可以配套线性递减因子（LRF）机制，以确保每年排放上限逐步下降。中国还可以像欧盟一样，将其排放上限和 LRF 与自身的气候目标相结合，这样做有两个优点：首先确保了与中国气候目标一致的减排路径具有约束力；其次可以促进长期投资的工业部门（如水泥、钢铁和铝业）规划的安全性，因为它提供了一个可预测的减排路径，并可靠提高了低排放技术的长期竞争力（ICAP 等，2024 年）。尽管中国计划引入一个集中式的排放上限，但具体的实施时间和范围尚不明确。为了促进 CO_2 价格信号的发展并提高中国 ETS 的整体效率，中国还应考虑进一步放松电力行业的管制。

此外，中国可以考虑过渡到拍卖机制。引入拍卖机制有两个理由，首先它将提高配额分配的效率，并可能加强中国 ETS 体系在减排方面的作用；根据国际能源署（IEA）的分析，到 2030 年引入 17.5%的拍卖配额并在 2035 年增加至 25%可能会使中国电力行业减排量在 2035 年翻倍，这将额外减排约 8.4 亿吨 CO_2，同时保持相同的紧缩基准（IEA 2024；IEA 2022）；其次，由于向碳中和转型需要大量投资，通过拍卖机制获得的财政收入可以用于资助气候项目、支持投资或缓解高碳价带来的经济和社会影响。例如，EU ETS 的收入必须用于能源和气候相关目的，并用于解决自 2023 年以来碳价引发的社会困难，欧盟的现代化基金和社会气候基金可以作为参考。Zao、Wang 和 Cai（2022）发现，如果没有某种形式的收入再分配，碳价会增加中国的收入不平等。中国 ETS 具有很强的国家收入潜力。在上述 IEA 情景中，引入部分拍卖（到 2035 年达到 25%）将产生约 390 亿美元（2600 亿元人民币/ 333.8 亿欧元）的年收入。

另一个提升减排和 ETS 效率的因素是确保有效的配额价格。过低的价格会妨碍清洁技术的投资，而过高的价格则可能给公民和企业带来过重的财政负担。如果中国决定过渡到限额与交易制度，并进一步放开电力市场，一个类似于欧盟市场稳定储备（MSR）的机制可以帮助平抑价格波动。然而，鉴于中国电力行业的监管以及价格形成灵活性有限，更合适的选择可能是引入拍卖机制并定义一个价格区间。需要仔细斟酌最低和最高价格，避免对基于排放上限设定的减排目标造成不利影响。

选项概览：

- 过渡到限额与交易制度，并引入与中国气候目标一致的线性减排因子（LRF）机制。
- 进一步放松电力行业管制，发展 CO_2 价格信号。
- 引入拍卖机制，以增加减排量并带来国家收入。
- 实施一个价格区间，使配额价格足够高以实现气候目标，但又不会带给企业和公民不必要的负担。

5 结论

本报告比较分析的结论和建议存在一定局限性，这些局限性源于两种碳排放交易体系之间的总体和制度差异。首先，中国 ETS 仅运行了 4 年，这限制了其在减排方面影响力的相关数据的获取和研究；其次，欧盟和中国在政府和市场体系方面存在差异。尽管如此，对两个体系设计特点的全面回顾为其在减排效果上的差异提供了有价值的见解。随着更多国家选择引入碳排放交易系统，中国和欧盟在制定标准、推广最佳实践以及推动国际合作实现全球碳定价机制方面，发挥着至关重要的作用。

报告回顾了欧盟和中国碳排放交易体系的政策发展、关键设计特点以及最新宣布的政策动向。研究表明，两个体系在设计上存在明显差异，首先，EU ETS 采用上限与交易的模式，从政策上设定了与欧盟气候目标一致的总体排放上限，而中国 ETS 则采用基准和信用制度，使用基于产出的免费配额分配机制，并结合可交易的绩效标准，不对排放设定上限。这表明，中国 ETS 目前的效力不如 EU ETS 显著，且其总体减排效果不可预测性较高。

考虑到证明因果关系的困难性，分析提出，EU ETS 对所覆盖行业的排放大幅减少贡献显著，自 2005 年实施以来，覆盖行业的总排放量减少了 47%。而中国 ETS 在较短的运行历史中对减排的影响力较温和。然而，仍有证据表明，中国 ETS 所覆盖的企业在排放强度方面有所下降。根据中国《全国碳市场发展报告》，2018~2023 年间，中国火力发电的排放强度下降了 2.4%，而整体电力生产的排放强度下降了 8.8%（MEE 2024）。

EU ETS 的一大显著优势在于其广泛的行业覆盖范围（涵盖能源、能源密集型工业、航空、海运运输，以及从 2027 年起的建筑和道路运输），以及其对温室气体排放的全面覆盖，不仅包括二氧化碳（CO_2），还涵盖了一些行业的氮氧化物（N_2O）、氢氟烃（HFCs）和全氟化碳（PFCs）等温室气体。

尽管目前仅限于电力行业，中国 ETS 已经开始扩展其覆盖范围，逐步纳入一些能源密集型行业，如水泥、钢铁、铝业等，预计自 2026 年起开始实施。这一扩展将使其覆盖的国家总体 CO_2 排放比例从 40%增加到大约 70%。

然而，由于中国的初级市场完全依赖基于产出的免费配额，中国 ETS 的二级市场碳价格目前相对较低（2025 年 1 月平均为 12.6 欧元/吨 CO_2 当量（98.0 元人民币/吨 CO_2 当量）），与欧盟相比差距较大（2025 年 1 月平均为 76.9 欧元/吨 CO_2 当量（598.9 元人民币/吨 CO_2 当量））。此外，只有少数超出基于强度和产出的免费配额的企业需要支付碳价，这些企业从有盈余配额的其他企业购买配额证书（CEA），因此中国 ETS 目前并未为国家财政创造收入。加强价格信号作用的一种方式可能是逐步过渡到基于拍卖的配额分配，除了能提高中国 ETS 在减排方面的效率，还可以为国家创造可观的收入，进而再投资于缓解气候变化的其他措施。此外，一旦引入排放上限和拍卖机制，类似欧盟市场稳定储备（MSR）的机制可以有效应对价格波动。同时，引入拍卖机制也可以加强价格信号的敏感度。

总体而言，各国需要意识到，产品附带的排放并不仅仅是一个国家级的现象，而是全球供应链中多个参与者决策的综合结果。由于气候政策引发的成本在各国之间有所不同，必须制定解决方案，将 ETS 的价格信号扩展到其他不具有碳定价机制司法管辖区的进口产品，以应对碳泄漏的风险。欧盟通过引入碳边境调节机制（CBAM）迈出了应对碳泄漏挑战的第一步，该机制将于 2026 年全面生效，并会对一些向欧盟出口的中国企业产生影响。

尽管在具体应用细节上存在差异，欧盟和中国都已建立了监测、报告与核查（MRV）框架。预计中国将进一步在 MRV 标准方面与欧盟对接，从而促进国际工具（如 CBAM）的一致性和合规性。

碳排放交易体系的国际合作与交流是提高其有效性的重要途径。本报告通过分析欧盟和中国的碳排放交易体系，旨在为此目标作出贡献。

6 缩略语表

C&T	上限与交易
C_2F_6	六氟乙烷
C3S	哥白尼气候变化服务机构
CBAM	碳边境调节机制
CCER	中国核证自愿减排量
CEA	中国碳排放配额
CH_4	甲烷
CNY	人民币（元）
CO_2	二氧化碳
CO_2-eq	二氧化碳当量
DEHSt	德国排放管理局
EEA	欧洲环境署
EEX	欧洲能源交易所
ETS	排放交易体系
EU	欧盟
EU ETS	欧盟排放交易体系
EU ETS 2	欧盟排放交易体系 2
EU-27	欧盟 27 位成员国
EUR	欧元
FAO	联合国粮食及农业组织
GHG	温室气体
GJ	吉瓦
ICAP	国际碳行动伙伴关系
MEE	中国生态环境部
MRV	监测、报告与核查
MSR	市场稳定储备
Mt	兆吨
MW	兆瓦
MWh	兆瓦时
N_2O	一氧化二氮
NDRC	中华人民共和国国家发展和改革委员
PFC	会 全氟化碳
SCF	社会气候基金
tCO_2	吨二氧化碳
TPS	可交易绩效标准
UBA	德国环境署
UK	英国
UNEP	联合国环境规划署
WMO	世界气象组织

7 参考文献

Baranzini, Andrea; van den Bergh, Jeroen C. J. M.; Carattini, Stefano; Howarth, Richard B.; Padilla, Emilio; Roca, Jordi (2017):《气候政策中的碳定价：七个理由、互补工具与政治经济考量》，载于《WIREs 气候变化》，8(4). https://doi.org/10.1002/wcc.462.

Bayer, Patrick; Aklin, Michaël P. (2020):《欧盟碳交易体系在低碳价下仍有效减少 CO_2排放》，载于《美国国家科学院院刊(PNAS）》，117(16)，第 8804–8812 页

Black, Simon; Parry, Ian; Zhunussova, Karlygash (2022):《更多国家正在对碳排放定价，但仍然过于廉价》。链接: https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/07/21/blog-more-countries-are-pricing-carbon-but-emissions-are-still-too-cheap ，查阅日期：2025 年 1 月 22 日。

Bolat, Cenk K.; Soytas, Ugur; Akinoglu, Berkan; Nazlioglu, Saban (2023《欧盟碳交易体系中是否存在宏观经济碳反弹效应？》，载于《能源经济学》，第 125 期。DOI: 10.1016/j.eneco.2023.106879.

Bordignon, Massimo; Gamannossi degl'Innocenti, Duccio (2023):《第三阶段真的奏效了吗？评估欧盟碳交易体系第三阶段对 CO_2 排放与绩效的影响》，载于《可持续性》，15(6394)。 DOI: 10.3390/su15086394.

Buckley, Neil J.; Mestelman, Stuart; Muller, R. Andrew (2004):《上限-交易制与基准-信用制排放交易方案的比较：产能波动条件下的实验证据》，麦克马斯特实验经济学实验室出版物，麦克马斯特大学。

碳简报 (2024):《分析：中国碳排放对全球变暖的贡献目前已超过欧盟》。链接: https://www.carbonbrief.org/analysis-chinas-emissions-have-now-caused-more-global-warming-than-eu/ ，查阅日期：2025 年 1 月 29 日。

碳市场观察 (2013):《欧盟气候立法中的国际碳抵消机制——已成历史概念？》。链接: https://carbonmarketwatch.org/2013/09/30/international-carbon-offsets-in-eu-climate-legislation-a-historical-concept-2/, 查阅日期：2025 年 4 月 22 日。

碳价领导联盟 (2017):《碳价高级别委员会报告：执行摘要》。链接：https://clgchile.cl/wp-content/uploads/2018/01/CarbonPricing_FullReport.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 28 日。

能源与清洁空气研究中心（Centre for Research on Energy and Clean Air, CREA）(2024)：《中国气候转型：2024 年展望》。链接：Report: CREA China's Climate Transition Outlook 2024_EN 查阅日期：2025 年 1 月 29 日。

Chen, Zhe-Yi; Zhao, Lu-Tao; Cheng, Lei; Qiu, Rui-Xiang (2025)：《中国如何应对碳边境调节机制？一种全球贸易分析方法》，载于《能源政策》，198 期。https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114486

COM(2000) 87 final (2000):《欧盟内部温室气体排放交易绿皮书》，文件编号 COM(2000) 87 final，2000 年 3 月 8 日，载于《欧盟官方公报》。

COM(2025) 87 final 2025/0039(COD) (2025):《欧洲议会与理事会关于修订 2023/956 号条例以简化和强化碳边境调节机制的提案》，文件编号 COM(2025) 87 final 2025/0039(COD)，2025 年 2 月 26 日。链接：https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025PC0087 ，查阅日期：2025 年 5 月 6 日。

Cooke, Katherine; Reyes, Raúl; Wartmann, Sina (2016):《中国碳市场试点，碳交易机制》。链接： https://transparency-partnership.net/system/files/document/Good%20Practice-China-China%20ETS%20Pilots,%20Carbon%20Markets.pdf, 查阅日期：2024 年 9 月 5 日。

哥白尼气候变化服务机构（Copernicus Climate Change Service, C3S）(2025)：《2024 年欧洲气候现状报告》。完整版链接：https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/custom-uploads/ESOTC-2024/press-resources/ESOTC-2024-report.pdf, 查阅日期：2025 年 4 月 16 日。

Crippa M.， Guizzardi D.， Pagani F.， Banja M.， Muntean M.， Schaaf E.， Becker， W.， Monforti-Ferrario F.， Quadrelli， R.， Risquez Martin， A.， Taghavi-Moharamli， P.， Grassi， G.， Rossi， S.， Melo， J.， Oom， D.， Branco， A.， San-Miguel， J.， Manca， G.， Pisoni， E.， Vignati， E.， Pekar， F. (2024)：《全球各国温室气体排放报告——JRC/IEA 2024 年版》，报告编号 JRC138862。 https://data.europa.eu/doi/10.2760/4002897

Delarue， Erik； Voorspools， Kris； D'haeseleer， William (2008)：《欧盟碳交易体系下电力行业的燃料替代：回顾与展望》，载于《能源工程期刊》，134(2)。

德意志银行 (2024)：德意志银行 (2024)：《欧洲排放配额的一级市场拍卖价格》。链接： https://www.bundesbank.de/de/statistiken/primaermarktauktionspreise-fuer-europaeische-emissionszertifikate-862700 ，查阅日期：2025 年 4 月 22 日。

德国排放交易管理局（Deutsche Emissionshandelsstelle， DEHSt）(2024a)：《评估与报告》。链接： https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/EU-ETS-1-Informationen/Auswertungen-Berichte/auswertungen-berichte_artikel.html?nn=284022#Sprungstelle-Auktionierungsberichte ，查阅日期：2025 年 4 月 22 日。

德国排放交易管理局（Deutsche Emissionshandelsstelle， DEHSt）(2024b)：《理解欧盟碳排放交易体系》。链接： https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/EU-ETS-1-Informationen/EU-ETS-1-verstehen/eu-ets-1-verstehen_artikel.html?nn=283518#doc283528bodyText4 ，查阅日期：2025 年 1 月 17 日。

德国排放交易管理局（Deutsche Emissionshandelsstelle， DEHSt）(2024c)：《2026 至 2030 年期间小型排放企业的减负措施》。链接：https://www.dehst.de/EN/Topics/EU-ETS-1/Stationary/Small-Emitters-2026-2030/small-emitters-2026-2030_node.html ，查阅日期：2025 年 1 月 17 日。

Edenhofer， Ottmar； Leisinger， Christian (2024)：《欧盟与德国联邦政府气候保护计划》，载于 Lozán， J. L.； Graßl， Hartmut； Kasang， Dieter； Quante， Markus 和 Sillmann， Jana（编）：《气候预警信号：极端天气的挑战——原因、影响与应对选项》，第 345–351 页。

欧盟指令 EU 2003/87/EC (2003)：《欧洲议会和理事会于 2003 年 10 月 13 日通过的 2003/87/EC 号指令，建立欧盟内部温室气体排放配额交易体系并修订理事会第 96/61/EC 号指令》，2003 年 10 月 13 日，载于《欧盟官方公报》。

欧盟决定 EU 2019/708 (2019)：《欧盟委员会于 2019 年 2 月 15 日通过的（EU）2019/708 号授权决定，补充欧洲议会和理事会第 2003/87/EC 号指令，关于 2021 年至 2030 年期间被视为面临碳泄漏风险的行业和子行业的认定》，2019 年 2 月 15 日，载于《欧盟官方公报》。

欧洲铝业协会（European Aluminium）(2023)：《面向欧洲铝工业的科学碳减排路径》。链接：https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2023/11/23-11-14-Net-Zero-by-2050-Science-based-Decarbonisation-Pathways-for-the-European-Aluminium-Industry_FULL-REPORT.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 17 日。

欧洲中央银行（European Central Bank， ECB）(2025)：《人民币（CNY）汇率信息》。链接：

https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-cny.en.html ，查阅日期：2025 年 1 月 28 日。

欧盟委员会（European Commission）（2017）：《成员国拍卖收入使用情况分析：最终报告》。链接： https://climate.ec.europa.eu/document/download/4d598efa-42b7-4793-99ea-e50167a09f60_en?filename=auction_revenues_report_2017_en.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 7 日。

欧盟委员会（European Commission）（2022）：《欧盟碳排放交易体系认证与核查——速查指南》。链接: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-05/quick_guide_verifiers_en.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 21 日。

欧盟委员会（European Commission）（2023）：《欧盟碳排放交易体系监测与报告条例的修订》。链接： https://climate.ec.europa.eu/system/files/2023-12/1.2%20Kunst%20-%20ETS_MRR%20progress%20ETS_0.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 21 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024a）：《配额拍卖》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/auctioning-allowances_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024b）：《2050 年长期战略》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en ，查阅日期：2025 年 1 月 30 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024c）：《欧盟碳排放交易体系的发展（2005–2020 年）》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020 ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024d）：《减少航空业排放》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-aviation_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024e）：《减少航运业排放》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024f）：《欧盟碳排放交易体系的排放上限》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/eu-ets-emissions-cap_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024g）：《免费配额分配》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024h）：《市场稳定储备机制》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024i）：《碳边境调节机制》。链接：https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024j）：《欧盟碳排放交易体系的监测、报告与核查》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/monitoring-reporting-and-verification-eu-ets-emissions_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024k）：《2023 年碳排放创纪录下降，主要归因于可再生能源发展》。链接：https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/record-reduction-2023-ets-emissions-due-largely-boost-renewable-energy-2024-04-03_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟委员会（European Commission）（2024l）：《社会气候基金》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/social-climate-fund_en ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧盟理事会（European Council）（2025）：《欧盟如何为向气候中性转型提供融资？》。链接：https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/financing-climate-transition/ ，查阅日期：2025 年 4 月 15 日。

欧洲能源交易所（European Energy Exchange, EEX）（2024）：《拍卖设计》。链接：https://www.eex.com/en/markets/environmental-markets/eu-ets-auctions/auction-design ，查阅日期：2025 年 1 月 17 日。

欧洲环境署（European Environment Agency, EEA）（2024a）：《欧盟碳排放交易体系下的拍卖收入使用情况》。链接：https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/use-of-auctioning-revenues-generated ，查阅日期：2025 年 1 月 17 日。

欧洲环境署（European Environment Agency, EEA）（2024b）：《欧盟碳排放交易体系下的温室气体排放》。链接：https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-under-the ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

欧洲议会（European Parliament）（2022a）：《气候变化：关于更具雄心的碳排放交易体系达成协议》。链接：https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20221212IPR64527/climate-change-deal-on-a-more-ambitious-emissions-trading-system-ets ，查阅日期：2025 年 1 月 21 日。

欧洲议会（European Parliament）（2022b）：《就新的碳泄漏机制达成协议，以提升全球气候雄心》。链接：https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20221212IPR64509/deal-reached-on-new-carbon-leakage-instrument-to-raise-global-climate-ambition ，查阅日期：2025 年 4 月 15 日。

欧洲议会（European Parliament）（2023）：《碳泄漏：防止企业规避排放规定》。链接：https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20210303STO99110/carbon-leakage-preventing-firms-from-avoiding-emissions-rules ，查阅日期：2025 年 1 月 21 日。

欧盟（European Union）（2014）：《欧盟碳排放交易体系手册》。链接：https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-ets ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

Fang, K.; Zhang, Q.; Song, J.; Zang, H.; Liu, H.（2021）：《国家碳交易体系如何影响碳排放与减排成本？来自中国国家自主贡献双重目标的证据》。载于：《资源、保护与回收》，171。DOI：https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105638

美联储（Federal Reserve, FED）（2024）：《外汇汇率 – G.5A》。链接：https://www.federalreserve.gov/releases/g5a/current，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

Fiedler, Swantje；Peiseler, Florian；Maier, Michael；Meemken, Simon；Zahn, Paulin；Cludius, Johanna；Graichen, Jakob；Schumacher, Katja；Healy, Sienna（2024）：《德国的二氧化碳定价：第二碳排放交易体系与气候社会基金在德国的运用》。链接：https://foes.de/publikationen/2024/2024-02_KAD_ETS2-KSF.pdf，查阅日期：2025 年 4 月 15 日。

Germeshausen, Robert（2020）：《欧盟碳排放交易体系与德国化石燃料发电厂的燃料效率》。载于：《环境与资源经济学会期刊》（Journal of the Association of Environmental and Resource Economists），第 7 卷第 4 期。链接：https://doi.org/10.1086/708894 ，查阅日期：2025 年 1 月 30 日。

Haase, Isabel；Velten, Eike Karola；Branner, Harrison；Reyneri, Anna（2022）：《欧盟碳排放交易体系拍卖收入用于气候行动的情况——基于八个案例研究的分析》。链接：https://wisenederland.nl/wp-content/uploads/2023/08/EcologicInstitue_2022_UseAucRevClimate_FullReport.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 30 日。

Hepburn, Cameron；Grubb, Michael；Neuhoff, Karsten；Tse, Maximilien（2006）：《欧盟碳排放交易体系第二阶段配额的拍卖：如何及为何？》。载于：《气候政策》（Climate Policy），第 137 – 160 页。链接：https://doi.org/10.3763/cpol.2006.0608.

Hintermann, Beat（2010）：《欧盟碳交易体系第一阶段的配额价格驱动因素》。载于：《环境经济与管理期刊》（Journal of Environmental Economics and Management），59(1)，第 43 – 56 页。链接：https://doi.org/10.1016/j.jeem.2009.07.002 。

Huang, Weiqing；Wang, Qiufang；Li, Han；Fan, Hongbo；Qian, Yu；Klemeš, Jiří Jaromír（2022）：《中国碳排放交易政策最新进展综述》。载于：《清洁生产期刊》（Journal of Cleaner Production），文献编号：131480。链接：https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131480 。

Huanga, Hai；Roland-Holstb, David；Springerc, Cecilia；Linb, Jiang；Caie, Wenjia；Wanga, Can（2019）：《碳排放交易体系与社会公平：中国的可计算一般均衡评估》。载于：《应用能源》（Applied Energy），235，第 1254 – 1265 页。链接：https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.11.056

国际碳行动伙伴关系（International Carbon Action Partnership, ICAP）（2024a）：《关于碳排放交易体系》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/about-emissions-trading-systems ，查阅日期：2025 年 1 月 24 日。

国际碳行动伙伴关系（ICAP）（2024c）：《中国发布 2023 与 2024 年电力行业配额分配方案》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/news/china-releases-allocation-plan-power-sector-2023-and-2024 ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

国际碳行动伙伴关系（ICAP）（2024d）：《中国国家碳排放交易体系》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets ，查阅日期：2025 年 1 月 22 日。

国际碳行动伙伴关系（ICAP）（2025a）：《全球碳交易体系年度报告 2025》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/publications/emissions-trading-worldwide-icap-status-report-2025 ，查阅日期：2025 年 1 月 14 日。

国际碳行动伙伴关系（ICAP）（2025b）：《中国正式将水泥、钢铁和铝行业纳入国家碳交易体系》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/news/china-officially-expands-national-ets-cement-steel-and-aluminum-sectors ，查阅日期：2025 年 4 月 14 日。

国际碳行动伙伴关系（ICAP）（2025c）：《ICAP 配额价格探索工具》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/ets-prices#:~:text=Track%2C%20visualize%2C%20and%20download%20allowance%20price%20developments%20from,prices%20from%20emissions%20trading%20systems%20around%20the%20world，查阅日期：2025 年 4 月 22 日。

国际碳行动伙伴关系（ICAP）；世界银行集团（World Bank Group）；市场机制实施伙伴关系（PMI）；能源部门管理援助计划（ESMAP）；国际能源署（IEA）（2024）：《电力行业碳定价：迈向净零发展的角色与设计》。链接：https://icapcarbonaction.com/en/publications/carbon-pricing-power-sector-role-and-design-transitioning-toward-net-zero-carbon ，查阅日期：2025 年 1 月 17 日。

国际能源署（International Energy Agency, IEA）（2020a）：《中国碳排放交易体系：高效配额分配设计》。IEA 出版物。链接：https://iea.blob.core.windows.net/assets/d21bfabc-ac8a-4c41-bba7-e792cf29945c/China_Emissions_Trading_Scheme.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

国际能源署（IEA）（2020b）：《有效碳交易体系的实施：来自国际经验的启示》。IEA 出版物。链接：https://iea.blob.core.windows.net/assets/2551e81a-a401-43a4-bebd-a52e5a8fc853/Implementing_Effective_Emissions_Trading_Systems.pdf ，查阅日期：2025 年 4 月 15 日。

国际能源署（IEA）（2022）：《加强中国碳排放交易体系以实现碳中和：聚焦电力行业》。链接：https://iea.blob.core.windows.net/assets/17fc0c1d-7fff-4ca6-af39-7f6e6f1c33fc/EnhancingChinasETSforCarbonNeutrality_FocusonPowerSector.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 24 日。

国际能源署（International Energy Agency, IEA）（2024）：《加强中国碳市场以实现碳中和：引入拍卖机制》。链接：https://iea.blob.core.windows.net/assets/c630ee99-2c14-45de-bc76-e333e2c6cdd3/EnhancingChinasETSforCarbonNeutrality_IntroducingAuctioning.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 24 日。

Karplus, V.J.; Shen, X.; Zhang, D.（2020）：《群龙难驯：中国工业能效计划中的企业违规行为》。载于：《能源期刊》（Energy Journal），第 41 卷。

Life Emissions Trading Extra（Life ETX）（2024）：《EU ETS 101：欧盟碳排放交易体系初学者指南》。链接：https://etxtra.org/wp-content/uploads/2024/02/CMW_EU_ETS_101_guide_2024_v04-1.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

Ma, Rong; Qian, Hong（2022）：《中国全国碳市场的工厂层面评估：基准设定的重要性》。载于：《气候变化经济学》（Climate Change Economics），13(01)，2240009。DOI: 10.1142/S2010007822400097。

中华人民共和国生态环境部（Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, MEE）（2024）：《中国全国碳市场进展报告（2024）》。链接：https://www.mee.gov.cn/ywdt/xwfb/202407/W020240722528850763859.pdf ，查阅日期：2025 年 4 月 23 日。

Narassimhan, Easwaran; Gallagher, Kelly S.; Koester, Stefan; Rivera Alejo, Julio（2018）：《碳定价实践：现有碳排放交易体系综述》。载于：《气候政策》（Climate Policy），18(8)，第 967–991 页。DOI: 10.1080/14693062.2018.1467827。

Neuhoff, Karsten; Martinez, Kim Keats; Sato, Misato（2008）：《配额分配、激励与扭曲：欧盟碳市场对电力行业的影响》。链接：CP_61_71_Neuhoff.pmd 查阅日期：2025 年 1 月 24 日。

Our World in Data（2024a）：《中国按部门划分的甲烷排放》。链接：https://ourworldindata.org/grapher/methane-emissions-by-sector?country=~CHN ，查阅日期：2025 年 1 月 22 日。

Our World in Data（2024b）：《欧盟（27 国）按部门划分的甲烷排放》。链接：https://ourworldindata.org/grapher/methane-emissions-by-sector?country=~OWID_EU27 ，查阅日期：2025 年 1 月 23 日。

Packroff, Jens（2024）：《专家称工业和电力行业的碳排放配额将在 2039 年前耗尽》。链接：https://www.euractiv.de/section/finanzen-und-wirtschaft/news/experten-co2-zertifikate-fuer-industrie-und-strom-bis-2039-aufgebraucht/ ，查阅日期：2024 年 10 月 7 日。

Pietzcker, Robert C.; Feuerhahn, Janik; Haywood, Luke; Knopf, Brigitte; Leukhardt, Falko; Luderer, Gunnar; Osorio, Sebastian; Pahle, Michael; Rodrigues, Renato; Edenhofer, Ottmar（2021）：《实现欧盟 2030 气候目标所需的 CO_2 价格》。Ariadne-背景报告，波茨坦：气候影响研究所。DOI: 10.48485/pik.2021.007。

Sandberg（2012）：《帮手还是阻碍？欧盟碳交易体系中的抵消机制》。链接：https://sandbag.be/project/help-or-hindrance-offsetting-in-the-eu-ets/ ，查阅日期：2025 年 4 月 22 日。

Sandberg（2024）：《欧盟碳市场数据仪表盘》。链接：https://sandbag.be/eu-ets-dashboard/ ，查阅日期：2024 年 9 月 25 日。

Sandberg（2025）：《碳价观察器》。链接：https://sandbag.be/carbon-price-viewer/ ，查阅日期：2025 年 1 月 23 日。

中华人民共和国国务院（State Council of the People's Republic of China）（2024）：《中国将加强碳排放管控》。链接：https://english.www.gov.cn/archive/202303/28/content_WS64227cbfc6d0f528699dc56b.html ，查阅日期：2025 年 4 月 16 日。

Statista（2025）：《1999 至 2024 年欧元兑美元汇率年度变化》。链接：https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200194/umfrage/wechselkurs-des-euro-gegenueber-dem-us-dollar-seit-2001/ ，查阅日期：2025 年 1 月 8 日。

Stechemesser, Annika；Koch, Nicolas；Mark, Ebba；Dilger, Elina；Klösel, Patrick；Menicacci, Laura；Nachtigall, Daniel；Pretis, Felix；Ritter, Nolan；Schwarz, Moritz；Vossen, Helena；Wenzel, Anna（2024）：《实现大幅减排的气候政策：来自全球二十年的经验证据》。载于：《科学》（Science），385，第 884–892 页。DOI: 10.1126/science.adl6547。

Sun, Angela（2022）：《东西交汇：连接中国与欧盟碳排放交易体系》。链接：https://kleinmanenergy.upenn.edu/wp-content/uploads/2022/06/KCEP-Digest46-East-Meets-West.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 22 日。

Table Media（2024）：《碳排放交易：欧盟与中国体系趋同》。链接：https://table.media/china/sinolytics-radar/emissionshandel-wie-sich-die-systeme-von-eu-und-china-annaehern/ ，查阅日期：2025 年 1 月 28 日。

Tang, Bao-Jun；Ji, Chang-Jing；Hu, Yu-Jie；Tan, Jin-Xiao；Wang, Xiang-Yu（2020）：《中国碳市场最优配额价格：基于多部门边际减排成本视角》。载于：《清洁生产期刊》（Journal of Cleaner Production），253，119945。DOI:10.1016/j.jclepro.2019.119945。

Tang, Renhu；Guo, Wei；Oudenes, Machtelt；Li, Peng；Wang, Jun；Tang, Jin；Wang, HailJun（2018）：《中国国家碳市场监测、报告与核查系统建设中的关键挑战》。载于：《气候政策》（Climate Policy），18(1)，106–121。DOI:10.1080/14693062.2018.1454882。

中华人民共和国国务院（The State Council）（2021）：《中国在新发展理念下勾画碳达峰与碳中和路径》。链接：https://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202110/24/content_WS61755fe9c6d0df57f98e3bed.html ，查阅日期：2025 年 1 月 28 日。

德国联邦环境局（Umweltbundesamt, UBA）（2018）：《未实施环境保护导致高额成本》。链接：https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/hohe-kosten-durch-unterlassenen-umweltschutz ，查阅日期：2025 年 1 月 27 日。

德国联邦环境局（UBA）（2023）：《欧盟碳排放交易体系正全面改革》。链接：https://www.umweltbundesamt.de/themen/der-eu-emissionshandel-wird-umfassend-reformiert ，查阅日期：2025 年 1 月 21 日。

德国联邦环境局（UBA）（2024）：《环境污染的社会成本》。链接：https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen#gesamtwirtschaftliche-bedeutung-der-umweltkosten ，查阅日期：2025 年 1 月 27 日。

联合国环境规划署（United Nations Environment Programme, UNEP）与联合国粮农组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）（2024）：《全球一氧化二氮评估》。链接：https://wedocs.unep.org/20.500.11822/46562 ，查阅日期：2025 年 4 月 22 日。

联合国条约汇编（United Nations Treaty Collection）（2025）：《巴黎协定》第 7.d 条。链接：https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXV2-7-d&chapter=27&clang=_en ，查阅日期：2025 年 1 月 23 日。

Verde, Stefano F.；Galdi, Gulio；Alloisio, Isabella；Borghesi, Simone（2021）：《欧盟碳市场及其配套政策：对中国碳市场有何启示？》。载于：《环境与发展经济学》（Environment and Development Economics），26，302–320。DOI:10.1017/S1355770X20000595。

Verde, Stefano F.；Teixidó, Jordi；Marcantonini, Claudio；Labandeira, Xavier（2019）：《欧盟碳市场中的免费配额规则：实证文献揭示了什么？》。载于：《气候政策》（Climate Policy），19(4)，439–452。DOI:10.1080/14693062.2018.1549969。

Vollebergh, Herman R. J.；Brink, Corjan（2020）：《我们可以从欧盟碳市场学到什么？》CESifo 工作论文 No. 8236。DOI:10.2139/ssrn.3584087。

von Lucke, Friedemann（2023）：《欧盟与中国在气候制度中的角色：探索通往气候公正的不同路径》。载于：《亚欧期刊》（Asia Europe Journal），21(3)，429–435。DOI:10.1007/s10308-022-00654-6。

Wagner, Ulrich J.；Muûls, Mirabelle；Martin, Ralf；Colmer, Jonathan（2014）：《欧盟碳排放交易体系的因果效应：来自法国制造业企业的证据》。

Weishaar, Stefan E.; Holzer, Kateryna; Liu, Bingyu（2022）：《激励碳转型——欧盟与中国碳交易比较》。载于：《气候变化缓解法研究手册》（Research Handbook on Climate Change Mitigation Law），283–306 页。Edward Elgar Publishing。DOI:10.4337/9781839101595.00019。

Wiesweg, Maik（2011）：《对欧盟碳交易作为全球气候政策一部分的经济分析》。链接：https://repositorium.uni-muenster.de/document/miami/83862bea-7b67-4b78-846a-484b96d4a510/diss_wiesweg.pdf ，查阅日期：2025 年 1 月 24 日。

世界银行（2024）：《2024 年碳定价状况与趋势》。链接：https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/b0d66765-299c-4fb8-921f-61f6bb979087 ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

世界气象组织（World Meteorological Organization, WMO）（2024）：《2023 年亚洲气候状况》。链接：https://library.wmo.int/records/item/68890-state-of-the-climate-in-asia-2023 ，查阅日期：2025 年 1 月 16 日。

世界气象组织（WMO）（2025）：《2024 年全球气候状况》。链接：https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024 ，查阅日期：2025 年 4 月 16 日。

Wu, Shu（2023）：《中国气候政策系统性回顾：发展演变、成效与挑战》。载于：《环境影响评价评论》（Environmental Impact Assessment Review），99，107030。DOI:10.1016/j.eiar.2022.107030。

Wu, Yi（2024）：《理解重新启动的中国自愿减排认证项目（CCER）：外企的潜在机会》。链接：https://www.china-briefing.com/news/understanding-the-relaunched-china-certified-emission-reduction-ccer-program-potential-opportunities-for-foreign-companies/ ，查阅日期：2025 年 1 月 24 日。

Yan, Yaxue; Zhang, Xiaoling; Zhang, Jihong; Li, Kai（2020）：《碳市场实施及其对空气污染协同治理的影响：中国经验》。载于：《能源政策》（Energy Policy），138，111282。DOI:10.1016/j.enpol.2020.111282。

Zhang, Da; Karplus, Valerie J.; Cassisa, Cyril; Zhang, Xiliang（2014）：《中国碳交易：进展与前景》。载于：《能源政策》（Energy Policy），75，9–16。DOI:10.1016/j.enpol.2014.01.022。

Zhao, Yibing; Wang, Can; Cai, Wenjia（2022）：《碳定价政策、收入再循环模式与收入不平等：中国多区域动态 CGE 评估》。载于：《资源、保护与回收》（Resources, Conservation and Recycling），181。DOI:10.1016/j.resconrec.2022.106246。

Zhu, Jingzhi; Zhao, Yuhuan; Zheng, Lu（2024）：《欧盟碳边境调节机制对中国对欧出口的影响》。载于：《能源》（Energies），17，509。DOI:10.3390/en17020509。

图片列表

表格列表

www.energypartnership.cn