

深度报告——碳排放

碳价进退维谷，减排长路多艰

东方证券
ORIENT SECURITIES

期货

走势评级:

EUA: 震荡

报告日期:

2023 年 12 月 27 日

★欧盟历史碳价波动分析

2008 年金融危机和 2011 年欧债危机之后，经济萎靡下的配额需求不足和碳信用额的大量进口导致配额供应过剩并不断累积，碳价长期低位运行。市场稳定储备（MSR）机制的建立使得流通中的配额总量（TNAC）从 2013 年的 20 亿吨下降到 2022 年的 11 亿吨，有力解决了供应过剩问题，打开碳价上方空间。在欧盟减排目标的逐渐强化和碳市场机制的持续改革下，新冠疫情后的经济复苏带来的需求恢复推动碳价从 25 欧元/吨上升至 90 欧元/吨以上。2023 年 2 月，在能源危机缓和后的工业恢复、化石能源发电量增加以及欧盟气候目标强化等因素的推动下，碳价一度突破 100 欧元/吨的关口。

★碳配额供需平衡分析

在排放上限不断下降和 MSR 机制的作用下，TNAC 在未来将持续缩减。在我们的中性预测下，TNAC 到 2030 年将下降至 6.2 亿吨，但 TNAC 与当年排放总量的比值变动幅度较小，从 2022 年的 0.84 下降至 2030 年的 0.73，长周期看不会出现较大的供需矛盾，2030 年固定设施排放量将较 2005 年减少约 59%，与 62% 的目标存在差距。在对电力转型的悲观预测下，配额缺口有所扩大，TNAC 到 2030 年将下降至 4.3 亿吨，与当年排放总量的比值为 0.47。

★CBAM 对我国钢铁行业的影响

基于目前的成本水平和钢铁生产碳排放强度的差异，短期来看，CBAM 的正式实施对我国钢铁行业的相对竞争力几乎没有负面影响。但随着免费配额比例的逐渐减少，我国钢铁企业出口至欧盟的产品所承担的碳成本也将不断增加，尤其是长流程炼钢的成本将大幅增加，从而对相关企业的利润形成一定挤压。因此，CBAM 对我国钢铁行业的影响可能主要在于加速企业绿色转型，尤其是从长流程炼钢向短流程炼钢的工艺转变。CBAM 目前主要覆盖初级产品，若未来将产成品纳入管理，将对全产业链产生较大影响。

★风险提示

欧盟减排进程不及预期；欧盟碳市场改革；地缘政治风险等。

金晓

首席分析师（能源与碳中和）

从业资格号：F3005393

投资咨询号：Z0012069

Tel: 8621-63325888-2483

Email: xiao.jin@orientfutures.com

联系人:

张可可

助理分析师（碳排放）

从业资格号：F03117993

Email: keke.zhang@orientfutures.com

主力合约行情走势图（碳排放）



重要事项：本报告版权归上海东证期货有限公司所有。未获得东证期货书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。本报告的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成交易建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

有关分析师承诺，见本报告最后部分。并请阅读报告最后一页的免责声明。

目录

| | |
|----------------------------------|----|
| 1、 欧盟碳市场发展历程..... | 5 |
| 1.1、 欧盟减排目标..... | 5 |
| 1.2、 欧盟碳市场的四个发展阶段..... | 8 |
| 1.3、 现阶段 EU ETS 的基本框架..... | 11 |
| 2、 欧盟碳价波动分析..... | 18 |
| 2.1、 EUA 历史价格走势分析..... | 18 |
| 2.2、 欧盟碳价影响因素分析..... | 23 |
| 3、 欧盟碳市场供需平衡分析..... | 32 |
| 4、 碳边境调节机制（CBAM）概述及对钢铁行业的影响..... | 37 |
| 4.1、 CBAM 逐步取代相关行业的免费配额..... | 37 |
| 4.2、 欧盟钢铁相对进口钢铁缺乏竞争力..... | 40 |
| 4.3、 CBAM 对我国钢铁行业的影响..... | 43 |
| 5、 风险提示..... | 45 |

图表目录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 图表 1：《京都议定书》下的减排目标..... | 6 |
| 图表 2：欧盟应对气候变化政策..... | 7 |
| 图表 3：EU ETS 发展四阶段..... | 8 |
| 图表 4：EU ETS 第三阶段分行业免费配额比例..... | 9 |
| 图表 5：EU ETS 四阶段对比..... | 10 |
| 图表 6：EU ETS 配额总量上限..... | 11 |
| 图表 7：EEX EUA 拍卖..... | 12 |
| 图表 8：分地区 EUA 拍卖量..... | 12 |
| 图表 9：分地区 EUAA 拍卖量..... | 12 |
| 图表 10：2022 年中标配额数量分布情况..... | 13 |
| 图表 11：欧盟碳配额供给（2008-2022）..... | 13 |
| 图表 12：前三阶段配额盈余情况..... | 15 |
| 图表 13：2022 年 TNAC 计算细项..... | 15 |
| 图表 14：配额供需细分（2013 年以来累计）..... | 16 |
| 图表 15：MSR 历史摄入量..... | 16 |
| 图表 16：2016-2022 年 TNAC 变动情况..... | 16 |
| 图表 17：关于 MSR 制度设计的建议..... | 17 |
| 图表 18：2005-2007 年 EUA 期货价格走势..... | 18 |
| 图表 19：2008-2012 年 EUA 期货价格走势..... | 19 |
| 图表 20：2013-2018 年 EUA 期货价格走势..... | 20 |
| 图表 21：2019-2023 年 EUA 期货价格走势..... | 21 |
| 图表 22：碳价中枢两次上移，震荡区间逐渐走阔..... | 22 |
| 图表 23：电热部门核实排放量占比最大..... | 23 |
| 图表 24：电热部门免费配额占比低..... | 23 |
| 图表 25：欧盟发电量存在明显季节性特征..... | 24 |
| 图表 26：欧盟煤电和气电发电量存在季节性特征..... | 24 |
| 图表 27：碳价无明显季节性特征（右轴：2021-2023）..... | 24 |
| 图表 28：ICE EUA 期货成交量..... | 24 |
| 图表 29：气电和煤电短期发电边际成本（SRMC）..... | 25 |
| 图表 30：气价影响碳价的路径（需求不变）..... | 26 |
| 图表 31：气价波动主导煤/气电成本的相对关系..... | 26 |
| 图表 32：能源危机以来气价、煤价和碳价的波动..... | 26 |
| 图表 33：欧盟煤电和气电发电量占比情况..... | 27 |

| | |
|---|----|
| 图表 34 : 欧盟煤电和气电装机量占比情况..... | 27 |
| 图表 35 : EUA 期货合约多头持仓情况..... | 27 |
| 图表 36 : EUA 期货合约空头持仓情况..... | 27 |
| 图表 37 : 主力合约切换前 5 个工作日持仓量变化..... | 28 |
| 图表 38 : EUA 主力合约持仓情况..... | 28 |
| 图表 39 : EUA 3 月合约持仓情况 (到期前 1 年) | 28 |
| 图表 40 : 3 月合约与 12 月合约价格走势..... | 28 |
| 图表 41 : 铜价与碳价..... | 29 |
| 图表 42 : 8 月份价格走势呈“倒 V”型..... | 30 |
| 图表 43 : 配额拍卖成交价与期货价格的关系..... | 31 |
| 图表 44 : 不同时间跨度的配额交易逻辑..... | 32 |
| 图表 45 : 欧盟成员国去煤计划 (截至 2023 年 9 月) | 33 |
| 图表 46 : 欧盟及部分成员国煤炭发电量预测..... | 34 |
| 图表 47 : 风电发电量预测..... | 34 |
| 图表 48 : 光电发电量预测..... | 34 |
| 图表 49 : 欧盟水力/核能历史发电量..... | 35 |
| 图表 50 : 欧盟其他来源历史发电量..... | 35 |
| 图表 51 : 欧盟发电量构成预测情景分析..... | 35 |
| 图表 52 : EU ETS 碳配额供需平衡表..... | 36 |
| 图表 53 : CBAM 立法程序..... | 38 |
| 图表 54 : 存在碳泄露风险部门免费配额逐步取消..... | 39 |
| 图表 55 : CBAM 覆盖商品大类及排放量报告义务..... | 39 |
| 图表 56 : 2018 年部分地区钢铁行业整体碳排放强度..... | 40 |
| 图表 57 : 世界钢铁行业平均碳排放强度和能源消耗强度..... | 40 |
| 图表 58 : 部分地区 BF-BOF 路线碳排放强度..... | 41 |
| 图表 59 : 部分地区 EAF 路线碳排放强度..... | 41 |
| 图表 60 : 部分地区 BF-BOF 路线生产成本..... | 41 |
| 图表 61 : 部分地区 EAF 路线生产成本..... | 41 |
| 图表 62 : 分地区粗钢总产量..... | 42 |
| 图表 63 : 欧盟钢铁生产与消费..... | 42 |
| 图表 64 : 2022 年欧盟进口粗钢数量及碳排放强度..... | 42 |
| 图表 65 : 欧洲国家依赖进口钢材导致相关排放量增加..... | 42 |
| 图表 66 : 部分国家钢铁行业相对 CBAM 风险敞口指数..... | 43 |
| 图表 67 : 部分国家和地区不同生产流程对应的碳成本..... | 44 |
| 图表 68 : 主要地区废钢比..... | 45 |
| 图表 69 : 2022 年主要地区 BF-BOF 路线粗钢产量占比..... | 45 |

1、欧盟碳市场发展历程

作为全球规模最大、最成熟的碳市场，欧盟碳排放权交易体系（EU ETS）自 2005 年开始运行，是欧盟温室气体减排的基石，也是欧盟应对气候变化最核心的政策工具，在实现减排目标的过程中发挥重要作用。

1.1、欧盟减排目标

欧盟减排目标的变化总体上可以分为三个阶段：探索期（1990-2007 年）、发展期（2008-2017 年）和强化期（2018 年至今）。1990 年，欧共体减排要求将 2000 年的二氧化碳总排放量控制在 1990 年的水平，正式开启控碳时代。1997 年，《京都议定书》给予欧盟 8% 的减排目标（相较 1990 年）。2008 年开始，欧盟内部不断制定中长期减排目标，2018 年开始对相关目标进行强化，并纳入法律体系，同时充分利用各类政策工具以推进减排。

1、《京都议定书》下的欧盟减排目标

1997 年 12 月 11 日，《京都议定书》在日本东京召开的《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）第三次缔约方会议（COP3）上通过，是《公约》下的一项补充条款，并于 2005 年 2 月 16 日生效。这是人类历史上首次以法规形式限制温室气体排放的尝试，其目标是“将大气中的温室气体含量稳定在一个适当的水平，以保证生态系统的平滑适应、食物的安全生产和经济的可持续发展”。

《京都议定书》中为减少温室气体排放提出了三大灵活合作机制，联合履约机制（JI）、清洁发展机制（CDM）以及排放贸易机制（ET）：

（1）联合履行机制（Joint implementation, JI），指发达国家之间通过项目级的合作，其所实现的减排单位（Emission Reduction Units, ERUs）可以转让给另一发达国家缔约方，但是同时必须在转让方的“分配数量”配额上扣减相应的额度。（2）清洁发展机制（Clean development mechanism, CDM），指发达国家通过提供资金和技术的方式，与发展中国家开展项目级的合作，通过项目所实现的“经核证的减排量”（Certified Emission Reductions, CERs），用于发达国家缔约方完成在议定书下的减排承诺。（3）排放贸易机制（Emission trading, ET），指一个发达国家可以将其超额完成减排义务的指标以贸易的方式转让给另外一个未能完成减排义务的发达国家，并同时从转让方的允许排放限额上扣减相应的转让额度。

这三大机制的设立使得减排量成为了一种无形商品，可以在不同国家和地区间进行交易。

《京都议定书》以《公约》的原则和规定为基础，并根据“共同但有区别的责任和各自能力”原则，认定发达国家对目前大气中温室气体排放量负有主要责任，因此《京都议定书》只对发达国家具有约束力。《京都议定书》为 37 个工业化国家和转型经济体以及欧盟设定了具有约束力的减排目标。总体而言，在 2008 年至 2012 年（第一承诺期）的五年时间里，将较 1990 年的排放水平至少减排 5%，其中欧盟减排目标为削减 8%。

2012 年 12 月 8 日,《〈京都议定书〉多哈修正案》(以下简称《多哈修正案》)在卡塔尔多哈召开的 COP18 上获通过,适用于 2013-2020 年的第二个承诺期,承诺期内减排目标为较 1990 年的排放水平至少减排 18%,其中欧盟减排目标为 20%。此外,欧盟也重申了其有条件的提议:即到 2020 年,排放量相较于 1990 年的水平减少 30%,条件是其发达国家作出类似的排减承诺,发展中国家也根据其责任和各自的能力作出适当贡献。

图表 1:《京都议定书》下的减排目标

| 文件名称 | 《京都议定书》 | 《多哈修正案》 |
|-----------|--|---|
| 通过时间 | 1997 年 12 月 11 日 | 2012 年 12 月 8 日 |
| 温室气体清单 | CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O、HFCs、PFCs、SF ₆ | CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O、HFCs、PFCs、SF ₆ 、NF ₃ |
| 承诺期 | 2008-2012 年 | 2013-2020 年 |
| 生效时间 | 2005 年 2 月 16 日 | 2020 年 12 月 31 日 |
| 缔约方总量减排目标 | 承诺期内排放量较 1990 年减少 5% | 承诺期内排放量较 1990 年减少 18% |
| 欧盟减排目标 | 承诺期内排放量较 1990 年减少 8% | 承诺期内排放量较 1990 年减少 20% |

资料来源: UNFCCC, 东证衍生品研究院

2、欧盟气候政策及减排目标变化

2000 年 3 月,欧盟委员会内部提交了一份关于“欧盟内部温室气体排放交易”的绿皮书,提出了关于欧盟排放交易体系设计的一些初步想法,该文件助推了欧盟排放交易体系第一阶段的形成。2000 年 6 月,欧盟启动欧盟气候变化计划(ECCP),该计划制定了共同协调的战略,引入欧盟碳排放交易体系。2003 年 10 月,欧盟排放交易体系指令(EU ETS Directive)获通过,对于在欧盟成员国内部建立温室气体排放配额交易体系的各事项做出详细说明,EU ETS 于 2005 年 1 月 1 日启动,建立之初覆盖了超过 12,000 个固定排放源,覆盖了当时 EU25 总温室气体排放量的 45%,目前覆盖的比例约 40%。

2008 年,欧盟制定了一系列到 2020 年实现低碳竞争经济的气候和能源目标,即“20-20-20”目标。包括:(1) 欧盟温室气体排放量较 1990 年至少减少 20%;(2) 欧盟 20%的能源消耗来自可再生能源;(3) 通过提高能源效率,使一次能源使用量比预计水平减少 20%。

欧盟提出 2050 年将温室气体排放量在 1990 年的基础上减少 80%-95%的目标,以便将气候变化控制在 2℃ 以下。基于此,欧盟委员会制定了到 2050 年实现低碳经济的路线图。2030 年气候和能源政策框架是迈向 2050 年去碳道路上的重要里程碑,该框架于 2014 年 1 月提出,并于 2014 年 10 月获理事会通过:到 2030 年,在国内实现温室气体排放量比 1990 年减少 40%;将欧盟范围内的可再生能源比例提高到至少 27%;到 2030 年将能源效率提高至少 27%,并考虑到 2030 年提高 30%。其中,可再生能源目标和能效目标在 2018 年和 2023 年经历了两次上调,相关比例分别上调至 42.5%和 36%。

2019 年 12 月,欧盟委员会提出《欧洲绿色新政》,致力于将把欧盟转变为现代化、资源节约型且具有竞争力的经济体,最主要的目标就是在 2050 年实现碳中和。这一目标在 2020 年被写入《欧洲气候法》,以立法形式进行约束,随后,2030 年净排放量较 1990 年至少减少 55%的目标也被纳入《欧洲气候法》。

2021 年 7 月，针对承诺在 2030 年减排 55% 的目标，欧盟委员会提出了“Fit for 55”一揽子计划新法案，其中设定 EU ETS 所涵盖行业的温室气体排放量需较 2005 年减少 61%。2023 年 4 月 18 日，欧洲议会正式批准了“Fit for 55”一揽子计划中的数项关键立法，包括改革 EU ETS、修正 CBAM 相关规则以及设立价值高达 867 亿欧元的社会气候基金，其中，将 EU ETS 的减排目标提高至 62%。

此外，能源方面，2022 年 3 月，欧盟委员会提出 REPowerEU 计划，希望帮助欧盟摆脱对俄化石燃料的依赖。2022 年 5 月计划细则公布，其中将可再生能源指令（RED）中的 2030 年可再生能源在终端消费中的占比从 40% 提高到 45%。

图表 2：欧盟应对气候变化政策

| 时间 | 政策/事件 | 主要内容 |
|-------------|--------------------------------|--|
| 2000 年 6 月 | 第一个欧盟气候变化方案（ECCP I）启动 | 确定和开发欧盟执行《京都议定书》战略的所有必要因素 |
| 2003 年 10 月 | EU ETS Directive 获通过 | |
| 2005 年 10 月 | 第二个欧盟气候变化方案（ECCP II）启动 | 回顾 ECCP I，并设定航空、汽车排放、碳捕获和封存、EU ETS 等方面工作重点 |
| 2008 年 12 月 | 欧洲议会批准《气候行动和可再生能源一揽子计划》 | 1. 2020 年排放量较 1990 年减少 20%； 2. 可再生能源占总能耗比例 20%； 3. 化石能源消耗量较 1990 年减少 20% |
| 2011 年 3 月 | 欧盟委员会通过《2050 年迈向具有竞争力的低碳经济路线图》 | 2050 年温室气体排放量较 1990 年减少 80%-95% |
| 2011 年 12 月 | 欧盟委员会发布《2050 年能源路线图》 | |
| 2014 年 10 月 | 2030 年气候与能源政策框架 | 1. 2030 年将温室气体排放量较 1990 年减少 40%； 2. 可再生能源份额至少升至 27%； 3. 能源效率至少提高 27% |
| 2019 年 12 月 | 欧盟委员会发布《欧洲绿色新政》 | 承诺到 2050 年实现温室气体净零排放 |
| 2020 年 3 月 | 欧盟委员会发布《欧洲气候法》草案 | 提议以立法的形式确保 2050 年碳中和目标 |
| 2020 年 9 月 | 提高 2030 年减排目标 | 2030 年净排放量至少减少 55%，纳入《欧洲气候法》 |
| 2021 年 6 月 | 《欧洲气候法》生效 | |
| 2021 年 7 月 | Fit for 55 一揽子气候计划 | 1. 2030 年将温室气体排放量较 1990 年减少至少 55%； 2. EU ETS 所涵盖行业的温室气体排放量较 2005 年减少 61% |
| 2022 年 5 月 | 欧盟委员会公布 REPowerEU 方案细则 | 1. 2030 年能效目标 13%； 2. 2030 年可再生能源消费占比 45% |
| 2023 年 4 月 | 欧盟理事会通过实现 2030 年气候目标的关键立法 | 1. EU ETS 所涵盖行业的温室气体减排目标提高至 62%； 2. 航运业排放纳入 EU ETS； 3. 针对建筑业、道路运输和小型工业部门等建立一个新的、单独的排放交易系统（EU ETS II）； 4. 航空业免费配额将逐步取消，2026 年开始实施全面拍卖； 5. CBAM 获欧洲议会和理事会通过； 6. 设立社会气候基金（Social Climate Fund） |

资料来源：公开资料整理，东证衍生品研究院

1.2、欧盟碳市场的四个发展阶段

EU ETS 的交易标的为欧盟碳排放配额 (EU Allowances, EUAs) 和欧盟航空业碳排放配额 (EU Aviation allowances, EUAA)，由政府无偿或有偿发放。EU ETS 的发展已经经历了三个阶段，目前正处在第四阶段。

图表 3：EU ETS 发展四阶段

| 第一阶段 试点：千中学 | 第二阶段 京都议定书第一承诺期 | 第三阶段 重大改革期，持续减排 | 第四阶段 进一步强化减排 |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|
| 2005-2007 | 2008-2012 | 2013-2020 | 2021-2030 |
| 建立碳市场 测试碳价形成 配额免费分配 | 免费配额比例减少 配额总量减少 部分国家开展配额拍卖 | 拍卖作为默认分配方式 引入全欧盟范围排放上限 配额总量逐年线性递减 引入市场稳定储备机制 | 配额总量递减速度加快 逐步取消免费分配 建立若干低碳融资机制 强化市场稳定储备机制 |

资料来源：东证衍生品研究院

1、第一阶段（2005-2007 年）：试点：千中学

这一阶段的主要目的是确保 EU ETS 在 2008 年之前有效运行，从而在下一阶段欧盟成员国能够履行在《京都议定书》下的减排承诺。

欧盟在第一阶段建立起全球最大的碳市场，用于测试碳市场的价格形成，并建立了必要的基础设施，以监测、报告和核实排放量。由于缺乏可靠的排放数据，这一阶段的配额总量上限是根据估算确定的，导致配额供应量远超需求量。这一阶段欧盟整体配额总量是由各成员国提交的国家分配计划 (National Allocation Plans, NAPs) 自下而上确定的。具体的，各成员国在 NAPs 中公布其在交易期内为排放设施拟定的配额分配数量，欧盟委员会对 NAPs 进行评估，并根据相关规定的标准批准或修改配额总数，各成员国可免费获得至少 95% 的配额。此外，允许企业无限制使用 CERs 来完成清缴任务。这一阶段企业超排的处罚为 40 欧元/吨。

2、第二阶段（2008-2012 年）：《京都议定书》第一承诺期

第二阶段与《京都议定书》下第一承诺期的时间保持一致，减排目标为温室气体排放量相较于 1990 年减少 8%。这一阶段仍采用 NAPs 确定欧盟配额总量上限，但将各成员国的可免费获得的配额比例下限调整至 90%。航空业于 2012 年 1 月 1 日被纳入管理范围，2012 年分配给航空运营商的配额总量应相当于历史航空排放量的 97%，且其中拍卖的比例为 15%。这一阶段，部分国家举行了配额拍卖。企业超排的处罚上升为 100 欧元/吨，此外企业有义务上缴所欠配额，即从次年的配额中扣除超排量。

从第二阶段起，如果 ETS 参与方在某一交易期结束后有配额盈余，可以将期结转计入下一阶段。这一阶段对于减排信用额的使用也有所限制。对于直接减少或限制 EU ETS 范围内设施排放的 JI 和 CDM 项目，只有在其经营者注销了同等数量配额的情况下，才可以发放 ERUs 和 CERs，且使用 ERUs 和 CERs 的比例不得超过各成员国在 NAPs 中规定

的比例，航空运营商最高可使用占其清缴义务 15% 的信用额。配额登记方面引入了联盟登记处（Union Registry）取代国家登记处来跟踪配额的所有权归属。另外引入 banking 制度，即第三阶段可以使用第二阶段的配额。

3、第三阶段（2013-2020 年）：重大改革期，持续减排

第三阶段与《京都议定书》下第二承诺期的时间保持一致，减排目标为温室气体排放量相较于 1990 年减少 20%。这一阶段的重要制度变化主要有三方面：（1）以单一的全欧盟范围的配额上限取代成员国上限，且上限逐年递减；（2）将拍卖作为配额的默认分配方法；（3）引入市场稳定储备机制。

与前两阶段 NAPs “自下而上” 的配额总量确定方式不同，第三阶段通过在欧盟层面直接商定的共同规则来确定分配方案，并引入了行业基准值实现一定层面的统一。且欧盟配额总量逐年递减，与 2010 年相比，2013-2020 年发电设施和其他固定设施的配额上限将以 1.74% 的线性折减系数（LRF）逐年递减，即每年减少约 3,826 万吨。到 2020 年，这些行业的温室气体排放量将比 2005 年减少 21%。对于航空业，2013-2020 年的年均排放水平将比 2004-2006 年低 5%。

与前两阶段的配额大部分免费分配不同，这一阶段将拍卖作为分配配额的默认方法，并以基准线法计算免费配额量，各行业碳排放指标不再实行统一标准，2013-2020 年拍卖配额量占总量的 57%。发电企业没有免费配额¹，航空业配额总量的 3% 将被作为特别储备分配给新进入者和快速增长的运营商，即航空业的免费配额比例为 82%。对于存在碳泄露风险的部门，配额全部免费分配；其他工业部门免费配额比例逐年下降。

图表 4：EU ETS 第三阶段分行业免费配额比例

| 按各部门基准值计算的 免费分配配额 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 电热生产 | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 航空业 | 82% | 82% | 82% | 82% | 82% | 82% | 82% | 82% |
| 一般工业部门 | 80% | 72.9% | 65.7% | 58.6% | 51.4% | 44.2% | 37.1% | 30% |
| 存在碳泄露风险的工业部门 | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

资料来源：EU ETS Handbook

由于面临配额严重过剩的挑战，欧洲理事会和议会于 2015 年商定了一项结构性改革措施——市场稳定储备机制（MSR），于 2019 年开始运行，旨在中和现有配额盈余的负面影响，通过调整待拍卖配额供应量提高欧盟碳交易体系对重大冲击的抵御能力。

此外，这一阶段进一步限制了国际碳信用额的使用：（1）在 2008-2012 年已被纳入 EU ETS 范围的设施可在 2008-2020 年使用信用额，但不得超过其在 2008-2012 年分配额度的 11%；（2）从 2013 年开始的新进入者，以及在 2012 年之前不属于 EU ETS，因此没有获得任何

¹ 2013 年人均 GDP 低于欧盟平均水平 60% 的成员国可以向发电设施发放数量有限的过渡性免费配额，但它们将投资至少与免费配额价值相当的资金用于实现能源部门的现代化、多样化和可持续转型。目前只有保加利亚、匈牙利和罗马尼亚决定使用这一措施。

配额的设施,在2013-2020年可以使用不超过其核实排放量4.5%的信用额;(3)2013-2020年,航空运营商可使用的信用额不超过其核实排放量的1.5%。

4、第四阶段(2021-2030年):进一步强化减排

由于欧盟提出了更具雄心的减排目标,第四阶段的配额总量下降幅度进一步扩大,2021年起,配额上限LRF为2.2%,2024-2027年为4.3%,2028-2030年为4.4%。此外还包括两次上限“重置”,即2024年减少9,000万吨配额,2026年再减少2,700万吨。这一阶段的拟拍卖配额占比为也为57%。

这一阶段重点关注存在碳泄露风险的部门,这些部门仍将获得100%的免费配额,但将在2026年后逐步减少免费配额比例。同时,为能源密集型工业部门和电力部门建立低碳融资基金,包括创新基金和现代化基金,并继续为低收入成员国的电力部门提供免费配额。

EU ETS覆盖范围也进一步扩大,2024年开始将逐步纳入航运业。2024年覆盖航运排放量的40%,2025年为70%,2026年为100%,且没有免费配额。同时,欧盟碳边界调整机制(CBAM)于2023年10月进入过渡期,并将从2026年开始正式实施,同时也将逐步减少CBAM覆盖行业的免费配额。此外欧盟决定,如果能源价格居高不下,在2027年或2028年对建筑物、公路运输和工业用热实行“EU ETS II”。为进一步应对配额过剩,这一阶段不允许使用国际碳信用额进行抵销。

图表 5: EU ETS 四阶段对比

| | 第一阶段: 2005-2007 年 | 第二阶段: 2008-2012 年 | 第三阶段: 2013-2020 年 | 第四阶段: 2021-2030 年 |
|----------------------|--|---|---|---|
| 覆盖温室气体 | CO ₂ | CO ₂ | CO ₂ 、N ₂ O、PFCs | CO ₂ 、N ₂ O、PFCs |
| 覆盖地区 | 欧盟成员国 | 欧盟成员国+挪威+冰岛+列支敦士登 | 欧盟成员国 ² +挪威+冰岛+列支敦士登 | EU27+挪威+冰岛+列支敦士登 |
| 覆盖行业 | 20MW 以上电和其他燃烧设备、炼油、炼焦、钢铁、水泥、玻璃、石灰、制砖、制陶、造纸 | 2012 年新增航空业 | 新增制铝、有色、石化、制氨、硝酸、乙二酸、乙醛酸、碳捕获、管道运输、碳地下封存 | 2024 年新增航运业 |
| 固定设施年配额上限 | | | 2013 年为 20.84 亿吨,LRF 为 1.74%,即每年减少约 3,826 万吨 | 2021 年为 15.72 亿吨,2021-2023 年 LRF 为 2.2%,2024-2027 年为 4.3%,2028-2030 年为 4.4% |
| 航空业配额上限 ³ | | 2012 年 2.13 亿吨 | | |
| 配额总量确定方式 | NAPs | NAPs | 欧盟统一上限 | 欧盟统一上限 |
| 免费配额分配方式 | 祖父法 | 祖父法 | 基准法 | 基准法 |
| 适宜的交易标的 | EUAs | EUAs, CERs, ERUs 不适宜:来自林业和大型水电项目的信用额 | EUAs, CERs, ERUs 不适宜:来自林业、HFC、N ₂ O 或大型水电项目的核证的 CERs 和 EURs | EUAs |

资料来源:EU Commission,东证衍生品研究院

² 克罗地亚于2013年加入欧盟,成为申根区第27个成员国。

³ 2012年航空业配额设定值是2004-2006年的航空业年平均排放量的95%。这一上限反映了2008年的立法规定,即所有进出EEA和在EEA内的航班都将包括在EU ETS中。但2013年以来,EU ETS范围暂仅限于EEA内的航班。2013年以来投入流通的航空业免费配额数量是根据欧洲经济区内的基准水平自下而上确定的,配额总量是根据免费配额应占总量的85%而得出的。

1.3、现阶段 EU ETS 的基本框架

目前，EU ETS 形成了以“总量控制和交易”为核心原则、MSR 机制调节配额供给的基本体系，辅以将部分配额拍卖收入用于低碳技术开发、能源体系建设和经济体系建设。

1、核心原则：总量控制与交易（Cap and Trade）

EU ETS 以“总量控制与交易”原则为基础，系统所涵盖的发电设施、工业设施及其他排放行业年度可排放的温室气体总量受制于欧盟层面所设定的上限。在这一上限范围内，排放企业之间也可以进行配额交易。

第一阶段中国家分配计划的制定过程耗时、复杂、不够透明或统一，使得这种分配方式在实际应用中产生了不确定性。其最大的缺陷是成员国采用的方法不同，被普遍认为会导致不同成员国的行业之间出现竞争扭曲。尽管在第二阶段通过一些标准化手段提高了 NAPs 的透明度和协调性，但离完全协调仍较远。因此从第三阶段开始，取而代之地通过在欧盟层面直接商定的共同规则来确定分配方案，并引入了行业基准值。但成员国仍需编制分配计划，即国家履行措施（NIMs），其中包含该国每个设施计划分配的所有详细信息。欧盟委员会负责检查和批准 NIMs，在必要时要求进行修改。这确保了所有成员国分配方法的完全统一，从而提高了透明度。同时，为了确保 EU ETS 能更有效地实现减排，欧盟配额总量自 2013 年开始逐年递减。

图表 6：EU ETS 配额总量上限



资料来源：EU Commission，东证衍生品研究院

EU ETS 是一个以市场交易为基础的机制，这意味着碳价是由配额的供求关系决定的。配额上限确保了环境目标的实现，而配额的可交易性则确保了这些减排目标以具有成本效益的方式达成。“总量控制与交易”原则的一个主要优势在于，它允许以最具成本效益的方式减少排放，有效的碳价所提供的价格信号将激励对创新低碳技术的投资。与此同时，由于企业可以在市场上出售盈余的排放配额，从而激励企业提高能效获得配额收益。与碳税相比，此种制度下的排放数量由政策制定者直接确定，减排力度更强。鉴于气候

政策的最终目标是限制进入地球大气层的排放量，“总量控制与交易”制度可以被视为最有针对性和结果导向性的政策工具。

现货交易方面，一级市场即配额拍卖市场，主要运作机制是，所有未被免费分配的配额都以拍卖形式分配。拍卖在两种情况下进行：a) 在一个通过联合采购程序指定的共同拍卖平台上进行；b) 在一个根据联合采购程序指定的“选择退出”（“opt-out”）拍卖平台上进行。欧洲能源交易所（EEX）是 25 个欧盟成员国以及挪威、列支敦士登和冰岛的过渡性共同拍卖平台，同时也是选择了“opt-out”的德国和波兰单独的拍卖平台。二级现货交易也主要在 EEX 上进行，但交易量极小，本文不做阐述。

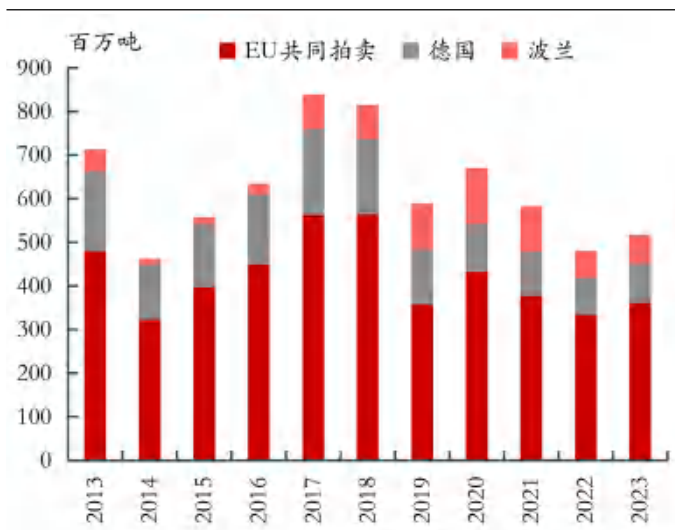
图表 7：EEX EUA 拍卖

| 拍卖类型 | 拍卖时间 |
|----------------------|----------------------------|
| 代表欧盟成员国和 EEA EFTA 国家 | 每周拍卖，周一、周二、周四，11 am CE(S)T |
| 代表德国 | 每周五，11 am CE(S)T |
| 代表波兰 | 每两周一次，周三，11 am CE(S)T |

资料来源：EEX

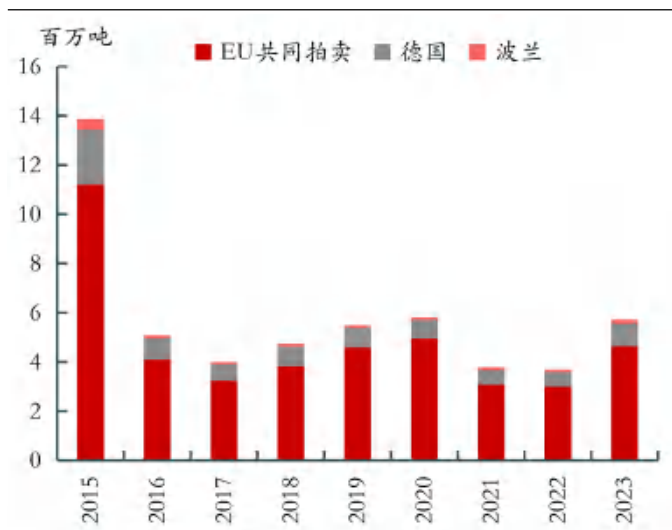
拍卖采取密封拍卖的形式，投标窗口期为 9 am - 11 am CE(S)T。投标结束后，从最高出价开始累加投标量，投标量之和等于或超过拍卖总量时的投标价为拍卖成交价。如果投标总量低于拍卖总量，或拍卖成交价明显低于投标期间和投标开始前的二级市场价格，应取消此次拍卖。每个成员国必须指定一个拍卖商，负责代表成员国向拍卖平台提供拍卖配额。拍卖商可以是公共机构，也可以是私营机构。参与投标的人员包括固定设备运营商、航空运营商、投资公司和信贷机构等，2022 年投资公司和信贷机构中标比例超过 20%。自 2013 年开始，拍卖成为分配初始配额的默认方法，免费分配的比例逐渐减少，这意味着企业必须在拍卖中购买越来越多的配额。

图表 8：分地区 EUA 拍卖量



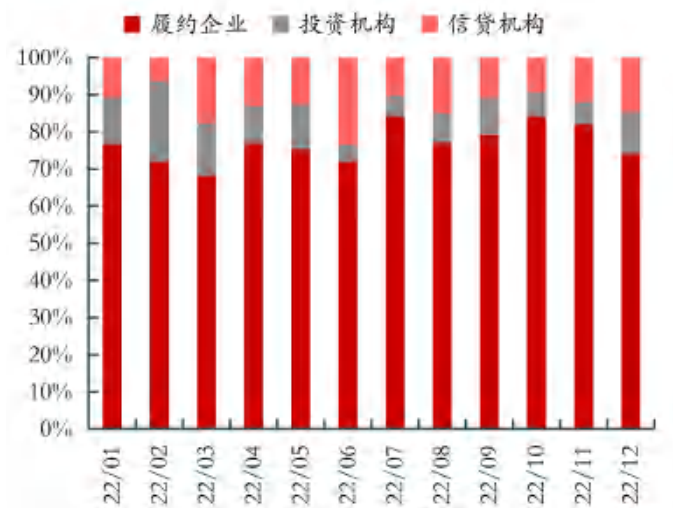
资料来源：EEX，东证衍生品研究院

图表 9：分地区 EUAA 拍卖量



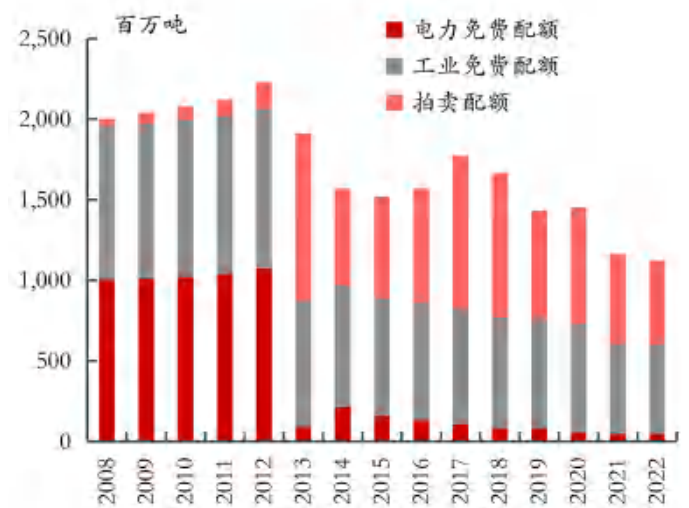
资料来源：EEX，东证衍生品研究院

图表 10：2022 年中标配额数量分布情况



资料来源：EU Commission

图表 11：欧盟碳配额供给（2008-2022）



资料来源：Refinitiv

期货市场方面，EU ETS 启动后，欧盟碳期货市场几乎同时展开了交易，即在现货市场尚未发展完备时便启动了期货交易。发展至今，ICE 和 EEX 是最活跃的两个碳配额期货交易的平台，其中，ICE 的成交量占欧盟碳期货市场总成交量的 90% 以上。但碳期货交易主要为 EUA 期货，当年 12 月合约为基准合约，EUAA 期货交易活跃度较低。

此外，需要提及的一点是，欧盟委员会 2023 年 10 月 25 日公布的 EU ETS 注册管理条例修订案中，提出自 2025 年 1 月 1 日起，将通过免费分配和拍卖的方式向航空部门发放一般配额（general allowances），即一般配额将涵盖固定设施、航运和航空部门的碳排放。

2、低碳融资基金

NER 300：NER 300 是欧盟为碳捕集与封存（CCS）技术和创新可再生能源（RES）技术在商业化前阶段的示范而设立的资助计划。EU ETS 第三阶段中，每年配额总量的 5% 进入“新进入者储备”（NER），其中 3 亿吨配额的拍卖收入进入 NER 300。

创新基金（Innovation Fund）：2021 年开始，NER300 基金逐渐被创新基金取代，基金规模为 5.3 亿吨配额的拍卖收入，主要用于能源密集型产业的创新低碳技术、CCU、CCS、RES 以及储能等。主要资金来源于 2020-2030 年配额拍卖收入及 NER300 项目中未使用的资金。与 NER 300 相比，创新基金的框架有重要的修改，即其范围扩大至能源密集型行业的创新项目，将最高资助率提高至相关成本的 60%，且允许项目发起人与创新基金共同分担前期风险。

现代化基金（Modernisation Fund）：现代化基金用于提高部分成员国的能源效率并实现能源系统现代化，分为两部分：a) 2021-2030 年期间配额总量 2% 的拍卖所得，受益成员国

为 2013 年人均 GDP 低于欧盟平均水平 60% 的成员国。b) 2024-2030 年期间配额总量 2.5% 的拍卖所得, 受益成员国为 2016-2018 年人均 GDP 低于欧盟平均水平 75% 的成员国。

复苏和恢复基金 (Recovery and Resilience Facility) : RRF 用于发展健全、可持续和具有恢复力的经济, 建立在强大经济和社会结构基础上的金融和福利制度, 有助于欧盟成员国有效应对冲击, 并迅速从冲击中恢复。2026 年 8 月 31 日之前, RRF 将从配额拍卖收入中筹集 200 亿欧元(包括创新基金配额拍卖收入的 120 亿欧元和基本拍卖收入的 80 亿欧元)。

3、市场稳定储备机制 (MSR) : 调节配额供应

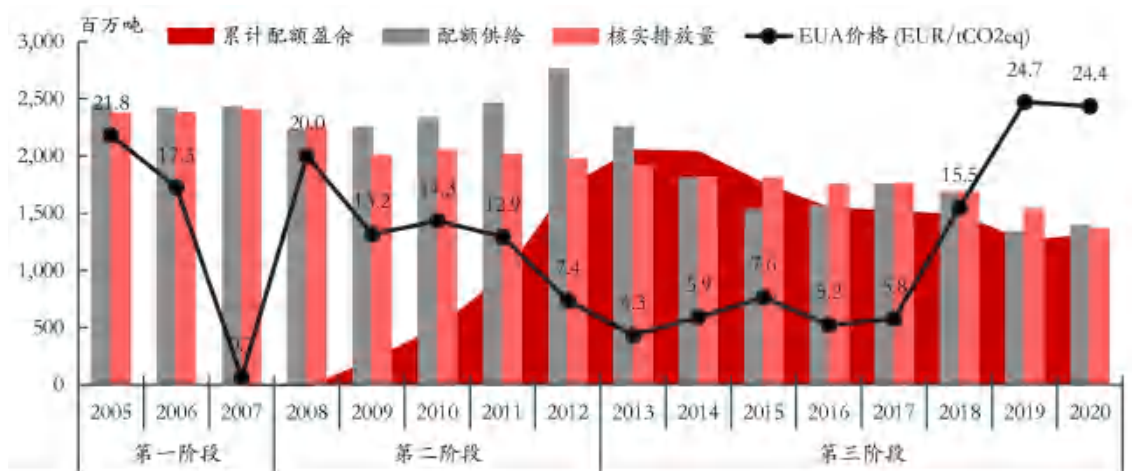
自 2009 年以来, EU ETS 中的配额供应明显失衡, 配额过剩且持续增长, 2012 年初配额过剩量达到约 10 亿吨, 2013 年初达到约 20 亿吨。这种不可预见的供需错配在很大程度上归因于 2008 年的金融危机, 同时, 欧盟委员会认为国际碳信用额的进口量高于预期, 也有市场观点认为可再生能源的大量使用对市场失衡起到了一定作用。短期来看, 配额过剩会破坏碳市场的有序运作, 长期可能会影响 EU ETS 以经济有效的方式实现更严格的减排目标的能力。

2012 年, 欧盟委员会向欧洲议会和理事会提交的关于欧洲碳市场状况的报告指出, 需要采取措施解决结构性供需失衡的问题。尽管在第四阶段配额上限的 LRF 已调整, 但这并不能充分解决配额供需失衡问题, LRF 的变化只会逐渐改变欧盟配额总量, 盈余也只会逐渐减少, 市场仍将在 20 亿吨甚至更多配额盈余的情况下继续长时间运行, 从而使得 EU ETS 无法释放出有效的信号, 这种微弱的价格信号削弱了减排和低碳投资的动力。

为了在短期内重新平衡配额供需, 2014 年, 欧盟委员会修订了拍卖条例, 将 2014-2016 年的 9 亿吨配额拍卖延迟至 2019-2020 年。为了更进一步解决结构性供需失衡问题, 并使 EU ETS 在供需调节方面更具弹性, 从而使市场有序运行, 2015 年 10 月, 欧洲议会和理事会通过了一项关于为欧盟温室气体排放交易系统建立市场稳定储备 (MSR) 机制的决议。MSR 机制从 2019 年开始运作, 解决了当时的配额盈余问题, 并通过调整待拍卖配额供应数量提高 EU ETS 系统抵御重大冲击的能力。需要注意的一点是, MSR 机制目前只覆盖了固定设施排放, 不包含航空业排放。在这一机制下, 2014-2016 年被“后置”的 9 亿吨配额转入 MSR 储备, 而不在 2019-2020 年进行拍卖。

MSR 机制的工作原理是, 当市场上的配额过多时, 将配额转入 MSR, 当配额过少时, 将配额从 MSR 中释放。MSR 是一个完全基于固定规则的运作机制, 不允许政府自行干预市场, 具体地: (1) 如果市场上的配额盈余超过 8.33 亿吨, 配额盈余 12% 的部分将从拍卖量摄入到 MSR 中 (摄入比例后来被调整至 24%, 持续到 2030 年, 以加强该机制的作用); (2) 如果市场上的配额盈余低于 4 亿吨, 则从储备中提取配额增加拍卖量, 最多向市场注入 1 亿吨配额 (2023 年及之前提高至 2 亿吨); (3) 如果市场上的配额盈余不低于 4 亿吨, 但价格连续 6 个月以上高于前两年平均价格的 3 倍, 也会从储备中提取配额, 最多向市场注入 1 亿吨配额 (2023 年及之前提高至 2 亿吨)。此外, 从 2023 年起, MSR 将进一步设置持有配额的上限, 即不得高于上一年拍卖的配额总量, 这一机制被称为“失效机制”。

图表 12：前三阶段配额盈余情况



资料来源：EEA

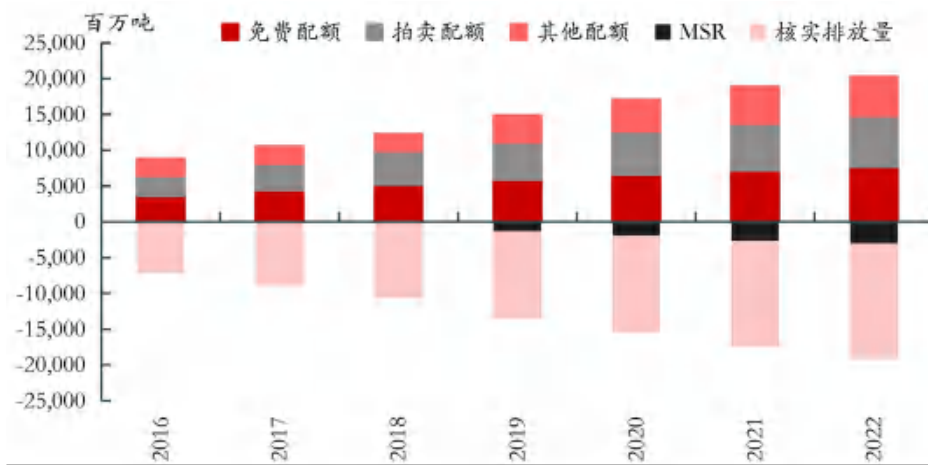
为了直观地看出市场配额盈余情况，欧盟委员会每年 5 月会公布前一年流通中的配额总数 (TNAC)，计算公式为：TNAC=累计配额供应量-(配额累计需求量+MSR 持有量)

图表 13：2022 年 TNAC 计算细项

| | |
|---|-----------------------|
| 供给 | 20,319,627,205 |
| a) 第二阶段结转配额 | 1,749,540,826 |
| b) 2013-2022 年免费分配配额，包括 NER 中的配额 | 7,683,593,499 |
| c) 第三阶段根据 Directive 2003/87/EC 未分配配额 | 886,806,455 |
| d) 从 c)项中转入创新基金的配额 | -50,000,000 |
| e) 从 c)项中转入 NER 的配额 | -200,000,000 |
| f) 2013-2022 年拍卖配额 | 7,073,594,500 |
| g) 2021-2022 年用于灵活性目的的配额 | 14,427,576 |
| h) 从 2014-2016 年拍卖量中扣除的配额 | 900,000,000 |
| i) 2019-2022 年从拍卖量中扣除的配额 | 1,464,416,332 |
| j) NER300 项目的货币化配额 | 300,000,000 |
| k) 截至 2020 年 12 月 31 日用于抵销排放的国际碳信用额 | 497,248,017 |
| 需求 | 16,183,609,680 |
| a) 2013-2022 年固定设施核实排放量 | 16,182,965,083 |
| b) 截至 2022 年 12 月 31 日根据 Directive 2003/87/EC 取消的配额 | 644,597 |
| MSR 持有 | 3,001,222,787 |
| 截至 2022 年 12 月 31 日 MSR 持有 | 3,001,222,787 |
| TNAC | 1,134,794,738 |
| 2023 年 1 月 1 日失效配额 | 2,515,135,787 |

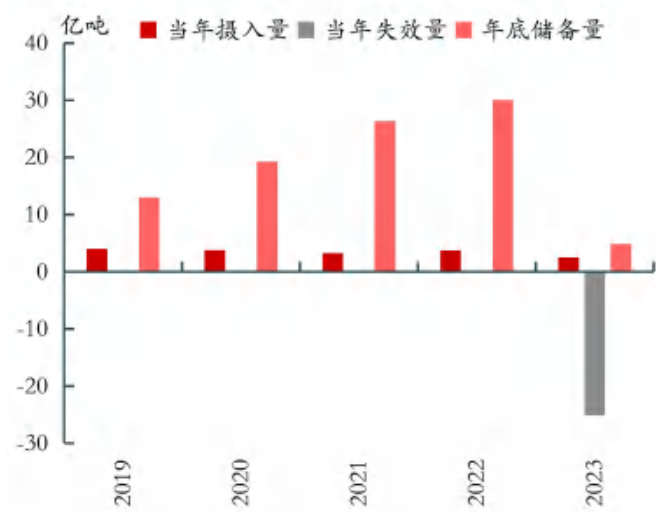
资料来源：EU Commission

图表 14：配额供需细分（2013 年以来累计）



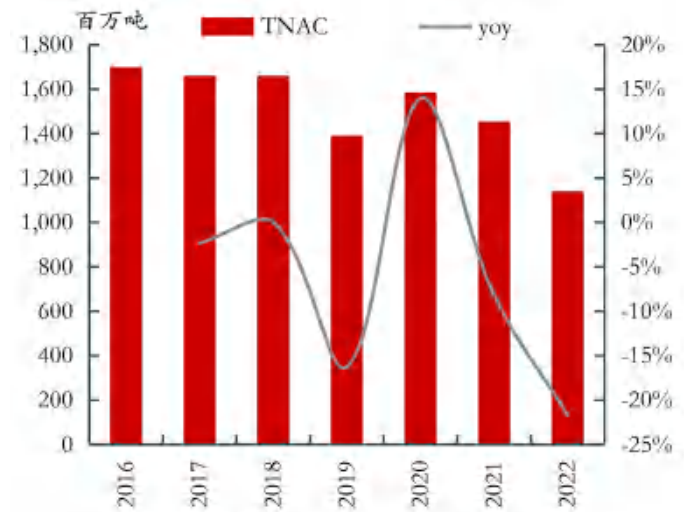
资料来源：EU Commission，东证衍生品研究院

图表 15：MSR 历史摄入量



资料来源：EU Commission，东证衍生品研究院

图表 16：2016-2022 年 TNAC 变动情况



资料来源：EU Commission，东证衍生品研究院

将“后置”配额存入 MSR 后，再加上从拍卖总量中持续摄入配额，2016-2022 年，TNAC 累计降幅达 33.01%，2022 年 TNAC 同比下降 21.70%。但同时我们也可以看到，尽管 MSR 机制在持续发挥作用，但 TNAC 仍未下降到上阈值 8.33 亿吨以下，这可能暴露出了目前 MSR 机制存在的一些问题。

MSR 的失效机制在 2018 年的修订版中引入，从 2023 年起，储备中超过上一年拍卖量的配额将永久失效。MSR 持有量在此前持续增长，截至 2022 年底达到 30 亿吨。2022 年 4 月初，欧洲议会通过了将 MSR 的 24% 储备率延长至 2030 年，进一步强化该机制发挥的作用。但面对不断变化的政策和市场环境，有必要对 MSR 的运作机制进行调整。MSR 设计的各方面都存在一定改进空间，包括 TNAC 的定义、阈值水平、摄入和释放机制、失效

机制以及短期应对措施等。咨询公司 Vivid Economics 对 MSR 的制度设计提出了一些改进建议。

图表 17：关于 MSR 制度设计的建议

| | 现有设计 | 设计改进建议 | 原因 |
|------------|--|--|--|
| TNAC 定义 | 没有涵盖所有的供需来源 | 修订定义，以涵盖 EU ETS 和相关市场的所有配额供需来源，包括航空业和瑞士 ETS | 确保 MSR 的运行能反映真实的配额盈余情况 |
| 上阈值 | 8.33 亿吨 | 2024 年下调至 7 亿吨，此后随整体配额上限同步下降 | 反映套保需求减少趋势 |
| 下阈值 | 4 亿吨 | 维持到 2024 年，此后随整体配额上限同步下降 | 4 亿吨仍低于目前对套保需求的估计，而套保需求存在减少趋势 |
| 摄入机制 | 摄入比例为 24%，持续到 2030 年 | 将摄入量设定在 TNAC 与上限值之差的 33-50% 之间（“边际盈余”） | 消除阈值效应可以降低波动风险；较高的摄入率可以提高抵御冲击的能力 |
| 释放机制 | 1 亿吨，2023 年及之前提高到 2 亿吨 | 2024 年为 1 亿吨，此后随整体配额上限同步下降 | 确保配额释放与总体配额上限成比例 |
| 失效机制 | 2023 年起，超过前一年拍卖量的配额永久失效 | 2023 年起，超过下阈值的配额无效 | 使得 MSR 储备量稳步下降，同时确保其至少保留四年的释放量以提供流动性 |
| 摄入和释放的冻结机制 | 无 | 当配额均价在一个月内高于 80 欧元/吨或低于 35 欧元/吨时 ⁴ ，停止向 MSR 摄入或从 MSR 释放配额，直到价格在两个月内恢复 | 当价格高于 80 欧元/吨时，MSR 的摄入量不太可能推动大量额外减排；当价格低于 35 欧元/吨时，不太需要获得更多流动性 |
| 短期应对措施 | 如果价格连续 6 个月超过前两年平均水平的 3 倍，则释放最多 1 亿吨配额 | 降低触发干预措施的门槛和时间范围，以便更灵活应对短期冲击；考虑辅以拍卖底价 | 对价格飙升做出更快反应以维持市场稳定 |
| 审查周期 | 每 5 年一次 | 每 3 年一次，特别是 2024 年和 2027 年 | 确保相关参数在快速变化的市场环境下的适当性 |

资料来源：Vivid Economics

除此之外，有一个难以解决的问题是，**MSR 对市场冲击的反应具有滞后性**。MSR 由 TNAC 的计算结果所触发，TNAC 在特定冲击发生后的次年 5 月公布，调整在 9 月至次年 8 月底之间进行（初始调整在冲击发生后需要至少 1 年零 8 个月才完成）。初始调整只吸收了冲击对 TNAC 增量影响的一部分。按照摄入比例为 24% 计算，假定配额调整持续进行，则需要 3 年的时间，MSR 才能吸收初始冲击的一半。但这一机制仍为市场提供了持续性的供应变化预期，对碳市场的影响程度则取决于市场参与者的前瞻程度。

⁴ ICIS 编制了一份清单，列出了工业部门中所有可通过碳定价促成的减排技术。在 2025 年之前可行的 35 种技术中，60% 的技术在 80 欧元/吨的碳价下具有成本效益，而在 60 欧元/吨的碳价下只有 42% 的技术具有成本效益。低于 35 欧元/吨时，电力行业有很大的潜力从天然气转向煤炭。

2、欧盟碳价波动分析

2005 年 EU ETS 启动运行以来，伴随着交易体系探索、市场外部冲击等因素，碳价呈现出先迅速下降、再低位震荡、后强势上涨的走势。整体上看，碳价波动大部分情况下是由配额供需变化所主导的。

2.1、EUA 历史价格走势分析

1、2005-2007 年：配额供应过剩，无法跨期结转

第一阶段，一方面，由于 NAPs 分配制度存在缺陷，且缺乏可靠的数据支撑，估算出的配额数量过高，另一方面，配额几乎全部免费分配，市场交易量小，且配额无法结转至下一期阶段碳价持续下降。

图表 18：2005-2007 年 EUA 期货价格走势



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

2005 年至 2006 年 4 月，碳价处于相对高位，除了受到气温和能源价格的扰动，更重要的可能是供求之间存在的严重失衡。只有极少数国家的少数公司参与了碳市场交易，大部分供应并未进入市场。鉴于当时的价格，配额的潜在供应者本应向市场上提供大量配额以实现可观的收益，但是可能存在以下影响因素：a) NAPs 存在不确定性；b) 缺乏正常运作的登记系统；c) 对 EU ETS 的了解有限；d) 大多数行业对环境问题持保守态度等，导致潜在卖方不愿意参与交易。

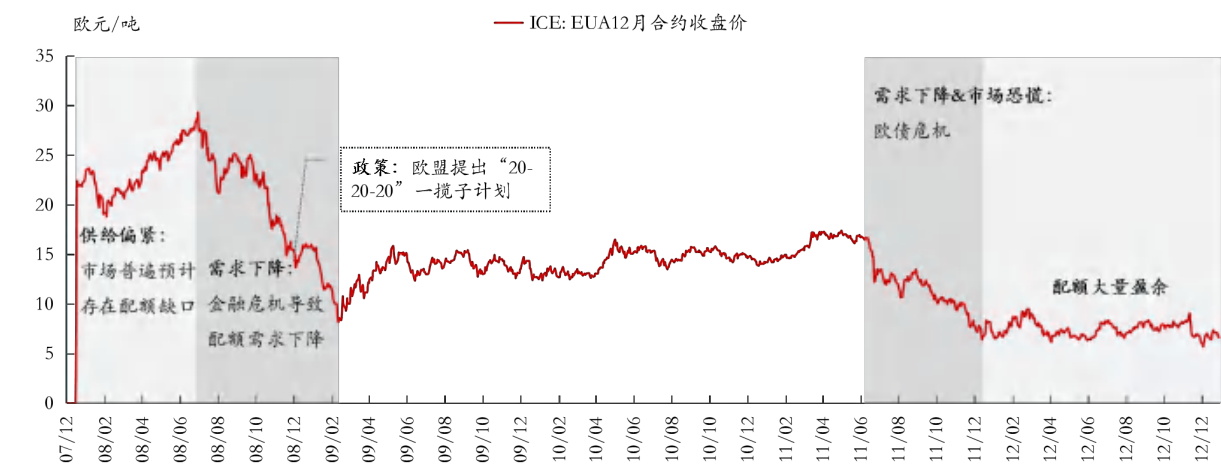
2006 年 4 月以后，预期总供给过剩主导碳价的持续下跌。2006 年 4 月，EUA 价格一度飙升至 30 欧元/吨以上，但由于当时核实排放数据的泄露，配额存在大量盈余，市场预期发生逆转，碳价下跌了三分之二。尽管欧洲电力市场的基本面导致 2006 年夏季碳价短暂飙升，但仍无法扭转整体下跌趋势。同时，2006 年 4 月开始，市场开始从交易 EUA-I（第一阶段碳配额）转向 EUA-II（第二阶段碳配额）。2006 年末至 2007 年初，固定设施运营商开展头寸对冲，碳价进一步下跌。2007 年 1 月，近 60% 的配额交易集中于 EUA-II。

2007 年 4 月，93%覆盖设施的核实排放数据正式发布，但此时 EUA- I 价格已降至低点。到 2007 年下半年，几乎没有 EUA- I 的交易，由于第一阶段配额无法结转至第二阶段，EUA- I 价格在 2007 年末几乎降至 0。

2、2008-2012 年：金融动荡抑制碳配额需求

第二阶段经历了两次严重的金融动荡，2008 年全球金融危机以及 2011 年欧债危机，对经济活动的负面影响使得配额需求大幅减少，碳价经历两波大幅下降，第二阶段末至第三阶段初配额大量盈余，碳价在历史低位震荡。

图表 19：2008-2012 年 EUA 期货价格走势



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

制度层面，第二阶段配额总供给有所下调，国际碳信用额的使用受到一定限制。碳市场分析师普遍预计第二阶段每年至少会短缺 1 亿吨配额，平均水平接近 2 亿吨，市场对于配额供应偏紧的预期推动碳价上涨。

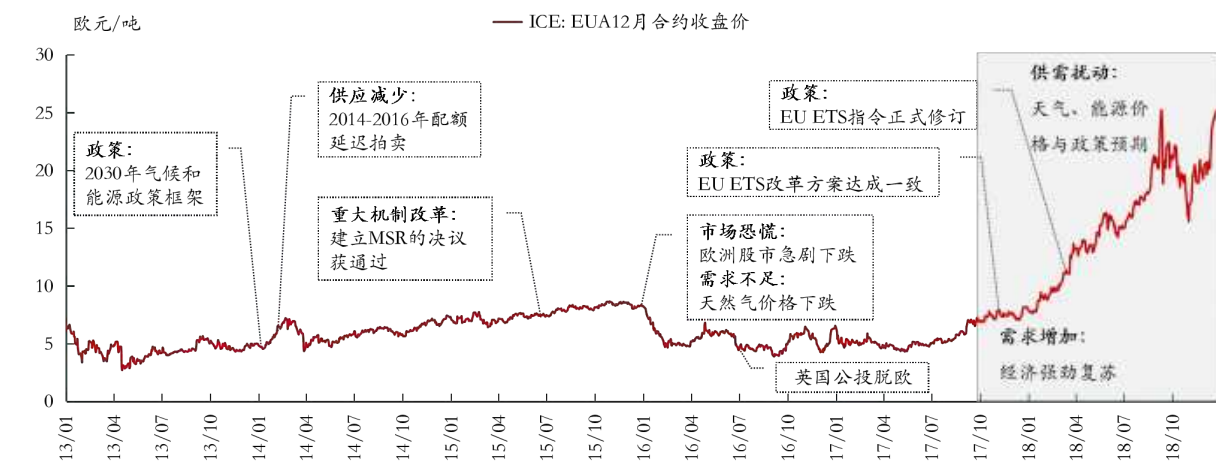
2008 年下半年，金融危机影响扩大。一方面，欧洲经济放缓，住房、汽车和钢铁等需求下降，随着商品价格的崩溃，水泥和钢铁等企业大幅削减其生产，同时电力消耗减少，排放量被抑制，碳配额需求量下降。另一方面，由于 2008 年配额清缴时间（2009 年 4 月 30 日）与 2009 年配额发放时间（2009 年 2 月）存在重叠，配额的抛售加剧，直到 2009 年初价格才由于履约末期临近导致的需求增加而有所反弹。

2009 年 5 月至 2011 年 5 月，碳价窄幅震荡，此后受欧债危机影响价格下跌。2011 年 6 月中旬，碳价追随气价涨势达到顶点，之后欧债危机影响逐渐深化，碳价涨势扭转并创下新低。同时，2011 年 6 月，欧盟提出了新的《能源效率指令》（EED），加剧了市场对配额需求疲软的担忧。2011 年冬季欧洲气候偏暖，配额需求不足，碳价跌势无法扭转，并持续到 2013 年初。

3、2013-2018 年：政策预期对碳市场的扰动

2013-2018 年，关于 EU ETS 结构性改革的讨论一直持续，主要围绕配额供给端的制度改革，市场预期随之变化，叠加欧洲经济强劲复苏，碳价在 2018 年达到历史新高。

图表 20：2013-2018 年 EUA 期货价格走势



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

第二阶段的经济危机和国际碳信用额度大量进口使得配额盈余不断积累，并在 2013 年达到顶峰，年初配额盈余约 20 亿吨，碳价跌势持续到 2013 年上半年。排放企业在第二阶段使用了 10.58 亿吨国际碳信用额度来抵销其排放量。自 2013 年起，在第三国开展的减排项目投资所获得的信用额度不能再直接上缴进行排放履约，而必须首先兑换成配额。

第三阶段开始，由于国际碳信用额的使用进一步受到限制，碳价在 2016 年前缓步上升。2014 年 1 月，欧盟首次提出“2030 年气候和能源政策框架”，包括考虑在第四阶段提高配额上限的 LRF 以实现减排目标。同时，2014 年 1 月 22 日，欧盟委员会提议从第四阶段开始禁止使用国际碳信用额。2014 年 2 月，欧盟决定将 2014-2016 年的 9 亿吨拍卖配额推迟到 2019-2020 年，短期刺激碳价格升至 7 欧元/吨，但很快回落。自此之后，EU ETS 结构性改革的重点转移到通过增强配额供应的灵活性来提高价格的稳定性和可预测性。

2016 年至 2017 年，宏观环境和天然气价格主导碳价波动。2016 年初，金融市场动荡，年初欧洲股指短期内急剧下跌，国债收益率下行，市场恐慌情绪蔓延至碳市场，叠加天然气价格下跌，碳价大幅下行。EU ETS 第四阶段的相关参数尚未明确，2016 年至 2017 年上半年碳价整体低位运行，并跟随天然气价格短期波动。

2017 年至 2018 年，EU ETS 第四阶段改革方案打开碳价上涨空间。2017 年 11 月，欧洲议会和理事会就 2021-2030 年 EU ETS 改革方案达成一致，2018 年 2 月，欧盟理事会正式批准了 EU ETS 在第四阶段的改革，将第四阶段的配额上限 LRF 上调至 2.2%，同时将 MSR 的摄入比例翻倍至 24%且延长到 2023 年，并引入失效机制，交易指令在 2018 年 3 月正式

修改。一方面，欧洲经济强劲复苏增加了配额需求，另一方面，对供给收紧的预期打开碳价上方空间，支撑碳价持续上涨。

2018年下半年，碳价的宽幅震荡主要受到发电侧基本面的影响。由于夏季的高温，水温条件无法为核反应堆提供足够的冷却条件，法国电力公司不得不关闭罗纳河和莱茵河附近的四座核电站。而天然气供应紧张、价格持续上升，煤电依赖度上升，配额需求上升，碳价达到历史新高。10月，法国核电供应改善，碳价一路走低，随后再次追随天然气价格的上升而飙涨。同时，冬季的寒冷天气带来的供暖需求增加和德国配额拍卖的推迟⁵也进一步推升了碳价。

4、2019-2023年：MSR机制下经济复苏和更具雄心的气候目标推升碳价至高位

2019年开始，MSR机制正式启动，给予配额供给一定的灵活性，EU ETS逐步走出配额过度盈余的困局，碳价上涨空间被充分打开。在逐渐强化的欧盟减排目标之下，新冠疫情后的经济复苏带动碳价创造历史新高。

图表 21：2019-2023 年 EUA 期货价格走势



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

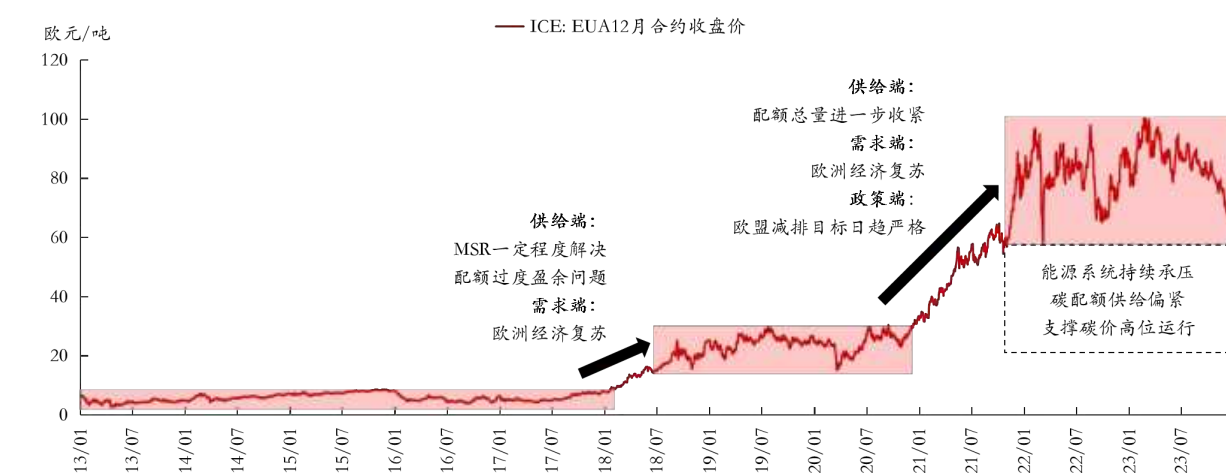
MSR从2019年开始正式实施，但是市场对于政策的预期在2018年下半年已部分兑现，2019-2020年碳价窄幅震荡。2020年初，COVID-19在全球范围蔓延，1月底，世卫组织将新型冠状病毒疫情列为国际关注的突发公共卫生事件。3月，意大利采取了包括社会隔离在内的公共卫生措施，禁止非必要外出，其他欧洲国家纷纷效仿。地区封锁以及各行业的需求和供应链中断对欧洲经济造成了严重破坏，能源消耗、工业生产和交通活动减少，温室气体排放量下降，导致对配额的需求大幅减少，给TNAC带来增量压力，碳价迅速下跌。第三季度，全球主要股指恢复到COVID-19爆发前水平，碳市场也逐渐回暖。

⁵ EEX：德国与EEX的合同于2018年11月14日到期，之后相应的2180.7万吨配额将在2019年分配给德国进行拍卖。

随着 2020 年 5 月 TNAC 数据的公布，市场对于 MSR 影响的预期得到验证，碳价上涨空间再次打开，并跟随全球经济复苏和日趋严格的欧盟气候目标稳步上涨。经过不断调整，欧盟将 2030 年减排目标提高至 55%，这是 2020 年末至 2021 年碳价上方空间扩大的主要驱动力之一，日趋严格的减排目标和积极的气候政策措施持续影响着市场情绪，推动碳价上行。同时，欧盟经济的强劲增长和天然气价格上行也是 2021 年大部分时间碳价上涨的重要驱动因素。能源价格飙升导致欧洲越来越多的工业企业减停产，市场参与者对需求中断以及政策干预愈发担忧。2021 年 11 月，碳价大幅上涨达到历史新高。这一涨势主要是在基本面因素变化的情况下出现的，首先，配额需求方面，由于冬季气温比预期更加寒冷，而天然气价格处于高位，且可再生能源发电占比较低，燃煤需求上升；供应方面，年末通常会暂停配额拍卖，配额供应较为紧张。但 2021 年 12 月，碳价与气价脱钩，天然气价格飙升的同时配额被大幅抛售，这很可能是因为市场参与者被迫抛售配额以弥补能源市场的损失或补充保证金。

2022 年-2023 年，天然气价格波动、天气预期变化和工业生产低迷是大部分时间碳价波动的主要因素。2022 年 2 月底，俄乌冲突升级，能源价格上升，但配额价格却大幅下跌，主要是由于市场参与者尤其是公用事业单位出售配额以支付能源市场的亏损，此外，市场恐慌情绪造成的配额抛售也是碳价下跌的重要因素。但是 4 月份的配额清缴末期的临近，碳价又跟随履约需求的涌入而反弹。2022 年下半年，碳价陷入多种因素的角力之中。一方面，天然气价格和电价的飞涨导致整体经济活动减少，配额需求减弱，另一方面，“北溪”1 号和 2 号管道遭到破坏导致第三季度天然气发电供应紧张，欧盟重启了部分封存的煤电厂，增加了配额需求。8 月中下旬，配额拍卖量恢复预期开始兑现，叠加悲观的经济预期和疲软的工业产出，碳价先于气价大幅回落。10 月底开始，不断反复的冬季气温预期和天然气价格的变化使得碳价出现频繁波动。2023 年初至 4 月份，气价回落至低位运行，企业或者投资机构有足够的资金建仓，叠加履约需求推动碳价上涨，此后碳价再次跟随天然气价格波动，同时也受到夏季和冬季气温预期的影响。

图表 22：碳价中枢两次上移，震荡区间逐渐走阔



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

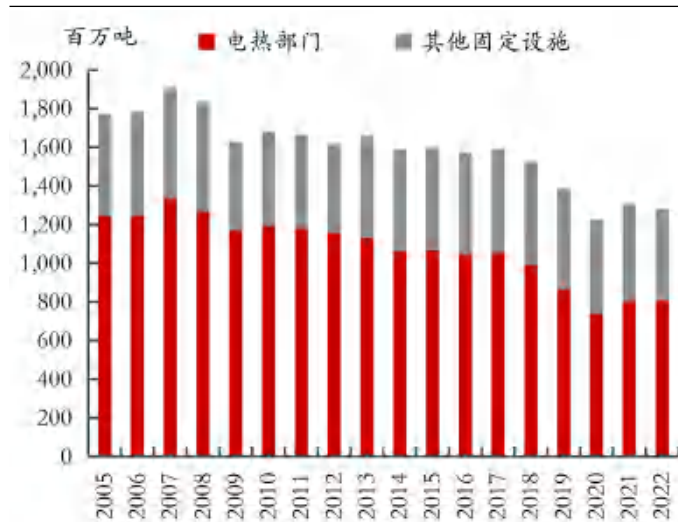
EU ETS 市场运行以来，碳价在经历了长期配额过剩的低位震荡期之后，受到基本面变化和政策调整的影响，第三阶段以来价格中枢两次上移，震荡区间逐渐走阔，目前处于高位宽幅震荡阶段。第一次价格中枢上移主要是受到 MSR 政策预期的影响，碳价中枢从 5 欧元/吨上升到 22 欧元/吨，第二次价格中枢上移同时受到了供给端、需求端和政策面变化的影响，碳价中枢上升到了 80 欧元/吨，并受到天然气价格的影响宽幅震荡。2023 年以来，随着天然气价格的回落和波动放缓，碳价震荡区间也明显收窄。而近期由于工业需求的疲弱、煤电/气电发电量的下滑和偏暖的冬季天气预期，碳价弱势运行。

2.2、欧盟碳价影响因素分析

1、配额供需与电力供需强相关

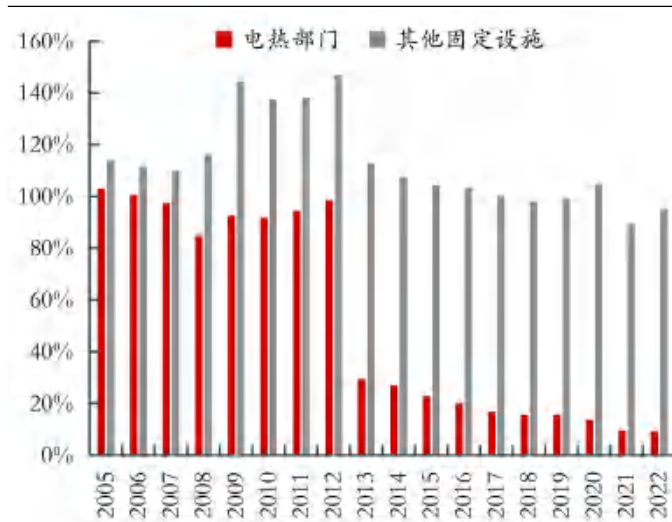
电力行业是 EU ETS 最重要的参与者，因此配额需求与电力供需和能源价格强相关。电力行业是排放量最大的行业，且其配额全部有偿分配（部分成员国除外）。

图表 23：电热部门核实排放量占比最大



资料来源：EEA，东证衍生品研究院

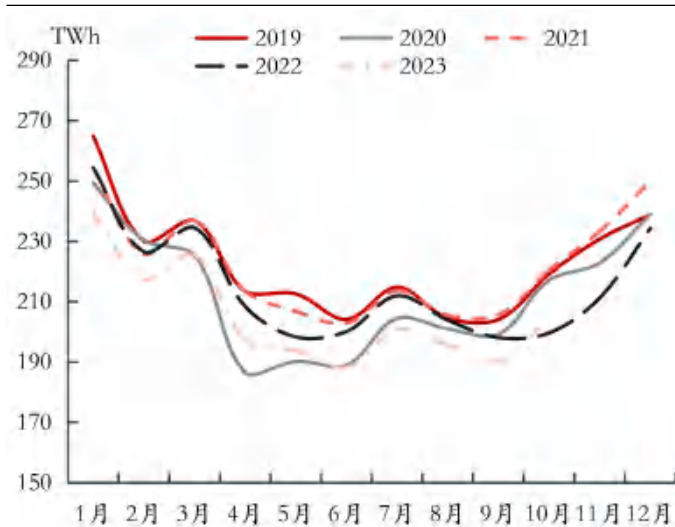
图表 24：电热部门免费配额占比低



资料来源：EEA，东证衍生品研究院

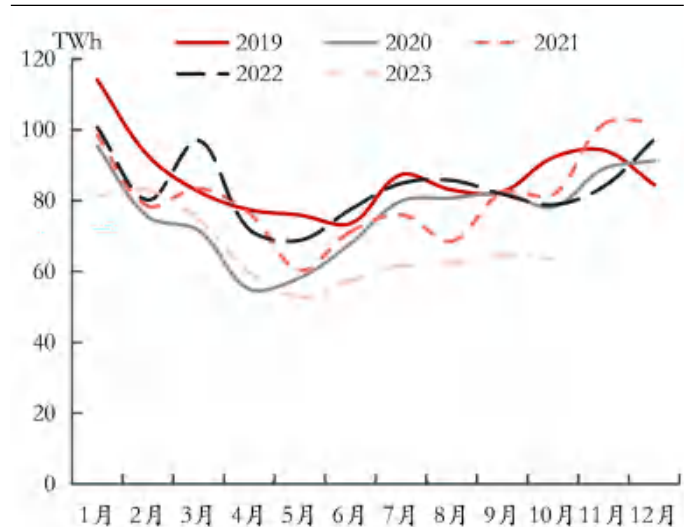
欧盟发电量有明显的季节性特征，年末和年初为高峰期，4 月-9 月为低谷期。煤电和气电发电量的季节性特征与此类似。理论上，煤电和气电对于配额的需求也存在季节性特征，但从历史数据上看，这种发电量的季节性特征并未明显反映在配额价格或成交量上，可能是由于配额清缴周期的特殊性。上一年度的配额需在次年 4 月底前完成清缴，即企业可以在此前的一整年进行交易，3 月份的交易量普遍较大。由于配额不存在使用期限，甚至可以在此前的更长时间内进行交易，以满足履约需求。此外，能源价格对碳价存在较大影响，近两年能源价格的大幅波动可能掩盖了配额需求的季节性变化对碳价的影响。

图表 25：欧盟发电量存在明显季节性特征



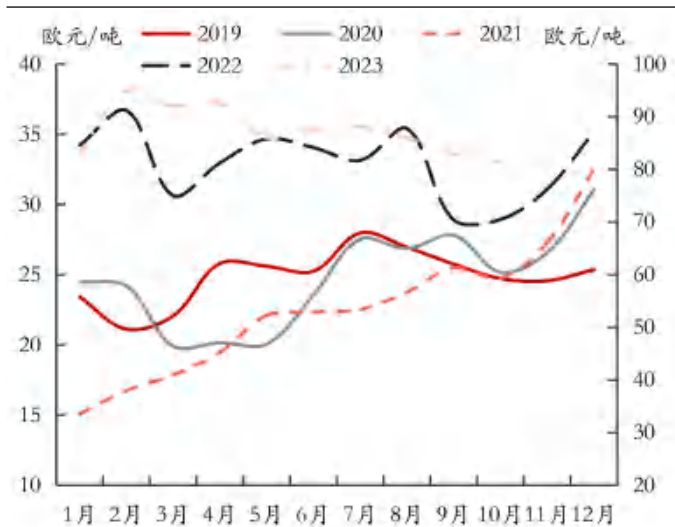
资料来源：全球能源智库 Ember

图表 26：欧盟煤电和气电发电量存在季节性特征



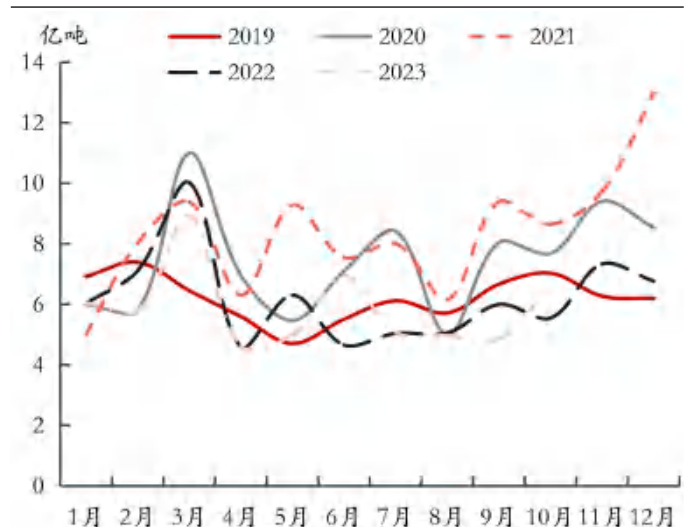
资料来源：全球能源智库 Ember

图表 27：碳价无明显季节性特征（右轴：2021-2023）



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

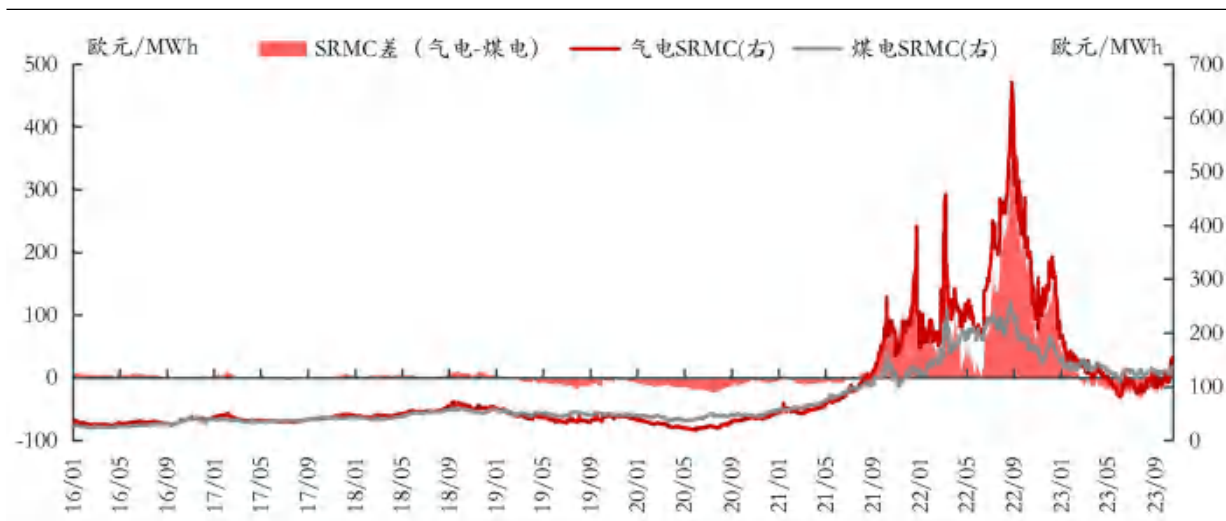
图表 28：ICE EUA 期货成交量



资料来源：iFind，东证衍生品研究院

欧洲电力市场为边际成本定价，即边际出清机组的发电成本决定日前电价。在引入碳排放成本之前，气电成本较高，燃气机组普遍情况下为边际出清机组。引入配额成本后，由于煤电的度电碳排放为气电的两倍，当碳价大幅上涨时，煤电成本的上漲幅度更大。在 2019-2020 年内的较长一段时间内，煤电 SRMC 超过了气电 SRMC，燃煤机组可能替代燃气机组成为边际出清机组。在气电定价的情况下，天然气价格波动主导了气电成本变化从而影响了电价和发电利润。

图表 29：气电和煤电短期发电边际成本（SRMC）



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

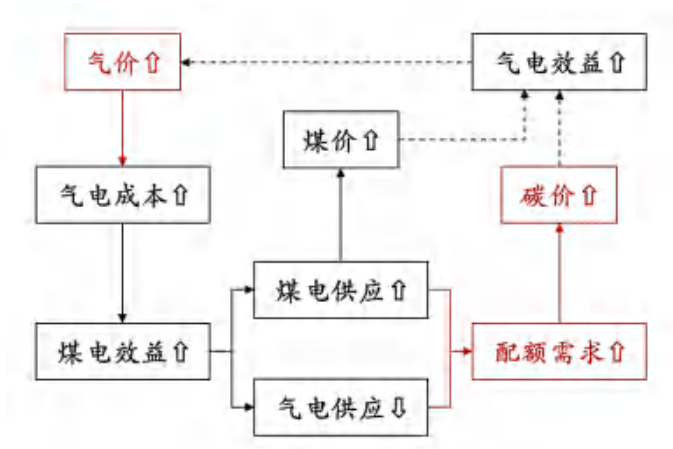
在总用电需求不变的情况下，天然气价格通过影响煤电和气电的相对成本关系影响碳配额需求。气价上涨时，气电成本上升，煤电经济性提高，在燃料转换路径畅通的情况下，发电成本曲线中的部分煤电会移动到气电左侧，在发电量不变的情况下，碳排放增多，从而增加配额需求，提高碳价。即天然气价格与碳价之间是正相关关系，与此同时，这一路径中存在正反馈，即当碳价较高时，由于气电度电碳排放更少，也会增加对天然气的需求，进一步影响气价。但随着能源价格的持续走高，配额成本占比下降，碳价对发电结构的影响也会逐渐弱化。煤价对碳价的影响正相反。

能源危机期间，天然气价格是碳价波动重要因素。COVID-19 初期，全球能源消费出现历史性暴跌，主要能源价格跌至历史低位。此后随着全球经济的迅速复苏，叠加北半球漫长的寒冷冬季，以及低于预期供应增速，能源价格强劲反弹。其中，天然气价格涨幅最大，严重侵蚀气电利润，促使欧洲转用煤炭替代部分天然气发电，煤炭使用量的增加带动了碳价的上涨，同时也一定程度上影响了煤价。能源价格上涨改变了煤电和气电间的成本关系。由于气价涨幅远超煤价，2021 年 9 月到 2022 年，气电与煤电的 SRMC 之差长期处于高位，煤电具有显著的经济性。这段时期内，天然气价格波动幅度和频率远超煤炭，因此气价波动主导了气电成本和煤电成本的相对关系，从而主导了碳价的短期走势。

一方面，由于履约企业资金面和减排成本的限制，碳价上方存在一定压力，另一方面，受到履约需求和欧盟减排目标的影响，碳价下方也有一定支撑，因此能源危机期间碳价波动区间较气价更小。

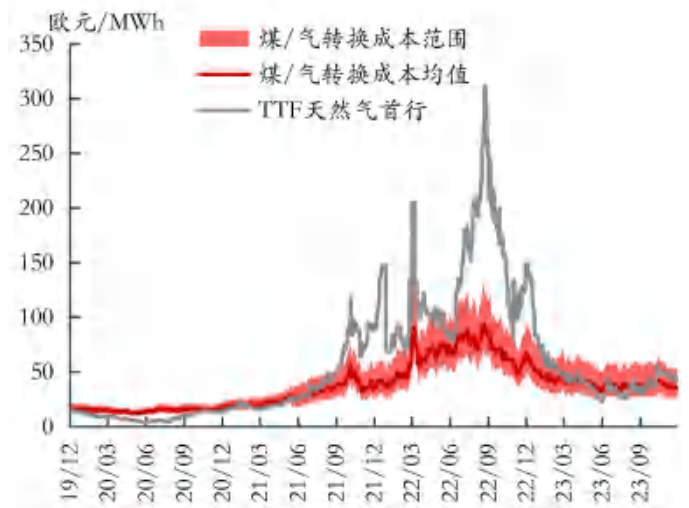
2023 年 1 月初开始，天然气价格大幅下降，气电再次具有竞争力。然而，能源危机远未结束，能源价格仍高于 2021 年之前的水平，对天然气供应短缺的担忧所带来的经济影响可能会限制碳价的上涨空间。

图表 30：气价影响碳价的路径（需求不变）



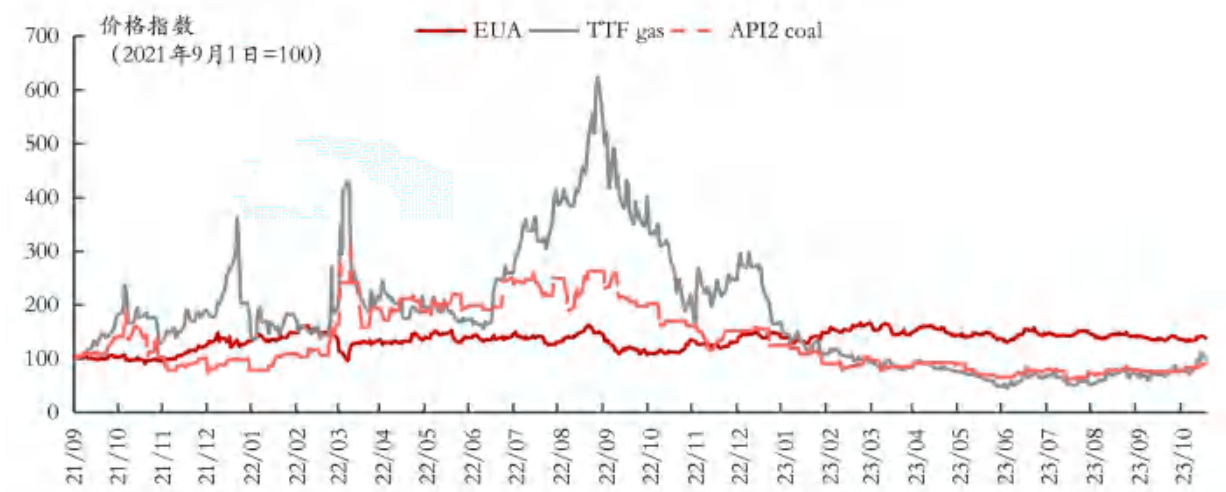
资料来源：东证衍生品研究院

图表 31：气价波动主导煤/气电成本的相对关系



资料来源：Refinitiv

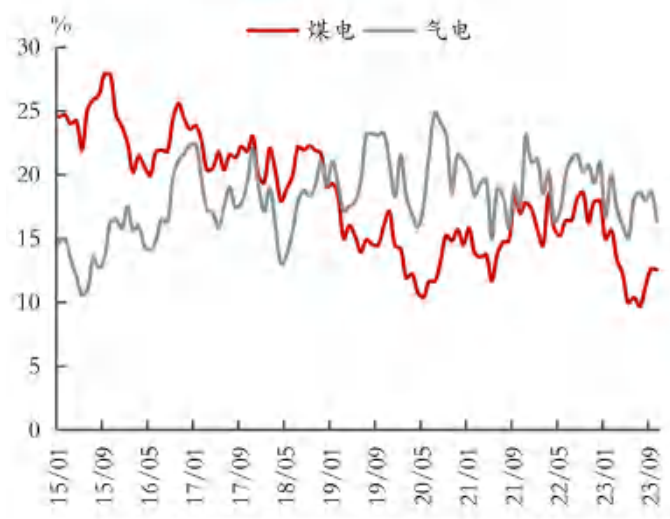
图表 32：能源危机以来气价、煤价和碳价的波动



资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

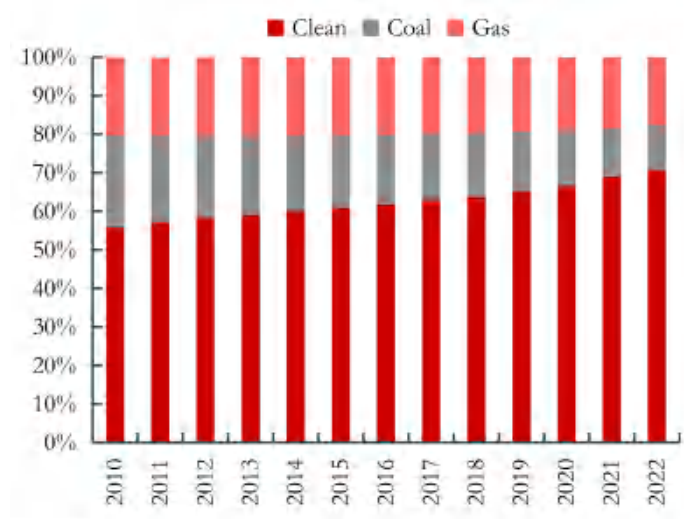
此外，气价的重要作用也得到了能源政策和投资者情绪的支撑。一方面，在欧盟去煤计划的持续推进下，煤电占比逐渐降低，2019 年开始，气电发电量占比超过煤电，煤价对电价和碳价的影响被弱化。另一方面，从 ICE 持仓数据来看，2023 年 10 月，非控排企业多头持仓占比超过 30%，空头持仓超过 80%，因此投资者情绪在一定程度上影响了市场走向，燃气机组作为边际出清机组决定了投资者的直接关注点在于气价对碳价的影响。

图表 33: 欧盟煤电和气电发电量占比情况



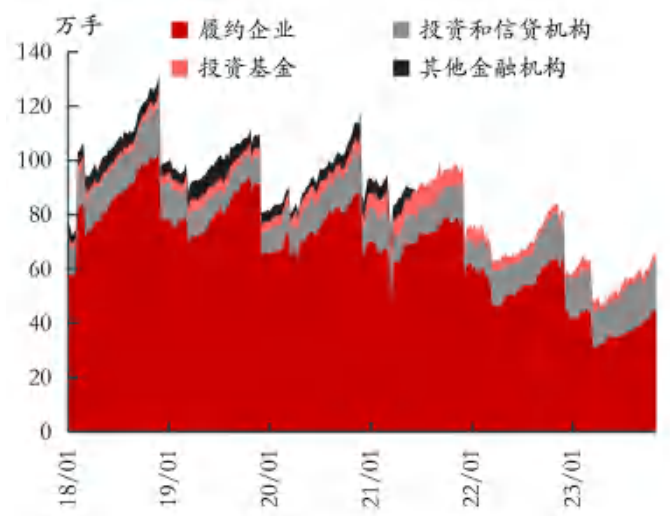
资料来源: 全球能源智库 Ember

图表 34: 欧盟煤电和气电装机容量占比情况



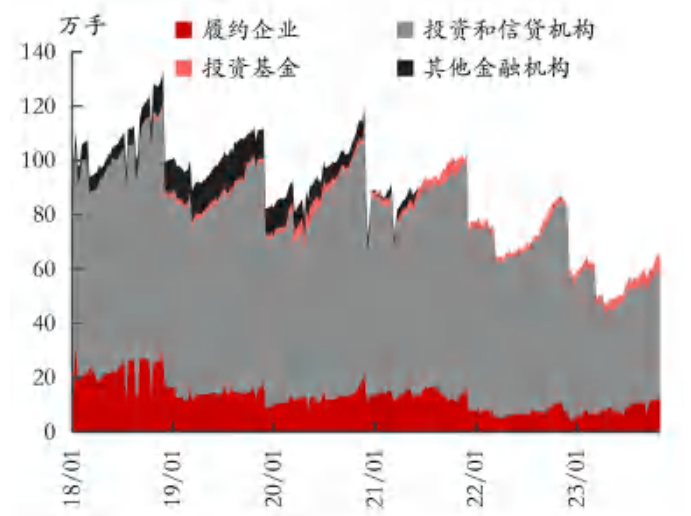
资料来源: 全球能源智库 Ember

图表 35: EUA 期货合约多头持仓情况



资料来源: Refinitiv

图表 36: EUA 期货合约空头持仓情况

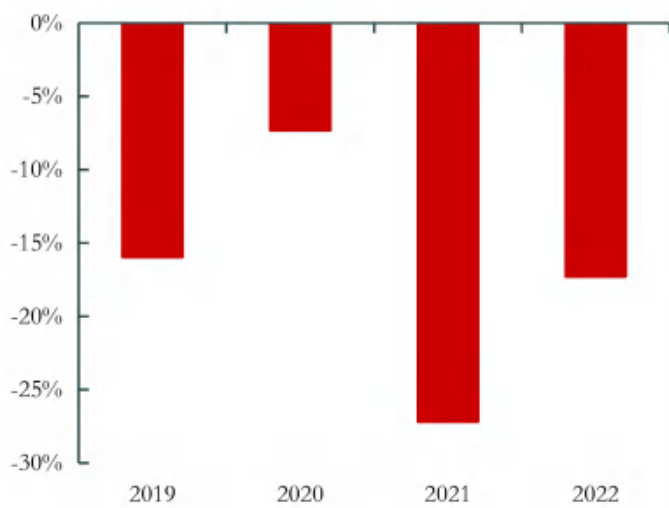


资料来源: Refinitiv

尽管大多数时候气价与碳价正相关,但也存在脱钩的情况。首先是市场情绪变化,金融市场动荡、地缘冲突风险等导致的市场负面情绪或避险心理会导致配额抛售情况。其次是配额供需的季节性变化,尤其是4月和8月的供需变动对碳价的影响在短期内可能会超过气价对碳价的影响。此外是气价过高引致的工业生产和企业流动性需求的变化,一方面,气价处于高位时,气电厂会因发电成本的上升遭受巨大损失,部分工业企业的现金流可能也会遭受损害,因此他们需要抛售EUA以弥补损失或应对保证金的增加;另一方面,气价飙升带动电价飙升,可能会导致工业企业减产,对配额需求产生负面影响。

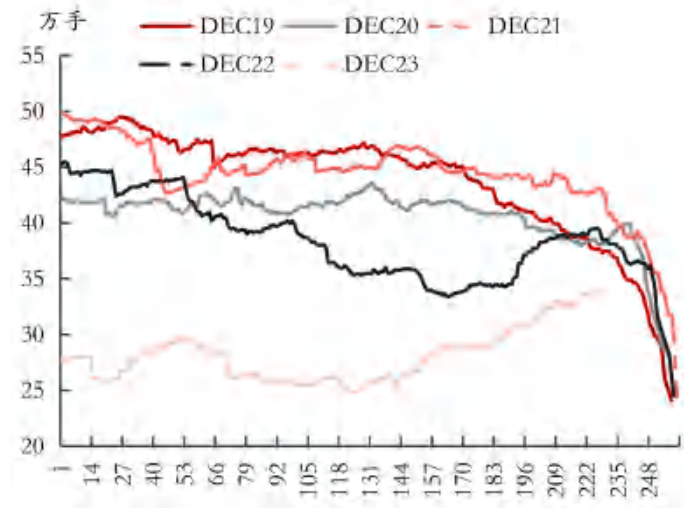
以 2021 年 12 月碳价与气价的脱钩为例，12 月 8 日以后，碳价与气价走势分化，一方面是企业减停产导致的配额需求下降，另一方面是流动性需求变化引致的市场抛售情绪。2021 年 12 月中旬，在主力合约发生切换的前 5 个工作日内，EUA 期货主力合约持仓量出现了明显快于一般水平的下降，这种突破一般季节性规律的平仓可能源于气价高企时企业对于资金的需求。市场对能源供应风险的担忧持续到了 2023 年初，DEC23 合约持仓量在年初明显低于往年水平，此后则随着能源价格的下跌而增加且推动了碳价上升，而 MAR23 合约持仓量却远高于往年水平，反映了市场对于下半年风险的担忧与观望态度，因为 REPowerEU 的拍卖计划尚不确定。

图表 37：主力合约切换前 5 个工作日持仓量变化



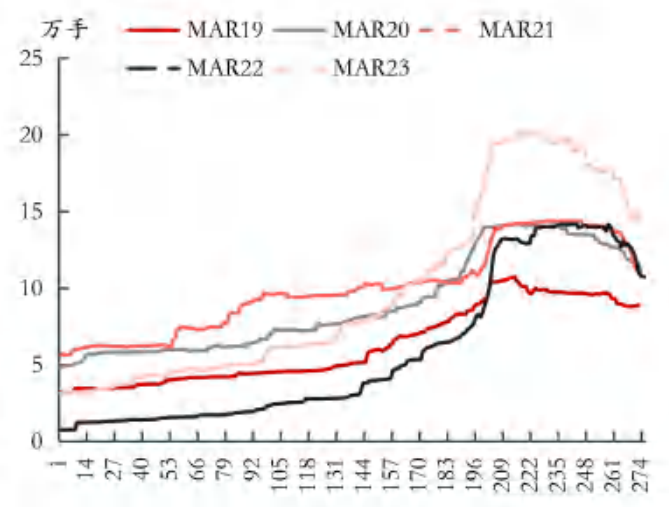
资料来源：Refinitiv，东证衍生品研究院

图表 38：EUA 主力合约持仓情况



资料来源：Refinitiv

图表 39：EUA 3 月合约持仓情况（到期前 1 年）



资料来源：Bloomberg

图表 40：3 月合约与 12 月合约价格走势



资料来源：Bloomberg，Refinitiv

能源危机之后，能源安全与气候目标之间产生了冲突，致使短期内能源安全成为欧盟的政策焦点，而气候政策可能退居其次。相应地，市场对于碳价的理解可能也更多地放在能源安全尤其是天然气供应方面。长期来看，天然气仍将是影响欧盟碳价短期波动最重要的因素之一，除非供应端的问题得以解决。

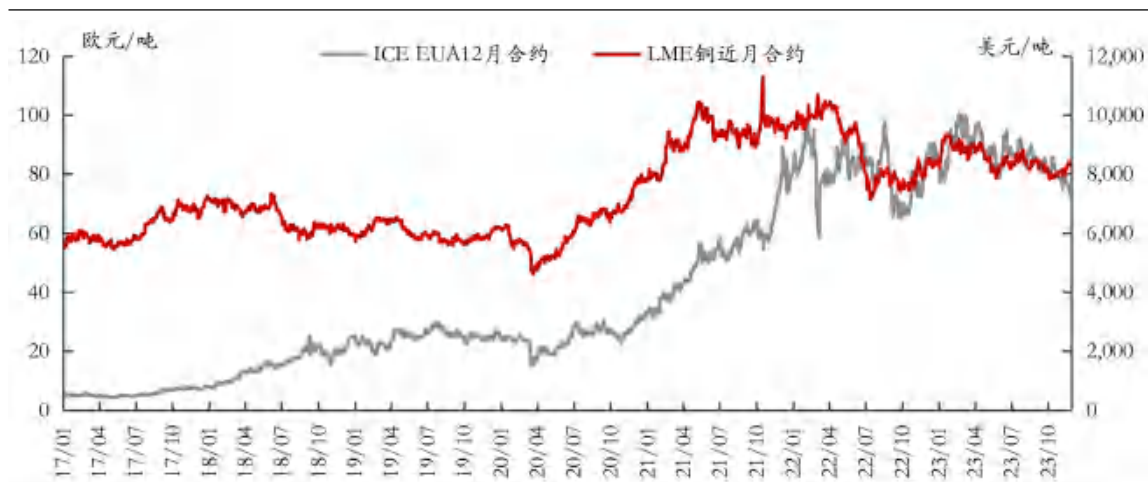
天气通过用电需求和可再生能源发电影响煤电和气电发电量，进而影响碳价。从欧盟的发电结构看，2022 年风光水核发电量接近化石能源发电量的 1.5 倍，2023 年 1-10 月超过 2 倍。但风光水核发电的出力极易受到极端天气的影响，此时就需要煤电和气电进行补充。冬季气温偏低和夏季气温偏高时，如果清洁能源发电不能有效补足用电需求，煤电和气电就会增加，从而增加配额需求，因此夏季和冬季往往是天气炒作较为频繁的时间段。

2、碳价的其他影响因素

政策是影响碳价最重要的因素之一。碳排放权与一般商品最大的不同在于，它是一种由政策约束创造出来的虚拟产品，其总供给完全是由政策所决定的。一方面，EU ETS 的制度设计本身决定了配额供给的变化，另一方面，由于 EU ETS 是实现欧盟气候目标最重要的市场工具，欧盟整体气候目标也决定了未来 EU ETS 的改革方向。2019 年以前由于配额供应过剩，碳价一直在低位徘徊，直到引入 MSR 机制，碳价才有了充分上涨空间。除了实际对于配额供给的影响，市场对于政策解读的预期也会提前兑现并体现到价格上。

宏观经济对于碳价的影响也是显著的。强劲的经济复苏通常伴随着工业生产的恢复和用电需求的增加，从而带动了配额需求的增加，而负面宏观冲击的影响则正相反。铜价是与宏观经济联系最为紧密的大宗商品之一，历史上看，铜价与碳价多次呈现相同走势，也印证了这一点。

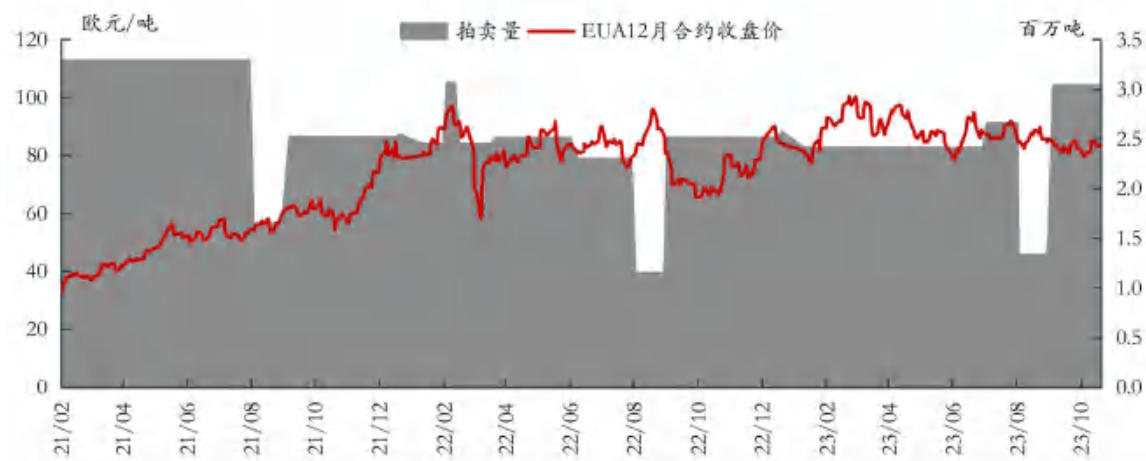
图表 41：铜价与碳价



资料来源：Bloomberg, Refinitiv

EU ETS 的具体制度设计存在着一些季节性特征。首先，从履约周期来看，排放单位需要在每年4月底前⁶清缴上一年度的配额，这通常会使得配额需求在2-4月份阶段性上升，从而推高碳价，但这一影响并不显著，且历史上这段时期多次出现黑天鹅事件或其他抑制碳价的因素。其次，根据拍卖指令规定，每年8月份的拍卖数量应为当年其他月份拍卖数量的一半，从历史情况看，市场通常会在7月中旬开始兑现拍卖数量减少的预期，并在8月中旬开始兑现拍卖数量恢复的预期，即在8月份价格走势呈现“倒V”型。

图表 42：8 月份价格走势呈“倒 V”型



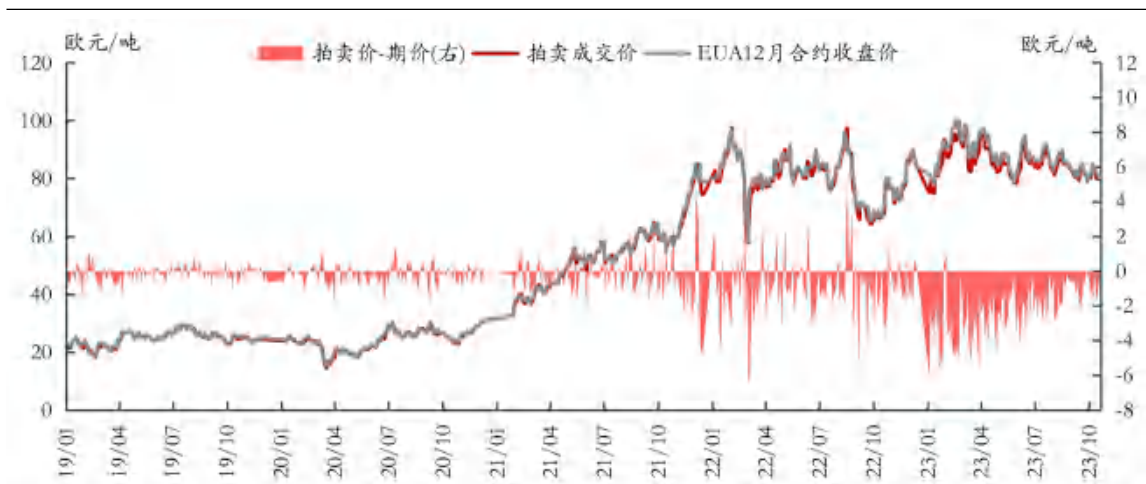
资料来源：EEX，Refinitiv

此外，为了应对俄乌冲突造成能源市场危机，欧盟委员会提出实施 REPowerEU 计划，希望帮助欧盟摆脱对俄化石燃料的依赖。该计划于 2022 年 5 月启动，其中部分资金将来源于储备配额的拍卖收入，即在短期内增加配额供应，因此需要关注其相关进展，但整体来看对碳价影响较小。

从期货价格与拍卖成交价的关系来看，二者相互影响，走势基本相同。在经历了供需严重失衡和能源市场剧烈波动的时期之后，2023 年开始，期货升水现象才较为显著。由于配额拍卖在上午 11 点进行，拍卖结果会在之后 15 分钟内给出，而 ICE EUA 期货在 8 am - 6 pm CE(S)T 进行交易，因此理论上二者相互影响。

⁶ 这一时间从 2024 年开始或发生变化。2023 年 10 月 25 日，欧盟委员会对 ETS 注册条例 (REGULATION (EU) 2019/1122) 进行了修订，包括将固定设施和航空运营商的履约截止日期调整为 9 月 30 日。该修订案已提交欧洲议会和理事会审查。

图表 43：配额拍卖成交价与期货价格的关系



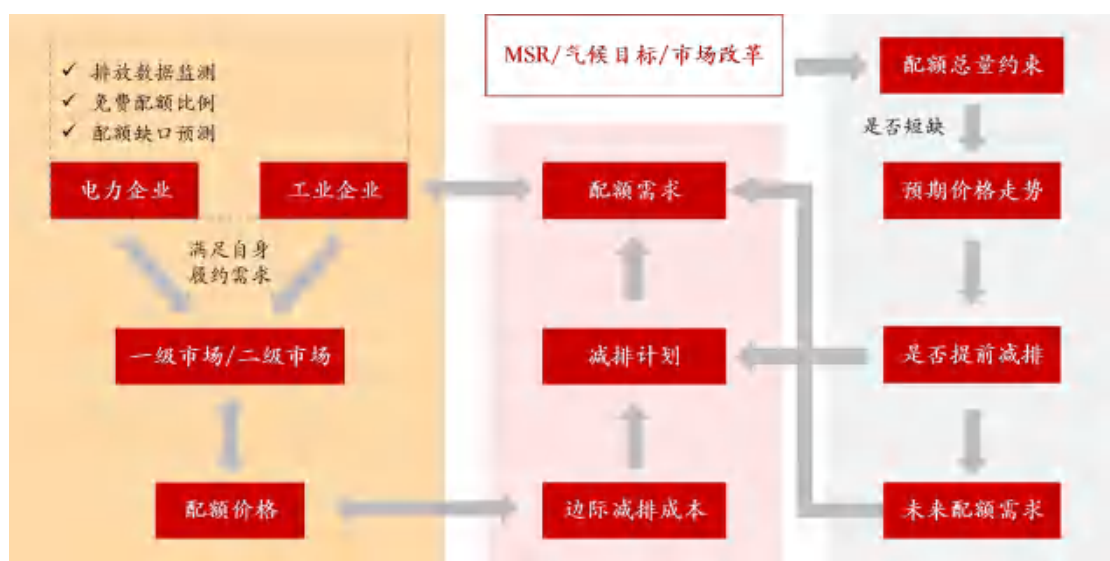
资料来源：EEX，Refinitiv，东证衍生品研究院

100 欧元/吨是目前碳价的重要心理关口。根据最新的交易指令，超额排放罚金为 100 欧元/吨，因此这一价格在市场交易者看来有着较重要的意义。但这并不意味着碳价无法超过 100 欧元/吨，因为缴纳罚金并没有免除实际清缴义务，仍需要在下一年对配额未缴纳部分进行补足。历史上，碳价仅有 6 次接近或超过 100 欧元/吨。2022 年 8 月 19 日，盘中期货价格达到 99.22 欧元/吨，当日拍卖价也高达 97.5 欧元/吨，主要受到配额拍卖量减半和天然气价格持续高涨的影响。2023 年 2 月 21 日和 27 日，收盘价均突破 100 欧元/吨，2023 年 2 月 21 日-3 月 13 日，盘中价格 5 次突破 100 欧元/吨，这一段时间的主要价格支撑因素为：1) 碳市场改革方案的推进和气候目标的强化；2) 履约需求；3) 能源危机缓和后的工业恢复和经济回暖预期；4) 风力发电出力不足导致的化石能源发电量的增加，这些因素共同推动了配额需求的上升。

长期来看，减排成本是决定碳价的重要参数。理论上，当碳价高于减排成本时，企业会选择采取减排措施；当碳价低于减排成本时，企业会选择购入碳配额，即市场均衡碳价等于减排成本。目前，欧洲电力行业最高效的减排措施就是可再生能源发电替代气电和煤电，或者气电替代煤电，因此相关能源价格在很大程度上影响了欧盟碳价走势。随着电力行业的清洁低碳转型和工业企业免费配额比例的下降，EU ETS 的主要交易主体将逐渐转向工业企业。相较于电热行业，工业减排更多依赖能源和原料替代、生产工艺改进、CCUS 技术等，减排成本更高，理论上碳价的上涨空间也会更大。

结合路孚特碳研究组的碳市场价格预测模型，我们认为，**从短期、中期和长期来看，影响企业交易行为和碳价变动的市场逻辑存在明显差异。**短期，企业主要以履约为目的，根据实际生产经营情况确定自身配额需求变化，实时调整短期交易策略；中期，企业结合历史碳成本制定合理减排计划，逐渐减少自身配额需求；长期，由于碳市场配额总量主要受到政策变化影响，企业需要判断长期碳价走势，制定长期减排策略，同时，这种长期的判断和策略方向也会对中短期的市场行为产生一定影响。

图表 44：不同时间跨度的配额交易逻辑



资料来源：Refinitiv Carbon Research，东证衍生品研究院

3、欧盟碳市场供需平衡分析

欧盟碳市场的供需博弈一直为市场所关注，前三个阶段的配额供给严重过剩导致碳价长期低位运行，欧盟也因此进行了一系列市场改革以期改善供需失衡问题，包括引入 MSR 机制、调整配额总量线性递减系数、禁止使用国际碳信用额等。在供应收紧的情况下，需求变化也对碳价产生了明显影响。这一部分将对供给端和需求端进行拆解分析，并尝试建立供需平衡表。

1、欧盟碳配额供给分析

根据配额分配方式的不同，配额供给可以分为免费配额和拍卖配额两部分，其中又可以根据具体部门进一步细分，因为不同部门的配额分配规定存在较大差异。

电热部门是目前排放量最大的部门之一，除部分国家外，其配额全部通过拍卖的方式分配，从历史数据看，免费配额占比不超过 10%（2022 年为 9.15%）。对于工业部门，如果被列入碳泄露风险清单，则在 2026 年以前配额全部免费分配，其他工业部门根据基准值计算免费配额量。由于目前的碳泄露清单中所列出的行业覆盖了 96% 的工业排放，因此可以认为全部工业部门免费配额占比在 96% 以上。

对于航空业，根据最新的欧盟碳交易指令计算，2023 年免费配额比例为 82%，2024 年为 68%，2025 年为 42.5%，2026 年开始将取消免费配额，但在 2024-2030 年期间将为商用飞机营运商保留最多 2,000 万吨配额用于使用可持续航空燃料和其他非化石燃料。对于航运业，其配额全部有偿分配。

尽管排放上限由欧盟层面直接设定且逐年递减，但从历史数据来看，2021-2022 年，免费配额与拍卖配额之和均低于配额上限，因此，我们在分析供给时，不将配额上限引入到具体的计算过程之中，只作为预测实际总供给量时的参考值。目前，EEX 已经公布了 2024 年初始配额拍卖日程（9-12 月拍卖数量待调整），其中 EUA 总拍卖量约 6.77 亿吨，EUAA 约 669 万吨。其中，创新基金、现代化基金以及复苏和恢复基金（RRF）在 2024 年全年还将拍卖共计约 2.54 亿吨 EUA（包含在总拍卖量内）⁷。我们预计 2024 年 9-12 月将向 MSR 摄入约 8,100 万吨配额，即调整后的 2024 年拍卖配额总量约 6.03 亿吨。

2、欧盟碳配额需求分析

配额需求，即各部门核实排放量，同样需要按照部门进行划分。其中，对于煤电和气电发电量的预测是最重要的部分之一。首先，基于欧盟和部分成员国现有的对于温室气体排放和电力结构的目标⁸，我们做出以下预期：

- 1) **温室气体排放目标**: 2030 年, EU ETS 所涵盖行业的温室气体排放量较 2005 年减少 62%，即 2030 年电热部门和工业部门排放量合计约为 6.72 亿吨（这一目标在电力部门保持较快减排速度的情形下可以达成）；2025 年，欧盟船舶部门排放量比 2020 年减少 2%，2030 年减少 6%；航空业排放以较慢速度下降。
- 2) **可再生能源发电目标**: a. 中性预测下，风电和光电发电量年均增速与近 10 年历史增速持平；b. 乐观预测下，风电和光电发电量年均增速比历史值高约 2 个百分点；c. 悲观预测下，风电和光电发电量年均增速比历史值低约 2 个百分点。
- 3) **去煤计划进程**: 成员国已有的去煤计划以均匀速度完成；波兰 2030 年煤电占比不超过其总发电量的 37%。

图表 45：欧盟成员国去煤计划（截至 2023 年 9 月）

| | |
|----------------|--|
| 电力结构中没有煤电（9 个） | 爱沙尼亚、比利时、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、葡萄牙、瑞典、塞浦路斯 |
| 2025 年前去煤（5 个） | 爱尔兰、保加利亚、西班牙、匈牙利、意大利 |
| 2027 年前去煤（1 个） | 法国 |
| 2028 年前去煤（2 个） | 丹麦、希腊 |
| 2029 年前去煤（2 个） | 芬兰、荷兰 |
| 2030 年前去煤（3 个） | 德国、罗马尼亚、斯洛伐克 |
| 2033 年前去煤（3 个） | 捷克、克罗地亚、斯洛文尼亚 |
| 其他（2 个） | 奥地利：2020 年已关闭所有煤电厂，但由于能源危机在 2022 年重启了梅拉赫煤电厂 波兰：2030 年煤炭发电量占比不超过 37% |

资料来源：Beyond Fossil Fuels，公开资料整理，东证衍生品研究院

在各国去煤计划匀速完成的情况下，可以得到欧盟煤炭发电量的减少趋势，2025 年煤电量约 235TWh，2030 年约 78TWh。基于前述关于风/光电的假设，可以得到 2030 年欧盟

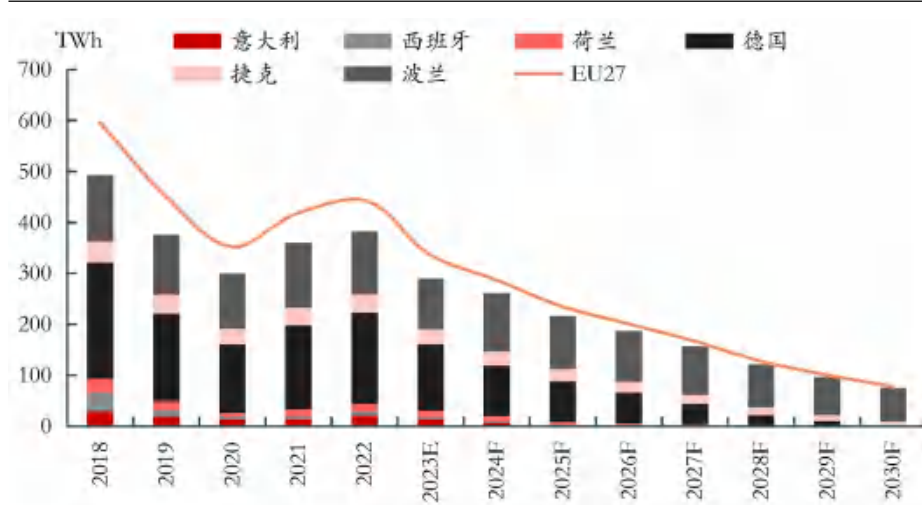
⁷ 创新基金 35,417,500 吨 EUA，现代化基金 96,951,500 吨 EUA，复苏和恢复基金 86,685,000 吨 EUA。

⁸ 目标数据来源于欧盟 2030 年气候目标、PEP2040 等。

风力和光伏发电量在三种情景下的预测值。对于水电、核电和其他（主要包括生物质能和其他化石能源）电力，从历史趋势判断，我们认为水电将维持稳定，核电缓慢增长，其他来源发电量也较为稳定。

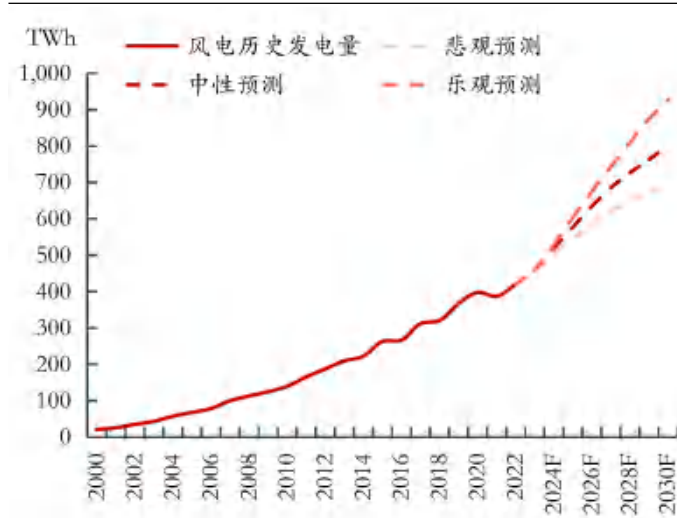
其次，假定 a. 中性预测下，欧盟发电量年均增长率在 2024-2027 年为 0.5%，2028-2030 年为 1%；b. 乐观预测下，欧盟发电量年均增长率在 2024-2025 年均为 0.5%，2026-2028 年为 1%，2029-2030 年为 1.5%；c. 悲观预测下，欧盟发电量年均增长率在 2024-2030 年均为 0.5%。基于前文对各来源发电量的假设可以得到燃气发电量的大致水平。

图表 46：欧盟及部分成员国煤炭发电量预测



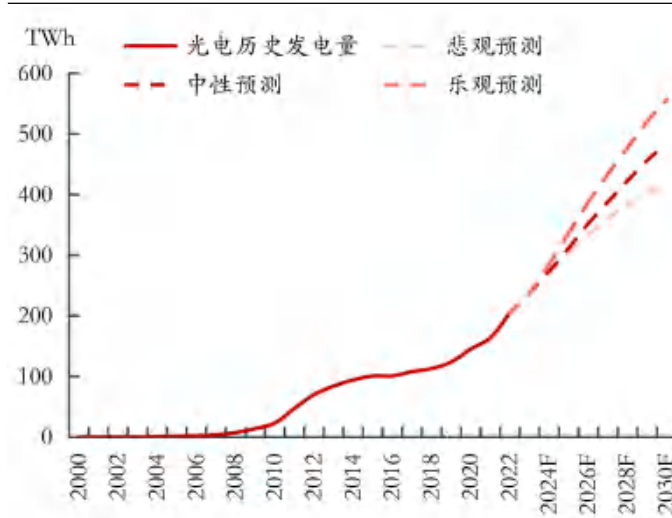
资料来源：全球能源智库 Ember，东证衍生品研究院

图表 47：风电发电量预测



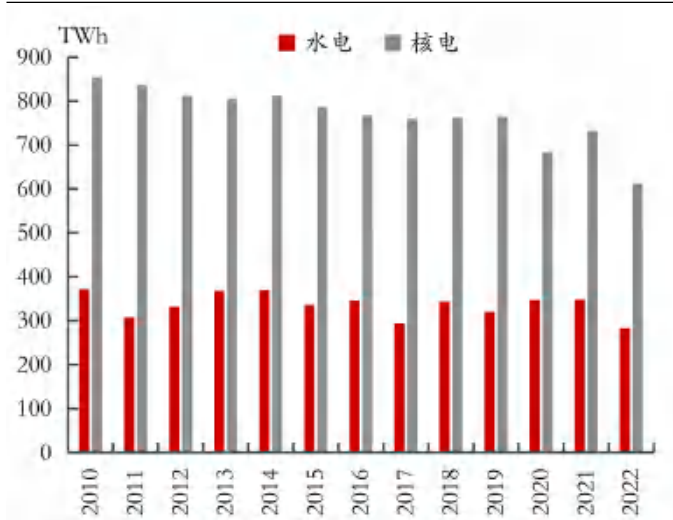
资料来源：全球能源智库 Ember，东证衍生品研究院

图表 48：光电发电量预测



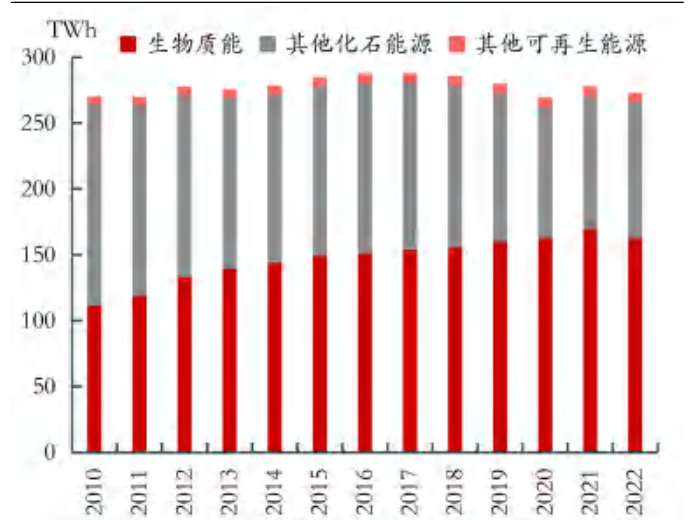
资料来源：全球能源智库 Ember，东证衍生品研究院

图表 49：欧盟水力/核能历史发电量



资料来源：全球能源智库 Ember

图表 50：欧盟其他来源历史发电量



资料来源：全球能源智库 Ember

图表 51：欧盟发电量构成预测情景分析

| TWh | | 2021 | 2022 | 2023E | 2024F | 2025F | 2027F | 2030F | 2023-2030 年 年均增速 |
|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| 煤电 | | 419 | 444 | 350 | 287 | 235 | 167 | 78 | |
| 水电 | | 348 | 282 | 340 | 340 | 340 | 340 | 345 | |
| 核电 | | 732 | 613 | 600 | 610 | 620 | 620 | 630 | |
| 其他 | | 278 | 273 | 280 | 280 | 280 | 280 | 280 | |
| 悲观预测 | 气电 | 547 | 545 | 460 | 427 | 410 | 370 | 363 | |
| | 风电 | 387 | 420 | 460 | 506 | 546 | 620 | 690 | 6.4% |
| | 光电 | 164 | 205 | 238 | 271 | 304 | 361 | 418 | 9.3% |
| | 合计 | 2,875 | 2,783 | 2,708 | 2,722 | 2,735 | 2,763 | 2,804 | |
| 中性预测 | 气电 | 547 | 545 | 460 | 411 | 371 | 277 | 228 | |
| | 风电 | 387 | 420 | 460 | 520 | 577 | 685 | 801 | 8.4% |
| | 光电 | 164 | 205 | 238 | 274 | 312 | 388 | 484 | 11.3% |
| | 合计 | 2,875 | 2,783 | 2,708 | 2,722 | 2,735 | 2,763 | 2,846 | |
| 乐观预测 | 气电 | 547 | 545 | 460 | 390 | 320 | 187 | 72 | |
| | 风电 | 387 | 420 | 460 | 529 | 603 | 743 | 927 | 10.4% |
| | 光电 | 164 | 205 | 238 | 286 | 337 | 434 | 557 | 13.3% |
| | 合计 | 2,875 | 2,783 | 2,708 | 2,722 | 2,735 | 2,776 | 2,889 | |

资料来源：全球能源智库 Ember，东证衍生品研究院

由于 EU ETS 所覆盖的国家除欧盟成员国外几乎没有煤电和气电，因此可以将欧盟的煤电、气电和燃气供暖碳排放作为 EU ETS 的电热部门排放。对于工业部门，假定排放量

年均增长率为-1%。航运部门配额清缴存在过渡期,2024 年需缴纳实际排放量的 40%,2025 年为 70%,2026 年开始全部清缴。

根据 CBAM 运行规则, TNAC 在次年 5 月公布, 配额调整在 9 月至次年 8 月底之间进行, 即如果 T 年底 TNAC 超过 8.33 亿吨, MSR 会在 T+1 年 9 月至 T+2 年 8 月的待拍卖配额中摄取占 TNAC 24% 的数量。结合历史规律, 这里假定从 T+1 年 9 月-12 月的待拍卖配额中减少 TNAC 的 8%, 从 T+2 年 1 月-8 月的待拍卖配额中减少 TNAC 的 16%。

图表 52: EU ETS 碳配额供需平衡表

| MTCO ₂ | 2021 | 2022 | 2023E | 2024F | 2025F | 2027F | 2030F |
|-------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 中性预测 | | | | | | | |
| 供给 | 1869 | 1401 | 1315 | 1389 | 1234 | 1032 | 774 |
| 免费配额 | 552 | 543 | 539 | 517 | 519 | 473 | 252 |
| 拍卖配额 | 590 | 475 | 522 | 603 | 468 | 413 | 522 |
| 其他调整项 | 727 | 383 | 254 | 269 | 247 | 146 | 0 |
| 需求 (核实排放量) | 1290 | 1346 | 1196 | 1136 | 1081 | 977 | 845 |
| 电/热 | 669 | 716 | 571 | 485 | 415 | 303 | 190 |
| 工业 | 594 | 581 | 570 | 564 | 559 | 548 | 531 |
| 航空业 | 28 | 49 | 55 | 55 | 54 | 52 | 50 |
| 航运业 | | | | 80 | 76 | 75 | 73 |
| MSR 摄入量 | 708 | 369 | 247 | 262 | 240 | 146 | 0 |
| 供给缺口 | -148 | -328 | -135 | -16 | -94 | -91 | -71 |
| TNAC | 1449 | 1135 | 1007 | 998 | 911 | 687 | 620 |
| TNAC/排放量 | 1.12 | 0.84 | 0.84 | 0.88 | 0.84 | 0.70 | 0.73 |
| 悲观预测 | | | | | | | |
| 供给 | 1869 | 1401 | 1315 | 1389 | 1234 | 1052 | 774 |
| 需求 (核实排放量) | 1290 | 1346 | 1196 | 1144 | 1099 | 1020 | 907 |
| MSR 摄入量 | 708 | 369 | 247 | 262 | 240 | 141 | 0 |
| 供给缺口 | -148 | -328 | -135 | -24 | -112 | -129 | -133 |
| TNAC | 1449 | 1135 | 1007 | 990 | 885 | 615 | 427 |
| TNAC/排放量 | 1.12 | 0.84 | 0.84 | 0.87 | 0.81 | 0.60 | 0.47 |
| 乐观预测 | | | | | | | |
| 供给 | 1869 | 1401 | 1315 | 1389 | 1234 | 1032 | 774 |
| 需求 (核实排放量) | 1290 | 1346 | 1196 | 1126 | 1057 | 935 | 772 |
| MSR 摄入量 | 708 | 369 | 247 | 262 | 242 | 206 | 0 |
| 供给缺口 | -148 | -328 | -135 | -6 | -72 | -109 | 2 |
| TNAC | 1449 | 1135 | 1007 | 1007 | 942 | 731 | 683 |
| TNAC/排放量 | 1.12 | 0.84 | 0.84 | 0.89 | 0.89 | 0.78 | 0.89 |

资料来源: EU Commission, 全球能源智库 Ember, 东证衍生品研究院

根据 2023-2030 年的预测结果，在中性预测和悲观预测下，TNAC 都将从 2026 年开始下降到 8.33 亿吨以下，乐观预测下 TNAC 会在 2027 年下降到 8.33 亿吨以下；在中性预测和乐观预测下，TNAC/排放量（“库销比”）均会在 2027 年达到阶段性低点，碳价可能整体较为平稳；悲观情景下的最低点出现在 2030 年，碳价可能出现持续性的缓慢上涨。此外，在中性预测下，2030 年固定设施排放量将较 2005 年减少 59%，与 62% 的目标存在一定差距，而乐观预测下将减少 63%，超额完成减排目标。

当前 EUA 价格已处于偏低位置，价格的反弹需要等待需求端的恢复，包括工业生产的提振及燃气和燃煤发电量的增加，但短期需求恢复难度较大。随着电热部门排放量的下降以及 CBAM 相关行业免费配额比例的减少，预计 2030 年前后工业部门有偿配额数量将超过电热部门，未来工业部门产出情况及排放强度变化或将主导碳价短期波动。

4、碳边境调节机制（CBAM）概述及对钢铁行业的影响

在 EU ETS 中，一个关键的问题就是竞争力。碳定价会带来生产成本的变化，从而影响企业在行业中的相对地位。在国际竞争激烈的市场上，区域碳市场面临碳泄漏的风险，即企业把碳密集型生产活动转移到碳成本较低的地区。如果没有办法抵销或者平衡受监管企业与竞争者之间的相对成本，可能会导致碳排放转移到 EU ETS 的范围之外，从而削弱全球减排成果。在保护竞争力和解决碳泄漏问题的同时，加强气候目标的压力使得各司法管辖区越来越愿意接受碳边境调节。

欧盟的气候雄心不断高涨，而非欧盟国家的气候政策却普遍较宽松，导致 EU ETS 系统碳泄漏风险较高。CBAM 机制可以平衡国内产品和进口产品的碳成本，确保欧盟的气候目标不会被转移至气候政策较宽松国家的生产活动所削弱。

4.1、CBAM 逐步取代相关行业的免费配额

“碳泄漏”是指企业出于气候政策成本的考虑，将生产地点从欧盟转移到对温室气体排放限制较松的其他国家，从而导致其他国家排放量增加，能源密集型产业的碳泄漏风险可能更高。对于存在碳泄漏风险的行业或子行业来说，EU ETS 中现有的应对碳泄漏风险的主要机制为配额免费分配，但与拍卖相比，发放免费配额削弱了 EU ETS 体系的价格信号，破坏了核心污染者付费原则，不利于鼓励对减排措施进行投资，从而削弱了工业领域转向清洁生产过程和为实现欧洲气候目标作出贡献的动力。

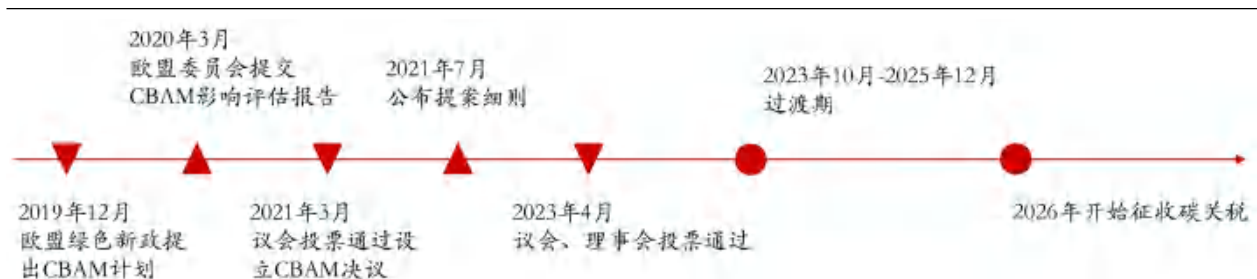
被认为有重大碳泄漏风险的行业和子行业被列入官方名单，欧盟委员会于 2010 年起草了第一份碳泄露清单，并于 2011-2013 年进行了 3 次修订，适用于 2013-2014 年。第二份碳泄露清单起草于 2014 年，适用于 2015-2020 年。目前所使用的清单发布于 2019 年，适用于 2021-2030 年，包括 63 个行业和子行业，覆盖了约 96% 的工业排放。

2019 年 12 月，欧盟委员会提出了一项关于碳边境调整机制（CBAM）的提案，该机制通过对进口到欧盟的产品的碳含量进行定价，试图解决一些高排放行业的碳泄漏风险。

CBAM 是欧盟气候战略及其到 2050 年实现净零排放的关键组成部分，保障竞争力的同时避免碳泄漏。具体地，CBAM 将对进口到欧盟的某些商品征收“碳关税”，“碳关税”与商品的“内含排放量”或其制造过程中产生的温室气体排放量成比例。相关商品的进口商将被要求购买与其内含排放量相等的排放证书（CBAM 证书），这些证书的价格将与 EU ETS 下的碳价保持一致。如果进口商能够根据第三国生产商提供的经过核实的信息，证明其在生产进口商品的过程中已经支付了碳成本，则可以扣除相应的金额。

2023 年 5 月 16 日，欧盟碳边境调节机制（CBAM）法规文本被正式发布在《欧盟官方公报》上，标志着 CBAM 正式走完所有立法程序，成为欧盟法律，并于今年的 10 月 1 日正式进入过渡期。CBAM 是配额免费分配的替代方案，因此这两项措施不应重叠。为确保从一个系统顺利过渡到另一个系统，EU ETS 下的相关行业的免费配额比例将随着碳边界调整机制在这些行业的逐步实施而逐步取消。

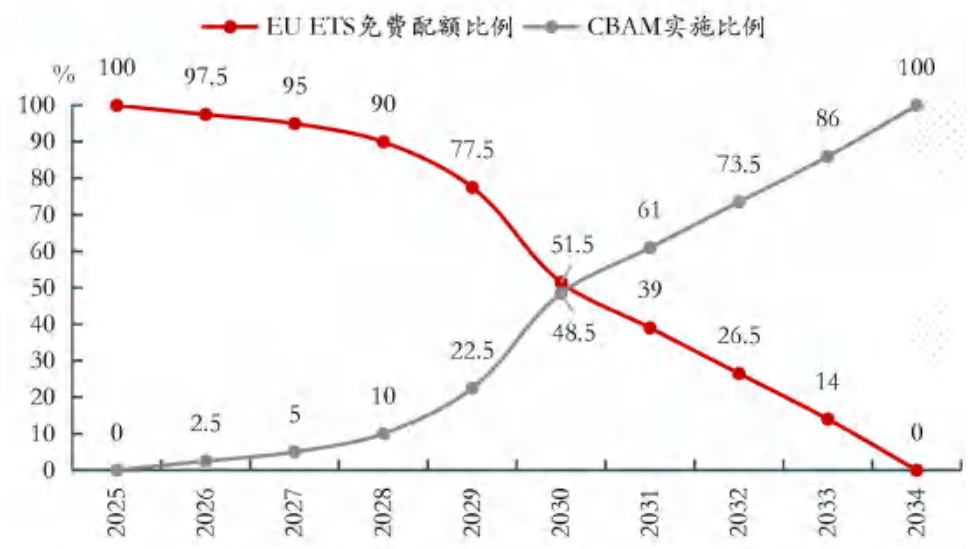
图表 53：CBAM 立法程序



资料来源：OJEU，东证衍生品研究院

CBAM 旨在逐步取代目前的免费配额分配，成为 EU ETS 中解决碳泄漏问题的主要措施。该机制将根据现有免费配额的逐步取消比例分阶段实施。欧盟委员会将调整需要缴纳的 CBAM 证书数量，以反映 EU ETS 下免费分配的配额数量，根据欧盟公布的数据，到 2034 年，相关行业的免费配额将全部取消。在免费配额完全取消之前，CBAM 机制将仅适用于未包含在 EU ETS 免费配额中的排放量，从而确保进口商与欧盟生产商享受同等待遇。

图表 54：存在碳泄露风险部门免费配额逐步取消



资料来源：EU Commission

根据欧盟委员会 2023 年 8 月 17 日对外公布的 CBAM 过渡期实施细则，在过渡期（2023 年 10 月 1 日-2025 年 12 月 31 日），申报者需要履行报告义务。申报者包括：a.以自己的名义提交货物报关单的进口商；b.持有报关授权书并申报货物进口者；c.间接海关代表。具体地，申报者需要在每个季度结束后的一个月内提交 CBAM 报告，报告内容主要包括商品基本信息、生产信息、排放量信息以及其他补充信息。排放量包括直接排放量和间接排放量（生产过程中的电力消耗）。

图表 55：CBAM 覆盖商品大类及排放量报告义务

| 商品类型 | 温室气体排放类型 | 过渡期排放量报告范围 | 正式实施期排放量清缴范围 |
|------|------------------------------------|------------|--------------|
| 水泥 | CO ₂ | 直接和间接排放 | 直接和间接排放 |
| 电力 | CO ₂ | 直接排放 | 直接排放 |
| 化肥 | CO ₂ , N ₂ O | 直接和间接排放 | 直接和间接排放 |
| 钢铁 | CO ₂ | 直接和间接排放 | 直接排放 |
| 铝制品 | CO ₂ , PFC _s | 直接和间接排放 | 直接排放 |
| 氢气 | CO ₂ | 直接和间接排放 | 直接排放 |

资料来源：EUR-Lex，东证衍生品研究院

CBAM 将从 2026-2034 年逐步实施,其速度与 EU ETS 中的免费额度逐步取消的速度相同。过渡期结束后，欧盟将评估是否扩大商品范围。目标是 2030 年将 ETS 涵盖的所有商品包括在内。CBAM 希望取代既有保护机制，通过其他方式应对碳泄漏风险，即确保进口商品和国产商品享受同等碳价。为确保从当前的免费配额体系逐步过渡到 CBAM 机制，CBAM 分阶段逐步展开,同时,CBAM 覆盖的行业将逐步取消免费配额。免费配额和 CBAM

两种方式的结合使用并逐步过渡，保证在任何情况下欧盟商品都不应当比进口到欧盟关税领土的商品享有更优惠的待遇。尽管法案中规定 CBAM 证书清缴义务由进口商承担，但这一部分成本最终可能会转移给生产商或下游企业。

CBAM 证书的价格以日历周为周期进行计算，即拍卖平台上每日历周 EU ETS 配额成交均价。CBAM 费用清缴计算公式为：

$$\text{CBAM 碳关税} = \text{CBAM 证书价格} \times \text{碳排放量} = (\text{上一日历周拍卖成交均价} - \text{原产国碳价}) \times (\text{产品内含排放量} - \text{欧盟同类产品已获免费配额})$$

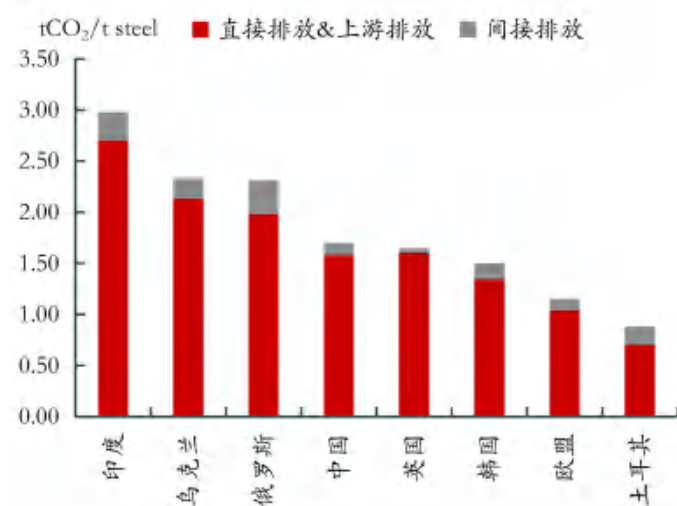
4.2、欧盟钢铁相对进口钢铁缺乏竞争力

钢铁行业是全球工业部门碳排放强度最大的行业，约占全球工业排放总量的 25%。

目前主流的粗钢生产工艺主要有两大类，高炉-转炉炼钢 (BF-BOF) 和电弧炉炼钢 (EAF)，EAF 又包括直接还原铁-电弧炉技术 (DRI-EAF) 和基于废钢的电弧炉技术 (Scrap-based EAF)。在传统 BF-BOF 路线中，以烧结矿及球团矿和部分铁矿石作为原料，在高炉中用焦煤/焦炭作为燃料和还原剂，将铁矿石还原为液态生铁，再在转炉中将液态生铁和废钢炼成钢水。在 DRI-EAF 路线中，以铁矿石颗粒为原料，CO 或天然气或氢气等作为还原剂。在 Scrap-based EAF 路线中，以废钢为主要原料，利用电弧热效应将废钢炼成钢水。

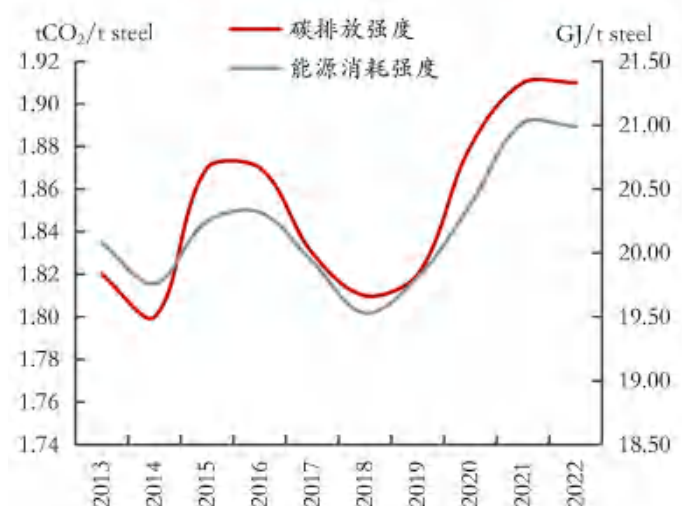
从碳排放强度来看，BF-BOF 流程的碳排放强度最高，主要来自于高炉中投入的焦煤焦炭，EAF 流程碳排放强度较低。WSA 数据显示，2022 年全球粗钢生产流程中，BF-BOF 占比 72%，Scrap-based EAF 占比 21%，DRI-EAF 占比 7%，三者碳排放强度分别为 2.33、0.68、1.37 吨 CO₂/吨粗钢。

图表 56：2018 年部分地区钢铁行业整体碳排放强度



资料来源：JRC

图表 57：世界钢铁行业平均碳排放强度和能源消耗强度



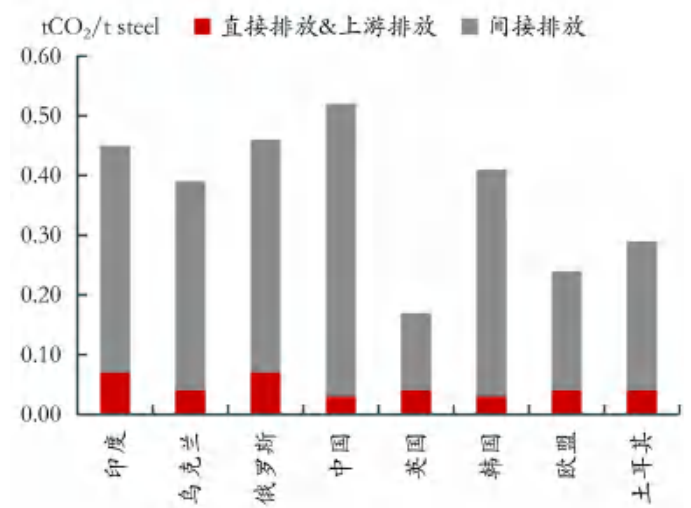
资料来源：WSA

图表 58：部分地区 BF-BOF 路线碳排放强度



资料来源：JRC

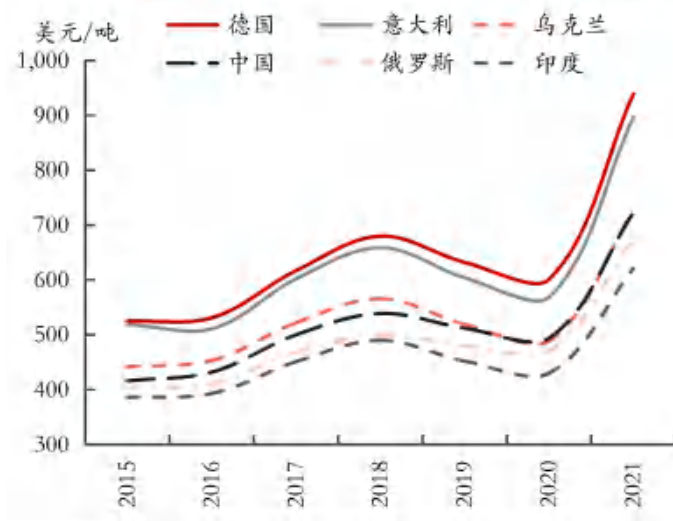
图表 59：部分地区 EAF 路线碳排放强度



资料来源：JRC

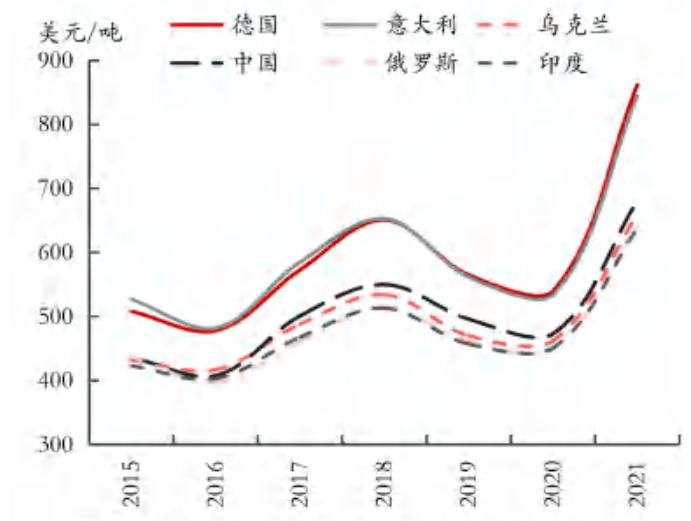
尽管欧盟希望引领全球钢铁行业脱碳，但高昂的成本使得欧盟钢铁多年来一直难以在全球具有竞争力。能源危机更是进一步挤压了欧洲工业的利润，2021-2022 年大量工厂关停，2022 年，欧盟和欧洲非欧盟国家的粗钢产量分别下降 11% 和 12%，远高于全球 4.3% 的整体降幅。但同时，欧盟粗钢消费下降速度却慢于产量下降速度。为弥补供需缺口，欧盟不得不进口价格更低但碳排放强度更高的钢铁产品。从进口来源国和相应钢铁生产碳排放强度来看，前 7 大来源国中除土耳其和俄罗斯外，碳排放强度均高于全球平均水平。

图表 60：部分地区 BF-BOF 路线生产成本



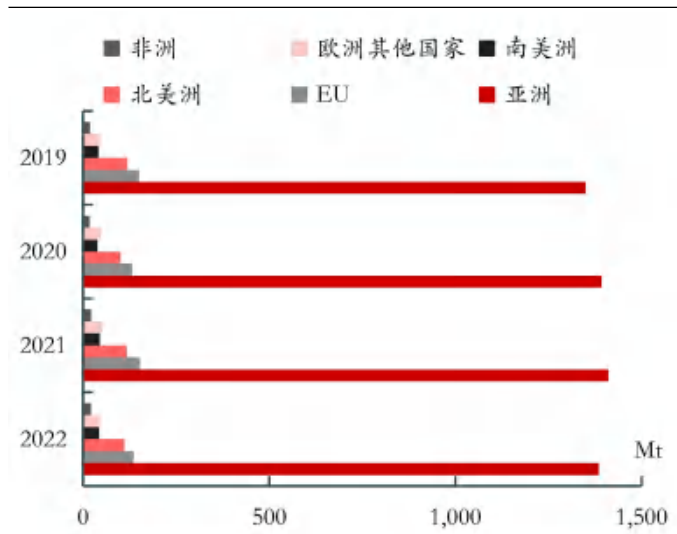
资料来源：GSCT

图表 61：部分地区 EAF 路线生产成本



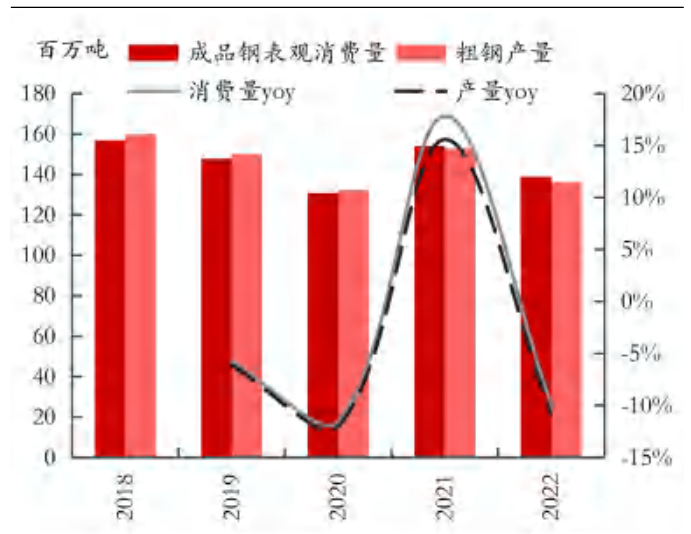
资料来源：GSCT

图表 62：分地区粗钢总产量



资料来源：Mysteel

图表 63：欧盟钢铁生产与消费



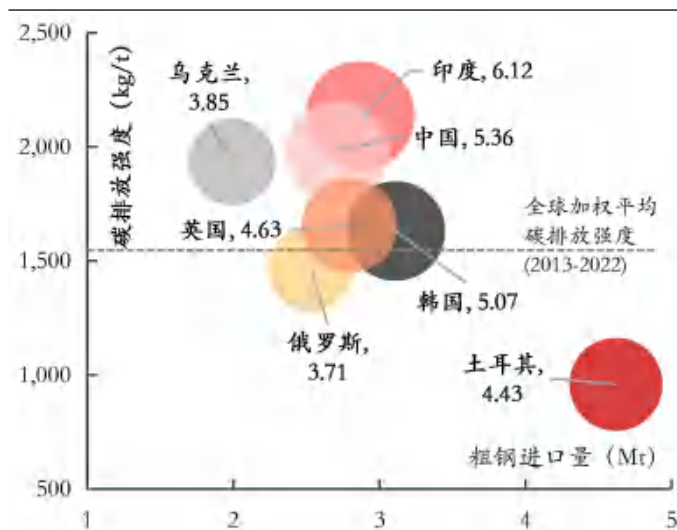
资料来源：Mysteel, WSA

根据 TransitionZero 排放平衡模型，可以计算钢铁进口排放平衡，计算公式为：

消费相关排放量 = (本土产量 - 出口量) × 本土钢铁排放系数 + 按出口国划分的钢铁进口量 × 相应出口国的钢铁排放系数

排放平衡值为负表示进口量小于国内产量加上出口量的总和，而正值意味着进口量更大。2002-2013 年，欧洲使全球钢铁行业的净排放减少了约 920 万吨二氧化碳。2014 年，EU27+UK 的加权排放平衡值由负转正，此后一直呈趋势性上升。

图表 64：2022 年欧盟进口粗钢数量及碳排放强度



资料来源：TransitionZero

注：气泡大小为总排放量 (MtCO₂)

图表 65：欧洲国家依赖进口钢材导致相关排放量增加



资料来源：TransitionZero

由于劳动力价格、原材料价格和能源价格偏高，欧盟钢铁不存在成本优势，而低碳优势暂时无法体现为经济价值，导致欧盟实际使用的钢铁平均排放强度逐渐上升。这种与气候目标背离的趋势或许可以通过 CBAM 机制的逐步实施得以改变。

4.3、CBAM 对我国钢铁行业的影响

从碳成本的角度，不管是欧盟本土钢铁企业还是向欧盟出口钢铁产品的企业，单位碳排放都需要承担基本相同的碳成本，而单位产品的碳成本差异则来自于碳排放强度的差异。基于出口至欧盟得到钢铁产品所占份额以及碳排放强度，世界银行编制了 CBAM 风险敞口指数，包括绝对指数和相对指数，计算公式分别为：

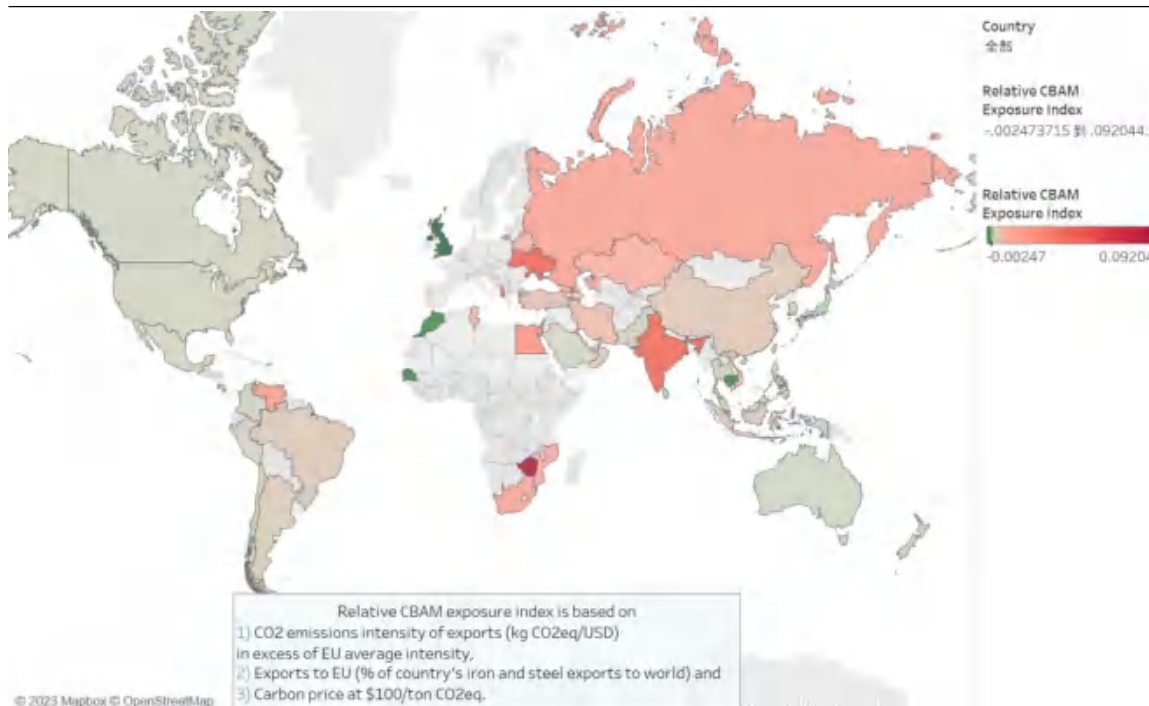
$$\text{CBAM exposure index} = X_{cs}^{EU} / X_{cs}^{World} \times \$100/\text{CO}_2 \times EI_{cs}$$

$$\text{Relative CBAM exposure index} = X_{cs}^{EU} / X_{cs}^{World} \times \$100/\text{CO}_2 \times (EI_{cs} - EI_{EUs})$$

其中，c=country, s=sector, X=export, EI=emission intensity

CBAM 风险敞口指数代表了出口商潜在的 CBAM 成本，相对 CBAM 风险敞口指数包含了出口商与欧盟平均碳排放强度的差值，负指数表明出口产品相对欧盟更加绿色，可能会在欧盟市场上具有一定竞争力，因为他们需要承担的碳成本相对更少。

图表 66：部分国家钢铁行业相对 CBAM 风险敞口指数



资料来源：World Bank

根据 CBAM 商品清单，我国 2022 年出口至欧盟的相关钢铁产品约 609 万吨，占我国出口总量的 7.03%，因此我国钢铁行业相对 CBAM 风险敞口指数较小，仅为 0.003，低于 25% 的国家，但相关出口企业仍面临着利润被挤出的挑战。

根据 JRC 相关碳排放强度数据计算，如果 100% 清缴，CBAM 证书平均价格以 80 欧元/吨计，欧盟 BF-BOF 路线粗钢生产的碳成本为 140.8 欧元/吨，EAF 路线碳成本为 3.2 欧元/吨，平均碳成本为 82.4 欧元/吨，而中国粗钢生产平均碳成本为 126.4 欧元/吨，但叠加其他成本，中国粗钢平均生产成本相较于德国、意大利仍具有优势。

图表 67：部分国家和地区不同生产流程对应的碳成本

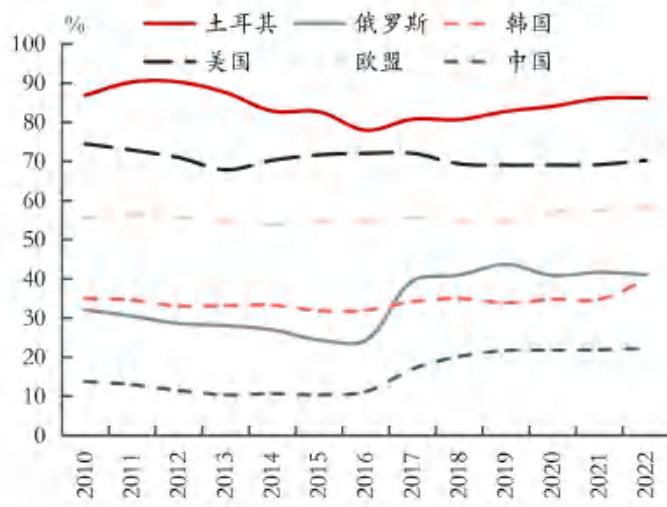
| 国家 | 生产路线 | 直接碳排放强度 (吨 CO ₂ /吨粗钢) | 配额/CBAM 证书价格 (欧元/吨 CO ₂) | 碳成本 (欧元/吨粗钢) |
|-----|--------|-------------------------------------|---|-----------------|
| 欧盟 | BF-BOF | 1.76 | 80 | 140.8 |
| | EAF | 0.04 | | 3.2 |
| | 平均 | 1.03 | | 82.4 |
| 中国 | BF-BOF | 1.76 | | 140.8 |
| | EAF | 0.03 | | 2.4 |
| | 平均 | 1.58 | | 126.4 |
| 印度 | BF-BOF | 4.08 | | 326.4 |
| | EAF | 0.07 | | 5.6 |
| | 平均 | 2.86 | | 228.8 |
| 乌克兰 | BF-BOF | 2.41 | | 192.8 |
| | EAF | 0.04 | | 3.2 |
| | 平均 | 2.23 | | 178.4 |

资料来源：JRC，东证衍生品研究院

目前，我国全国碳市场尚未纳入发电行业以外的行业，尽管大部分地方碳市场已将钢铁等行业纳入管理，但配额仍主要通过免费分配的方式发放，根据 CBAM 规定无法抵扣碳关税，而二级市场上购买获得的配额抵扣量也十分有限。

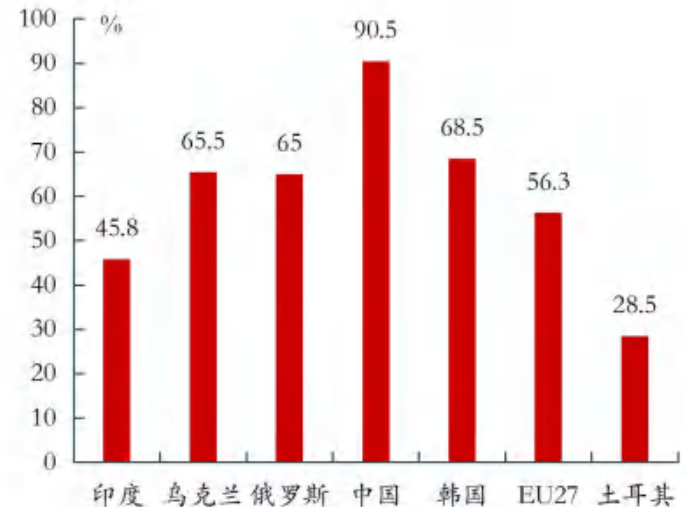
但由于前期清缴比例较低，短期来看 CBAM 对我国钢铁行业影响较为有限。但随着清缴比例的上升和碳价潜在上涨空间的释放，我国钢铁企业仍会面临利润空间被挤压的挑战，主要是针对长流程炼钢企业。这可能会迫使我国钢铁行业进行技术改造以持续减排，尤其是推进废钢的回收和高效利用，并从长流程炼钢逐步转向短流程炼钢。因此，CBAM 对我国钢铁行业更主要的影响可能在于加速企业绿色转型。

图表 68：主要地区废钢比



资料来源：富宝资讯

图表 69：2022 年主要地区 BF-BOF 路线粗钢产量占比



资料来源：WSA

目前，CBAM 商品清单主要覆盖初级产品、部分半成品和少量简单产成品，尚未对复杂产成品产生影响，但不排除未来在产品碳足迹体系成熟之后 CBAM 将产成品纳入管理，届时或对全产业链产生较大影响。

5、风险提示

欧盟减排进程不及预期；欧盟碳市场改革；宏观经济和地缘政治风险等。

期货走势评级体系（以收盘价的变动幅度为判断标准）

| 走势评级 | 短期（1-3 个月） | 中期（3-6 个月） | 长期（6-12 个月） |
|------|------------|------------|-------------|
| 强烈看涨 | 上涨 15%以上 | 上涨 15%以上 | 上涨 15%以上 |
| 看涨 | 上涨 5-15% | 上涨 5-15% | 上涨 5-15% |
| 震荡 | 振幅-5%-+5% | 振幅-5%-+5% | 振幅-5%-+5% |
| 看跌 | 下跌 5-15% | 下跌 5-15% | 下跌 5-15% |
| 强烈看跌 | 下跌 15%以上 | 下跌 15%以上 | 下跌 15%以上 |

上海东证期货有限公司

上海东证期货有限公司成立于 2008 年，是一家经中国证券监督管理委员会批准的经营期货业务的综合性公司。东证期货是东方证券股份有限公司全资子公司。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货交易咨询、资产管理、基金销售等业务，拥有上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所、上海国际能源交易中心和广州期货交易所会员资格，是中国金融期货交易所全面结算会员。公司拥有东证润和资本管理有限公司，上海东祺投资管理有限公司和东证期货国际（新加坡）私人有限公司三家全资子公司。

自成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持以金融科技助力衍生品发展为主线，通过大数据、云计算、人工智能、区块链等金融科技手段打造研究和技术两大核心竞争力，坚持市场化、国际化、集团化发展方向，朝着建设一流衍生品服务商的目标继续前行。

免责声明

本报告由上海东证期货有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本公司已取得期货投资咨询业务资格，投资咨询业务资格：证监许可【2011】1454号。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买投资标的的邀请或向人作出邀请。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东证衍生品研究院，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

东证衍生品研究院

地址：上海市中山南路318号东方国际金融广场2号楼21楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com