

浅析如何通过碳市场促进中国电炉钢占比提升 ——欧盟碳市场改革对中国碳市场工业行业纳入的启示

2026年8月

2025年，中国正式将钢铁纳入碳排放权交易市场（以下简称“中国碳市场”），标志着碳市场建设向更全面的行业覆盖迈出了关键的一步。但电炉炼钢尚未纳入配额分配体系，其低碳优势未能在碳市场中得到充分体现，这对于推动电炉炼钢发展、促进钢铁生产结构转型的激励作用十分有限。

我国早在十四五初期就提出到2025年电炉钢产量占粗钢总产量比例达15%的目标，但目前这一比例仍在10%，与目标存在明显差距。¹²除了废钢和电价等因素之外，目前市场上缺乏体现电弧炉工艺低碳价值的激励机制，也是制约其发展的原因之一。

国际上，欧盟碳排放交易体系（以下简称“欧盟碳市场”）已将电炉纳入碳市场，向企业传递长期、稳定的政策信号，引导其投资低碳炼钢技术。但中国和欧盟在碳市场的制度设计、发展阶段和政策目标方面存在显著差异，欧盟碳市场的制度安排难以直接复制到中国。因此，如何结合中国碳市场的发展阶段和政策目标，设计能够体现不同炼钢工艺排放差异、同时有效激励电炉发展的制度安排，仍有待进一步研究。本文将深入分析欧盟碳市场钢铁行业配额分配机制，探讨电炉纳入中国碳市场的可能性，为完善钢铁行业碳市场政策、促进低碳炼钢发展提供参考。

1. 欧盟碳市场简介

欧盟碳市场遵循总量控制与交易（cap and trade）原则，为当前覆盖的能源、制造业、航运和海运行业的温室气体排放设定上限。配额总量等于其覆盖行业的排放上限，每份配额代表1吨二氧化碳当量的排放。欧盟碳市场的主要目的是降低排放并为清洁能源转型筹资。为了实现减排目标，欧盟配额发放数量与自身环境目标挂钩，并逐年递减。2023年修订后，欧盟碳市场设定了到2030年较2005年排放水平减排62%的目标。为实现这一目标，配额总量的年度削减速度从2021年起的2.2%提高至2024-2027年间的4.3%，并进一步提高至2028年起的4.4%。此外，欧盟还于2024年一次性削减了9000万个配额，并计划于2026年进一步削减2700万个配额。³

配额分配主要通过成员国内部拍卖，但钢铁行业在2030年之前仍可以免费获得配额。免费配额不代表企业不需要购买配额，各个企业能获得的免费配额数量取决于行业的产品基准值和具体企业的历史排放数据。基准值以行业内排放表现最优前10%装置的排放水平为基础，由欧盟计算后公布。钢铁企业根据基准值和历史排放数据可以计算出可获得的免费配额数量。若企业获得的免费配额超过其实际排放，不仅可履行履约义务还能将盈余配额在碳市场出售获取收益。反之，若免费配额仅能覆盖部分排放，则仍需要为其超额排在碳市场购买额外配额以补足缺口，未足额缴纳配额的企业会面临高额罚款。

1 https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk10/202202/t20220208_968879.html

2 https://worldsteel.org/wp-content/uploads/WSIF-2025_CN-4.pdf

3 https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/eu-ets-emissions-cap_en?prefLang=it

2. 欧盟ETS如何从政策设计上鼓励低碳工艺

在欧盟碳市场总量控制的框架下，欧盟钢铁行业配额总量受到约束，行业整体排放被要求控制在一定范围内。理论上，由于传统高炉-转炉排放水平显著高于电炉，若要实现行业整体控排目标，电炉炼钢的比例势必要不断提升，这种设计本身就能实现对电炉炼钢的激励作用。

虽然当前免费配额发放一定程度上削弱了总量控制思路的激励作用，但是详解配额分配的细则，其框架设计也为鼓励电炉钢提供了可操作空间。2021-2025年，欧盟针对高炉-转炉炼钢相关产品设置了焦炭（coke），烧结矿（sintered ore）以及铁水（Hot metal）三项基准值，针对电炉炼钢设置了电弧炉碳钢（EAF carbon steel）和电弧炉高合金钢（EAF high alloy steel）两项基准值。由于各基准值均以产品类别内温室气体排放绩效前10%的设施为标准来确定免费配额，不同炼钢工艺并非根据统一标准进行竞争，而是在各自产品基准值下分别计算可获得免费配额数量。这意味着免费配额主要奖励的是同一产品类别中排放绩效更优的生产设施，因此在2021-2025年，免费配额更多促进的是各工艺路线内部的能效提升，而非推动企业由高炉-转炉向电炉炼钢转型。后续随着能效提升空间的缩小，进一步大幅减排的目标将需要工艺革新。如果要鼓励碳排放更低的工艺路线，则可在不同工艺对应的基准值上作出区分。而近期欧盟针对2026-2030基准值的更新恰恰体现了这一思路。

表1. 2021-2025年度欧盟碳市场钢铁行业基准值

产品基准值	2016年和2017年排放表现最优的前10%装置的平均值（t CO ₂ 当量/吨）	2021-2025年基准值（配额/吨）
焦炭	0.144	0.217
烧结矿	0.163	0.157
铁水	1.331	1.288
电炉碳钢	0.209	0.215
电炉高合金钢	0.266	0.268

来源：https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/447

2.1 更新基准值如何鼓励电炉钢产品

欧盟委员会于2026年6月底正式通过了[2026-2030年免费配额分配方案](#)，调整了电炉钢产品基准值对应的免费配额分配规则。2021-2025年期间，欧盟在确定电弧炉碳钢和电弧炉高合金钢两个产品基准值时，同时考虑了直接排放和间接排放。然而根据欧盟法规，免费配额实际发放时仅基于直接排放。因此产品基准值中对应间接排放部分并未转换成免费配额。在2026-2030年的修订中，实际免费配额的发放才将间接排放纳入计算范围，电炉钢企业这才由此获得更多免费配额。

2021-2025年期间，免费配额分配公式可简化表示为：

年度免费配额 = 产品基准值 × 历史活动水平 × 电热修正系数 $\left(\frac{\text{直接排放}}{(\text{直接排放} + \text{间接排放})} \right)$

考虑到产品基准值的设定在2021-2025年度基于直接排放和间接排放，根据以上公式，最终体现在年度免费配额量中的只剩下直接排放。在2026-2030年，燃料与电力可替代

性机制取消，即上述电热修正系数，免费配额与产品基准值直接挂钩，不再进行直接排放与间接排放比例修正，更新后的配额分配公式为：

$$\text{年度免费配额} = \text{产品基准值} \times \text{历史活动水平}$$

对于电力依赖程度高、间接排放占比较大的电炉工艺而言，这一调整显著提高了单位产品对应的免费配额水平。由于产品基准值中原本对应间接排放的部分不再被修正系数扣除，因此在历史活动水平相同的情况下，电炉企业获得的免费配额较2021-2025年显著增加。相比之下，此次改革并未影响铁水产品基准值和年度免费配额，因为电热修正系数，在钢铁行业自始至终仅适用于电弧炉碳钢和电弧炉高合金钢两个产品。这一改革切实的提高了电炉钢产品的免费配额水平，为钢铁行业电气化转型提供了较强的经济激励。

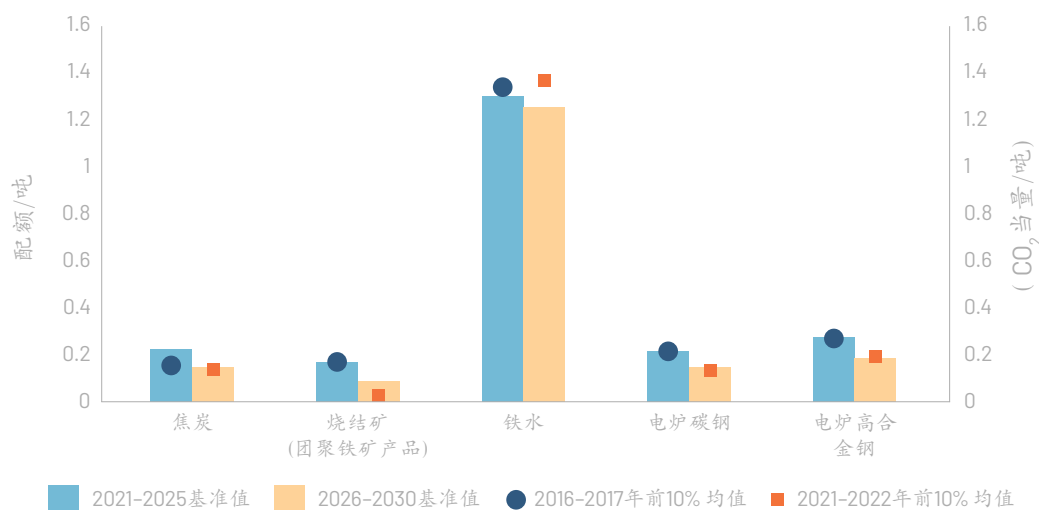
2.2 更新基准值如何鼓励直接还原工艺

烧结矿

此轮基准值的更新中，烧结矿产品基准值降幅尤为明显。这一变化并非源于行业前10%设施温室气体排放绩效的大幅改善，而是因为此次修订调整了烧结矿产品基准值的产品定义和系统边界，将其他团聚铁矿产品纳入覆盖范围，并更名为团聚铁矿产品（agglomerated ore）。因此，2026-2030年数据与2021-2025年数据不可直接比较。

这次基准值覆盖范围的扩大，意味着该产品类别不再仅适用于传统烧结工艺，而是同时覆盖其他团聚铁矿产品，包括直接还原（DRI）工艺所使用的球团矿（pellets）。这一调整弥补了原本基准值设计主要围绕传统高炉产品这一局限，使DRI产业链相关产品也能够纳入统一的免费配额框架，提高了欧盟碳市场对新兴低碳炼铁工艺的适用性。且由于球团矿生产通常较传统烧结工艺具有更低的温室气体排放，而两者在修订后均适用同一产品基准值，球团矿的生产设施的免费配额覆盖率会更高，也将因此获得较多的经济激励。

图1. 欧盟碳市场基准值和前10%最佳绩效设施平均值对比，
2021-2025年对比2026-2030年



来源：Eur-Lex portal, TA 分析

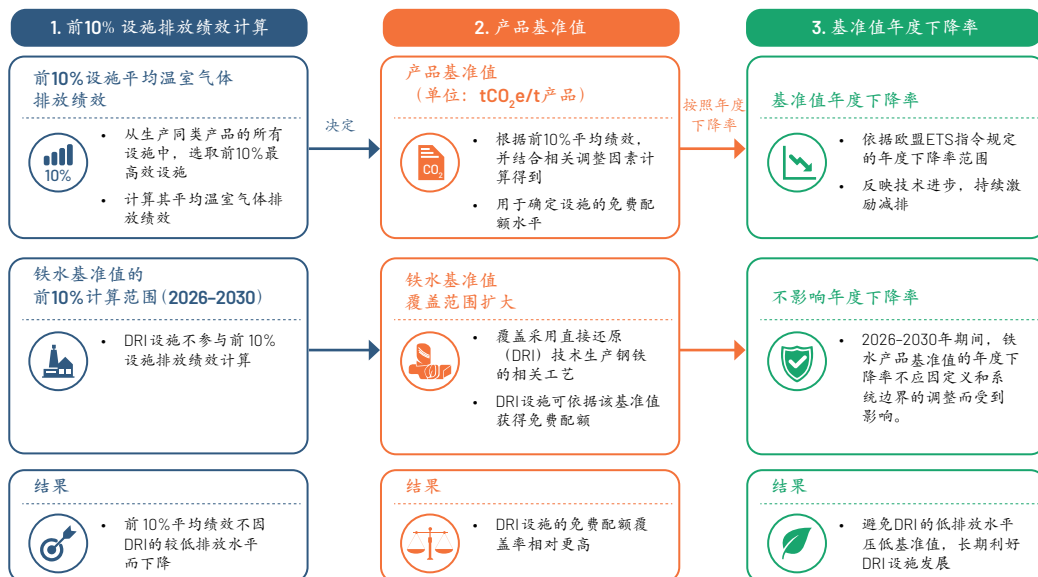
铁水产品

此轮政策更新还针对炼铁工艺进行了修订，使得DRI企业切实获得更多的免费配额，奖励从高炉-转炉转向DRI技术生产的企业。同时考虑到DRI通常与电炉相结合，该调整可被视为对DRI-电弧炉路线的间接支持。

在2026-2030年的修订中，铁水(hot metal)的产品基准定义和系统边界扩大至DRI。但是与烧结矿产品基准值变化不同的是，铁水产品基准值并未因覆盖范围扩大而出现明显下降。这主要是因为，虽然DRI被纳入了铁水产品基准值的覆盖范围，但是采用DRI工艺的设施不纳入“前10%最高效设施”平均温室气体排放强度的计算样本。同时铁水产品的年度下降率也不因产品定义和系统边界的调整而发生变化。因此，DRI的纳入既不会压低产品基准值，也不会加快基准值的年度下降速度。

此次修订通过将DRI纳入铁水产品基准值覆盖范围，使得DRI也能获得免费配额。此前，DRI工艺所生产的产品并不在铁水产品基准值的覆盖范围内，因此企业即便由传统高炉转向DRI，也无法就此获得铁水产品基准值对应的免费配额，这使得欧盟碳市场难以以为这类低碳技术转型提供有效激励。同时，由于DRI设施被排除在产品基准值计算之外，其纳入并未导致产品基准值下降。DRI会同高炉铁水共用同一产品基准值获得免费配额，由于其实际排放显著低于高炉铁水，DRI最终会获得更多的免费配额，甚至可能实现配额盈余。这一设计显著增强了企业由传统高炉向DRI等低碳炼铁工艺转型的经济激励。

图2. 欧盟碳市场2026-2030年关于铁水产品的更新



3. 中国碳排放权市场简介

中国碳市场目前强调基于强度控制的思路，尚未限制排放总量，并免费发放配额。对于钢铁行业来说，当前中国碳市场仅管控高炉-转炉企业的主要排放源，即直接二氧化碳碳排放，不考虑间接排放。2024作为第一个管控年度，钢铁企业获得的免费配额等于其实际排放量，2025年底前完成履约。自2025年度和2026年度，配额开始才基于碳排放强度控制思路进行分配。年度碳排放超过2.6万吨二氧化碳当量的钢铁企业都属于中国碳市场的涵盖范围，需注意的是钢铁企业获得的配额数量取决于企业实际碳排放量和其重点工序（炼铁、烧结工序）碳排放强度，并未考虑到电炉工艺。中国碳市场通过碳排放强度系数，评估企业重点工序同行业平衡值的差距，将企业配额数量的

盈余和缺口控制在-3%至+3%之间。此体系设计较欧盟碳市场相对保守，主要考虑到2024-2026年是钢铁行业碳管理的实施启动阶段，同欧盟实现减排目标不同，该阶段目标以夯实碳排放管理基础、推动企业熟悉市场规则，完善市场监管，提升各类主体参与能力和管理水平为主。⁴

4. 中国碳市场纳入电炉钢探索

中国碳市场下，企业年度核定配额主要受三个因素影响：钢铁企业的直接二氧化碳排放量、钢铁企业重点工序（炼铁、烧结工序）排放强度，以及该强度与行业平衡值的偏离程度。配额核算以钢铁企业法人或者钢铁联合生产企业为单位计算，对于同时拥有高炉-转炉和电炉的联合企业而言，新增电炉产能对上述3个变量影响有限。一方面，电炉工序既不涉及炼铁和烧结工序，也不会增加生铁产量，因此不会改变重点工序排放强度的计算结果。更关键的是，若企业将部分高炉-转炉产能置换至电炉产能，用于核算配额的直接二氧化碳排放量反而会下降，这意味着企业获得的配额总量不增反减，缩小了企业通过工艺转型获得碳收益的空间。

如果中国碳市场希望像欧盟一样包含电炉钢，很难直接借鉴欧盟经验，根源在于中国和欧盟的碳市场设计存在差异，政策目标也不完全一致。尽管如此，欧盟对基准值和免费配额相关政策持续精细化调整仍具有借鉴意义。欧盟将新技术纳入配额体系的过程中，既避免了因为新增产品类别而影响整个行业免费配额量，又保证了碳市场为低碳技术提供持续经济激励。

在中国现有碳排放权体系下，如果保持现有免费配额分配思路不变，是否有办法仅对现有计算方法进行适当调整，实现激励电炉钢生产的目的？答案是肯定的。在现行配额计算体系中，在确定钢铁企业碳排放强度系数时，一个重要的衡量指标是碳排放强度偏离度（X），其计算公式为：

$$X = \frac{BP_s - I_s}{BP_s} \times 100\%$$

式中：

X - 钢铁企业碳排放强度偏离度，单位：%；

BP_s - 2025年度钢铁行业平衡值，2025年度钢铁行业碳排放配额总量与应清缴配额总量相等时对应的重点工序（炼铁、烧结工序）碳排放强度，单位： tCO_2e/t 生铁；

I_s - 钢铁企业重点工序（炼铁、烧结工序）排放总量与生铁产量的比值，根据当年度核查结果确定，单位： tCO_2e/t 生铁

公式中主要的变量为 I_s ，即钢铁企业重点工序（炼铁、烧结工序）排放总量（ $E_i + E_s$ ）与生铁产量（ Q_i ）的比值，如下：

$$I_s = \frac{E_i + E_s}{Q_i}$$

式中：

E_i - 钢铁企业炼铁工序碳排放量，根据当年度核查结果确定，单位： tCO_2e ；

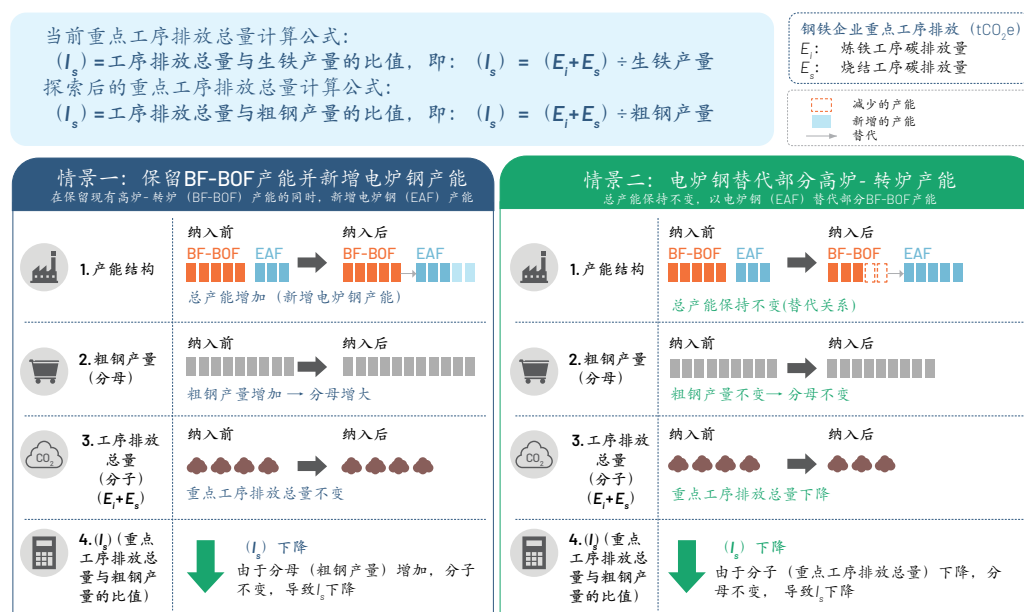
E_s - 钢铁企业烧结工序碳排放量，根据当年度核查结果确定，单位： tCO_2e ；

Q_i - 钢铁企业生铁产量，根据当年度核查结果确定，单位： t

⁴ https://www.mee.gov.cn/ywdt/zbft/202503/t20250326_1104767.shtml

在计算变量 I_s 时，如果把分母 Q_i 调整为企业总粗钢产量，情况会有所不同。对于同时拥有电炉和高炉-转炉的联合钢铁企业而言，电炉钢产量将计入分母，而分子仍主要反映炼铁和烧结工序直接排放。这样若企业新增电炉产能， E_i+E_s 不变，但总粗钢产量增加， I_s 将随之下降。若企业以电炉置换现有高炉-转炉产能，由于部分高炉炼铁和烧结工序被废钢电炉工艺或DRI工艺替代， E_i+E_s 将进一步下降，而粗钢产量基本稳定， I_s 同样会下降。

图3. 中国碳市场纳入电炉钢情景探索 - 联合生产企业



在现行配额计算规则下，行业平衡值 (BPs)，对于同一履约年度内所有钢铁企业为固定值。在其他条件相同的情况下，拥有较高电炉产量占比的联合钢铁企业，由于 I_s 更低，其碳排放强度正偏离度更高，因而能获得更多的免费配额。此时， I_s 的指标意义也从“单位生铁对应的烧结和炼铁工序排放”转变为“单位粗钢对应的烧结和炼铁工序排放”。企业工艺结构的优化，即提高电炉钢粗钢产量占比、降低对高炉-转炉生产路径的依赖，将直接反映在配额分配结果中，为钢铁行业向废钢电弧炉和DRI-电弧炉等低碳炼钢路线转型提供经济激励。

需要注意的是，上述假设仍存在一定局限性。首先，若企业仅新增少量电炉产能，而高炉-转炉产能基本保持不变，则企业可能因粗钢产量增加而获得更多免费配额，但行业总排放未必同步下降。因此，该方案应与严格的产能置换、粗钢产量调控等政策协同实施，以确保配额激励主要用于促进工艺替代，而非刺激粗钢产量扩张。

其次，上述分析主要适用于同时拥有高炉-转炉和电炉产能的联合钢铁企业。若中国碳市场要进一步扩大覆盖范围，将独立电炉企业也纳入碳市场，在不对当前方案进行大改的前提下，一个可能的方向是，在保留 I_s 统一粗钢产量作为分母的基础上，扩展分子将不同的炼钢路线对应的重点工序纳入计算，例如：

$$I_s = \frac{E_i + E_s + E_{\text{scrap}} + E_{\text{DRI}}}{Q_{\text{crude}}}$$

在这一框架下，独立废钢电炉、天然气电炉以及氢气电炉等不同技术路线均可以通过对应的工序排放纳入同一碳排放强度评价体系，使配额激励能够更加准确地反映不同工艺路线的实际减排水平。

当然，这一方案目前仍停留在探索阶段，不同原料炼铁阶段，即分子部分，的排放边界需要进一步明确，尤其是DRI生产路径。DRI生产可以通过煤炭、天然气和氢气还原生产，其排放水平存在显著差异，且外购DRI的生产排放应由谁承担也需要进一步说明。

但如果中国碳市场从强度思路转为欧盟式的总量控制且取消免费配额，激励机制将发生根本变化。整个钢铁行业将共同受到一个逐年收紧的排放总量约束。在这一框架下，排放更低的企业，单位产品对应排放量更低，因此需要购买的配额更少，承担的碳成本也相应较低，从而相对于高排放的高炉-转炉企业获得更强的成本竞争优势。

总结

欧盟通过2026-2030年对产品基准值的定义、系统边界、计算方法以及免费配额发放规则的一系列调整，切实提升了对低碳炼钢工艺的经济激励。取消电炉钢产品基准值中的电热修正系数，使电炉钢企业不因间接排放被扣减免费配额。在铁水产品基准值中纳入DRI且DRI装置本身不计入基准值计算样本，使DRI企业在获得免费配额的同时不影响行基准值。在烧结矿产品基准值中纳入球团矿等团聚铁矿产品，弥补了原本基准值设计主要围绕传统高炉产品这一局限，提高了欧盟碳市场对新兴低碳炼铁工艺的适用性。这种通过修正政策细节，不改变现有免费配额分配方法以实现政策目的思路，比具体规则本身更有借鉴意义。

对于中国来说，由于发展阶段和目标的不同，短期内并不适合搬用欧盟碳市场思路。在延续中国现有的以强度控制为核心的体系下，可以对现有方法做针对性修改。比如将碳排放强度偏离度计算中的生铁产量调整为粗钢产量，使联合钢铁企业提高的电炉钢产量直接转换成看得见的经济激励。对于独立电炉企业，可以选择在此基础上，将不同技术路线对应的重点工序排放纳入分子计算，使不同工艺路线能够在同一碳排放强度评价体系下被衡量。不过需要注意的是，碳排放边界界定仍需要进一步研究明确，尤其是不同原料DRI路径之间的排放差异以及外购DRI排放归属等问题。

无论采取哪种路径，中国碳市场针对钢铁行业的设计，不应仅停留在是否将电炉钢纳入碳市场覆盖范围，而应确保政策设计切实将“双碳目标”转化为对不同低碳技术路线的支持，使采用这些工艺的企业获得与减排贡献相匹配的激励。同时应加强碳市场与产业、能源、循环经济等相关政策之间的协调配合，充分发挥政策组合效应，共同推动钢铁行业绿色低碳转型。

数据和免责声明

本分析仅供参考，不构成投资建议，且不应作为作出任何投资决定的依据。此文代表了作者对受评估公司自行报告的公开资讯的看法和解读。本文提供了公司报告的参考资料，但作者并未试图验证这些公司提供的公开自我报告资讯。因此，作者无法保证本文提供的所有资讯的事实准确性。作者和气候转型亚洲（Transition Asia）明确对第三方使用或发布参考本文的资讯不承担任何责任。

我们的团队

研究分析员

陈云悠

vittoria@transitionasia.org

中国总干事

王立

isadora.wang@transitionasia.org

关于气候转型亚洲（TRANSITION ASIA）

气候转型亚洲是一家成立于2021年的非营利智库，致力于加速亚洲大宗商品及重工业的降碳进程，以实现1.5°C的气候目标。我们的跨学科团队融合了多元背景、经验与专业能力，具备深厚的亚洲研究基础，并对本地区拥有深入的理解。

通过分析模型与深入评估，我们分析和监测企业的降碳进展与行动。我们与包括企业、投资者、政策制定者及民间社会组织在内的各类利益相关方互动交流，推动循证、有影响力的对话，助力实现可持续、低碳且符合1.5°C目标的转型路径。

欢迎访问我们的网站 www.transitionasia.org（中文网页：<https://transitionasia.org/?lang=zh-hant>）或关注我们的 [LinkedIn](#) 页面了解更多信息。