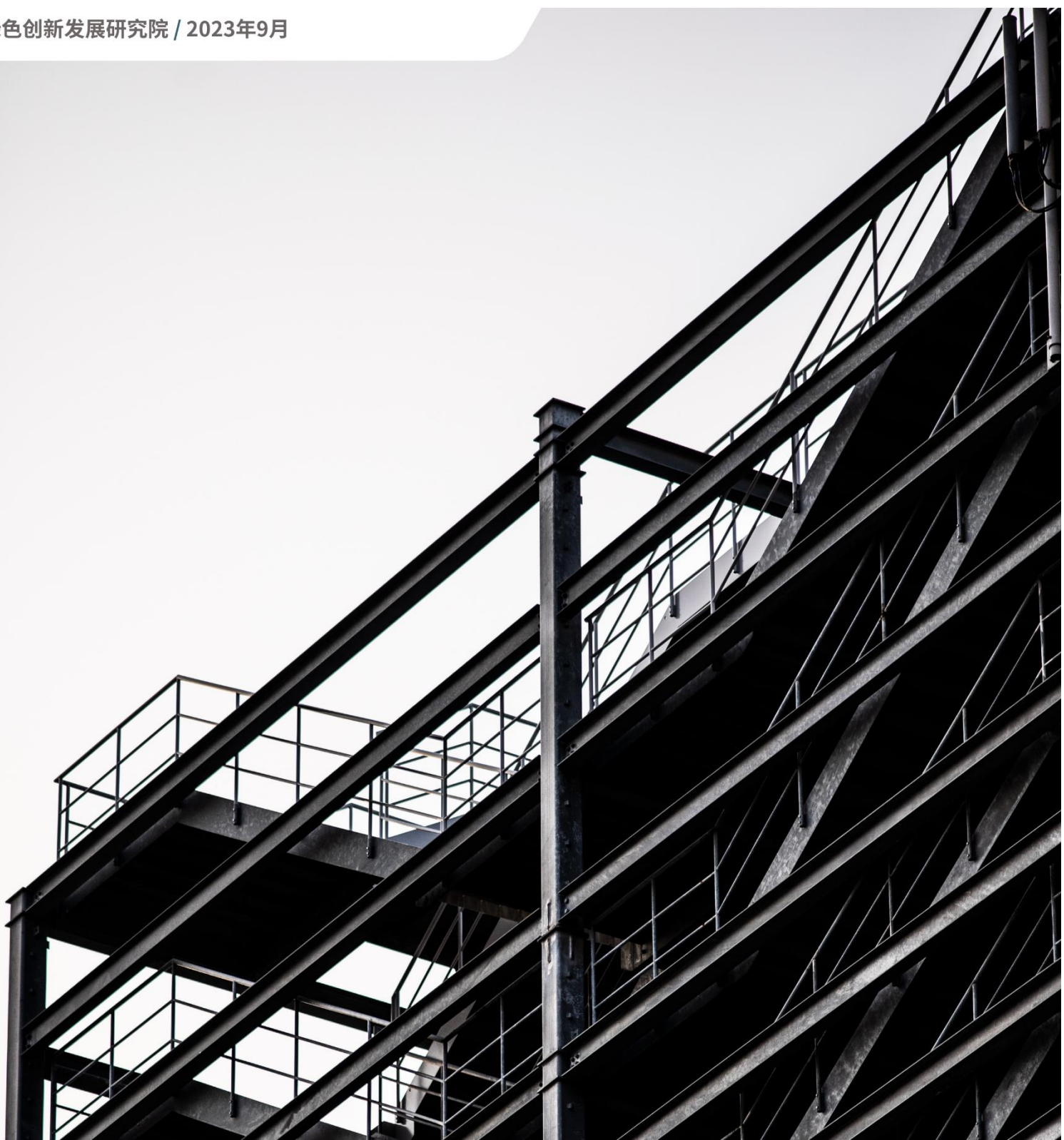


[零碳录·焦点议题]

钢铁行业纳入全国碳市场展望

/ 绿色创新发展研究院 / 2023年9月



报告作者

袁雅婷 绿色创新发展研究院 助理分析师 邮箱: yuanyating@igdp.cn

免责声明

本报告内容和观点仅代表作者的个人理解和观点,旨在加强相关领域的讨论交流,不代表支持方、作者所属机构、调研专家学者的立场和观点。本报告内容采用数据和信息均来自公开的信息和渠道,我们力求准确和完整,但难免偶有疏漏,敬请谅解并指正。

引用建议

袁雅婷. 2023. 零碳录焦点议题: 钢铁行业纳入全国碳市场展望. 工作论文. 北京: 绿色创新发展研究院.

前言

钢铁行业的深度脱碳对实现我国“双碳”目标有着重要意义。钢铁工业是全球范围内工业领域碳排放的重点行业，约占全球温室气体排放的 7%。我国钢铁行业碳排放量占全球钢铁碳排放总量的 60%以上，占全国碳排放总量的 15%左右，是 31 个制造业门类中碳排放量最大的行业，每年碳排放量从 2000 年的 4.9 亿吨增长到 2019 年的 22.3 亿吨，增长了约 3.5 倍¹。

除了内部减排的压力，钢铁行业也面临的来自外部的减排挑战。为避免碳泄露以实现《欧洲绿色协议》中承诺的气候目标并保护欧盟本土企业竞争力，欧盟委员会于 2021 年 7 月首次提出了碳边境调节机制（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM），并于 2023 年 5 月 16 日走完所有立法程序，正式成为欧盟法律。CBAM 将于 2023 年 10 月 1 日生效且进入过渡阶段，并于 2026 年正式开征，其中钢铁行业为 CBAM 首批覆盖的行业之一。CBAM 提出，如果外国生产商已经就产品生产过程中的碳排放支付过碳成本（如碳市场或碳税），那么进口商可以相应抵扣其应缴纳的碳成本。

在此背景下，将钢铁行业纳入全国碳排放权交易市场（以下简称“全国碳市场”），利用碳成本倒逼钢铁生产企业采用更低碳的制造工艺和流程，将是当前应对外部减排任务与内在减排需求双重压力的有效途径。本文基于全国和地方碳市场发展的经验，对钢铁行业纳入全国碳市场进行展望。

¹ 李晋，谢璨阳，蔡闻佳，王灿. 碳中和背景下中国钢铁行业低碳发展路径. 中国环境管理, 2022, 14(1): 48-53.

1. 全国碳市场交易现状

近年来，碳交易相关的文件陆续出台，为全国碳市场顺利启动和平稳运行奠定基础。2021年3月，生态环境部发布《碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）》并公开征集意见，生态环境部将继续与司法部合作，共同推动《条例》尽早出台，以明确相关部门监管职责，并结合全国碳市场发展需求，进一步研究完善相关管理制度。2021年5月，生态环境部公布了《碳排放权登记管理规则（试行）》、《碳排放权交易管理规则（试行）》、《碳排放权结算管理规则（试行）》一系列规定，为全国碳市场平稳运行提供有效保障。2021年7月16日，我国正式启动了全国碳市场上线交易，发电行业为首批纳入全国碳市场的行业，覆盖全国45%碳排放量，后续还将逐步纳入钢铁、建材、化工等高耗能行业。

全国碳市场在2022年顺利迈入第二个履约周期，截至2022年12月31日，碳配额累计成交量约5086万吨，累计成交额28亿元，分别与2021年相比大幅下降约72%和63%²。这主要是由于全国碳市场目前履约周期为两年一次，根据生态环境部印发的《2021、2022年度全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》，全国碳市场第二个履约周期（2021-2022年）的碳配额需要于2023年12月31日前完成清缴，2022年底并无履约清缴要求³。2022年碳配额价格整体维持在50-62元/吨区间波动，全年碳配额均价为55.3元/吨，最高达61.6元/吨。

² 2022 中国碳市场年报，中央财经大学绿色金融国际研究院

³ 《2021、2022 年度全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》，生态环境部

2. 钢铁行业纳入全国碳市场展望

2.1 钢铁行业纳入全国碳市场的讨论日益增加

全国碳市场碳配额分配及重点排放单位履约是以准确真实的碳排放数据为基础，发电行业的数据基础较好，这也是其首个纳入全国碳市场的主要原因。由于钢铁行业碳核算边界、工序流程、能耗特征等方面的复杂性，目前只有炼焦、烧结、球团、高炉炼铁、转炉炼钢、电炉炼钢等六种主要产品工序已纳入全国碳市场核算、报告、核查（MRV）⁴，因此钢铁行业数据基础是近年来逐渐完善的。

近年来，国家部门也陆续出台开展钢铁行业纳入全国碳市场的相关研究的通知和要求，推动钢铁行业完善碳排放基础数据。2021 年，生态环境部应对气候变化司向中国钢铁工业协会发出《关于委托中国钢铁工业协会开展钢铁行业碳排放权交易相关工作的函》，委托中钢协开展包括钢铁行业配额分配方案制定、MRV 体系研究及全国碳市场基础能力建设等领域相关工作⁵。2022 年，生态环境部发布《关于做好 2022 年企业温室气体排放报告管理相关重点工作的通知》，要求除电力外其他行业的企业报送 2021 年度温室气体排放报告并对其温室气体排放报告进行核查。2023 年 6 月，钢铁行业纳入全国碳市场专项研究第一次及第二次工作会议在生态环境部环境规划院召开，行业主管部门、行业协会、研究机构、第三方核查机构等集聚专业力量，就钢铁行业碳核算边界、钢铁分工序配额分配、核算报告等关键问题展开交流与讨论。会议提出尽快确定钢铁企业碳配额分配的主要工序、分配基准线及碳排放量核算方法，完

⁴ 佟庆,郭玥锋,钱晶,陈琳,周胜.全国碳市场工业行业覆盖范围研究[J].中外能源,2022,27(03):7-11.

⁵ 顾颜, 陈瑜.碳市场对钢铁行业的影响及企业应对措施建议.《冶金管理》2022 年第 7 期（下）.

成钢铁行业纳入全国碳市场初步方案。

从国家部门近年来工作动向和行业内专家的观点判断，钢铁行业或将成为继发电行业之后第二批纳入全国碳市场的重点排放行业之一，有望在“十四五”末期形成钢铁行业配额分配实施方案，正式进入全国碳市场。欧盟 CBAM 也对我国钢铁产品出口贸易产生一定影响，这或许也将促进钢铁行业尽快纳入全国碳市场，以避免因碳定价缺失带来的额外增加碳成本。

2.2 全国和试点碳市场的运行已为钢铁行业纳入全国碳市场提供基础

2.2.1 基础一：碳配额分配方法

碳配额分配是碳市场顶层制度设计的重要一环，国家主管部门尚未最终确定钢铁行业纳入全国碳市场后采取哪种配额分配方法。

目前，钢铁行业的碳配额分配基本采用两种方法，即历史法和基准值法⁶。历史法又可分为历史碳强度法和历史总量法，即按照重点排放单位的历史碳排放强度或碳排放总量核定碳配额；基准值法按照行业基准碳排放强度核定碳配额，相当于企业之间横向比较。基准值为采用不同前百分比下的企业碳强度均值，例如欧盟碳市场选取生产效率最高的前 10%企业指定基准线。

1) 试点碳市场钢铁行业碳配额分配方法

自 2013 年起，中国陆续在 8 个地区建立了试点碳市场，其中天津、湖北、上海、福建、重庆、广东等 6 个地方碳市场已覆盖钢铁行业，配额分配以历史法为主，仅广东采用了分工序基准值法（炼焦、石灰烧制、球团、烧结、炼铁、炼钢工序）和历史法（钢延压与加工工序、

⁶ 赵永斌，丛建辉，杨军，等. 中国碳市场配额分配方法探索[J]. 资源科学，2019（5）.

外购化石燃料掺烧发电)相结合的方法(表 1)。由于钢铁行业工艺流程比较复杂,各钢铁企业间工艺、产品等差异较大且数据核算困难,给基准值设定造成了一定的难度,因此大多数试点碳市场采用历史碳强度法或历史总量法作为钢铁行业的主要碳配额分配方法。

历史法的设计机制中存在一个重要缺欠,不利于激励工艺落后的企业提高效率和减排表现。基于企业在过去的表现,已经开展较多减排工作、能效较高的企业因历史碳排放量低,获得的碳配额较少,而碳排放强度大、工艺落后的企业的碳配额限制却相对宽松。基准线法会更倾向于向行业技术先进企业提供碳配额,对中、低能效水平企业带来负担,激励各企业向行业基准以上水平发展。因为碳强度低的企业实际产生的碳排放量低于按基准值获得的配额,碳强度高的企业实际产生的碳排放量高于按基准值获得的配额。

现阶段全国碳市场采用了基于碳强度的配额总量设定方案,实行免费配额分配,但重点排放单位仍面临着配额数量下降的压力。依据单位 GDP 碳强度下降值、能源强度目标,并考虑各行业历史排放量、减排潜力等因素,可综合确定各行业控排系数。通过设定控排系数,可以给不同行业设定不同的减排压力,控排系数越大,行业获得的配额越多,需要承担的减排责任越小。我国试点碳市场对钢铁行业采用不同的控排系数,从行业控排系数设置中,可以看出各地区试点碳市场对钢铁企业的管控力度。例如广东碳市场对钢铁行业控排系数统一为 1,天津则统一为 0.98,湖北碳市场从 2020 年的 0.9638 增加至 2021 年 0.9888。

表 1 纳入钢铁行业的试点碳市场碳配额分配方案

配额分配方法		试点碳市场	配额分配方法	
历史法	历史总量法	天津市	企业配额=历史排放量×控排系数	
		湖北省	企业配额=历史排放量基数×行业控排系数×市场调节因子/365×正常生产天数	
		重庆市	钢压延与加工工序	企业配额=历史排放总量基准值×调节系数
	历史碳强度法	上海市	企业配额=Σ（历史强度基数 _n ×年度产品产量 _n ）	
		福建省	企业配额=历史碳强度×减排系数×主营产品产量×调节系数	
		重庆市	钢铁行业冶炼工序	企业配额=历史强度基准值×当年年度产量×调节系数
		广东省	钢压延与加工工序	企业配额=产品产量×历史平均碳强度×年度下降系数
			外购化石燃料掺烧发电	企业配额=发电量×历史平均发电碳强度×年度下降系数
分工序基准法		广东省	炼焦、石灰烧制、球团、烧结、炼铁、炼钢工序	企业配额=∑ _{i=1} ⁿ （各工序产品产量×各工序产品基准值×年度下降系数）

来源：各试点碳市场最新公布的年度碳排放配额方案

2) 全国碳市场钢铁行业碳配额分配方法展望

全球主要碳市场的钢铁行业碳配额分配方法是基准线法，例如欧盟碳排放权交易体系（European Emission Trading Scheme，简称 EU ETS）通过基准法给六种主要钢铁工序和产品设定免费配额碳强度基准值。若以全球主要碳市场中的基准线法分配碳配额，中国全国碳市场面临数据核算的巨大挑战，无法在短期给出符合钢铁行业发展特征的碳配额基准值，这一困境导致钢铁行业短期难以纳入全国碳市场。

虽然钢铁行业尚未纳入全国碳市场，但在“十二五”、“十三五”期间，宝钢、武钢、首钢等企业已参与了地方试点碳市场，并配合地方政府完成钢铁行业碳核算方法、历史碳排放量盘查、配额分配方法确定等方面的基础工作，制定了配额交易相关管理制度，为钢铁企业应对全国碳市场奠定了良好基础⁷。全国温室气体年排放量达 2.6 万吨二氧化碳当量及以上的钢铁企业也

⁷ 为纳入全国碳市场做准备，钢铁行业征集碳排放相关专项标准，21 财经，
<https://m.21jingji.com/article/20210701/herald/f65e13038a86511ab669d01b850fbd10.html>

在积极配合地方政府要求进行碳盘查和碳核查工作，相关数据报送至生态环境部，将成为日后全国碳市场钢铁行业基准值和碳配额分配方法确定的重要参考依据。钢铁生产的主要工艺流程包括混矿、烧结、球团、炼钢、炼铁、轧钢等。目前炼焦、烧结、球团、炼铁、高炉炼钢、转炉炼钢等六个主要钢铁产品生产工序已纳入全国碳市场数据报送和核查工作中，初步具备采用行业基准法分配碳配额的条件⁸。

目前全国碳市场采用基准线法为发电行业分配碳配额，因此确定纳入全国碳市场的行业基准线是开展全国碳市场一项重要性基础工作。在 2023 年 6 月钢铁行业纳入全国碳市场专项研究第二次工作会议上也提出要尽快确定钢铁行业碳配额分配基准线。此外，欧盟 CBAM 覆盖的钢铁产品基准值是基于 EU ETS 中设定的免费配额碳强度基准值，考虑到应对 CBAM 的需求，钢铁行业纳入全国碳市场后采用基准值法进行碳配额分配的可能性较大。

2.2.2 基础二：碳市场钢铁行业基准值设定

不同于欧盟等国家以废钢回收为主要模式的短流程炼钢，我国钢铁生产中以铁矿石为原料的长流程炼钢占比达 90% 以上。根据世界钢铁协会统计，2019 年中国粗钢产量中，长流程占比 90%，短流程占比 10%；除中国外，海外长流程占比 52%，短流程占比 48%。

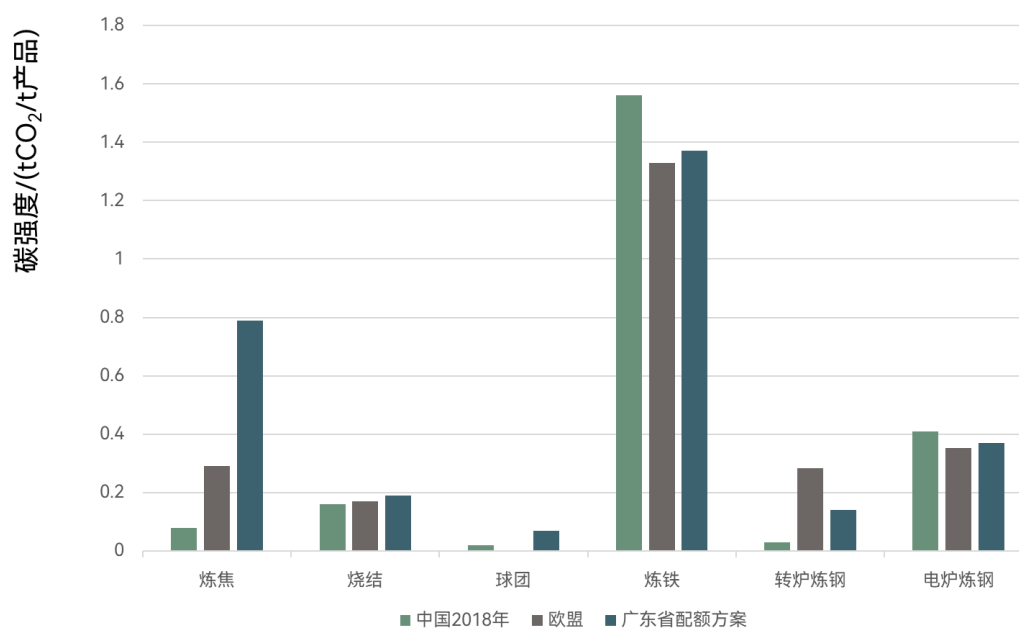
广东省是我国唯一采用行业基准法进行钢铁行业碳配额分配的试点碳市场。广东省生态环境厅于 2022 年 12 月发布《广东省 2022 年度碳排放配额分配方案》，该方案对炼焦、生石灰、球团、烧结、炼铁、转炉炼钢、电炉炼钢等 7 个工序和产品设定了基准值，分别为 0.79、0.87、0.08、0.19、1.37、0.14 和 0.37 tCO₂/t 产品⁹。但各工序和产品基准值参数采用的是广东省钢铁企业的碳强度基准值，并不适应全国情况。

⁸ 佟庆,郭珩锋,钱晶等.全国碳市场工业行业覆盖范围研究[J].中外能源,2022,27(03):7-11.

⁹ 《广东省 2022 年度碳排放配额分配方案》，广东省生态环境厅

在钢铁行业主要工序和产品基准值研究方面，已有研究以国家发改委能源研究所公布的2018年《钢铁行业温室气体排放补充数据表》为基础数据（包括上报企业总体和分工序的产品产量和CO₂排放量），对炼焦、烧结、球团、炼铁、转炉炼钢、电炉炼钢等6个工序和产品的基准值进行测算，其基准值（碳强度均值）分别为0.08、0.16、0.02、1.56、0.03和0.41 tCO₂/t 产品¹⁰。该研究结果表明，2018年全国钢铁行业烧结、炼铁、电炉炼钢工序基准值同EU ETS和广东碳市场基准值相当，而炼焦工序明显偏低，主要是由于炼焦工序投入的原料种类不同，全国范围以污染物排放较少的洗精煤为主，而EU ETS和广东碳市场以配合煤为主。

图1 2018年全国钢铁行业各工序基准值同欧盟、广东省基准值比较



来源：《全国碳交易下中国钢铁行业的基准线法研究》

2.2.3 基础三：碳配额分配方式

碳配额分配方式主要包括免费分配和有偿分配。生态环境部于2023年3月发布的《2021、

¹⁰ 谭琦璐, 刘兰婷, 朱松丽. 全国碳交易下中国钢铁行业的基准线法研究 [J]. 气候变化研究进展, 2021, 17 (5): 590-597.

2022 年度全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案（发电行业）》明确了 2021、2022 年度全国碳市场配额仍旧实行免费分配。根据《碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）》提出的“初期以免费分配为主，根据国家要求适时引入有偿分配，并逐步扩大有偿分配比例”，预计全国碳市场将逐步过渡到有偿拍卖比例增加的阶段。

部分试点碳市场正在尝试通过有偿拍卖的方式向企业发放配额。广东率先在全国引入有偿拍卖机制，目前比例在 3%左右，其中，钢铁、石化、水泥、造企业免费配额比例为 96%。

3. 总结与展望

我国钢铁行业的发展具有很强的自身特点，以长流程为主的钢铁工艺结构在我国钢铁工业发展中长期占据主导位置，而长流程工艺存在生产成本低、碳排放强度大的特点。因此，其减排措施也需要综合考虑节能提效技术、产业结构调整、减污降碳等各类措施效果，合理利用全国碳市场这种市场调控措施，助力钢铁行业绿色低碳发展。

对于我国高排放的长流程钢铁企业来说，现阶段钢铁行业成熟的节能减碳技术基本得到运用，节能潜力已经十分有限。按照目前节能技术下的钢铁生产模式，我国长流程钢铁企业减碳能力并不太可能无限降低¹¹。随着钢铁行业纳入全国碳市场后，低碳发展水平高的企业可通过出售剩余的碳配额获得额外的经济收益，用于支持技术创新、工艺流程结构优化等，实现钢铁企业向绿色低碳转型发展的良性循环；而对于低碳水平发展较低的企业为了维持基本运转，需要额外购买碳配额来履约，这将倒逼企业加速低碳转型，包括采用更为低碳的短流程工序，否则就会因为成本增加进一步丧失市场竞争力。从过去几年覆盖钢铁行业的试点碳市场碳配额交易情况来看，大部分试点碳市场碳配额均价呈上涨态势，这表明未达标钢铁企业的碳排放成本将逐步增加¹²。

在配额分配方式上，考虑到有偿拍卖比例增加将导致钢铁企业的履约压力增高，预计钢铁行业纳入全国碳市场初期是以免费配额发放为主，对钢铁企业生产成本影响不大。全国碳市场可逐步引入碳配额拍卖发放机制，提升钢铁行业碳配额有偿分配的比例，所获收益可用于支持企业温室气体减排、碳市场建设等。此外，若以行业基准法向钢铁企业分配碳配额，还应进一步完善基准线法碳交易的数据基础。

¹¹ 陈晓春.钢铁企业碳排放履约成本管理研究[J].冶金财会,2021,40(03):7-13.

¹² 钢铁产业供应链实现“双碳”目标路径分析及对成本的影响，国家发展和改革委员会（2021）。

关于绿色创新发展研究院

绿色创新发展研究院（Institute for Global Decarbonization Progress），简称：研究院（iGDP），是专注绿色低碳发展的战略咨询平台，2014 年成立于北京，旨在成为具领先专业素养和独立影响力的国际化智库。研究院根植我国地方绿色低碳实践，面向全球应对气候变化进程，为决策者、投资者和社区提供具有国际视野和前瞻思考的解决方案及公益性知识产品。

关于零碳录（CCNT）

零碳录（China Carbon Neutrality Tracker, <https://ccnt.igdp.cn>）旨在全面跟进国家、行业、省市的碳中和行动，致力于分析解读零碳转型之路的政策实践、创新行动，以客观科学的视角传播分享中国应对气候变化的努力和贡献。通过在线数据库和交互信息平台，为关注碳中和行动各界人士提供服务。CCNT 前身是关注低碳试点进展的交互信息平台 Policy Mapping，创建于 2014 年，由绿色创新发展研究院（iGDP）建立和维护。

联系方式：

电话：86-10-8532 3096

传真：86-10-8532 2632

邮箱：igdpoffice@igdp.cn

网站：www.igdp.cn

地址：中国北京市朝阳区秀水街 1 号建外外交公寓 6-2-62

