

碳市场扩围下贵州高耗能行业双轮驱动实践与路径研究

薛善文 景江红*

贵州大学物理学院, 中国·贵州 贵阳 550025

摘要: 2025 年全国碳市场完成高耗能行业扩围并重启 CCER 自愿减排体系, 形成“强制配额为核心、自愿减排为补充”的双轮协同治理框架。本文以贵州为样本, 选取新增纳入管控的钢铁、水泥、铝冶炼产业, 结合 2021—2025 年碳交易量化数据, 对比两类碳市场制度差异与互补运行逻辑, 剖析区域落地成效与现实约束。研究表明, 双市场联动可同步实现工业减排与林业碳汇价值转化, 贵州三大行业碳排放强度年均下降 9.6%、履约成本降低 2.8 亿元, 但受 CCER 开发效率低、碳管理人才短缺、跨区域交易机制不完善制约, 协同潜力未能充分释放。据此从技术、财政、人才、区域协同四维提出优化路径, 为西部资源富集地区依托碳市场落实“双碳”目标提供实证参考。

关键词: 碳市场; 双轮协同; CCER; 贵州; 高耗能产业

A Study on the Practice and Pathways of Dual-Driven Development for High-Energy-Consuming Industries in Guizhou under the Expansion of the Carbon Market

Xue Shanwen, Jing Jianghong*

College of Physics, Guizhou University, China Guizhou Guiyang 550025

Abstract: In 2025, the national carbon market will expand to cover additional high-energy-consuming industries and restart the voluntary emissions reduction system through CCER (China Certified Emission Reduction), establishing a dual-wheel governance framework centered on mandatory quotas with voluntary reductions as a supplement. Taking Guizhou as a case study, this paper focuses on newly included sectors—steel, cement, and aluminum smelting—and analyzes regional implementation outcomes and practical constraints by comparing differences and complementary mechanisms between the two carbon market systems using quantitative data from 2021 to 2025. The study shows that coordinated operation of both markets can simultaneously achieve industrial emissions reductions and convert forestry carbon sequestration into economic value. In Guizhou, the average annual carbon emission intensity across the three key industries decreased by 9.6%, while compliance costs were reduced by 280 million yuan. However, low efficiency in CCER development, shortages of carbon management professionals, and incomplete cross-regional trading mechanisms have limited the full realization of synergistic potential. Based on these findings, the paper proposes optimization pathways from four dimensions—technology, finance, talent, and regional coordination—to provide empirical reference for resource-rich regions in western China in achieving their "dual carbon" goals through carbon market mechanisms.

Keywords: Carbon market; Dual-wheel synergy; CCER; Guizhou; High-energy-consuming industries

0 引言

“双碳”发展目标作为引导, 国内的全国统一碳交易市场, 正在一步步扩大能够管控到的行业范围; 2021 年, 国内正式启用全国强制碳排放交易市场, 该市场在建设初期, 只把发电行业纳入管理范围, 受管控的重点排放企业一共有 2200 多家; 到 2025 年, 碳市场完成了第一次的行业范围扩充, 钢铁、水泥还有铝冶炼这类会产生大量碳排放的行业, 都被归入管控体系当中, 经过这次扩围之后, 市场能够覆盖的碳排放总量达到大约 80 亿吨, 这一部分的碳排放量, 占到全国整体碳排放的 60% 以上^[1]。

随着全国碳市场企业履约方面的实际需要不断变大,

我国在 2024 年把强制性交易模式和自愿参与交易模式一同建立了起来, 两种模式可以同步发挥作用; 贵州地区既要承受本地高能耗产业规模继续拓展带来的现实压力, 又拥有储量十分可观的生态碳汇相关资源, 该区域在推进这套协同运行机制落地实施的过程当中, 也就拥有较为特殊的研究分析价值^[2]。

1 强制碳市场与 CCER 市场政策差异及协同机制

1.1 两类碳市场差异化制度安排

强制碳市场(全国碳排放权交易市场)与自愿碳市场(CCER)作为中国碳市场体系的两大核心, 在政策目标、

参与主体、运行机制等方面存在显著差异，如表 1 所示：

表 1 强制碳市场与 CCER 市场制度对比

对比维度	强制碳市场(碳排放权交易)	自愿碳市场 (CCER)
政策目标	约束重点排放单位的碳排放行为，降低行业整体减排成本，推动产业低碳转型	激励各类主体主动开展额外减排行动，拓宽减排渠道，助力“双碳”目标实现
核心管理对象	碳排放配额：政府基于行业基准分配，企业需清缴与实际排放量匹配的配额	核证自愿减排量 (CCER)：经核证的额外减排量，可用于抵消配额清缴
交易机制	全国统一交易平台，采用挂牌协议交易等方式，价格由市场供需决定	省级及全国交易平台并行，以挂牌协议交易为主，首批 CCER 均价约 80 元 / 吨
参与主体	重点排放单位（有法定减排义务的企业，如电力、钢铁、水泥、铝冶炼等行业企业）	各类自愿减排主体（企业、机构、个人等，涵盖可再生能源、林业碳汇、工业节能等领域）
政策约束性	强制性：未按时清缴配额将面临处罚	自愿性：企业可自主选择开发或购买 CCER，无强制约束
2025 年碳价区间	日均价 38.11 - 97.00 元 / 吨，全年均价 62.36 元 / 吨	日均价 50.84 - 107.36 元 / 吨，全年均价 70.76 元 / 吨
2025 年成交数据	年成交量创新高；12 月成交 4718.33 万吨，成交额 30.87 亿元	全年成交 884.41 万吨，成交额 6.26 亿元；

强制市场以行政管控为基础，聚焦工业存量减排；CCER 以市场化激励为核心，覆盖林业、新能源等强制市场难以触及的领域，二者价格、交易规则形成互补调节关系。

1.2 双轮协同内在运行逻辑

首先是配额价格平抑机制。企业可采购 CCER 抵扣最高 5% 履约配额，当配额价格上行时，CCER 能够分流履约需求，抑制碳价过快上涨；配额价格下行时，CCER 市场需求同步收缩，反向支撑配额价格稳定。贵州铝冶炼企业依托赤泥综合利用、分布式光伏 CCER 项目，有效缓解高价外购配额的压力。

其次是减排渠道互补机制。强制市场管控工业生产端碳排放，CCER 激活林业碳汇、可再生能源等增量减排空间，形成“工业控排 + 生态增汇”双向减排路径，高度适配贵州高森林覆盖率的资源禀赋。

第三是区域资源配置机制。东部高排放省份存在大量配额履约需求，西部省份拥有丰富碳汇供给，CCER 跨区域交易打通东西部减排资源流通渠道，实现区域减排成本最优配置。

2 2025 年全国碳市场扩围运行机制与特征

2.1 交易规模扩容，双市场价格联动成型

行业扩围直接提升强制市场交易主体与排放覆盖规模，叠加 CCER 重启，全国碳市场流动性大幅提升。2021—2025 年全国碳市场配额、CCER 成交量及价格变化具体如图 1 所示：

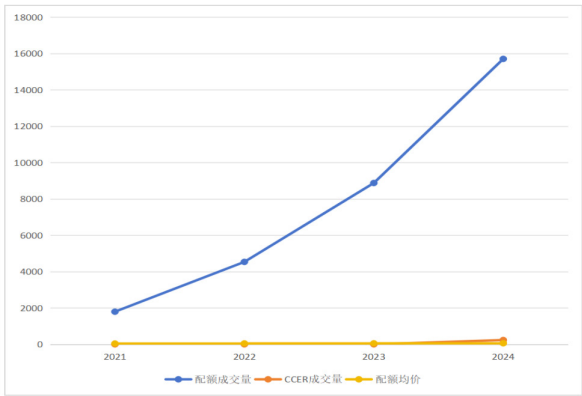


图 1 2021—2025 年全国碳市场配额 /CCER 成交量及碳价变化趋势

由图 1 可见，2021—2025 年配额成交量持续跨越式增长；CCER 重启后供给总量有限，价格弹性高于配额市场，二者形成价格联动机制，共同对冲市场大幅波动风险。

2.2 西部成为 CCER 核心供给区域

东西部资源禀赋差异催生差异化碳市场分工，东部省份以配额需求、CCER 采购为主，西部依托林地、新能源资源成为 CCER 项目主要开发阵地。如图 2 所示：

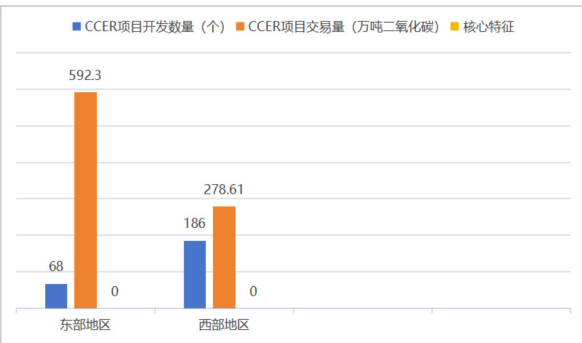


图 2 东西部 CCER 项目开发量与交易量对比

图 2 数据显示，西部 CCER 项目储备数量充足，但受跨区域交易配套机制限制，项目实际交易量与开发规模不匹配，碳汇资源价值转化效率偏低。

2.3 减排项目结构单一，多元减排潜力未释放

现阶段已经落地的 CCER 相关项目，大多依靠风电、光伏这类可以再生的能源来开展；林业碳汇利用、工业固体废物循环处理、节能技术改造这几类项目，它们的推进速度却比较缓慢，不同减排方向的项目分布并不平衡，

这样的现状，很难把西部地区生态条件和工业生产相结合的减排潜力完整挖掘出来。

3 贵州高耗能行业碳市场双轮协同实践分析

到 2025 年，钢铁、水泥、铝冶炼这些产业被正式归入全国碳市场的管控范围，这也代表着，国内碳市场不再只针对发电这一个行业开展管控工作，它的管理范围开始延伸到各类高耗能行业；贵州属于我国西南地区重要的原材料工业生产基地，该省份也就成了这套双模式协同机制在西部地区落地实施的一个代表性研究案例^[9]。

3.1 贵州三大高耗能行业的碳市场参与基础

政策层面，贵州省生态环境厅统筹省内碳管控工作，建立分级碳管控体系，将 2024 年定为三大行业首个核算年度，2025 年末集中完成首次配额清缴，企业存量配额按规则结转至新管控周期^[4]。

产业层面，首钢水钢、遵义铝业、西南水泥等龙头企业构成省内高耗能产业主体，三大行业碳排放占省内工业排放比重突出。如图 3 所示：

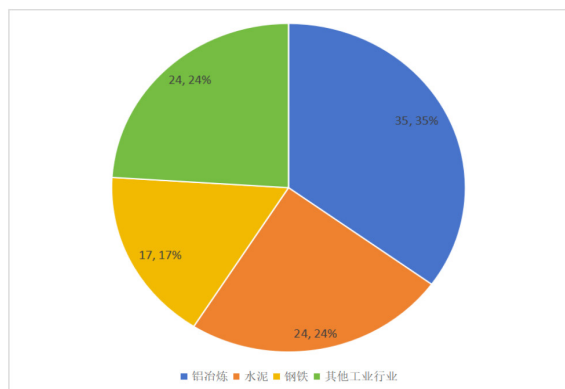


图 3 贵州省铝冶炼行业碳排放关联占比分布 (%)

资源层面，贵州森林覆盖率优势显著，2024—2025 年累计签发 18 张省级林业碳票，交易总额 1458 万元；毕节市出台省内首个林业碳汇计量地方标准，为区域碳汇 CCER 开发提供规范支撑^[5]。

3.2 强制碳市场本地实践

贵州当地按照不同行业设置的不一样的排放核算标准开展相关工作，依靠全国统一的交易平台来完成碳排放配额的流转工作；企业需要完成配额清缴带来的现实压力，迫使各个行业开展整体性的节能技术改造，铝产业大范围使用节能电解槽设备，还搭配建设分布式光伏发电设施，水泥行业普遍投用低温余热发电相关项目，钢铁生产企业对高炉煤气回收设备进行更新换代，还尝试开展绿氢冶金的相关试验，各个行业生产每件产品所产生的碳排放水平，也在不断降低。

3.3 CCER 市场本地实践

贵州当地开发的 CCER 相关项目，可以划分成两类主要发展方向；第一类属于工业方向的 CCER 项目，这类项目会借助赤泥资源化处理、水泥生产固废联合处理这类技术改造工程，项目产生出来的减排数额，可以直接供给企业自身完成碳履约工作；第二类就是林业碳汇类 CCER 项目，剑河以及江口两地的人工造林项目，已经做到把相关减排量卖到省外其他地区，当地由此发展出一种具备地域特点的运作模式，也就是工业环节得到的减排量留给本企业使用，林业碳汇产生的减排额度可以开展跨省份对外销售。

3.4 实践成效与现存挑战

(1) 实践成效

2025 年贵州三大高耗能行业配额清缴完成率 99.99%，碳汇碳票累计交易规模突破 3000 万元，生态资源实现价值转化。全年三大行业合计减排 CO₂46.5 万吨，行业平均碳排放强度下降 9.6%，整体履约成本降低 2.8 亿元。如图 4 所示：清晰反映 2023—2025 年铝冶炼、水泥、钢铁单位产品碳排放强度逐年下滑，工业低碳转型成效显著，实现“减排降本、足额履约”双重目标。

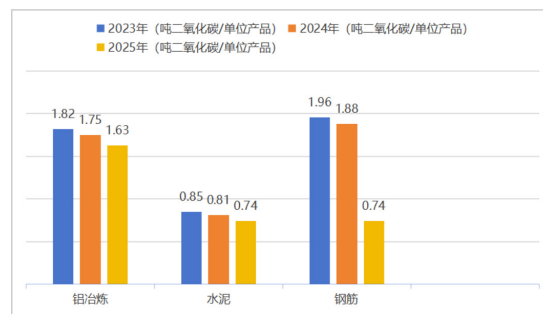


图 4 2023—2025 年贵州三大高耗能行业单位产品碳排放强度 (吨 CO₂/单位产品)

(2) 发展瓶颈

第一，CCER 项目开发转化效率偏低。省内具备资质第三方核证机构稀缺，项目平均开发周期 18—24 个月，申报核证通过率仅 54.8%，储备项目交易转化率不足 25%；单项目平均开发成本 85 万元，综合交易手续费推高成本，项目年化收益率仅 6.8%，社会资本参与意愿不足。

第二，碳管理专业能力存在短板。省内大量中小高耗能企业缺少专职碳资产管理团队，碳排放核算、CCER 项目申报实操能力薄弱。

第三，跨区域交易配套机制不完善。东西部碳供需无常态化对接渠道，东部采购主体对西部林业碳汇项目认可度不足，异地调研、沟通产生大量隐性交易成本，碳汇价

值出现折损。

第四，西部工业化进程带来长期减排压力。西部地区城镇化、基础设施建设持续推进，高耗能产业规模仍存在扩张空间，碳排放增长刚性与“双碳”约束形成长期矛盾^[9]。

4 贵州碳市场双轮协同优化发展路径

4.1 技术赋能：推动工业技改与 CCER 一体化开发

推动行业节能改造与 CCER 项目同步规划、同步落地：铝冶炼推广烟气余热梯级利用、节能电解槽，余热发电同步申报可再生能源 CCER；水泥行业优化低温余热发电系统，配套长期绿电采购；钢铁升级 TRT 煤气回收设备，有序布局绿氢冶金试点。将节能技改产生的减排量转化为可交易碳资产，同步压缩企业生产能耗与年度履约支出。

4.2 机制创新：完善省级碳市场配套政策，设立省级 CCER 项目开发专项激励基金

由省财政联合生态环境、工信、林业部门设立专项激励基金，降低项目开发门槛，激励方案如表 2 所示：

表 2 CCER 项目开发专项激励方案

激励类型	补贴 / 奖励标准	覆盖项目类型	预计降低开发成本比例	预计缩短开发周期 (月)	预计核证通过率提升(百分点)
前期开发费用补贴	核查、核证、备案等全流程费用的 50%	工业节能技改 + 林业碳汇	50%	4-6	15-20
减排量奖励	成功签发后按实际减排量每吨 5-8 元给予奖励	所有 CCER 项目	-	-	-
本地机构合作补贴	委托省内核证机构的项目	所有 CCER 项目	7%	3-5	10

注：数据基于 CCER 项目开发成本 85 万元 / 个、核证通过率 54.8% 的基础数据测算。

4.3 人才支撑：构建政产学研复合人才培养体系

省内高校能源经济、环境管理专业增设碳市场、碳资产管理课程，推行企业技术专家与高校教师双导师教学；在首钢水钢、遵义铝业等龙头企业建立实习实训基地，定向培育兼具工业技术、碳交易实操能力的复合型人才；面向中小企业常态化开展免费碳管理培训，补齐基层碳核算、履约申报能力短板。

4.4 区域协同：降低跨区域碳交易综合成本

搭建东西部碳供需对接平台，省级财政补贴 50% 跨省交易手续费；建立贵州 CCER 项目数字化档案库，实现线上核查，省去异地实地调研成本；建立东部采购企业与西部碳汇项目长效合作机制，减少沟通对接成本，提升生态

碳汇转化收益。

5 结语

2025 年碳市场完成行业范围扩充，加上 CCER 相关机制的重新启用，国内搭建出依靠强制配额搭配自愿减排共同运行的碳治理体系；这两类市场能够在管控的覆盖范围、价格调节手段、资源分配调配这些方面互相补足，给高耗能行业走向低碳生产提供多种方面的支持。

贵州有着数量充足的林业碳汇资源、水电资源，还具备成套的钢铁、水泥、铝冶炼相关产业基础，在落实双轮协同机制的过程当中收获了比较突出的实际效果，各个行业产品碳排放水平不断走低，企业完成履约所要花费的开销也有明显减少，林业碳汇自带的生态价值也完成了市场层面的转化；不过现阶段这里还面对着不少现实阻碍，CCER 项目推进产出的效率不高，碳相关管理岗位的人员比较短缺，跨省份交易的配套条件也不够完备，碳市场本该具备的协同减排能力没办法完全发挥。

结合西部各类资源储量丰富省份的实际发展情况，本文从工业技术相互结合，从省级层面出台财政奖励政策，培养碳领域复合型工作人员，推进跨地区碳交易互相配合四个角度，给出能够实际执行的改进办法，希望通过压低 CCER 项目开发和交易过程中产生的各类开销，把地区之间碳要素流通的相关制度进一步补齐，以此带动高耗能产业完成程度更深的低碳改造。

参考文献：

- [1] 郑萃颖. 迈向全面覆盖：碳市场扩围锁定减排新机遇[N]. 中国证券报，2025-12-01(A03).
- [2] 迟远英. CCER 政策重启背景下电碳市场协同机制研究[J/OL]. 广西社会科学，1-13[2026-03-07].
- [3] 高雨萌. 钢铁行业碳市场扩围下的财务创新与风险应对[J]. 冶金财会，2025,44(10).
- [4] 王林. 钢铁、水泥、铝冶炼年内完成首次碳配额清缴[N]. 中国能源报，2025-12-01(010).
- [5] 张鹏. “双碳”背景下贵州林业碳汇融资模式研究[D]. 贵州大学，2023.
- [6] 林凤铃. 西部地区高耗能制造业碳排放驱动因素研究[D]. 四川大学，2023.

基金项目：贵州大学创新创业训练计划项目，项目编号 gzusc2026170。

作者简介：薛善文（2006.07-），男，汉族，山西忻州，本科，研究方向：能源经济。

* 通讯作者：景江红。