

面向“双碳”目标的公司参与碳排放权交易业务模式及专业能力建设研究

文/姜明军¹ 任明远¹ 陈思行¹ 蒋紫薇² 宋玉峰² 马喜平¹ 李帅兵²

1. 国网甘肃省电力公司营销服务中心; 2. 兰州交通大学新能源与动力工程学院

碳排放交易权通过控制与交易CO₂排放权,可有效降低社会减排成本。针对国内外碳排放交易业务研究现状,分析碳市场运行机制,并根据碳市场与电力市场的关系,研究国网公司参与碳交易业务现状与必要性研究,给出切实可行的实施路径与建议,促进碳市场发展,助力“双碳”目标的实现。

工业发展日新月异,在提高人类经济水平的同时,对环境的破坏也在一点一滴的累积。CO₂排放导致全球气候变暖,引发冰山融化、极端天气、干旱和海平面上升等不良影响。2020年习近平总书记提出碳达峰、碳中和的美好愿景;2021年中共中央、国务院印发了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》。为助力“双碳”目标的实现,着重研究各公司参与碳排放权交易业务模式及专业能力建设。

碳排放权交易的理论基础源于科斯定理,其本质是CO₂排放权的总量控制与交易,通过鼓励减排成本低的企业超额减排,将其所获得的剩余碳配额或温室气体减排量通过交易的方式出售给减排成本高的企业,从而帮助减排成本高的企业实现设定的减排目标,可有效降低全社会的减排成本。

目前已有诸多国内外学者研究碳排放权交易理论的实际应用,文献[2]针对碳价是碳排放交易的核心要素,为了实现碳排放成本最小化,提出一种基于CEEMDAN和Transformers模型的碳价预测方法,并验证了方法的有效性和准确性。文献[3]基于我国2000—2018年省级样本数据和2011年设立的碳

交易试点,采用双重差分法综合考察碳排放权交易试点政策的减排效应和产业升级效应。文献[4]提出了一种改进的基于区块链的方法,以实现监测减少碳排放的目标。区块链的独特功能,如安全性、不变性、透明性、可追溯性和信任,使其成为碳交易市场的可靠解决方案。文献[5]在FISCO bcos平台上提出了一个基于区块链和物联网的框架来监控企业碳排放,并使用智能合约进行碳信用交易。对该系统的评估表明,系统在中位响应时间上优于其他解决方案。

因此本文亟待开展公司系统碳排放权交易探索,首先分析国内外碳排放交易业务研究现状,其次研究碳市场运行机制,然后结合目前电力系统现状,研究碳市场与电力市场的关系,最后谈论公司参与碳交易业务现状与必要性研究,并给出实施路径与建议。

国内外研究现状

国际碳行动伙伴组织(ICAP)在2021年度发布的《全球碳市场进展报告》指出,自2005年欧盟碳市场启动以来,新的碳排放交易体系纷纷建立,

全球已有24个碳市场正在运行，覆盖30个国家及地区。

1. 欧洲碳市场

欧洲碳市场历史悠久，是全球规模第二大的碳排放权交易体系。1998年欧盟委员会首次提出了建立欧盟减排交易体系的想法；2003年欧盟议会通过了欧盟碳市场指令，并将其作为欧盟碳市场的法律准则；2005年欧盟碳市场正式运行。欧盟碳市场经历如下发展阶段：包括刚开始的探索阶段（2005—2007年）；任务划分，全国按需完成任务阶段（2008—2012年）；成熟发展阶段（2013—2020年）；实际减排阶段（2020—至今）。其中2015—2019年欧盟碳排放值如图1所示。

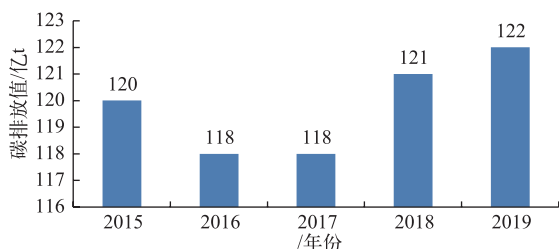


图1 2015—2019年欧盟碳排放值

由图1可知，2016年与2017年碳排放值较2015年略有下降，但在2018年与2019年持续上升，碳排放量在总体上呈现逐渐上升的趋势。欧盟碳市场经过十余年的发展，累积了丰富的市场建设经验，尤其是近年来，碳市场发展尤为迅速，覆盖诸多行业，其中包括发电厂等电力工业、钢铁厂等生产制造业及商业航空公司等行业。

为实现2030年碳排放量比1990年减少55%的目标，针对碳市场实施情况，欧盟提出一系列改革计划，具体包括：降低碳排放上限；减少免费配额量；到2025年要求碳关税与欧盟碳市场对接，加快碳关税实施进程；到2026年针对燃料构建新的碳排放交易体系；到2027年逐步取消航空业的免费配额量，扩大碳市场覆盖范围。

2. 北美碳市场

北美碳市场起步较早，其中美国和加拿大碳市场发展较为成熟，可按区域分为两类：一是各国内部碳市场，如美国区域温室气体减排行动（RGGI）、美国加州碳市场和加拿大魁北克碳市场等；二是应对气候合作项目，如西部气候倡议

（WCI）、中西部温室气体减排协定等。

目前，北美市场严格控制碳配额的发放数量，且重视碳价格稳定机制的建设，整体运行效果较好。美国在跨区域碳交易市场、碳减排合作和碳交易模式等领域具有丰富的经验。西部气候倡议（WCI）是目前北美地区最大的碳交易市场，最早由美国西部五个州、加拿大四省以及墨西哥部分州内企业联合提出。

加州碳市场自2007年以来一直是WCI的一部分，覆盖了加州80%的温室气体排放，是美国较为成功的碳市场之一。值得注意的是，加州碳市场纳入了交通、电力和工业等绝大部分经济部门，碳配额总量根据减排目标逐年递减，削减因子由第一阶段的1.9%逐渐上升至第四阶段的4%。碳配额分配以免费和拍卖为主，且拍卖比例逐年提高，2020年高达58%。

RGGI是美国首个区域型强制性温室减排协议，仅纳入了电力行业。RGGI碳配额发放严格，不仅碳配额总量逐年递减（2014—2020年减排系数为2.5%，2021—2030年已调高至3%），而且碳配额全部有偿拍卖。在碳市场灵活机制方面，设置了碳配额抵消机制，通过缩小抵消比例和来源控制抵消配额供给。此外，RGGI格外重视碳价格稳定机制的设计，设置了碳价格上下阈值，避免出现过高或过低的碳价格波动情况。经过几年运行，RGGI碳价相对稳定，但由于覆盖主体较为单一，碳价水平相对较低，2020年均价仅为7.06美元/t。图2为美国2020年3月—2021年6月的碳市场价格波动情况。

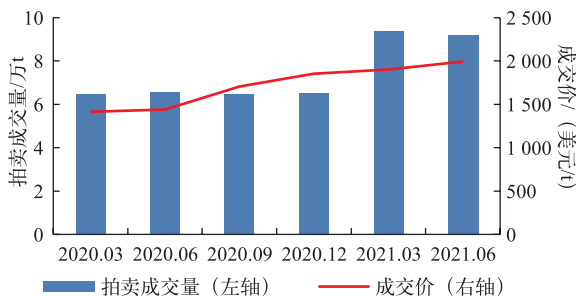


图2 美国碳市场价格

3. 国内碳市场

中国碳市场主要分为碳交易试点和全国碳市场两个阶段。目前各试点已形成具有各地特色的碳交易制度，为碳交易市场在全国范围内的推广积累了丰富的经验。

2011年国家发展改革委印发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》（发改办气候〔2011〕2601号），明确在北京、天津、上海、重庆、湖北、广东和深圳开展碳排放权交易试点，2013年七大试点碳市场正式建立，后续福建、四川也相继建立碳交易市场。

由图3可以看出，广东、湖北累计成交量最高，市场配额成交最为活跃，位于第一梯队；深圳、上海和北京市场配额成交较为活跃，位于第二梯队；天津、重庆、福建累计成交量和换手率相对较低，位于第三梯队；四川碳市场暂未开展交易。

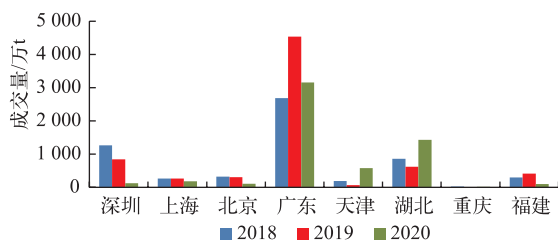


图3 2018—2020年各地碳市场成交量

到2020年，试点碳市场共覆盖钢铁、电力和水泥等20多个行业，3 000余家重点排放单位（北京约1 000家，上海约380家，天津约110家，重庆约200家，湖北374家，广东288家，深圳约830家，福建269家）。

现阶段，全国碳市场和试点碳市场存在的衔接问题亟待解决，如部分试点碳市场纳入行业及重点排放单位准入门槛等与全国碳市场存在差异，可以预见，试点碳市场短期内仍有望继续发挥作用，对全国碳市场交易体系起到良好的补充。未来，随着全国碳交易机制的逐步建设和完善，已经存在的试点碳市场将逐步纳入全国碳排放权交易市场，试点碳市场的活跃度及成交量将逐步降低甚至取消试点碳市场。公司开展碳交易（配额及CCER）增值服务业务可聚焦北京、湖北、上海和广东等碳交易活跃、交易量大的试点地区，重点跟进其他地区碳市场建设情况。

碳市场运行机制

1. 碳交易市场

碳市场是全新的环境经济政策工具，是一种通过市场化的手段来解决环境问题的方法，能够发挥市场在资源配置中的决定性作用。将所有的控排主体纳入统一的碳交易市场，使其能够直接、充分地

进行碳配额交易，最大程度降低减排成本。

我国碳市场可以分为强制性的配额交易市场和自愿减排市场（CCER）市场。强制减排市场是指配额不足的企业通过交易所向配额盈余的企业支付一定金额的资金来购买碳配额，而配额盈余的企业可以通过这种方式来获取额外收益。自愿减排市场是指碳资源开发公司为新能源项目提供申报CCER服务，而新能源项目配额不足时利用CCER来抵消配额不足的部分，配额盈余时通过出售CCER来获得额外收益。图4为碳交易市场机制。

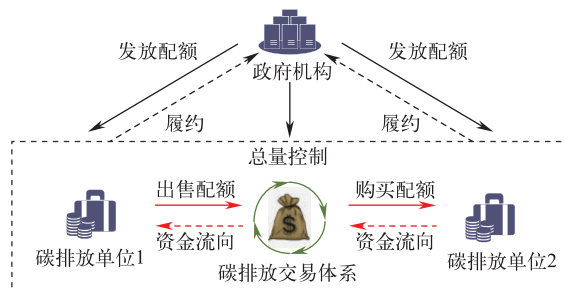


图4 碳交易市场机制

2. 碳市场与电力市场的关系

电力市场包括广义和狭义两种含义。广义的电力市场是指电力工业发、输、配、供电各环节形成的市场，包括电力现货市场、电力中长期交易市场、辅助服务市场、容量市场以及金融市场。狭义的电力市场是指电力现货市场和电力中长期交易市场。市场是电能生产者和使用者通过协商、竞价等方式就电能及其相关产品进行交易，通过市场竞争确定价格和数量的机制。图5为中国电力市场建设情况。

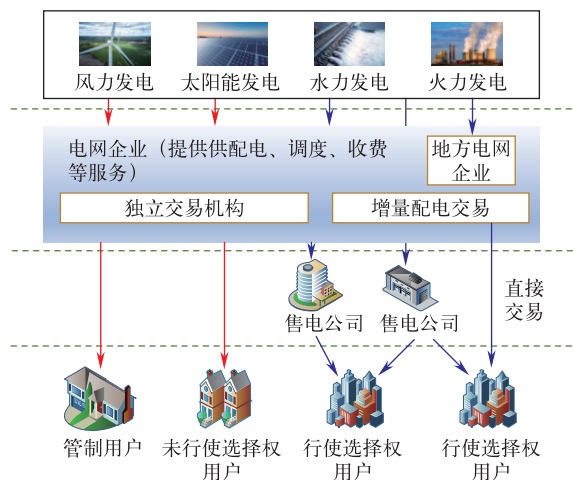


图5 中国电力市场建设情况

碳市场与电力市场两种市场机制看似相对独立，其实有着密切的联系。从目标指向看，两者均力求通过市场机制实现资源的优化配置，促进行业清洁低碳发展；从市场主体看，两者有共同的主要市场主体发电企业，存在高度的重合；从供需关系看，碳市场交易双方既是配额供应方，同时也是配额需求方，而电力市场供需双方界限明显，发电企业为商品供应方，电力用户为商品需求方；从价格机制看，市场价格均受供需双方决定，价格上下限由政府宏观调控；从发电成本看，碳市场给企业带来了碳成本，影响其在电力市场的发电行为和市场交易上的竞争力，两种市场存在着必然的联系。

目前，首批纳入全国碳排放配额管理的是发电行业，包括发电企业和自备电厂的企业，总计2 225家。碳市场和电力市场作为优化能源资源配置的有效手段，目的都是促进我国能源以较低的成本实现清洁低碳转型，两个市场呈现相互交叉、相互影响和相辅相成的耦合发展态势。

公司参与碳排放权交易业务模式及专业能力建设

1. 公司参与碳交易业务现状

公司系统相关企业在参与碳市场业务模式中除碳中和企业外均有涉及，在控排履约、CCER开发与供应、碳交易代理、第三方核查和碳金融等方面均具备前期经验，基本覆盖碳市场各个环节和各类主体，为拓展碳交易业务奠定了良好基础。在电网公司相关方法学方面，目前，在国家发改委公布的12批200个备案方法学中，和电网公司直接相关的有10个，主要包括SF₆减排、电网节能降损、输电和供电四个方向。其中SF₆减排方向有2个，分别为电网中的SF₆减排方法学和气体绝缘金属封闭组合电器SF₆减排计量与监测方法学；电网节能降损方向有3个，分别为新建或改造电力线路中使用节能导线或电缆、在配电网中安装高效率的变压器及配电网中使用无功补偿装置温室气体减排方法学。输电方向有2个，包括特高压输电系统温室气体减排方法学和安装高压直流输电线路；供电和联网方向有3个，分别为通过电网扩展及新建微型电网向社区供电、通过电网扩张向农村社区供电及独立电网系统的联网。电网企业作为行业枢纽，与发用电企业有

较为密切的联系，可充分挖掘能源产业链中的潜在客户，探索拓展碳排放抵消、交易托管等业务，助力电网企业碳资产管理业务发展。

2. 公司参与碳交易业务现状

面对日益增长的碳交易需求和逐渐完善的碳交易产业链，电网公司一直以来担任着制定电力行业标准、引领国内电力行业发展的任务。碳交易产业作为未来节能减排事业的龙头，电网公司有着重要责任引领行业发展。

一是电网公司作为连接供应端与需求端的“桥梁”和“纽带”，在碳交易大背景下应继续发挥电网的作用，尽力调控产业链中各个环节各个端口实现能源的综合调度与分配使用，助力能源电力向绿色低碳转型。

二是充分利用综合能源服务面向高耗能行业特点，满足用户多元化需求。充分利用综合能源业务客户特点和属地化营销团队资源，将碳交易作为能源增值服务的重要组成，随同综合能源服务项目共同开拓，在满足用户节能、降碳双重需求的同时，助力“供电+能效服务”。

三是充分挖掘系统内碳减排资产开发潜能，创造综合能源服务项目利润增长点。在碳交易加速电力能源总体迈向高效清洁的同时，通过碳交易打造综合能源服务项目利润新增点。

四是社会各界亟需碳交易相关工作人员，需要加快培养高质量“双碳”专业人才，支撑经济社会绿色低碳转型。开展设立碳交易相关人才培养和设立碳交易相关学科专业成为行业的当务之急。

3. 公司参与碳交易实施路径

CCER作为一种相对完善的促进碳减排体系，也是目前一种行之有效、政府引导顺应市场需求的制度。CCER方法体系不仅仅包含其一种因素，而是由多项CCER方法组成的项目链条。根据业务发展思路，重点围绕CCER从碳交易全业务链角度考虑，建议从节能减碳项目建设、碳减排方法学研究、CCER资产开发、碳交易、碳核查和碳增值服务六方面开展工作。

如图6所示，结合CCER方法体系，公司参与碳交易的实施路径主要从以下六个方面展开。

1) 以综合能源公司为项目建设主体，持续推进节能减碳项目开发。

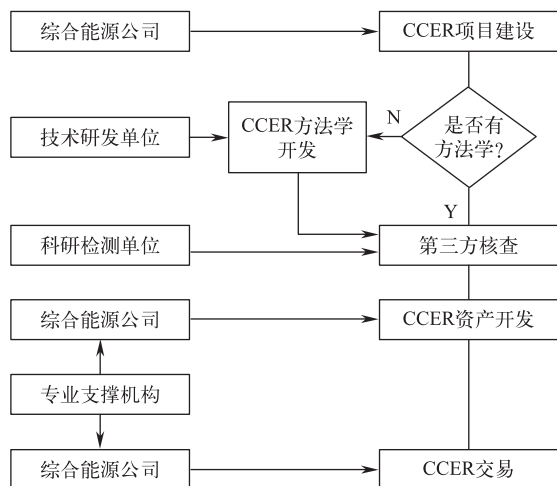


图6 碳交易实施路径图

2) 以中国电科院、国网综合能源规划设计研究院和国网电力科学研究院等为技术研发主体，加大碳减排方法学研究力度。

3) 以综合能源公司为资产开发主体，积极开展碳减排项目备案、CCER资产开发工作。

4) 采用综合能源公司、专业支撑机构联合体模式，拓展碳交易代理业务。

5) 鼓励系统内科研检测单位成为第三方核查机构，为碳交易、碳资产开发引流赋能。

6) 以地市供电公司为主体，为社会企业提供碳增值服务和技术支持，助力“供电+能效服务”。供电公司有必要发扬自身在所属地区的义务，严格保障供电公司所在地稳定和规范的碳交易，充分发挥供电公司属地化客户资源优势。

4. 公司参与碳交易业务的建议

针对目前碳交易市场现状，结合国网公司智能与需求，对国网公司提出以下几点意见。

1) 针对市场情况。推进碳交易市场金融化，不断挖掘碳配额金融属性，开放机构和个人参与碳交易，完善碳配额价格调控措施；近期以现货交易为主，远期可开发碳金融业务；以外部客户为主，围绕系统外控排履约企业和碳中和企业，随同综合能源服务协同开拓相关项目。

2) 针对公司内部情况。开展对公司系统内部碳减排资源情况摸底调查，梳理公司内部CCER资产开发潜力，为政策重启后碳资产开发奠定基础；强化公司内部低碳领域从业人员技术培训，实现节

电、节能和减碳能力的有机融合，逐步形成能碳一体化服务能力；公司碳交易业务应形成以CCER资产交易为主，配额交易为辅的格局；以业务协作模式发挥合力，在拓展综合能源服务内容同时，实现内部资源最大化利用。

结束语

“双碳”背景下，能够助力节能减排的碳交易市场应运而生。本文首先分析欧盟、北美等碳市场历史悠久的国家，从中吸取经验教训，对比国内碳市场现状，分析国内市场的不足和局限性；然后梳理碳市场运行机制，结合碳市场与电力市场的关系，研究国网公司参与碳排放权交易现状；最后根据国网公司参与碳交易业务现状，给出切实可行的实施路径和相关建议。

参考文献

- [1] 王丽萍, 王智佳. 碳排放权交易制度的研究进展与展望[J]. 经济研究参考, 2019, 19(4): 49-62.
- [2] 高长征, 李东伟, 王秀娜, 等. 利用机器学习方法对区域碳排放权交易价格预测研究——基于湖北碳市场数据的分析[J]. 价格理论与实践, 2022, 4(1): 89-93, 205.
- [3] 李治国, 车帅, 王杰. 碳排放权交易试点政策的实施效果考察[J]. 统计与决策, 2022, 38(18): 166-170.
- [4] SADAWI A, MADANI B, SABOOR S, et al. A comprehensive hierarchical blockchain system for carbon emission trading utilizing blockchain of things and smart contract[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 173: 121-124.
- [5] EFFAH D, CHUN B, APPIAH F, et al. carbon emission monitoring and credit trading: the blockchain and IOT approach[C]// 2021 18th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP), 2021.