

# 燃煤电厂应对“双碳政策”的系列措施

唐万成

广东信怡工程咨询有限公司, 中国·广东 广州 510000

**摘要:** 随着“碳达峰、碳中和”政策的深入贯彻和电力行业碳配额的逐步收紧, 目前燃煤电厂普遍面临较大的碳配额履约压力。受限于以化石燃料燃烧直接排放为主的碳排放结构等原因, 多数燃煤电厂面对履约压力无从下手。论文通过研究燃煤电厂碳排放现状、节能降碳改造措施以及应对全国碳交易市场的系列措施, 帮助指导燃煤电厂从碳排放源、碳配额分配、碳交易市场、碳配额抵消机制以及碳技术人才等方向积极应对“双碳政策”。

**关键词:** 燃煤电厂; “双碳政策”

## A Series of Measures for Coal-fired Power Plants to Cope with the “Double Carbon Policy”

Wancheng Tang

Guangdong Xinyi Engineering Consulting Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

**Abstract:** With the deepening implementation of the “carbon peak and carbon neutrality” policy and the gradual tightening of carbon quotas in the power industry, coal-fired power plants are currently facing significant pressure to fulfill their carbon quotas. Due to factors such as the carbon emission structure dominated by direct emissions from fossil fuel combustion, most coal-fired power plants are at a loss in fulfilling their obligations. The paper aims to guide coal-fired power plants to actively respond to the “dual carbon policy” in terms of carbon emission sources, carbon quota allocation, carbon trading market, carbon quota offset mechanism, and carbon technology talents by studying the current status of carbon emissions from coal-fired power plants, energy-saving and carbon reduction measures, and a series of measures to cope with the national carbon trading market.

**Keywords:** coal-fired power plants; “dual carbon policy”

## 0 前言

在“双碳”背景下, 截至 2024 年发电行业已经在全国碳市场经历了两个履约周期, 无论是碳排放配额的成交量, 累计总成交金额, 还是碳配额的均价, 均有大幅度上升。2024 年年底即将迎来第 3 个履约周期, 且各省市的碳核查工作基本结束。根据目前企业碳核查的排放数据和生产数据, 结合当前的碳配额分配方案可以大致推算出企业的碳排放量和免费碳配额。推算后, 发现大部分的燃煤电厂均有较大的配额缺口, 这部分缺口需要企业在全国碳交易市场上购买 CEA (碳排放配额) 或者 CCER (国家核证自愿减排量) 来补足。当前的 CEA 和 CCER 价格相比去年早已经翻倍, 企业在应对碳配额履约将付出沉重的代价。由于发电行业碳排放体量大, 这样沉重的代价, 轻则几千万元, 重则上亿元。

通过理解“碳达峰、碳中和”我们不难知道, 真正要实现双碳目标, 节能降碳的任务只会越来越重, 发电企业能得到的免费配额还将进一步减少; 同时还要不断发展碳汇和绿色电力, 结合抵消机制和碳交易市场来实现碳中和。燃煤电厂作为发电行业中的老大哥, 必将面临着比燃气、燃油电厂更加艰巨的道路。

## 1 双碳政策简述

双碳政策指的是“碳达峰、碳中和”政策, 具体要求

是在 2030 年前完成碳达峰, 即达到碳排放历史最高峰, 此后只降不增的节点; 2060 年前完成碳中和, 即碳排放总量和碳吸收总量相抵消, 实现二氧化碳零排放的节点。

当前, 双碳政策对传统燃煤电厂的压力日趋增长, 碳配额逐年紧缩、碳价格阶梯上升、碳核查愈发严格。于公于私, 每个电厂都需要积极做出改变, 通过碳减排、碳交易、碳管理等多个方面来拥抱变化, 推动双碳目标的实现。

## 2 燃煤电厂碳排放现状

在能源消费产生的碳排放总量中, 电力行业碳排放比例占绝大部分, 据国家能源局统计, 该占比大致可以达到 42.5% 左右。电力行业自 2021 年起开始纳入全国碳市场交易, 除去非化石燃料 (如纯垃圾焚烧发电、沼气发电、秸秆林木质等纯生物质发电机组, 余热、余压、余气发电机组和垃圾填埋气发电机组等) 发电设施的电厂外, 主要参与碳市场交易的电厂有燃煤、燃油、燃气等化石燃料及掺烧化石燃料的纯凝发电机组和热电联产机组等发电设施的电厂, 其中又以燃煤电厂占比最大。

随着 2022 年至 2023 年全国碳市场履约周期过去, 2023 年全国电力行业碳核查工作接近尾声。目前全国范围内的燃煤电厂, 尤其是以纯发电机组为生产设施的电厂, 都将面临着节能降碳改造和碳交易履约的重大难题。作者认为

燃煤电厂之所以会面对变化迟迟无法做出反应和决策，主要原因是以下几点。

## 2.1 能源消费结构导致生产降碳难度大

不同于燃油电厂和燃气电厂，燃煤电厂的能源消费种类主要有外购电力、柴油以及原煤。外购电力基本用于非生产设施以及生产设施的启停机备用电源。柴油主要用于应急发电机、机组锅炉启动以及部分运输车辆等。燃煤作为主要能量来源，基本上全部用于锅炉燃烧，产生蒸汽推动发电机运行。这三类能源消费均会直接或者间接地导致二氧化碳的排放，其排放比例大致如图 1 所示。

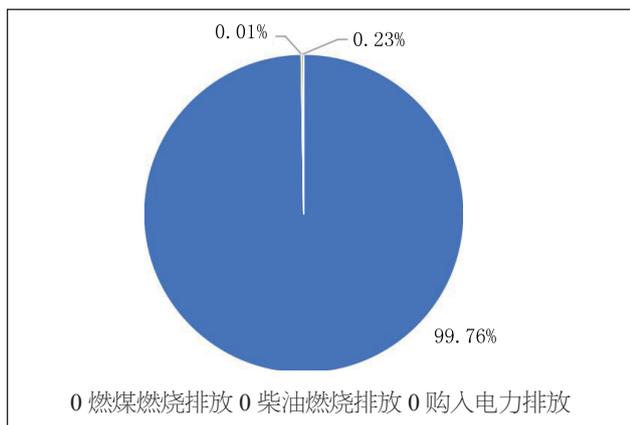


图 1 某电厂不同排放源二氧化碳排放占比

从图中不难看出，原煤燃烧导致的直接二氧化碳排放占燃煤电厂全厂总碳排放量的 99.8% 以上。许多适用于普遍工业生产的节能降碳措施对于燃煤电厂的降碳效果并不明显，如加装节电器、等离子点火、电机能效提升等。然而涉及煤燃烧的设备一旦进行改造或能效提升，都将是对资金和技术等方面的一大挑战。

## 2.2 集团化管理导致应变能力弱

目前，大部分的燃煤电厂基本归属集团统筹管理，如华能集团、中国电力投资集团、大唐集团、国电集团以及华电集团等。集团统一管理后，集团内部电厂在年底面临碳配额履约时，通常会采取东缺西补、内部消化的方式解决。实在不济，集团与集团之间也可以互相购售碳配额或者购买存量 CCER（国家核证自愿减排量）来实现履约，这将一定程度上影响燃煤电厂节能降碳改造以及合理储备碳配额的积极性。相比之下，少量的独立电厂管理相对单一，自负盈亏的经营模式迫使其不得不因为生计而进行节能降碳改造，在碳市场操作方面更是大胆购入低价 CEA（碳排放配额）和 CCER 一方面进行节能低碳改造，降低碳排放强度，减缓履约压力；另一方面通过多方咨询了解 CEA 的价格曲线，敢于大胆低价买入 CEA 和 CCER，实现“配额自由”。

## 2.3 缺乏双碳领域专业人才

相较于欧洲和日本碳市场的起步时间，中国双碳政策提出时间尚短。地方碳市场仅仅为部分省市试点，全国碳市场也仅在 2021 年开放，相关的政策也是近年来陆续发布并

不断更新。中国目前双碳领域专业人员极度匮乏，绝大多数燃煤电厂未设立专门的碳排放管理部门和招聘相关专业人才，普遍是由生产部门或者安环部门等的同事兼任，负责生产和安环的同事确实对全厂能源消费和排放情况十分了解，但是并不完全等同于碳排放管理，这里面失之毫厘差之千里。

## 2.4 碳汇项目落地时间难度大

燃煤电厂除去节能降碳改造外，有效实施碳汇项目也是一个节能降碳的方向。碳汇项目是指对大自然中二氧化碳有吸收效果或者可以替代生产过程中二氧化碳排放的项目，如造林碳汇、海上风力发电以及光热发电项目等。这类项目可以申请 CCER，并用于抵消企业碳排放。但是 CCER 经历了自 2012 年启动，2017 年暂停备案申请，到 2023 年重启 CCER 的历程后，目前市场上仅剩部分存量 CCER，新发布的方法学也仅四个，分别为“造林碳汇”“红树林营造”“并网光热发电”和“并网海上风力发电”；另外，“煤矿低浓度瓦斯和风排瓦斯利用”和“公路隧道照明系统节能”两个方法学正在公开征求意见阶段。现阶段，CCER 方法学有显著的地域限制和严格的额外性论证要求，并且目前仍处于启动阶段，部分成熟可靠且有充分准备的项目落地可能性大，对于刚开始了解认识就跃跃欲试的企业，只能说道阻且长。

## 3 节能降碳改造系列措施

为实现二氧化碳排放量的减少，实施节能降碳改造措施是电厂的必经之路，小打小闹的措施已经不足以应对巨大的配额缺口。以下列举的节能降碳改造措施可以明显降低电厂的经核查碳排放量。需要说明的是，以下措施参考《企业温室气体排放核算与报告指南发电指南》提出，如掺烧生物质燃料、垃圾或污泥这类措施，尽管生物质、垃圾或污泥元素成分中含有碳元素，但是指南中明确掺烧这类物质产生的二氧化碳排放不计入企业生产总二氧化碳排放量中，因此在核查层面同样可以起到减碳的作用。

### 3.1 掺烧生物质燃料、垃圾或污泥

根据最新的《企业温室气体排放核算与报告指南发电设施》可知，对于掺烧化石燃料的生物质发电机组、垃圾（含污泥）焚烧发电机组等产生的二氧化碳排放，仅统计燃料中化石燃料的二氧化碳排放。因此通过生物质燃料替代化石燃料，在技术条件允许的情况下进行一定程度的掺烧，将是现阶段燃煤电厂降低碳排放最立竿见影的方法。

生物质掺烧热量占比不同，将直接影响企业二氧化碳的核算排放量。根据发电设施排放指南可知，生物质掺烧热量占比为 10% 时，二氧化碳核算排放量对应也将减少 10%，生物质掺烧热量占比和减排量同步。目前来说，适合电厂掺烧的生物质包括：树枝、树叶、秸秆等农林废弃物；沙柳等能源植物；芦竹生物质颗粒；垃圾以及污泥等。

生物质掺烧技术已经在全国范围内多个电厂成功应用，

其掺烧热量占比视实际情况参差不齐。实际情况是,生物质掺烧技术需要考虑生物质热值稳定性、原料来源稳定性以及采购成本等多个因素影响。例如,某燃煤电厂园区配套有大量印染产业,其产生的印染污泥热值稳定在 2000 大卡左右,污泥的年产量相对稳定,且运输成本和统一采购成本相对低廉,因此该燃煤电厂采用生物质掺烧技术十分适用。

### 3.2 绿氨掺烧

氨在燃烧过程当中没有二氧化碳排放,且热值较高、储存便利。根据《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027年)》可知,利用风电、太阳能发电等可再生能源富余电力,通过电解水制绿氢并合成绿氨,可以实施燃煤机组掺烧绿氨发电。目前,中国可再生能源发电技术发展迅速,存量项目和新建项目的装机规模逐年上涨,而储能技术却迟迟停留在电池化学储能和抽水蓄能为主的阶段,绿氨储能有望进一步加快中国可再生能源技术的发展<sup>[1]</sup>。

但是目前氨仍旧主流作为化工原材料,氨做能源的路径尚且起步。中国的国家能源集团和国外的日本石川岛公司均已进行了中型试验<sup>[2]</sup>,效果良好。但是燃煤电厂掺烧绿氨技术仍旧处于试验和示范阶段,实际应用于电厂还需进一步探索。对于剩余运行寿命较短的老旧电厂、周边可再生能源发电消纳困难的地区可以先行尝试该技术。

### 3.3 汽轮机综合改造或通流改造

对于大多数存量的燃煤电厂来说,早期由于技术落后等原因,汽轮机的叶片型线设计技术落后、蒸汽汽漏严重、材料老化,导致汽轮机普遍存在效率低、能耗高等问题。通过对汽轮机进行通流改造可以有效降低供电煤耗,从而起到降低碳排放的效果。通过现有的数据,某 660MW<sup>[3]</sup> 火电厂汽轮机在通流改造后碳排放量减少约  $5.86 \times 10^4 \text{t CO}_2$ ,某 330MW<sup>[4]</sup> 燃煤机组汽轮机综合节能改造后碳排放量减少约  $8.82 \times 10^4 \text{t CO}_2$ 。事实证明,综合改造或通流改造的确可以大幅度优化机组煤耗水平,降低碳排放量,不过其降碳程度因技术水平和改造深度各不相同。

## 4 应对全国碳交易市场的系列措施

除了通过节能降碳改造措施来减碳之外,应对全国碳交易市场还有系列管理措施,通过明确企业自身碳排放量、积累有效的碳配额以及合理利用抵消和交易机制的方法来协助企业应对每一轮履约周期。

### 4.1 积极开展碳资产盘查

目前,电厂碳核查的机制基本是第二年年中核查前一年的碳排放数据,如 2024 年 4 月至 6 月左右开始核查电厂 2023 年全年的排放数据和生产数据。因此,电厂有必要在年底的时候,借助有经验和资质的第三方机构提前对全年数据进行盘查和资料存档。

一方面,企业可以提前查漏补缺,避免因出现实测数据丢失、计量器具校准问题、台账和凭证交叉验证不合理,

从而导致核查时取缺省值放大排放量或缩小生产数据的情况出现;另一方面,企业可以根据配额分配方案和盘查出的碳排放量数据,提前清楚企业自身碳配额是盈余,或是亏损。从而通过提前购售碳资产的方式来应对碳履约。

除此之外,企业还可以借助第三方的碳资产盘查报告,了解企业自身可以开发的碳资产。例如,林业碳资产开发、红树林碳资产开发、海上风电碳资产开发等。部分项目虽然目前并不能开发为 CCER,但是 CCER 方法学陆续在发布,有开发潜质的项目都可以提前布局。项目的开发潜质可以参考此前自然资源部及发改委发布的十二批 CCER 方法学,自 2013 年至 2016 年,共发布了包括《可再生能源联网发电》(CM-OOI-VOI)在内的 202 个方法学。

### 4.2 合理运用 CCER 抵消机制

目前,CCER 抵消机制可以允许购买 CCER 并申请抵销,抵销比例不超过对应年度应清缴配额量的 5%,且 CCER 可以沿用。这意味着在 CCER 价格合适的情况下,企业可以购买 CCER 抵消清缴配额。由于 CEA 碳资产的潜力更大,在账户中尽量保留多的 CEA 将有利于企业后续应对碳市场变化。目前市场上均为存量的 CCER,无新增的 CCER,因此在下一批 CCER 通过审定前,CCER 越用越少,目前的价格基本和 CEA 持平。随着 CCER 的重启,预计今年年底至明年新增的 CCER 将重新进入碳交易市场,届时 CCER 价格可能迎来缓冲,或许是企业入手 CCER 的好机会。

### 4.3 学习和掌握碳交易市场规律

碳交易市场是可以将企业盈余 CEA、CCER 等商品进行买卖的地方。碳交易市场类似于股票市场,商品价格会有涨跌情况,同时允许自由买卖,通过买进卖出操作可以实现盈亏。但是不同于股票市场的是,碳交易市场更加受到政策的影响,且企业需要通过碳配额进行履约,因此该市场商品价格还将存在周期性的规律。

目前来看,碳交易市场的商品价格整体呈现大幅度增长的趋势,价格在短短几年内增长数倍,更是有预言指出 2025 年 CEA 价格将再次翻倍,CEA 单价有望达 200 元。这一预言并非毫无根据,随着钢铁、水泥和铝冶炼加入全国碳交易市场,市场容量将进一步扩大;CCER 方法学数量在逐步增加,CCER 也将重新进入全国碳交易市场中;同时,随着临近 2030 年,碳达峰目标艰巨,免费发放的碳配额必然继续减少;这些因素都将直接或间接地影响碳价。

笔者不对碳价进行预测,但是建议企业尽早学习和掌握碳交易市场规律,避免出现履约时间截止在前,而选择在最高点买入碳配额来填补缺口的情形。

## 5 结论

①双碳政策对传统燃煤电厂的压力日趋增长,电厂需要积极做出改变,通过碳减排、碳交易、碳管理等多个方面来拥抱变化,推动双碳目标的实现。

②燃煤电厂 99% 以上的二氧化碳排放是由于化石燃料直接燃烧导致的, 因此降碳难度大; 同时电厂多为集团化管理, 应变能力弱, 缺乏双碳领域专业人才; 可以抵消碳排放的碳汇, 项目落地时间长, 难度大。

③燃煤电厂可以通过掺烧生物质燃料、垃圾或污泥, 绿氨掺烧, 汽轮机综合改造或通流改造等多个方向来减少碳核查过程中的碳排放量。同时建议电厂积极开展碳资产盘查, 合理运用 CCER 抵消机制和碳交易市场的机制来应对碳履约。

#### 参考文献:

[1] 佚名.《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027年)》发布

[J].中国氯有成,2024(8):63-64.

[2] 李俊彪,王明华.基于不同情景模式的燃煤掺氨发电技术的经济性分析[J].中国煤炭,2022,48(5):54-59.

[3] 金顺,刘强强,何明峰,等.电厂600汽轮机通流改造方案的研究与应用[J].能源与节自旨,2022(11):148-152.

[4] 史鹏飞,康朝斌,张志强,等.某330MW亚临界直接空冷燃煤机组汽轮机综合节能改造效果分析[J].电力科技与环保,2023,39(1):8-15.

作者简介: 唐万成(1998-), 中国湖南益阳人, 从事电力、石化等行业的节能低碳研究。