

碳达峰碳中和背景下电力行业碳排放权分配研究

廖志高^{1,2*}, 李诗萌¹

¹广西科技大学经济与管理学院, 广西 柳州

²广西工业高质量发展研究中心, 广西 柳州

收稿日期: 2022年10月16日; 录用日期: 2022年11月14日; 发布日期: 2022年11月21日

摘要

随着全国碳市场纳入电力行业以及“双碳”目标的明确提出, 电力行业如何进行碳排放权分配成为当前研究的焦点问题。通过对电力行业碳排放现状分析, 发现“双碳”目标的确定对电力行业碳减排有促进作用, 并构建包括发电机组分配和发电集团分配的碳排放权分配模型及实例分析, 得出到2025年和2030年电力行业碳排放权分配额重点分配领域仍是燃煤发电, 且有偿分配在其中发挥显著作用。如要在2025年如期达峰, 必须提高碳市场活跃度, 除了改变碳配额分配方式外, 国家可以投入资金促进技术研发、引进国外人才, 市场扩大有偿分配比例、完善碳价机制, 企业成立碳资产管理小组等方式提高企业积极性, 提高碳市场有效性。

关键词

电力碳排放权, 电力企业, 碳排放权分配, “双碳”目标

Research on the Allocation of Carbon Emission Rights in the Power Industry under the Background of Carbon Peak Carbon Neutrality

Zhigao Liao^{1,2*}, Shimeng Li¹

¹School of Economics and Management, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou Guangxi

²Guangxi Industrial High Quality Development Research Center, Liuzhou Guangxi

Received: Oct. 16th, 2022; accepted: Nov. 14th, 2022; published: Nov. 21st, 2022

*通讯作者。

Abstract

With the inclusion of the national carbon market into the power industry and the clear proposal of the “dual carbon” goal, how to allocate carbon emission rights in the power industry has become the focus of current research. Through the analysis of the current status of carbon emissions in the power industry, it is found that the determination of the “dual carbon” target will promote carbon emission reduction in the power industry. In 2025 and 2030, the key distribution area of carbon emission rights allocation in the power industry is still coal-fired power generation, and paid distribution plays a significant role in it. In order to reach the peak as scheduled in 2025, the activity of the carbon market must be increased. In addition to changing the allocation method of carbon allowances, the state can invest funds to promote technology research and development, introduce foreign talents, expand the proportion of paid allocation in the market, and improve the carbon pricing mechanism. Asset management teams and other methods can improve the enthusiasm of enterprises and improve the effectiveness of the carbon market.

Keywords

Power Carbon Emission Rights, Power Companies, Carbon Emission Rights Allocation, “Dual Carbon” Goal

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,碳排放过量致使环境污染形势严峻,引起各国高度关注并出台一系列政策及措施进行控排。截止 2021 年已有 54 个国家实现碳达峰,占全世界碳排放 40% 的比重。2021 年,中国的碳排放总量为 119 亿吨,占全球碳总排放量的 33%,远高于美国和印度,已然成为世界高耗能、高碳排大国。当前中国的能源消费仍以高含碳的化石能源为主,煤、石油以及天然气的消费占能源消费总额的比重高达 84.2%,非化石能源占比仅为 15.8%。现在中国距碳排放达峰的目标不满 10 年,到碳中和不足 40 年,减排任务艰巨,刻不容缓。电力行业作为中国经济里的支柱产业,其碳排放占全部碳排放的 1/3 以上,近年来一直居高不下,是中国碳排放的最主要来源。

中国现有文献主要聚焦在如何通过碳排放权分配使碳减排与经济共同增长,鲜少考虑有偿分配对碳减排及经济影响的相关研究。由《碳排放权交易管理办法(试行)》可知,中国碳交易市场仍以无偿分配为主,有偿分配为辅。无偿分配虽然让碳排放量大的企业获得更多的碳排放权,却也致使企业安于现状,并不利于企业技术创新[1][2],同时,碳交易价格的提高对于促进企业绿色技术创新有显著的作用,尤其对可再生能源行业的技术创新有显著作用[3]。全国碳市场要促进碳减排,必须提高碳排放权交易效率。由《北京理工大学能源与环境政策研究中心系列研究报告》可知,全国碳交易市场的交易换手率在 3% 左右。目前最活跃的欧盟碳市场,换手率从初期的 4.09% 提升至当前的 417%,与欧盟碳市场相比,中国碳市场尚处于发展初期,市场活跃程度有很大的发展空间,若想按时碳达峰碳中和,必须提高碳市场的活跃度,更好地发挥其有效性。

目前市场碳价高开低走,流动性不足,企业积极性不高,这与碳市场宽松的配额机制有关。要提高

碳交易价格, 必须提高有偿分配的比重[4]。张宁等人已经提出, 若要施行有偿分配, 虽然可以促进清洁电力产出, 但比之免费分配, 对经济增长造成的负面影响更大[5], 如何在提高碳排放效率的同时减小对经济增长的负面影响十分重要[6] [7] [8] [9]。陈勇[10]等人运用的碳排放权分配模型, 考虑小型火电机组并建立了分配模型, 促进电力企业调整电源结构及排放权交易, 同时为江苏省 2015 年及 2020 年的碳配额分配实践提供理论借鉴。而在“双碳”目标提出后, 电力市场相关的研究也应随之改变, 且小于 300 MW 的火电机组已经被关闭, 之前的分配模型也不再适用, 本文考虑到企业火力发电成本升高, 倒逼企业扩大可再生能源发电, 对陈勇等人运用的碳排放权分配模型提出改进, 考虑有偿分配带给火电企业的经济成本, 并在全国范围内分配碳排放权, 提高碳市场有效性与活跃度, 保证电力行业在 2025 年碳达峰, 为中国整个电力行业的碳排放权分配提供基础方案。

2. 中国电力行业碳排放权分配思路

电力企业使用的碳排放配额分配方式以行业基准法为主, 限定排放较为单一, 只基于技术水平、减排潜力、排放控制目标等因素进行确定, 没有考虑发电类型的不同, 导致高产能企业产能下降, 低产能企业排放达不到限排, 造成剩余, 影响地区生产效率。因此在进行碳排放权分配时, 需考虑不同发电机组针对性分配, 有效促进碳减排。

2.1. 电力分配原则

在“双碳”政策推动下, 小型火电机组已被全部关闭, 同时考虑到不同电源的能耗程度不同、可再生能源等因素提出以下分配原则:

(1) 经济成本最小化原则。为了提前实现电力行业碳达峰, 不可避免会对经济发展造成压力, 在降低碳排放的同时会增多成本, 同时会造成部分经济增长缓慢。部分发电厂为响应减碳降碳, 一味推行可再生能源发电, 致使亏损乃至倒闭。在进行碳排放额分配时, 需要考虑成本问题, 尽量使经济成本最小化。

(2) 减排激励原则。国家可以推动碳市场成熟以及碳税机制, 大力推动绿色贷款、绿色股权、绿色债券、绿色基金发展等手段促进电力行业降低碳排放。部分电力企业的责任意识并不重, 由于投入成本高等原因对低碳减排并不积极[11]。激励机制可以激励企业改革, 进行技术创新, 同时对于资金投入绿色低碳发展有促进作用。

(3) 利于“双碳”目标实施原则。“双碳”目标下, 电力行业在 2025 年碳排放量达到峰值并不再增加, 并且构建以可再生能源为主体的新型发电系统将会逐步代替火力发电的首要位置, 在 2060 年可再生能源装机占比 96%, 火电机组几乎全面关闭。要实现碳达峰, 必须强化“双碳”目标导向作用。

2.2. 分配程序

因此, 基于上述电力行业特点, 并结合分配原则, 考虑中国整个电力行业碳排放权分配可以从发电类型及发电集团两个方面考虑分配路径, 如图 1。

由图 1 可以看出, 中国电力行业碳排放权的分配路径主要包括两步:

(1) 把整个电力行业的碳排放量分摊给各种型式的机组。发电的方式有很多种, 而不同类型下能耗水平也不相同, 基于经济成本最小化的原则, 各步骤的分配都要贯彻总成本最小化的原则, 也即用所有种类机组中总的发电成本最低位为分配目标。

(2) 把不同机组所取得的碳排放量分摊到不同电厂集团。在各步骤的资源分配时必须兼顾减排激励原则, 以利于“双碳”政策的原则。根据减排激励原则, 用于清洁燃料的发电机组, 主要分为水力、风能、太阳能、生物质能以及核能发电, 为这些公司分配更大的碳排放量, 并促使各个发电公司减少碳排放量; 为了利于我国政策实施规定, 政府必须将各种发电形式所取得的碳排放量分摊给不同电力企业, 并逐步

降低火电机组的运行小时, 以此推动我国节能减排政策措施的落实。由此可以再归纳得出各个电力企业所掌握的总的碳排放权, 最后得出了整个电力行业的碳排放权。

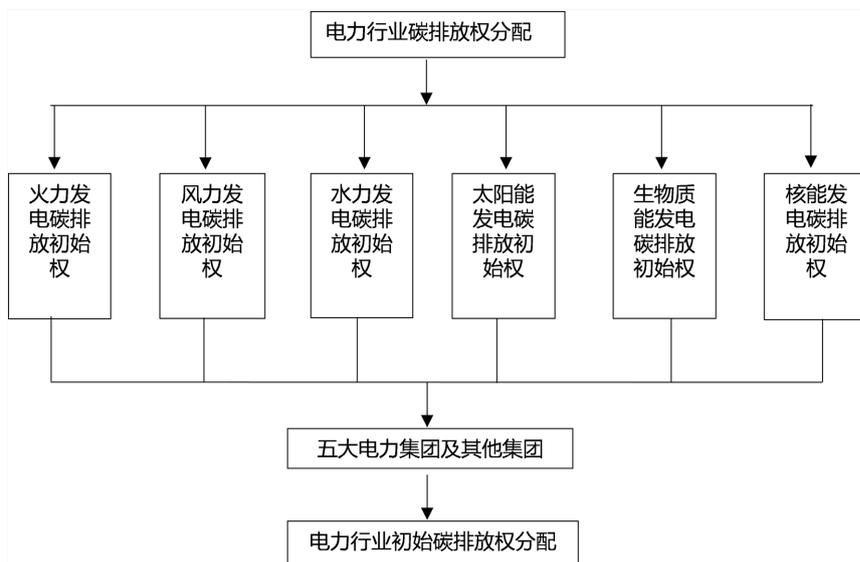


Figure 1. Distribution path of electricity carbon emission rights
图 1. 电力碳排放权分配路径路径

3. 电力行业碳排放权分配模型

在建立碳排放权分配模型时, 必须扩大可再生能源发电的比重, 可以得到碳排放权的分配模型主要有两个: 第一个模型是把总的碳排放权分到不同类型的发电机组; 第二个模型继续把不同类型的发电机组碳排放权分到不同发电厂。从而得出各电力企业所掌握的总碳排放权, 以及中国整个电力行业的碳排放权。

3.1. 分配给不同类型发电机组的模型

设 E 为分配的总碳排放权, 当前电力行业碳排放权的限额普遍低于实际碳排放量总额, 对其碳排放权进行分配时, 通过基于不同发电类型进行分配, 进而把总的碳排放权分至所有发电类型的机组。

当前中国发电类型主要包括火电、风电、水电、太阳能、生物质能, 核能发电虽然在中国占有比例较小, 但随着“双碳”目标不断推进, 核能发电在未来也将占有不小的比重, 因此假设当前中国电力行业的发电类型分别是火电、风电、水电、太阳能、生物质能和核电等。

本文在陈勇等人碳排放权分配模型的基础上, 考虑火力发电成本不断增高, 倒逼企业扩大可再生能源的发电比例基础上, 将有偿分配带给火电行业的成本放入模型, 所建分配模型如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min F = \sum_{k=1}^8 \left[c_k^t (q_k^t) + \alpha_k^t (q_k^t \times \gamma_k^t - E_k^t - \varepsilon^t \times E^t) \right] + \beta^t \times \varepsilon^t \times E^t \\ E_k^t / (1 - \varepsilon^t) E^t = \frac{\omega_k \times \gamma_k^t \times q_k^t}{\sum_{k=1}^8 (\gamma_k^t \times q_k^t) - \varepsilon^t \times E^t} \\ Q_{\Sigma}^t = \sum q_k^t \\ q_k^t \leq q_{k \max}^t \\ E_k^t > 0, k = 1, 2, \dots, 8 \end{array} \right. \quad (1)$$

其中第 k 种发电类型在第 t 年的碳排放权总量为决策变量, 记做 E_k^t , c_k^t 为在第 t 年的目标发电成本函数; q_k^t 表示在第 t 年的第 k 种发电机组的计划发电量; γ_k^t 表示在第 t 年的第 k 种发电机组的二氧化碳排放强度; α^t 表示在第 t 年的碳排放权交易价格; β^t 表示在第 t 年有偿分配的碳排放权价格; ε^t 表示在第 t 年有偿分配的碳排放额比例; Q_Σ^t 表示在第 t 年中国的电量需求减去从其他国家送来的发电总量加上送往其他国家的电量总量; $q_{k\max}^t$ 为第 k 种发电机组在第 t 年的最大发电量; ω_k 为第 k 种发电机组碳排放权比例系数, 通过国家能源局《关于征求 2021 年可再生能源电力消纳责任权重和 2022~2030 年预期目标建议的函》确定。

模型当中, 目标函数表明了每个发电厂机组综合发电的经济成本达到最小。其中, 约束条件一是根据减排激励原则, 而不同发电机组的碳排放配额受其碳排放量影响, 同时考虑有偿分配, 鼓励发展可再生能源, 对可再生能源类型的机组碳排放比例配上适当的系数。碳排放权的总量是由不同发电类型的机组分配的碳排放权加总。第二个以及第三个约束条件是电量平衡式, 分别表示在第 t 年, 不同机组的电量之和等于总电量需求减去外来发电总量加上送去他地的电量总量; 以及在第 t 年, 所有发电机组的总发电量小于或等于所有发电机组的最大发电量。

3.2. 分配到电厂集团的模型

在“双碳”目标的影响下, 各个电力集团纷纷响应政策, 已经不断关停高耗能的老旧小火电机组, 到现在还在使用低于 30 万千瓦的小火电机组都是供热而非供电, 因此本文考虑电厂碳排放权时不区分大小火电机组。

假设发电集团 R 在第 t 年第 k 种发电类型的装机容量为 $M_{R,k}$, 则在第 t 年第 k 种发电类型的总装机容量为 $\sum_{R=1}^m M_{R,k}$ 。电厂集团 R 在第 t 年第 k 种发电类型所获得的碳排放权为:

$$E_{R,k}^t = \frac{E_k^t}{\sum_{R=1}^m M_{R,k}} \times M_{R,k} \quad (2)$$

则电厂集团 R 在第 t 年的碳排放权分配模型如下:

$$\begin{cases} E_R^t = \sum_{k=1}^8 E_{R,k}^t \\ E_{R,k}^t = \frac{E_k^t}{\sum_{R=1}^m M_{R,k}} \times M_{R,k} \end{cases} \quad (3)$$

4. 算例分析

中国的电力集团主要是五大电力集团, 因此本文将发电厂分为五大电力集团及其他电厂 6 类, 其中五大电力集团公司包括中国大唐集团、中国电力投资集团、华能集团、国家能源集团和华电集团。

4.1. 数据来源及处理

若电力行业能在 2025 年提前达峰, 通过华北电力大学和北京大学能源研究院共同撰写的《电力部门碳排放达峰路径与政策》研究报告可知, 中国电力行业 2025 年和 2030 年所获得的碳排放权分配量分别为 50 亿吨和 48 亿吨。通过中国社会科学院与社会科学文献出版社共同发布《能源蓝皮书: 中国能源发展前沿报告(2021)》, 预计 2025 年以及 2030 年全年的总发电量分别为 9.5 万亿 k 千瓦时和 11 万亿千瓦时, 这两个发电量是电力碳排放权的分配模型中总的电量约束。

2021 年碳交易权均价为 51 元/吨, 根据中国碳论坛发布的《2020 年中国碳价调查》, 将碳交易价格定为 2025 年 71 元/吨、2030 年 93 元/吨。广东试点市场进行有偿配额的价格为碳交易价的 80%, 本

文采用此试点市场的价格比例, 同时, 本文将采用比例为 3% 和 5% 的碳排放配额通过拍卖机制实现有偿分配[12]。

而目标规划模型里的发电成本可以参考表 1 中不同发电类型的平均发电成本, 对于不同火力发电机组, 其二氧化碳排放系数可以参考表 2。

Table 1. Different types of power generation and installed capacity

表 1. 不同类型的发电方式及装机情况

发电类型	平均成本 (元/kW·h)	年平均利用 小时数/h	年最小、最大利 用小时数/h	2025 年预计装机 容量/万 kW	2030 年预计装机 容量/万 kW	
火电	燃煤	0.76	4340	4100~5300	125,000	104,000
	燃气	0.73	3340	3200~4000	15,000	14,000
	其他 (燃油、三余等)	0.65	6020	5700~6100	3000	4100
可再 生能 源	水电	0.40	3700	3300~3800	43,800	56,000
	风电	0.60	2100	2400~2800	54,000	78,000
	太阳能	1.00	1200	1000~1600	56,000	84,000
	生物质能	0.70	4890	4400~5000	5000	6200
	核电	0.69	7500	7100~8000	7200	13,700
装机容量总计				309,000	360,000	

预测发电量: 2025 年为 9.5 万亿 kW·h, 2030 年为 11 万亿 kW·h。

(来源: 中电联、国家电网。)

Table 2. CO₂ emission coefficients of main power generation technologies in the power industry

表 2. 电力行业主要发电技术的 CO₂ 排放系数

技术	排放系数(gco ₂ /kW·h)
煤电(大机组)	732
煤电(小机组)	996
标准煤	865
生物质	1120
天然气	443

(注: 数据来源于国网能源研究院计算数据和 IPCC 计算数据。)

4.2. 不同发电机组的碳排放量

用 q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4 、 q_5 、 q_6 、 q_7 、 q_8 分别代表煤电、气电、火电中的其他类型发电、水电、风电、太阳能发电、生物质发电以及核电的年总发电量; 用 q_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 、 E_5 、 E_6 、 E_7 、 E_8 分别代表对应每种发电技术所获得的碳排放权分配量; E 和 Q 分别表示电力碳排放总量约束和发电量总量约束; q_{\max} 可由装机容量乘以年最大发电小时数得出。通过上面设定的参数、变量和相关数据, 运用目标规划模型(公式 1), 以 2025 年的碳排放权分配为例, 建立线性规划模型, 模型如下:

$$\begin{cases}
 \min F = 0.76q_1 + 0.73q_2 + 0.65q_3 + 0.49q_4 + 0.6q_5 + q_6 + 0.79q_7 + 0.69q_8 \\
 \quad + 0.071 \times (0.865q_1 + 0.443q_2 + 0.363q_3 + 0.004q_4 + 0.012q_5 + 0.048q_6 \\
 \quad + 0.018q_7 + 0.016q_8 - \sum_{i=1}^8 E_i - 3\% \times E) + 0.0568 \times 3\% \times E \\
 E_i = E(q_i/Q) \\
 \sum_{i=1}^8 q_i = Q \\
 q_i \leq q_{i\max} \\
 i = 1, 2, 3, \dots, 8 \\
 Q = 9.5 \times 10^8, E = 50 \times 10^8
 \end{cases} \tag{4}$$

通过 Lingo15.0 软件可求得上面线性规划的解, 不同发电类型所得碳排放权及比重如表 3 所示。

Table 3. Carbon emission rights and proportions of various power generation types

表 3. 各种发电类型所得碳排放权量以及比重

发电技术类型	2025 年		2030 年	
	碳排放权量/亿 t	比重/%	碳排放权量/亿 t	比重/%
燃煤	26.675	55.00	19.608	43.00
燃气	1.94	4.00	1.824	4.00
火电其他	0.97	2.00	0.912	2.00
风电	6.305	13.00	7.296	16.00
水电	3.395	7.00	4.56	10.00
太阳能	5.82	12.00	6.84	15.00
生物质能	0.485	1.00	0.912	2.00
核电	2.91	6.00	3.65	8.00

从表 3 中不同发电机组类型的碳排放权比重, 以及表 1 中未来的装机容量可以看出, 在 2025 年以及 2030 年, 燃煤发电机组所占的份额依旧是最大的。各集团积极响应国家“双碳”政策, 陆续关停部分火电机组, 燃煤机组比重逐年在下降。在 2030 年, 虽然火力发电的比重依然不能忽视, 但风力、太阳能等清洁能源已经在整个发电行业中占有超过 60% 的比重。对比 2025 年以及 2030 年, 电力行业的总体碳排放量得到显著下降。随着清洁能源所得碳排放权进一步增加, 煤电发挥作用所占比重进一步减小, 此时能够使电力行业在 2025 年完成碳达峰目标, 同时这对于促进电力行业碳中和也有显著作用。

4.3. 不同发电集团的碳排放量

通过《2021 中国电源发展分析报告》以及《中国“十四五”电力发展规划研究》可以知道, 2025 年, 我国电源装机总量 30.9 亿千瓦。其中, 常规水电的装机容量是 4.38 亿千瓦, 煤电机组在此时达到峰值 11 亿千瓦、气电装机容量 1.5 亿千瓦, 风电装机容量为 5.4 亿千瓦、光伏发电 5.6 亿千瓦, 生物质能发电 5000 万千瓦。在规划中, 清洁能源的装机份额会由 2019 年的 41.9% 升到 2025 年的 57.5%。

2030 年, 我国电源装机总量 36.9 亿千瓦。其中, 煤电 10.2 亿千瓦、气电 1.4 亿千瓦, 风电 7.8 亿千瓦、太阳能发电 8.4 亿千瓦, 生物质能发电 6200 万千瓦。清洁能源装机占比由 2019 年的 41.9% 提高到 2030 年的 67.5%。

从表 4 中看出, 2025 年和 2030 年煤电的装机容量情况是随着“双碳”政策的实施, 在不断缩小比例。电力行业在 2025 年以及 2030 年碳排放权的分配量分别为 50 亿吨和 48 亿吨。考虑到中国境内的电厂集团比较多, 在进行二次分配时, 主要分配到全国范围的各个电厂集团。表 1 和表 2 是通过 EXCEL 软件进行预测的 2025 年和 2030 年各大电厂集团的装机容量情况。

Table 4. Carbon emission rights of major power groups in 2025 and 2030

表 4. 2025 年和 2030 年主要电力集团所得碳排放权

公司	2025 年碳排放权量/ 亿吨	2025 年比重/%	2030 年碳排放权量/ 亿吨	2030 年比重/%
中国大唐集团	2.87	5.93	2.60	5.71
中国电力投资集团	3.55	7.32	3.48	7.64
华能集团	5.06	10.44	4.80	10.53
国家能源集团	5.55	11.43	5.02	11.02
华电集团	3.55	7.32	3.20	7.03
其他电厂	27.92	57.57	26.48	58.07

从上述分配结果可以看出, 其他电厂的碳排放权分配量最多, 包括了许多比重不大的地方集团, 如华润电力集团、国华电力集团等。但其他电厂的碳配额减少量并不多, 而要实现“双碳”目标, 其他电厂发挥作用不容忽视。因此在减少电力行业碳排放中, 地方电厂可以增加可再生能源装机量, 扩大可再生能源发电比重, 在降低电力行业碳排放的同时, 积极参与碳市场交易, 形成循环机制, 强化碳减排的力度。

五大集团中碳排放配额显著减少的是国家能源集团。其煤电装机量远高于其他集团, 但在对不同发电类型机组进行针对性分配后, 降低碳排放的效果尤为显著, 本身对国家调控政策也在大力支持, 未来几年不断扩大可再生能源的开发, 预计在 2025 年达到 7000~8000 KW 以上的新增新能源装机, 从而减少了火力发电的比重。因此, 所分配的碳配额比例减少也是合理的。这对于企业进行发电结构调整以及进行全国碳排放权交易都有激励作用, 从而促进电力行业碳达峰。

5. 结论及建议

研究表明, 碳排放配额经过分配后能更好地发挥碳市场的有效性, 使宏观调控政策更好地发挥作用, 对不同企业的减排程度更有针对性, 优化了不同企业不同发电类型进行碳达峰所要实现的目标值。使用基准线法进行配额分配时, 由于基准线法下中国的宏观经济政策调控效果提升不明显, 更多依靠企业自身技术革新[13], 使得碳市场的有效性不足, 不能很好地支持电力行业实现“双碳”目标。本文进行分配的方法, 不仅在提高减排力度的同时实现对中国经济影响的最小化, 还克服了没有考虑发电类型的不足, 使得不同电力企业的减排责任较为公平, 同时考虑了有偿分配, 为中国整个电力行业碳排放权分配提供了借鉴, 促进了碳排放权交易效率, 提高了市场有效性和流动性。

尽管碳市场考虑有偿分配, 但各企业在燃煤发电的碳排放占比依旧居高不下, 因此在此基础上提出以下建议:

(1) 国家层面上, 可以加大资金投入和政策导向, 优化发电技术并提高电力企业积极性。国家作为实现“双碳”目标的领头人, 通过政策调控, 构建合适的经济政策环境, 保障人才、资金、技术、市场等

资源有效配置和合理利用的同时, 还需兼顾碳市场效率与经济发展相协调。中国虽有试点市场的经验, 相比国外完成碳达峰的国家, 经验技术并不成熟。对此, 国家可以投入资金, 从国外成熟市场引入相关人才, 对发电技术优化进行资金与人力支持, 同时出台相关激励政策, 可以对技术革新的企业进行奖励及资金支持, 也可以适当提高可再生能源发电电价及有偿分配比重、降低电力企业碳配额等方式, 提高电力企业的减排积极性, 促进国家实现“双碳”目标。

(2) 市场层面上, 完善碳市场价格机制, 推动碳市场和电力市场协同发展。一方面, 碳期货市场可以有效稳定碳价, 而有偿分配可促进碳价提升从而刺激企业减排积极性。可以加快建立碳期货市场的步伐, 同时适当提高有偿分配比例, 促进碳市场价格机制不断完善, 在保证行业发展的同时有效促进碳减排。另一方面, 绿色电力证书、可再生能源售价等政策扶持能为绿色发电企业带来收益, 促进电力市场改革, 电力市场在改革转型后也能反过来加强碳市场效果。可深化电力市场尤其对电价进行改革, 健全多层次的电力市场, 逐步向可再生能源发电转型, 针对不同类型电力可适当提高电价, 有效促进电力市场与碳市场协同发展。

(3) 企业层面上, 可以成立碳资产小组, 强化碳资产管理。燃煤发电成本的提高促使企业不得不重视碳资产的运营管理, 在减少成本的基础上实现利润最大化, 参与清洁能源及碳汇等项目都需要根据企业自身碳资产特点做出对应策略。发电企业可以利用国家政策以及市场机制, 通过技术改革降低碳排放, 并逐渐发展可再生能源发电, 选择符合企业自身特点的绿色发电方式, 通过绿证项目等方式弥补火力发电成本提高带来的亏损以及获取额外收益。同时, 企业要参与碳市场, 面对市场的不成熟与不确定性, 也需要及时对整个市场上碳资产的风险及机遇做出合理分析, 选择最佳投资决策。

基金项目

2022 年度广西文科中心“科学研究工程”专项项目(编号: WKZX2022001); 四川省社会科学重点研究基地系统科学与企业发展研究中心重点项目(编号: XQ22B09)。

参考文献

- [1] 刘海英, 王钰. 基于历史法和零和 DEA 方法的用能权与碳排放权初始分配研究[J]. 中国管理科学, 2020, 28(9): 209-220. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2020.09.021>
- [2] 宋德勇, 朱文博, 王班班. 中国碳交易试点覆盖企业的微观实证: 碳排放权交易、配额分配方法与绿色创新[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(1): 37-47.
- [3] 魏丽莉, 任丽源. 碳排放权交易能否促进企业绿色技术创新——基于碳价格的视角[J]. 兰州学刊, 2021(7): 91-110.
- [4] 张金梦. 碳排放权配额有偿分配进入操作期[N]. 中国能源报, 2022-05-16(002). <https://doi.org/10.28693/n.cnki.nshca.2022.001014>
- [5] 张宁, 庞军, 冯相昭. 全国碳市场引入配额拍卖机制及实施碳税配套措施的经济影响研究[J/OL]. 中国环境科学: 1-13[2022-06-04]. <https://doi.org/10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20211022.011>
- [6] 王梅, 周鹏. 碳排放权分配对碳市场成本有效性的影响研究[J]. 管理科学学报, 2020, 23(12): 1-11.
- [7] 曾鸣, 马向春, 杨玲玲. 电力市场碳排放权可调节分配机制设计与分析[J]. 电网技术, 2010, 34(5): 141-145. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2010.05.039>
- [8] 赵文会, 李阮, 李鑫明, 等. 中国电力行业碳排放的责任分摊[J]. 科技管理研究, 2017, 37(1): 227-232.
- [9] 冯路, 王天庆. 中国碳排放权初始分配定价研究[J]. 学习与实践, 2014(4): 45-51. <https://doi.org/10.19624/j.cnki.cn42-1005/c.2014.04.006>
- [10] 陈勇, 王济干, 张婕. 区域电力碳排放权初始分配模型[J]. 科技管理研究, 2016, 36(1): 229-234.
- [11] 杨迪, 陈尚营, 潘德鑫, 等. 企业绿色电力消费为何不积极? [N]. 经济参考报, 2021-04-15(008).

<https://doi.org/10.28419/n.cnki.njck.2021.002039>

- [12] 陈波, 孟萌. 基于最优拍卖数量和资金再分配模型的碳市场有偿分配机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(8): 10-15.
- [13] 杨翱. 不同碳配额分配方式的中国经济波动效应研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(6): 81-99.
<https://doi.org/10.13653/j.cnki.jqte.2022.06.003>