

火电企业节能减排绩效的差异分析

——基于规模视角和湖南的调查

杨亦民, 吴疑

(湖南农业大学商学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 基于湖南省 29 个火电企业 2012—2016 年节能减排数据, 运用 DEA 分析法对其节能减排绩效进行测度, 并通过多元回归模型对其节能减排的影响因素实证分析和比较。结果表明: 火电企业节能减排综合效率整体较低, 大中型火电企业综合效率比小型火电企业高。盈利水平(净利润)、供电煤耗率对大中型火电企业节能减排分别具有更显著正向和负向影响; 节能减排研发经费投入对大中型和小型火电企业均具有显著正向影响。火电企业提高节能减排效应的重点是降低供电煤耗率、增加节能减排研发经费投入。

关键词: 火电企业; 节能减排绩效; 影响因素; 比较研究

中图分类号: F205

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2018)02-0080-05

Analysis on the difference of energy saving and emission reduction performance of thermal power enterprises: Based on scale perspective and the survey in Hunan

YANG Yimin, WU Yi

(School of Business, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Based on the energy saving and emission reduction data of 29 thermal power enterprises in Hunan province during 2012 and 2016, the DEA analysis method is used to measure the performance of energy saving and emission reduction, and the impact factors of energy saving and emission reduction are analyzed and compared through multiple regression model. The results show that the overall efficiency of energy saving and emission reduction is low in thermal power plants, and the comprehensive efficiency of large and medium-sized thermal power enterprises is higher than that of small thermal power plants. The profit level (net profit) has significant positive effects on the energy saving and emission reduction of large and medium-sized thermal power enterprises, while the coal consumption rate of power supply has negative effect on it, the investment in energy saving and emission reduction has significant positive effect on both large and medium-sized and small thermal power plants. The key to improve energy saving and emission reduction for thermal power enterprises is to reduce coal consumption and increase investment in energy saving and emission reduction.

Keywords: thermal power enterprise; energy conservation and emission reduction performance; influencing factors; comparative study

随着中国经济结构调整步伐不断加快, 政府环境规制日趋严厉, 国内火电企业呈现出发展速度放缓、环境成本提高等新特征。在区域经济增速放缓及环境规制双重压力胁迫下, 火电企业的高能耗、

重污染等问题严重制约火电企业的可持续发展, 节能减排已成为火电企业可持续发展的必经之路。如何测度火电企业节能减排绩效、挖掘其关键性影响因素, 成为目前解决火电企业高能耗、高污染问题的重点, 为此, 学界对火电企业节能减排的研究不断向深度和广度渗透。

既有研究从火电企业节能减排机制、节能减排效率评价方法、节能减排影响因素等方面展开。崔

收稿日期: 2018 - 03 - 12

基金项目: 湖南省情与决策咨询研究课题(2014ZZ102)

作者简介: 杨亦民(1973—), 男, 湖南邵阳人, 教授, 博士后, 主要研究方向为农村金融与财务。

树银从建立节能减排机制的角度分析了火电企业节能减排存在空间窄、企业动力不足、考核体系不完善等问题^[1]，朱东福建议有针对性地出台节能减排优惠政策，建立合理有效的火电企业节能减排长效机制，释放企业节能潜力^[2]。张雷等运用全排列多边形图示指标法对中国火电企业节能减排绩效进行综合评价，研究结果显示，火电企业的节能减排综合绩效随季节变化逐渐上升，技术改造项目效果明显^[3]。赵会茹等运用组合赋权法-改进物元可拓模型对中国火电企业节能减排进行绩效评价，研究发现物元可拓模型评价对火电企业节能减排绩效的提升具有促进作用^[4]。裴莹莹等综合 2009—2014 年电力行业能耗和污染物的排放特征，对企业节能减排绩效影响因素进行实证分析，研究发现国家宏观管理政策、电力消费结构、市场开放程度对火电企业节能减排绩效具有显著正向影响^[5]。上述文献梳理表明，近年来学界对火电企业节能减排的研究主要从比较宏观的视角出发，对火电企业节能减排效率进行总体测度与评价^[6]，鲜有对火电企业节能减排绩效的对比分析；研究方法以主观赋权^[7]、因子分析^[8]、指标分析为主，侧重于研究单投入、单产出问题，缺少客观自动赋权处理多投入、多产出问题的方法；多从单一视角研究火电企业节能减排影响因素^[9]，缺乏对不同区域、不同规模火电企业节能减排影响因素的对比分析。鉴此，本研究拟运用自动赋权非参数分析法，基于对湖南省火电企业的调查，通过对比分析不同规模火电企业的节能减排绩效，探索影响火电企业节能减排的关键影响因素，为进一步推进火电企业节能减排、优化能源消费结构、实现绿色发展提供参考。

一、研究视角和基本假设

火电是目前中国主要的电力来源，但其粗放式的发电模式也产生了大量的资源浪费和工业“三废”，制约了经济的可持续发展。为实现库茨涅兹曲线的“脱钩”，有必要聚焦火电企业节能减排的研究。湖南省位于中国中部地区，近年来成为承接产业转移的地区之一，在此背景下，大量火电企业的引入和发展，为其带来经济发展活力的同时，也给区域环境带来巨大压力。火电企业节能减排经费的支出必然间接影响到企业的盈利水平，降低企业

参与节能减排的积极性，导致能源粗放型消耗以及污染物无法得到有效控制。在火电企业发展面临的多重约束中，找出火电企业节能减排的关键影响因素，对于火电企业提升节能减排绩效至关重要。现拟基于火电企业生产要素投入及产出效能视角对其节能减排绩效影响因素予以分析和比较，并提出相关研究假设。

供电标准煤耗率作为火电企业考核的重要国家标准，是衡量其发电效率的重要生产指标。火力发电厂是将以煤为主的一次能源转化为电能的生产主体，煤耗水平直接反映其能耗水平。供电煤耗率高则表示企业能耗高，同时表明企业产生更多的污染物，不利于其节能减排。降低供电煤耗率可以提高能源的利用率，节约能源成本，减少环境污染，从而提升企业节能减排绩效。由此提出假设 1：供电标准煤耗率与节能减排绩效负相关。

盈利水平一般以净利润来测度，是衡量经营业绩的重要指标。如果电煤价格上涨或市场电价下跌，必然增加高能耗、高污染的火电企业减排压力。在碳交易市场不断完善的背景下，火电企业如果需要通过购买更多碳排放权来保证生产，其盈利水平必然下降，节能减排的投入也会随之减少。实践也表明：盈利水平高的火电企业更有能力支付节能减排费用，由此提出假设 2：火电企业盈利水平与节能减排绩效呈正相关。

节能减排研发经费投入是反映创新发展的核心指标。火电企业发电一般以燃煤机组为主，煤炭燃烧往往具有高污染性和对生态环境的破坏性。为此，火电企业应加强节能减排研发经费投入，促进清洁生产和煤炭高效利用。火电企业与风电、水电等清洁能源相比，新技术的推广相对困难，只有保持一定额度的节能减排的研发经费投入，才能开发并推广新的发电技术，提高节能减排绩效，由此提出假设 3：节能减排研发经费投入与节能减排绩效正相关。

企业规模效应又称规模经济。一般而言，规模较小的火电企业不同程度存在技术水平落后、设备改造延迟、监管不严、与外界技术、信息交流不充分等不足，同时其使用的标煤单价较高也会提高生产成本，导致企业盈利水平下降、净利润率偏低和负债率提高。当企业盈利水平不足以支持以节能减

排为核心的清洁生产时,其节能减排效率必然下降。而大中型火电企业生产技术和设备比较先进和配套,在生产要素的投入方面具有明显规模效益,盈利水平更高,政策适应性强,节能减排经费投入力度较大,与小规模的火电企业相比,其节能减排绩效会更高,由此提出假设4:企业规模与节能减排绩效正向相关。

二、数据来源与样本特征

本研究数据来源于2017—2018年笔者所在课题组对湖南33个火电企业的调查。将被调查企业

中投产不足5年的、数据和信息记录不全的样本剔除后得到29个火电企业2012—2016年数据样本145个,其中大中型火电企业12个(营业总收入1亿元以上的企业),小型火电企业17个。

将燃料成本和标煤单价作为投入变量,以火电厂二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放量作为非期望产出变量,以年度发电量作为期望产出变量。选择机组容量利用率、企业规模、装机容量、入厂入炉煤热值差、厂用电率作为控制变量。调查样本的描述性统计特征见表1。

表1 调查样本的描述性统计特征

变量	单位	均值			最大值	最小值	标准差
		(总体样本)	(大中型企业样本)	(小型企业样本)			
供电标准煤耗率(CC)	克/千瓦时	324.64	320.64	327.03	341.12	302.510	8.96
发电量	亿千瓦时	18.53	41.33	2.75	99.58	0.050	23.59
机组容量利用率(CAP)	%	0.11	0.11	0.11	0.125	0.102	0.01
营业总收入(SIZE)	百万	826.00	2043.00	41.20	44 417.00	1.000	1 643.00
净利润(NP)	百万	158.30	380.40	1.63	7 60.90	-23.2000	97.20
燃料成本	元/千千瓦时	236.67	238.80	237.12	332.21	165.720	36.25
节能减排研发经费(FUND)	百万	2.60	66.90	0.60	10.00	0.012	3.20
发电标煤单价	元	700.69	700.00	700.25	913.27	530.460	112.10
入厂入炉煤热值差(CVD)	KJ/kg	274.43	266.50	298.65	667.00	43.000	110.05
厂用电率(PC)	%	6.62	6.27	11.01	46.29	0.047	7.05
装机容量(IC)	万千瓦	75.69	128.25	41.00	252.00	25.000	58.15
二氧化硫排放量	吨	1 697.85	2863.20	904.85	6 926.00	511.000	1 285.25
氮氧化物排放量	吨	2 328.58	4351.76	939.91	16 510.76	487.000	2 753.53
烟尘排放量	吨	270.59	544.80	79.00	6 016.00	40.000	700.00
样本数				145			

由表1可知,总体样本的供电标准煤耗率均值为324.64克/千瓦时,最大值与最小值相差38.61克/千瓦时,大中型企业均值比小企业均值低6.39克/千瓦时,说明火电企业之间供电煤耗有明显的差异,大中型企业供电煤耗比小企业少。总体样本的净利润均值为158.3百万元,最大值与最小值相差784.1百万元,大中型企业净利润均值比小企业均值高378.77百万元。总体样本的营业总收入均值为826百万元,最大值与最小值相差4 416百万元,大中型企业均值比小企业均值高2 001.8百万元。这表明规模越大的企业盈利水平越高,营业总收入越多。总体样本的节能减排研发经费均值为2.6百万元,最大值与最小值相差9.9百万元,大中型企业均值是小企业均值的111倍。反映了火电企业节

能减排研发经费投入量差异巨大,大中型企业节能减排研发经费投入比小企业多。大中型企业的二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放量均值均高于小企业,说明规模越大的企业污染物排放量越多,所需承担的节能减排责任越大。

三、火电企业节能减排绩效测度

绩效评价方法主要有参数分析法、非参数分析法、主观赋权法、因子分析法。参数分析法需要构建方程表达式和假设验证,数据来源具有一定主观性;主观赋权法的指标选择和估计结果受主观性影响更大,难以处理多投入、多产出的生产性问题;因子分析法无法真实反映出各变量因子对节能减排的贡献率。非参数分析法中数据包络分析法

(DEA) 摒弃传统的主观赋权法, 运用统计学方法实现自动客观赋权, 可用于生产环节的多投入、多产出问题的研究, 故选择运用数据包络分析法测算

火电企业节能减排绩效。现运用 DEAP2.1 软件测算出 29 家火电企业的节能减排综合效率 (表 2)。

表 2 两类火电企业 2012—2016 年节能减排综合效率测算结果

企业数量(个)	整体均值	2012 年		2013 年		2014 年		2015 年		2016 年	
		均值	有效数 (有效率 /%)	均值	有效数 (有效率 /%)	均值	有效数 (有效率 /%)	均值	有效数 (有效率 /%)	均值	有效数 (有效率 /%)
样本总数 29	0.428	0.339	3(10)	0.387	1(7)	0.433	3(10)	0.505	5(17)	0.478	5(17)
大中型 12	0.740	0.640	2(17)	0.569	1(9)	0.812	2(17)	0.890	4(33)	0.793	4(33)
小型 17	0.439	0.427	1(6)	0.501	1(6)	0.478	1(6)	0.426	1(6)	0.363	1(6)

如表 2 所示, 2012—2016 年样本企业综合效率均值为 0.428。其中大型火电企业整体均值为 0.74, 小型火电企业整体均值为 0.439, 大型企业均值是小型企业均值的 1.69 倍。从年度来看, 总体样本的均值从 0.339 上升至 0.478, 有效企业数从 3 个增加至 5 个, 有效率从 10% 提高到 17%。其中大型火电企业的均值从 0.64 上升至 0.793, 有效企业数从 2 个增加至 4 个, 有效率从 17% 提高到 33%。小型火电企业均值从 0.427 下降至 0.363, 有效企业个数保持为 1 个, 有效率稳定在 6%。到 2016 年, 大型火电企业有效数比小型火电企业多 3 个, 有效率是小型火电企业的 5.5 倍。由此可见火电企业节能减排整体综合效率偏低, 大型火电企业的综合效率远高于小型火电企业, 大型火电企业的均值波动呈上升趋势, 小型火电企业的均值波动处于下降趋势; 大型火电企业上升趋势主要是有效数和有效率增加, 小型火电企业保持不变, 表明大型火电企业规模扩张有利于节能减排综合效率提高。

综上, 目前火电企业节能减排处于瓶颈期, 需要企业在维持盈利水平和遵循节能减排政策中找到一个合适的平衡点。近年虽然国家加快清洁能源发展, 但火电企业仍是满足电力需求的重要力量。因此, 通过不断推进企业节能减排的效率提升, 寻找影响火电企业节能减排绩效的关键因素, 对促进火电企业可持续发展具有重要意义。

四、节能减排绩效的影响因素比较分析

为了进一步探讨火电企业节能减排效率的关键影响因素, 构建以下回归模型:

$$PER = a_0 + a_1CC + a_2NP + a_3FUND + CONTROLS + U \quad (1)$$

模型中 PER 为节能减排绩效值, a_0 为常数项, a_1, a_2, a_3 为自变量系数, CC、NP、FUND 分别代表

供电煤耗率、净利润和节能减排经费投入力度。CONTROLS 为控制变量, 其中 IC、CVD、PC、CAP、SIZE, 分别表示装机容量、入厂入炉煤热值差、厂用电率、机组容量利用率、营业总收入。

表 3 两类火电企业节能减排绩效影响因素比较

变量	总样本	大中型企业	小型企业
常数项	3.312***	3.647***	1.149*
供电标准煤耗率(CC)	-0.006**	-0.008**	0.003*
净利润(NP)	0.002*	0.002*	-0.041*
节能减排研发费(FUND)	0.001***	0.001*	0.017*
机组容量利用率(CAP)	-1.624	0.744	-0.331
营业总收入(SIZE)	0.001*	0.001*	-0.002
入厂入炉煤热值差(CVD)	-0.001*	-0.01*	0.001*
厂用电率(PC)	-0.05*	-0.441*	0.002
装机容量(IC)	0.02***	0.001*	0.002*
Adj_R ²	0.802	0.327	0.438
F 值	65.825	4.587	9.187
样本数	145	60	85

注: **、*、* 分别代表在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。

从整体上看, 145 个样本中, CC 的系数显著为负; NP 的系数显著为正; FUND 的系数显著为正; 说明整体上湖南省火电企业供电标准煤耗率对节能减排绩效呈负相关影响, 企业盈利水平与节能减排绩效呈正相关, 节能减排经费投入力度与节能减排绩效正相关。火电企业的供电煤耗越低、盈利水平越高、节能减排经费投入力度越大越有利于节能减排绩效提升。结合描述性统计分析的结果, 发现火电企业由于节能减排考核体系不完善、企业内部装机容量、技术水平差距大等原因, 导致了部分企业供电煤耗高, 污染物排放过度。回归分析结果表明企业盈利水平有利于提升火电企业的节能减排绩效。经济利益是企业开展生产经营活动的基本动力, 企业盈利水平提高时, 会增加企业参与节能减

排的积极性。由于规模、经济效益和管理方式差异,不同火电企业减排经费投入力度存在差异,火电企业节能减排经费投入越多,机组设备更新越快,节能减排效率越高。表3数据表明,通过降低供电标准煤耗率、提高企业盈利水平以及增加经费投入有助于提高火电企业节能减排效率,假说1、2、3成立。表3中总样本的 *SIZE*、*IC* 的系数显著为正, *CVD* 和 *PC* 的系数显著为负,说明企业规模和装机容量对减排绩效有正向影响,企业规模越大,装机容量越多,越有利于提高其节能减排效率。入厂入炉煤热值差和厂用电率对节能减排绩效有负显著性影响,说明企业需要降低入厂入炉煤热值差和厂用电率,减少能源浪费。*CAP* 的系数不显著,说明火电企业机组容量利用率对企业节能减排没有明显相关性。

从不同生产规模角度看,发现大型火电企业与小型火电企业的 *FUND* 系数均显著为正,而 *CC* 系数与 *NP* 系数差异大:大型火电企业的样本中, *CC* 系数显著为负, *NP* 系数显著为正;小型火电企业样本中的 *CC* 系数显著为正, *NP* 系数显著为负。说明大型火电企业由于规模更大,供电煤耗率更低,盈利水平更强;小型火电企业由于规模有限,企业内部装机容量不足、设备技术落后导致供电煤耗超标,盈利水平较低,证明企业规模越大,能源浪费越小,节能减排效率越高,假设4成立。

五、研究结论及其含义

上述研究表明:降低供电标准煤耗率依旧是火电节能减排最主要的问题,企业盈利水平和节能减排经费投入力度对节能减排绩效的影响较为显著;规模越大的火电企业,节能减排绩效越高。

上述结论具有如下含义:一是火电厂应当创新能源利用技术,积极建设大型高效环保煤电机组。进一步发展高参数、热电联产等高效火电机组,促进能源高效利用。二是火电企业应积极开发自身优势,合理利用政府补贴,强化自身盈利能力,同时,还应通过法律、经济、行政等综合型措施,在生产、

传输和消费等领域提高能源利用效率,以最少的资源消耗获取最大的经济效益和社会效益,使其盈利更好地服务于火电企业的节能减排。三是火电企业节能减排经费投入大小直接影响到其节能减排目标的成败,投入经费可用于火电企业清洁技术研发、产业结构调整、能源消费结构调整、污染物治理等方面,提升火电企业节能减排效率,助力实现火电企业盈利与资源环境保护。四是火电企业适度增加规模将会有利于企业规模效益的实现。规模效益带动企业盈利、能耗充分、新技术适用率提高,火电企业规模化发电助力实现企业低能耗、清洁化生产,使火电企业实现绿色生态可持续发展,达到生态效益、经济效益、社会效益的“三效共赢”。

参考文献:

- [1] 崔树银,李江林.火电企业节能减排的长效机制研究[J].生态经济,2014(4):95-99.
- [2] 朱东福.火电企业节能减排的长效机制[J].当代化工研究,2016(3):52-53.
- [3] 张雷,李娜娜,赵会茹,等.基于全排列多边形图示指标法的火电企业节能减排绩效综合评价[J].中国电力,2014,47(6):145-150.
- [4] 赵会茹,李娜娜.基于组合赋权法-改进物元可拓模型的火电企业节能减排绩效评价[J].陕西电力,2014,42(11):34-39.
- [5] 裴莹莹,王晓,张型芳,等.电力行业能耗和污染物排放特征及节能减排的影响因素分析[J].生态经济,2016(12):146-150.
- [6] Charnes A, Cooper Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978(2):429-444.
- [7] 杨亦民,王梓龙.湖南工业生态效率评价及影响因素实证分析—基于DEA方法[J].经济地理,2017(10):151-157.
- [8] 杨亦民,刘若兰.基于DEA模型对我国化工业生态效率的分析——以BCC模型和CCR模型为例[J].现代化工,2015(11):5-9.
- [9] 王喜平,王玥玥.基于LMDI的电力行业CO₂排放影响因素分析[J].黑龙江电力,2016(4):343-347.

责任编辑:黄燕妮