

湖南矿业碳绩效影响因素研究^①

彭亚辉¹, 彭述权²

(1.湖南世优电气股份有限公司, 湖南湘潭 411101; 2.中南大学 资源与安全工程学院, 湖南长沙 410083)

摘要: 基于湖南国民经济核算最新统计数据, 分析了湖南矿业碳排放特征, 构建了其碳绩效模型。研究显示, 2010—2020年湖南矿业碳绩效整体水平较低, 细分行业之间的碳绩效差异较大。资产规模和能源效率因素对碳绩效有正向积极影响; 资产负债率及能源结构因素对碳绩效有负向制约影响; 经济规模扩大、能源利用效率提升、能源结构优化及资产负债率相对稳定, 促使有色金属行业、燃气生产和供应业的碳绩效水平位居前列; 煤炭开采和洗选业经济规模日益递减、重煤的能源结构及能源效率低导致其碳绩效垫底。建议湖南矿业企业优化能源结构、发展低碳创新技术、提高资源利用效率, 从而提升湖南矿业碳绩效。

关键词: 矿业经济; 碳绩效; 影响因素; 碳排放; “双碳”战略

中图分类号: F407

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.0253-6099.2023.02.035

文章编号: 0253-6099(2023)02-0160-04

Factors Influencing Carbon Performance of Hunan's Mining Sectors

PENG Yahui¹, PENG Shuquan²

(1. Hunan Shiyou Electric Co Ltd, Xiangtan 411101, Hunan, China; 2. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, Hunan, China)

Abstract: In order to understand carbon performance of the mining sector in Hunan Province, the carbon emissions and carbon performance of the mining sector in Hunan Province were calculated based on the latest statistical data of national economic accounting, and factors influencing carbon performance were analyzed based on the established model. It is shown that the carbon performance of Hunan's mining sector was at a relatively low level from 2010 to 2020, and there was great difference in carbon performance of sub-sectors. Factors of asset size and energy efficiency had a positive impact on carbon performance, while factors of asset liability ratio and energy structure had negative constraints on carbon performance. Achieving economies of scale, improving energy efficiency, optimizing energy structure and maintaining a stable liabilities-to-assets ratio made sub-sectors of non-ferrous metal and gas production and supply in the front rank in terms of carbon performance. However, decreasing returns of scale in sub-sectors of coal mining and washing, as well as unreasonable energy structure and low energy efficiency in coal sub-sector led to the carbon performance of coal sub-sector ranking at the bottom. Consequently, it is suggested that the mining sector in Hunan Province should optimize its energy structure, accelerate low-carbon innovation, and increase various energy efficiency, so as to improve their carbon performance.

Key words: economy of mining sector; carbon performance; influencing factors; carbon emissions; Dual-Carbon strategy

湖南省是矿业大省, 矿产开发及加工的工业体系形成已久。冶金、建材是湖南经济发展的重要增长极, 也是碳排放大户。自2020年9月碳达峰碳中和目标提出以来, 湖南省矿业行业碳减排压力增大, 行业发展面临挑战。许多学者针对碳绩效影响因素进行了大量

研究。文献[1]定义碳绩效为每百万元销售净额的碳排放量的倒数(单位: 万元/吨碳)。文献[2]从投入产出角度构建了多指标的碳绩效评价体系。相关学者对微观级(企业)、中观级(行业)和宏观级(整体经济)的碳绩效影响因素进行了实证研究^[3-14]。而针对湖南

① 收稿日期: 2023-01-29

基金项目: 国家自然科学基金(52174100)

作者简介: 彭亚辉(1980—), 女, 湖南湘潭人, 博士, 会计师, 主要从事资源与环境经济学研究。

省矿业碳绩效及其影响因素的实证研究较少。本文拟对2010—2020年期间湖南矿业行业的碳排放进行计算,分析碳绩效特征并对其影响因素进行归因分析,以期为矿业企业高效实现“双碳”战略目标提供理论参考。

1 矿业碳绩效模型构建

本文沿用 Clarkson 易量化的标准计算碳绩效。

$$CP_{i,t} = S_{i,t}/C_{i,t} \quad (1)$$

式中 CP 为碳绩效,万元/吨碳; S 为矿业营业收入,万元; C 为矿业碳排放量,t; $i(i=1\sim7)$ 代表煤炭开采和洗选业,黑色金属矿采选业,有色金属矿采选业,非金属矿采选业,石油、煤炭及其他燃料加工业,有色金属冶炼和压延加工业,燃气生产和供应业7个细分行业; t 为年份。 CP 值越大,则碳绩效越优。

构建定量分析矿业碳绩效的影响因素模型,如式(2)所示:

$$CP_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 SI_{i,t} + \beta_2 LV_{i,t} + \beta_3 ET_{i,t} + \beta_4 CS_{i,t} + \beta_5 AP_{i,t} + \beta_6 EC_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

式中 SI 为矿业规模,即总资产; LV 为资产负债率,用于衡量矿业的金融风险程度; ET 为能源结构,即原煤消耗在所有能源消耗中的比重; CS 为国有矿企收入占比; AP 为资产利润率,用于衡量矿业盈利能力; EC 为能源利用效率,即矿业收入与其能源消费(标准煤)的比率; $\varepsilon_{i,t}$ 为误差项。

参考文献[15-17],将式(1)中矿业的碳排放核算内容分为两大部分:能源活动碳排放和工业生产过程碳排放。忽略矿业企业的净购入电力和热力消费量数据,根据从统计年鉴上获得的矿业各细分行业能源活动碳排放,构建如下细分矿业能源消耗的碳排放计算公式:

$$C_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (AD_{ij} \times EF_{ij}) \\ = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{18} \left(EP_{ij} \times CV_{i,j} \times k_j \times r_j \times \frac{44}{12} \right) \quad (3)$$

式中 C_1 为矿业的能源消耗碳排放; i 为矿业行业分类, $i=1,2,\dots,7$; j 为能源种类,即纳入国民经济统计的18种能源类型,具体包括各种煤、气、油、热力、电力等; AD 为能源消费数据; EF 为碳排放因子; EP_{ij} 为第 i 个矿业行业第 j 种能源消耗量; $CV_{i,j}$ 为第 i 个矿业行业第 j 种能源的平均低位发热量; k_j 为第 j 种能源的单位热值含碳量; r_j 为第 j 种能源的氧化率; $k_j \times r_j$ 即碳排放因子,其数值采用文献[16-17]推荐值。

考虑到矿业行业生产工艺过程中部分原料统计数据缺失,本文利用煅烧加工后生石灰产量推算矿业生产

过程中碳酸盐分解形成的碳排放,并参考文献[17],构建矿业工业生产过程碳排放公式:

$$C_2 = PD \times EG \quad (4)$$

式中 C_2 为石灰生产过程中的二氧化碳排放量; PD 为湖南省内生石灰产量; EG 为石灰生产过程中的碳排放因子,数据参见文献[17]。

2 数据来源

本文所述矿业涵盖式(1)中提及的7个行业,不包含钢铁和水泥所在的黑色金属冶炼和压延加工业及非金属矿物制品业,因为他们有单独的温室气体排放核算与报告指南。能源消耗数据、矿业财务数据来源于文献[18],石灰数据来源于文献[19]。

3 结果分析

3.1 矿业整体及细分行业碳绩效特征

图1为湖南矿业整体碳绩效变动情况。由图1可知,2010—2020年,矿业碳绩效期初为0.34,之后曲折上升,在2017年达到期间峰值0.54,2018年有所下滑,之后处于缓慢回升态势。整体来看,湖南矿业碳绩效水平较低,行业年均0.46,近年为0.5左右,比2010年上升约47%。

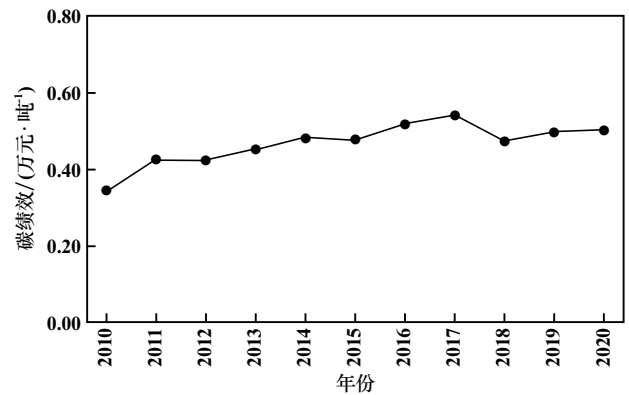


图1 湖南矿业整体碳绩效变动

图2为湖南矿业细分行业碳绩效变动情况。如图2所示,2010—2020年11年间,矿业各细分行业的碳绩效经历过不同程度的涨跌,矿业内部细分行业之间的碳绩效差异较大,大致可以分为高中低3档:煤炭开采和洗选业及石油、煤炭及其他燃料加工业的碳绩效为低档,年均0.15万元/吨碳左右;燃气生产和供应业碳绩效属于高档,年均接近10万元/吨碳;有色金属矿采选业、黑色金属矿采选业以及有色金属冶炼和压延加工业相对属于中档,碳绩效年均(1~2)万元/吨碳。湖南矿业绝大部分细分行业的碳绩效虽略高于云南省^[20],但远低于全国均值^[21]。

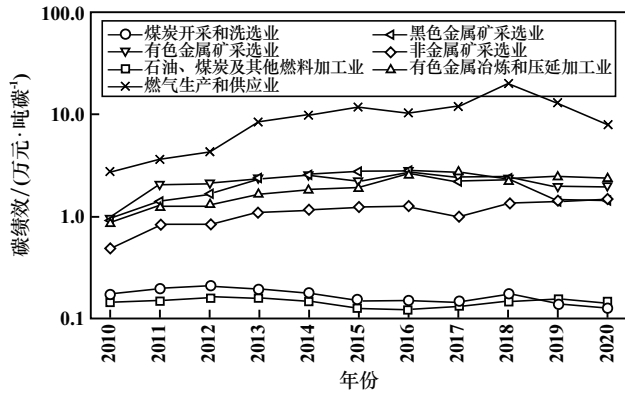


图2 湖南矿业细分行业碳绩效变动

3.2 矿业整体碳绩效的影响因素分析

对样本面板数据的随机效应模型进行 Hausma 检

表1 模型回归结果

变量	矿业规模 <i>SI</i>	资产负债率 <i>LV</i>	能源结构 <i>ET</i>	国企收入占比 <i>CS</i>	资产利润率 <i>AP</i>	能源效率 <i>EC</i>	调整后的 R^2	<i>DW</i> 检验	<i>P</i> 值 (似然比检验)
<i>CP</i>	0.281 9	-0.126 9	-0.053 8	-0.001 3	0.005 2	0.766 5	0.988 9	1.714 7	0
<i>P</i> 值	0.000 0	0.012 3	0.000 2	0.868 1	0.303 9	0.000 0			

由表1可知,资产负债率*LV*、能源结构*ET*系数均为负且*P*值显著,说明这两个变量均对矿业碳绩效有负向制约影响。

图3为湖南矿业碳绩效影响因素变动情况。由图3可知,2010—2020年间湖南矿业资产负债率波动下降,近年保持在50%较低水平,该行业大部分企业外部融资难度小,有利于增加碳减排计划资金投入,提高碳绩效水平。湖南矿业行业原煤消费占比在2015年前从未低于46%,这是该期间碳绩效相对较低原因之一。2016年后原煤消费占比快速下滑,近年降至20%左右,这在一定程度上提升了近年矿业碳绩效水平。

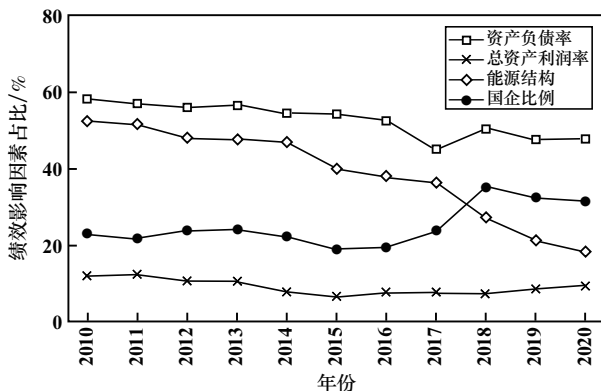


图3 湖南矿业碳绩效影响因素变动

由表1还可知,资产利润率*AP*系数为正,国企收入占比*CS*的系数为负,但均没有通过显著性检验,说

明提高矿业资产利润率对碳绩效有正向作用,企业国有产权性质对碳绩效有约束作用,但均不显著。由图3可知,湖南矿业整体资产收益相对稳定在10%左右。湖南矿业整体国企比重不高,除了石油加工、炼焦和核燃料加工业国企占比80%左右,其他细分行业国企占比都较低,研究初期不到25%,近年提升至33%左右。国企虽有资源和政策优势,但其面对碳减排考核,可能会忽视营收等财务效益,减弱碳绩效逐利性。

验,其对应*P*值为0,拒绝原假设,同时由固定效应冗余变量的似然比检验结果可知,*F*检验的*P*值为0,即拒绝所有截距项都相同的原假设,所以应建立固定效应模型。模型回归结果见表1。由表1可知,调整后的 R^2 值高,*DW*检验为1.71,模型拟合度很好。矿业规模*SI*及能源效率*EC*系数均为正且*P*值显著,说明此矿业财务资源及资源使用效率均对碳绩效有正向积极影响。湖南矿业行业扩大到一定经济规模,可投入更多财务资源用于碳减排项目,有利于提高能源利用效率和碳绩效水平。当经济规模扩大1%时,碳绩效增加28%。而能源效率提高,意味着单位能耗产生更多营收,碳绩效自然提升。能源效率提升1%时,碳绩效会增加77%。

3.3 矿业细分行业碳绩效的影响因素分析

选择燃气生产和供应业、有色金属行业、煤炭开采和洗选业高中低三档碳绩效代表细分行业进行碳绩效分析。燃气生产和供应业的历年碳绩效居湖南矿业各行业之首,表2为燃气生产和供应业主要影响因素变动情况。由表2可知,2010—2020年,该行业营收和资产规模分别由60.92亿元和62.63亿元增加至161.53亿元和192.55亿元,分别增加了约1.65和2.07倍;原煤消耗占比近年来低于1%,能源利用效率最高达到102.83万元/吨标准煤(2018年),资产负债率稳定在62%左右。综合上述各影响因素,燃气生产和供应业行业碳绩效表现优秀。

表3为有色金属行业营收及影响因素变动情况。由表3可知,2010—2020年,湖南有色金属行业营收占了矿业总营收的60%左右,营收规模期由1965亿元大幅提高至3314亿元(2016年),回落维持在2200亿元

左右(2020年),其中有色金属冶炼和压延加工业细分行业占绝大部分。该细分行业资产规模不断扩大,规模经济凸显,能源利用效率由2.65万元/吨标准煤大幅提升至11.17万元/吨标准煤;能源结构不断优化,原煤消费占比由42%降至22%,大幅减少碳排放;资产负债率稳定在55%左右,较好控制行业金融风险。以上因素都有利于提高湖南有色金属行业碳绩效。

表4为煤炭开采和洗选业主要影响因素变动情况。由表4可知,2010—2020年期间,湖南煤炭开采和洗选业营收和资产规模趋于萎缩,分别减小了82%和31%,这可能跟湖南的煤炭资源分布特点及国家政策指导有关,煤炭资源呈零星分布,开采条件差,矿井规模小,水文地质条件复杂,矿井瓦斯灾害严重,按照国家政策需加快煤矿关闭退出^[22]。能源结构中原煤消耗占比持续高达98%左右;能源利用效率处于约

0.45万元/吨标准煤的较低水平。上述各不利因素导致该行业碳绩效表现较差。

表2 燃气生产和供应业主要影响因素变动情况

年份	营收/亿元	总资产/亿元	能源效率/(万元·吨标准煤 ⁻¹)	能源结构/%	资产负债率/%
2010	60.92	62.63	14.18	14	62
2011	74.99	65.95	22.68	7	55
2012	83.50	82.44	28.39	2	64
2013	96.69	95.84	49.56	16	64
2014	113.88	110.80	54.40	26	65
2015	126.64	120.42	63.69	12	63
2016	125.52	134.73	41.34	6	66
2017	140.42	146.20	54.03	7	64
2018	158.38	153.63	102.83	2	64
2019	184.39	182.95	42.71	1	63
2020	161.53	192.55	18.93	1	62

表3 有色金属行业营收及影响因素变动情况

年份	营收/亿元			占矿业比重/%	有色金属压延加工业			
	采选业	冶炼和压延加工业	合计		总资产/亿元	能源效率/(万元·吨标准煤 ⁻¹)	资产负债率/%	能源结构/%
2010	293.99	1 671.29	1 965.28	56	711.69	2.65	55	42
2011	477.42	2 444.24	2 921.66	58	881.99	5.86	61	42
2012	468.14	2 353.17	2 821.31	55	991.89	6.19	60	40
2013	484.44	2 692.59	3 177.03	58	1 095.51	7.80	56	36
2014	486.54	2 788.22	3 274.76	61	1 185.23	8.89	55	28
2015	362.09	2 807.41	3 169.50	65	1 219.46	9.48	54	26
2016	361.15	2 952.92	3 314.07	67	1 330.01	11.99	57	27
2017	344.15	2 856.37	3 200.52	68	1 581.88	11.89	45	27
2018	279.50	2 089.07	2 368.57	60	1 140.41	10.53	58	28
2019	246.66	2 022.60	2 269.26	61	1 386.18	11.49	55	27
2020	229.64	2 007.06	2 236.70	63	1 199.84	11.17	54	22

表4 煤炭开采和洗选业主要影响因素变动情况

年份	营收/亿元	总资产/亿元	能源效率/(万元·吨标准煤 ⁻¹)	能源结构/%
2010	650.05	278.13	0.50	97
2011	902.95	296.31	0.56	97
2012	936.43	347.26	0.60	97
2013	879.25	363.16	0.55	97
2014	698.75	366.04	0.51	98
2015	457.59	303.41	0.43	98
2016	396.43	251.16	0.44	98
2017	288.61	223.25	0.42	98
2018	215.11	202.72	0.53	98
2019	170.41	177.92	0.46	98
2020	115.50	191.09	0.44	97

4 结 论

1) 湖南矿业企业整体碳绩效整体水平相对较低,

矿业经济内部的细分行业之间的碳绩效差异较大,最大差距相差132倍。

2) 资产规模和能源效率变量均对碳绩效有正向积极影响,资产负债率和能源结构变量对碳绩效有负向影响,资产收益率、国有产权性质虽然对碳绩效有作用但不显著。

3) 经济规模扩大、能源利用率提升、能源结构优化及资产负债率相对稳定,是有色金属行业及燃气生产和供应行业碳绩效表现较好的主要原因,而煤炭开采和洗选业经济规模日益递减、重煤能源结构及能源效率低是其碳绩效垫底的主要原因。

4) 建议湖南矿业企业抓住“三高四新”战略机遇,优化能源结构,发展低碳创新技术,提高资源利用效率,提升碳绩效水平,实现“双碳”战略目标,推进绿色矿业经济发展。

(下转第170页)

- 矿业研究与开发, 2022, 42(4): 187-192.
- [11] 任一鑫, 苏海洋. 矿区资源循环绿色体系构建[J]. 矿冶工程, 2021, 41(2): 138-142.
- [12] Kaoru Tone. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.
- [13] Chung Y, Fare R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997(3): 229-240.
- [14] Pastor J T, Knox Lovell C A. A global malmquist productivity index[J]. Economics Letters, 2005, 88(2): 266-271.
- [15] Dong-hyun Oh. A global Malmquist-Luenberger productivity index[J]. Journal of Productivity Analysis, 2010, 34(3): 183-197.
- [16] 任思达. 中国矿业经济绿色发展研究[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉)经济管理学院, 2019.
- [17] 王问芳, 时培豪, 黄庆华. 成渝地区双城经济圈绿色创新效率、演变趋势与影响因素研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2022, 44(3): 172-182.
- [18] 闫军印, 齐中芳, 冯兰刚. 基于 DEA 和 Malmquist 指数的钢铁企业生态效率研究——以河北钢铁股份有限公司为例[J]. 石家庄经济学院学报, 2014, 37(5): 40-45.
- 引用本文: 李松青, 包春蕾, 刘顺翔. 我国矿业企业生态效率评价及影响因素研究[J]. 矿冶工程, 2023, 43(2): 164-170.

(上接第 163 页)

参考文献:

- [1] Clarkson P M, Li Y, Richardson G D, et al. Does It Really Pay to Be Green? Determinants and Consequences of Proactive Environmental Strategies[J]. Journal of Accounting and Public Policy, 2011(2): 122-144.
- [2] 张亚连, 刘巧. 企业碳绩效指标体系构建及测算[J]. 统计与决策, 2020(12): 166-169.
- [3] 何玉, 唐清亮, 王开田. 碳绩效与财务绩效[J]. 会计研究, 2017(2): 76-82.
- [4] Haque F. The effects of board characteristics and sustainable compensation policy on carbon performance of UK firms[J]. The British Accounting Review, 2017(3): 347-364.
- [5] Alsaifi K. Carbon disclosure and carbon performance: Evidence from the UK's listed companies[J]. Management Science Letters, 2021(1): 117-128.
- [6] 沈洪涛, 周艳坤. 环境执法监督与企业环境绩效: 来自环保约谈的准自然实验证据[J]. 南开管理评论, 2017(6): 73-82.
- [7] Ashraf N, Comyns B, Tariq S, et al. Carbon performance of firms in developing countries: The role of financial slack, carbon prices and dense network[J]. Journal of Cleaner Production, 2020: 253.
- [8] 林柯宇. 基于 DEA 的采掘业企业碳绩效评价研究[D]. 南京: 南京理工大学经济管理学院, 2016.
- [9] 陈星. 中国有色金属工业全要素碳排放效率与碳排放绩效研究[D]. 厦门: 厦门大学经济学院, 2017.
- [10] 陈有真, 刘颖. 中国工业碳排放绩效及其影响因素研究[C]// 环境工程 2018 年全国学术年会论文集(下册), 2018: 1011-1015.
- [11] 项英辉, 张豪华. 环境规制提高建筑业碳生产率了吗? ——基于空间计量和门槛效应的实证分析[J]. 生态经济, 2020, 36(1): 34-39.
- [12] 王少剑, 王泽宏, 方创琳. 中国城市碳排放绩效的演变特征及驱动因素[J]. 中国科学: 地球科学, 2022, 52(8): 1613-1626.
- [13] 蓝虹, 王柳元. 绿色发展下的区域碳排放绩效及环境规制的门槛效应研究——基于 SE-SBM 与双门槛面板模型[J]. 软科学, 2019, 33(8): 73-77.
- [14] 李凯凤, 倪静池, 张卓. 三大经济圈内部碳排放绩效的影响因素分析——基于外资转移视角[J]. 武汉金融, 2018(3): 50-55.
- [15] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 省级温室气体清单编制指南(试行)[EB/OL]. 2011.
- [16] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [17] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 国家发展改革委办公厅关于印发第三批 10 个行业企业温室气体核算方法与报告指南(试行)的通知[EB/OL]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcflb/tz/201511/t20151111_963496.html.
- [18] 湖南省统计局. 湖南统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011—2021.
- [19] 中国建筑材料工业年鉴编辑部. 中国建筑材料工业年鉴[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011—2021.
- [20] 林秀群, 张杨杨, 唐向阳. 工业行业单要素和全要素碳排放效率的比较研究——以云南省为例[J]. 生态经济, 2019, 35(8): 20-27.
- [21] 陈德桂. 重污染行业碳生产率动态演进路径及驱动机制研究[D]. 西安: 西安科技大学管理学院, 2021.
- [22] 蔡林美, 郭佐宁, 张金锁. 中国煤炭行业绿色全要素生产率研究[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版), 2023, 25(1): 161-180.
- 引用本文: 彭亚辉, 彭述权. 湖南矿业碳绩效影响因素研究[J]. 矿冶工程, 2023, 43(2): 160-163.