

“双碳”目标下煤炭企业价值评估优化研究 ——基于碳排放价值链的修正

张雨欣^{1,2,3}, 刘翔^{1,2,3,*}

1. 广西科技大学, 经济与管理学院, 广西 柳州 545006
2. 广西工业高质量发展研究中心, 广西 柳州 545006
3. 广西新型工业化研究中心, 广西 柳州 545006

摘要: 在“双碳”目标驱动下, 煤炭企业的低碳转型成效已成为影响其核心价值的关键因素。本文以中煤能源为研究对象, 构建了涵盖“资源获取-生产加工-产品销售-废弃物处理-综合管理”5个一级指标及15个二级指标的价值评估体系。研究通过博弈论主客观赋权, 最终运用云物元模型完成企业价值等级评估。结果显示基于碳排放价值链修正后的EVA值更接近企业市值。本研究不仅为煤炭企业碳排放价值链价值评估提供了可操作的方法论, 也为中煤能源及同类企业的低碳价值提升提供了针对性的实践路径。

关键词: 碳排放价值链; 中煤能源; 价值评估; 博弈论赋权; 云物元模型

Research on Optimization of Coal Enterprise Value Evaluation Under the "Dual Carbon" Goal ——Modification Based on Carbon Emission Value Chain

Yuxin Zhang^{1,2,3}, Xiang Liu^{1,2,3,*}

1. School of Economics and Management, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi, 545006, China
2. Guangxi Research Center for High-Quality Industrial Development, Liuzhou, Guangxi, 545006, China
3. Guangxi Research Center for New Industrialization, Liuzhou, Guangxi, 545006, China

Abstract: Driven by the "Dual Carbon" goals, the effectiveness of low-carbon transformation has become a key factor affecting the core value of coal enterprises. Taking China National Coal Energy Group Co., Ltd. as the research object, this paper constructs a value evaluation system including 5 primary indicators ("resource acquisition, production and processing, product sales, waste disposal, comprehensive management") and 15 secondary indicators. By adopting the game theory-based subjective and objective weighting method, the cloud matter-element model is finally applied to complete the enterprise value grade evaluation. The results show that the EVA value modified based on the carbon emission value chain is closer to the enterprise's market value. This study not only provides an operable methodology for the value evaluation of the carbon emission value chain of coal enterprises, but also offers targeted practical paths for improving the low-carbon value of China National Coal Energy Group Co., Ltd. and similar enterprises.

Keywords: Carbon emission value chain; China National Coal Energy Group Co., Ltd.; Value evaluation; Game theory weighting; Cloud matter-element model

1 引言

根据《中国煤炭行业发展报告（2024）》统计数据显示，2023年我国煤炭消费占一次能源消费比重仍高达56.2%，我国煤炭企业单位产值碳排放强度较国际先进水平高出18%-22%，传统企业价值评估体系因未能充分纳入生态效应与低碳绩效维度，导致煤炭企业的绿色价值创造能力被低估。基于此，本文以碳排放为核心环境要素，以中煤能源为案例的实证研究，助力企业构建绿色竞争优势、更好地适应绿色经济发展潮流。

Lopez（2013）^[1]等基于全球价值链视角剖析了金融危机前后虚拟碳的流动规律，发现价值链联动效应是影响虚拟碳转移的关键因素。Liang（2023）^[2]等创新性地从生产、消费、收入三个维度构建脱钩分析框架，为理解高排放行业在全球价值链中的碳定位提供了重要借鉴。“碳排放价值链”由闫华红^[3]等学者首次提出，指企业生产经营各环节中碳排放的产生、管理与价值转化过程，涵盖从原材料采购到产品使用及废弃的全生命周期碳流动。Salaga Jakub（2018）^[4]指出，EVA指标在具体应用中需要考虑许多因素，随着全球对生态环境和资源紧缺问题的关注，学者们越来越重视环境会计和绿色会计的研究。我国学者张丹（2020）^[5]以科技创业企业的上市企业的会计资料作为个案，对企业的价值成果进行了对比。何强（2023）^[6]研究发现，EVA模型适用于评估成熟期企业的价值。

2 企业价值评估模型构建

2.1 历史EVA模型

$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{EVA_t}{(1+WACC)^t} + \frac{EVA_{n+1}}{(1+WACC)^n} \quad (1)$$

式（1）中 I_0 为初始投入资本， n 为预测期年限； t 为年份，NOPAT 为税后净利润， TC 为投入资本总额， $WACC$ 为加权平均资本成本。

2.2 碳排放价值链指标体系构建

表1 碳排放价值链指标体系

Table 1 Carbon emission value chain indicator system

目标层	准则层（一级评估指标）	指标层		等级			
	环节	二级评估指标	二级评估指标度量	战略核心	关键驱动	重要支撑	辅助参考
中煤能源企业价值评估	资源获取环节	温室气体排放总量	吨二氧化碳	[0,4500]	(4500,4600]	(4600,4700]	(4700, 4800]
		碳排放强度	吨二氧化碳/吨煤	[0,4.75]	(4.75,4.85]	(4.85,4.95]	(4.95, 5.1]
		机械设备绿色采购水平	分	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[40,60)

表1 碳排放价值链指标体系(续)
Table 1 Carbon emission value chain indicator system(continued)

目标层	准则层（一级评估指标）	指标层		等级			
	环节	二级评估指标	二级评估指标度量	战略核心	关键驱动	重要支撑	辅助参考
中煤能源企业价值评估	生产加工环节	循环水利利用率	百分比	[0.98, 1.0]	[0.97,0.98)	[0.96,0.97)	[0.9,0.96)
		碳排减少率	百分比	[0.08,1.0]	[0.07,0.08)	[0.06,0.07)	[0,0.06)
		万元产值综合能耗	吨标准煤/万元产值	[0.9,1.1]	(1.1,1.2]	(1.2, 1.3]	(1.3,1.4)
	产品销售环节	研发科技投入	亿元	(60,100]	[40,60]	[20,40)	[0,20)
		实缴环保税增长率	百分比	[0.2,0.4]	[0.08,0.2)	[0.04,0.08)	[0,0.04)
		商品煤销售量	吨	[35000,40000]	[30000,35000)	[25000,30000)	[20000,25000)
	废弃物处理环节	煤矿矿井水综合利用率	百分比	[0.95,1.0]	[0.9,0.95)	[0.85,0.9)	[0.7,0.85)
		煤矸石综合利用率	百分比	[0.9,1.0]	[0.7,0.9)	[0.5,0.7)	[0.3,0.5)
		包装材料回收利用率	百分比	[0.95,1.0]	[0.90,0.95]	[0.80,0.9)	[0.6,0.80)
	综合管理环节	环境管理水平	分	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[40,60)
		碳资产管理水平	分	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[40,60)
			减排技术研发投入强度	百分比	[0.06,0.1]	[0.03,0.06)	[0.01,0.03)

2.3 碳排放价值链指标权重确定方法

用LN法则对数据进行归一化得到各指标的主观权重；采用变异系数法得到各指标的客观权重，利用博弈论的思想得到最后的综合权重。

3 中煤能源基于碳排放价值链的价值评估实证分析

本文的评估基准日基于2024年12月31日。

3.1 考虑碳排放价值链价值评估

3.1.1.碳排放价值链各指标数据

机械设备绿色采购水平、环境管理水平等二级定性指标值由相关工作人员按照百分制打分得出，其余二级指标值根据中煤能源上市公司实际情况得出，二级评估指标值见表2。

表2 二级评估指标值

Table 2 secondary evaluation indicator values

二级指标	年份		
	2022年	2023年	2024年
温室气体排放总量	4633	4677	4708
碳排放强度	4.83	4.74	4.88
机械设备绿色采购水平	60	71	75
循环水利用率	0.981	0.976	0.9844
碳排减少率	0.063	0.072	0.095
万元产值综合能耗	1.2	1.209	1.2
研发科技投入	68.54	67.83	42.37
实缴环保税增长率	0.3702	0.0847	0.0803
商品煤销售量	32080	33941	28483
煤矿矿井水综合利用率	0.852	0.941	0.972
煤矸石综合利用率	0.548	0.779	0.953
包装材料回收利用率	100%	100%	100%
环境管理水平	65	68	73
碳资产管理水平	66	70	75
减排技术研发投入强度	0.021	0.034	0.068

3.1.2 各指标权重确定

根据中煤能源公司数据实际查阅情况，确定出碳排放价值链指标的主观权重 W_{si} 分别为 0.3072、0.2545、0.2000、0.1455、0.0928。

(1) 税后净营业利润 NOPAT，详见表3。

表3 中煤能源 NOPAT 值 单位：万元

Table 3 China Coal Energy NOPAT values (unit: 10,000 yuan)

项目	2022年	2023年	2024年
净利润	2539891.8	2574880	2495402.6
所得税	749834.5	729993.4	662560.3
息税前利润	3675419.5	3611354.4	25871542.5
所得税税率 T	22.8%	22.1%	21%
息前税后净利润	2837673.1	2813664.3	20443531.6
递延所得税负债	464788	462099.5	440607.9
研发费用	77149	91618.7	80104.8
营业外支出*(1-T)	41815.3	14007.76	8792.6
减：递延所得税资产	313401.6	304092.1	321429

表3 中煤能源 NOPAT 值 单位: 万元(续)

Table 3 China Coal Energy NOPAT values (unit: 10,000 yuan)(continued)

项目	2022 年	2023 年	2024 年
营业外收入* (1-T)	21086.2	10056.4	16234.7
调整后的税后净营业利润	3538990.872	3558450.865	3349804.476

(2) 投入资本总额 TC

根据调整后的资本总额的计算公式可得表 4:

表4 中煤能源 TC 值 单位: 万元

Table 4 China Coal Energy TC values (unit: 10,000 yuan)

项目	2022 年	2023 年	2024 年
短期借款	20544.5	12260	106246
一年内到期非流动负债	3116816	2174329.8	1654048.3
长期借款	3950653.9	4236925.3	4034576.1
应付债券	1297722.2	799301.9	549415.3
债务资本合计	8385736.6	7222817	6344285.7
普通股权益	16516814.3	18278214.1	192246181
少数股东权益	34294019	38661126	40334966
权益资本合计	16516814.3	18278214.1	19224618.1
递延所得税负债	464359.2	462099.5	440607.9
研发费用	77149	91618.7	80104.8
在建工程净额	1104541.7	1122337.6	1820317
递延所得税资产	302010.5	304092.1	321429
调整后的资本总额	24064355.9	24633391.6	23938452.4

(3) 加权资本成本 WACC

根据中煤能源 2022-2024 年财务报表中相关项目的数据计算可得表 5。

表5 债务资本与股权资本占比 单位: 万元

Table 5 proportion of debt capital and equity capital (unit: 10,000 yuan)

会计项目	2022 年	2023 年	2024 年
债务资本	8385736.6	7222817	6344286
所占比例	33.67%	28.32%	24.81%
股权资本	16516814.3	18278214.1	19224618
所占比例	66.33%	71.68%	75.19%

(4) 债务资本成本、股权成本、加权资本成本的确定

中煤能源的 2022-2024 年债务资本成本 R_d 分别为 3.20%、3.16%、3.16%。无风险收益率分别为 3.08%、3.05%、2.85%。市场风险溢价为 4.92%。 β 值分别为 0.53、0.53、0.56, WACC 分别为 4.61%、4.75%、4.83%。历史 EVA 值分别为 2339097.981、2155275.701、2371869.611。

3.2 财务预测

2025-2029年预计增长率为-7.46%。其他财务资料是根据以上数据进行预测。

3.2.1 稳定期 EVA 估算

表6 税后营业净利润、资本总额、EVA 预测表

Table 6 forecast table of net operating profit after tax, total capital, and EVA

项目	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年
税后经营净利润	2326971.286	2257617.13	2161891.061	2042905.66	1903243.362
资本总额	22194315.65	21629650.12	21100146.72	20600739.37	20126803.53
EVA	1232791.524	1191275.379	1121653.827	1027289.21	910991.9478

3.2.2 永续期 EVA 估算

根据以上研究思路计算出中煤能源在2030年实现的EVA为821978.89百万元。

3.3 修正系数的确定

(1) 三层基准的设定

结合煤炭行业国家标准、行业先进水平设定“基准值、优秀值、临界值”三层基准如表7。

表7 各指标三层基准值

Table 7 three-level benchmark values of each indicator

二级指标	年份						正反向
	2022年	2023年	2024年	优秀值	基准值	临界值	
温室气体排放总量	4633	4677	4708	≤4500	≤4800	>5000	负向
碳排放强度	4.83	4.74	4.88	≤4.5	≤5.0	>5.5	负向
机械设备绿色采购水平	60	71	75	≥80	≥60	<50	正向
循环用水利用率	0.981	0.976	0.9844	≥98%	≥95%	<90%	正向
碳排减少率	0.063	0.072	0.095	≥9	≥6%	<3%	正向
万元产值综合能耗	1.2	1.209	1.2	≤1.1	≤1.3	>1.5	负向
研发科技投入	68.54	67.83	42.37	>80	>50	<30	正向
实缴环保税增长率	0.3702	0.0847	0.0803	≤10%	≤20%	>30%	负向
商品煤销售量	32080	33941	28483	≥32000	≥28000	<25000	正向
煤矿矿井水综合利用率	0.852	0.941	0.972	≥95%	≥85%	<75%	正向
煤矸石综合利用率	0.548	0.779	0.953	≥90%	≥70%	<50%	正向
包装材料回收利用率	100%	100%	100%	100%	≥95%	<90%	正向
环境管理水平	65	68	73	≥80	≥65	<55	正向
碳资产管理水平	66	70	75	≥75	≥65	<60	正向
减排技术研发投入强度	0.021	0.034	0.068	≥6%	≥2%	<1%	正向

(2) 各指标达标度的确定

$$\text{一级指标综合达标率} = \sum (\text{二级指标权重} \times \text{二级指标达标度}) \quad (2)$$

计算得一级指标达标度分别为0.0098、0.0194、0.2326、0.0275、0.0235。所以EVA值分别为1618408.713、1563906.318、1472507.144、1348625.275、1195950.229、1079093.887。

中煤能源 2024 年年度报告分析投资总额为 152.94 亿元, 运用传统 EVA 模型对企业价值计算结果为 1944.17 亿元; 运用碳排放价值链修正后的企业价值计算结果为 2552.31 亿元。

3.4 企业价值评估结果分析

根据同花顺金融数据库, 中煤能源在 2024 年 12 月 31 日 A 股收盘价为 12.18 元/股, H 股收盘价 9.29 港元/股, 总市值换算成人民币为 2742.45 亿元。

传统 EVA 模型评估结果显示 2024 年中煤能源企业价值为 1944.17 亿元, 然而评估结果偏差幅度达 29.1%, 未能充分体现企业的真实价值。修正后的企业价值为 2552.31 亿元, 该结果偏差缩小至 7.0%, 更贴合真实价值水平, 验证了修正模型的科学性与适用性。

参考文献:

- [1] Lopez, Luis Antonio, G. Arce, and J. Zafrilla. "Financial Crisis, Virtual Carbon in Global Value Chains, and the Importance of Linkage Effects. The Spain-China Case." *Environmental Science & Technology*. 2013, 48(1): 36-44.
- [2] Liang Y, Zhong Q, Deng Z, et al. Multi perspective Decoupling Analyses between Global Embodied Carbon Chains and Global Value Chains[J]. *Environmental Science & Technology: ES&T*, 2023, (48): 57.
- [3] 闫华红, 吴启富, 毕洁. 基于碳排放价值链的企业绩效评价体系的构建与应[J]. *审计研究*, 2016, (6): 55-63.
- [4] Salaga Jakub, Keith E. Maskus, Sahar Milani, Rebecca Neumann. The impact of patent protection and financial development on industrial R&D[J]. *Research Policy*, 2018, (1): 67-99.
- [5] 张丹. 基于 EVA 模型的企业价值评估研究[J]. *商业会计*, 2020, (19): 82-84.
- [6] 何强, 张言翔, 王婧怡. 基于 EVA 模型的国轩高科价值评估[J]. *合作经济与科技*, 2023, 705(10): 117-119.

¹ 第 1 作者简介: 张雨欣 (2001-), 女, 硕士研究生在读, 研究方向: 资产评估。E-mail: 884646660@qq.com。

* 通讯作者简介: 刘翔 (1991-), 男, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 生产系统建模与优化。E-mail: LiuX_600@163.com。