

# 我国煤炭上市公司经营效率评价及对策研究

郁绘敏,董洪光\*,白 蒙

(安徽理工大学 经济与管理学院,安徽 淮南 232001)

**摘要:**为提高我国煤炭上市公司经营效率,促进煤炭行业高质量、可持续发展,文章采用DEA-BCC-I模型对32家煤炭上市公司2022年的经营效率进行分析评价。研究表明:32家煤炭上市公司的综合技术效率平均值为0.521,整体水平较低,DEA有效的仅有潞安环能、山西焦化、昊华能源、陕西煤业、宝丰能源五家公司;技术水平低下是经营效率无效的主要抑制原因,投入规模是次要抑制原因。冗余分析表明,余下27家DEA无效的煤炭上市公司中存在投入资源冗余的情况。建议采取强化技术创新能力、优化企业经营规模、提高投入要素的匹配度、深化企业合作等针对性措施,以提高企业经营效率。

**关键词:**煤炭上市公司;经营效率;数据包络分析;冗余分析

**中图分类号:**F224;F426 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-9659(2025)01-0026-07

随着社会经济的发展与科技的进步,能源消费日益成为评价一国经济发展与人民生活质量的主要标志。2022年我国全年能源消费总量高达54.1亿吨标准煤,比上年增长2.9%,煤炭消费量增长4.3%,其中原煤消费占比达56.2%<sup>[1]</sup>,可以看出短期内煤炭在我国能源生产消费中的主体地位不可替代。然而在新常态和供给侧改革的背景下,能源产业结构不断变化,煤炭的替代品不断涌现,煤炭行业正在面临煤炭价格大幅下跌、产能过剩等重大难题<sup>[2]</sup>。因此,研究如何提升煤炭上市公司的经营效率,以适应产能调整和经济结构转型的需要,实现高质量可持续发展,具有较大的现实意义。

针对企业经营效率评价方面,国内外学者进行了广泛研究。研究主要围绕两个方面:第一,在研究地域角度方面,主要分为国家尺度、省域尺度。在国家尺度上,Xiang<sup>[3]</sup>评价绿色产业园区的效率经营,发现整体规模效率优于技术效率;Almana等人<sup>[4]</sup>测算2002—2016年国有及国际石油公司的经营效率,发现石油公司私有化更能促进提高经营效率;王倩等人<sup>[5]</sup>对2007—2010年我国煤炭上市企业经营效率进行研究和投影分析,研究表明煤炭产业整体的经营效率不高,应调整投入产出配比,提高纯技术效率和规模效率。在省域尺度上,彭磊义等人<sup>[6]</sup>实证分析2019年杭州地区民宿业经营效率,研究结果表明民宿业应改变归口管理、实施集约化发展和加强人才管理;李旭等人<sup>[7]</sup>分析2020年甘肃省147家农民合作社的经营效率,发现经营效率整体水平不高,其根本原因在于纯技术效率水平较低。第二,行业效率研究方法主要有层次分析法、因子分析法和数据包络分析法等。因子分析法所需数据样本较多,易受样本质量的影响。灰色关联分析法赋予指标的权重具有主观性,最终结果将缺乏系统性,无法客观评价公司的经营效率。数据包络分析法(DEA)作为一种处理具有多输入、多输出的同类企业相对效率的有效方法,被广泛应用于评价各个行业的经营效率,得到的结论更具客观性。如Singh等人<sup>[8]</sup>运用CCR和BCC模型分析印度北部哈里亚纳邦纺织制造单元的运行效率;蒲小川等人<sup>[9]</sup>运用BBC模型和Malmquist指数模型对2015—2018年中国69家采矿上市公司的经营效率进行评价与分析;Su等人<sup>[10]</sup>运用BCC模型测算上海市新型城镇化效率。

[收稿日期]2024-03-07

[修回日期]2024-04-03

[基金项目]安徽理工大学研究生创新基金项目(2023CX2166)。

[作者简介]郁绘敏(1999-),女,硕士研究生,主要从事工业效率评价方面研究,E-mail:yuhuimin0611@163.com.

\*[通讯作者]董洪光(1974-),男,副教授,主要从事矿业管理系统工程方面研究,E-mail:1253848554@qq.com.

综上可知,数据包络分析方法被广泛运用于评价各个行业的经营效率。国外关于运用数据包络分析法评价我国煤炭行业经营效率的研究较少,国内对于煤炭行业的研究选取的样本数量不全且数据较陈旧,无法反映我国煤炭上市公司目前的经营效率现状。因此文章采用DEA-BCC-I模型分析2022年我国煤炭上市公司的经营效率,为其进一步提高经营效率提供决策依据。

## 1 评价模型的构建

### 1.1 评价模型的选择

CCR和BCC是数据包络分析中常见的两个基本模型。CCR模型在规模报酬固定不变的情况下,主要说明综合技术效率(TE)。综合技术效率是指通过对决策单元“投入一定数量的生产要素,并积累一定数量的产品”的经济系统来评估各个单元的经济效率效果。BCC模型估算规模报酬变量,主要计算纯技术效率和规模效率。综合技术效率(TE)是纯技术效益(PTE)与规模效率(SE)的乘积,即 $TE=PTE*SE$ 。其中,技术效率是指煤炭上市公司在当前技术条件下能够实现的产出比例。纯技术效率是指排除规模效应的影响,研究投入资源对技术效率的作用。规模效率是指生产要素在一定前提下,现有规模与最优生产规模的差距。因为在实际的生产活动中,各企业都会因为煤炭资源空间分布不均匀和行业集聚规模大小等多种因素导致其规模收益发生改变,因此文章选用DEA-BCC模型进行分析评价。

### 1.2 研究角度的选择

在投入(I)、产出(O)角度选择方面,BCC模型可以分为投入导向、产出导向和非导向。投入导向模式是从投入角度衡量各决策单元的无效程度,重点研究在保证产出不发生变化的情况下,为使效率达到有效,投入量应调整的增减程度;产出导向模型则是从产出的角度测量,着重研究在不改变总投入的情况下,要实现技术有效产出所需进行的调整;非导向模型既衡量了投入因素,也衡量了产出因素。

基于文章主要研究企业经营投入和产出效率的情况,即假设产出不变从而研究投入要素对产出结果的影响,因此选用DEA-BCC-I模型。

### 1.3 DEA-BCC-I模型的数学原理

文章选取了一种投入导向的规模报酬可变的BCC模型,把同一年度内各决策单位作为一个独立的决策单位,对2022年我国各个煤炭上市公司的经营效率进行测算评价。具体的数学原理如下

$$\begin{aligned} & \min [\theta - \varepsilon(e^T s^- + e^T s^+)] \\ & s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j - s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - s^+ = Y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中, $T$ 指时期; $\varepsilon$ 指非阿基米德无穷小; $E$ 指距离函数; $\theta$ 是各个决策单元纯技术效率值; $X_j$ 、 $Y_j$ 分别为决策单元 $DMU_j$ 的投入、产出要素集合; $s^+$ 、 $s^-$ 为松弛变量; $\lambda$ 是 $n$ 个 $DMU$ 的组合系数; $\lambda_j$ 为根据 $DMU_j$ 重新构造一个有效 $DMU$ 组合时第 $j$ 个决策单元的组合比例<sup>[11]</sup>。

## 2 评价指标体系的构建

### 2.1 研究样本的选取

根据国泰安产业分类的数据库,选择2022年度我国煤炭行业的上市企业作为研究对象,运用国泰安数据库中相关数据进行实证分析。此外,为了研究的有效性,将ST林重、ST平能、ST云维以及部分财务数据缺失的企业剔除,获得有效样本:将32家煤炭上市公司作为研究样本。

### 2.2 评价指标的确定

由近几年国内外典型文献的研究可知,学者们选用不同的投入和产出指标分析评价煤炭上市公司的经营效率。前期的研究成果为文章评价指标的选择提供了依据,其中采用的研究指标如表1所示。

表1 效率评价指标建模统计表

投入指标	产出指标
员工人数、营业成本、销售及管理费用、固定资产净额 <sup>[12]</sup>	营业收入 <sup>[12]</sup>
员工人数、主营业务成本、资产总额 <sup>[13]</sup>	净利润、主营业务收入 <sup>[13]</sup>
每股总资产、每股主营成本、每股净资产 <sup>[14]</sup>	每股主营利润、每股收益 <sup>[14]</sup>
总资产、应付职工薪酬 <sup>[15]</sup>	净利润、营业收入、专利授权数量 <sup>[15]</sup>
资产总额、营业成本 <sup>[16]</sup>	净利润、营业收入 <sup>[16]</sup>

根据表1的评价指标汇总可知,学者们选择的投入指标主要包括人力和资本两个方面,产出指标主要是经济指标。文章以相关研究为基础,从样本公司财务指标中选取3个投入和1个产出指标,以2022年煤炭上市公司为决策单元,对这些公司经营效率的DEA有效性进行分析评价。选取的3个投入指标分别为代表劳动力投入的应付职工薪酬、代表资本投入的主营业务成本以及管理费用,选取的产出指标为代表获利能力的净利润。各指标及数据经整理后的具体描述值如表2所示。

表2 2022年煤炭上市公司的经营效率评价指标及数据

单位:万元

变量	最大值	最小值	平均值	标准差
职工薪酬	875000	1284.97	119869.14	178738.37
营业成本	21005900	21475.64	2906744.27	4561948.55
管理费用	993000	5648.67	170907.83	214655.98
净利润	8165500	-17491.43	809231.16	1017731.13

注:数据来源于国泰安数据库2022年相应数据。

### 3 煤炭上市公司经营效率结果分析

将2022年煤炭上市公司投入、产出数据输入Deap 2.1软件进行运算,对32家煤炭上市公司在2022年的综合技术效率、纯技术效率、规模技术效率进行评价分析,计算结果如表3所示。

表3 2022年煤炭上市公司经营效率评价

序号	上市公司	综合技术效率	纯技术效率	规模技术效率	规模报酬
1	山煤国际	0.876	0.887	0.988	递增
2	美锦能源	0.527	0.539	0.977	递增
3	潞安环能	1.000	1.000	1.000	不变
4	永泰能源	0.200	0.216	0.923	递增
5	山西焦化	1.000	1.000	1.000	不变
6	蓝焰控股	0.582	0.698	0.834	递增
7	兰花科创	0.833	0.852	0.977	递增
8	中国神华	0.972	1.000	0.972	递减
9	中煤能源	0.519	0.575	0.902	递减
10	昊华能源	1.000	1.000	1.000	不变
11	天地科技	0.216	0.224	0.962	递增
12	三一重工	0.192	0.199	0.966	递增
13	平煤股份	0.737	0.743	0.992	递增
14	大有能源	0.598	0.634	0.943	递增
15	郑州煤电	0.171	0.238	0.720	递增

续表

序号	上市公司	综合技术效率	纯技术效率	规模技术效率	规模报酬
16	郑煤机	0.275	0.298	0.923	递增
17	淮北矿业	0.230	0.234	0.981	递增
18	新集能源	0.540	0.573	0.941	递增
19	恒源煤电	0.970	1.000	0.970	递增
20	伊泰B股	0.873	0.891	0.980	递减
21	冀中能源	0.388	0.409	0.949	递增
22	开滦股份	0.273	0.292	0.934	递增
23	冀凯股份	0.109	1.000	0.109	递增
24	陕西煤业	1.000	1.000	1.000	不变
25	山东矿机	0.143	0.614	0.233	递增
26	云煤能源	0.000	0.747	0.000	递增
27	上海能源	0.329	0.358	0.920	递增
28	创力集团	0.509	0.734	0.693	递增
29	宝丰能源	1.000	1.000	1.000	不变
30	辽宁能源	0.066	0.164	0.404	递增
31	安源煤业	0.000	0.286	0.000	递增
32	盘江股份	0.536	0.560	0.957	递增
	均值	0.521	0.624	0.817	—

### 3.1 综合技术效率分析

综合技术效率为1,说明技术效率是有效的,在目前的技术水平下已经达到了最高产出;综合技术效率小于1,表明技术效率是无效的,在目前的技术水平上仍有提高的空间。由表3的计算结果可以得出:

(1)2022年32家煤炭上市公司的综合技术效率平均值为0.521,距离煤炭行业有效前沿面存在47.9%的进步空间,表明我国煤炭上市公司经营效率的整体水平较低,在经营效率方面存在较大的提升空间。

(2)在32家煤炭上市公司中,综合技术效率值为1的仅有5家,没有达到有效的煤炭上市公司有27家,占研究总量的84.4%。我国大部分煤炭上市公司的综合技术效率不高,在煤炭行业发展中没有充分利用有效资源,导致投入要素在生产过程中出现资源浪费、管理不当、产出转化率不足等问题。

### 3.2 纯技术效率分析

纯技术效率表示在纯技术与现有既定投入的条件下决策单位获得最大产出的能力。由表3的计算结果可以得出以下结论:

(1)煤炭上市公司的纯技术效率均值为0.624,纯技术效率整体水平较低,距离有效生产前沿面仍有37.6%的进步空间。

(2)在32家煤炭上市公司中,有8家公司纯技术效率值为1,剩余24家煤炭企业的纯技术效率处于无效状态,无效的企业占研究总体的75%,可见煤炭上市公司的纯技术效率有较大的提升空间。

### 3.3 规模效率及规模报酬分析

规模效率是指受企业规模效应影响的生产效率,其体现企业的实际规模和最佳生产规模之间的差异。规模报酬不变是指在一定的生产条件下,产量与投入成等比例增长;规模报酬递增是指在生产过程中,产出增加所占的比重大于生产要素投入增加的比重;规模报酬递减是指产出增加所占的比重小于生产要素投入增加的比率。由表3计算结果可知:

(1)2022年该32家煤炭上市公司的规模效率平均值为0.817,表明我国煤炭上市公司总体规模收益与最

大收益之间存在18.3%的提升空间,规模效率整体水平相对较高。

(2)2022年我国煤炭上市公司综合效率(0.521)不高,这与纯技术效率(0.624)和规模效率(0.817)不高都有关系,其中,纯技术效率不高是综合效率不高的主要因素。

(3)从规模收益状态可知,只有5家公司处于规模报酬不变状态,其余27家的规模报酬处于规模递增或规模递减的不当状态,为提高经营效率,应对经营规模进行调整。

### 3.4 冗余值分析

冗余值分析是对综合效率无效的煤炭企业,从投入的角度分析出各个投入要素的松弛变量值,以减少对投入要素的浪费,提高煤炭企业的经营效率。

对27家煤炭上市公司进行冗余值分析表明,不同的煤炭上市公司在劳动投入、资本投入两个方面存在不同的冗余值,造成资源投入方面不同比例的浪费。以YM能源为例,该企业在投入方面的冗余值如表4所示。

表4 YM能源股份有限公司DEA投影分析结果

单位:万元

数值/万元	投入1	投入2	投入3	产出1
	职工薪酬	营业成本	管理费用	净利润
实际值	1719.63	734527.96	24036.72	-17491.43
投影值	1284.97	21475.64	5648.67	1405.89
投入改进值	-434.66	-713052.30	-18388.05	—

由表4可知,从投入的角度看,YM能源股份有限公司在现有产出不变的情况下,需要在三个投入要素上分别减少434.66万元、713052.3万元、18388.05万元的投入,才能实现企业经营有效。说明该企业对这三种投入的资源利用率较低。在人力投入方面,存在两成多的闲置劳动力,这反映出机构臃肿,人浮于事,工作效率低下等问题。在资本投入方面,资源闲置、人员管理不善造成大量的成本浪费。根据规模效率较低可以得出生产规模小、生产结构不合理造成成本提高的结论。管理费用调整幅度将近八成,表明企业存在管理制度不完善和管理效率低等问题。通过对投入产出规模的调节,可使净利润提高至1405.89万元。因此,应提高劳动力和资本的利用率,加强员工管理,优化生产结构,提高管理效率,同时增加研究与开发的投入,实施技术革新和升级设备,提升企业核心竞争力。

### 3.5 结论

文章运用数据包络法中的BCC模型,以2022年32家煤炭上市公司的经营效率为研究对象,进行系列分析,得到以下结论:

(1)我国煤炭上市公司经营效率的整体水平不高。2022年该32家煤炭上市公司的综合技术效率平均值为0.521,距离煤炭行业有效前沿面存在47.9%的进步空间;在32家煤炭上市公司中经营效率达到DEA有效的仅有5家,分别为潞安环能、山西焦化、昊华能源、陕西煤业、宝丰能源,其余27家煤炭上市公司均处于DEA无效状态,占样本公司总数的84.4%。

(2)纯技术效率不高。从纯技术效率分析表明,样本公司的纯技术效率差距悬殊。32家煤炭上市公司的纯技术效率平均值较低,技术能力的提升空间较大。其中,仅有5家公司的纯技术效率是有效的,其余24家煤炭企业的纯技术效率处于无效状态,占研究总体的75%。

(3)规模效率相对较高。32家煤炭上市公司的规模效率平均值为0.817。规模技术效率值处于0.7~1.0的有26家公司,占总数的81.2%,规模效率总体水平较高。

(4)纯技术效率较低是造成上市公司整体综合技术效率低下的主要因素。根据综合效率、纯技术效率与规模效率之间的关系,纯技术效率偏低是导致我国煤炭上市公司经营效率无效的主要因素,投入规模是次要因素。

(5)从投影分析结果来看,仅有5家煤炭上市公司的经营效率达到DEA有效状态,其余27家公司在劳动力和资本投入方面存在冗余的问题,且冗余情况较为严重。

## 4 对策及建议

结合我国煤炭上市公司经营过程中投入产出效率的实际情况,根据上述结论提出如下建议,为我国煤炭上市公司高质量可持续发展提供参考。

(1)增强技术创新能力。技术进步在煤炭行业可持续高效发展中发挥重要作用,因此企业需加大对科技创新的投入力度,同时引进高新技术人才并建立完善的人才培养和激励机制,加快推进绿色技术创新研发,普及应用清洁高效煤炭利用技术,从而增强企业核心竞争力。

(2)优化产业结构。煤炭企业一方面要结合自身特色升级传统优势产业,同时要注重节能减排,建设高科技、低能耗、低污染的煤炭产业结构;另一方面充分利用矿区中土地、风力、光能等可再生能源,发展其他战略性新兴产业,推动能源领域“五个一体化”,加快建设现代化产业,实现可持续发展。

(3)科学管理,提高投入要素的匹配度。在生产的核心环节,企业需要密切监控各个环节的运作情况,及时根据市场需求和生产实际情况,对劳动力、资本投入与所产生经济效益进行精确调整,发挥投入资源的最大效益,从而确保在激烈的市场环境中保持竞争力,以达到经营效率最优。

(4)深化企业合作,促进共同发展。我国各煤炭上市公司的综合技术效率差异显著,各企业应加强交流与合作,重点是积极开展技术合作、市场合作和资本合作,创建人才协同共享机制,让不同背景和专长的科研人员能够在合作中发挥各自优势,通过跨界合作和资源共享,推动煤炭整体产业协同发展,实现资源共享和优势互补,构建完善的煤炭行业生产链。

## 5 结语

本研究采用DEA-BCC-I模型评价与分析了2022年我国32家煤炭上市公司的经营效率,研究得出,32家煤炭上市公司整体经营效率较低,技术水平低下是经营效率无效的主要原因,最后根据分析结果提出增强技术创新能力、优化产业结构等建议。由于采用截面数据,仅对2022年我国煤炭上市公司进行了静态经营效率分析。本研究还存在一些不足,例如缺乏各年度间的动态分析。针对该不足之处,在后续的研究中将采取静态和动态相结合的分析方法,强化研究成果的有效性。

### 参考文献:

- [1] 国家统计局. 中华人民共和国2022年国民经济和社会发展统计公报[E/OL]. [http://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230228\\_1919011.html](http://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230228_1919011.html). 2023-02-28/2023-12-26.
- [2] 朱志富,杨晓娜. 新常态背景下我国煤炭行业发展现状及趋势[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, (06): 156-158.
- [3] XIANG Y. An Assessment of the Green Development Efficiency of Industrial Parks in China: Based on Non-desired Output and Non-radial DEA Model[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2023, 66.
- [4] ALMANA A A, NAWAZ W, KAMAL A, et al. Financial and Operational Efficiencies of National and International Oil Companies: An Empirical Investigation[J]. Resources Policy, 2020, 68: 101701.
- [5] 王倩,杨桐. 基于DEA方法煤炭企业经营绩效评价[J]. 经济与管理, 2013, 27(02): 93-96.
- [6] 彭磊义,罗建基,肖洪根,等. 基于三阶段DEA模型的民宿业经营效率研究——以杭州地区为例[J]. 旅游论坛, 2022, 15(04): 69-82.
- [7] 李旭,马丁丑. 基于DEA模型的农民合作社经营效率研究——以甘肃省为例[J]. 生产力研究, 2022, (02): 83-88.
- [8] SINGH I D, SUMAN D. Measuring Operational Efficiency of the Textile Industry Using DEA Technique: A Study of the Northern State of India[J]. Measuring Business Excellence, 2023, 27(03): 421-432.
- [9] 蒲小川,张宇,江松. 中国采矿业上市公司经营效率的实证分析:基于DEA模型和Malmquist指数模型[J]. 中国矿业, 2021, 30(02): 36-42.
- [10] SU L, JIA J J. New-type Urbanization Efficiency Measurement in Shanghai Under the Background of Industry City Integration[J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2023, 30(33): 80224-80233.
- [11] 孟媛,段非凡,谭悦. 基于DEA模型的京津冀地区科技创新效率评价研究[J]. 天津科技, 2023, 50(05): 1-3, 6.
- [12] 赵爱萍. 基于DEA的中国煤炭采掘业经营效率评价[J]. 生产力研究, 2013, (04): 142-146.

- [13] 程晓娟,全春光. 基于DEA的煤炭行业上市公司经营效率评价[J]. 矿业工程研究,2010,25(01):73-76.
- [14] 魏晓平,王立宝. 基于DEA模型的煤炭行业上市公司经营效率评价[J]. 统计与决策,2005,(24):61-63.
- [15] 刘颖佳,郭宁,李明,等. 江苏光伏产业发展质量效率评价研究——基于DEA和Tobit模型[J]. 中国质量与标准导报,2023,(01):15-22.
- [16] 杨斌清,程婧. 基于DEA模型的我国钨类上市公司效率评价研究[J]. 中国钨业,2021,36(06):1-8.

## **Evaluation of the Operating Efficiency of China's Listed Coal Companies and Research on Countermeasures**

YU Hui-min, DONG Hong-guang\*, BAI Meng

*(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology,  
Huainan, Anhui, 232001, China)*

**Abstract:** In order to improve the operational efficiency of China's coal listed companies and promote high-quality and sustainable development of the coal industry, the DEA-BCC-I model was used to analyze and evaluate the operational efficiency of 32 coal listed companies in 2022. Research shows that the average comprehensive technical efficiency of 32 coal listed companies is 0.521, which is relatively low overall. Only five companies, such as Lu'an Huanneng, Shaanxi Coking, Haohua Energy, Shaanxi Coal Industry and Baofeng Energy, are effective in DEA. The low level of technology is the main factor for ineffective business efficiency, while the scale of investment is the secondary factor. Redundancy analysis indicates that there is a situation of resource redundancy in the remaining 27 coal listed companies with DEA ineffective. It is recommended to take targeted measures such as strengthening technological innovation capabilities, optimizing enterprise business scale, improving the matching degree of investment factors, and deepening enterprise cooperation to improve enterprise operational efficiency.

**Keywords:** Coal listed companies; Operating efficiency; Data envelopment analysis; Redundancy analysis