



李宁,赵开功,方正,等. 一体化能源企业煤炭保供安全测算模型研究与应用[J]. 矿业安全与环保,2024,51(6): 192-199.

LI Ning, ZHAO Kaigong, FANG Zheng, et al. Research and application of calculation model of integrated energy enterprise based on energy guarantee and supply security[J]. Mining Safety & Environmental Protection, 2024, 51(6): 192-199.

扫码阅读下载

DOI: 10.19835/j.issn.1008-4495.20230596

# 一体化能源企业煤炭保供安全测算模型研究与应用

李 宁<sup>1</sup>, 赵开功<sup>2</sup>, 方 正<sup>3</sup>, 李长明<sup>3</sup>

(1. 国能包头能源有限责任公司, 内蒙古 包头 014070; 2. 北京科技大学 土木与资源工程学院, 北京 100083;

3. 国能数智科技开发(北京)有限公司, 北京 100011)

**摘要:**在非化石能源迅速发展和能源保供安全的背景下,如何提高煤炭企业的经济效益已成为重要的关注点。以国家能源集团一体化运营模式下包头能源公司煤炭产业为例,建立经营利润测算、外购煤利润测算和自产煤利润测算3个模型,并将模型内嵌到经营测算系统中。经营测算系统对数据进行综合测算分析,为企业决策分析提供科学依据和重要参考,同时为生产计划综合调整提供保障,从而有效地保证煤炭供应和供应安全。使用该系统对李家壕煤矿和万利一矿进行经济测算,其结果符合煤矿生产成本和利润等方面的实际情况,在保障能源安全的前提下有效地提高了煤矿的生产经营效益。

**关键词:**能源安全;生产效益;利润测算模型;经营测算系统;一体化运营

**中图分类号:**X915.4;F272.92;F426.21 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-4495(2024)06-0192-08

## Research and application of calculation model of integrated energy enterprise based on energy guarantee and supply security

LI Ning<sup>1</sup>, ZHAO Kaigong<sup>2</sup>, FANG Zheng<sup>3</sup>, LI Changming<sup>3</sup>

(1. Guoneng Baotou Energy Co., Ltd., Baotou 014070, China;

2. School of Civil and Resource Engineering, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083, China;

3. National Energy Network Information Technology (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100011, China)

**Abstract:** Under the background of the rapid development of non-fossil energy and the safety of energy supply, how to improve the economic benefits of coal enterprises has become an important concern. This study takes the coal industry of Baotou Energy Company under the integrated operation mode of National Energy Group as an example, and establishes three models of operating profit calculation, profit calculation of purchased coal and profit calculation of self-produced coal, then applies the model to the operating calculation system. The operation calculation system comprehensively calculates and analyzes the data, providing scientific basis and important reference for the decision-making analysis of enterprise leaders. At the same time, it provides guarantee for the comprehensive adjustment of production plan, so as to effectively ensure coal supply and supply security. Using this model, the economic calculation of Lijiahao Coal Mine and Wanli No. 1 Coal Mine is carried out. The results are in line with the actual situation of coal mine production costs and profits. The system effectively improve the production and operation efficiency of coal mines on the premise of ensuring energy security.

**Keywords:** energy security; production benefit; profit calculation model; operation calculation system; integrated operation

收稿日期:2023-07-15;2024-08-27 修订

基金项目:国家能源集团2020年第二批科技项目(GJNY-20-238)

作者简介:李 宁(1976—),男,陕西韩城人,博士,高级工程师,主要从事企业安全生产运营管理工作。E-mail: liming@ceic.com。

通信作者:赵开功(1981—),男,山东济宁人,博士,高级工程师,主要从事应急救援、职业健康、安全信息化、安全生产理论与技术等方面的研究工作。E-mail:smilevel@163.com。

能源是国家经济发展的基石。自2019年以来,国家为推进煤炭保供应、稳煤价的政策,实施了一系列计划,提高了煤炭行业生产效率,促进了智能化和安全化发展<sup>[1-3]</sup>。然而,要实现能源生产稳中有增,

仍有一系列问题需要解决。我国煤炭产能较大,但由于区域煤炭供需结构的变化,部分地区出现了供需矛盾<sup>[4]</sup>。此外,在我国“碳达峰,碳中和”等一系列环保政策的指引下,非化石能源取得了快速发展,这对煤炭企业的经济效益造成了一定程度的冲击<sup>[5-8]</sup>。对于煤炭企业而言,如何提高效益是企业发展的重中之重,合理的经济测算是提高企业利润、确保企业稳定经营的重要途径。

许多学者对煤炭企业的经济测算进行了研究。唐凌<sup>[9]</sup>构建了钢窑焦化厂焦油精制环节和焦油改质环节的利润测算模型,并在实际应用中取得了较好的效果;武春友等<sup>[10]</sup>结合 MFA 和 DEA 方法,提出了一种煤炭资源效率测算方法,该方法基于全要素资源效率,能够对煤炭资源的效率进行有效测算及分析;姚文英<sup>[11]</sup>采用使用者成本法测算了西北少数民族地区较大型煤炭企业煤炭资源使用者成本的上下限,并与实际缴纳税费进行对比,以验证煤炭企业对资源耗减成本是否进行了补偿;江书军<sup>[12]</sup>基于赵固二矿的物资采购、产品生产及销售整个作业环节,采用作业成本法对各个环节的成本进行测算并实际管控,取得了较好的成效;任一鑫等<sup>[13]</sup>通过建立交叉效率 DEATobit 模型,测算煤炭企业的经营效率及其影响因素,发现煤炭企业的经营效率呈现两极化,且受到市场份额安全生产状况等多因素的影响;田涛等<sup>[14]</sup>建立了 DEA-Tobit 两阶段模型,研究分析了我国 36 家煤炭企业的生产效率和影响因素;丁日佳等<sup>[15]</sup>建立了面板固定效应模型和门槛面板模型,研究分析了煤炭企业杠杆率和经营绩效的相关性;赵安琪<sup>[16]</sup>使用 DEA-BCC 模型和 Malmquist 指数,分别从静态和动态两方面对八大矿井的安全生产成本效益进行测算,并提出了针对性的措施对生产结构等进行改进优化;黄骞<sup>[17]</sup>利用 Hansen 门槛模型,研究了煤矿企业安全投入与经济效益之间的关系;奚罕然<sup>[18]</sup>为提升煤炭企业的产能效率,测算了山西省煤炭企业产能利用率及产能过剩水平;孙亚诺<sup>[19]</sup>基于可持续发展理论和低碳经济理论,构建了我国大型煤炭企业节能减排成本计量模型,对煤炭企业的节能减排成本进行了测算并加以验证。以上学者关于经营模型的研究主要是围绕煤炭企业经济测算展开的,缺乏对建立和应用经营测算模型的深入研究。此外,这些研究大多依据单一指标或单一方法进行测算,缺乏多维度数据分析,无法全面评估煤炭企业的生产利润状况,并且缺乏对煤炭企业如何应对市场波动和提高效率的深入分析,具有一定的局限性。

作为国家能源集团的子公司之一,国能包头能源有限责任公司需全力保障煤炭供应和市场稳定,

提高一体化运营协同效率和快速响应能力。笔者根据企业自身实际情况建立经营利润测算、外购煤利润测算和自产煤利润测算模型,并将其内嵌至经营测算系统,利用市场价格信息和生产成本投入,优化生产利润空间,确保企业的稳定经营。同时,利用多维度数据对煤矿的利润进行综合分析测算,以提升智能分析、辅助决策水平和预测分析能力。经营测算系统通过强化信息交互和一体化运营管控,形成协同效应,增强企业应对市场波动的抵抗能力,减少企业间的双重边际成本,同时提高企业的效益;帮助企业更加科学地进行经营决策,从而有效地保障煤炭供应安全。

## 1 利润测算模型

### 1.1 经营利润测算模型

经营利润为企业在全部生产业务中所获得的利润,是企业经济活动的目标。经营利润测算即按机构、煤种、去向等维度,综合分析计划销量、生产成本及其他费用(周转费、杂费、税费)等因素,测算自产煤生产、运输和销售的整体预算利润。经营利润测算模型计算公式如下:

$$p_1 = (a_1 + b_1 - c_1) - d_1 \quad (1)$$

$$a_1 = e_1 - f_1 + g_1 + h_1 + i_1 + j_1 + k_1 + l_1 + m_1 + n_1 \quad (2)$$

$$d_1 = o_1 q_1 \quad (3)$$

式中: $p_1$  为经营利润; $a_1$  为营业利润; $b_1$  为营业外收入; $c_1$  为营业外支出; $d_1$  为所得税; $e_1$  为营业总收入; $f_1$  为营业总成本; $g_1$  为其他收益; $h_1$  为投资收益; $i_1$  为汇兑收益; $j_1$  为净敞口套期收益; $k_1$  为公允价值变动收益; $l_1$  为信用减值损失; $m_1$  为资产减值损失; $n_1$  为资产处置收益; $o_1$  为所得税按量计提单价; $q_1$  为自产煤销售数量。

### 1.2 外购煤利润测算模型

外购煤利润测算通过分析外购煤炭的来源、采购方式、采购价格、破碎费用、运输费用、损耗,以及各种杂费(港杂费、税费、环节费、代理费)等各种成本构成,并考虑销售价格等方面的利润因素,建立外购煤利润测算模型,测算企业单煤种或多煤种的外购效益,便于选择合适的外购煤采购方案。外购煤利润测算模型计算公式如下:

$$p_2 = u - v \quad (4)$$

$$u = wx \quad (5)$$

$$v = yz \quad (6)$$

式中: $p_2$  为外购煤利润; $u$  为外购煤收入; $v$  为外购煤成本; $w$  为外购煤销售价格; $x$  为外购煤销售数量; $y$  为外购煤价格; $z$  为外购煤数量。

### 1.3 自产煤利润测算模型

自产煤利润测算是通过分析自产煤的生产成本、销售价格、周转费用,以及各种杂费(代理费、港杂费、税费)等成本构成,建立自产煤利润测算模型,测算自产煤的整体利润情况,以便科学合理地调整销售结构,达到整体效益最大化的目的。自产煤利润测算模型计算公式如下:

$$p_3 = (a_2 + b_2 - c_2) - d_2 \quad (7)$$

$$a_2 = e_2 - f_2 + g_2 + h_2 + i_2 + j_2 + k_2 + l_2 + m_2 + n_2 \quad (8)$$

$$e_2 = a_2 + r + s + t \quad (9)$$

$$d_2 = o_2 q_2 \quad (10)$$

式中: $p_3$  为自产煤利润; $a_2$  为自产煤部分营业利润; $b_2$  为自产煤营业外收入; $c_2$  为自产煤营业外支出; $d_2$  为所得税; $e_2$  为自产煤营业总收入; $f_2$  为自产煤营业总成本; $g_2$  为自产煤其他收益; $h_2$  为自产煤投资收益; $i_2$  为自产煤汇兑收益; $j_2$  为自产煤净敞口套期收益; $k_2$  为自产煤公允价值变动收益; $l_2$  为自产煤信用减值损失; $m_2$  为自产煤资产减值损失; $n_2$  为自产煤资产处置收益; $r$  为利息收入(财务公司专用); $s$  为已赚保费; $t$  为手续费及佣金收入(财务公司专用); $o_2$  为自产煤所得税按量计提单价; $q_2$  为自产煤销售数量。

## 2 经营测算系统的构建

### 2.1 系统功能

经营测算系统中包含经营利润测算、外购煤利润测算、自产煤利润测算三大模型。经营测算系统对煤矿各个模块的利润进行综合测算分析,并将测算结果进行可视化展示,为企业经营决策提供数据支持,以达到最佳的总体效益目标。经营测算系统结构如图 1 所示。

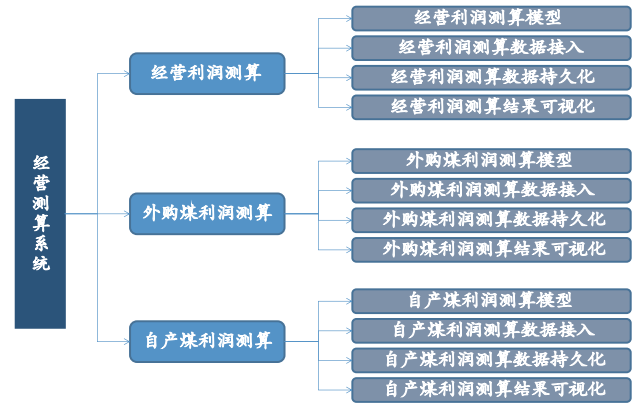


图 1 经营测算系统功能结构图

Fig. 1 Operation calculation system function structure diagram

### 2.2 技术支撑

经营测算系统是基于 cMES(生产执行系统)搭建的,遵循 cMES 界面设计规范,从用户的角度出发,尽可能提供友好的操作界面,简化用户操作,以提升用户体验。cMES 包括生产管理、调度管理、一通三防、班组管理等模块,向上能够与集团经营管理、决策支持系统互联互通,向下能够与智能装备、智能控制系统管控协同,实现各类业务信息的共享和联动分析。经营测算系统采用 JavaEE 平台进行 Java 语言开发,使用 MySQL 数据库 8.0.29 进行数据存储<sup>[20]</sup>。系统前端采用 HTML5 和 CSS3 技术标准,使用 Vue 编写前端页面、Axios 发送前端请求、Ant Desig 构建页面组件、Echarts 实现系统中的图形展示功能,统一 UI 风格,提供丰富的交互能力。系统后端的 Web 应用开发采用 Spring MVC、Spring Security 及 Hibernate、Restful;使用 Spring Boot 搭建轻量级的公共服务,在客户端方面支持 Chrome、Firefox 等浏览器。经营测算系统技术架构如图 2 所示。

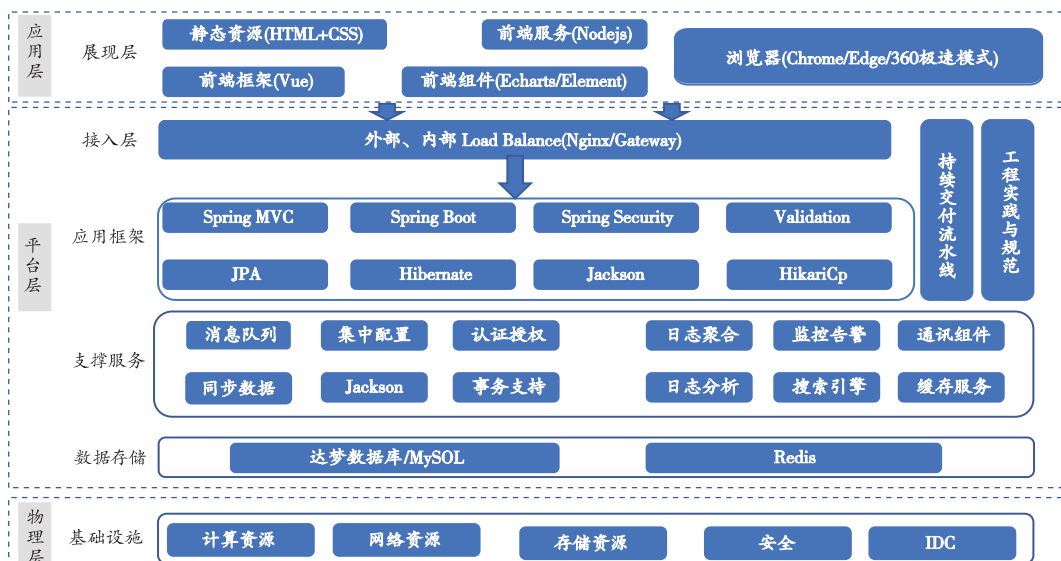


图 2 经营测算系统技术架构图

Fig. 2 Operation calculation system technical architecture diagram

### 2.3 技术实现及操作系统

在经营测算系统中输入管理员账号后进入系统功能菜单,首先需要在函数管理子菜单栏中导入各

变量信息,在采集数据后实现分析和可视化展示。经营测算系统主要功能如图 3~5 所示。



图 3 经营测算系统主界面  
Fig. 3 Interface of operation calculation system



图 4 经营测算系统函数管理界面  
Fig. 4 Function management interface of operation calculation system



图 5 经营测算系统可视化界面  
Fig. 5 Visual interface of operation calculation system

### 3 经营测算系统的实际应用

“煤电化路港航油一条龙、产运销纵向一体化”是国家能源集团特有的运营模式,这种模式能够实现上下游产业的高度关联,通过一体化运营链条紧密衔接,实现煤炭从煤矿到港口、电厂、煤化工厂的产业链供应,从而提高运营效率、降低成本,具有独特的竞争优势。

煤炭企业是一体化运营的起点。国能包头能源有限责任公司是国家能源集团下属的一家企业,其下属煤矿包括李家壕煤矿和万利一矿,以这 2 家煤矿的经营数据作为案例进行经营测算研究。

将李家壕煤矿和万利一矿 2022 年 1 月至 12 月的“营业外收入、营业外支出、外购煤收入、购煤成本、自产煤销售数量、外购煤销售数量”等指标的具體数据导入经营测算系统中,数据统计如图 6 所示。

(a) 外购煤销售数量

#	指标名称	煤种	审批状态	指标值	指标精度	数据来源方式	所属机构	指标业务时间	操作
1	外购煤销售数量	外购4500	无审批	158248			万利一矿	2022-12	编辑 更多
2	外购煤销售数量	外购4500	无审批	255079			万利一矿	2022-11	编辑 更多
3	外购煤销售数量	外购4500	无审批	208092			万利一矿	2022-10	编辑 更多
4	外购煤销售数量	外购4500	无审批	195338			万利一矿	2022-09	编辑 更多
5	外购煤销售数量	外购4500	无审批	163492			万利一矿	2022-08	编辑 更多
6	外购煤销售数量	外购4500	无审批	173922			万利一矿	2022-07	编辑 更多
7	外购煤销售数量	外购4500	无审批	196658.6			万利一矿	2022-06	编辑 更多
8	外购煤销售数量	外购4500	无审批	219212			万利一矿	2022-05	编辑 更多
9	外购煤销售数量	外购4500	无审批	146453			万利一矿	2022-04	编辑 更多
10	外购煤销售数量	外购4500	无审批	139886			万利一矿	2022-03	编辑 更多
11	外购煤销售数量	外购4500	无审批	83231			万利一矿	2022-02	编辑 更多
12	外购煤销售数量	外购4500	无审批	61720			万利一矿	2022-01	编辑 更多

(b) 自产煤销售数量

#	指标名称	煤种	审批状态	指标值	指标精度	数据来源方式	所属机构	指标业务时间	操作
1	自产煤销售数量	神混4500	无审批	58312.78			万利一矿	2022-12	编辑 更多
2	自产煤销售数量	神混3800	无审批	271355.64			万利一矿	2022-12	编辑 更多
3	自产煤销售数量	神混4500	无审批	154657.7			万利一矿	2022-11	编辑 更多
4	自产煤销售数量	神混3800	无审批	206194			万利一矿	2022-11	编辑 更多
5	自产煤销售数量	神混4500	无审批	337085.3			万利一矿	2022-10	编辑 更多
6	自产煤销售数量	神混3800	无审批	131254			万利一矿	2022-10	编辑 更多
7	自产煤销售数量	神混3800	无审批	279663			万利一矿	2022-09	编辑 更多
8	自产煤销售数量	神混4500	无审批	160268			万利一矿	2022-09	编辑 更多
9	自产煤销售数量	神混4500	无审批	239669.351			万利一矿	2022-08	编辑 更多
10	自产煤销售数量	神混3800	无审批	344839			万利一矿	2022-08	编辑 更多
11	自产煤销售数量	神混3800	无审批	233746			万利一矿	2022-07	编辑 更多
12	自产煤销售数量	神混4500	无审批	191392			万利一矿	2022-07	编辑 更多

(c) 营业外支出

#	指标名称	煤种	审批状态	指标值	指标精度	数据来源方式	所属机构	指标业务时间	操作
1	营业外支出	无审批	450000				万利一矿	2022-12	编辑 更多
2	营业外支出	无审批	2000				万利一矿	2022-11	编辑 更多
3	营业外支出	无审批	0				万利一矿	2022-10	编辑 更多
4	营业外支出	无审批	0				万利一矿	2022-09	编辑 更多
5	营业外支出	无审批	0				万利一矿	2022-08	编辑 更多
6	营业外支出	无审批	448156.3				万利一矿	2022-07	编辑 更多
7	营业外支出	无审批	3593410.46				万利一矿	2022-06	编辑 更多
8	营业外支出	无审批	0				万利一矿	2022-05	编辑 更多
9	营业外支出	无审批	1161068.09				万利一矿	2022-04	编辑 更多
10	营业外支出	无审批	102800				万利一矿	2022-03	编辑 更多
11	营业外支出	无审批	0				万利一矿	2022-02	编辑 更多
12	营业外支出	无审批	491400				万利一矿	2022-01	编辑 更多

(d) 外购煤成本单价

#	指标名称	煤种	审批状态	指标值	指标精度	数据来源方式	所属机构	指标业务时间	操作
1	外购煤成本单价	外购4500	无审批	395.52			万利一矿	2022-12	编辑 更多
2	外购煤成本单价	外购4500	无审批	839.05			万利一矿	2022-11	编辑 更多
3	外购煤成本单价	外购4500	无审批	1089.45			万利一矿	2022-10	编辑 更多
4	外购煤成本单价	外购4500	无审批	433.53			万利一矿	2022-09	编辑 更多
5	外购煤成本单价	外购4500	无审批	517.98			万利一矿	2022-08	编辑 更多
6	外购煤成本单价	外购4500	无审批	586.75			万利一矿	2022-07	编辑 更多
7	外购煤成本单价	外购4500	无审批	460.87			万利一矿	2022-06	编辑 更多
8	外购煤成本单价	外购4500	无审批	454.68			万利一矿	2022-05	编辑 更多
9	外购煤成本单价	外购4500	无审批	473.9			万利一矿	2022-04	编辑 更多
10	外购煤成本单价	外购4500	无审批	492.53			万利一矿	2022-03	编辑 更多
11	外购煤成本单价	外购4500	无审批	415.39			万利一矿	2022-02	编辑 更多
12	外购煤成本单价	外购4500	无审批	370.36			万利一矿	2022-01	编辑 更多

(e) 营业外收入

#	指标名称	煤种	审批状态	指标值	指标精度	数据来源方式	所属机构	指标业务时间	操作
1	营业外收入	无审批	105770				万利一矿	2022-12	编辑 更多
2	营业外收入	无审批	16430				万利一矿	2022-11	编辑 更多
3	营业外收入	无审批	45940				万利一矿	2022-10	编辑 更多
4	营业外收入	无审批	41200				万利一矿	2022-09	编辑 更多
5	营业外收入	无审批	1852706.39				万利一矿	2022-08	编辑 更多
6	营业外收入	无审批	33400				万利一矿	2022-07	编辑 更多
7	营业外收入	无审批	17000				万利一矿	2022-06	编辑 更多
8	营业外收入	无审批	423655.6				万利一矿	2022-05	编辑 更多
9	营业外收入	无审批	349658				万利一矿	2022-04	编辑 更多
10	营业外收入	无审批	1200				万利一矿	2022-03	编辑 更多
11	营业外收入	无审批	26820				万利一矿	2022-02	编辑 更多
12	营业外收入	无审批	2300				万利一矿	2022-01	编辑 更多

(f) 外购煤销售单价

#	指标名称	煤种	审批状态	指标值	指标精度	数据来源方式	所属机构	指标业务时间	操作
1	外购煤销售单价	外购4500	无审批	572.18			万利一矿	2022-12	编辑 更多
2	外购煤销售单价	外购4500	无审批	701.43			万利一矿	2022-11	编辑 更多
3	外购煤销售单价	外购4500	无审批	968.25			万利一矿	2022-10	编辑 更多
4	外购煤销售单价	外购4500	无审批	649.56			万利一矿	2022-09	编辑 更多
5	外购煤销售单价	外购4500	无审批	625.8			万利一矿	2022-08	编辑 更多
6	外购煤销售单价	外购4500	无审批	607.24			万利一矿	2022-07	编辑 更多
7	外购煤销售单价	外购4500	无审批	466.98			万利一矿	2022-06	编辑 更多
8	外购煤销售单价	外购4500	无审批	465.37			万利一矿	2022-05	编辑 更多
9	外购煤销售单价	外购4500	无审批	491.17			万利一矿	2022-04	编辑 更多
10	外购煤销售单价	外购4500	无审批	518.65			万利一矿	2022-03	编辑 更多
11	外购煤销售单价	外购4500	无审批	466.69			万利一矿	2022-02	编辑 更多
12	外购煤销售单价	外购4500	无审批	373.88			万利一矿	2022-01	编辑 更多

图 6 经营测算模型指标数据  
Fig. 6 Index data of operation calculation model

### 3.1 经营利润测算

根据李家壕煤矿和万利一矿 2022 年 1 月至 12 月的“营业外收入、营业外支出、自产煤销售数量”等指标数据,利用经营利润测算模型即可得到企业在全部生产业务中所获得的利润。从系统中导出李家壕煤矿和万利一矿自 2022 年 1 月至 12 月的两矿总经营利润情况,结果如图 7 所示。

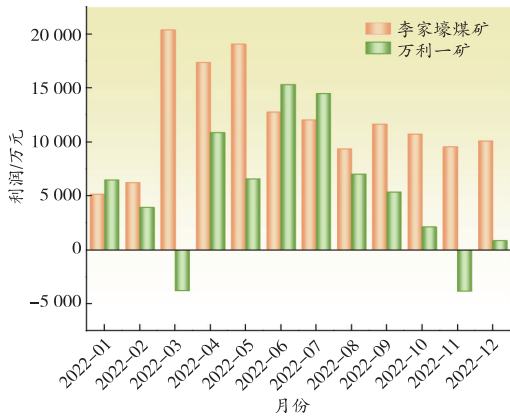


图 7 两矿总体经营测算可视化图

Fig.7 Visualization of the total operation calculation of the two mines

从图 7 可以看出,该年度 2 家煤矿的整体经营利润呈盈利状态。李家壕煤矿的经营利润自 2022 年 1 月至 3 月持续上涨,在 2022 年 3 月份利润达到最大值,之后整体保持平稳下降趋势,整体呈现盈利状态。3 月之后,受气温、客户需求、外部市场环境及企业决策计划等影响,整体利润有所下降。万利一矿的经营利润较李家壕煤矿稍低,2022 年 6 至 11 月利润呈现负增长趋势,在 11 月份跌到历史最低。

### 3.2 外购煤利润测算

将李家壕煤矿和万利一矿 2022 年 1 月至 12 月的“外购煤收入、购煤成本、外购煤销售数量”等指标的具体数据输入外购煤利润测算模型,可得到企业单煤种或多煤种的外购效益,结果如图 8 所示。

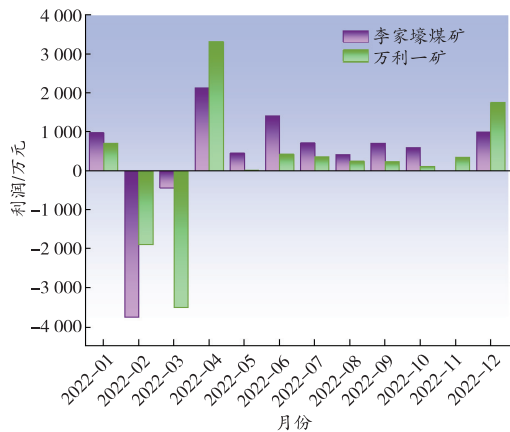


图 8 两矿外购煤测算可视化图

Fig.8 Visualization of the calculation of coal purchased from the two mines

由图 8 可以看出,李家壕煤矿在 2022 年 1 至 3 月期间,企业煤炭产量增加,外购煤数量减少,外购煤亏本销售。3 月之后,外购煤开始盈利且达到最大,2022 年 5 月至 11 月,利润开始逐渐减少但整体呈现盈利状态。万利一矿在 3 月份的外购煤利润是非盈利状态,外购煤利润跌至约 -3 510.47 万元。这与当时企业外购煤数量庞大,花费成本较高,但销售煤价较低有关,说明测算结果与实际情况相符合。在 4 月之后煤炭产量增加,外购煤数量减少,外购煤利润逐渐趋于平稳,均与实际经营利润数据相符,说明了模型的合理性。

### 3.3 自产煤利润测算

将李家壕煤矿和万利一矿 2022 年 1 月至 12 月的“营业外收入、营业外支出、自产煤销售数量”等指标的具体数据输入自产煤利润测算模型,可得到企业自产煤的整体利润情况,结果如图 9 所示。

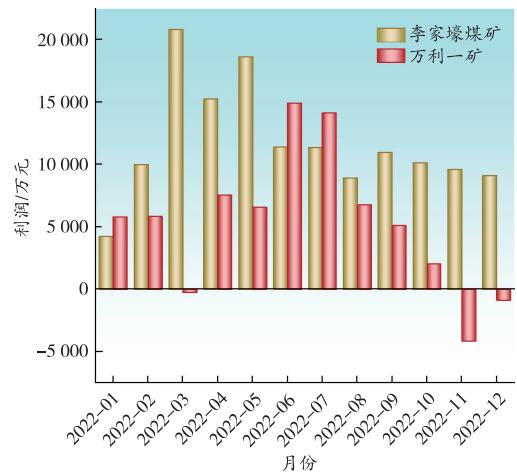


图 9 两矿自产煤测算可视化图

Fig.9 Visualization of the calculation of self-produced coal in the two mines

由图 9 可见,李家壕煤矿的自产煤利润自 2022 年 1 月至 3 月持续上涨,在 2022 年 3 月达到最大值,之后整体保持平稳下降趋势,整体呈现盈利状态。然而,2022 年 3 月后,根据企业经营状态对煤炭生产计划和煤炭采购计划进行调整,以使 2022 年 3 月至 6 月期间整体保持盈利状态。然而,6 月后,受气温、客户需求、外部市场环境,以及企业决策计划等因素的影响,外购煤利润整体保持平稳状态,盈利较少。万利一矿在 3 月的自产煤利润和外购煤利润都处于非盈利状态。2022 年 3 月后,万利一矿的自产利润在 6 月达到最大值,并开始逐月减少,在 11 月跌至约 -3 820.62 万元,达到历史最低值。这与 2022 年 6 月后,企业根据经营状态对煤炭生产计划和煤炭采购

计划进行调整,导致自产煤利润下降,整体利润持续下跌的实际情况相符。

### 3.4 模型评价

为进一步验证模型的精度,通过数据均方误差(Mean Square Error, MSE)和  $R^2$  分数对模型进行评价,其计算公式如下:

$$e_{MS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (11)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (12)$$

式中: $e_{MS}$  为均方误差(MSE); $n$  为样本数量; $y_i$  为实际值; $\hat{y}_i$  为模型测算值; $\bar{y}_i$  为平均值; $R^2$  为决定系数。

MSE 计算的是实际值与测算值之间的平均差的平方,其越小越好; $R^2$  的取值为 0~1,越接近 1 表示模型拟合效果越好。

李家壕煤矿和万利一矿 2022 年 1 月至 12 月的两矿总经营利润和模型测算利润对比见表 1。

表 1 两矿总经营测算利润对比  
Table 1 Comparison of total operation calculation of two mines

统计月份	李家壕矿利润/万元		万利一矿利润/万元	
	实际值	测算值	实际值	测算值
2022-01	5 346	5 190	6 866	6 509
2022-02	6 250	6 248	4 284	3 940
2022-03	20 707	20 395	-3 701	-3 757
2022-04	17 538	17 365	11 096	10 886
2022-05	18 876	19 086	6 468	6 584
2022-06	12 325	12 788	15 573	15 339
2022-07	11 922	12 064	14 789	14 514
2022-08	9 569	9 348	7 206	7 039
2022-09	11 540	11 682	5 125	5 366
2022-10	10 451	10 725	2 445	2 134
2022-11	9 872	9 584	-3 784	-3 821
2022-12	10 348	10 119	1 078	869

由表 1 可以看出,李家壕煤矿和万利一矿的总经营利润和模型测算利润相近,大部分月份的误差都较小。由于篇幅原因,经营利润测算模型和自产煤利润测算模型将不再展示。为了更好地了解模

型的表现,列举各模型的  $e_{MS}$  和  $R^2$ ,见表 2。

表 2 各模型测算结果  
Table 2 Model calculation results

模型	煤矿	$e_{MS}$	$R^2$
经营利润 测算模型	李家壕煤矿 万利一矿	59 142.66 55 383.25	0.998 4 0.997 1
外购煤利润 测算模型	李家壕煤矿 万利一矿	4 101.16 8 436.12	0.998 0 0.997 2
自产煤利润 测算模型	李家壕煤矿 万利一矿	10 829.32 9 826.28	0.998 5 0.997 5

由表 2 可见,外购煤利润测算模型的  $e_{MS}$  比其他 2 个模型小,测算效果更好。各模型  $R^2$  均接近于 1,说明模型测算精度较高,能够较好地对经营利润进行测算,可以反映企业经营利润的实际情况。

综上所述,经营测算系统将 3 个利润测算模型应用于实际经营过程中,能够清晰地测算并展示不同煤矿的利润数据情况,并能反映煤矿实际经营利润情况。基于煤矿各个阶段的利润情况,系统能够及时优化影响利润的相关因素,调整煤炭的销售方案,优化企业的成本结构,从而获取更大的利润空间,提升企业的经济效益。

## 4 结束语

根据企业实际情况,建立了经营利润测算、外购煤利润测算和自产煤利润测算模型,并将其集成到经营测算系统中。利用经营测算系统对国能包头能源有限责任公司所属李家壕煤矿、万利一矿的生产利润进行测算分析,并将测算结果进行可视化展示。实际应用结果表明,经营测算系统能够充分利用企业的经济数据,对影响生产利润的各因素进行精细化管理,实时优化成本结构,有效提高智能分析、辅助决策水平和预测分析能力,从而提高企业的生产效益。可为充分发挥煤炭兜底保障安全作用、加强重点产煤单位和企业生产调度,以及确保能源安全体系建设提供有力支持。

### 参考文献(References):

- [1] 赵开功,李彦平.我国煤炭资源安全现状分析及发展研究[J].煤炭工程,2018,50(10):185-189.  
ZHAO Kaigong, LI Yanping. Analysis and development suggestion for coal resources safety in China[J]. Coal Engineering, 2018, 50(10): 185-189.
- [2] 臧成君.能源企业安全绩效考核与本质安全评估研究[J].矿业安全与环保,2023,50(2):141-146.  
ZANG Chengjun. Research on safety performance assessment and

- intrinsic safety assessment of energy enterprise[J]. Mining Safety & Environmental Protection, 2023, 50(2):141-146.
- [3] 赵开功,张瑞. 国家能源集团国投资金项目管理现状研究及对策分析[J]. 中国煤炭, 2018, 44(11):19-22.  
ZHAO Kaigong, ZHANG Rui. Research and countermeasure analysis on management status of China Energy Group state development and investment project[J]. China Coal, 2018, 44(11):19-22.
- [4] 国家发改委, 国家能源局. 采暖季能源保供有保障[EB/OL]. [https://www.360kuai.com/pc/96b06068540201294?cota=3&kuai\\_so=1&sign=360\\_57c3bbd1&refer\\_scene=so\\_1](https://www.360kuai.com/pc/96b06068540201294?cota=3&kuai_so=1&sign=360_57c3bbd1&refer_scene=so_1). 2023-01-13.
- [5] 刘洁. 我国煤炭国内贸易格局、影响因素及与经济增长关联研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2020.  
LIU Jie. Research on the domestic trade pattern, influencing factors and correlation with economic growth of China's coal industry [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2020.
- [6] 张利, 蔡诚功, 杜俊儒, 等. “双碳”目标下煤炭企业环境成本核算与应用探析: 基于作业成本法核算原则[J]. 财会通讯, 2022(4): 170-176.  
ZHANG Li, CAI Chenggong, DU Junru, et al. Analysis on environmental cost accounting and application of coal enterprises under the goal of “Dual Carbon” - based on the principle of activity-based costing [J]. Financial and Accounting Communications, 2022(4):170-176.
- [7] 张巾金. 去产能背景下我国煤炭企业经营绩效评价[D]. 西安: 西安科技大学, 2021.  
ZHANG Jinjin. Performance evaluation of coal enterprises under the background of de-capacity [D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2021.
- [8] 安景文, 梁志霞, 孟真, 等. 大型煤炭企业价格竞争复杂性及延迟反馈控制研究[J]. 价格理论与实践, 2018(11):143-146.  
AN Jingwen, LIANG Zhixia, MENG Zhen, et al. Complexity and delayed feedback control of large coal enterprises' price competition [J]. Price; Theory & Practice, 2018(11):143-146.
- [9] 唐凌. 经济测算模型在煤矿企业产品利润计算中的应用[J]. 煤炭技术, 2013, 32(7):278-279.  
TANG Ling. Application of economic measurement model coal mine enterprise product profitability calculations [J]. Coal Technology, 2013, 32(7):278-279.
- [10] 武春友, 岳良文, 张米尔. 基于 MFA 和 DEA 的煤炭资源效率测算方法的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(12): 135-142.  
WU Chunyou, YUE Liangwen, ZHANG Mier. Research on the method of measuring coal resource efficiency based on MFA and DEA [J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(12):135-142.
- [11] 姚文英. 煤炭开采企业耗减成本测算与分析: 以西北少数民族地区为例[J]. 新疆大学学报(哲学·人文社会科学版), 2015, 43(3):23-27.  
YAO Wenyong. Calculation and analysis of consumption and reduction cost of coal mining enterprises: A case study of minority areas in Northwest China [J]. Journal of Xinjiang University (Philosophy · Humanities and Social Sciences Edition), 2015, 43(3):23-27.
- [12] 江书军. 河南能源赵固二矿精细化作业成本管控体系的构建及应用[J]. 财务与会计, 2018(5):33-35.  
JIANG Shujun. Construction and application of fine activity cost control system in Zhaogu No. 2 coal mine of Henan energy [J]. Finance & Accounting, 2018(5):33-35.
- [13] 任一鑫, 刘丽莹, 焦习燕. 去产能与资源整合推进下煤炭企业经营效率研究[J]. 中国矿业, 2020, 29(3):40-45.  
REN Yixin, LIU Liying, JIAO Xiyan. Research on the operating efficiency of coal enterprises under the promotion of capacity and resource integration [J]. China Mining Magazine, 2020, 29(3):40-45.
- [14] 田涛, 李波. 中国煤炭企业生产效率和影响因素分析[J]. 中国煤炭, 2013, 39(5):24-28.  
TIAN Tao, LI Bo. An analysis of factors affecting the production efficiency of coal enterprises in China [J]. China Coal, 2013, 39(5):24-28.
- [15] 丁日佳, 高青. 去杠杆背景下我国煤炭行业杠杆率合理水平测算[J]. 统计与决策, 2020, 36(22):148-152.  
DING Rijia, GAO Qing. Measurement of reasonable leverage ratio in China's coal industry under the background of deleveraging [J]. Statistics and Decision, 2020, 36(22):148-152.
- [16] 赵安琪. 西山煤电安全生产成本效益研究[D]. 南昌: 华东交通大学, 2020.  
ZHAO Anqi. Study on cost benefit of Xishan Coal Power Safety production [D]. Nanchang: East China Jiaotong University, 2020.
- [17] 黄睿. 安全投入对煤矿企业经济效益的门槛效应研究[J]. 矿业安全与环保, 2021, 48(3):120-125.  
HUANG Qian. Study on threshold effect of safety investment on economic benefit of coal mine enterprise [J]. Mining Safety & Environmental Protection, 2021, 48(3):120-125.
- [18] 奚罕然. 山西省煤炭产业产能测算及对策研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2017.  
XI Hanran. Research on production capacity estimation and countermeasures of coal industry in Shanxi Province [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2017.
- [19] 孙亚诺. 我国大型煤炭企业节能减排成本计量研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2016.  
SUN Yanuo. Research on cost measurement of energy conservation and emission reduction in China's large coal enterprises [D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2016.
- [20] 廖杰红. 数据统计分析在煤炭经营中的应用[J]. 信息记录材料, 2018, 19(1):59-60.  
LIAO Jiehong. Application of data statistical analysis in coal management [J]. Information Recording Materials, 2018, 19(1):59-60.

(责任编辑:熊云威)