

# 煤炭企业数字化发展阶段评价及转型建议

丁序海, 梁伟锋, 武 晶

陕西德源府谷能源有限公司, 陕西 榆林

收稿日期: 2022年12月25日; 录用日期: 2023年1月24日; 发布日期: 2023年1月31日

## 摘 要

实现煤矿数字化转型最重要的是要加强科学分析和提高评估企业自身数字化水平。本文以国家能源集团三道沟煤矿为例, 在分析现有评价指标体系的基础上, 根据平硐式开采工艺、矿山建设的特点, 提出和构建包含反映煤矿生产过程和数字化程度的指标体系, 丰富了数字矿山评价指标体系, 有助于提出针对企业的发展政策意见, 推动煤炭企业高质量发展。

## 关键词

评价指标, 评价过程, 评价结论, 转型建议

# Evaluation of Digital Development Stage of Coal Mining Enterprises and Suggestions on Transformation

Xuhai Ding, Weifeng Liang, Jing Wu

Shaanxi Deyuan Fugu Energy Co., Ltd., Yulin Shaanxi

Received: Dec. 25<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 24<sup>th</sup>, 2023; published: Jan. 31<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

The most important thing to realize the digital transformation of coal mine is to strengthen the scientific analysis and improve the evaluation enterprise's own digital level. Taking Sandaogou Coal Mine of National Energy Group as an example, on the basis of analyzing the existing evaluation index system, and according to the characteristics of adit mining technology and mine construction, this paper proposes and constructs an index system that reflects the production process and digitalization degree of coal mine, which enriches the digital mine evaluation index system and helps to put forward policy opinions for the development of enterprises. We will promote the

## high-quality development of coal enterprises.

### Keywords

Evaluation Index, Evaluation Process, Evaluation Conclusion, Transformation Suggestions

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在实现煤矿数字化进程中,煤炭企业如何科学分析和评估自身数字化水平、明确进一步转型发展方向变得至关重要。国内许多学者对于煤炭企业的数字化转型都有所研究,边岗亮[1]认为企业积极对标数字化评价体系有助于企业高质量发展:通过科学选取评价指标,围绕战略、组织、科技、风险等管理领域,分析和提取可参考、可借鉴、可复制的先进管理经验,形成系统完备、科学规范、高效的煤矿数字化评价体系,祁和刚等[2]认为煤炭产业数字化有助于煤炭企业更好地找准赛道、明确目标、实现组织绩效改善;有助于全要素生产率的提高:郭启光[3]等基于内蒙古传统产业数字化转型经验,认为积极对标数字化指标,重点瞄准数字化中资源配置效率、技术进步、管理创新和人才素质水平等核心要素,调整策略,把生产要素向效益优、质量高、前景好的领域倾斜,提高整体运营质量和效率,发挥每个产品和每一分资产最大价值,提高企业全要素生产。

企业智能化转变也备受学者关注,王改静[4]认为运用百度智能云可以助力煤矿企业发展;程恩旺等[5]认为5G智慧化正成为领军企业竞争的“新赛道”、战略布局的新方向、垂直行业竞争的新焦点。5G数字化将会是企业发展的新起点,新方向。文华[6],王丹识等[7]、吴波[8]对于当前煤炭企业的数字化转型问题提出了发展对策及建议,煤矿数字化评价体系自身对标行业内标杆企业,并分析其发展优势及先进经验,企业通过对标,继续向世界范围内的同类企业学习,与他们合作,同他们竞争,在学习、合作、竞争中形成硬实力和软实力皆强大的行业内数字化转型的标杆企业。

在分析现有评价指标体系的基础上,结合我国数字矿山基本条件和数字矿山关键技术分析,以三道沟煤矿为例,根据开采工艺、矿山建设的特点,提出和构建包含反映煤矿生产过程和数字化程度的指标体系。煤矿数字化评价指标体系着重考核评价煤矿在管理数字化、过程数字化、要素数字化三方面的建设水平,丰富数字矿山评价指标体系,推动煤炭企业高质量发展。

## 2. 评价指标体系构建思路

对煤矿数字化评价体系的设计,不仅要体现数字化的整体发展水平,还要体现煤矿发展的内部维度,反映转型发展过程中的薄弱环节和突出方面。其中,评价指标的选取尤为关键,既要能划分数字矿山发展的不同维度,又要尽可能的实现指标的准确性。为实现这一目的,首先对现有国家标准及行业标准进行分类总结,明确常用重要指标以进行借鉴,同时结合数字矿山关键技术进行补充,使指标具有完备性。

### 2.1. 煤矿数字化指标的频度分析

由于对煤矿数字化关注点的不同,不同学者选取的指标存在差异。为了解煤矿(井下)数字化发展水平评价的主要指标,对相关文献进行梳理,收集相关评价指标,并总结使用频率相对较高的指标。

基于统计评价指标体系分析,由表 1 可知,数字矿山评价体系高频使用一级指标主要有:组织建设、基础能力、应用能力、数据安全,二级指标主要有信息部门战略地位、人员构成比率、数字化投资比率等等,虽然没有系统化体现煤矿生产环节的数字化过程,但多为定性指标,指标覆盖面广,为指标选取提供了很好地借鉴。

**Table 1.** High-frequency use index of digital mine evaluation system

**表 1.** 数字矿山评价体系高频使用指标

一级指标	二级指标
组织建设	信息部门的战略地位
	信息技术人员构成比例
基础设施	数字化投资比率
	服务器 CPU
	客户机数
	网络设备所占投资比重
应用能力	子系统接入种类
	软件集成率
	调度中心建设水平
	GIS 系统建模水平
数据安全	系统发生的故障时间
	数据安全性

## 2.2. 煤矿数字化标准的基本条件

中国煤科、煤炭科学院等机构制定煤矿数字化基本条件《智能化煤矿分类、分级技术条件与评价指标体系》《智能化综采工作面分类、分级评价技术条件与指标体系》,已广泛使用于煤炭行业数字化转型评价工作中,由表 2 可知,共包含信息基础设施、地质保障系统、智能掘进系统、智能综采系统、主煤流运输、辅助运输系统、XDC 综合保障系统、安全监控系统、智能分选系统、经营管理系统十大系统,系统反映了煤矿数字化生产过程。

**Table 2.** Basic conditions of industrial grade green mine

**表 2.** 行业级绿色矿山基本条件

序号	一级指标	二级指标
1	信息基础设施	传输网络
		数据处理设备
		应用平台软件
		数据服务
		综合管控平台
2	地质保障系统	勘探技术装备
		地质建模应用

Continued

3	智能掘进系统	智能掘进设备 远程集控平台
4	智能综采系统	割煤系统 支护系统 运输系统 综合保障系统
5	主煤流运输	输送带运输 立井提升系统
6	辅助运输系统	轨道运输 胶轮车运输 混合运输
7	XDC 综合保障系统	通风系统 排水系统 压风系统 供电系统
8	安全监控系统	瓦斯灾害 水害 火灾 顶板灾害 冲击地压灾害 综合防治系统
9	智能分选系统	分选技术设备
10	经营管理系统	生产经营管理 决策支持

### 2.3. 煤矿数字化过程的技术架构

央企业管理模式更注重集约化、体系化，具备明确的管理层级和全面的业务发展方向，数字化发展依托企业业务架构，配套“人、机、环、管”各类基础数据支持，确保管理体系提升的整体性和完整性。同时，煤矿数字化业务流程的实现需要技术手段支撑，从信息化建设的角度进行分析，应具备感知、分析、决策、控制等智能化特征，本课题参考《煤矿智能化建设指南》中的技术架构完善指标体系(图 1)，并对关键技术进行拆分释义。

1) 设备全生命周期管理：设备的管理水平决定着矿井的生产效率，优化设备管理与生产管理的关系尤为重要。企业应增设传感设备和改造工业环网，提升设备状态数据获取能力，整合自动采集的数据和点检数据。实现主要设备关键性数据的实时采集与分析处理，为预知性维护和事故后的分析提供数据支撑。

2) 矿井自动化建设：矿井自动化是生产效能提升的基础，自动化的覆盖面和完善程度直接影响着数字化转型的效果和进程。通过建设数据集成平台，实现系统之间的数据共享和智能联动，同时全面覆盖

工业环网，消除自动化数据孤岛，实现系统控制、监控画面发布等功能。煤矿生产环节主要有采煤、掘进、运输三部分，涉及以下数字化工作：

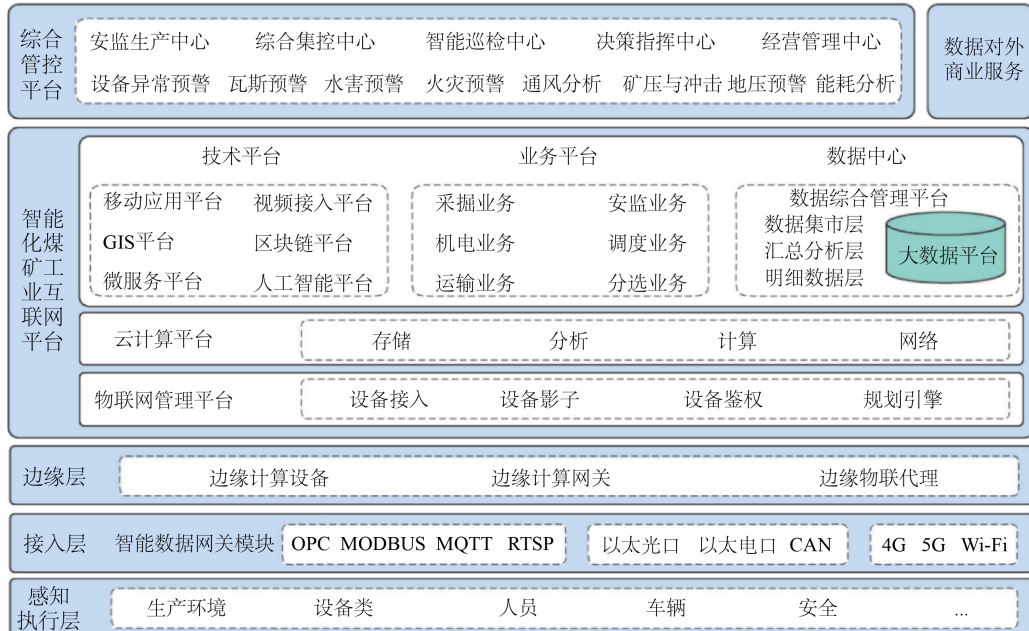


Figure 1. Technical architecture perfect index system  
图 1. 技术架构完善指标体系

第一，采煤工作面智能化。采煤机、液压支架、刮板输送机等综采设备能够实现三维空间位置高精度监测、姿态精准感知、故障诊断与自动调直，并实现集中、就地、远程和协同控制，主要生产流程一键启停。

第二，掘进工作面智能化。满足煤矿巷道安全快速的掘进需求，具备井下环境感知、精确定位、自主移动导航、定姿定形定向截割、多工序智能协同控制、数字孪生远程智能监控等核心功能，实现煤矿巷道探测、掘进、支护、清运快速协同作业。

第三，主/辅运输系统智能化。主运输系统实现集中控制，煤流运输线设备逆煤流启动，顺煤流停车，分析并调整工作状态，并实现无人值守功能；辅助运输系统具备煤矿井下高精度导航定位、深部地下受限空间内防爆运输设备无人驾驶、全矿井人员及物资智能调度等核心功能，实现煤矿物料标准化装载、智能化配送、自动化转运、无人化运输。

3) 安全管理：国家能源集团本质安全管理体系框架要求煤矿构建安全系统与其他系统之间的接口，实现数据共享，提高生产调度和执行过程中的安全性，并为绩效和预算管理提供支持。通过集成其他系统，安全管理系统还能向安全监测监控系统火区矿井监测数据，从生产管理系统获取生产接续计划，从设备管理平台获取设备运行效能数据，从地测系统获取地址及风险信息，也能从安全管理系统向这些系统提供安全风险及事故信息。

### 3. 评价指标体系构建

#### 3.1. 确定评价指标体系

通过以上分析，现有数字矿山发展评价的指标主要集中在安全管理、设备可靠性、物联网、综掘智



能化、综采智能化、运输智能化等方面，文献分析补充了企业管理方面的指标，以上内容几乎全面覆盖国家关于数字矿山基本条件的全部内容，具有合理性、完备性。为反映数字矿山发展的内部维度，本课题将从安全管理、设备可靠性、物联网、综掘智能化、综采智能化、运输智能化作为准则层进行评价指标体系构建。同时，参考《数字化转型 新型能力体系建设指南》中数字能力建设的管理维、过程维、要素维作为目标层，通过分解并量化准则层工作作为指标层，构建数字矿山建设考核评价指标体系。图 2、图 3 分别为管理维、要素维、过程维具体指标。并设计调查问卷发放至煤矿数字化管理人员。

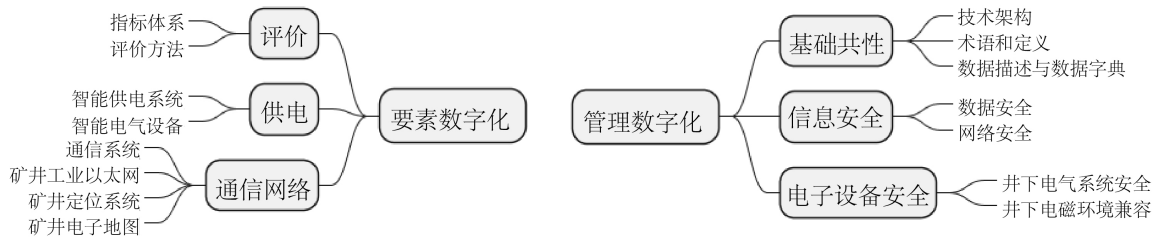


Figure 2. The management dimension, element dimension specific index of coal mine digital index evaluation system  
图 2. 煤矿数字化指标评价体系管理维、要素维具体指标

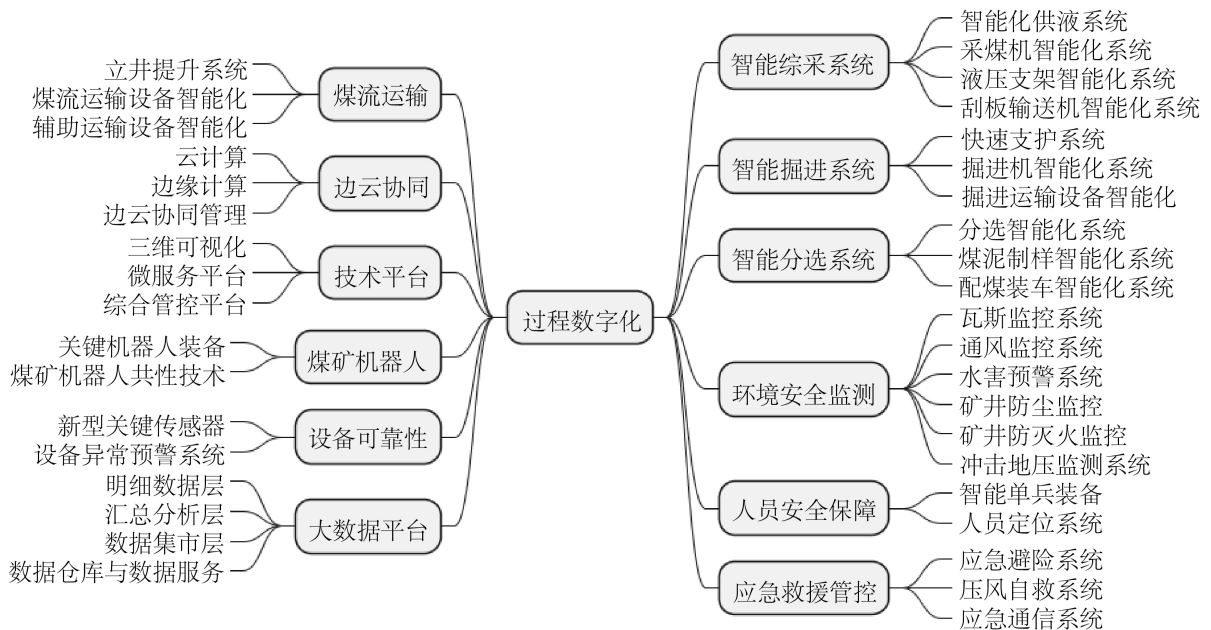


Figure 3. Process dimension specific index of coal mine digital index evaluation system  
图 3. 煤矿数字化指标评价体系过程维具体指标

### 3.2. 确定评价指标权重

本文采用层次分析法确定体系中各指标权重，层次分析法是把研究对象作为一个系统，按照分解、比较判断、综合的方式进行各因素对结果影响程度的量化，是比较简单而实用的决策方法。采用 1~9 标度方法建立数字矿山评价指标体系的各判断矩阵，计算出相应的排序向量  $W$  和各判断矩阵的最大特征根，并进行一致性检验。最终煤矿数字化评价体系中各项指标的权重分布见表 3。

从以上权重可看出，企业更看重生产过程中的数字化程度，智能采煤环节、设备数字化程度及安全保障系统数字化是企业重点转型及评价对象。

**Table 3.** Weights of indexes at all levels of coal digital evaluation system  
**表 3.** 煤炭数字化评价体系各级指标权重

一级指标	二级指标	三级指标	权重	
管理数字化(0.25)	基础共性(0.5)	技术架构(0.5)	0.0625	
		术语和定义(0.25)	0.03125	
		数据描述与数据字典(0.25)	0.03125	
	信息安全(0.3)	数据安全(0.5)	0.0375	
		网络安全(0.5)	0.0375	
	电气设备安全(0.2)	井下电器系统安全(0.6)	0.03	
		井下电磁环境兼容(0.4)	0.02	
要素数字化(0.25)	评价(0.2)	指标体系(0.6)	0.03	
		评价方法(0.4)	0.02	
	供电(0.4)	智能供电系统(0.6)	0.06	
		智能电气设备 (0.4)	0.04	
		通信系统(0.4)	0.04	
	通信网络(0.4)	矿井工业以太网(0.1)	0.01	
		矿井定位系统(0.25)	0.025	
		矿井电子地图(0.25)	0.025	
	过程数字化(0.5)	煤流运输(0.08)	立井提升系统(0.3)	0.012
			煤流运输设备智能化(0.4)	0.016
辅助运输设备智能化(0.3)			0.012	
边云协同(0.06)		云计算(0.3)	0.009	
		边缘计算(0.5)	0.015	
		边云协同管理(0.2)	0.006	
技术平台(0.05)		三维可视化(0.3)	0.0075	
		微服务平台(0.2)	0.005	
煤矿机器人(0.05)		综合管控平台(0.5)	0.0125	
		关键机器人装备(0.6)	0.015	
		煤矿机器人共性技术(0.4)	0.01	
设备可靠性(0.1)		新型关键传感器(0.5)	0.025	
		设备异常预警系统(0.5)	0.025	
		明细数据层(0.3)	0.012	
大数据平台(0.08)		汇总分析层(0.2)	0.008	
	数据集市层(0.2)	0.008		
	数据仓库与数据服务(0.3)	0.012		
智能综采系统(0.1)	智能化供液系统(0.15)	0.0075		
	采煤机智能化系统(0.3)	0.015		
	液压支架智能化系统(0.25)	0.0125		
	刮板输送机智能化系统(0.3)	0.015		

Continued

	快速支护系统(0.3)	0.015
智能掘进系统(0.1)	掘进机智能化系统(0.4)	0.02
	掘进运输设备智能化(0.3)	0.015
	分选智能化系统(0.5)	0.025
智能分选系统(0.1)	煤泥制样智能化系统(0.2)	0.01
	配煤装车智能化系统(0.3)	0.015
	瓦斯监测系统(0.2)	0.01
环境安全监测(0.1)	通风监控系统(0.1)	0.005
	水害预警系统(0.1)	0.005
	矿井防尘监控(0.15)	0.0075
	矿井防灭火监控(0.15)	0.0075
	冲击地压监测系统(0.3)	0.015
人员安全保障(0.08)	智能单兵装备(0.6)	0.024
	人员定位系统(0.4)	0.016
	应急避险系统(0.3)	0.015
应急救援管控(0.1)	压风自救系统(0.4)	0.02
	应急通信系统(0.3)	0.015

#### 4. 煤炭行业数字化阶段划分与识别

煤炭行业数字化阶段划分参考《煤矿智能化分类分级发展科学思想》，将智能煤矿分为高级、中级、初级三类，如图4所示。

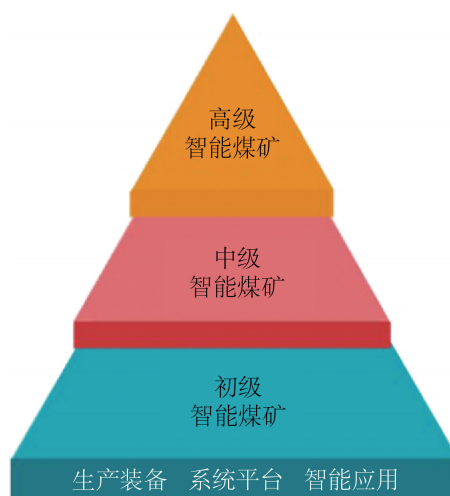


Figure 4. Digital mine stage division

图4. 数字矿山阶段划分

① 高级智能煤矿：群体智能 + 混合智能 + 认知智能

形成煤矿智能化完备体系，智能装备覆盖煤矿全生产环节，生物智能和机器智能深度融合，具备自



感知、自决策、自组织、自适应、自学习和自优化能力，通过系统持续优化最终建成无人矿山。

② 中级智能煤矿：智能装备 + 智能感知 + 智能协同

采用智能装备持续改进优化生产工艺，深化传感器、物联网和人工智能应用，具备矿井态势感知、自主决策和协同管控能力，实现煤矿生产经营管理的智能高效协同运行，重点岗位机器人作业、生产现场无人巡检。

③ 初级智能煤矿：自动化 + 数字化 + 局部智能化

煤矿生产装备和自动化系统运行可靠，生产和经营管理系统完备，构建了一体化数据管控平台，在夯实煤矿自动化、信息化的基础上，开展关键生产环节智能化应用，实现全矿生产系统远程监控、局部系统智能控制和生产运营实时监测，掘进、综采工作面少人作业，固定岗位无人值守、有人巡检。

最终根据煤矿实际得分评估其数字化阶段，在借鉴其他学者研究成果的基础上，将煤矿数字化阶段划分为三层，具体划分及分数区间如下：初级智能煤矿[0,60]，中级智能煤矿[60,90]，高级智能煤矿[90,100]。

#### 4.1. 三道沟煤矿数字化评价过程

本次调研使用问卷调查法，调查结果容易量化且易于分析。问卷根据评价指标体系设计题项，针对煤矿企业数字化转型过程，共包含 54 个题项。将问卷发放至三道沟煤矿管理人员，最终共收回 9 份有效问卷，问卷合格率 100%。

基于问卷所收集信息及本本文所建立的评价指标体系，使用 F-AHP (模糊层次分析法)评价三道沟煤矿数字化程度，将数字化转型情况分为较好、一般、有基础但未开展活动、没有开展该活动四个层次，建立了关于本评价体系的评价集。基于专家的调查和对三道沟煤矿数字化等级的评价，对结果进行统计，统计结果将作为方案层的隶属度，统计结果及评价得分如表 4。

**Table 4.** Digital evaluation of Sandaogou Coal Mine based on F-AHP method

**表 4.** 基于 F-AHP 法的三道沟煤矿数字化评价

指标	较好(100)	一般(75)	有基础， 但未开展(50)	没有实施 基础(20)
技术架构(0.0625)	7	1	0	1
术语和定义(0.03125)	7	0	1	1
数据描述与数据字典(0.03125)	6	2	1	0
数据安全(0.0375)	7	2	0	0
网络安全(0.0375)	5	4	0	0
井下电器系统安全(0.03)	6	3	0	0
井下电磁环境兼容(0.02)	8	1	0	0
指标体系(0.03)	8	1	0	0
评价方法(0.02)	9	0	0	0
智能供电系统(0.06)	7	2	0	0
智能电气设备(0.04)	6	3	0	0
通信系统(0.04)	6	3	0	0
矿井工业以太网(0.01)	8	1	0	0
矿井定位系统(0.025)	8	1	0	0

## Continued

矿井电子地图(0.025)	7	2	0	0
立井提升系统(0.012)	2	5	2	0
煤流运输设备智能化(0.016)	6	3	0	0
辅助运输设备智能化(0.012)	7	2	0	0
云计算(0.009)	5	4	0	0
边缘计算(0.015)	7	1	0	1
边云协同管理(0.006)	6	2	0	1
三维可视化(0.0075)	6	2	1	0
微服务平台(0.005)	6	2	0	1
综合管控平台(0.0125)	6	3	0	0
关键机器人装备(0.015)	5	3	0	1
煤矿机器人共性技术(0.01)	4	5	0	0
新型关键传感器(0.025)	7	2	0	0
设备异常预警系统(0.025)	4	4	1	0
明细数据层(0.012)	5	3	0	1
汇总分析层(0.008)	6	2	0	1
数据集市层(0.008)	5	3	0	1
数据仓库与数据服务(0.012)	5	3	0	1
智能化供液系统(0.0075)	8	1	0	0
采煤机智能化系统(0.015)	6	3	0	0
液压支架智能化系统(0.0125)	8	0	1	0
刮板输送机智能化系统(0.015)	5	4	0	0
快速支护系统(0.015)	4	5	0	0
掘进机智能化系统(0.02)	4	4	1	0
掘进运输设备智能化(0.015)	3	5	0	1
分选智能化系统(0.025)	3	4	0	2
煤泥制样智能化系统(0.01)	4	4	0	1
配煤装车智能化系统(0.015)	4	3	0	2
瓦斯监测系统(0.01)	7	2	0	0
通风监控系统(0.005)	8	1	0	0
水害预警系统(0.005)	5	3	0	1
矿井防尘监控(0.0075)	6	3	0	0
矿井防灭火监控(0.0075)	8	1	0	0
冲击地压监测系统(0.015)	6	2	0	1
智能单兵装备(0.024)	4	3	0	2
人员定位系统(0.016)	7	2	0	0

Continued

应急避险系统(0.015)	8	0	0	1
压风自救系统(0.02)	8	1	0	0
应急通信系统(0.015)	6	2	0	1
综合隶属度	0.682	0.259	0.016	0.041
综合得分	88.652			

利用专家评价法得到各指标  $U_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 对评价等级  $e_t$  ( $t=$  较好, 一般……未开展该活动) 的隶属度  $U_{ijt} = \frac{K_{ijt}}{k}$ ,  $K$  为专家人数,  $K_{ijt}$  为其中判定指标  $U_{ij}$  属于等级  $e_t$  的人数, 即表中数值), 则模糊综合评价隶属矩阵  $U_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ), 模糊评价结果:

$$B_i = A_i \cdot U_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}) \cdot (b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}) = 88.625$$

其中,  $b_{it} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot r_{ijt}$  ( $t=1,2,3,4$ )。

基于本次调研结论, 对标本课题建立的煤矿数字化评价指标体系, 对三道沟煤矿数字化工作进行深入剖析, 三道沟煤矿数字化评价最终得分为 88.652, 已达中级水平, 能够采用智能装备持续改进优化生产工艺, 结合传感器、物联网和人工智能应用, 具备矿井开采态势感知、自主辅助决策和协同管控能力, 实现煤矿生产经营管理的智能高效协同运行, 在重点岗位实施机器人作业、实现生产现场无人巡检。

## 4.2. 三道沟煤矿数字化评价结果

三道沟煤矿数字化评价最终得分为 88.652 分, 达到中级水平。从管理、过程、要素三维度考核, 过程数字化转型是三道沟煤矿数字化现阶段转型弱项。从三级指标反馈结果分析, 三道沟煤矿在数字化转型架构建设、矿井定位、智能通风系统等评价较高, 在网络安全、立井提升系统、设备异常预警等方面反馈一般, 是企业现阶段数字化转型弱点。

### 4.2.1. 管理体系及数字要素

在数字化转型架构建设方面, 煤矿设有科学的应用架构、数字架构及 IT 基础设施架构; 对数字化转型相关术语及定义有明确的文件。

在网络安全方面, 煤矿设有网络攻击可视化、工控资产可视化和通讯状态可视化的防御体系, 达到实时排查网络安全隐患、监测工控资产的目的; 具有网络安全态势感知能力, 实现动态分析决策处置、核心主机精准防护等主动防御措施。同时, 针对煤矿智能化建设过程中涉及到的无线网络、人工智能、云计算、物联网等新技术的应用, 采用网络安全防护技术, 实现定期开展风险评估等网络安全服务, 具备工控网络实时监测、事后审计等网络安全事件应急处置功能。然而, 在设备数据安全方面, 应加强设备安全及设备数据安全, 针对设备安全, 可以增加设备标识、安全连接等可靠的接入能力, 可通过建立设备管理系统, 实现设备数字化管理, 在此基础上, 建立设备数据管理功能, 对于管理人员设备使用流程, 应建立一定的身份鉴别、访问控制系统, 实现设备使用过程的透明化、可追溯。

在透明地质方面, 目前实现了采掘工作面地质多属性信息动态建模能力, 能够实时监测主要灾害数据功能, 并在三维属性模型上同步映射显示, 形成三维动态多属性模型, 满足生产和安全管理基本要求。日后发展过程中, 可在动态数据方面加强建设, 如将地质的隐蔽属性加至三维地质模型, 增强地质可视化能力, 同时, 将地质模型与采掘工作面中心数据共享, 追求采掘智能化, 为无人采掘建立基础。

### 4.2.2. 生产过程及数据处理

对于问卷中管理、要素、过程三维度评分进行排序,发现过程数字化评分较低,多集中于智能化采掘与数据管理方面。目前,煤矿综采工作面通过设备升级改造,能够实现采煤机记忆割煤、支架自动根机拉架等功能,同时,投用变频三机和集控中心,安装工作面巡检机器人、实现工作面三机、泵站、移变集中控制和工作面可视化监控;连采工作面实现破碎机、胶带机、局部通风机的远程集中控制,梭车安装人员接近预警装置并和破碎机实现联动控制。然而,在掘进机智能化及刮板输送机智能化方面得分较低,两环节均涉及大型设备,三道沟应在设备智能化方面加强力度,首先要购入先进设备,实现设备的自动化,才能够在新型传感器的加持下,实现设备运行状态智能分析、智能决策、智能调控等功能;在采煤工作面实现设备与环境的感知监测预警、智能视频识别等功能。在掘进环节,争取实现运输设备具备状态实时监测及多设备的信号交互联控功能。其次,企业应从管理数据、生产数据分别着手,在部门内实现数据的在线实时收集,建立多源异构数据处理及管理系统;对数据进行按需分类打破部门壁垒,以实现具体功能为目标处理数据,建立针对性的数据处理系统;对历史数据进行整理,形成数据仓库,及时处理历史数据并建立模型,以实现设备的预测性维护及自然灾害预警等功能。

## 5. 煤炭企业数字化转型的建议

### 5.1. 强化对煤矿数字化各环节的信息流认识

对各业务层级按照信息的流动逻辑进行解构,充分了解跨系统、跨设备、跨环节的信息流动规则。建立统一的数据架构标准,使用的大数据引擎、数据开发工具尽可能做到统一,从而约束各设备、各环节产生数据的一致性。规范基础数据标准,将各业务系统的组织、项目、人员等高度共享的数据进行统一采集管理与分发,实现基础数据对象标识符统一,尽力完善提供全局的数据能力目录和访问机制,积极优化数据交换架构,提高数据质量,从而为企业数据资产沉淀做好铺垫。健全数据开放标准,完善数据开放平台,提供标准化的数据开放接口。以应用场景为牵引,健全煤矿数据供需对接机制,推动数据精准高效共享,大力提升数据共享的实效性,使开放的数据成为企业创新的动力。

### 5.2. 基于数据共享发挥资源要素价值

在强化数据共享能力的基础上,深化对企业大数据的应用认识,发挥数据资源要素重要价值。数据挖掘已经不停留在原本的抽样上,新型的数据挖掘模式采集数据海量、迅速且多样化,从而为企业提供更多关键的数据,能够让企业在决策的制定中更加准确。这就需要提高数据挖掘能力,提升对企业数据平台的理解,维护好数据分析模型,根据企业运营的变化适时做出修正和调整,并制定出适合企业的数据挖掘策略。积极优化大数据分析平台,发挥云计算平台优势,对挖掘出的重点信息要建立快速响应机制,做到实时报送有效处置。此外,还要加强数据活性分析,从数据的调用频次等对数据进行多维度分析,考虑周期清除活性低、价值低的数据,从而提高数据挖掘效率和系统响应水平。

### 5.3. 坚持保障数据安全

要严格遵守《数据安全法》相关规定,健全关键信息基础设施保护体系,完善配套的标准、制度来保障生产数据安全。完善数据鉴别和记录制度,防止数据恶意篡改、数据泄露。还要强化系统数据安全监测,加强对关键基础设施安全风险的预测及研判,注重苗头性、倾向性、潜在性风险,做好预判提前布局防御措施,建立数据安全事件处置预案,还要加强对相关人员的数据安全意识教育,定期安排数据安全培训。最后力争革新管理方式,采用管理与技术相结合的新范式,建立全生命周期数据安全技术体系,实现数据安全的全面、有效防护。

## 基金项目

本文系政研课题《基于大数据融合应用的企业数字化转型发展研究》的相关成果。

## 参考文献

- [1] 边岗亮, 王新伟. 煤炭企业作业成本管理数字化转型研究[J]. 煤炭经济研究, 2022, 42(7): 78-87.
- [2] 祁和刚, 张建中, 武光城, 焦月. 构建“煤智云”大数据中心引领煤炭产业数字化转型[J]. 数据, 2022(5): 22-25.
- [3] 郭启光, 崔连伟. 内蒙古传统优势产业数字化转型的成效、挑战与应对方略[J]. 内蒙古社会科学, 2022, 43(3): 200-206.
- [4] 王改静. 百度智能云助力煤炭行业绿色低碳转型[N]. 通信产业报, 2022-04-25(014).
- [5] 程恩旺, 杨芳震. 5G 助力智慧矿山数字化转型[J]. 通信世界, 2022(6): 45-46.
- [6] 文华. 神东集团携手业界助推煤炭行业数字化转型[J]. 通信世界, 2022(2): 44-45.
- [7] 王丹识, 王荣博. 煤炭企业数字化转型现状、问题研究及建议[J]. 中国煤炭, 2021, 47(12): 7-11.
- [8] 吴波. 基于寿命衰退的煤矿设备管理数字化转型研究[J]. 煤矿机械, 2022, 43(1): 188-191.