

# 煤矿智能化建设与实践

钟闵吉

四川川煤华荣能源有限责任公司广元电力分公司 四川广元 628205

**摘要：**随着科技的不断发展，为了积极响应国家“十四五”规划，全面落实能源安全新战略，煤矿智能化发展已成为煤炭行业今后发展的核心目标，智能化煤矿的建设对于促进煤矿稳产保供、减人增安、节能提效等都有着十分重要的意义。在此背景下，本文将从煤矿智能化的基本概念入手，对于当前相关技术的研究进展进行介绍，并对煤矿智能化的未来发展进行展望。

**关键词：**煤矿智能化；技术；展望

## Intelligent construction and practice of coal mine

Minji Zhong

Sichuan Coal Huarong Energy Co., LTD. Guangyuan Electric Power Branch, Sichuan Guangyuan 628205

**Abstract:** With the continuous development of science and technology, in order to respond to the “difference” state plan, the full implementation of a new strategy of energy security, coal mine intelligent development has become the core target of the coal industry in the future development, the construction of intelligent mine for promoting coal mine stable yield for bao, reduced people increased safety, energy saving effect and so on all has the extremely vital significance. In this context, this paper will start with the basic concept of coal mine intellectualization, introduce the current research progress of related technologies, and forecast the future development of coal mine intellectualization.

**Keywords:** Intelligent coal mine; Technology; Looking forward to

### 一、煤矿智能化定义与原则

当前，行业智能化的基本要素包括对外界具有感知和信息获取的能力，在获取数据的基础上进行分析处理、判断联想、学习决策的能力，自主决策和自动执行的能力。煤矿智能化就是将这三要素融入到煤矿的工作流程当中去，智能化煤矿应该在设计、测量、采掘、运输、洗选、安全、生产等各流程中具备感知、学习、决策与执行的能力。随着科技的发展，煤矿智能化也是一个不断发展递进的过程，煤矿智能化的定义也是一个随着技术的进步而不断更新的概念。

煤矿智能化的发展离不开煤炭产业、大数据、人工智能、物联网等技术的融合，大力推动智能化系统、设备的创新和应用对于煤矿智能化的发展有着积极的促进作用。在推动煤矿智能化发展的时候应该注意遵循以下四点基本原则：首先是坚持以理念创新为推动力、技术创新为支撑点的原则；其次是坚持以信息互通互联、数据共享、网络安全、功能协作多点联动的方式来实现煤矿物联网功能的原则；第三是坚持以典型案例为示范、分类发展的原则；最后是坚持以政府政策方针为指导、企业自主发展的原则。

### 二、煤矿智能化技术研究进展

煤炭是我国一次能源中最经济、可靠的资源，煤矿

智能化是实现煤炭工业高质量发展的核心技术支撑。国家发展改革委、国家能源局等八部委联合发布《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》后，煤炭行业供给侧结构性改革和高质量发展脚步逐步加快，人工智能、大数据、云计算、工业互联网等新一代信息技术与传统采矿专业深度融合，推动了整个煤炭行业科技发展与工程应用至新的阶段。

#### 1. 智能化煤矿数字逻辑模型与数据推送策略

智能化煤矿数字逻辑模型与数据推送策略主要包括以下三个部分：智能化煤矿信息模型的研究、智能化煤矿数据标准体系的搭建以及煤矿数据推送策略和自动更新机制。

受数据离散性较为明显的特征影响，从煤矿系统中抽取出的关键的数据信息来进行关联分析。首先，需要搭建以时空为根据的煤矿数据描述模型，然后在此基础上以 OPCUA 为依据构建出统一的信息模型映射关系和数据存储规则，以此搭建出一套完善的煤矿信息数据模型。

数据标准可以保障数据在内外部使用的一致性和准确性，包括数据的业务属性、技术属性和管理属性的规范、格式以及统一的定义。以国际标准、国家标准以及行业标准为基础，结合智能化煤矿所涉及到的数据资源的特点搭建出一套统一的智能化煤矿数据标准体系。

最后，数据推送策略与自动更新机制与智能煤矿涉

及到的数据资源共享息息相关，一方面可以根据自身的数据需求从数据库中获得所需数据，另一方面数据库也需要根据不同矿井的特点进行有针对性的数据推送，这样的数据交互可以有效提高数据的使用率和有效性。智能化的系统可以通过不断地自主学习将数据推送的准确性提高。

## 2. 煤矿巨系统智能化架构与协同机制

智能化煤矿是一个复杂、开放的系统，该系统应该具备以下三个特征：对外部信息可以实时感知与获取，对感知到的信息有存储、分析、联想、自主学习与自主决策的能力，具备自执行能力。煤矿巨系统的单元数量大、信息结构复杂、关联关系交错复杂等特点意味着巨系统的建立需要使用先进的数据融合方法，关注并实现各子系统的智能化，突破智能化工艺和设备的技术难点。

智能化煤矿综合管控平台是面向全矿各个工作流程的，与管理流程相匹配，每个业务中心都应当各司其职，高效协同才能更好地完成煤矿工作任务，其包括以下几个层面：

- 机器人集群协同控制应用中心；
- 煤矿生产调度协同管控应用中心；
- 煤矿安全保障管理协同应用中心；
- 煤矿专业业务应用中心；
- 煤矿决策分析综合管控应用中心；
- 煤矿智能化管控平台运维管理中心。

## 3. 5G + 智能化煤矿系统及应用场景

5G 智能化煤矿的概念，是指利用先进的 5G 技术为煤矿行业带来新的变革和优势，通过梳理现有的生产系统和生产关系对新技术、新管理等要素的应用进行智能化，并非简单地对现有的系统进行改造和升级。

5G 技术在这一过程中起到了非常关键的作用，5G 技术超大的带宽、极低的延时和广连接的技术特点都彻底颠覆了以往的技术架构。利用 5G 技术可以有效提高远程控制、高音视频的快速传输、固定巡查等工作的工作质量和工作效率，也为虚拟现实技术应用到远程开发提供了技术支撑，大大提高了煤矿行业的工作效率和工作安全性。

## 4. 矿井 4D-GIS 地理信息系统

针对煤层赋存环境的精准探测是提高煤炭资源开发准确度的基础，探测的精准度、可靠性与煤炭资源开发的效率和安全性有着直接的关系。以往受探测技术和探测设备的制约探测精度难以达到理想的水平，阻碍了煤矿智能化发展的脚步。

研发矿井 4D-GIS 地理信息系统可以有效提高煤炭资源开采的精度，与此同时还可以为安全性提供保障。4D-GIS 地理信息系统可以建立起一个强大的矿井地质信息时空状态数据库，以此来达到对矿井地址历史信息的收集、演变过程的推算以及对未来状态的预测。利用

4D-GIS 地理信息系统还可以构建出相对准确的三维地质模型，为实际的开采工作提供准确的可视化操作模型，为煤矿井下智能采（掘）提供了更加先进的技术和设备保障，在此基础上，还可以在不断的实践中对该系统进行调整，使系统的能力不断增强来满足行业的需要。

## 5. “掘锚一体机+锚运破+大跨距转载” 远程控制智能快速掘进系统成套技术与装备

对于部分条件较好、易于实现快速掘进的矿井，可以使用“掘锚一体机+锚运破+大跨距转载”来快速提高生产进度，该系统攻克了掘锚机组的高精度自主导航技术，搭建了一个以 GIS 为基础的掘进工作面“透明化”的地质环境，开发出一套三维可视化远程集控平台，打造了人机协同的智能化掘进模式。

为了保障掘进的连续性与可靠性，掘锚一体机搭载了 MB670-1 机型，为掘锚工作的进行提供了设备上的保障。在此基础上，还开发出了组合式导航技术，充分利用激光制导误差稳定、倾角传感器的可实时在线监测的优势，提高了设备的整体性能。为了解决多机协同控制的关键点，以矿用高精度超声波和激光传感器为基础，搭建起一套多机精准定位系统和协同控制算法，实现了掘锚一体机的自主运行。

## 6. 智能通风系统

以智能监测感知、智能决策、智能调控为基础构建出可以实现在线监测风量、控风预案决策和风流隔断/调节的一体化智能通风系统，该系统由以下四个部分组成：矿井参数在线监测系统、矿井通风智能调节系统、通风动力智能控制系统、矿井通风智能决策系统。

## 7. 井下锂电池驱动人车无人驾驶系统及智能调度系统

井下无人驾驶系统和智能调度系统属于辅助运输的范畴，该系统的基础是车辆精准的定位信息，核心是车载智能终端，并且以井下信号灯控制系统、智能调度系统、语音调度系统和地理位置信息系统为辅助，再搭配工业电视图像、矿井人员位置信息等，车辆进行监控、下达指令、任务调配、报警管理和紧急响应等，借用该系统可以实现对辅运车辆、作业人员的全程调度和控制。

## 8. 绿色开采新技术

数学建模绿色开采新技术，由于煤炭开采带来的污染较大，所以，现在提出了“绿色开采”、“清洁开采”的新型理念。所谓数学建模绿色开采技术，就是利用相关的煤炭资料数据，对地岩层的各项情况进行一个分析、预测，并根据数据搭建起一个数学模型，然后，对开采点、采煤工作、掘进任务等提供可靠依据，具体会通过数据计算，提高对可能存在的问题的认知度，并提前做好预防措施，减少污染，可以归纳成一种综合了绿色、高效、节能的采矿模式；主要来看就是气体、煤尘、颗粒的浓度、数量、集聚程度、通风情况等，如果对这些相关的危险因素进行可靠控制，不但可以减少安全隐患，也能够实

现更好的污染物清洁,达到真正的绿色开采。

开采监测新技术,信息技术的发展推动了实时画面的显示与监测、预警,现代化的采煤工作中,应该构建起新型的动态化实时监测系统,以此提升安全采煤指数;从一些大型的国有煤矿与国外先进的开采业技术应用来看,这些技术在我国虽然应用少,但是从世界范围来看,已经相当成熟;它主要是利用红外敏感、X射线敏感工业电视摄像机、以及相关的地理信息系统、定位系统、遥感技术等,增加图像与数据的采集、记录、整理、分析、数图转换,增加了更多的画面识别;而且根据这一系统的构建,可以对事故进行预警、并设置应急处理方案,检测速度快、判断识别效率高,为设备、环境、工作情况中的事故、故障、意外情况等提供了更及时、有效的监测。

### 9. 智能仓储管理系统设计

煤矿智能仓储管理系统,是挤出数据、PDA、位置等多个管理分系统的共同构成,是以位置管理精确、高效化为鲜明特点的智能化管理过程。一般情况下,系统会对进入仓库的物资自动生成物资清单信息,作为自主查找物资安放位置的主要依据,同时在屏幕中呈现出相应信息,方便仓库管理人员后期实时查找煤矿物资信息,完成同类物资的快速放置;智能仓储系统在物资出库时,依据仓库的数据信息清单,再次完成自主查找、快速找到物质存放位置,进而大大提升了物资提取效率。因而,智能仓储管理系统的应用,是煤矿资源管理人员缩减煤矿资源放置、查找、运输时间的重要手段,使工作效率和管理质量显著提升。

### 三、未来发展方向与展望

煤矿智能化是煤矿综合机械化、自动化的升级发展,是煤炭生产方式和生产力革命的新阶段,其未来还有几项重要任务需要推进,分别是:

首先,全面推进生产智能化。充分先进的技术及设备,使煤矿行业的生产工作智能化水平越来越高,并关注技术和设备的更新迭代,将更为先进的内容应用到煤矿的生产工作当中。

其次,加快建设数字化煤矿。以互联网为抓手,全面推进管理数字化、生产智能化、业务协同化、产业生态化、数据资产化等全新的生产模式的建设,全力打造煤矿数字化互联网平台,加强网络和信息安全等基础能

力的建设,为智能化煤矿的发展提供坚实的技术支撑。

持续强化关键技术的研究。加强对于煤矿行业安全、高效、绿色开采技术的研究,不仅有利于提升煤矿行业的工作效率,还可以达到响应国家节能减排的目的,提高资源利用率。

煤矿地质测量与 MAPGIS 密切结合。GIS 中应用广泛的 MAPGIS 软件,是 GIS 融合遥感两项技术后形成的,是同时展开空中、地上、地表、地下的一种全空间、三维测量方式,具有强大的数据图像编辑功能,与 CAD 等制图软件进行数据转变。MAP GIS 系统的六大子系统,功能各不相同,在相互协调配合中完成煤矿地质测量任务。

第五,提升自主创新能力。积极引导我国煤矿行业的龙头企业进行自主研发,加大煤机设备、矿建施工等企业与高校进行合作,将先进的技术与丰富的经验相结合,在设备和技术方面进行创新研究,融通创新,充分利用好现有的资源。

### 四、结束语

大力推动煤矿智能化发展,积极投入产力促进智慧煤矿的建设是当前煤炭产业的主要发展方向,也是顺应时代发展、响应国家政策的正确表现,在发展智能化煤矿的道路上,我们要坚定思想认识、明确前进方向,积极适应这一转变,通过整个行业的不断努力,吸收先进技术,使其更好地为煤炭产业服务。彻底改变传统的煤炭生产方式,改善工作人员的工作环境,为煤炭行业注入新的灵魂,使煤矿产业成为具有吸引力的、高度现代化、智能化的产业。

### 参考文献:

- [1]. 张建明,曹文君,王景阳,等.智能化煤矿信息基础设施标准体系研究[J].中国煤炭,2021(11).
- [2]. 胡青松,钱建生,李世银,等.智能煤矿技术与政策制定现状[J].工矿自动化,2021(03).
- [3]. 王国法,庞义辉,刘峰,等.智能化煤矿分类、分级评价指标体系[J].煤炭科学技术,2020(03).
- [4]. 王国法.加快煤矿智能化发展 建设智能+绿色煤炭工业新体系[J].中国煤炭工业,2020(04).
- [5]. 刘峰,曹文君,张建明.持续推进煤矿智能化 促进我国煤炭工业高质量发展[J].中国煤炭,2019(12).