

矿井信息化智能化运维技术研究与应用

张建刚

国能包头能源有限责任公司万利一矿，内蒙古 鄂尔多斯 017099

摘 要： 伴随着科技进步，矿井产业正在向信息化和智能化的方向发展。文章对矿井信息化的智能化运维技术进行了深入的研究，并对其特征进行了说明，主要表现在数据的实时性和系统的集成化方面。分析了提高安全性、提高生产效率等必要性。指出了目前存在的一些问题，象数据安全隐患和技术人才短缺。本文还提出了有针对性的发展策略，涉及强化安全防护和培养专业人才两个层面，目的在于推动矿井行业高质量发展，以期对相关做法有所借鉴。

关 键 词： 矿井；信息化；智能化；运维技术

Research and Application of Mine Information Intelligent Operation and Maintenance Technology

Zhang Jiangang

Wanli No. 1 Mine, National Energy Baotou Energy Co., LTD. Erdos, Inner Mongolia 017099

Abstract： With the progress of science and technology, the mine industry is developing in the direction of information and intelligence. In this paper, the intelligent operation and maintenance technology of mine informatization is deeply studied, and its characteristics are explained, mainly in the real-time data and the integration of the system. The necessity of improving safety and production efficiency is analyzed. Some existing problems, such as data security risks and shortage of technical personnel, are pointed out. This paper also puts forward the targeted development strategy, involving the strengthening of safety protection and the training of professional personnel, aiming at promoting the high-quality development of the mine industry, in order to learn from the relevant practices.

Keywords： mine; informatization; intelligent; operation and maintenance technology

引言

在如今工业4.0的时代背景之下，信息化和智能化已经成为了很多产业的重点发展趋势。这种转变对矿井行业来说更具有重大意义。矿井工作环境恶劣，危险性大，常规运维模式受到了很多挑战。将信息化智能化运维技术引入其中，可以对矿井生产过程中设备，人员，环境等因素实施更科学，更高效地管理与监测。在提高生产效率和降低成本的同时也大大增强了矿井作业安全性。但是，当前这一技术在矿井的应用尚处于发展阶段，有必要对这一技术的特点，必要性，存在的问题以及发展策略等进行深入的研究，从而更好的促进这一技术在我国矿井行业中得到广泛的运用。

一、矿井信息化智能化运维技术的特点

（一）数据实时性

矿井信息化智能化运行维护中数据实时性问题是其中一个关键特征。以井下开采作业为例，各种传感器能够对瓦斯浓度，温度和湿度等环境参数进行实时的监测。这些传感器通过高速网络将数据传输到地面控制中心，一旦瓦斯浓度超过安全阈值，系统能立即发出警报。又比如，对矿井内提升设备而言，实时运行数据能够表现出其运行速度，负荷等信息，运维人员能够依据这些实时数据发现可能存在故障隐患，事先采取应对措施，以免因设备故障而造成生产中断及安全事故^[1]。

（二）系统集成化

矿井信息化，智能化运维，涉及到诸多子系统的整合。以一个大型矿井为例，它把通风系统，排水系统，供电系统和运输系统通过一个统一信息化平台整合在一起。该平台实现了各系统数据之间的交互与共享。该通风系统能够根据井下作业人员分布及空气质量状况对通风量进行自动调节；排水系统能够将井下水位数据与开采进度相结合合理分配排水时间。该集成化使各系统不再是孤立地工作，整体协调性好，效率高。

（三）高度自动化

在这种运维技术中，自动化是一个重要的特点。采掘时，智能化采掘设备能够按照预置程序实现自动作业。例如自动化采煤

作者简介：张建刚（1976.07—），男，汉族，山西省原平市，本科，助理工程师，研究方向：矿井信息化，智能化方面工作，通信系统管理及日常运维。

机能根据煤层厚度，硬度及其它参数来自动调节切割速度与高度。同时在运输环节中，自动控制皮带输送机能够根据物料流动情况自动调节转速，降低了能源浪费及设备磨损。并且，该自动化诊断系统在设备发生故障后可以迅速定位到故障点并试图自动维修或者告知运维人员处理。

（四）远程可操作性

在信息化智能化技术的推动下，矿井运维远程运行。比如对井下某些危险区域内的装置，运维人员就不需要亲自操作。借助远程控制系统，他们有能力在地面监控中心执行设备的启动、停止和参数调节等多种操作。当出现紧急情况，例如井下出现小型塌方，影响通风设备的正常工作时，运维人员可遥控备用通风设备开始工作，确保了井下通风的安全性，降低了人员进入危险区域工作的危险程度^[2]。

（五）预测性维护

通过分析海量历史数据与实时数据，矿井信息化智能化运维可以达到预测性维护的目的。比如对矿井内电机设备来说，该系统能够采集到它们在工作过程中电流，电压，温度和振动数据。利用数据分析模型可对电机磨损及可能发生故障时间进行预测。通过上述方式，运维人员能够在电机出现故障前提前对零件进行安排检修或者更换，从而避免了由于设备突然出现故障而造成的停机时间过长的问題，增加了设备可用性以及使用寿命。

（六）可视化管理

采用三维建模和虚拟现实的方法对矿井运维进行可视化管理。比如通过井下三维模型的构建，地面控制中心就能清楚地观察到井下巷道布置，设备位置及状态等。运维人员可通过虚拟环境下的设备巡检来预先规划出维修路线与计划。并且，当事故发生后，该可视化管理系统能够向救援人员提供井下精确情况并辅助救援策略的制定^[3]。

二、矿井信息化智能化运维技术的必要性

（一）提高生产效率

传统矿井作业生产方式效率不高。而信息化智能化运维技术则能够有效地改善这种情况。比如智能化采掘设备能够连续稳定运行，工作效率远远大于传统人工采掘。通过自动化运输系统可实现快速精确地输送物料并缩短等待时间。同时对生产流程进行优化与实时监控可以及时发现生产环节存在的瓶颈问题，解决这些问题，进而提高全矿生产效率与煤炭产量。

（二）保障作业安全

矿井作业环境差、危险性大，安全事故频发。信息化，智能化运维技术对确保作业安全起到强有力的支撑作用。例如，通过对瓦斯浓度、一氧化碳浓度等有害气体参数的实时监控，一旦检测到浓度超出标准，可以迅速发出警报并实施通风等手段，从而预防瓦斯爆炸等严重事故的发生。针对顶板压力进行监控，能够对顶板垮塌的危险进行预先预警，使作业人员能够及时疏散。另外，采用智能化人员定位系统可精确把握井下人员分布规律，一旦现事故可快速组织抢险，降低人员伤亡^[4]。

（三）降低劳动强度

在常规矿井作业时，职工要从事许多体力劳动，例如手工采掘和人工搬运材料。运用信息化智能化运维技术，能够使职工摆脱重体力劳动。如自动化采掘设备，降低工人直接参加采掘作业强度；自动控制运输皮带及矿车可替代人工搬运，减少工人长期井下行走及携带重物劳动。同时远程操作及监控功能还使运维人员不需要经常下水井查看设备，降低其工作强度及危险性。

（四）优化资源配置

矿井的生产过程涉及到对多种资源，如设备、能源和人力资源的有效利用。信息化智能化的运维技术能够优化配置上述资源。以设备资源为例，对其运行状态及生产需求进行实时监控，能够合理地安排其使用时间及维修计划，从而避免其被闲置或者被过度利用。从能源角度来看，通过智能化控制通风，排水和照明系统，能够按照实际需要调节能源消耗达到节能降耗的目的。对人力资源而言，可根据生产任务及设备运行情况合理安排员工工作岗位及班次以提高人力资源使用效率。

（五）适应行业发展趋势

如今，世界矿业行业正在向智能化，绿色化的方向迈进。矿井若没有信息化智能化运维技术的应用，就会在市场竞争中处于不利地位。利用这一技术能够促进矿井现代化发展，增强企业竞争力。比如，部分先进矿井企业以智能化运维为手段，达到高效安全生产，产品更具有市场竞争力。也是符合国家及国际对矿业行业在安全生产，环保及其他相关规定与标准的必然选择^[5]。

三、矿井信息化智能化运维技术的现存问题

（一）数据安全问题

矿井信息化智能化运行维护中数据安全非常关键。一方面矿井生产数据涵盖了企业核心机密例如开采计划和设备参数。但是，现在有网络攻击危险，黑客有可能企图盗用这些信息。比如有的矿井企业曾经受到网络钓鱼的侵害，如果工作人员不小心点击了恶意链接就会造成企业内部网络受到侵害。另一方面在数据存储可靠性方面出现了一些问题，例如服务器出现故障，存储介质受损等等都会造成数据缺失，从而影响矿井正常生产与运行维护决策。

（二）技术兼容性问题

矿井信息化，智能化运维，涉及到诸多技术与装备的融合。不同厂商制造的设备及系统数据格式和通信协议都有差别，这就带来了兼容性的问题。以某矿为例，通过对其通风系统与提升系统进行升级改造，由于使用的通信协议不一样，导致两系统间不能共享数据。这样既要进行附加接口开发又要进行数据转换，加大运维成本与技术难度，同时还可能发生数据传输出错或者丢失等问题。

（三）设备可靠性问题

尽管信息化和智能化设备给矿井生产提供了很多方便，但是一些设备在恶劣的井下环境中可靠性还有待提高。比如说，井下环境中的高湿度、大量粉尘和强烈的电磁干扰都可能对传感器的准确性和使用寿命产生不良影响。部分智能化采掘设备关键部件

受长时间振动与冲击作用易发生破坏，造成设备频繁发生故障。并且，该装置检修更换周期长，影响矿井正常生产^[6]。

（四）成本投入问题

矿井信息化智能化运维的推行，需要投入大量资金。包括采购先进设备，软件系统研发采购，网络基础设施建设，人员培训。对某些小型矿井企业而言，昂贵的费用是其无法承受之。比如一个完善的矿井智能化监控系统大概要投入几百万乃至几千万元，使一些企业望而生畏，制约了这项技术在全行业范围内推广。

（五）标准规范不完善

当前矿井信息化智能化运行维护方面标准规范尚不健全。对设备接口标准，数据传输标准和安全标准缺乏统一认识。这样就造成了各企业，各区域矿井在信息化智能化系统建设与运维中各行其是，很难做到互联互通与互操作性。也造成监管部门监督管

四、矿井信息化智能化运维技术的策略

（一）加强数据安全防护

为了保证数据的安全，矿井企业应该采用多重防护措施。首先，我们需要构建一个全面的网络安全保护机制，这包括防火墙、入侵检测系统和防病毒软件等，以抵御来自外部网络的攻击。比如经常更新防火墙规则以屏蔽可疑网络连接。接下来，我们需要对数据进行加密处理和传输，尤其是对于那些敏感的数据，例如使用高级加密标准（AES）来加密开采计划等相关数据。同时建立了数据备份与恢复的机制，采用异地备份和云存储的模式，保证数据不会因服务器发生故障或者存储介质被破坏而丢失。

（二）解决技术兼容性问题

考虑到技术兼容性，企业在购买设备、系统等方面，可尽可能选择按照统一标准进行生产。对已出现的不兼容问题可编制中间件或者接口转换程序。比如设置数据网关来实现不同通信协议数据之间的转换与集成。同时加强同设备供应商、系统集成商之间的协作，请其提供相容的解决方案或联合建立企业内部设备及系统集成标准^[9]。

（三）培养和引进复合型技术人才

为了应对人才短缺的现状，矿井企业可联合高校制定定向培养计划并鼓励其设置矿业信息化方面的专业课程。与此同时，企业本身也应该加强对职工的培训力度，经常举办信息技术培训课

程以提升职工技术水平。在人才引进上，提升薪酬待遇与福利水平、改善工作环境等措施，为矿井企业招聘更多信息技术专业人才。比如给技术人才以舒适的居住条件，给职业发展以有利的空间。

（四）提高设备可靠性

要想提高井下严酷环境中装备的可靠性就必须从装备的设计与维修两个方面着手。设计阶段就需要设备制造商使用更加牢固，耐用以及与井下环境相适应的材料与技术。如传感器外壳的特殊加工增强了它的防尘防潮能力。在维修上，制定了严格的设备维修制度，提高了设备巡检频率并对易损部件进行了及时替换。同时采用预测性维护技术对设备可能出现的故障进行预先检测并合理安排检修。

（五）合理控制成本投入

对成本投入，矿井企业可采取分期建设。首先进行关键信息化智能化系统的投资建设，例如安全监控系统和主要生产设备的智能控制系统，随后逐渐对其他系统进行扩展和完善^[9]。同时可争取政府政策支持与补助，如申请国家对矿山智能化建设专项支持资金等。另外通过生产效率的提升以及运维成本的下降，从长远来看达到成本回收并获利的目的。

（六）完善标准规范

行业协会与政府监管部门要加强协作，建立完善矿井信息化智能化运行维护标准规范。其中包括设备接口标准，数据传输规范和安全标准。如规定了传感器数据接口的统一格式，使不同厂商的装置都能很容易地进入系统。同时加大标准规范宣传普及度，促使矿井企业严格贯彻执行，促进全行业规范化发展^[10]。

五、结束语

矿井信息化和智能化运维技术作为矿井行业的必然发展趋势，具有数据实时性和系统集成化的多种特征，对提升生产效率和确保作业安全都有十分重要的意义。但当前这一技术的运用过程中仍然存在着数据安全，技术兼容性差，人才短缺等列问题。通过强化数据安全防护，解决兼容性难题，培养人才，提升装备可靠性等方面的策略能够有效推动矿井信息化智能化运维技术不断发展与进步，促进矿井行业向更安全，更高效，更智能方向迈进，从而为中国矿业产业升级与可持续发展提供强有力的支持。

参考文献

[1]段军. 矿山信息化与智能化的要求与关键技术研究 [J]. 矿业装备, 2024,(03):110-112.
[2]汤威. 矿井智能化通风系统和信息化平台的应用 [J]. 矿业装备, 2023,(09):134-135.
[3]陈黎明. 矿井智能化建设研究 [J]. 中国设备工程, 2023,(15):41-43.
[4]王莹. 煤矿企业信息化与智能化管理技术研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2022,(04):40-42.
[5]赵华志. 煤矿企业信息化与智能化管理关键技术的探讨 [J]. 通讯世界, 2019,26(08):32-33.
[6]李刚. 煤矿智能化信息系统建设研究 [J]. 能源与节能, 2019,(06):139-140.
[7]刘佩林. 矿井通风信息化和智能化研究 [J]. 四川水泥, 2017,(12):334.
[8]孙继平. 煤矿信息化与智能化要求与关键技术 [J]. 煤炭科学技术, 2014,42(09):22-25+71.
[9]谢贤平, 韩孟微. 矿井通风信息化和智能化研究 [J]. 云南冶金, 2012,41(05):1-7.
[10]董国梁. 煤矿信息化与智能化技术的应用架构及关键技术探究 [J]. 中国新通信, 2022,24(02):54-55.