

# 现代智能化煤矿开采技术研究

吕 兵

宁夏煤业分公司梅花井煤矿 宁夏 灵武 751600

**摘 要：**随着信息技术与工业深度融合，传统煤矿开采面临的高风险、低效率等问题亟待突破，智能化转型成为行业发展的必然趋势。本文聚焦现代智能化煤矿开采技术展开研究。详细阐述了智能感知、传输、决策控制及装备等关键技术，其中智能感知技术实现地质、设备、环境等信息实时获取，智能传输技术保障数据高效传递，智能决策与控制技术提升开采精准度与自动化水平，智能开采装备技术增强开采作业能力。现代智能化煤矿开采技术通过多技术协同应用，显著提高开采效率与安全性，降低人力成本，对推动煤炭行业转型升级、实现可持续发展具有重要意义。

**关键词：**现代智能化；煤矿开采；技术研究

引言：煤炭作为我国重要的基础能源，在经济发展中占据关键地位。传统煤矿开采方式存在效率低、安全隐患大、环境污染严重等问题，已难以满足新时代能源发展需求。随着人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术的蓬勃发展，智能化成为煤矿开采行业的变革方向。研究现代智能化煤矿开采技术，通过先进技术与开采工艺的深度融合，可有效解决传统开采弊端，提升煤炭资源开采的质量与效益，推动煤炭产业向安全、高效、绿色方向迈进，对保障国家能源安全与行业可持续发展具有深远影响。

## 1 现代智能化煤矿开采技术的内涵

现代智能化煤矿开采技术是煤炭产业转型升级的核心驱动力，通过将物联网、大数据、5G通信等前沿信息技术与传统开采工艺深度融合，构建起高度自动化、信息化的开采体系。该技术体系以实现煤炭安全高效开采为目标，涵盖感知、传输、决策控制和装备四大关键环节。在感知层面，通过部署各类传感器，实时监测地质构造变化、设备运行状态和井下环境参数，为开采作业提供全面、准确的数据支持；传输层面，依托工业以太网和5G通信技术，建立高速稳定的数据传输通道，确保海量信息能够及时、准确地传输至控制中心；决策控制层面，基于数据分析与模型算法，对采煤机、液压支架、运输系统等设备进行精准调控，实现开采作业的智能化管理；装备层面，研发应用智能化采煤机、液压支架等先进设备，显著提升开采作业的自动化水平<sup>[1]</sup>。现代智能化煤矿开采技术彻底颠覆了传统开采模式，不仅大幅提高了煤炭开采效率和资源回收率，更有效降低了安全事故风险，切实保障了矿工生命安全。

## 2 现代智能化煤矿开采的关键技术

### 2.1 智能感知技术

#### 2.1.1 地质条件感知技术

地质条件感知技术是智能化煤矿开采的基础，它借助三维地震勘探、钻探雷达、随采地震监测等技术，对煤矿井下地质构造进行精细探测。三维地震勘探能够构建高精度的地下地质模型，提前揭示断层、褶皱等复杂地质结构；钻探雷达则可在开采过程中实时探测前方煤层厚度、岩石硬度等参数。这些技术的应用，使开采人员能够提前掌握地质情况，合理规划开采路径，避免因地质不明引发的开采事故，保障开采作业的顺利进行，同时提高煤炭资源的开采效率与回收率。

#### 2.1.2 设备状态感知技术

设备状态感知技术通过在采煤机、液压支架、运输皮带等关键设备上安装振动传感器、温度传感器、压力传感器等，实现对设备运行状态的全方位监测。振动传感器可捕捉设备运行时的异常振动信号，及时发现零件松动、磨损等故障隐患；温度传感器能实时监测电机、轴承等关键部位的温度，预防因过热引发的设备损坏。结合大数据分析故障诊断模型，系统可对设备潜在故障进行预判，提前安排维护检修，减少设备停机时间，降低维修成本，保障煤矿开采设备的稳定可靠运行。

#### 2.1.3 环境参数感知技术

环境参数感知技术主要用于监测煤矿井下的瓦斯浓度、一氧化碳含量、粉尘浓度、湿度、氧气含量等环境指标。通过在井下关键区域布置各类气体传感器、粉尘传感器和温湿度传感器，实时采集环境数据并上传至监控系统。一旦瓦斯、一氧化碳等有害气体浓度超标，或氧气含量不足、粉尘浓度过高，系统将立即发出警报，并联动通风设备进行调节，为井下作业人员创造安全的工作环境，有效预防瓦斯爆炸、中毒窒息等重大安全事故的发生。

## 2.2 智能传输技术

### 2.2.1 工业以太网技术

工业以太网技术凭借其高可靠性与强抗干扰能力，成为煤矿井下数据传输的重要支撑。它基于以太网标准，采用冗余拓扑结构，构建起稳定的有线网络传输通道。在煤矿复杂的电磁环境中，工业以太网能够保障采煤机、液压支架等设备运行数据，以及地质、环境监测数据的实时、准确传输。通过交换机、路由器等网络设备，将井下分散的传感器、控制器等节点连接成网，实现数据的汇聚与分发。其稳定的传输性能，确保了开采作业中各类指令能够及时下达，为煤矿智能化开采的有序运行提供坚实保障。

### 2.2.2 无线通信技术（如5G）

5G无线通信技术以其高速率、低时延、广连接的特性，为煤矿智能化开采带来新突破。在井下作业场景中，5G网络能够快速传输高清视频监控画面、设备运行实时数据等大容量信息，使地面控制中心可远程实时掌握井下动态。巡检机器人、移动设备等通过5G网络实现灵活通信，完成自主导航、设备检测等任务。相比传统无线通信技术，5G极大提升了数据传输效率与稳定性，支持设备远程精准控制，减少人员下井频次，降低安全风险，推动煤矿开采向少人化、无人化方向发展。

### 2.2.3 数据融合与传输优化技术

数据融合与传输优化技术针对煤矿开采中多源异构数据，进行高效处理与传输优化。它将地质、设备、环境等不同类型数据，通过特征提取、数据清洗等操作，整合为统一格式，消除数据冗余与冲突。利用智能路由算法与负载均衡技术，根据网络状态动态选择最优传输路径，避免网络拥塞。同时，结合压缩编码技术，在保证数据完整性的前提下，减少数据传输量，提升传输效率。

## 2.3 智能决策与控制技术

### 2.3.1 采煤机智能控制技术

采煤机智能控制技术依托先进的传感器与自动化控制算法，实现采煤作业的精准化与高效化。通过安装在采煤机上的位置、姿态、截割力等传感器，实时采集采煤机运行参数与煤层信息。基于数据分析，系统自动调整采煤机的牵引速度、截割高度与滚筒转速，适应不同煤层条件。

### 2.3.2 液压支架智能控制技术

液压支架智能控制技术通过构建支架群协同控制系统，实现对井下支护设备的自动化、智能化管理。利用压力传感器、位移传感器实时监测液压支架的工作阻力、升降高度等状态数据，结合采煤机运行位置与地质

条件，自动控制液压支架的移架、推溜、升架等动作。当采煤机靠近时，液压支架自动完成降架、移架，为采煤机提供通行空间；采煤机通过后，又迅速升架支护顶板，保障工作面安全。这种智能化控制模式，不仅提高了支护效率，还增强了工作面的稳定性，降低顶板事故风险。

### 2.3.3 运输系统智能控制技术

运输系统智能控制技术整合皮带运输、刮板运输等设备，实现煤炭运输的连续化与智能化调度。通过安装在运输设备上的速度、张力、温度传感器，实时监测设备运行状态与运输负荷。结合开采进度与煤炭产量，系统自动调整运输设备的运行速度，合理分配运输能力，避免煤炭堆积或设备空转。同时，当检测到设备故障或异常情况时，系统可立即报警并启动应急处理程序，保障运输系统安全稳定运行，提高煤炭运输效率，降低运输能耗。

### 2.3.4 智能化开采决策系统

智能化开采决策系统作为煤矿智能化开采的“大脑中枢”，集成了地质数据、设备状态、生产进度等多源信息。通过大数据分析与人工智能算法，对开采过程进行实时评估与预测，为开采作业提供科学决策依据。例如，根据地质模型预测前方开采风险，提前规划开采方案；基于设备运行数据预判故障，制定预防性维护计划。此外，系统还能根据安全生产要求与经济效益目标，优化开采参数，实现开采效率、资源回收率与安全性的平衡，推动煤矿开采向智能化、科学化方向发展。

## 2.4 智能开采装备技术

### 2.4.1 智能化采煤机

智能化采煤机是煤矿高效开采的核心装备，它融合了先进的机电液一体化技术与智能控制系统。机身配备高精度惯性导航系统、激光扫描装置及多类型传感器，能够精准定位自身位置，实时感知煤层厚度、倾角及岩石硬度等变化。通过内置的自适应截割算法，采煤机可根据煤层条件自动调节截割路径与工作参数，实现连续高效截割作业。同时，其具备远程监控与故障自诊断功能，地面操作人员可通过可视化界面实时掌握设备运行状态，当出现异常时，系统能快速定位故障点并提供解决方案，有效减少停机时间，提升采煤效率与可靠性。

### 2.4.2 智能液压支架

智能液压支架以电液控制系统为核心，实现了支护作业的自动化与精准化。支架配置了压力、位移、倾角传感器，可实时监测顶板压力变化及支架姿态，自动调整支撑力与升降高度，确保对顶板的有效支护。借助物

联网技术,多台液压支架可组成协同作业网络,与采煤机、刮板输送机联动运行。在采煤机截割作业时,液压支架按照预设程序自动完成降架、移架、升架等动作,形成无缝衔接的支护流程,极大提高了工作面开采效率,同时降低了人工操作强度,增强了井下作业的安全性与稳定性。

#### 2.4.3 智能化运输设备

智能化运输设备涵盖皮带输送机、刮板输送机等,通过智能感知与自动控制技术,实现煤炭运输的高效运转。设备搭载智能驱动系统与在线监测装置,能够根据运输量自动调节运行速度,在保证运输能力的同时降低能耗。采用激光测距、张力传感器等实时监测皮带跑偏、撕裂及设备温度、振动等异常情况,一旦发现问题,系统立即报警并触发紧急停机程序。

#### 2.4.4 辅助智能化装备(如巡检机器人)

巡检机器人作为煤矿智能化开采的重要辅助装备,承担着设备巡检、环境监测等关键任务。其配备高清摄像头、气体传感器、红外测温仪等多种检测装置,能够在复杂的井下环境中自主导航,对采煤机、液压支架、电气设备等进行全方位巡检。通过图像识别技术,机器人可快速发现设备表面裂纹、零件松动等故障隐患;气体传感器实时监测瓦斯、一氧化碳等有害气体浓度,一旦超标立即报警。巡检数据通过无线通信实时传输至地面监控中心,为设备维护与安全生产提供数据支持,有效替代人工巡检,降低人员安全风险,提高巡检效率与准确性<sup>[2]</sup>。

### 3 现代智能化煤矿开采技术的发展趋势

#### 3.1 技术融合深化

未来,现代智能化煤矿开采技术将朝着多技术深度融合的方向发展。人工智能、大数据、物联网、区块链等技术将与煤矿开采工艺进一步交融。例如,利用人工智能算法对海量开采数据进行深度分析,精准预测地质变化与设备故障;借助区块链技术实现开采数据的安全存储与共享,保障数据的可信度与可追溯性。同时,虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术也将融入开采过程,为操作人员提供沉浸式的远程操控与培训环境,不同技术相互协同、优势互补,推动煤矿开采向更智能、更高效的方向迈进。

#### 3.2 装备智能化升级

随着科技的不断进步,煤矿开采装备的智能化升级将持续加速。智能化采煤机、液压支架等核心装备将进

一步优化传感器精度与控制算法,实现更精准的自适应调节与协同作业。同时,新型智能化装备将不断涌现,如具备自主决策能力的无人化运输车辆、能执行复杂维修任务的智能机器人等。此外,装备的智能化还将体现在全生命周期管理上,通过实时监测与数据分析,对装备进行预测性维护,延长使用寿命,降低运维成本,全面提升煤矿开采装备的智能化水平与可靠性。

#### 3.3 绿色智能开采

绿色智能开采将成为煤矿行业发展的重要趋势。在智能化技术的支撑下,煤矿开采将更加注重环境保护与资源高效利用。一方面,通过智能感知与精准控制技术,提高煤炭资源回收率,减少资源浪费;另一方面,利用先进的污染治理技术,如智能除尘系统、矿井水净化回用系统等,降低粉尘、废水等污染物排放。同时,煤矿开采还将与生态修复技术相结合,通过智能化监测与评估,及时对开采破坏的生态环境进行修复,实现煤炭开采与生态保护的协调发展,推动行业绿色转型。

#### 3.4 全产业链智能化

现代智能化煤矿开采技术将逐步向全产业链延伸。从煤炭勘探、开采,到洗选加工、运输销售等环节,都将实现智能化升级。在勘探环节,利用先进的地球物理勘探技术与数据分析模型,提高勘探精度与效率;在洗选加工环节,通过智能分选设备与质量控制系统,提升煤炭产品质量;在运输销售环节,借助物联网与大数据技术,优化运输路线与销售策略。全产业链智能化将实现各环节的信息共享与协同运作,提高生产效率,降低运营成本,增强煤炭企业的整体竞争力与抗风险能力<sup>[3]</sup>。

#### 结束语

现代智能化煤矿开采技术正重塑煤炭行业格局。从关键技术突破到全产业链智能化升级,它以高效、安全、绿色的特性,成为行业可持续发展的核心引擎。随着技术融合不断深化,未来煤矿开采将朝着无人化、生态化方向迈进,持续释放创新活力。

#### 参考文献

- [1]马志强.煤矿智能化开采技术发展现状及展望[J].内蒙古煤炭经济,2021(24):117-119.
- [2]宋文杰.煤矿智能化开采技术现状及展望[J].低碳世界,2021,11(06):193-194.
- [3]张立新,魏强.煤矿智能化开采技术研究现状及展望[J].中国矿山工程,2021,50(03):168-170.