

# 煤炭智能化掘进系统与现有生产流程的融合与优化

雷 晨

中煤陕西榆林能源化工有限公司 陕西 榆林 719000

**摘 要：**随着煤炭行业的不断发展，智能化掘进系统逐渐成为提高煤炭开采效率和安全性的关键。本文深入探讨煤炭智能化掘进系统的关键技术，包括掘进设备智能化改造、智能决策系统以及安全保障技术等。详细阐述其与现有生产流程的融合策略，如作业流程优化、与生产调度及资源管理系统的集成整合。同时分析实施过程中的关键技术挑战，并构建评估指标体系对实施效果进行评估与持续优化，旨在推动煤炭智能化掘进系统在行业内的有效应用与发展。

**关键词：**煤炭智能化掘进系统；生产流程；融合；优化；关键技术

引言：在当今科技飞速发展的时代，煤炭行业面临着提高生产效率、保障安全生产以及降低劳动强度等多方面的挑战。煤炭智能化掘进系统的出现为解决这些问题提供了有力途径。通过将先进的信息技术、自动化技术与传统的煤炭掘进作业相结合，实现掘进过程的智能化控制与管理，不仅能够提升煤炭开采的整体效益，还能适应新时代对煤炭行业可持续发展的要求。深入研究煤炭智能化掘进系统与现有生产流程的融合与优化，对于推动煤炭行业的转型升级具有极为重要的意义。

## 1 煤炭智能化掘进系统的关键技术

### 1.1 掘进设备智能化改造技术

实现煤炭智能化掘进的首要步骤是对传统掘进设备进行智能化革新。就掘进机而言，借助高精度传感器，能够实时监测其关键运行状态，例如切割头的精确位置、运转速度以及受力状况等。这些数据会通过高效的数据采集与传输体系，迅速反馈至控制系统。控制系统凭借预设的先进算法与精密模型，自动对掘进机的运行参数进行优化调整，以保障切割作业既高效又精准。举例来说，当掘进机遭遇坚硬岩石时，系统会自动提升切割头的功率与转速，并同步调整切割角度，极大地提高破岩效率。与此同时，对掘进设备的导航体系进行升级换代，运用激光导航、惯性导航或者卫星导航等前沿技术，使掘进机达成自主定位与定向功能，从而能够严格依照预设的掘进路线自动行进，有效降低人工操作误差，显著提升掘进精度，为煤炭智能化掘进奠定坚实基础。

### 1.2 掘进作业智能决策系统

掘进作业智能决策系统处于煤炭智能化掘进的核心地位。该系统依托大数据分析技术与人工智能算法，全面整合并深度剖析掘进过程中的各类数据，进而制定出科学合理的决策方案。它能够依据地质状况、巷道设计

规范以及设备运行情形等多方面信息，规划出最佳的掘进策略，涵盖确定适宜的掘进速度、切割参数、支护方式与时机等关键要素。例如，通过深入分析地质勘探数据，提前精准预测前方岩层的变化趋势，在软岩区域及时调整支护方案，增强支护力度，有效预防顶板坍塌事故。此外，智能决策系统还具备设备故障预警与诊断能力，通过实时监测与分析设备运行数据，能够迅速察觉潜在的故障风险，并提供针对性的维修建议，有力提升设备的可靠性与维护效率，保障掘进作业的顺利推进。

### 1.3 智能化掘进系统安全保障技术

在煤炭掘进作业里，安全无疑是重中之重。智能化掘进系统的安全保障技术包含多个重要层面。首先是人员安全监测技术，借助先进的传感器与精准的定位系统，对掘进作业区域内人员的位置进行实时追踪与监控。一旦人员不慎进入危险区域，系统会即刻自动触发警报，并同步实施相应的防护举措，比如立即停止设备运行等，确保人员安全。其次是环境安全监测技术，对掘进巷道内的瓦斯浓度、一氧化碳浓度、粉尘含量等关键环境参数进行持续监测。一旦检测到某项参数超标，便会迅速启动通风设备进行换气操作或者采取其他有效的治理手段，全力保障作业环境的安全稳定。最后是设备安全防护技术，为掘进设备装配多种安全装置，如过载保护、漏电保护、防撞保护等，有效防止设备因突发意外状况而受损或引发安全事故，全方位保障整个智能化掘进系统的安全平稳运行，为煤炭开采作业保驾护航。

## 2 煤炭智能化掘进系统与现有生产流程的融合策略

### 2.1 掘进作业流程优化与重构

传统的煤炭掘进作业流程存在诸多环节的低效率与不合理性。与智能化掘进系统融合时，需对其进行全面优化与重构。首先，在掘进前的准备阶段，利用智能

勘探技术获取更精准的地质信息，为掘进方案的制定提供详细依据，减少因地质条件不明导致的施工延误。其次，在掘进过程中，根据智能决策系统的指令，实现掘进、支护、运输等作业环节的无缝衔接。例如，当掘进机完成一个循环的切割作业后，支护设备能够立即按照预定方案进行支护，同时运输设备将挖掘出的煤炭及时运出，避免各环节之间的等待时间，提高整体作业效率。此外，通过智能化的质量管理体系，对掘进作业的质量进行实时监测与控制，确保巷道的成型质量符合设计要求，减少因质量问题导致的返工。

### 2.2 智能化掘进系统与生产调度系统的集成

生产调度在煤炭生产中起着统筹协调的关键作用。智能化掘进系统与生产调度系统的集成能够实现信息的实时共享与协同工作。智能化掘进系统将掘进作业的进度、设备状态、人员情况等信息及时传输给生产调度系统，生产调度系统根据这些信息以及其他生产环节的需求，对掘进作业进行合理安排。例如，当采煤工作面产量增加需要更多煤炭供应时，生产调度系统可以调整智能化掘进系统的掘进速度和煤炭运输计划，确保煤炭生产的连续性和平衡性。同时，生产调度系统还能根据全矿的生产计划，为智能化掘进系统分配资源，如电力、人力、设备维修时间等，保障掘进作业在整个生产流程中的高效运行。

### 2.3 智能化掘进系统与资源管理系统的整合

资源管理对于煤炭生产的成本控制和可持续发展至关重要。智能化掘进系统与资源管理系统的整合能够实现资源的优化配置。在材料资源方面，资源管理系统根据智能化掘进系统提供的掘进计划和设备维护计划，准确计算所需的支护材料、刀具、润滑油等物资的数量和采购时间，避免材料的积压和浪费。在人力资源方面，根据掘进作业的强度和难度，合理调配操作人员和维修人员，提高人力资源的利用效率。在能源资源方面，通过对掘进设备的能源消耗监测与分析，资源管理系统制定节能策略，如优化设备运行参数、合理安排设备启停时间等，降低煤炭生产过程中的能源消耗，实现节能减排目标。

## 3 煤炭智能化掘进系统实施的关键技术与挑战

### 3.1 技术集成与兼容性问题

煤炭智能化掘进系统的构建仰仗于多种技术的交融整合，涵盖自动化控制、信息技术以及传感器技术等领域。然而，由于这些技术多源自不同的供应商，技术集成阶段常常遭遇兼容性难题。各厂家出于自身设计与生产考量，其设备和系统所运用的通信协议、数据格式

以及接口标准千差万别。这使得数据在不同系统间的传输受阻，进而导致整个智能化掘进系统难以协同运作。例如，掘进机的操控系统若与安全监测系统通信协议不一致，二者便无法实现数据的交互共享，最终致使智能化掘进系统的功能无法完整呈现。为攻克这一难关，当务之急是构建统一的技术标准与规范体系，强化各技术供应商之间的协作交流。可通过开发适配的中间转换接口，或者对系统开展针对性的二次开发，以此确保各类技术与设备能够实现无缝对接与集成，保障系统的高效运行。

### 3.2 智能化掘进系统的稳定性与可靠性

煤炭井下的作业环境极为复杂且恶劣，这给智能化掘进系统的稳定性与可靠性带来了巨大挑战。高温、高湿、弥漫的粉尘以及持续的振动等不利因素，均会对系统中的设备与传感器产生负面影响，致使其性能出现下滑甚至频繁发生故障。就拿传感器来说，粉尘的大量积聚极易造成其堵塞，从而丧失检测功能；而电子设备在高温环境下长时间运行，则可能因过热而损坏。为有效提升系统的稳定性与可靠性，在设备与传感器的选型上，应优先选用具备高可靠性的工业级产品，并对其进行特殊的防护处理，如加装防尘罩、散热鳍片等，同时配备高效的散热装置。此外，构建冗余备份系统也是关键举措，一旦主系统突发故障，备份系统便能迅速接替工作，维持掘进作业的连贯性。再者，强化系统的日常维护与检修工作，定期对设备和传感器进行全面清洁、精准校准以及及时更换，以便及时察觉并妥善解决潜在问题，从而为智能化掘进系统的稳定可靠运行筑牢坚实基础。

### 3.3 智能化掘进系统的安全性与保密性

煤炭智能化掘进系统承载着海量的生产数据以及众多关键技术，因而其安全性与保密性具有举足轻重的地位。在外部安全防护方面，必须全力抵御网络攻击对系统造成的破坏，诸如黑客的非法入侵、恶意软件的肆意感染等。为此，需构建起坚固的网络安全防护体系，包括设置防火墙以阻挡外部非法网络访问，部署入侵检测系统以便及时发现并预警潜在的入侵行为，以及运用数据加密技术确保数据在传输与存储过程中的保密性。在内部安全管理上，要着重防范内部人员的违规操作以及数据泄露风险。通过建立严谨的用户权限管理机制，针对不同岗位的工作人员设定差异化的操作权限，确保唯有经过授权的人员方可对相关数据与设备进行访问和操作。同时，对重要数据进行多重备份并妥善存储，防止因数据意外丢失而引发生产事故或导致关键技术泄密，

全方位保障系统的安全性与保密性。

#### 4 煤炭智能化掘进系统实施效果评估与持续优化

##### 4.1 评估指标体系构建

构建煤炭智能化掘进系统实施效果评估指标体系时,需多维度考量。生产效率上,掘进速度直观反映作业快慢,煤炭产量体现整体产出规模,劳动生产率则揭示人力投入与产出关系。质量方面,巷道成型质量关乎后续使用安全与便利性,支护质量直接影响巷道稳定性。安全指标里,事故发生率与人员伤亡率是衡量系统安全性的关键,设备故障率影响生产连续性。成本维度中,材料成本受掘进工艺和支护需求影响,能源成本关联设备能耗,设备维修成本反映设备可靠性与维护管理水平。环境指标的瓦斯排放浓度与粉尘排放量,体现对井下作业环境及周边生态的影响。综合这些方面,能精准洞察系统在现有生产流程的成效,为优化提供有力支撑。

##### 4.2 实时监测与数据分析

借助高精度传感器与智能监测系统,可对煤炭智能化掘进系统全程实时监测并深度剖析数据。监测掘进设备运行参数,像切割头转速、推进力等能判断设备工作强度与状态;作业环境参数如温度、湿度、有害气体含量等可保障作业环境安全。分析生产流程各环节数据,例如运输设备的运输量与运输效率。以掘进机为例,若功率消耗异常且切割效率低下,可能是刀具磨损或地质条件变化,据此可及时调整。监测瓦斯浓度与通风量,能知晓通风系统是否满足井下换气需求。将实时数据与评估指标目标值相较,明确偏差,如实际掘进速度低于目标值,便可知晓生产效率存在问题,从而为制定优化举措提供精准数据依据。

##### 4.3 持续优化与迭代策略

依据监测分析结果制定优化迭代策略。提升生产效率时,调整掘进设备参数,如优化切割头运动轨迹与速度;优化作业流程,减少各环节衔接时间;改进智能决策算法,使其能更精准规划掘进路径与作业方式,从而

提高掘进速度与煤炭产量。在质量提升上,对支护设备进行升级,采用新型支护材料与工艺,增强巷道成型与支护的稳固性。安全保障方面,增加安全防护装置,完善人员安全培训与应急处理机制,降低事故风险。成本控制可通过精准资源管理,如按需采购材料、合理调配人力;降低设备能耗,采用节能型设备与技术;减少设备维修成本,加强设备日常维护与预防性维修。随着科技进步与生产需求演变,持续引入新技术功能,如新型图像识别传感器辅助地质判断,更智能的算法优化作业调度,让系统与时俱进,契合煤炭行业发展走向。

#### 结语

煤炭智能化掘进系统与现有生产流程的融合与优化是煤炭行业实现现代化发展的必然趋势。通过深入研究其关键技术、融合策略、实施挑战以及效果评估与持续优化方法,能够为煤炭企业在智能化转型过程中提供有力的理论支持和实践指导。尽管在实施过程中面临着技术集成、稳定性、安全性等诸多挑战,但通过不断地探索与创新,建立完善的技术标准和管理体系,加强各环节的协同合作,煤炭智能化掘进系统必将在提高煤炭生产效率、保障安全生产、降低资源消耗等方面发挥更大的作用,推动煤炭行业向着更加智能化、高效化、可持续发展的方向发展。

#### 参考文献

- [1]王峰.煤矿智能化开采技术的创新与管理[J].中国煤炭,2020,46(06):46-51.
- [2]王亚辉.智能化技术在煤矿综采工作面中的应用分析[J].当代化工研究,2021(21):54-55.
- [3]闫昕岭.煤矿智能化掘进工作面特征与趋势展望[J].现代管理,2021,11(6):626-632.
- [4]侯刚.煤矿智能化开采关键技术与装备研究[J].现代矿业,2022(03):251-256.
- [5]耿德庸.智能化开采技术在煤矿综采工作面的应用实践[J].当代化工研究,2022(06):119-121.