

# 煤矿智慧绿色矿山建设技术研究

孙尊学

中煤第三建设(集团)有限责任公司三十工程处 安徽 宿州 234000

**摘要:** 随着社会对环境保护和资源高效利用的关注度不断提高,煤矿智慧绿色矿山建设成为行业发展的必然趋势。本文深入探讨了煤矿智慧绿色矿山建设技术研究的相关内容,分析了智慧绿色矿山建设的背景,重点研究了智能化开采技术、绿色环保技术、信息化管理系统等关键技术智慧绿色矿山建设中的应用,同时剖析了建设过程中面临的挑战,并提出了相应的应对策略。旨在为推动我国煤矿行业向智慧绿色方向转型提供理论支持和实践参考,实现煤矿产业的可持续发展。

**关键词:** 煤矿;智慧绿色矿山;建设技术;可持续发展

## 1 引言

煤炭作为我国重要的基础能源,在国民经济中占据着举足轻重的地位。长期以来,煤矿产业为我国经济社会发展提供了强大的能源支撑。然而,传统煤矿开采模式存在着资源利用率低、环境污染严重、安全事故频发等诸多问题,严重制约了行业的可持续发展。在当前时代背景下,随着信息技术的飞速发展和环境保护意识的日益增强,煤矿智慧绿色矿山建设成为行业转型升级的迫切需求。智慧绿色矿山建设将现代信息技术与煤矿开采、生产、管理全过程深度融合,实现煤矿的高效、安全、环保开采,对于推动我国煤炭行业高质量发展、保障国家能源安全具有重要意义。

## 2 煤矿智慧绿色矿山建设的背景

煤矿智慧绿色矿山建设背景如下:资源环境方面,优质易采煤炭资源渐少,开采难度与回收率问题凸显;开采引发地面塌陷、水污染等生态破坏,修复治理任务艰巨,传统开采模式难适应社会发展。技术层面,物联网等新一代信息技术取得突破并在多领域应用,为智慧绿色矿山建设提供技术支撑,可实现生产智能化监控、自动化操作与精准化管理。政策上,国家重视行业可持续发展,出台系列政策鼓励建设,如《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》提出建设目标与规范,营造良好发展环境。

## 3 煤矿智慧绿色矿山建设的关键技术研究

### 3.1 智能化开采技术

#### 3.1.1 智能采煤工作面技术

采用电液控制液压支架、采煤机记忆截割、刮板输送机自动推移等技术,实现采煤工作面的自动化开采。通过在液压支架上安装传感器,实时监测支架的工作状态和顶板压力,自动调整支架的支撑高度和压力,确

保顶板安全;采煤机根据预设的截割程序和煤层赋存情况,自动调整截割速度和深度,实现精准截割;刮板输送机根据采煤机的运行情况自动调整推移速度,保持与采煤机的协同运行<sup>[1]</sup>。同时,利用视频监控系统和远程控制技术,操作人员可在地面控制中心对采煤工作面进行实时监控和远程操作,减少井下作业人员数量,提高生产安全性和效率。

#### 3.1.2 智能掘进工作面技术

应用掘进机自动导航、截割头自动定位、锚杆钻机自动支护等技术,实现掘进工作面的智能化作业。掘进机配备激光导向系统和惯性导航系统,能够按照预设的掘进路线自动前进和转弯,确保掘进方向的准确性;截割头根据煤岩层的硬度和分布情况自动调整截割参数,提高截割效率和质量;锚杆钻机通过自动化控制系统实现锚杆的自动定位、钻孔和安装,提高支护速度和效果。此外,智能掘进工作面还配备通风、除尘等自动化系统,改善作业环境,保障人员健康。

#### 3.1.3 智能运输系统技术

构建基于物联网的智能运输系统,实现煤矿井下运输设备的实时监控、智能调度和自动化运行。通过在胶带输送机、无轨胶轮车等运输设备上安装传感器和定位装置,实时采集设备的运行状态、位置信息等数据,并上传至地面控制中心。控制中心根据运输任务和生产计划,智能调度运输设备,优化运输路线,提高运输效率。同时,利用视频监控和智能分析技术,对运输过程中的安全隐患进行实时监测和预警,确保运输安全。

## 3.2 绿色环保技术

### 3.2.1 瓦斯抽采与利用技术

瓦斯是煤矿开采过程中的主要危险源之一,同时也是一种清洁能源。采用先进的瓦斯抽采技术,如本煤层

瓦斯抽采、邻近层瓦斯抽采、采空区瓦斯抽采等,提高瓦斯抽采率。将抽采的瓦斯进行净化处理后,用于发电、民用燃气、化工原料等领域,实现瓦斯的资源化利用,减少瓦斯排放对大气环境的污染,同时降低煤矿生产成本,提高经济效益。

### 3.2.2 矿井水处理与回用技术

煤矿开采过程中会产生大量的矿井水,若直接排放会对周边水环境造成严重污染。采用物理、化学、生物等多种处理方法相结合的矿井水处理技术,对矿井水进行深度处理,去除其中的悬浮物、重金属离子、有机物等污染物,使处理后的矿井水达到回用标准<sup>[2]</sup>。回用的矿井水可用于煤矿生产过程中的洗煤、除尘、绿化等环节,实现水资源的循环利用,减少新鲜水资源的消耗。

### 3.2.3 矸石综合利用技术

煤矸石是煤矿开采和洗选过程中产生的固体废弃物,大量堆积不仅占用土地资源,还会对土壤、水体和大气环境造成污染。通过矸石发电、矸石制砖、矸石填充复垦等技术,实现煤矸石的综合利用。矸石发电利用煤矸石中的可燃成分进行燃烧发电,既减少了矸石排放,又提供了能源;矸石制砖将煤矸石作为主要原料,生产新型建筑材料,具有节能、环保等优点;矸石填充复垦将煤矸石填充到采空区或塌陷区,进行土地复垦和生态修复,改善矿区生态环境。

## 3.3 信息化管理系统

### 3.3.1 煤矿安全监测监控系统

建立完善的煤矿安全监测监控系统,对煤矿井下的瓦斯浓度、一氧化碳浓度、温度、风速等环境参数,以及设备的运行状态、人员位置等信息进行实时监测和数据采集。通过传感器网络将监测数据传输至地面控制中心,利用数据分析软件对数据进行处理和分析,及时发现安全隐患并发出预警信号。同时,系统具备远程控制功能,可在紧急情况下自动切断相关设备的电源,采取相应的安全措施,确保煤矿生产安全。

### 3.3.2 煤矿生产管理系统

构建基于云计算和大数据技术的煤矿生产管理系统,实现煤矿生产计划、调度、物资管理、设备维护等全过程的信息化管理。通过该系统,管理人员可以实时掌握煤矿生产的各个环节情况,优化生产流程,合理安排生产任务,提高生产效率。同时,系统还具备数据分析功能,可对生产数据进行深入挖掘和分析,为企业决策提供科学依据。

### 3.3.3 煤矿环境管理系统

开发煤矿环境管理系统,对煤矿开采过程中的生态

环境影响进行全面监测和评估。系统集成环境监测数据、地理信息系统(GIS)等信息,实时展示煤矿周边的生态环境状况,如土地利用变化、植被覆盖情况、水体质量等。通过数据分析模型,预测煤矿开采对生态环境的影响趋势,制定相应的环境保护措施和生态修复方案,实现煤矿生产与生态环境的协调发展。

## 3.4 矿山生态修复技术

### 3.4.1 土地复垦技术

针对煤矿开采造成的土地塌陷、破坏等问题,采用土地平整、土壤改良、植被恢复等技术进行土地复垦<sup>[3]</sup>。首先对塌陷区进行土地平整,恢复地形地貌;然后通过添加有机肥料、改良剂等措施改善土壤质量,提高土壤肥力;最后根据当地气候和土壤条件,选择适宜的植物品种进行植被恢复,重建生态系统。

### 3.4.2 植被恢复技术

在矿山生态修复过程中,植被恢复是关键环节。采用直接播种、植苗造林、扦插繁殖等植被恢复技术,选择耐旱、耐瘠薄、生长迅速的植物种类,如刺槐、紫穗槐、狗尾草等,构建乔灌木相结合的植被群落。同时,利用微生物技术、生物肥料等辅助手段,促进植物生长,提高植被成活率和覆盖率,加速生态系统的恢复和重建<sup>[4]</sup>。

### 3.4.3 水生态修复技术

煤矿开采对水生态系统造成了严重影响,如地表水径流改变、地下水水位下降、水体污染等。采用水生态修复技术,如人工湿地建设、水生植物种植、生态护岸等,改善水体生态环境。人工湿地通过植物、微生物和土壤的协同作用,去除水体中的污染物,净化水质;水生植物种植可增加水体中的溶解氧,改善水体生态环境;生态护岸采用天然材料或仿自然材料建设,减少对水体的扰动,保护水生生物栖息地。

## 4 煤矿智慧绿色矿山建设面临的挑战

(1) 技术层面:技术集成难,接口标准、数据格式不统一协同运行受阻;关键技术待突破,如开采设备可靠稳定性不足、部分传感器易故障、绿色环保高效工艺设备尚在研发;技术人才短缺,复合型人才匮乏制约研发应用。(2) 经济层面:建设成本高,设备、系统开发及技术研发等投入大,中小型煤矿难承担;经济效益短期不明显,设备更新改造等成本回收慢,环保设施增加运营成本,影响企业积极性。(3) 管理层面:管理体系不完善,组织架构不合理、制度不健全,协同难;安全监管难度大,新设备工艺带来新挑战,传统监管方式难适应。

## 5 应对策略

为推进煤矿智慧绿色矿山建设,可从多方面着手。技术上,鼓励企业、科研机构与高校合作研发关键技术,加大智能化开采设备、绿色环保技术等领域科研投入,突破瓶颈并引进国外先进经验;同时优化人才培养方案,培养复合型人才,开展校企合作订单式培养,并加强员工培训。经济政策方面,政府出台扶持政策,设立专项基金提供财政补贴与贷款贴息,给予购买设备企业税收优惠,鼓励金融机构信贷支持,建立激励机制表彰成效显著企业,将建设纳入绩效考核与信用评价以优先支持达标企业。管理监管领域,企业优化组织架构,明确职责建立协同机制,完善管理制度,引入先进理念提升管理水平;安全监管部门制定适应智能生产的监管标准,加强设备检测、数据安全与环保措施监督,利用信息化技术建立大数据平台,实现实时监控预警,提高监管效能。

## 6 案例分析:国家能源集团神东煤炭上湾煤矿

### 6.1 案例背景

上湾煤矿位于内蒙古鄂尔多斯市,是国家能源集团神东煤炭集团的核心矿井之一,年产能达1600万吨。作为我国首批智能化示范煤矿,上湾煤矿通过智慧化与绿色化技术的深度融合,实现了高效生产、安全保障与生态保护的协同发展,成为行业标杆。

### 6.2 智慧化技术应用

(1)智能开采系统:采用“5G+智能采煤机+液压支架自动化控制系统”,实现采煤机远程控制、液压支架自动跟机、刮板输送机智能调速。在井下巷道部署轨道式、轮式巡检机器人,实时监测设备温度、气体浓度、环境参数,异常情况自动报警。基于AI图像识别技术,对人员行为、设备状态进行实时分析,自动识别违章操作或设备故障。(2)智能运输与调度:在井下主运输巷道部署L4级无人驾驶胶轮车,实现物料、人员的高效运输,减少人工操作风险。基于物联网与大数据分析,优化设备启停、运输路线规划,降低能耗10%以上。(3)设备健康管理:通过振动传感器、温度传感器等实时监测设备运行状态,结合AI算法预测故障,提前安排维修,减少停机时间30%。构建主运输系统、主通风系统的数字孪生模型,模拟设备运行状态,优化维护策略。

### 6.3 绿色化技术应用

(1)低碳开采技术:采用“限高开采+充填开采”技术,减少对含水层的破坏,保护地下水资源。将井下矸石通过充填系统回填至采空区,减少地表塌陷,同时降低矸石外排量。(2)水资源循环利用:建设矿井水深度处理站,采用“预处理+超滤+反渗透”工艺,将矿井水处理为工业用水,回用率达90%以上。在矿区建设雨水收集池,用于绿化灌溉、道路洒水,减少新鲜水消耗。(3)生态修复与碳汇工程:对排矸场、采空区进行生态修复,种植耐旱植物,恢复植被覆盖率至85%以上。在矿区周边建设碳汇林,通过植树造林吸收二氧化碳,年固碳量达10万吨以上。(4)清洁能源利用:在矿区屋顶、空地建设分布式光伏电站,年发电量达500万千瓦时,满足部分办公、生活用电需求。利用矿井回风余热、空压机电余热,为矿区供暖、洗浴提供热源,减少煤炭消耗。

### 结语

煤矿智慧绿色矿山建设是我国煤炭行业实现转型升级、可持续发展的必然选择。通过智能化开采技术、绿色环保技术、信息化管理系统等关键技术的应用,能够有效提高煤炭资源利用率、保障安全生产、保护生态环境、提升企业竞争力。然而,在建设过程中也面临着技术集成难度大、建设成本高、管理体系不完善等诸多挑战。为应对这些挑战,需要加强技术创新与人才培养,加大经济支持与政策引导力度,优化管理体系与强化安全监管。未来,随着信息技术的不断进步和绿色发展理念的深入人心,煤矿智慧绿色矿山建设将迎来更加广阔的发展前景。煤矿企业应抓住机遇,积极推进智慧绿色矿山建设,为我国煤炭行业的高质量发展和国家能源安全保障做出更大贡献。

### 参考文献

- [1]王晓卿.推进智慧绿色煤矿建设促进煤炭企业转型升级[J].经济师,2021,(09):275-276.
- [2]郭义伟,秦海涛.新桥煤矿打造绿色智慧矿山[N].中国煤炭报,2022-09-06(002).
- [3]张飞超.智慧煤矿建设的系统架构与技术挑战[J].煤矿机械,2025,46(05):227-231.
- [4]麻小涛.智慧矿山生态环保平台在张家峁煤矿的设计与应用[J].矿山机械,2025,53(01):55-59.