

案例 32 龙王沟煤矿特厚煤层智能高效综放工作面

主要完成单位：鄂尔多斯市国源矿业开发有限责任公司

一、主要建设内容

中国大唐集团大力开展智能化矿井建设，通过积极探索和实践准格尔煤田特厚煤层智能化成套装备研究与应用，实现了特厚煤层综放工作面常态化智能采煤和智能放煤，通过研究工作面智能控制技术，达到了多机协同管控，实现了智能综放工作面本质安全运行，通过研究智能化技术管理体系，构建了本源-全息-模态为核心的四维地理信息系统，实现了工作面所有对象的透明化管控和智能分析决策，龙王沟煤矿通过不断探索实践特厚煤层综放智能高效开采技术，为煤炭行业特厚煤层智能化开采技术提供了经验和示范。

二、技术特点及先进性

通过不断技术革新，完成了综放工作面智能化成套装备、智能化控制技术、智能化技术管理等 12 项智能化关键技术攻关和应用。

（一）智能开采装备与控制系统方面

1.建成内蒙古自治区首个 20m 以上特厚煤层智能综放工作面。在国内首次使用两柱掩护式特厚煤层大采高综放液压支架（ZFY18000/28/53D），其支护宽度（2.05m）、支护高度（2.8-5.3m）、工作阻力（18000KN）均为全国领先。

2.首次突破了采煤机外置射频精准定位技术瓶颈，实现了采煤机精准定位和包括三角煤区域的全工作面自动跟机拉架、自动收打护帮板、自动喷雾等功能，应用采煤机高级自动化割煤逻辑控制程序和 D 齿轮行程编码器，实现采煤机、液压支架、超前支架及前后部刮板输送机的智能协同联动开采控制。同时结合液压支架姿态信息实时数据反馈，有效监测伸缩梁行程、护帮板角度、支架高度、顶梁旋转角度等避免了碰撞或截割支架的情况，解决了采煤机记忆割煤过程中与支架协同控制的难题（图 1）。



图1 智能化截割

3.采用 LASC 惯性导航自动调直技术，在采煤机机身中部安装了高精度光纤陀螺仪，实时测量采煤机的三维坐标，根据煤机行走轨迹，基于调直基准线对推移曲线进行动态监测和三次直线度校准，并控制液压支架修正推移行程，实现了工作面的自动矫正调直功能。

4.首次利用放顶煤支架插板倾角、行程传感器变化量与放煤量之间的关系实现了自主控制+人工末端干预的智能放煤技术，根据现场放煤需求和现场地质条件，结合放煤大数据分析决策模型，远程自动设置放煤参数，通过程序自动控制支架尾梁角度和插板行程，实现了以分段多轮顺序自动放煤为主，人工干预为辅的常态化智能放煤，同时研制的《一种特厚煤层联合放顶的间隔等量放煤工艺》已取得国家发明专利。

5.通过实时在线监测三机运行电流、电压、电机转速、绕组及减速器轴承温度、链条张紧油缸压力等工况，实现工作面设备一体化智能决策和负荷均衡控制，通过对前后刮板机、转载机运行电流参数实时分析，当设备电流过载时，协同自动均衡控制采煤机牵引速度及支架尾梁放煤量，达到了智能综放工作面煤流均衡控制的目标。同时自动补压系统可实现运输机链条自动张紧，全时段自适应调节，避免了松链、卡链等情况的发生，并对异常监测情况进行语音报警，提高了运输

机设备性能和使用寿命。

6.工作面移变设备具备了远程集控、远程整定和分合闸控制等功能，工作面移变数据电流、电压数据实现在线监测和远程参数配置，各类供电设备实现故障自动报警和远程故障诊断和监控等功能。

7.建成了区域集中智慧无人远距离供液系统（图2），实现了供水及供液系统远程一键启停、乳化液自动配比、液位、浓度及压力在线监测、泵站电磁卸载自动控制、主从控制及均衡开机、自动补液和远程参数设置等智能化控制功能，乳化液泵站无人值守，具备了可同时供两到三个工作面，达到了智能化减人和盘区十年内不搬家的目标。



图2 智能泵站

（二）开采管理技术方面

1.突破智能采矿协同设计技术瓶颈，基于四维地理地理信息系统采矿协同设计和输配电供电计算功能，实现了综放工作面施工设计、工程量计算、设备选型、电缆设计、供电计算、设备工作面安全评价和三维效果图的自动生成，为智能综放工作面安全高效开采提供了技术保障。

2.研究应用了矿产资源动态勘察优化技术，结合井上下钻孔、探煤、煤质等数据，基于四维地理地理信息系统矿产资源动态勘察功能，实现了自动计算资源储量块段、开拓储量、准备储量、回采储量、损失量，并结合已经建立的煤层三维模型计算块段储量并自动生成块段资源储量三维模型，实现了矿井资源储量的

透明化管理。

3.研究应用了综放工作面大数据分析技术，构建了大数据矿压分析系统，通过对支架工作阻力、循环末阻力、最大初撑力等历史数据和矿压显现规律分析，结合矿压云图及典型工作面来压特征，应用回归分析算法、均化循环拟合方法等对典型顶板条件工作面循环增阻特征进行分析，实现了工作面来压步距、来压强度的超前预判，为工作面安全推采、保障现场人员、设备安全起到重要作用。

4.探索开发了本源-全息-模态分析算法，建设了基于 SOA 架构的煤矿重大动力灾害精准预警服务平台，实现综放工作面动力灾害的前兆表象精准预判、超前预警。

5.构建了矿井智能化透明应急救援指挥平台，实现了综放工作面应急救援预案一键启动、智能决策分析、避灾路径自动规划、事故反演仿真等，提高了综放工作面灾害期间的应急响应能力。

三、智能化建设成效

通过龙王沟煤矿 20 米以上特厚煤层综放智能高效开采技术的研究应用，实现了工作面全部设备的自主协同控制和智能化放煤，工作面直接生产人数由原来的 12 人降至 5 人。先后建成了智慧机电、智慧运输、智慧通防、智慧安监、智慧运销等，劳动定员由初步设计的 2134 人减少至现在的 956 人，年节约人工成本 1.8 亿元；采煤效率提高 3 倍，达到 96.3 吨/日人；全员效率达到 77.4t/日人；吨煤人工成本 11.66 元；综合吨煤电耗降到 8 度以下，能源消耗率降低了 30%以上，每年节约费用超过 1000 万元，实现了精益管理，践行绿色发展。