

案例 31 小保当煤矿 450m 超长智能开采工作面

主要完成单位：陕西陕煤榆北煤业有限公司

一、主要建设内容

针对中厚煤层小采场开采效益较低，以及工作面加长后顶板控制难度大、工作面装备配套复杂、安全保障函待革新、装备稳定性和可靠性较低等问题，采用 450m 智能化超长工作面方案实现小保当二号井 2~3m 煤层年产 10Mt/a 的目标，实现了工作面“顶板可控可预测”、“智能开采提效率”、“高速截运创效益”，形成了 2~3m 中厚煤层 450m 千万吨智能化超长工作面成套装备及关键技术。

（一）超长工作面高速截割智能控制工艺

针对生产过程中煤机从机头开向机尾时煤与矸石堵塞煤机，煤机与运输机逆向行驶时煤机速度难以掌控、运输机负荷过载，严重制约生产效率的问题，创新提出了“分段控速”的采煤工艺，即在工作面前半段煤机高速割煤、后半段煤机降速，从而控制运输机负荷。为了控制运输机煤量达到跟机推溜的效果，创新提出前半部分推一半刮板输送机跟紧煤机、随后推出另一半的分段推溜模式，满足跟机需求的同时又能有效控制煤量。通过融合工作面液压支架的采高、倾角、推移行程、支架动作时的姿态，对液压支架移架及推溜过程进行建模，实现刮板输送机直线推移。

（二）超长工作面高可靠性支-采-运和控制成套装备与系统

采用中煤科工开采研究院研发设计的 ZY16000/18/32 D 型液压支架，实现了自动补压、自适应支护、姿态调整、人员定位、辅助降尘等功能，联合泵站实现了智能供液。工作面具有自动调直系统和精准拉架推溜控制，配合 360°高清视频监控，实现了自动化、可视化、节约化的高级智能综采工作模式（图 1）。国产 MG750 / 1940-WD 采煤机具备高速牵引与高速截割，并提升了关键零部件使用寿命，解决了智能综采高清视频传输、低延时控制响应、自动化长效运行、快速便捷运维等关键问题，工作效率提高了 18%，各项性能指标均达到国际领先水平。

国产 SGZ1100/3×1400 刮板输送机能够定时检测记录刮板机链条伸长量、磨损量，实现设备全生命周期管理；具有煤流负荷检测和链条自动张紧功能，有效减少刮板输送机断链压死等停车风险。国产 SAM 型自动化控制系统实现了对工作面采煤机、液压支架、刮板输送机、泵站等远程一键启停；建立了智能化工作面大数据“一张图”模式，在远控模式下监测采煤机、液压支架、刮板输送机等运行情况，实现了“透明工作面”。



图 1 智能化超长工作面监测系统

（三）基于真实数据驱动的监控系统

基于高精度、高可靠性传感系统开发的智能截割软件，实现了全作业循环的智能截割、循环记忆截割。可修改参数配置，实现工作面采煤机、液压支架数字孪生应用（图 2）。通过数字孪生技术构建了井上下协同控制系统，辅助远程开采决策及控制。支持支架动作的三维展示，实时反应井下支架状态、采煤机的实时位置和速度，并能指导截割工艺的修订。建立了机-液耦合移架运动学模型，分析移架运动学规律，辨识移架速度关键影响因素，为大流量智能供液系统和高压升柱系统提供决策。



图 2 三维可视化开采工艺和装备动态配套

450m 高度智能化超长综采工作面的探索与实践，创新提出了“全培训”、“全岗位”“全能力”的“三全”管理理念，首创“一人多岗、一岗多能、混搭使用”新模式，减少用工 60%以上，为中厚煤层冲击“一人一面一千万吨”目标高效生产提供了“中国方案”。

二、技术特点及先进性

本案例建成了全球首个高度智能化 450m 超长综采工作面，形成了具有自主知识产权的首套国产 450m 超长工作面成套技术与装备，主要技术特点如下：

1.针对中厚煤层高效开发、大功率需求与小空间、小功率之间的矛盾，创新提出中厚煤层智能化开采模式；建立了基于液压支架承载特性和弹性独立支座的支架群组岩梁模型，确立了超长工作面液压支架与围岩强度耦合、刚度耦合和稳定性耦合关系，为超长工作面顶板稳定控制和高效支护提供了理论基础，实现了工作面的安全支护和快速推进。

2.研制了宽中心距、高可靠性智能耦合液压支架与超前支护装备，开发了大中心距、高可靠性、低矮槽帮、下链悬浮和链条动态张紧控制技术，实现了超长工作面顶板和煤壁的稳定控制、超长运输距离的可靠输送，解决了超长工作面“支”、“运”难题。

3.发明了中厚煤层超长工作面高速截割智能控制工艺，研发了智能耦合型液

压支架群组控制技术，开发了液压支架液压系统参数化设计平台、自适应支护控制系统和两侧双进双回敏捷供液系统，提出了工作面设备群高效推进协同控制策略，实现了中厚煤层安全高效开采。

围绕上述创新点，获得发明专利 13 项（授权 10 项），实用新型专利 10 项（授权 9 项），制定国家标准 2 项，团体标准 1 项，出版专著 1 部，论文 20 余篇。

三、智能化建设成效

本案例围绕减人、增产、保安、提效目标，以智能化综合管控平台为枢纽，实现了支架状态、工作面起伏变化、采高、割煤速度的自动调整。采煤机速度达到每分钟 10~15m 以上，生产效率提高了 15%，全天最高割煤达 19 刀、最高日产达 4.6 万 t。2~3m 煤层千万吨级国产 450m 智能化综采工作面关键技术及成套装备的成功实施，标志着我国在高端煤机装备制造和智能化开采技术方面迈出了突破性的一步，为我国中厚煤层智能高效开采做了示范。



图 3 国产首套 450m 智能化综采工作面