

综采智能化工作面的建设现状和不足

田 震 (山西汾西矿业(集团)有限责任公司贺西煤矿, 山西 柳林 033300)

摘要: 3412 智能化综采工作面是山西焦煤汾西矿业(集团)有限责任公司贺西煤矿第一个智能化综采工作面,也是汾西矿业第一个建成的智能化综采工作面。工作面煤层分叉后平均煤厚 1.45m,工作面作业场所,人行通道较低,跟机操作困难,人员劳动强度大,安全系数相对低。通过建设智能化综采工作面,适应煤矿采煤新工艺、新技术更新换代的大趋势,实现减员提效、保安全的新战略。通过智能化工作面的生产运行,了解当前智能化综采工作面新技术的现场与不足。

关键词: “一键”启停;记忆截割;自动跟机;采煤机惯导系统

Abstract: 3412 intelligent comprehensive mining face is the first intelligent comprehensive mining face in Hexi Coal Mine, Shanxi Coking Coal Fenxi Mining (Group) Co., Ltd. and the first intelligent comprehensive mining face built in Fenxi Coal Mine. The average coal thickness after the coal seam is bifurcated is 1.45m. Workplace of working face is characterized by lower pedestrian passageway, difficult follow-up operation, high labor intensity and relatively low safety factor. By building an intelligent fully-mechanized working face, the new strategy of reducing staff, improving efficiency and ensuring safety can be realized by adapting to the general trend of renewal and replacement of new technologies in coal mining. The site and deficiency of operation.

Key words: "One key" start and stop; Memory cutting; Automatic follow-up; Inertial navigation system of Shearer

1 工作面简介

1.1 工作面位置

3412 工作面位于三采区东翼中部,开采山西组 4[#]煤层,起于三采 4[#]皮带巷,东止于 4[#]煤层不可采区域,南侧为未开掘的 4[#]实体煤,北侧为 3410 工作面(已回采完毕),上部为 3310 工作面和 3312 工作面采空区,层间距为 7~16m。工作面底板标高 +602~+663m,埋深 311.1~522.5m。

1.2 工作面参数

走向长 1404.5m(运输巷 1400m,材料巷 1409m),倾向长 164.6m,面积 231180.7m²。运输巷煤层在 349.8m 处分叉,材料巷煤层在 369.3m 处分叉,平均 359.6m。分叉前平均煤厚 3.45m,分叉后平均煤厚 1.5m。煤层分叉前可采长度 254.6m,分叉后可采长度为 1044.9m。容重 1.39t/m³,工作面设计回采率为 98%。

1.3 煤层产状

煤层倾向 SW(西南),走向 NW-SE(西北-东南),倾角 4°~8°,平均 5°。分叉前煤层含有夹矸 1 层,厚度 0.25m,分叉后无夹矸。工作面构造较简单。

1.4 煤层稳定性

中厚煤层的煤层稳定性评价主要以煤厚变异系数为主,可采性指数为辅。

该工作面煤层可采指数为 1,煤层变异系数为 0.42,为不稳定煤层。

1.5 煤质情况

见表 1,表 2。

1.6 煤层顶底板情况

见表 3,表 4。

1.7 地质构造

本工作面总体为单斜构造,构造较简单,在掘进过程中,仅在切眼揭露一条逆断层(见表 5)。

1.8 影响回采的因素

根据 2019 年贺西煤矿委托山西省煤炭工业厅综合测试中心出具的鉴定报告,贺西煤矿 4[#]煤层有煤尘爆炸性。

根据 2019 年山西省煤炭工业厅综合测试中心出具的鉴定报告,贺西煤矿 4[#]煤层自燃等级为Ⅲ级,属不易自燃煤层。地温地压:根据 2007 年汾西矿业(集团)贺西井田精查报告,贺西煤矿属地温地压正常区。

根据煤炭科学技术研究院有限公司安全检测中心 2019 年出具的《贺西煤矿冲击危险性评价报告》和 2018 年出具的《贺西煤矿冲击倾向性鉴定》资料,判定本工作面所采 4[#]煤层为弱冲击倾向性,无冲击危险性。4[#]煤层顶、底板岩层为无冲击倾向性。突出危险:根据 2015 年中国矿业大学为我矿出具的《汾西矿业(集团)有限责任公司贺西煤矿 4[#]煤层突出危险性鉴定报告》及《贺西矿 4[#]煤层突出危险性区域划分报告》判定本工作面为无突出危险工作面。

2 工作面选用设备

2.1 采煤机选型

3412 智能化综采工作面采用上海创力集团股份有限公司的 MG2*125/560-WD 型电牵引采煤机,该型采煤机加装高精度编码器、惯导系统,通过数据传输,集控中心能够实时采集监测到采煤机的姿态数据,从而达到对采煤机的远程控制、综采设备联动、记忆截割、自动调直、状态数据分析和评估,实现采煤机自动化控制。

2.2 液压支架及电液控选型

3412 智能化综采工作面采用郑州煤矿机械集团股份有限公司的 ZY6800/13/35D 型液压支架, 共计安装 112 架。该类型支架通过郑州煤机液压电控有限公司的 ZE70 型电液控制器进行操作, 液压支架配备安装有倾角传感器、红外线接收器、压力传感器、位移传感器等, 通过这些传感器, 可以对支架的状态进行实时观测和分析, 确保支架安全运行, 同时在井下顺槽集控和地面集控室通过数据传输, 实现对支架的远程和自动操控。

2.3 工作面视频监控系统选型

3412 智能化综采工作面采用郑州煤机液压电控有限公司的视频监控系统, 该系统主要由前端设备、传输设备、中心控制设备三部分组成, 使用矿用本安型摄像机、矿用本安型云台摄像机, 通过矿用隔爆本安型交换机、电源、通信线缆连接到矿井下环网, 再通过地面中心控制设备, 从而达到监控、控制、记录等功能, 配合自动化远程采煤工艺。

2.4 工作面三机语音集控系统选型

3412 智能化综采工作面采用天津华宁的 KTC101 三机语音集控系统。

2.5 工作面三机监测系统选型

3412 智能化综采工作面的设备电气监测采用八达电气的监测系统, 运输三机电机监测采用科达自控的监测系统。

2.6 工作面乳化液泵站供液设备选型

3412 智能化综采工作面的南京双京, 开始采用浙江中煤的泵站传感器, 由于和南京双京传感器量程不对照, 导致南京双京读取数据不准确, 于是更换南京双京自带的传感器。

2.7 工作面乳化液泵站高压过滤站、净化水过滤系统选型

乳化液泵站高压过滤站、净化水过滤系统 - 郑州煤机液压电控有限公司。

3 智能化控制系统分为八大控制系统

3.1 液压支架电液控制系统

液压支架电液控制系统是由支架控制器、行程传感器、压力传感器、倾角传感器、红外线接收器、本安防爆电源箱、隔离耦合器、信号转换器、电液阀组 (包括电磁先导阀和电液控换向阀)、监控主机、控制电缆、高压过滤站、回液过滤站和净水站等组成。主要功能是控制支架的所有动作。

3.2 采煤机控制系统

采煤机控制系统主要实现采煤机记忆截割功能和远程启停、控制功能, 利用惯导系统实现工作面自动调直。

3.3 综采自动化控制系统

综采自动化控制系统在综采工作面单机设备自动化基础上, 建立一套以监控中心为核心, 工作面视频、以太网、音频、远控为基础的集中自动化控制系统。实现在顺槽监控中心对液压支架、采煤机、刮板输送机、转

载机、破碎机、顺槽胶带机、泵站、开关等综采设备进行远程操控, 实现工作面自动截割, 达到工作面“有人巡视, 少人操作”的开采目的。

3.4 智能集成供液系统

智能集成供液系统包括泵站控制系统、过滤系统。实现对泵站的集中控制, 实现自动开停, 无人值守。

3.5 视频控制系统

视频监控系统主要由工作面煤壁云台摄像机、工作面刮板输送机摄像机、各转载点云台摄像机、连接线和监控中心视频显示器组成, 对工作面煤壁、工作面刮板输送机和各转载点进行实时监控, 摄像机具备语音对讲功能, 实现井上下实时通话。工作面共计安装云台摄像机 40 台, 其中乳化液泵站安装一台、皮带输送机机头安装两台、转载点安装一台、设备列车安装两台、顺槽集控中心安装一台、两巷超前段各安装两台、工作面每 4 个支架安装一台共安装 29 台。工作面每 10 架安装一台枪机, 共计安装 11 台。

3.6 照明系统

工作面照明选用矿用隔爆型 LED 防爆灯, 每 4.5m (3 个液压支架) 安设一盏, 共安装 37 盏。为工作面视频监控提供了前提条件。

3.7 输送三机关键点监控系统

主要包括工作面刮板输送机及转载机电机冷却水流量压力多功能传感器、减速器油温传感器、减速器油位传感器、电机温度变送器及顺槽采集箱。主要监测工作面刮板输送机和转载机各关键点监测。

3.8 顺槽保证系统

主要包括电液控制超前支架、电液控制转载机自移装置、电液控制皮带机尾自移装置、电液控制设备列车装置、电液控制电缆自移系统。

4 智能化实现的功能

①已实现工作面自动截割 (采煤机记忆截割、支架自动跟机, 三角煤采煤机自动截割、支架协调配合自动形成斜切进刀); ②利用惯导系统实现工作面自动调直作业; ③工作面设备一键启停: 在地面指挥控制中心实现采煤机、工作面刮板输送机、转载机、破碎机、皮带输送机“逆煤流起动, 顺煤流停止”, 所有设备数据已上传至地面指挥控制中心; ④实现乳化液泵站和清水泵远程集控, 达到无人值守条件; ⑤实现工作面视频自动跟机, 井上下实时对讲; ⑥实现刮板输送机转载机电机减速器关键点监测并上传至监控中心; ⑦实现两巷超前支架、转载机自移装置、皮带机尾自移装置、电缆自移装置、设备列车电液遥控控制。

5 智能化生产作业人员配置

每班跟班副队长 1 人、正副带班长 2 人、验收员 1 人、集中控制室操作员 4 人、采煤机司机 1 人、液压支架巡检工 1 人、乳化液泵站巡检工 1 人、输送三机巡检工 1 人、端头支护工兼清煤工 3 人、跟班电工 1 人 (跟班队干根据生产情况临时兼职岗位工)。

6 智能化综采工作面调试中存在的问题

电液控制支架主阀过滤器堵塞,堵塞部分为浓缩液絮状物,造成支架动作不到位,经分析为浓缩液皂析。采取的措施:减少支架电液控自动反冲洗时间,由原来的每12h改为4h;定期排放浓缩液;做配件更换堵塞的过滤器,采用超声波滤芯清洗装置将替换下的过滤器清洗后重复使用。

两端头三角煤自动截割时端三程序机架协同不畅,拉架推溜配合不完善,造成支架架下空间小,煤机与架下照明、摄像头相互干扰。采取的措施:在端三程序段时减慢煤机速度,避免损坏设备;郑煤机厂家优化端三程序段工艺。

智能化综采工作面煤岩识别系统未配备,在工作面顶板出现变化时,不能及时自动调节采煤机滚筒高度及速度。采取的措施:人工进行干预。

智能化综采工作面未配备刮板输送机防止采煤机电缆脱槽的装置。经常出现采煤机电缆脱槽与支架间设备相互影响。采取的措施:工作面加强巡检,发现脱槽及时处理。

7 智能化综采工作面下一步发展方向

建立智能化工作面多形式网络传输系统,如工作面建立千兆环网,采用多样式网络通讯,如在工作面布置移动无线网络、WIFI、有线网络,当工作面一种通讯故障(如支架间发生断线时)不影响智能化工作面正常运行。还可以实现4G、5G无线网络的建设,提供通讯和数据更加稳定、快速、方便的传输方式。研究两顺槽保证系统自动循环作业,如超前支架、设备列车、电缆自

移装置、转载机自移装置等随着循环自动拉移。智能化综采工作面煤岩识别系统未配备,制约智能化工作面采煤机截割。煤岩识别国内外研究仍在探索试验阶段,下一步技术攻关大大提高采煤机记忆截割效率。建立以地面指挥控制中心为核心的综合智能化控制系统,依托网络、大数据、互联网等技术支持,形成对综采工作面采煤机控制系统、液压支架电液控制系统等单机控制系统的集成,建立实现数据交互,统一监测、控制和协调运行。

8 建议

①智能化综采工作面控制系统建议采用专用线路供电;②顺槽集控仓建议放置在进风巷或扬尘较小处,并远离液泵、喷雾泵或其他噪音大、震动大的设备和环境。

9 结论

通过该智能化综采工作面的建设发现,智能化技术还有待进一步提高其智能化程度,列如智能化对工作面煤、岩及地质构造变化的识别能力;进一步提升惯导系统自动调直的能力;智能化设备和程序对复杂地质构造工作面的适应能力;工作面视频全方位监测能力。

当今智能化综采工作面的建设严格意义上来说还处于一种半智能化程度,我们期待行业核心技术的不断突破,早日实现理论目标中真正的智能化综采工作面。

作者简介:

田震(1985-),男,山西孝义人,2013年1月毕业于太原理工大学,采矿工程专业,本科,现为工程师。

表1 4#煤层特征

煤层号	煤层厚度(m)		结构(夹矸数)	稳定性	可采指数	变异系数	煤层倾角(度)	煤尘爆炸指数
4	3.2~3.5 3.45	1.7~1.3 1.5	复杂(1)	不稳定	1	42%	4~8 5	29.16%

表2 4#煤质特征

煤层号	水份 M_{ad} (%)	灰份 A_d (%)	挥发份 V_{daf} (%)	全硫 $S_{t,d}$	发热量 MJ/kg $Q_{gr,d}$	FC	Y (mm)	煤类
4	0.63	20.36	23.04	0.41	28.37	63.99	32.00	JM

表3 工作面分叉前顶底板岩性

煤层顶底板	名称	岩石名称	厚度(m)	岩层描述
	3#煤层	采空区	2.37	采空区碎屑
	老顶	细粒砂岩	9.14	浅灰色细粒砂岩,中厚层状,坚硬
	直接顶	砂质泥岩或泥岩	1.81	灰黑色,中厚层状,偶见植物化石
	4#煤层	煤层	3.45	黑色,有一稳定夹矸0.25m炭质泥岩
	直接底、老底	泥岩	9.84	灰黑色泥岩,中厚层状,性脆

表4 工作面分叉后顶底板岩性

煤层顶底板	名称	岩石名称	厚度(m)	岩层描述
	老顶	泥岩	3.55	灰黑色泥岩,下部含砂
	直接顶	粗砂岩	1.38	灰色粗砂岩,泥质胶结
	4#煤层	煤层	1.45	黑色煤,内生裂隙发育,贝壳状断口
	直接底	粉砂岩	1.82	深灰色粉砂岩,均匀层理
	老底	砂质泥岩	1.55	灰黑色砂质泥岩,薄层状

表5 切眼揭露断层情况

编号	位置	走向(°)	倾向(°)	倾角(°)	落差(m)	预计延伸范围(m)
F1	G1+140m	94	4	70	0.8	10