

文章编号:1671-251X(2023)S1-0092-07

煤矿井下掘进工作面提高单进水平方法及路径研究

廖志伟¹, 刘洋², 单永泉¹, 贺海成¹

(1. 国家能源集团神东煤炭集团有限责任公司 布尔台煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯 017200;

2. 国家能源集团乌海能源有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000)

摘要:针对当前煤矿巷道掘进存在人员、组织、设备、地质条件等许多制约因素和问题,以国能神东煤炭布尔台煤矿为例,从生产组织不到位、地质条件多变、设备配套落后、机电综合管理不到位、人才培养不到位 5 个方面分析了制约掘进效率的因素。提出通过掘进设备升级、破碎设备升级、转载设备升级、运输设备升级、机器人群替代掘进险重作业 5 个方面设备配套进行升级,探索采用"掘锚一体机+锚运破一体机+大跨距桥式装载机+机器人群"的一次成巷高机动性快速掘进新模式,以提高掘进作业效率。建立掘进工作面集中控制系统实现采掘设备的远程控制;智能辅助系统有效助力掘进设备安全稳定运行;通过狠抓设备检修、加强现场管理、优化机电考核、完善奖罚机制、强化人才培养等措施全方位提升掘进生产组织综合管理水平。

关键词:巷道掘进;掘进效率;单进水平;路径

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Research on the method and path of improving single entry level in underground tunneling face of coal mine

LIAO Zhiwei¹, LIU Yang², SHAN Yongquan¹, HE Haicheng¹

(1. Buertai Coal Mine, CHN Energy Shendong Coal Group Co. Ltd., Ordos 017200, China;

2. CHN Energy Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai 016000, China)

0 引言

煤炭作为我国最主要的基础能源,在国家经济和社会发展中发挥着不可替代的重要作用,其安全高效的开采对保障国家能源安全和促进经济发展具有至关重要的意义^[1-2]。在煤炭生产中,巷道掘进是安全风险最大、保障煤炭开采最重要的环节之一,其现场作业环境恶劣、作业工序较多、安全组织难度大,生产效率受地质条件、设备配置、机电管理等因素影响较大,实现巷道安全高效掘进对保障整个煤矿生产的安全、稳定和高效至关重要^[3-4]。但当前煤矿巷道掘进存在人员、组织、设备、地质条件等许多制约因素和问题,为保障煤矿采掘有序接续、提高矿井整体生产运营能力,巷道掘进效率有待进一步提升^[5-7]。本文以国家能源集团神东煤炭集团有限责任公司布尔台煤矿(简称“国能神东煤炭布尔台煤矿”)为例,全面分析制约当前掘进效率的关键因素,通过设备机电管理、队伍综合管理、装备配套升级和智能化改造等手段,提高单进水平的方法和路径,以

解决当前煤矿巷道掘进效率低的问题,为煤矿掘进作业后续研究提供参考和依据。

1 概述

1.1 煤矿简介

国能神东煤炭布尔台煤矿位于内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗境内,矿井井田面积为 192.6 km²,地质储量为 33 亿 t,可采储量为 20 亿 t,可采煤层 10 层,现开采 4 层煤,6 个盘区,主采煤层为 12 上煤、22 煤和 42 煤,掘进设置 6 个工作面,布置在 12 上煤、12 煤、22 煤及 42 煤层。核定生产能力为 2 000 万 t/a,是国家能源集团主力生产矿井之一,从投产到现在共产煤超 2 亿 t。

1.2 矿井地质条件

布尔台煤矿井田内岩石岩体完整性差,岩体质量及稳固性较差,煤层顶底板岩石的力学强度较低,岩石均以软弱岩石为主,半坚硬岩石次之,遇水软化易变形,甚至有崩解破坏现象,受复杂地质条件影响,22 煤层顶板破碎、底板泥化底鼓严重,12 上煤、

42 煤层矿压显现明显,片帮十分严重。煤层片帮、底鼓情况具体参数见表 1。

表 1 煤层片帮、底鼓参数

煤层	盘区	片帮深度/m	底鼓量/m	埋深/m	矿压显现情况	锚杆支护量/(套·m ⁻¹)	锚索支护量/(套·m ⁻¹)
12 上煤	三盘区	1~1.5	0.1~0.5	380~440	强	16	2(3)
22 煤层	二盘区	0.5~1	0.5~0.8	350~390	强	16	2(3)
42 煤层	二盘区	0.8~1.5	0.5~1.2	400~470	强	16	2(3)

1.3 掘进设备配套形式

2020 年以前,布尔台煤矿掘进工作面采用掘锚机一次截割成巷,同时由掘锚机 4 个顶锚钻臂完成巷道顶板支护工作,由掘锚机两侧帮锚钻臂完成巷道两帮支护(顶帮有人工单臂钻机或锚头进行补充支护);用掘锚机截割滚筒将煤切割下,通过掘锚机运输机将煤运至连运车,由连运车完成破碎,再经桥式转载机、带式输送机将煤运出;采用防爆无轨胶轮车完成辅助运输工作。工作面主要设备配备见表 2,设备配套如图 1 所示。

表 2 工作面主要设备配备

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	掘锚机	MB670	台	1
2	连运车	LY2000/980-10	台	1
3	桥式转载机	DZQ100/100/40	部	1
4	带式输送机	DSJ100/100-2×160KW	部	1

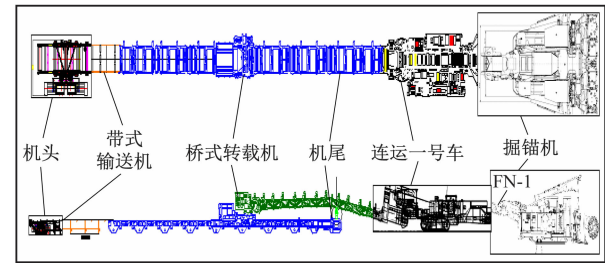


图 1 工作面主要设备配套

1.4 支护方式及进尺情况

布尔台煤矿掘进巷道采用全断面锚(索)网支护,巷道支护密度大,随掘随支。顶板支护采用“焊接钢筋网+左旋无纵筋螺纹钢锚杆+ π 型钢带+锚索”联合支护,锚杆、锚索不同排布置,施工锚杆每米 1 排,每排 6 套,锚索每 2 米 1 排,每排 4 套。两帮支护采用“双层高强度塑料网+玻璃钢锚杆(或螺纹钢锚杆)+木托盘(或铁托盘)”支护,锚杆每米 1 排,每排施工 10 根。巷道宽为 5.4~6 m,高度为 3~4 m,巷道断面为 16.2~24 m²。

上述配套方式虽然实现了巷道的一次成型,且各主要设备分工明确,但由于巷道地质条件复杂,支护难度大,主要支护工作量全部由掘锚机完成,巷道支护效率低,严重制约巷道整体掘进效率,2019—2020 年,布尔台煤矿各掘进工作面平均掘进进尺仅

为 530 m,对标神东条件相对较好的其他煤矿,尚有较大提升空间。

2 制约掘进效率的因素分析

2.1 生产组织不到位

1) 日常组织执行不到位。检修班检修效率低,工作计划性差,遗留工作较多,不能提前做好生产准备工作,造成生产班接班后组织不紧凑现象,生产班、检修班之间不能形成良性交接班、动态交接班。

2) 员工均衡出勤落实不到位。各班组不能根据工作任务合理安排员工出勤,时有缺员或窝工现象发生。同时,部分区队存在缺员或人员调动不能及时补充的现象,尤其是当生产班锚杆机司机等关键技术岗位缺员后,直接影响单进水平。

2.2 地质条件多变

1) 煤层节理裂隙发育。12 上三盘区工作面顶底板破碎、两帮片帮严重,支护存在片帮塌孔现象。片帮深度为 0.6~1.5 m,平均片帮深度为 1 m,片帮高度为 3 m,支护困难,需使用锚索钻杆支护,塌孔易造成树脂损坏,支护失效,重复打眼支护影响掘进效率。

2) 断层、冲刷及夹矸多。各掘进工作面割矸(岩石)平均厚度为 0.9~1.5 m,割岩期间粉尘浓度大;出料大块岩石多,局部截割断面岩石中存在坚硬结核体,需人工使用风镐破碎,以上割煤影响掘进效率,割煤和支护也不能平行作业。

3) 底板破碎且泥化严重。底板条件差,影响设备移动,特别是桥式转载机和刚性架,对底板要求较高,底板泥化时延伸带式输送机困难,耗费时间长,影响有效生产时间。

2.3 设备配套落后

1) 掘锚机无法实现自动割煤。配套的 MB670 掘锚机采用进口电控系统,但其通信接口和协议不开放,导致智能化改造存在困难,无法实现对掘锚机的远程控制。在工作面割岩石粉尘大或地质条件差时,无法通过自动割煤保障截割效率。

2) 支护工作量大且分配不均衡。由于地质条件复杂、矿压大,导致巷道支护工作量大。同时,采用“掘锚一体机+连运头车+桥式转载机”的传统配

套方式,LY2000/980-10 型连运头车无支护功能,掘进支护的所有工作量由掘锚机承担,造成掘支失衡,经常出现掘锚机截割头停转等待掘锚机钻臂支护的现象。

3) 转载方式和转载效率有待提升。采用普通桥式转载机+刚性架,桥式转载机跨度仅 30 m 左右,普通刚性架机尾无自移功能,导致夜班生产有时需要拉移机尾延胶带,影响夜班生产效率。

4) 物料转载运输系统可靠性低。布尔台矿盘区多,物料运输系统复杂,加之采用 DSJ100/100 型普通伸缩式带式输送机,转载距离在 1 000~3 000 m 之间,导致巷道转载次数进一步增加。物料转载次数越多,设备数量越多,设备运行可靠性越低,总体故障率越高,运输系统稳定性越差,影响掘进整体生产进度较为严重。部分掘进工作面物料需转载 10 次以上方可到达料仓,沿线任何环节出现问题,均影响正常生产。

2.4 机电综合管理不到位

1) 设备检修质量有待提高。生产期间设备发生故障影响正常生产,主要表现在:检修人员对设备预防性检修执行不到位,定期检修未全面覆盖,检修质量不合格;检修班对设备检修不到位,试生产不到位,导致正式生产后故障频发。

2) 机电设备备件储备不到位。发生机电故障时,检修备件保障不到位,导致故障时间延长,影响生产效率。主要原因是机电配件计划上报不及时,消耗类配件储备不到位,导致机电设备存在带病运行而不能及时检修更换相应备件,设备运行稳定性降低,故障率升高。

3) 机电故障处理不及时。掘进队虽然每月制定机电人员值班制度,但落实不到位,设备出现故障不能及时入井处理。部分机电人员理论知识不足或实践经验不足,造成设备日常检修质量不高,时常出现因检修不到位而影响正产生产。

4) 设备质量不可靠,故障率较高,部分井口备件供应短缺,且设备大修多次,故障率高、操作不可靠等因素对设备安全稳定运行形成制约,严重制约正常掘进。

2.5 人才培养不到位

1) 员工操作及检修维护水平低。各掘进队不注重员工技能培训,操作及检修人员技能水平参差不齐。操作熟练程度差,制约掘进整体进度;检修质量不高,不能满足生产需求;生产期间出现设备、供电系统故障后,生产班兼职检修工、电工技能水平较低,导致故障处理时间较长,影响生产。

2) 管理人员能力不足。部分管理人员不注重

管理能力、组织能力、创新能力的提升,不能合理管理和调配人员,现场组织协调能力差,不能合理有序计划安排作业任务,降低了工作效率,不能在工作中积极主动创新先进的工作方法和作业工艺,促进单进水平有效提升。

3 提升掘进工作面单进水平的方法及路径探索

为促进掘进工作面单进水平稳步提高,要重点在掘进设备配套升级、智能化改造升级方面探索更多方法和路径;同时要从设备检修维护、现场组织管理、机电综合考核、人才培养方面进行查漏补缺、全面提升。

3.1 升级配套设备

由于布尔台煤矿地质条件复杂,支护量大,设备配套先进性不高,掘进配套中掘锚机无法实现恶劣条件下远程割煤,连运头车无法分担支护工作量导致掘支失衡,桥式转载距离短、带式输送机机尾无法自移、转载次数多均严重制约掘进效率,导致掘进工作面单进水平低,掘支效率成了制约生产的最大因素,因此需对设备配套进行升级,探索采用“掘锚一体机+锚运破一体机+大跨距桥式装载机+机器人”的一次成巷高机动性快速掘进新模式,以提高掘进作业效率。

3.1.1 掘进设备升级

将进口 MB670 掘锚机进行电控改造,或直接替换成国产化掘锚机(EJM270/4-2(G)掘锚一体机),以解决进口掘锚机接口协议不开放的问题,实现对掘锚机进行数据采集和远程控制。

EJM270/4-2(G)掘锚一体机综合运用姿态感知定位(图 2)、自动控制、数据交互、远程遥控等先进技术,通过陀螺仪与里程计组合导航定位,实现机身中线与巷道设计中线方位角测量与显示,辅助设备行进。配备人员接近系统,可自行判断掘锚机在运行时是否有非现场作业人员闯入,利用矿用本安型声光报警器,对闯入电子禁区人员根据所处不同区域,发出不同声光报警信号。配备 360 全景摄像系统,操作人员可远程监视掘锚机非操作侧运行情况。具备自适应割煤和远控一键自动截割,可实现地面远程可视化割煤(图 3)及后配套设备的远程操控功能(图 4),在克服煤层薄、割矸量大、支护量大、片帮塌孔严重等困难的条件下,月进尺不降反增,同等条件下掘进效率提高 20% 以上。

3.1.2 破碎设备升级

传统配套方式中采用 LY2000/980-10 型连运头车(即转载破碎机)充当破碎和转载角色,由于设



图2 截割姿态自感知系统

备本身无锚护功能,不能分担巷道支护工作量,导致工作面整体掘支效率下降。MZHB7-1000/30PZ型锚杆转载机组(以下简称锚运破一体机)具有3个顶钻臂、4个帮钻臂,具备破碎、连续运输和连续支护功能,如图5所示。采用锚运破一体机代替传统连运头车,可实现掘进工作面掘、支、破、运协同作业,由于锚运破一体机先进的电液控系统,一人可同时控制多个钻臂进行自动化、智能锚固作业。锚运破一体机详细技术参数见表4。

正常生产条件下,同样完成6 m巷道掘进及支

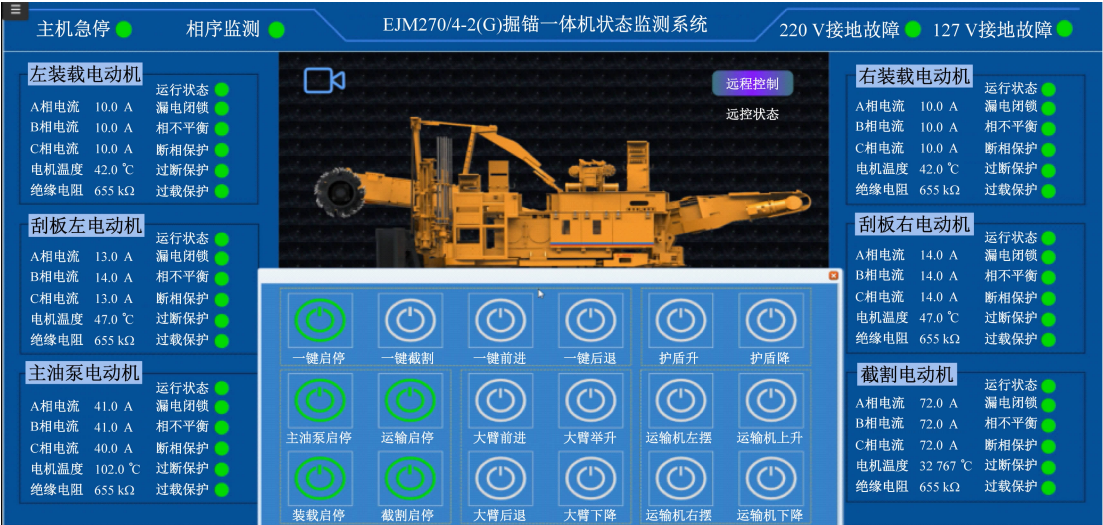


图3 掘锚机远程割煤电脑端组态画面

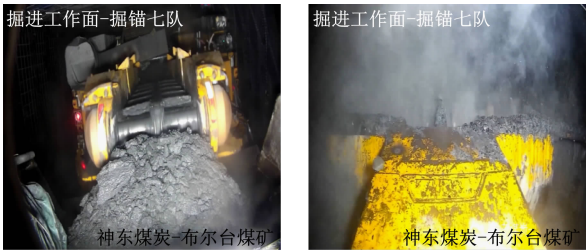


图4 掘锚机远程割煤电脑端视频监控画面

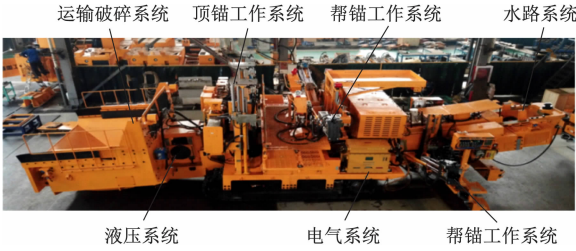


图5 7臂锚运破一体机结构

表4 7臂锚运破一体机技术特征

技术特征	主要参数	技术特征	主要参数
尺寸(长×宽×高)/mm	11 800×34 00×2 980	总装机功率/kW	310
输送能力/(t·h ⁻¹)	1 000	牵引速度/(m·min ⁻¹)	0~13
供电电压/V	1 140	总重/t	70
破碎功率/kW	140	钻臂数量	3 顶钻臂、4 帮钻臂

护,未使用锚杆转载机组时需用时约210 min,使用后用时约156 min,节约用时54 min,提高支护效率25.7%。通过对掘锚机和锚运破一体机进行合理的掘、支作业分工,有效减少单个作业循环中支护时间占比,从生产工艺上做出改变,有效突破掘进工作面支护量大导致掘进效率低的瓶颈。提高单进水平,在地质条件良好的情况下,圆班进尺突破40 m,单

月平均进尺可达700 m左右。

3.1.3 转载设备升级

采用DZQ100/130/55(D)型矿用带式转载机替代DZQ100/100/40型桥式转载机,运输能力由1 000 t/h提升至1 300 t/h,有效输送长度由30 m提升至58.7 m。有效提升了转载系统和带式输送机及刚性架机尾的搭接长度,生产班无需延伸带式

输送机机尾,为生产班争取了更多生产时间,提高了生产效率。

带式输送机机刚性架机尾延伸方式由传统的转载破碎机牵引前进改为自移式,有 2 种方式:① 在桥式转载机机尾配备电动绞车,用于延伸胶带拉移刚性架,不需要掘锚机、转载破碎机退机往复行走,既节约了机组退机时间也避免了设备行走时对底板的破坏。② 采用电液控刚性架自移机尾成套装备,代替普通带式输送机机刚性架机尾,通过装备自身的迈步式机构实现迈步式自移,减少胶带延伸工作量的同时,提高了作业的工作效率。

3.1.4 运输设备升级

采用 DSJ100/100/2×500 型单点驱动带式输送机代替 DSP1080/100 型普通伸缩带式输送机,可极大减少带式输送机安装数量,提高运输系统的稳定性,有效减少故障,提高运输效率。DSJ100/100/2×500 型单点驱动带式输送机采用 2 台 500 kW 同步电动机进行驱动,配备 1 台 55 kW 同步电动机进行张紧,1 部 BPQJ-(1132<0)/1140 组合变频器进行控制。该带式输送机单部即可驱动 6 km 长带式输送机运行,可替代原来 3~5 部普通带式输送机。采用 KTC102 通信控制系统控制带式输送机控制系统及各类保护,在掘进工作面材料架处安装 1 台 KTC150 集控主机进行远程控制。

针对单条工作面运距长、转载点多的实际情况,应用 DSJ100/100/2×500 型单点驱动、长运距、无基础+不锈钢中间架+不锈钢低阻力托辊+芳纶输送带+永磁同步电动机的低功耗带式输送机。在保证运输能力的同时可极大提高效率,2021 年在布尔台煤矿应用后,同比减少电耗约 23%;大幅减少带式输送机安装数量的同时,减少了带式输送机基础矿务工程,仅 2021 年,少施工 5 部带式输送机基础,减少开挖起底量和混凝土使用量各 3 250 m³,节省起底机台班 140 个、装载机台班 120 个、工程车台班 1 300 个,节省混凝土浇筑工人 650 个、设备安装及回撤工人 120 个,共计节省费用 337.67 万元。每部带式输送机每年节约电耗 160 万度;岗位工数量较之前使用单部运输长度 1 000 m 带式输送机大幅减少,每次安装、回撤效率提高 200%,综合效率提升 70%以上。

3.1.5 机器人替代掘进险重作业

由于掘进工艺的特殊性,各类危险重体力辅助作业较多,如水文地质超前钻探、巷道补强支护、管路安拆、壁龛施工等,采用辅助作业机器人替代可有效提高作业效率,保障作业安全性。采用智能钻锚机器人实现“自动定位+自动钻锚+远程干预”的高

效智能锚固模式;单人持遥控器即可完成巷道全程锚固作业,支护效率提高 2 倍,且真正实现了“无人则安”。采用智能钻探机器人实现掘进工作面探放水智能化作业,解决人工钻孔淋水大、危险系数高的问题,效率由之前的 3 人每班 120 m,提高到现在 1 人每班 160 m。采用智能喷浆机器人实现人员远控、自动喷浆,效率是人工作业 3.5 倍。采用智能管路抓举机器人实现管路安全、精准、高效拆装,效率提升至人工的 5 倍以上;采用智能开槽机器人代替人工手持风镐开槽、起底、挑顶、施工水泵窝等作业,作业效率提高 5 倍以上。

神东快速掘进新模式的应用,实现了掘进工作面所有工序作业的智能化和少人化,全流程智能装备作业替代人工,有效降低了劳动强度,保证了作业安全。目前该快速掘进模式应用于布尔台煤矿各掘进工作面,掘进进尺由 2020 年之前常规掘进模式下的 530 m/月左右,提高至 2021 年月均 591.2 m、2022 年月均 603.8 m,直至目前最高掘进 800 m/月水平,掘进效率最高提高 50.9%,见表 5。

表 5 2019—2022 年掘进队月均进尺

年份	2019	2020	2021	2022
月均进尺/m	531.5	532.8	591.2	603.8

3.2 智能化改造

3.2.1 智能集中控制系统

掘进工作面单机装备通过高端升级替代后,实现了单机作业效率及稳定性的提升,但无法实现协同作业和极端恶劣环境下的远程生产操控。因此建成掘进工作面远程集控中心同样至关重要。

通过采集配电点移变馈电保护器的数据,实现配电点的远程控制,同时采集掘锚一体机、锚运破一体机、桥式转载机、带式输送机的数据,建立掘进工作面集中控制系统,实现采掘设备的远程控制。在集控室安装 UPS 后备电源、声光报警装置、语音对讲装置实现集控室的眼耳口鼻的感官作用;建设区队地面集控室,实时监测井下要害节点的视频画面,实现供电系统远程停送电、局部通风机远程可视化切换,带式输送机远程启停和智能监控;工作面所有掘进设备实现远程启停集中控制,锚运破一体机、大跨距桥式转载机、带式输送机一键启停及远程可视化控制、协同联动作业。工作面生产班作业人员由之前的 9 人减少至 5 人。

3.2.2 智能辅助系统

岗位少人化、无人化后,设备运行的安全性和可靠性成为保障系统稳定性的关键因素,布尔台煤矿在所有主要掘进及其后配套设备上安装应用自动润

滑系统,根据润滑点处的压力和流量值自动调整注油时间,实现定时定量润滑,有效杜绝因润滑不到位或失效导致的机电设备故障,有效防止过度润滑造成的油脂浪费,提高注油效率。每年可减少 730 个工时,节约油脂成本 5.25 万元。

为及时检测煤流中的铁器,避免铁器上主运输系统造成带式输送机胶带撕裂、破碎机损坏等故障,布尔台煤矿在带式输送机机尾安装智能金属探测仪,采用磁路平衡原理,通过检测煤流中的金属并判断其相对大小及停机后的相对位置,智能控制胶带启停、除铁器启动及卸铁动作等。该系统智能监测带式输送机运行状态,遇到铁器停机报警,保障运输系统的稳定运行,有效杜绝铁器上系统对带式输送机造成的风险,主运输系统安全性得到有效保障。

3.3 狠抓设备检修

将狠抓设备检修作为降低设备故障率,提高开机率的主要抓手。① 严格执行设备包机责任制,给每台主要设备(掘锚机、联运头车、梭车、桥式转载机及带式输送机等)设定 1~2 名主要检修工作为设备的包机人,且每台设备关联 1 名包机队干部;将设备检修维护责任落实到具体的责任人,切实强化检修工的责任心。② 合理制定检修计划,严格按照预定计划逐项落实设备检修。对设备状态跟踪监测,有针对性地制定每台设备每天的检修计划,检修工每天根据预定的检修计划逐项落实,让区队每位机电管理人员做到设备状态心中有数,检修重点有的放矢,最大限度减少设备故障发生。③ 制作设备的日常检修工单并严格执行,明确注明设备每日、每周、每月需要检查的项目,要求各检修工每日手执检修单入井,每日按照检修工单上的项目逐项检查,每日对设备做一次“全身体检”,确保检修无遗漏、无死角。④ 严格执行设备检修标准作业流程,在坚决执行既有的检修标准作业流程基础上,不断完善标准作业流程体系。

3.4 加强现场管理

强化现场管理,提高生产检修效率和质量标准化水平。① 要求工作面支护材料分类码放,以保障提高生产期间材料存取效率。② 各掘进队工作面日常检修、故障处理使用的工器具使用专门的工具存放箱,确保备用工具准备齐全,提高故障检修效率。③ 设备易损件(特别是低值易损件)井下现场储备备件,设备故障时,方便取用更换,以缩短故障时间。④ 现场生产组织方面,要求早班试生产 1~2 h,生产班加强生产组织,操作人员合理安排岗位,确保每班保质保量完成当班任务。

3.5 优化机电考核

严格机电综合业务考核,提升机电管理水平保障高效生产。① 将矿上所有的配件材料统一归拢管理,最大限度的实现配件的共享,为生产提供有力保障;对易损件,区队和矿机电业务部门定期梳理需求计划和库存情况,根据日常消耗量,设定配件的安全库存量,对库存量少的材料配件及时补充;对紧缺件做好提前储备,确保配件不因断货而影响生产。② 掘进设备配件种类超万件,为避免需求计划上报重复和上报遗漏,将掘进设备的液压和电气系统划块承包给各区队,每个区队负责各自承包部分的需求计划报,从保证需求计划不重复、不遗漏。③ 做好设备履历管理。对设备建立一台一档,详细记录设备故障情况,分析设备故障周期,为预防性检修提供有效指导,降低设备发生故障的可能性。④ 严格设备故障率考核。真实记录各区队故障情况,制定故障率考核评分机制,每月针对统计的各队故障情况进行打分,扣分情况直接纳入绩效考核,考核情况直接与区队总工资挂钩,以经济杠杆的效应,倒逼各区队加强设备检修,提高开机率。

3.6 完善奖罚机制

将提高员工工作积极性和责任心作为提升设备检修质量与生产效率的思想保障。① 通过制定合理有效、可操作性强的奖惩考核制度,对每起机电故障进行分析,认定责任事故类型,对属于人为责任事故的除按照制度对主要检修工、设备包机人和机电管理人员进行罚款外,在月度故障率考核中额外扣分,将设备故障与全队工资挂钩;按照规定对连续 3 个月设备故障率降低的区队给予适当的加分或奖励。② 制定《煤矿提高单进考核管理办法》,每个月对各队进尺完成情况进行考核,结算工资时,超产 10%(含)以内,每米单价上浮 5%,超产 10%~20%(含),每米单价上浮 10%,超产 20%以上,每米单价上浮 15%;欠产 10%(含)以内,每米单价下浮 3%;欠产 10%~20%(含),每米单价下浮 5%;欠产 20%以上,每米单价下浮 8%。

3.7 强化人才培养

将机电人才培养作为全矿生产、机电持续稳健发展的核心要术和动力源泉。① 区队内部严格执行师带徒制度,倡导鼓励区队内部“传、帮、带”,并实行队内检修工、岗位工轮岗制,让每位检修工、岗位工都能熟悉每台设备、熟悉每个岗位;让每位员工都成为技能高手,更成为多面能手。② 各区队技术员定期组织设备检修专题培训,强化员工的理论基础和实操水平,不断提升员工的检修和操作技能水平。③ 矿内不定期组织厂家技术人员或专家教授来矿

进行各类设备检修维护的知识讲座,丰富员工获取知识、提高技能的渠道。④ 矿内定期组织检修工到实操基地进行实操培训,并以实操基地平台组织各类技能比武,以实操培训和技能比武的形式不断促进广大员工技能水平的不断提升。

4 结语

分析了煤矿掘进工作面生产组织不到位、地质条件多变和机电人才培训不到位对生产效率带来的制约,并从采掘设备配套落后、机电综合管理不到位等方面对掘进单进水平的影响进行了剖析研究。指出通过掘进设备、破碎设备、转载设备、运输设备等配套设备升级改造可有效提高掘支效率;同时通过智能化手段建设掘进工作面集中控制系统可有效提高掘进工作面协同控制效率;通过应用辅助作业机器人替代掘进工作面锚护、开槽、喷浆、管路安拆等险重作业,可有效提高作业效率和作业安全性;通过应用自动润滑、智能除铁等智能化辅助系统有效助力掘进设备安全稳定运行;通过狠抓设备检修、加强现场管理、优化机电考核、强化人才培养和完善奖罚

(上接第 91 页)

时间开始计时,到时间后关闭混捏锅门。

3 系统应用效果

反馈系统投运后,造粒系统运行产能可达 3.5~4 t/h,可满足后续工艺要求,且主要在电力费用和人工成本控制、设备维修费用上表现突出:① 整个过程严格控制设备运行时间,有效降低了产品吨耗,一次成型条每吨电耗节约 48.5 度;每日成型条产量按照 50 t 计算,电费按照 0.55 元/度计算,则年节约电费为 48.7 万元。② 设备故障率明显降低,人员劳动强度大大降低,设备维修量大幅降低,造粒机、液压机、捏合机维修材料费节约约 15 万元/年。③ 每班减少岗位人员 1 人,共减少 4 人,节约各项费用共计 103.7 万元/年。

4 结语

在活性炭生产工艺中应用反馈系统后,整个活

机制等措施全方位提升掘进生产组织综合管理水平。

参考文献:

[1] 贺春禄. 到 2035 年中国煤矿要基本实现智能化——解读《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》[J]. 高科技与产业化,2020(8):28-31.

[2] 杨真,贺晓峰,兰云峰,等. 布尔台煤矿智能化建设实践及采掘工作面关键技术探索[J]. 中国煤炭,2021,47(增刊 1):87-96.

[3] 杨真,兰云峰,廖志伟. 神东布尔台煤矿智能化建设路径及安全高效管理措施探索[J]. 中国设备工程,2021(15):9-12.

[4] 潘涛,赵永峰,丁涛,等. 国家能源集团智能矿山建设实践与探索[J]. 中国煤炭,2020,46(5):30-40.

[5] 梁占泽. 大柳塔煤矿智能矿山建设实践[J]. 工矿自动化,2021,47(增刊 2):70-74,116.

[6] 吴劲松. 麻地梁煤矿智慧矿山建设实践[J]. 中国煤炭,2021,47(9):32-40.

[7] 廖志伟,贺晓峰,肖华明,等. 布尔台煤矿智能化建设路径探索与实践[J]. 智能矿山,2022,3(12):28-38.

性炭制条过程已实现全自动,降低了工人劳动强度和人工成本;关联设备之间有联锁保护,运行安全稳定,延长设备使用寿命,实现配料、混捏、压制设备集中闭环控制;系统只需输入主材料配比量,通过搅拌设备电动机电流、造粒机压力等反馈数据进行运算,自动调整原材料配比,使产品达到最佳状态;自动控制过程中系统将数据传输至集控室,记录物料消耗量,以便生产成本的管理控制;系统可通过工业以太网连接集控室上位机,进行远程管理操控;系统集中接入各设备报警、故障信息,方便维修人员查阅解决。

参考文献:

[1] 韩相争. PLC 与触摸屏、变频器、组态软件应用一本通[M]. 北京:化学工业出版社,2018.

[2] J. C. 多伊尔, B. A. 弗朗西斯, A. R. 坦嫩鲍姆. 反馈控制理论[M]. 慕春棣,译. 北京:清华大学出版社,1993.

[3] 王永红. MCGS 组态控制技术[M]. 北京:电子工业出版社,2020.