

掘锚护一体化技术在回采巷道掘进中应用

Application of integrated technology of excavation, anchor and protection in mining roadway excavation

段存青 (山西华阳集团新能股份有限公司安全监察局驻二矿安全监察处, 山西 阳泉 045008)

Duan Cunqing (The Second Mine Safety Supervision Office of the Safety Supervision Bureau of Shanxi Huayang Group Xinneng Co., Ltd., Shanxi Yangquan 045008)

摘 要: 为了提高回采巷道掘进效率, 实现回采巷道掘锚护一体化, 在对矿井使用的综掘机结构分析基础上, 对综掘机进行技术改造, 从而实现掘进机、临时支护设备、机载锚杆钻机较好配合。本文以山西某矿 21511 回风顺槽掘进为例, 依据 21511 回风顺槽现场实际条件, 对掘锚护一体化技术应用方案、围岩支护方案等进行阐述, 对 EBZ-160 综掘机结构分析基础上, 对综掘机进行技术改造, 经过现场应用后, 取得良好效果, 巷道掘进进尺提升约 44%, 达到 360m/月, 同时现场作业人员数量和劳动强度均有所降低、安全保障能力、经济效益方面都有了显著的提高, 为巷道高效掘进创造了良好条件, 更好的促进矿井生产顺利进行。

关键词: 巷道掘进; 掘锚护一体化技术; 围岩支护; 掘进效率; 快速掘进

Abstract: In order to improve the efficiency of roadway excavation and realize the integration of roadway excavation and anchor protection, on the basis of the structural analysis of the comprehensive excavator used in the mine, the technical transformation of the comprehensive excavator is carried out, so as to achieve a better cooperation between the roadheader, temporary support equipment and airborne bolting rig. This paper takes 21511 return air tunnel excavation in a mine in Shanxi Province as an example. According to the actual conditions of 21511 return air tunnel, the integration technology application scheme of anchor excavation and surrounding rock support scheme are described. Based on the structure analysis of EBZ-160 comprehensive excavation machine, the technical transformation of comprehensive excavation machine is carried out. Roadway tunneling footage is increased by about 44%, reaching 360m/ month. At the same time, the number of on-site workers and labor intensity are reduced, safety guarantee ability and economic benefit have been significantly improved, creating good conditions for efficient tunneling of roadway and better promoting the smooth progress of mine production.

Key words: roadway excavation; integrated technology of driving and anchoring; surrounding rock support; excavation efficiency; rapid excavation

0 前言

随着煤炭开采技术、设备等应用的推广, 矿井煤炭生产能力以及综合自动化水平等方面, 均得到快速的提升^[1]。然而, 在矿井生产过程中采掘接替紧张问题一直是制约煤炭高效生产的现实性问题^[2-3]。巷道掘进过程中受到地质构造、瓦斯治理、围岩支护、煤矸石转载运输等各个环节制约, 采用先进的掘进工艺对提升巷道掘进效率, 具有非常重要的意义^[4-6]。巷道掘进效率与临时支护、永久支护等都密切相关, 现阶段, 常用的临时支护设备包括有柱式支护、前探梁式支护等; 永久支护方式包括有锚网索支护、架棚支护, 其中锚网索支护是回采巷道围岩支护最为常用的支护方式, 提高围岩永久支护效率降低支护耗时可以明显的提升巷道掘进效率^[7-10]。掘锚护一体机可以实现掘进、支护、运输等环节

综合机械化、自动化, 解决掘进、支护间相互制约问题。文中就以山西某矿 21511 回风顺槽掘进为研究背景, 对掘锚护一体化技术现场应用情况进行探讨, 以期更好的促进矿井生产。

1 工程概况

1.1 地质概况

山西某矿矿井生产能力为 810 万 t/a, 现阶段主采 8#、15# 煤层, 8# 煤层煤层顶板由伪顶、直接顶和老顶组成, 伪顶为砂质泥岩, 仅局部范围内存在, 厚度在 0.20m 左右; 直接顶为砂质泥岩与泥岩互层, 含黄铁矿结核和菱铁矿结核, 裂隙不发育, 整体性好, 厚度 4.0~16.0m, 平均 11.6m; 老顶为灰白色中粗粒石英砂岩 (K7), 厚度在 0~18.0m, 平均 6.0m; 底板岩性为砂质泥岩或泥岩, 厚度 0~12.0m, 平均 3.0m。

21511 工作面地表位于龙门生态园以东一带, 地形沟谷纵横, 植被发育, 埋藏深度为 556–678m。21511 工作面北部为 15 区准备巷, 东部、南部为矿界, 西部为正在掘进的 21511 工作面进风巷, 上部 3# 煤无采掘工作面。21511 回风顺槽总长度 1424m, 巷道掘进净高、净宽分别为 3.5m、4.6m, 巷道主要服务于回采工作面回风、行人以及辅助运输等工作。

1.2 巷道掘进现状

巷道以往掘进采用 EBZ160 综掘机, 对巷道掘进期间各工序耗时进行统计分析, 具体统计结果见图 1 所示。

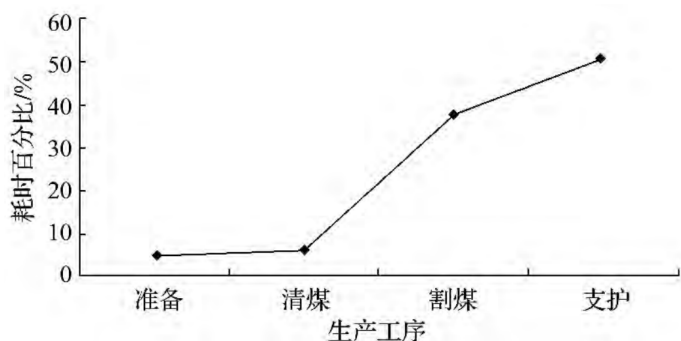


图 1 道掘进期间各工序耗时

从图 1 中可以看出, 巷道掘进的各环节 (包括准备、清煤、割煤以及支护等各个环节) 中, 割煤以及支护耗时相对较长, 占整个掘进耗时分别为 37%、52%, 这是提高掘进机割煤以及支护效率, 实现巷道高效掘进的关键所在。

为了能够进一步的提高 21511 回风顺槽综合掘进效率, 实现采面早日回采, 提出采用掘锚护一体化技术进行巷道掘进。

2 掘锚护一体化技术应用

2.1 EBZ160 综掘机改进

2.1.1 EBZ160 综掘机结构分析



图 2 综掘机结构图

EBZ160 综掘机为纵轴式掘进机, 有一个截割头, 可用以软岩以及煤巷等掘进, 具有掘进效率高、可靠性强以及适用范围广等优点, 在煤矿井下巷道掘进中应用的较为广泛。具体采用的 EBZ160 综掘机结构见图 2 所示。

综掘机结构包括有截割机构 (截割头、电机、伸缩装置等)、铲板机构 (侧铲板、主体、动轮以及驱动装置等)、运输系统 (溜槽、驱动装置以及张紧装置)、本体结构 (回转台、本体主架、回转油缸等)、行走机构 (驱动轮、履带、驱动结构以及减速机等)、支承结构、液压系统、润滑系统以及电气系统等构成。

2.1.2 技术改造

通过 EBZ-160 掘进机截割机构伸缩装置可用以安装机载锚杆钻机, 同时可实现锚杆钻机在巷道内垂直、平行旋转。在掘进机帮、顶位置分别安设临时支护设备, 通过掘进机前移实现临时支护设备、锚杆钻机联动。具体将临时支护装置、锚杆钻机分别置于截割机构顶部以及升降油缸位置。

机载锚杆钻机以及临时支护设备采用掘进机原有液压系统提供动力, 因此需要对掘进机原液压系统进行改造。具体改造方式为: 在掘进机原有液压系统中增设液压管路、控制系统, 通过对液压系统改造分别实现锚杆钻机、临时支护设备彼此独立操作且相互闭锁。在巷道掘进过程中, 截割部带动锚杆钻机移动, 实现掘锚一体化控制。

对掘进机改造完成以后, 根据现场实际情况, 再对配套运输系统进行改造。以往巷道掘进采用“梭车-联运车-桥式转载机”方式, 后来经过探索形成比较适应掘锚护一体化的运输方式, 即为掘锚机-连运车-转载机-胶带机。具体巷道运输系统结构见图 3 所示。

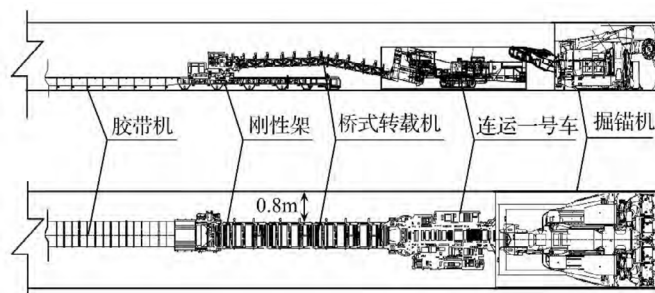


图 3 巷道运输系统结构示意图

2.2 巷道掘进工艺

采用掘锚护一体化技术以后, 巷道掘进可以细分为截割破煤、临时及永久支护等构成, 具体巷道掘进技术工艺为: 掘进机截割→同时进行临时支护→顶梁铺设并挂网→顶板锚杆 (索) 施工→巷帮挂网并施工锚杆→底煤清理。在巷道掘进期间应及早准备托梁、顶网, 掘进

后及时将托梁、顶网置于临时支护设备之上,通过液压系统给顶板一定的支护力,提高临时支护效果。后续依次施工顶锚杆(索)、帮锚杆,最后回撤掘进迎头临时支护设备,完成单循环巷道掘进。

掘锚护一体化技术应用后,巷道掘进迎头具有施工工序多、操作有限、作业空间有限等特点。为降低各个工序间相互影响,在巷道掘进过程中以截割破煤、顶板永久支护为主要施工工序,其他的工序应在其他时间段交叉开展。在早班施工期间合理安排围岩补强支护、设备维护、接水管、延伸电缆、续风筒以及延伸机尾等各项工作;利用检修期安排移变、倒风机等操作,尽量实现移变、倒风机通风开展,从而为后续生产班高效掘进创造良好基础。

2.3 围岩支护方案

为了能够更好的适应掘锚护一体机现场应用,对21511回风顺槽围岩支护方案进行优化,具体优化后的巷道支护断面见图4所示。

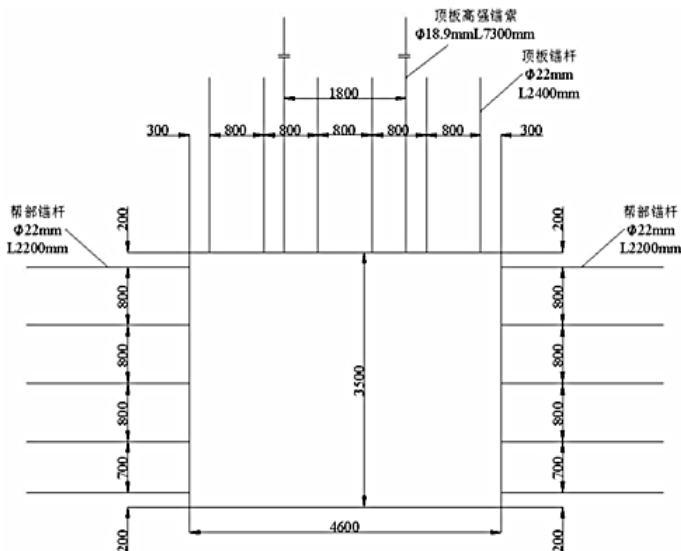


图4 巷道支护断面图

巷道顶板、巷帮每排分别布置6根螺纹钢锚杆($\phi 22\text{mm} \times 2400\text{mm}$)、5根螺纹钢锚杆($\phi 22\text{mm} \times 2200\text{mm}$),顶板及巷帮锚杆间排距分别为 $800\text{mm} \times 800\text{mm}$,锚杆采用W钢带连接;顶板用2根锚索($\phi 18.9\text{mm} \times 7300\text{mm}$)补强支护,间排距为 $1800\text{mm} \times 2000\text{mm}$;顶板全断面铺设规格 $4800\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 菱形金属网、巷帮铺设规格 $3400\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 菱形金属网。

3 现场应用效果分析

在21511回风顺槽采用掘锚护一体化技术后,不仅可以提高巷道掘进的效率,而且巷道掘进期间安全保障能力也有所提升,实现了巷道快速掘进。以往矿井煤巷掘进进尺平均为 $250\text{m}/\text{月}$,而采用掘锚护一体化技术之后,21511回风顺槽掘进进尺提升至 $360\text{m}/\text{月}$,掘进进

尺增幅达到44%。由于通过机载锚杆钻机可以实现巷道永久支护,掘进迎头作业人员数量也随之有所降低,预计每年可以节省人力资源投入约45万元。

通过对于掘锚护一体化技术的应用,起到了缓解矿井采掘接替紧张的局面、降低作业人员劳动强度、提高安全生产保障能力等作用,具有较为显著的经济以及安全效益。

4 总结

为了能够实现回采巷道掘锚护一体化,在对EBZ-160综掘机结构进行分析的基础上,对综掘机进行优化技术改造,具体方式是在综掘机截割机构顶部增设临时支护设备、在升降油缸处增设机载锚杆钻机,并且通过液压系统可以实现临时支护、及锚杆钻机的独立控制。

依据21511回风顺槽实际情况,对掘锚护一体化技术施工工艺、巷道围岩支护方案等进行阐述,并且进行工程应用。经过现场应用以后,21511回风顺槽掘进进尺可达到 $360\text{m}/\text{月}$,掘进效率较原采用的综掘方式提高约44%,同时,在一定程度上减少了掘进迎头作业人员数量,并且更进一步地提高巷道掘进安全保障能力。

参考文献:

- [1] 暴广昌.下霍煤矿1306回风顺槽掘锚护一体化技术应用[J].江西煤炭科技,2021(04):22-24.
- [2] 李平.煤矿巷道掘锚一体化快速掘进技术研究[J].能源与环保,2021,43(02):161-166.
- [3] 何东升.城郊矿高应力煤巷掘锚护一体化快速掘进支护技术研究[D].徐州:中国矿业大学,2020.
- [4] 董广乐.城郊煤矿高应力煤层大巷快速掘进工艺及应用[D].徐州:中国矿业大学,2020.
- [5] 井涛.煤巷快速掘进施工优化研究[J].能源与节能,2020(03):26-27.
- [6] 许艳伟.EBZ-160型掘进机掘锚护一体化改进实践[J].现代矿业,2019,35(09):188-189.
- [7] 陈宇,张洋,耿继业,王方田.高应力煤巷掘锚护一体化快速掘进工序优化与支护技术[J].煤矿安全,2019,50(07):120-123.
- [8] 李松恩.EBZ-160型掘进机掘锚护一体化改造[J].山西焦煤科技,2019,43(05):8-10.
- [9] 赵海龙.EBZ160型掘进机掘锚护探一体化改造实践[J].江西煤炭科技,2018(02):132-134.
- [10] 刘跃东,林健,杨建威,姜鹏飞.基于掘锚一体化特厚顶煤巷道快速掘进与支护技术[J].煤炭科学技术,2017,45(10):60-65.

作者简介:

段存青(1975-),男,汉族,山西寿阳人,本科,助理工程师,研究方向:采矿工程。