

综掘巷道易风化围岩快速喷涂封闭技术研究

武双忠 (山西汾西矿业集团柳湾煤矿, 山西 孝义 032300)

摘要: 3506 底抽巷顶板以及巷帮围岩容易风化, 若不能及时密闭会导致巷道围岩变形量增加, 不仅制约巷道正常掘进而且给实用安全带来威胁, 为此, 提出采用快速喷涂封闭技术对围岩进行密闭。依据 3506 底抽巷现场条件喷涂材料、喷涂方案进行设计, 并依据喷涂效果确定最佳喷涂厚度为 8~10mm。现场应用后, 巷道围岩得以快速封闭、风化问题得以有效解决, 取得显著应用成果。

关键词: 综掘巷道; 风化围岩; 喷涂; 围岩控制

Abstract: The roof of 3506 bottom suction roadway and surrounding rock of roadway side are easy to weathering. Failure to seal in time will result in an increase in deformation of surrounding rock of roadway, which not only restricts normal excavation of roadway, but also poses a threat to practical safety. Therefore, fast spray sealing technology is proposed to seal surrounding rock. The spraying material and spraying scheme are designed according to the field conditions of 3506 bottom suction tunnel, and the optimum spraying thickness is determined to be 8~10mm according to the spraying effect. After field application, surrounding rocks of roadways can be quickly closed and weathered problems can be effectively solved, and remarkable application results have been achieved.

Key words: comprehensive excavation tunnel; Weathered surrounding rocks; Spray; Surrounding rock control

综掘具有掘进效率高、劳动强度低等优点, 对提高矿井回采巷道综合掘进效率具有重要意义。随着矿井采掘深度增加, 巷道难以避免需要在易风化围岩中掘进, 巷道掘进完成后易风化围岩在水、空气等综合作用下容易出现风化、围岩失稳等问题, 后续需要频繁对巷道进行修整, 不仅增加巷道围岩控制成本而且容易导致巷道出现顶板冒落、煤壁片帮等事故。易风化围岩一般采用混凝土喷涂进行封闭, 可对围岩起到一定的支护、防风化作用, 但是也存在回弹率高、粉尘量大以及质量不稳定等问题, 同时混凝土喷射时存在用料大、运输距离长、施工成本高等问题, 在一定程度上制约巷道掘进效率。为此, 文中以山西某矿 3506 底抽巷掘进为工程背景, 针对围岩容易风化问题, 提出采用快速喷涂封闭技术对围岩进行控制, 不仅提高了巷道掘进效率而且实现了围岩有效控制。

1 工程概况



图 1 3506 底抽巷掘进层位示意图

3506 底抽巷主要用以采面瓦斯抽采, 巷道矩形断面, 巷高 × 巷宽 = 5m × 3.3m, 巷道在 5# 煤层底板 K6 灰岩、K7 细粒砂岩层中间掘进, K6 灰岩、K7 细粒砂岩间

距为 2.95m, 具体巷道掘进示意图见图 1 所示。3506 底抽巷破顶板 K7 细粒砂岩 0.25m, 巷道底板为坚硬的 K6 灰岩、巷帮则为相对松软且易风化砂质泥岩。巷道采用 EBZ260 (H) 综掘机掘进, 可伸缩带式输送机运输矸石, 采用锚网索支护围岩。巷道掘进完成后, 由于砂质泥岩容易风化, 围岩承载能力较差, 出现顶板冒落、巷帮垮落等事故, 巷道需多次进行返修, 在一定程度上制约巷道掘进效率以及后期使用安全。

2 易风化围岩快速喷涂封闭技术应用

2.1 喷涂材料及设备

在 3506 底抽巷采用的喷涂材料由 2 种材料混合而成, 其中 A 材料为水性高分子树脂 (含水率 45%)、B 材料为无机复合粉体, A、B 两种材料混合完成后形成的喷涂层抗拉强度在 3MPa 以上、抗拉变形率在 10% 以上、与围岩粘结强度在 2.5MPa 以上, 同时喷涂层具有凝固成型快、延展性以及韧性强等优点。喷涂采用专用喷枪、气动喷涂泵, 使用的喷涂设备集成搅拌、运送、喷涂等功能, 操作较为便捷。

2.2 喷涂方案

为了合理确定喷涂厚度, 设计 5 种喷涂方案并对现场围岩控制情况进行对比分析。喷涂方案 1: 未进行喷涂; 喷涂方案 2: 喷涂层厚度 5mm; 喷涂方案 3: 喷涂层厚度 8mm; 喷涂方案 4: 喷涂层厚度 10mm; 喷涂方案 5: 喷涂层厚度 15mm, 并采用钢丝网替代钢筋网对围岩进行支护。

2.3 喷涂工艺

具体现场喷涂工艺流程为: 喷涂准备 → 试泵 → 喷涂材料混合 → 试喷并动态调整 → 喷涂设备清洗 → 喷涂资料整理。

在巷道开始喷涂前收点确定喷涂起点以及终点位

置,在起点位置间隔 10m 在巷道巷帮、顶板上布置铁钉,铁钉外露长度即为喷涂厚度,喷涂层遮盖铁钉后即认为达到设计喷涂厚度。

现场采用专用喷涂泵进行喷涂,喷涂泵以井下压缩空气作为动力,压缩空气带动液压马达带动搅拌泵运转从而实现喷涂材料中 A、B 两种材料充分混合;混合后的喷涂材料经工作缸加压后由高压软管运送至三通喷枪,三通喷枪同时与高压风管、出浆管连接;喷涂材料在风压作用下形成细雾装小液滴,并均匀覆盖到巷道表面岩层,有效喷涂距离为 1~2m,喷涂一次厚度 5mm 左右。

在 3506 底抽巷进行喷涂试验,现场应用时每米巷道喷涂用量为传统混凝土喷涂用量的 3%~5%,2~3 名作业人员相互配合即可完成喷涂作业,单班喷涂长度可达 8~10m。巷道围岩喷涂作业可紧跟巷道掘进,通过喷涂可及时隔绝巷道内空气、水分等与围岩接触,从而降低围岩风化影响;同时喷雾作业无粉尘、喷涂材料回弹量较小,可大幅降低作业人员劳动强度。

2.4 喷涂厚度确定及喷涂效果分析

建立测站对不同喷涂层厚度下顶板下沉量以及巷帮收敛量进行监测,具体监测结果见图 2 所示。从图中看出,当巷道围岩未进行喷涂时顶板、巷帮最大收敛量为 20mm、265mm;围岩喷涂后,顶板、巷帮最大收敛量为 10mm、45mm,巷道未喷涂处、喷涂处不同位置间围岩变形量变化显著,不同喷涂厚度下围岩变形量变化不明显,其中喷涂厚度在 5mm 时顶板下沉量较其他喷涂厚度有所增加。

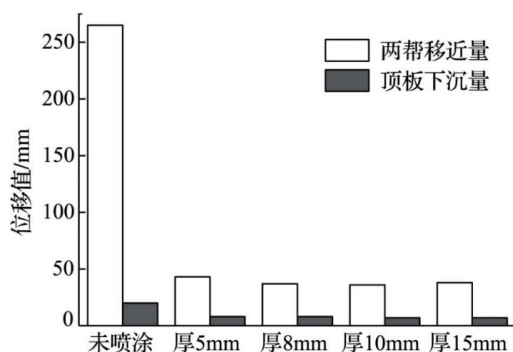


图 2 顶板及巷帮变形量

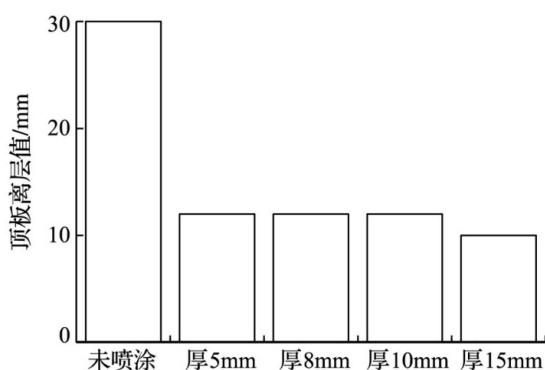


图 3 巷道顶板离层监测结果

巷道顶板离层监测结果见图 3 所示,从图看出巷道

未喷涂时顶板最大离层量为 30mm、围岩喷涂后顶板最大离层量为 12mm,通过喷涂顶板岩层离层量降幅达到 60%。不同喷涂厚度时顶板离层量变化不明显。

在 3506 底抽巷进行喷涂后,巷道围岩支护体强度得以提升同时易风化围岩得以有效覆盖,具体喷涂完成后围岩覆盖效果来看,喷涂层厚度在 8~10mm 时效果最显著。当顶板以及巷帮均平整时,可将喷涂层厚度设计为 8mm;当围岩不平整可将喷涂层厚度增加至 10mm,通过适当增加喷涂厚度可提高喷涂覆盖效果并减少喷雾材料浪费。巷道支护时使用的网片应尽量紧贴巷帮,从而达到围岩控制效果。

3 总结

① 3506 底抽巷巷帮以及顶板岩层容易风化,围岩中含有大量的高岭土、白云母等容易风化、膨胀变形成分,从而导致巷道掘进完成后围岩出现较大变形。传统的混凝土喷涂虽然可实现围岩封闭,但是存在作业环境恶劣、混凝土使用量大、喷涂成本高、喷涂效率低以及劳动强度大等问题;

② 提出采用新型喷涂材料对 3506 底抽巷围岩进行覆盖,采用的喷涂技术喷涂材料使用量仅为混凝土使用量的 3~5%,同时作业环境较小、喷涂过程中无粉尘,单班喷涂距离可达 8m 以上,可满足巷道快速掘进需要;

③ 根据巷道围岩变形效果确定最佳喷涂厚度为 8~10mm,巷道围岩平整时喷涂厚度为 8mm、围岩不平整则将喷涂厚度增加至 10mm。现场应用后,巷道围岩得以有效密闭,顶板及帮巷最大变形量分别控制在 10mm、45mm 以内,取得较好应用效果。

参考文献:

- [1] 程兆辉,王春森.破碎围岩巷道注浆加固技术研究[J].中国矿山工程,2021,50(03):30-32.
- [2] 靳冬冬.软岩巷道采掘安全管理技术研究[J].中国矿山工程,2021,50(02):66-68.
- [3] 赵斌,王朋卫.巷道易风化围岩薄层快速喷涂封闭技术研究[J].煤炭工程,2021,53(02):60-64.
- [4] 孙辉.复合顶板巷道快速掘进技术实践分析[J].中国矿山工程,2021,50(01):65-67.
- [5] 秦云东,王贺,王志修.深部破碎易风化巷道失稳机制及治理分析[J].中国矿业,2020,29(S1):388-393.
- [6] 郑文翔,杜登计,鲍先凯.强风化带软岩巷道支护设计研究与应用[J].煤矿安全,2020,51(01):156-160.
- [7] 陶盼.掘进巷道围岩变形特征及支护方案优化研究[J].山西能源学院学报,2019,32(04):17-19.
- [8] 田武德.易风化软岩巷道支护技术研究[J].山东煤炭科技,2016,18(04):1-2.
- [9] 李芳成,王凤彦.易风化围岩支护技术研究[J].矿山压力与顶板管理,1998(01):35-36.

作者简介:

武双忠(1980-),男,山西平遥人,2010年7月毕业于华北科技学院,采矿工程专业,本科,现为工程师。