

化学注浆在孤岛工作面破碎围岩巷道支护中应用

王 斌 (汾西矿业孝义公司正善煤业, 山西 孝义 032300)

摘 要: 针对 15309 孤岛工作面回风巷围岩破碎、冒顶风险高等问题, 提出采用化学注浆加固 + U 型钢 + 锚杆组合方式对围岩进行控制。化学注浆可提高回风巷表层岩体整体稳定性以及强度, 为后续围岩控制创造良好条件; U 型钢 + 锚杆组合方式充分发挥被动支护、主动支护优势, 给巷道围岩较强的支护强度。现场应用后, 15309 回风巷破碎围岩段围岩变形较小, 同时后续使用过程中未出现顶板冒落征兆, 取得较好围岩控制效果。研究成果可为其他矿井类似情况下巷道破碎围岩控制提供经验参考。

关键词: 孤岛工作面; 破碎围岩; 巷道支护; 化学注浆

煤炭赋存条件随着矿井采深增加更趋复杂, 采掘活动受断层、破碎带以及陷落柱等地质构造影响更趋明显, 煤炭生产过程中面临的不安全风险增加^[1-3]。当矿井开采变更或者采区开采即将结束时, 往往面临孤岛工作面开采问题, 孤岛工作面开采时受围岩应力集中影响更趋明显, 顶板岩层裂隙发育, 特别是遇到地质构造时, 回采巷道顶板冒落风险增加, 给巷道使用安全带来威胁^[4-7]。现阶段一般采用注浆、架棚、锚网索等方式加固破碎围岩, 本文就以山西某矿 15309 孤岛工作面回风巷围岩控制为工程背景, 提出采用化学注浆方式对顶板破碎岩体进行加固, 有效控制了巷道围岩变形。

1 工程概况

15309 孤岛工作面回采 15# 煤层, 煤层埋深深度均值 460m, 厚度 2.5m, 中间夹杂有 2~3 层泥岩矸石, 夹矸总厚度在 0.5~0.9m 间。15309 孤岛工作面北侧、南侧均为采空区。受到邻近采面回采影响 15309 孤岛工作面回采巷道顶板裂隙发育程度增加, 15# 煤层顶以泥岩、灰岩以及粉砂岩为主, 具体见表 1 所示。

表 1 15# 煤顶底板岩性

项目	岩性	厚度	特征
基本顶	K ₂ 灰岩	10.5	深灰色、裂隙发育、中部有泥岩夹层
直接顶	泥岩	1.26	灰白色、块状分布
直接底	砂质泥岩	1.57	深灰色、内部夹杂植物化石
基本底	粉砂岩	3.95	灰色、中间夹杂黄铁矿

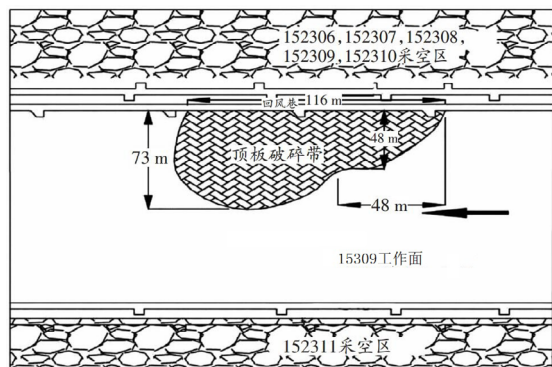


图 1 采面及回风巷顶板破碎带位置示意图

15309 孤岛工作面回采范围内受背斜构造影响, 局部存在顶板破碎区, 具体分为见图 1 所示。顶板破碎区

主要影响回风巷顶板岩层控制, 给巷道使用安全带来较大威胁。为此, 提出采用向顶板破碎岩体内注入化学浆液对顶板进行加固, 并结合架棚、锚网索对围岩进行控制。

2 破碎巷道顶板加固技术

为了确保 15309 孤岛工作面回风巷使用安全, 控制顶板下沉, 提出采用以化学注浆加固为主, 并结合 U 型钢 + 锚杆对围岩进行控制。

2.1 注浆加固

15309 回风巷受邻近采动、背斜构造等综合影响, 加之直接顶 (泥岩) 承载能力以及自身稳定性较差, 从而导致巷道在后续使用过程面临顶板冒落、巷帮收敛量大等问题。对巷道破碎围岩进行注浆加固可提升岩体稳定性、承载能力, 便于后续围岩控制。注浆加固后, 采用 U 型钢 (被动支护)、锚杆 (主动支护) 结合使用, 给巷道围岩较高的支护强度, 以便实现围岩变形的有效控制。采用的注浆加固材料为化学浆液, 注浆压力设计为 1.8MPa, 注浆深度为 3.0m。现场注浆时应时根据现场实际条件对注浆压力进行微调, 降低注浆过程中化学浆液外溢量, 并增加钻孔内化学浆液注入量。具体现场注浆系统结构见图 2 所示。

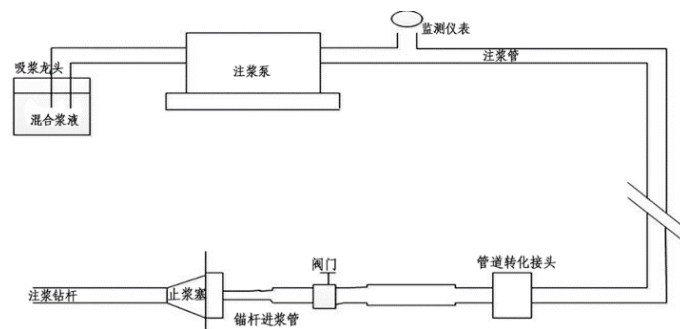


图 2 15309 回风巷注浆系统构成

选用的化学浆液主要由 A、B 两组分构成, 具体选用的注浆材料性能参数见表 1 所示。注浆时配比按照 1:1 均匀混合, A、B 两种组分在混合初期具有较强的流动性, 混合完成 5min 以上即开始胶结形成具有粘结性较强、机械强度较高的有机体。通过采用 ZBYSB100/20-18.5 注浆泵将化学浆液注入到 15309 回风巷破碎围岩内,

可显著提升围岩完整性以及承载能力。

表 2 注浆材料性能参数

项目	A 组分	B 组分
外观	无色透明	深棕色
粘度 /Pa·s	≤ 300	≤ 400
闪点 /℃	≤ 226	≤ 221
胶结时间 /s	100~120	
固化时间 /s	180~240	
抗压强度 /MPa	≥ 40	
粘结强度 /MPa	≥ 3	

2.2 U 型钢 + 锚杆组合支护

15309 回风巷设计断面为拱形, 巷道掘宽为 5000mm、掘高为 3200mm。待对巷道掘进完成后, 先对巷道进行喷射混凝土进行护表, 在巷道围岩初步支护完成后进行化学注浆加固。巷道围岩控制采用 U 型钢、金属网、塑料网进行支护, 塑料网紧贴巷道围岩、金属网布置在外侧。在巷道顶部以及帮腰位置, 支架梁、支架腿采用卡缆连接。

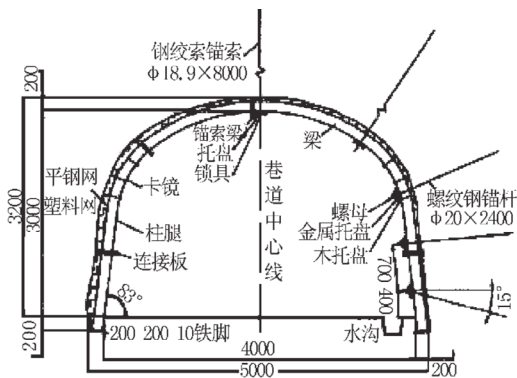


图 3 巷道支护断面

采用 U 型钢 + 锚杆组合支护方式增强围岩支护强度, 具体巷道支护断面见图 3 所示。在采空区侧顶面采用锚索进行补强、巷帮面采用锚杆进行支护; 采面帮单独使用 U 型钢进行支护。

巷道采空区帮采用 $\phi 20\text{mm} \times 3000\text{mm}$ 螺纹钢锚杆支护, 根据巷道围岩实际条件将锚杆间距、排距分别设计为 700mm、1200mm, 最下侧锚杆距离底板 400mm; 锚杆支护时配套使用的钢托盘规格为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 8\text{mm}^2$ 。布置的锚杆与巷帮间有 15° 夹角, 采用 1 支 CK3590、1 支 Z3590 树脂锚固剂进行长锚固, 有效锚固长度控制在 1800mm。

巷道顶部靠近采空区侧采用 $\phi 20\text{mm} \times 8000\text{mm}$ 锚索、C 型钢槽 (长 3000mm) 组成的锚索梁进行支护, 锚索布置间距、排距分别为 1400mm、1200mm, 配合使用的钢托盘规格为 $300\text{mm} \times 200\text{mm} \times 10\text{mm}$, 锚索采用 1 支 CK3590、1 支 Z3590 树脂锚固剂锚固。

3 巷道破碎围岩控制效果

为掌握 15309 回风巷采用化学注浆 + U 型钢 + 锚杆支护后围岩控制效果, 现场间隔 50m 布置一个测站, 共计布置 3 个测站, 对巷道顶板、巷帮变形情况进行监测, 具体 2# 测站监测结果见图 4 所示。

从图中看出, 在巷道支护完成 35d 内, 围岩变形速度较大; 支护完成 55d 后围岩变形基本趋于稳定。在监测期间顶底板、巷帮最大变形量分别为 96mm、93mm, 变形量值较为接近。巷道在后续使用过程中顶板金属网未出现网兜情况, 破碎围岩经过化学注浆加固后完整性以及强度均得以显著提升, 为 15309 孤岛工作面安全高效回采创造良好条件。

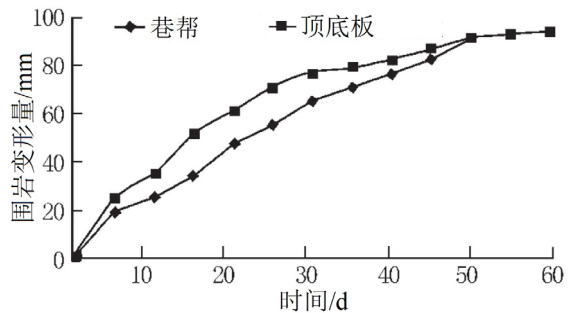


图 4 2# 测站监测结果

4 总结

15309 工作面为孤岛工作面, 开采的 15# 煤层直接顶为泥岩、本身承载能力以及强度较低, 加之 15309 回风巷受背斜构造影响, 部分区域存在顶板破碎、冒顶风险较高问题。为确保 15309 回风巷正常使用, 提出采用化学注浆方式加固巷道破碎围岩, 并通过 U 型钢 + 锚索组合方式给巷道围岩较强的支护强度。现场应用后, 15309 回风巷在破碎围岩段围岩变形量较小, 其中顶底板最大变形量为 96mm、巷帮最大变形量为 93mm, 巷道在使用过程中未出现网兜、U 型钢弯曲等顶板冒落、矿压异常显现等情况, 为采面煤炭安全回采创造了良好条件。

参考文献:

- [1] 张阳. 破碎煤巷锚注加固技术应用 [J]. 山东煤炭科技, 2020(01):31-33.
- [2] 张文, 陶宇. 化学注浆复合支护技术在软岩巷道中的应用 [J]. 矿业研究与开发, 2016,36(10):99-102.
- [3] 槐衍森, 高升. 破碎煤巷锚注加固技术的研究与应用 [J]. 煤炭工程, 2016,48(04):36-38.
- [4] 刘新红. 注浆加固锚索联合支护在破碎围岩加固中的应用 [J]. 陕西煤炭, 2015,34(05):81-83.
- [5] 张王磊. 破碎围岩注浆加固技术研究 [D]. 焦作: 河南理工大学, 2014.
- [6] 张继. 王庄煤矿厚煤层破碎围岩巷道注浆加固技术研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [7] 贾大伟. 基于整合矿井巷道围岩加固支护技术研究与应用 [D]. 邯郸: 河北工程大学, 2013.

作者简介:

王斌 (1987-), 男, 山西灵石人, 2009 年 6 月毕业于山西煤炭职业技术学院, 煤矿开采技术专业, 专科, 现为助理工程师。