

化学注浆在工作面预掘回撤通道围岩控制中应用

Application of chemical grouting in surrounding rock

control of pre-excavated retractive passage in working face

武俊斌 (山西焦煤西山煤电马兰矿, 山西 古交 030205)

Wu Junbin (Shanxi Coking Coal Xishan Coal Power Malan Mine, Shanxi Gujiao 030205)

摘 要: 3608 综采工作面预掘回撤通道在采动动压作用下顶板变形量较大, 给工作面综采设备回撤安全带来一定威胁。为此, 提出采用化学注浆方式加固顶板岩层, 提高顶板岩层承载能力以及稳定性, 并为顶板布置的锚杆、锚索提供较稳定的锚固基础。依据现场实际条件对注浆加固参数进行设计, 应用后有效控制回撤通道顶板变形量, 满足后续综采设备回撤需要。研究成果可为其他矿井综采工作面回撤通道围岩控制提供经验借鉴。

关键词: 化学注浆; 回撤通道; 围岩变形; 矿压显现; 岩层稳定性

Abstract: Under the action of mining dynamic pressure, the roof deformation of the pre-excavated withdrawal passage of 3608 fully mechanized mining face is large, which poses a certain threat to the safety of the fully mechanized mining equipment withdrawal. Therefore, the chemical grouting method is proposed to strengthen the roof strata, improve the bearing capacity and stability of the roof strata, and provide a more stable anchor foundation for the anchor rod and cable arranged in the roof. The grouting reinforcement parameters are designed according to the actual field conditions. After application, the roof deformation of the withdrawal channel is effectively controlled to meet the subsequent withdrawal needs of fully mechanized mining equipment. The research results can provide experience and reference for the surrounding rock control of the withdrawal passage in other fully mechanized mining face.

Key words: chemical grouting; Retreat channel; Surrounding rock deformation; Ore pressure appearance; Rock stability

注浆加固技术由上世纪 50 年代由西方先进国家引进至我国, 经过长达 50 年的推广应用, 现已在铁路、建筑、水利以及矿业等领域推广应用^[1-2]。现阶段在煤炭开采行业中, 注浆主要用于井下水害防治、围岩加固等领域, 特别是化学注浆技术在巷道围岩顶板岩层稳定性控制中取得较为显著应用成果^[3-5]。化学注浆加固效果与围岩岩性、注浆浆液粘度、岩层渗透性系数、注浆压力以及注浆孔半径等参数相关, 在实际注浆加固过程中多是依靠现场作业人员经验对注浆参数进行确定^[6]。文中即以山西某矿 3608 工作面回撤通道围岩控制为工程背景, 提出使用化学浆液控制围岩变形, 现场取得较为显著的应用成果。

1 工程概况

山西某矿 3608 综采工作面回采 6# 煤层, 采面使用预掘回撤通道方式回撤综采设备。6# 煤层厚度均值为 3.69m, 倾角 2~6°, 埋深平均 320m。根据回撤通道附近施工的钻孔探测结果, 6# 煤层直接顶为深灰色的泥岩, 厚度在 0.8~1.6m, 含有一定量的黏土成分, 裂隙较为发育; 基本顶为灰绿色的灰绿色的砂岩, 泥质胶结, 内含有一定量的云母片等矿物质, 强度中等。

在采面与回撤通道贯通时回撤通道内 30~180m 范围内出现不同程度的顶板切落问题。回撤通道支护使用的垛式支架出现 50~100cm 下沉, 具体 3608 综采工作面与回撤通道贯通时顶板岩层垮落情况见图 1 所示。现场使用锚索进行补强加固, 但是也存在加固效果不佳问题。为此, 提出采用化学注浆对顶板岩层进行加固, 以便提高围岩控制效果。

2 化学加固技术应用分析

2.1 化学浆液参数性质及注浆量确定

在 3608 综采工作面预掘回撤通道顶板注浆化学浆液由 A、B 两种高分子化学材料构成, 并按照 1:1 配比进行混合。A、B 两种高分子化学材料相互混合后会形成具有一定粘结性、机械强度较高的有机体。后通过注浆泵将混合的浆液压入至围岩裂隙中, 从而提升围岩的完整性以及整体强度。具体选用的化学注浆材料性能参数见表 1 所示。

表 1 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 / °C	≤ 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	

现阶段化学注浆量确定一般通过柱状扩散理论、裂隙率公式等获取,具体可通过下述经验公式进行计算:

$$Q = \frac{L\lambda\pi RH\eta\beta\rho}{m} \quad (1)$$

其中: L 注浆段长度, m; R 为注浆扩散半径, m; H 为注浆段高度, m; η 为岩层孔隙率; m 为结石率; λ 为注浆浆液损失系数; ρ 为注浆材料密度。

3608 综采工作面预掘回采通道 150m 范围,按照上述理论计算得到注浆量共计为 56t。

2.2 施工工艺

注浆加固按照下述工艺进: 注浆钻孔施工→安装注浆系统→注浆管管路及注浆泵连接→注浆→注浆系统拆除→注浆设备冲洗。具体在作业面使用的注浆系统结构见图 1 所示。

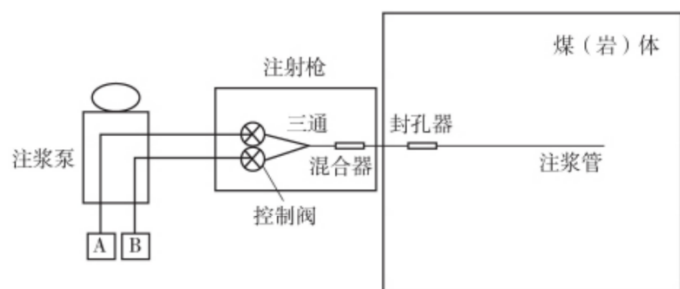


图 1 化学注浆加固系统结构示意图

注浆位置对应的液压支架编号为 70~115 架,顶板下沉切顶位置主要集中在 2 个垛式支架中间位置,切顶高度在 0.5m 左右。由于回撤通道位置顶板为泥岩以及粗砂岩,中间粘结有黏土。为了提高加固效果,避免注浆导致围岩进一步破碎,提出采用深、浅孔相结合注浆工艺,具体深孔深度控制在 12m、浅孔深度控制在 8.0m。注浆孔间距均为 3.0m,垂直顶板施工。

现场布置的浅孔主要用以充填、固结直接顶岩层裂隙,提高回撤通道顶板岩层稳定性以及承载能力。深孔注浆高度位于直接顶与基本顶交汇处,通过注浆浆液将交汇位置处缝隙充填。通过合理的确定注浆量可在满足提高岩层稳定性以及强度基础上,减少化学注浆材料使用量,从而降低注浆加固成本。

2.3 注浆加固效果分析

在回撤通道顶板切落位置使用化学浆液进行注浆加固,整个注浆加固时间耗时 6d,共计施工 51 个注浆钻孔,期间共计注入约 62t 化学注浆材料,注浆材料使用量与经验公式计算量较为接近。现场注浆完成后施工钻孔并使用窥视仪对顶板岩层裂隙扩展情况进行探测。

现场发现注浆后顶板岩层松散、破碎结构得以有效改善,顶板稳定性在显著提升的同时顶板岩层强度、支撑力等均得到提高,不仅遏制顶板下沉趋势而且注浆完成后可为锚索、锚杆等提供较为稳定的锚固基础。现场应用后,顶板变形量得以有效控制,在采面综采设备后续回撤期间未再出现顶板切落问题。

3 总结

① 3608 综采工作面采用预掘回撤通道方式为综采设备回撤提供通道,虽然在一定程度上提升了综采设备回撤效率,但是在采动动压、巷道顶板岩层承载能力较差等因素综合作用下导致顶板岩层出现一定程度切落问题,从而给回撤通道正常使用带来维威胁;

② 化学注浆可有充填围岩裂隙,提高围岩强度及稳定性,在巷道变形围岩控制、导水裂隙充填等方面均有显著优势。将化学注浆加固技术应用到顶板岩层变形控制中,并依据现场实际条件对注浆加固参数进行设计。现场应用后,回撤通道顶板切落问题得到有效解决,同时现场使用的注浆工艺不仅可减少注浆材料使用量而且可减少注浆成本,现场应用取得较为显著应用成果。

参考文献:

- [1] 欧阳亚琮. 综采工作面冒落区综合治理技术措施应用[J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(01): 91-92+97.
- [2] 王强强. 大采高工作面安全过断层预注浆加固技术[J]. 山东煤炭科技, 2020, 38(12): 1-3.
- [3] 龚雪. 大采高综放工作面注浆加固技术应用[J]. 机械管理开发, 2020, 35(11): 164-165+200.
- [4] 黄浩, 方刚, 梁向阳, 刘洋, 华照来, 吕扬. 榆神矿区工作面顶板富水性综合分析[J]. 煤矿安全, 2020, 51(11): 232-236+242.
- [5] 李界潮. 工作面褶皱构造超前注浆加固技术研究[J]. 山东煤炭科技, 2020(10): 4-6+9.
- [6] 冯遵虎. 注浆加固技术在综采工作面破碎顶板控制中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2020(17): 21-22.

作者简介:

武俊斌(1986-), 男, 汉族, 山西古交人, 2009 年 7 月毕业于山西煤炭管理干部学院, 煤矿开采技术专业, 采煤助理工程师, 从事采煤及安全工作。