

# 层次注浆在构造影响区巷道围岩控制中的应用

贺伟伟 (汾西矿业双柳煤矿, 山西 柳林 033300)

**摘要:** 11302 运输巷受到地质构造以及巷道掘进等因素影响, 围岩破碎, 顶板下沉量较大, 给巷道后续使用带来较大威胁, 为此, 提出使用层次注浆方式控制巷道围岩变形。注浆选用新型无机加固材料, 并依据现场实际情况对注浆加固参数进行设计。现场应用后, 构造影响区巷道顶板下沉量在 4d 即可趋于稳定, 最终下沉量控制在 22mm, 取得较好应用成果。研究成果可为其他矿井围岩注浆加固提供经验借鉴。

**关键词:** 地质构造; 回采巷道; 破碎围岩; 注浆加固; 注浆参数

**Abstract:** 11302 transportation roadway is affected by geological structure and roadway excavation. The surrounding rock is broken and the roof subsidence is large, which brings great threat to the subsequent use of the roadway. Therefore, the layered grouting method is proposed to control the surrounding rock deformation of the roadway. New inorganic reinforcement materials are selected for grouting, and grouting reinforcement parameters are designed according to the actual situation. After field application, the roof subsidence of roadway in structure affected area tends to be stable in 4 days, and the final subsidence is controlled at 22 mm, which has achieved good application results. The research results can provide reference for grouting reinforcement of surrounding rock in other mines.

**Key words:** geological structure; Mining roadway; Broken surrounding rock; Grouting reinforcement; Grouting parameters

巷道是煤炭运输、通风以及行人的基础, 在巷道掘进期间受围岩应力重新分布以及地质构造等影响下, 围岩破碎、变形量增加, 会给巷道正常使用带来威胁<sup>[1-2]</sup>。单使用锚网索等常规支护方式难以有效控制地质构造影响区巷道围岩变形。注浆加固通过浆液在岩层中扩展, 可提高巷道破碎围岩整体稳定性以及强度, 在破碎巷道围岩中应用较为广泛<sup>[3-7]</sup>。文中以山西某矿 11302 运输巷为工程实例, 提出采用层次注浆方式控制构造影响区巷道围岩变形, 以期采面后续开采创造良好条件。

## 1 工程概况

11302 运输巷沿着 11# 煤层底板掘进, 巷道埋深平均 490m, 11# 煤层为厚度均值 2.75m、倾角 6°, 煤层结构简单, 为优质动力煤。11302 运输巷断面为矩形, 设计掘进长度 1106m, 采用 8m 小煤柱护巷, 巷道掘进过程中揭露有 D8F58、D8F53、D8F102 等多条断层, 其中以 D8F58 (H=2.3~5.6m, 156° ∠ 50°) 对巷道掘进有较大影响, 具体巷道与 D8F58 断层位置关系见图 1 所示。

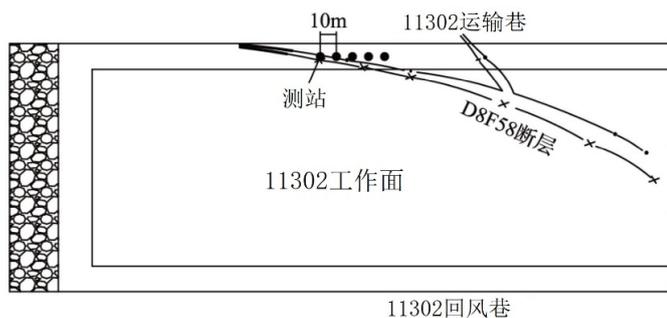


图 1 巷道与 D8F58 断层位置关系图  
在 11302 运输巷掘进过 D8F58 断层影响带附近时围

岩破碎、构造应力发育, 巷道成型效果差, 虽然使用预应力锚杆(索)对围岩支护, 受锚杆(索)锚固基础差、围岩破碎等因素影响, 巷道顶板下沉量较大。在断层构造影响带附近布置测点对围岩变形量监测, 发现顶板下沉量最大可达到 369mm, 且收敛缓慢, 若不及时采取必要的加固措施可能导致支护体系失稳, 严重时导致顶板冒落事故。

## 2 构造影响区围岩层次注浆加固

在对巷道破碎围岩加固时, 注浆浆液扩展效果与注浆压力、注浆孔深等密切相关。众多研究成果表明: 对巷道破碎围岩采用单一一种注浆加固方式难以达到有效提高围岩稳定性以及承载能力目的。注浆时选用的注浆压力小、粘度大时深部较小缝隙难以有效被浆液胶结; 注浆压力大、粘度小时容易出现严重漏浆、跑浆问题。为此, 提出采用层次注浆方式控制巷道围岩变形, 依据围岩特征选用不同的注浆材料以及注浆工艺, 以便有效控制围岩变形。

### 2.1 注浆材料

为了有效控制巷道围岩变形、降低注浆加固成本, 注浆材料选用一种新型无机注浆材料, 该材料包含 A、B 两种浆液, A 浆液主要成分为硫铝酸盐基水泥熟料、B 浆液以石灰、石膏为主。A、B 两种浆液混合后按照比例添加一定量的水、添加剂即可形成满足需要的注浆浆液。选用的注浆材料具有下述主要特点: A、B 两种浆液单独存储 6h 内不会出现析水问题, 可满足井下长距离运输、短时间存储需要; 注浆材料水灰比在 0.25:1~0.5:1 范围内可调整, 不同水灰比具有不同的胶结强度; 注浆材料在低水灰比下粘度较高, 失去流动性、完全固化耗时分别为 60~90s、5~7min; 在高水灰比下粘度较

高,失去流动性、完全固化耗时分别增加至 90~300s、7~15min。注浆加固后被胶结的材料强度增加速度,2h 内强度即可达到 10MPa 以上。

## 2.2 注浆系统

### 2.2.1 注浆管路

层次注浆即采用一个注浆钻孔通过调整注浆材料配比来对构造影响区围岩浅部、深部同时加固目的。布置的注浆孔浅部段用以加固表层破碎围岩、加固距离应超过围岩破碎区域,以便对深部注浆时浆液外渗通道进行封堵;浅部注浆孔以外均为深部注浆区域。

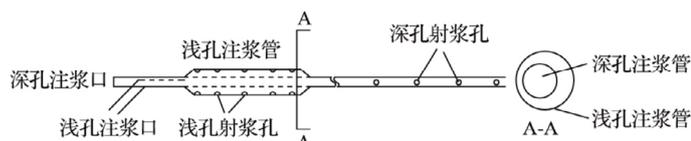


图2 注浆管结构示意图

为了实现构造影响区围岩层次注浆,现场应用的注浆管有 2 个注浆口,具体注浆管结构见图 2 所示,浅部其中浅孔注浆口连接浅部注浆管路用以对浅部围岩加固、深部注浆口连接深部注浆管路用于加固深部岩层。浅部注浆完毕后采用棉纱及时进行封堵,避免深部注浆浆液外溢。具体在 11302 运输巷构造影响带布置的注浆管布置见图 3 所示。由于 11302 运输巷变形以顶板下沉为主,为此仅对顶板进行注浆。布置的注浆孔孔深均为 8.0m,其中浅部注浆范围为 0~4.0m、深部注浆范围为 4.0~8.0m,注浆孔间距为 4.0m。

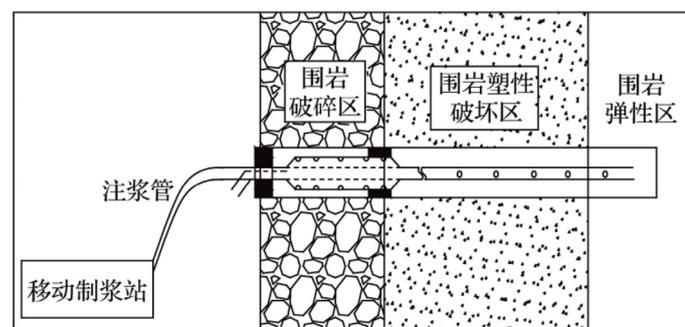


图3 注浆管布置示意图

### 2.2.2 注浆工艺

受围岩裂隙贯通复杂因素影响,在 11302 运输巷现场注浆时注浆量、注浆压力等会出现小幅波动。选用的注浆泵以空气为动力,具有体积小、无级调节等优点,可满足破碎围岩注浆加固需要。具体注浆时涉及到的设备由 2BZQ 气动注浆泵、QB260 搅拌机、输浆管路以及盛浆桶等构成。浅部注浆孔注浆区域围岩破碎,注浆时容易出现漏浆问题,为此注浆浆液水灰比适当调低,具体水灰比选择为 0.6:1~0.8:1;深部注浆时注浆时间较长、裂隙缝隙较小,对注浆浆液流动性要求较高,为此适当增加注浆浆液水灰比,具体水灰比选择为 1:1~1.5:1。浅孔、深孔注浆压力分别选择为 1~2MPa、4~8MPa。

## 3 层次注浆围岩控制效果分析

为了检验层次注浆加固效果,待注浆完成后对构造

影响区内围岩变形量进行监测,具体监测结果见图 4 所示。从图中可以看出,注浆加固 4d 后顶板下沉量增加速度明显趋于平缓,最终在注浆加固 10d 后变形量稳定在 22mm 左右。顶板下沉量在安全范围内,不会给巷道正常使用带来威胁。现场使用的层次注浆技术取得较为显著的应用成果。

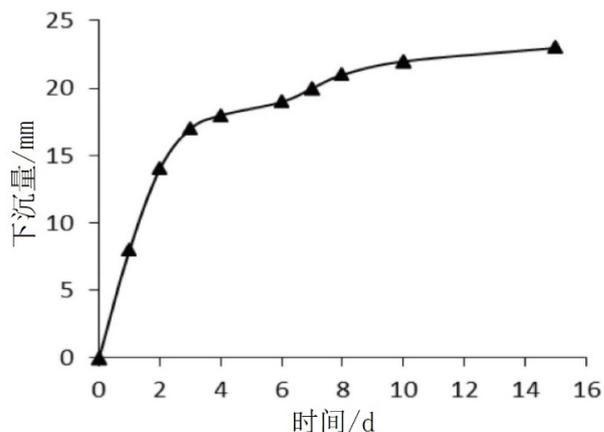


图4 顶板下沉量监测结果

## 4 总结

① 11302 运输巷在 D8F58 等断层影响下围岩破碎,巷道原有的锚网索锚固基础差,导致巷道顶板下沉量较大。为此,提出采用层次注浆法对破碎围岩进行加固,通过提高围岩自身稳定性以及承载能力来降低围岩变形量;

② 根据运输巷围岩条件,对注浆加固参数、工艺等进行设计,并考察围岩注浆加固效果。现场应用后,顶板下沉量控制在 22mm 左右,巷道支护体系稳定性得以显著提高,取得较好应用成果。

### 参考文献:

- [1] 崔世荣. 含泥岩夹层巷道围岩控制技术 [J]. 煤, 2021, 30(04): 20-21+60.
- [2] 张玉伟. 顶板淋水巷道围岩控制技术研究 [J]. 山西能源学院学报, 2021, 34(01): 19-21.
- [3] 党永. 厚煤层综放工作面过断层带注浆加固技术研究 [J]. 中国矿山工程, 2021, 50(01): 39-41.
- [4] 裴亚锋. 浅谈小窑破坏区掘进巷道围岩控制技术 [J]. 煤, 2021, 30(02): 104-106.
- [5] 侯朝炯, 王襄禹, 柏建彪, 孟宁康, 吴文达. 深部巷道围岩稳定性控制的基本理论与技术研究 [J]. 中国矿业大学学报, 2021, 50(01): 1-12.
- [6] 李中伟. 复合顶板应力集中区巷道围岩控制技术研究 [J]. 煤炭工程, 2020, 52(12): 38-41.
- [7] 赵宗剑. 巷道过断层及围岩破碎带支护设计研究 [J]. 中国矿山工程, 2020, 49(06): 67-70.

### 作者简介:

贺伟伟 (1987-), 男, 山西兴县人, 2010 年 7 月毕业于山西煤炭职业技术学院, 煤矿开采技术专业, 大专, 现为工程师。