

地面注浆在掘进巷道过大型断层加固中应用研究

Study on the application of surface grouting for roadway reinforcement crossing large fault

徐志远(中国煤炭地质总局第三水文地质队,河北邯郸 056006)

摘要:由于大型断层区域岩层破碎,整体稳定性较差,巷道掘进通过大型断层过程中,支护难度极大。为解决该问题,以崔家沟煤矿2309回风巷道掘进通过 F_{19} 断层为研究对象,采用地面注浆技术对断层区域进行预先加固,采用锚杆+U型钢支护,支护完成后对支护区域顶板进行180 d效果监测。结果显示,和未实施注浆加固的2311运输巷道相比,深部最大位移量降低了60%,浅部位移量降低了70%,加固区域巷道整体性良好,未出现巷道下沉和大面积垮落现象。

关键词:大型断层;巷道支护;地面注浆;效果监测

中图分类号: TD713 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-609X(2021)06-0079-03

Abstract: The fractured rock stratum at large fault areas causes an overall poor stability and brings great difficulty in support of roadways crossing these areas. To solve the problem, a study is carried out on the 2309 return airway crossing the F_{19} fault of Cuijiagou coal mine. In the study, surface grouting technology is adopted for pre-reinforcement and anchor bolt + U-shaped steel for support of the airway at the fault area, followed by a 180 d support effect monitoring of the airway roof. The results show that, compared with the 2311 haulage roadway without grouting reinforcement, the maximum displacement of the airway in the deep part is reduced by 60%, and by 70% in the shallow part. The airway at the reinforced area shows good integrity, without subsidence or large area collapse.

Key words: large fault; roadway support; surface grouting; effect monitoring

1 前言

巷道掘进过程中,经过断层构造带时常出现支护难度极大、巷道后期变形严重等现象,由于断层构造带区域岩层比较破碎、强度低,整体稳定性差,锚杆支护时无稳定着力点,即使采用传统U型钢支护,也会出现后期变形严重的现象,如果出现大型断层,断距更大,支护难度将更大。因此,需要改善构造区域整体岩层稳定性,对构造带区域进行提前注浆可以有效提高掘进巷道周围岩层整体稳定性^[1-3]。如果进行井下注浆,将会影响巷道掘进效率;由于井下钻机施工扭矩有限,井下施工超前注浆工艺只能分段注浆,注浆区域缺乏完整性,后期支护依旧存在诸多风险。目前地面注浆技术日益成熟,千米定向钻机于20世纪70年代开始起步,日本、美国、澳大利亚等国家均已经研制出超过1 000 m的

钻机。我国千米定向钻机技术于20世纪90年代开始起步,目前技术已经相当成熟,中煤科工集团重庆研究院有限责任公司研究出ZYWL-6000D、ZYWL-6000DS和ZYWL-4000D型煤矿用全液压钻机,中煤科工集团西安研究院有限公司生产的ZDY6000LD(A)、ZDY6000LD(F)型煤矿用履带式全液压坑道钻机,北方交通生产的ZDY3500L煤矿用履带式液压坑道钻机等^[4-7]。采用定向长钻孔施工到大型断层构造区域,可精确解决巷道支护问题^[8-12]。本文以崔家沟煤矿2309回风巷掘进穿过 F_{19} 断层过程为研究对象,采用地面注浆技术对断层区域进行超前注浆,注浆完成后,巷道通过综掘掘进,安全通过该区域,且支护效果良好。支护完成后对支护区域顶板进行为期180 d的观测,观测结果显示,地面注浆技术有效解决了该巷道通过大型断层区域支护困难问题。

2 矿井及掘进巷道概况

崔家沟煤矿核定产能1.95 Mt/a,矿井为高瓦斯矿井,主采煤层为4⁻²号煤层,平均煤层厚度9 m,采用走向长壁综合机械化放顶煤开采,采高3 m,放顶

[作者简介] 徐志远(1984-),男,汉,河北石家庄市辛集市,钻探工程师,从事钻探工作。

[基金项目] 中国地质调查局地质调查基金资助项目(DD20160187)

[引用格式] 徐志远.地面注浆在掘进巷道过大型断层加固中应用研究[J].中国矿山工程,2021,50(6):79-81+86.

4.5 m, 卧底 0.5 m, 基本完成回采要求。

矿井目前正在回采工作面为 2311 综放面, 备采面为 2309 工作面, 其中巷道掘进区域距离地面平均距离为 360 m。2311 运输巷掘进过程中出现大型断层, 经过钻探, 该断层为 F_{10} 断层, 断距 3 m, $\angle 70^\circ$, 断层距离切眼 210 ~ 260 m, 具体位置如图 1 所示。

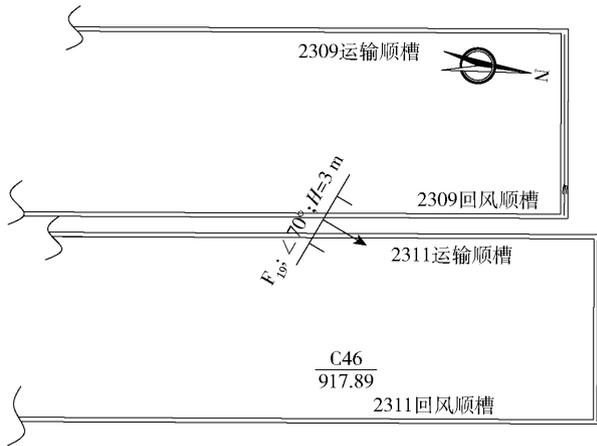


图 1 巷道相对位置图

3 地面注浆工程实施

3.1 注浆泵系统及钻具

浆液由地面制作完成后通过钻孔注入断层位置, 浆液为普通矿渣硅酸盐水泥浆液, 使用高速涡轮之降级制作, 制作好的浆液储存在存储罐内, 通过泵站加压进行注浆, 注浆压力为 13 MPa, 流量保持在 35 L/min 以上。制浆机如图 2 所示, 储存罐如图 3 所示。

钻机采用 ZYL-17000D 矿用履带式全液压定向钻机, 扭矩 17 000 Nm, 钻杆均为通缆钻杆, 随时对钻孔轨迹进行数据监测。

整套设备见表 1。



图 2 高速涡流制浆机



图 3 注浆材料存储罐

表 1 钻具材料表

序号	项目	名称	规格型号	数量	规格
1	设备	定向钻机	额定扭矩 17 000 Nm	3	台
2		泥浆泵车		3	台
3	钻头	保径反向切割钻头	$\phi 120$ mm/ $\phi 165$ mm/ $\phi 203$ mm	22	个
4		保径反向切割打捞钻头	$\phi 169$ mm	3	个
5	钻具	通缆钻杆、扩孔钻杆、打捞钻杆、钢变径	$\phi 89$ mm \times 3 m 等规格	900	根
6		钢变径(通缆钻杆与扩孔钻杆接口, 通缆母, 扩孔 $\phi 95$ mm)	$\phi 89$ mm, 通缆钻杆母扣与 $\phi 165$ mm/ $\phi 203$ mm 扩孔钻头连接	6	个
7		扩孔钻杆逆止阀	$\phi 95$ mm \times 300 mm	25	个
8		通缆钻杆逆止阀	$\phi 89$ mm \times 300 mm	25	个
9		螺杆马达	$\phi 89$ mm, 三级	4	根
10	随钻测量系统	随钻测量装置	YSX15	3	套
11		通缆上无磁钻杆(无磁钢材质)	$\phi 89$ mm \times 3 000 mm	3	根

3.2 钻孔设计

钻孔设计图如图4所示,设计钻孔4个钻孔平均通过煤层顶板上部位置。钻孔参数见表2。

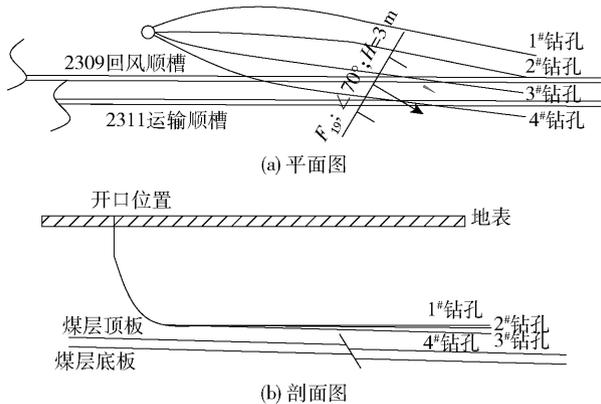


图4 钻孔设计图

表2 钻孔参数表

孔号	钻孔长度/m	孔径/mm	方位角/(°)	偏斜率/%	备注
1#	920	120	343	0.3	
2#	921	120	1	0.3	
3#	920	120	40	0.3	
4#	923	120	32	0.3	

3.3 现场实施

现场施工过程中,首先施工定向钻孔,每个钻孔施工完毕后即可进行注浆作业,注浆过程中对注浆压力进行实时监测,当压力增大到15 MPa时停止注浆作业,根据测试,注浆到达15 MPa时,即可满足现场注浆要求。

注浆过程中,每10 m注浆一次,采用分段注浆工艺,大裂隙注浆时间10~15 min,中、小裂隙注浆时间控制在15~30 min。浆液为水泥浆,水灰比1:1.08,水泥浆中加入速凝剂。

4 效果监测

当注浆作业完成后,开始进行正常掘进作业,掘进后支护方式为锚杆支护+U型钢支护方式,巷道断面和2311工作面运输巷道基本一致。巷道支护如图5所示。

支护完成后对安装顶板离层仪进行观测,为分析注浆作业是否有效,对2309回风巷穿过 F_{19} 断层区域顶板位移变化进行为期180 d的观测,将2311运输巷道穿过 F_{19} 断层时支护完成后180 d的顶板位移数据进行统计,对两组数据进行对比分析,数据

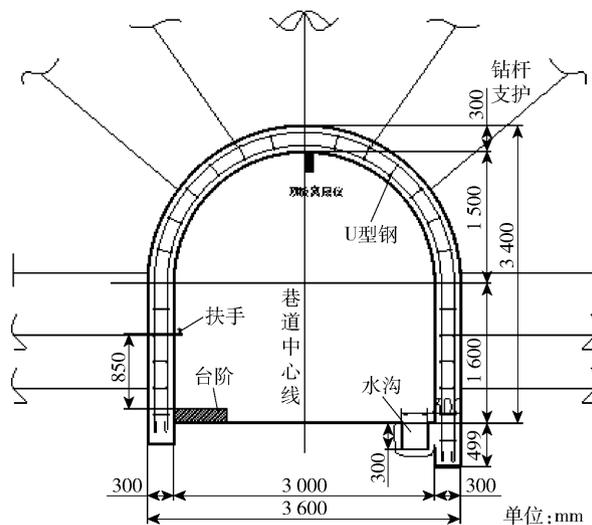


图5 巷道断面支护措施图

对比分析情况如图6所示。由图6可知,2311运输巷道进行同样支护后180 d内深部最大位移量达到500 mm,浅部最大位移量达到300 mm,巷道位移量较大,现场出现局部大面积下沉、垮落等现象,需要进行二次维修支护作业。2309回风巷道在支护后180 d时间段内,深部最大位移量为200 mm,浅部最大位移量为90 mm,和2311运输巷道相对比,深部位移量降低了60%,浅部位移量降低了70%,巷道整体完成性较好,位出现垮落或局部区域下沉严重现象。因此,地面注浆作业有效增强了 F_{19} 断层区域岩层完整性,保证了巷道支护强度。

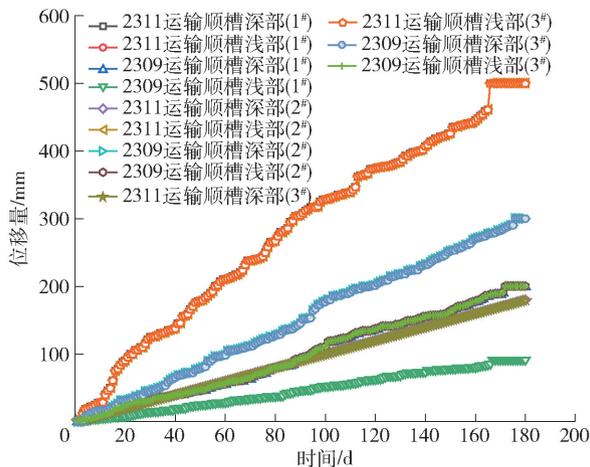


图6 顶板位移量对比图

5 结论

巷道掘进通过大型断层构造带过程中支护难度极大,本文以崔家沟煤矿2309回风巷道掘进通过 F_{19} 断层为研究对象,通过施工地面注浆技术,进行
(下转第86页)