

芦岭煤矿Ⅲ4采区主体上山过FD₁₀₋₁断层治理工程浅析

甄辰义

安徽省煤田地质局第一勘探队

[摘要]芦岭煤矿Ⅲ4采区回风、运输行人、轨道三条巷道均穿FD₁₀₋₁断层破碎带，且距离太灰较近，特别是轨道上山可能直接揭露太灰，因此设计1个主孔6个分支孔，分别沿巷道中心线、巷道底板标高下30m左右钻进，对三条巷道范围内断层破碎带及巷道底板下30m范围进行注浆加固，预防太灰水害，实现巷道掘进的顺利通过。项目累计钻探进尺3458.02m，累计注水泥12561.89t，注水泥浆21203.3m³。

[关键词]分支孔；高压注浆；注浆量

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.1546

一、项目背景

芦岭煤矿Ⅲ4采区回风、运输行人、轨道三条巷道均穿FD₁₀₋₁断层破碎带，且距离太灰较近，特别是轨道上山可能直接揭露太灰，因此设计1个主孔6个分支孔，分别沿巷道中心线、巷道底板标高下30m左右钻进，对三条巷道范围内断层破碎带及巷道底板下30m范围进行注浆加固，预防太灰水害，实现巷道掘进的顺利通过。

注浆设计：（1）采用孔口密闭止浆、静压分序分段下行式注浆法。（2）要求从治理段按单位注浆段长依次分段钻进、注浆，计划按100m为单位注浆段长，但泥浆漏失量大于5m³/h，立即停钻注浆。每次注浆前均须压水，若压不进水，则下钻具进行透、扫孔至孔底，以便下次再注。上一段未达到注浆结束标准，不得进行下一段施工。单孔注浆结束后，进行透孔复注，确保每个注浆段进行二次注浆。

注浆结束标准：（1）注浆终压：初步拟定受注段孔口压力15~20MPa，泵量不大于52L/min，持续不少于30min。（2）全孔单位吸水率标准：全孔压水试验，计算单位吸水率q不大于0.01L/(min·m)（即1Lu）时，即可认为该孔达到单次注浆结束标准。否则，要复注直至达到结束标准为止。

二、项目施工概况

项目自2020年11月至2021年08月，累计钻探进尺3458.02m，其中，一开Φ311mm孔径，进尺397.90m，下入Φ244.5×8.94mm石油套管397.90m；二开Φ216mm孔径，进尺403.90m，孔深801.80m，下入Φ177.8×9.19mm石油套管801.80m；三开Φ152mm孔径，进尺2656.22m；累计注水泥12561.89t，注水泥浆21203.3m³。

该项目采用地面水平定向孔高压注浆技术解决超前掩护巷道过大型断层、底板加固的问题，具有明显优势：地面注浆结束压力高，水泥浆液比重大；由井下治理转移至地面治理，安全系数高。

三、浅析施工中遇到的问题

（一）注浆扩散半径（经验数据为30m）：各分支孔在钻进过程中未发生泥浆大消耗情况，但在高压注浆时距离二开套管底口300多米的巷道出现3次冒浆现象，结合类似工程在注浆加固后巷道开挖揭露情况，笔者认为：高压注浆情况下，如果地层完整，裂隙不发育，注浆扩散半径远远小于30m；如果断层裂隙发育，原本导水性差的断层裂隙带，注浆扩散半径也可能远远大于30m。

对此采取的措施：在注浆起始阶段采用低压力、低流量、高密度水泥浆液，同时矿方加强井下巷道巡视，一旦出现冒浆现象立即停止注浆，确保矿井安全生产。

（二）水位异常波动：某一支孔注浆期间临近的2019-太灰观3孔水位出现异常波动，水位从01月29日18:00的-64.68m上升至02月01日18:00的-14.12m，然后回落至-64.96m。

原因分析：该分支孔与2019-太灰观3孔通过FD₁₀₋₁断层、太灰存在水力联系，01月29日11:00，该分支孔开始注浆，随着注浆压力增大，压力传递，2019-太灰观3孔水位出现上升现象，随着注浆对断层、裂隙的充填，02月01日18:00，2019-太灰观3孔水位逐渐回落。

（三）孔口返水：从第四次注浆结束开始，孔口出现不同程度的返水情况。

原因分析：一方面是由于高压注浆下水泥浆液沿地层原生

裂隙及构造裂隙发育方向扩散；另一方面，由于局部断层构造作用，成为压力的卸载通道，在岩石力学薄弱区域形成卸载点。钻探施工过程中揭露该处地层裂隙，使得应力释放，水泥浆液硬化过程中析出的水从孔口返出。

笔者建议：水泥浆液硬化过程中析出的水会破坏泥浆性能，在钻探施工中要及时调整泥浆性能，添加重晶石粉提高泥浆比重，同时调整好PH值等其他参数。巷道掘进施工前，采用物探超前探测和钻探验证相结合的方法循环探查验证，提前做好疏排水工作，保证巷道施工安全。

（四）注浆压力变化：注浆压力随时间变化分为三个阶段。第一阶段：8.5~10MPa，在此阶段，浆液主要对地层原生孔隙、裂隙进行充填加固，随着注浆量增大，浆液扩散距离增大，原生孔隙裂隙得到充分充填，压力提升。第二阶段：10~13MPa，在此阶段，随着压力持续上升，砂泥岩地层薄弱部位应力与抗拉强度被克服，沿垂直于主应力平面上发生压裂产生新的裂隙，随着浆液的充填，地层被进一步加固。第三阶段：>13MPa，在此阶段，地层原生孔隙、裂隙以及高压压裂产生的裂隙得到充分充填，随着压力上升，水泥浆液在高压作用下挤压密实。

注浆期间，如果短时间内压力上升很快，极有可能是孔内出现坍塌。需要在注浆结束后透孔至原孔深进行复注，防止坍塌前方未注入水泥浆液。

（五）注浆量、单位注浆量、各分支孔分段注浆分析：同水平或同剖面内注浆量、单位注浆量按施工顺序呈递减趋势。前期施工的钻孔首次揭露治理区域，因此注浆量、单位注浆量稍大，后续施工的钻孔周围地层裂隙已经受到高压注浆的填充加固，因此后续施工的钻孔注浆量、单位注浆量相对减小。

各分支孔分段注浆结果显示：未揭露断层破碎带时，注浆量最小；首次揭露断层破碎带注浆量均有最大值出现；终孔段注浆量其次。表明治理区域地层裂隙分布不均匀，断层带裂隙较发育。

（六）新地层缩径：本项目下一开套管前，新地层缩径严重。

对此采取的措施：在泥浆中添加NaCl，进行冲扫孔；将最下面一根套管底口切割为尖坡型，下套管遇阻时对缩径段进行切削通过。

（七）煤层坍塌：由于施工区域位于10煤异常区，地质条件复杂，地层变化较大，使得二开套管下置于10煤顶板，三开各分支孔均穿10煤，施工后期10煤及其顶板多次坍塌，给施工造成很大难度，发生一次埋钻事故。为防止类似情况再次发生，笔者认为可以从以下几方面进行预防：1.地质指导钻探。通过高精度三维地震勘探与钻探相结合，控制地层与构造，实现“精准地质”“透明地质”，优化施工设计。2.做好“三边工作”，边施工，边综合研究，边修改设计。3.调整好泥浆性能，提高泥浆悬浮和携带岩屑的能力，减轻钻井液对井壁的冲刷。密切注意振动筛上岩屑返出情况，如果发现坍塌物，必须停止钻进，反复划眼循环，直到返出岩屑正常为止。

参考文献：

[1]冯科技.鹤煤九矿F1断层组探查与注浆改造技术研究[J].山东煤炭科技,2019,(12):142-145.