

化学注浆材料在综采工作面过陷落柱中应用分析

刘 秀 (晋能控股煤业集团地煤安平煤业有限公司, 山西 朔州 036900)

摘要: 3603 综采工作面回采范围内存在有 X12 陷落柱, 为了确保采面安全、经济通过 X12 陷落柱, 依据采面与陷落柱位置关系、陷落柱内冒落岩体发育情况提出采用化学注浆方式加固陷落柱内破碎岩体, 并通过采煤机割岩 + 松动爆破弱化破岩相结合方式过陷落柱。现场应用后, 采面耗时 10d 通过 X12 陷落柱, 期间未出现涌水、顶板冒落以及煤壁片帮等问题, 现场应用取得较好成果。研究成果可为其他矿井综采工作面过陷落柱注浆加固提供经验借鉴。

关键词: 综采工作面; 地质构造; 陷落柱; 注浆加固; 高分子材料

0 前言

陷落柱是华北地区煤炭开采时常见地质构造, 由于陷落柱内煤岩体破碎且上下高度可达几十米, 回采工作面推进过陷落柱期间常出现顶板冒落、突出等安全事故, 从而给煤炭正常安全回采带来威胁^[1-2]。现阶段矿井常用的过陷落柱技术方法包括有留设保安煤柱另开切眼、平推硬过等方式^[3-5]。若采用另开切眼方式过陷落柱虽然可确保采面回采安全, 但是存在过陷落柱耗时长、煤炭损失量大并在一定程度上影响开采衔接; 采用平推硬过方式过陷落柱有利于提高煤炭开采衔接效率, 但是由于陷落柱内煤岩体裂隙发育, 受到采面采动压力影响, 陷落柱内裂隙会进一步扩展, 因此采面回采过陷落柱期间容易出现突水或者顶板冒落等安全问题, 需要对陷落柱进行针对性加固^[6-7]。为此, 文中以山西某矿 3603 综采工作面过 X12 陷落柱为工程实例, 针对陷落柱实际情况, 采用化学注浆材料对陷落柱进行加固, 为工作面安全高效过陷落柱创造了良好条件。

1 工程概况

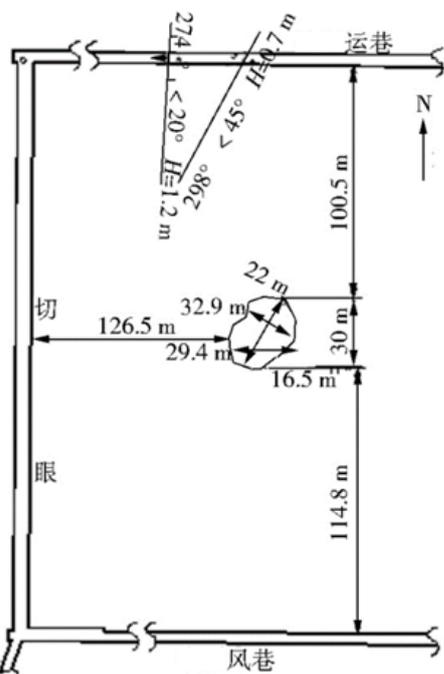


图 1 3603 综采工作面内 X12 陷落柱赋存位置示意图

3603 综采工作面位于 3 采区南翼, 采面东侧为采区集中运输、轨道大巷, 西侧为采区边界护巷煤柱, 南侧为圈定的 3605 工作面 (实体煤), 北侧为已回采完毕的 3601 工作面采空区。采面开采的 6# 煤层厚度平均 3.5m, 切眼斜长 245.3m, 推进长度 1860m, 6# 煤层顶底板岩层岩性以粉砂岩、砂质泥岩以及泥岩为主, 岩层强度中等, 裂隙相对较为发育。

根据 3603 综采工作面回采巷道掘进揭露情况以及物探、钻探成果, 发现采面开采范围内存在有 X12 陷落柱, 陷落柱短轴、长轴分别为 22m、35.8m, 富水性较弱, 陷落柱内主要充填物为被泥岩胶结的粉砂岩。具体 3603 综采工作面内 X12 陷落柱赋存位置见图 1 所示。

为确保采面回采安全, 在采面推进至陷落柱附近时通过钻孔向陷落柱内注入化学材料进行加固。

2 化学加固方案

2.1 化学注浆加固参数设计

为避免 3603 综采工作面回采过 X12 陷落柱期间顶板冒落、突水等安全事故发生, 并预防煤壁片帮, 决定使用化学浆液对陷落柱进行加固。通过化学注浆不仅可充填陷落柱内破碎岩裂隙而且可封堵涌水通道, 从而避免采面过陷落柱期间出现顶板淋水、冒落以及煤壁片帮等问题。具体在采面推进至与陷落柱间距 6m 时, 在切眼内布置钻孔进行加固。加固钻孔布置在采面切眼中部位置, 控制陷落柱边缘外侧各 10m 范围内。

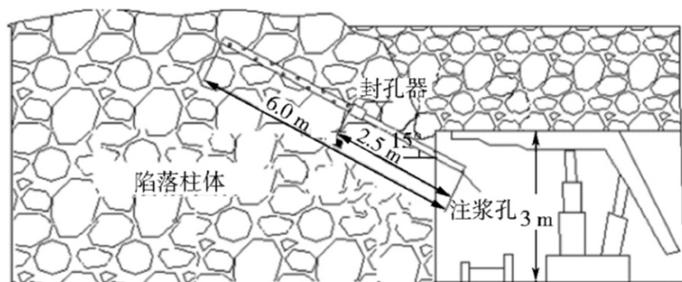


图 2 切眼内注浆加固钻孔布置示意图

化学注浆加固钻孔开孔位于煤层顶板下方 1.5m 处, 钻孔孔径、长度分别为 42mm、6000mm, 仰角 15°, 控制陷落柱边缘外侧各 10m 范围内。

封孔长度 2.5m, 钻孔间距为 5.0m。具体注浆加固宽度约为 50m, 共计布置 11 个化学注浆加固钻孔。当采面煤壁片帮问题较为明显时, 可适当减少注浆孔间距。具体注浆钻孔布置见图 2 所示。

具体现场注浆加固时使用材料以及设备见表 1 所示。注浆压力过大、过小均不利于陷落柱内岩体稳定性控制以及导水裂隙封堵, 根据现场实际情况并结合试注, 决定将钻孔注浆加压控制在 4~5MPa, 钻孔封孔长度设计为 2.5m, 采用专用封孔器封孔。

表 1 注浆加固材料及设备

| 设备名称 | 数量 | 规格或要求 |
|--------|----|-------------------|
| 动力风源 | 1 | 4~7MPa |
| 胶管(风管) | 1 | 长度 40m、管径 33.3mm |
| 高压注浆软管 | 4 | 长度 10m、管径 25mm |
| 注浆花管 | 多根 | 单节长度 2.8m、管径 25mm |
| 储浆桶 | 4 | - |
| 注浆泵 | 1 | 风动型 |
| 搅拌机 | 1 | 自制 |

2.2 注浆量

陷落柱化学注浆加固属于隐蔽工程, 注浆量受到注浆压力、围岩裂隙发育情况、注浆加固时间、注浆材料性质等多种因素影响。具体现场注浆可依据下述经验公式确定:

$$Q=V \times n \times a \quad (1)$$

其中: Q 表示陷落柱注浆加固量, m³; V 表示陷落柱注浆加固体积, m³; n 表示陷落柱内粉砂岩充填体孔隙率。

结合已有资料并结合公式(1) 确需要陷落柱注浆加固量为 80.5m³。

化学注浆加固材料选择使用 TWK 化学高分子材料,

该材料中水泥、TWK 复合剂按照 1:1 配比混合。在陷落柱内注浆加固后, 结石率可达到 100%。

3 注浆加固效果分析

在 3603 综采工作面使用化学注浆方式加固陷落柱后, 采用采煤机割岩+松动爆破辅助破岩方式过陷落柱, 采面共计耗时 10d 通过 X12 陷落柱。在工作面过陷落柱期间, 未出现顶板冒落、煤壁片帮以及顶板涌水等问题。注浆加固为工作面安全高效过 X12 陷落柱创造了相对良好的环境。

通过现场测算, 采用化学注浆方式加固陷落柱共计使用化学浆液约为 80.5m³, 化学材料、注浆设备及材料、人工及相关配件费用共计约为 302 万元。若采用重新开切眼方式过陷落柱则重新掘进切眼、支护巷道、煤炭资源损失以及搬家等费用约为 3530 万元。采用化学注浆加固方式可减少矿井生产投入约 3228 万元, 取得较为显著的经济效益。

4 总结

① 3603 综采工作面开采范围内煤层复杂稳定, 对采面开采有较大影响的为采面内的 X12 陷落柱。若采用重新开切眼方式过陷落柱时则存在煤炭资源浪费、生产成本高等问题, 为此, 提出采用化学注浆方式加固陷落柱内岩体并结合采煤机割岩、松动爆破辅助破岩方式过陷落柱;

② 依据采面实际情况, 对化学注浆加固进行设计。现场应用后, 3603 综采工作面耗时 10d 推进过陷落柱影响区, 在过陷落柱期间未出现顶板冒落、煤壁片帮以及顶板涌水等问题, 取得较好注浆加固效果。

参考文献:

- [1] 赵倩. 综合地质勘探在回采工作面构造发育区域精细探查中的应用 [J]. 山西能源学院学报, 2021, 34(02): 1-3.
- [2] 冯聪聪. 综采工作面底板隐伏导水陷落柱防治水技术研究 [J]. 山西化工, 2021, 41(02): 98-99+105.
- [3] 门前. 综采工作面过陷落柱安全支护技术应用 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(02): 41-43.
- [4] 吴佐伟. 综采工作面过陷落柱注浆加固技术应用研究 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(02): 151-153.
- [5] 鲁蒙, 舒梅, 周横全. 综采工作面过陷落柱安全技术研究 [J]. 中国矿山工程, 2021, 50(01): 42-43+51.
- [6] 刘冲. 综采工作面过陷落柱深孔预裂爆破技术优化研究 [J]. 煤炭工程, 2021, 53(01): 84-88.
- [7] 张晋. 综采工作面深孔爆破过陷落柱工艺优化及研究应用 [J]. 山西冶金, 2020, 43(06): 155-157.

作者简介:

刘秀 (1988-), 男, 汉族, 山西人, 2015 年毕业于山东理工大学, 采矿工程专业, 本科, 助理工程师, 从事煤炭开采工作。