

Research and Practice on the Prevention and Control Technology of Ground Dripping in Separation Grouting and Sedimentation Reduction Engineering

Bei Yang

Wutong Zhuang Mine of Jizhong Energy Co., Ltd., Handan, Hebei, 056201, China

Abstract

In the process of coal mining, in order to effectively control surface subsidence, the technique of grouting to reduce subsidence is widely used. This paper focuses on the separation layer grouting settlement reduction project of 182215 working face in wutong Zhuang Mine, and deeply explores the problem of ground slurry bleeding during the implementation of the project. The article first provides a comprehensive overview of the 182215 working face separation grouting and settlement reduction project. Secondly, a detailed analysis of the manifestations of ground slurry problems and their negative impacts on project progress, surrounding environment, and safety production. In addition, in order to timely detect and solve the problem of slurry leakage on the ground, the project has adopted an automatic monitoring system for slurry leakage on the ground, which can monitor key parameters such as grouting pressure and flow rate in real time, and achieve accurate warning of the risk of slurry leakage. Through in-depth analysis and summary, this article proposes a set of theoretical and control methods applicable to the problem of ground slurry leakage in separation grouting and subsidence reduction projects. This has important guiding significance for the design, construction, and operation of similar projects in the future, and helps the coal industry to achieve safe and efficient mining.

Keywords

delamination grouting; Mud rising from the ground; Prevention and control technology; pressure control

离层注浆减沉工程地面冒浆防控技术的研究与实践

杨贝

冀中能源股份有限公司梧桐庄矿, 中国·河北 邯郸 056201

摘要

在煤炭开采过程中,为有效控制地表沉陷,离层注浆减沉技术被广泛应用。本文聚焦梧桐庄矿182215工作面的离层注浆减沉工程,深入探究该工程实施期间出现的地面冒浆问题。文中首先对182215工作面离层注浆减沉工程的基本概况进行了全面阐述。其次,详细剖析地面冒浆问题的表现形式及其对工程进度、周边环境和安全生产造成的负面影响。另外,为及时发现和解决地面冒浆问题,工程采用了地面冒浆自动监测系统,实时监控注浆压力、流量等关键参数,实现对冒浆风险的精准预警。通过深入分析与总结,本文提出了一套适用于离层注浆减沉工程地面冒浆问题的理论与控制方法,对今后类似工程的设计、施工与运营具有重要的指导意义,助力煤炭行业安全、高效开采。

关键词

离层注浆;地面冒浆;防控技术;压力控制

1 引言

在煤矿开采领域,离层注浆减沉工程是维系地表稳定、降低开采环境影响的关键举措。煤炭资源的持续开采易引发地层移动与地表沉陷,这不仅对地面建筑、交通设施等造成严重破坏,还会导致生态失衡,如土地退化、水体污染等。离层注浆减沉技术通过向采空区上方离层空间注入特定材料,支撑覆岩,有效抑制地表沉降,为煤炭绿色开采提供保障。

但在实际应用中,地面冒浆问题始终是离层注浆减沉工程的一大阻碍。冒浆不仅造成注浆材料的浪费,提高成本,还可能引发周边地质异常,对工程安全和周边环境构成威胁。

基于此,本文选取梧桐庄矿182215工作面离层注浆工程为研究对象,深入剖析该工程地质条件、注浆工艺细节,全面探讨地面冒浆防控技术,力求为解决煤矿离层注浆工程中的冒浆难题提供科学有效的方案。

2 工程概况

梧桐庄矿182215工作面于2023年2月4日开始回采,至2024年5月7日结束。其间,工作面覆岩离层注浆工程

【作者简介】杨贝(1991-),中国河南商丘人,本科,工程师,从事矿山测量与地表减沉研究。

施工 7 个钻孔，钻探进尺 3293.71m，注浆量达 188723.63t。截至目前，地表最大下沉量为 234mm，地面村庄无明显新增裂缝，减沉效果良好。

3 地面冒浆问题及影响

3.1 冒浆现象

自 2023 年 4 月该工作面实施覆岩离层注浆工程后，受矿井 F25 边界断层露头影响，当注浆孔口压力达到 2-3MPa 时，易发生地面冒浆现象，工程结束共出现 3 次，且冒浆时孔口压力均小于设计终孔压力 3.5MPa。

3.2 问题影响

地面冒浆地点不确定，人工巡查难以即时发现，尤其

在夜间和农作物收割前，冒浆发现滞后会导致注浆费用和材料大量浪费，引发工农关系纠纷。此外，停注后孔内反压会造成浆液淤堵钻孔和孔底离层区域，轻者需通孔延误工期，重者致使注浆孔报废，严重影响工程质量。因此，终孔压力的确定、注浆过程中孔口压力与日注浆量的控制以及冒浆后的治理方式是本工程及后续类似工程需重点考虑的问题。

4 地面冒浆情况统计

依据施工日报对 182215 工作面离层注浆工程进行统计，地面冒浆与钻孔布置情况如图 1（钻孔布置与地面冒浆情况统计）所示，为后续分析和措施制定提供数据支撑。

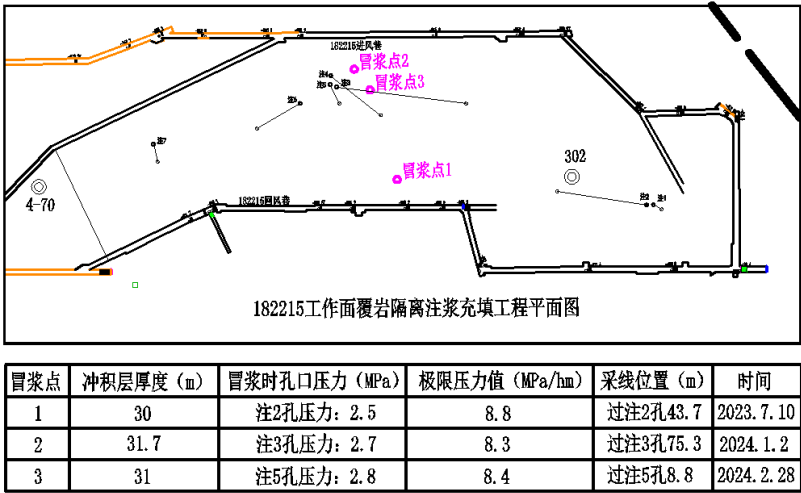


图 1 钻孔布置与地面冒浆情况统计

5 防控措施

5.1 地面冒浆自动监测系统

为解决冒浆难以及时发现的问题，矿技术科与注浆单位合作，在现有孔口压力自动监测传输系统基础上增加地面冒浆监测报警系统。在地面已冒浆区域的冒浆点和流浆线路上设置触发通电装置（见图 2），将触发信号与自动化制浆控制系统相连，冒浆产生触发信号时系统自动报警（见图 3），实现地面冒浆自动监测。该系统在实践中表现出色，以 2024 年 2 月 28 日第三次冒浆为例，通过系统及时发现，与第一次冒浆相比，注浆材料浪费量从 360t 减少至 70t，减少 290t。按注浆材料 95 元/t、注浆费 84.6 元/t 计算，共减少损失 5.2 万元。同时，减少了浆液对耕地和农作物的污染破坏，有效缓解了工农纠纷。

5.2 地面冒浆治理

182215 工作面离层注浆减沉工程地面冒浆均为单孔注浆情况。冒浆发生后，矿技术科立即通知注浆站停止注入粉煤灰浆液，改为 2 台泵 4 档压水，并安排专人观察冒浆点出浆量。约 6 小时后，待出浆量明显减少，使用 2 台泵 4 档压注标号 42.5、浓度约 1.7 的水泥浆，待冒浆点反出水泥浆后闭孔停注、候凝 24~48 小时。候凝完毕后，小泵量压水试压，

根据孔口设计停注压力 3.5MPa，要求压水期间孔口压力不得高于 6MPa。若孔口压力下降至冒浆停注时压力，则恢复正常注浆；若孔口压力无明显下降，则安排通孔，通孔后仍采取上述措施，正常注浆至孔口压力稳定在 3.5MPa 后停注，若通孔后压水孔口压力仍无明显下降，则判定该孔报废。



图 2 现场自动触发装置



图3 自动报警界面

6 分析总结

①受断层露头影响,关键层至地面之间的薄弱区呈带状分布,反映到地表可能产生的冒浆点不能精准判定,但可分析出可能出现冒浆现象的较小区域。根据判定区域地面标高选择合适位置布设地面冒浆自动监测触发点可在一定程度上对地面冒浆进行监控,做到及时发现并采取措施,减少冒浆带来的损失与工农纠纷。

②注浆影响区内存在断层露头情况时,易发冒浆区域内的冲积层厚度对注浆时孔口压力的最大值有直接影响。梧桐庄矿基于182215工作面离层注浆工程发生的3次冒浆现象进行分析,提出预防断层露头导致地面冒浆,百米冲积层时孔口压力极限值这一概念。通过对工作面区域钻孔柱状图、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采指南》中不同岩性单向抗压能力及断层阻水能力进行研究,并结合不同冒浆点冲积层厚度、冒浆时孔口压力进行分析:关键层下离层区具有连通性,冒浆点由断层露头位置决定;断层阻水能力极弱,浆液穿过断层向上的压力直接作用于冲积层,上覆冲积层抗压能力与厚度决定着地面冒浆注浆孔口的最终压力。通过对不同冒浆点冲积层厚度、冒浆时注浆钻孔以及孔口压力进行解析、计算,得出百米冲积层冒浆点1的极限值为8.3MPa、冒浆点2为8.8MPa、冒浆点3为8.4MPa,为保证安全,取8MPa为最终值,并以此为基础计算的不同地点钻孔注浆孔口压力进行控制。利用该数值分别计算注6、注7孔口控制压力为2.6MPa、2.8MPa,并在离层注浆过程中进行严格执行小于极限压力,直到该工程注浆工作结束未再发生地面冒浆现象。

③通过对地面冒浆进行治理的过程与效果进行分析,

不像废弃钻孔、机井等冒浆处理情况,因断层露头而导致的地面冒浆治理难度大,效果差。即使治理完成后也很难再继续正常注浆,基本会发生停注后孔内反压造成浆液淤堵钻孔与孔底离层区域,需进行通孔,且通孔后也因孔口压力较大达不到正常的注浆量,导致钻孔报废,影响工程整体减沉效果。

因此,精准分析工作面地质构造、合理设计关键层位与钻孔停注压力避免地面冒浆与对易发生地面冒浆进行监控及时发现并采取措施以减少损失,是今后离层注浆工程需要关注研究的重点。

7 结论

本文通过对182215工作面离层注浆减沉工程地面冒浆问题的研究,提出了有效的防控技术和分析方法。地面冒浆自动监测系统和治理措施在实践中取得了良好效果,相关理论分析为注浆孔口压力控制提供了依据。未来需要持续改进和完善地面冒浆防控技术,以更好地服务于煤矿开采中的离层注浆减沉工程。

参考文献

- [1] 许家林, 轩大洋, 朱卫兵, 等. 部分充填采煤技术的研究与实践[J]. 煤炭学报, 2015, 40(6): 1303-1312.
- [2] 牟兆刚. 覆岩离层注浆工程有关技术问题探讨[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(12): 50-55.
- [3] 牟兆刚. 基于关键层控制的部分充填采煤技术[J]. 采矿与岩层控制工程学报, 2019, 1(2): 69-76.
- [4] 中国煤炭地质总局勘察研究院. 一种离层注浆的冒浆防治方法[P]: 中国, CN201910990300.1, 2020.01.10.