

矿井工作面过地质构造顶板冒落及破碎区充填技术研究

李军军 (汾西矿业高阳煤矿, 山西 孝义 032300)

摘要: 采面回采过地质构造时, 受到围岩破碎、地应力以及构造应力等因素综合作用, 导致采面顶板容易出现冒落, 从而给采面回采带来一定的安全威胁。以 5607 综采工作面过 M501 向斜轴部为工程实例, 针对顶板冒落、破碎问题, 提出采用罗克休对冒落区以及顶板破碎区进行注浆加固, 并对注浆加固参数进行设计。现场应用后, 顶板冒落以及破碎区岩层稳定性得以有效控制, 为采面回采创造了良好条件。研究成果可为其他矿井类似情况下的顶板加固提供参考借鉴。

关键词: 综采工作面; 地质构造; 破碎顶板; 顶板冒落; 注浆加固

煤炭在回采时会遇到各类地质构造, 其中断层、褶曲等是最为常见构造类型。在地质构造带附近, 煤岩体强度往往较低、裂隙较为发育, 采面在回采过地质构造期间受围岩破碎因素影响顶板控制难度增加, 顶板冒落、煤壁片帮等风险加剧^[1-3]。山西某矿在回采过地质构造期间受地质构造影响, 顶板出现一定程度冒落问题, 为此提出注浆方式对顶板冒落区以及破碎区进行加固, 提升了顶板岩层稳定性, 为采面回采创造了相对安全的条件。

1 工程概况

1.1 地质概况

5607 综采工作面设计回采推进长度 3680m、采面斜长 256m, 回采的 6# 煤层倾角平均 12°, 厚度 3.58m。前期地质勘察发现, 采面在回采过程中会揭露 2 条落差在 2.5m 的整断层, 对采面回采影响较小; 采面内发育有 1 条向斜 (M501), 受到向斜影响, 附近煤岩体破碎, 给采面正常回采有较为明显的威胁。

经过井下物探以及地面三维地震探测发现 M501 向斜倾伏角在 13°、两翼角在 5~11°; 向斜平均宽度为 105m、幅度介于 25~53m。受到该向斜影响, 煤层厚度出现一定变化, 主要表现为向斜轴部煤层厚度增加, 两翼位置厚度变薄。

5607 综采工作面开采范围内水文地质条件相对简单, 预测煤层回采时顶板淋水量在 5m³/h 以内。

1.2 采面支护设备

依据矿压理论对采面支护强度进行计算, 得到采面支护强度应在 672kN/m² (MPa), 根据采面顶板支护强度计算结果, 具体型号为 ZY10000/18/37D 支架控制采面顶板。具体支架技术参数见表 1。

2 采面过向斜情况分析

在 2020 年 10 月中班, 采面在 M501 向斜轴部位置回采时, 采面处于仰采状态, 受到采动、构造等因素影响, 顶板整体较为破碎。其中 36~62# 支架间顶板松散、有掉渣

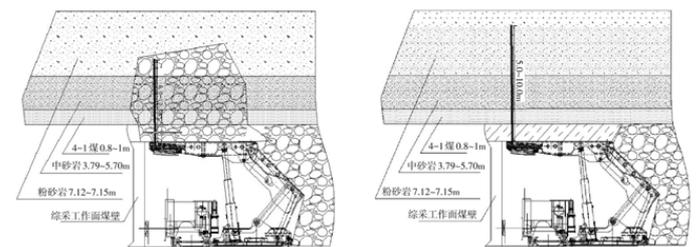
情况发生, 在 42~50# 支架位置顶板漏矸严重, 部分位置顶板冒落高度在 2.0~3.5m, 若支架顶板无有效支撑时极易容易导致支架倒架, 给采面生产带来严重的威胁。

根据已有的地质资料显示, 采面需要推进超过 55m 才可以回采通过 M501 向斜轴部。为了有效的对向斜位置破碎围岩进行控制, 避免顶板出现冒落、冒矸等事故发生, 需要采取措施强化顶板岩层稳定性。为此, 决定在采面顶板冒落及破碎区采取注入罗克休对破碎顶板进行加固。

3 冒落及破碎区充填方案

根据 5607 综采工作面开采现状以及顶底板岩性参数, 拟对采面冒落区先采用绞顶方式进行维护, 后通过注浆方式对冒落区以及破碎区进行充填, 降低顶板管理难度^[4]。具体选的罗克休注浆材料性质见表 2。注浆充填主要集中在采面顶板冒落区以及破碎区, 主要集中在 36~62# 支架范围。

注浆钻孔采用以压风为动力的风动锚杆施工, 钻头为合金钢钻头, 规格为 $\phi 43\text{mm}$ 。在 5607 综采工作面 36~62# 液压支架间沿着倾斜方向上煤层顶板位置布置一排注浆钻孔, 钻孔孔深在 6~10m, 间距为 3.5m, 开孔位置距离采面煤壁 1.0m, 具体注浆参数可依据现场情况进行调整^[5]。采面顶板冒落区及破碎顶注浆钻孔布置情况见图 1 所示。



a) 冒落区充填钻孔布置示意图 b) 破碎区加固钻孔布置示意图
图 1 冒落区及破碎区钻孔布置示意图

注浆钻孔施工完毕, A、B 两种材料按照 4:1 配比混合均匀并采用双液化学注浆系统向钻孔内 (下转第 109 页)

表 1 液压支架技术参数

顶板比压	支护强度 /MPa	顶梁长度 /mm	工作阻力 /kN	初撑力 /kN	移架力 /kN	支撑高度 /mm	支架重量 /t
1.3~1.38	1.04~1.17	4480	10000	8290	839	2000~3600	36

表 2 罗克休注浆材料技术参数

材料配比 (A:B)	测试温度 (°C)	流动时间	凝固时间 (s)	膨胀系数	抗压强度 (kPa)	氧指数 (%)
4:1	20	及时发泡	45~75	> 20	> 40	> 35

数据分析将按 JB/T 10764-2007 的标准进行。首先会结合检测中观察到的现图及声发射技术方法进行多种有效的滤波以排除噪声的干扰；其次将通过时差与区域定位两种方式来确定声发射源的登记。根据声发射信号的活动度将贮罐状况分为 I-V5 个等级。每个等级都对应有相应的腐蚀状况及维修处理方法。最后将根据声发射源的等级划分决定储罐开罐检测的优先顺序等级。

根据标准,上述举例的柴油储罐安全评级为 I 级,推荐下一步措施为:无需维护,可 4-5 年后再进行声发射检测。而该储罐原计划是进行开罐检验,经过一次声发射检测的评估,我们给出维修建议,使得该储罐不需要立即开罐维修。对其他批次的储罐也具备同样参考价值。

实际上,声发射检测已经广泛应用于国内中石油和中石化以及大型油库和储运行业。遇到需要进行开罐检验的储罐,事后打开并用其他无损检测进行验证,如目视、超声检测、磁粉渗透检测等方法。目前得出的结果还是比较满意,85% 的 II-B 级储罐与实际情况相符,不需要进行维护。这个级别的储罐占大多数,几乎超过 50% 比例。说明一半以上的储罐可以不需开罐检验。为企业节省下大量维修成本。

以广西区危险化学品大型常压储罐检验为例,在线检测评估技术的应用已经服务于多家企业,并建立合作协议。从 2018 年至今,进行声发射检测的储罐已累达 100 台以上,多年的检测经验积累,说明声发射检测技术是一项

可靠的常压储罐罐底腐蚀在线评估技术。随着声发射技术的发展,及准确性随着经验的积累,以及数据库的完善,在逐步改善其在大型储罐检验技术中的地位。

2 结语

综上所述,在相关企业对大型常压储罐进行老化和泄露等检测的过程中,相关企业应该对当今先进的在线检测技术加以合理应用,通过声发射检测技术来进行罐体内部的科学检测。这样才可以在及时发现相应问题的基础上进一步节约检测时间,保障检测安全,并实现所有储罐的定期、全面检测。这对于大型常压储罐应用安全的保障和相关企业经济效益的提升都将有着十分深远的影响意义。

参考文献:

- [1] 康叶伟,张一,郭正虹,李志丹,孙雷,李秋萍. 储罐底板在线检测机器人开发 [J]. 油气储运,2019(09):1035-1040.
- [2] 龙媛媛,李强,李开源,刘瑾,孙振华,谭晓林. 油田钢质常压储罐内腐蚀挂片在线检测装置的研制 [J]. 油气储运,2019(04):441-444.

作者简介:

陆杰(1983-),男,广西隆安人,广西壮族自治区特种设备检验研究院,容器检验员,无损检测 RT、UT、PT、MT II 级资质人员,工程师,学士学位,现主要从事危险化学品容器及特种设备无损检测工作。

基金项目:广西重点研发计划项目,桂科 AB18294005,广西北部湾在役含缺陷大型储罐的有限元分析及安全评定

(上接第 107 页)及时注入罗克休材料。注浆系统注浆压力为 12.5MPa、注浆流量为 8.4L/min。整个注浆充填以及加固过程有下述主要环节:材料以及人员准备→注浆位置安全防护→按照设计要求施工注浆钻孔→钻孔封口→注浆系统安装→调试注浆浆液配比,确保 A、B 两种浆液配比为 4:1→启动注浆泵注浆→注浆完毕、卸压、清洗注浆系统→注浆管路拆卸回收。

2020 年 10 月 20 日早班开始在 5607 综采工作面顶板冒落区进行注浆加固,共计注入的罗克休材料 37.8t,采面耗时 3d 通过顶板严重冒落区。

4 注浆充填及加固效果分析

对采面 36-62# 液压支架顶板采用罗克休进行注浆加固后,顶板岩层稳定性得以显著提升。从现场应用情况来看罗克休可很好的对顶板冒落区进行充填,并对顶板破碎区进行加固。罗克休材料进入到破碎顶板裂隙中后体积膨胀可充填缝隙并包裹皮水岩体,从而使得原本破碎的岩体形成结构相对稳定、强度相对较高的稳定岩层,提升岩体整体抗压强度。膨胀后的罗克休材料具备较好的抗压缩能力,可最大限度的避免采面液压支架间以及架前的漏矸问题发生。

对顶板充填罗克休材料后,顶板稳定性明显提升,从而明显降低采面过地质构造破碎带的顶板管控难度。现场应用也表明,罗克休不仅可对已冒落区进行充填加固,也

可通过布置超前钻孔对未采区顶板破碎岩层进行加固,从而有效预防采面顶板冒落并遏制冒落范围扩散。

5 总结

5607 综采工作面受到 M501 向斜影响,顶板岩层较为破碎,其中 36-62# 液压支架间出现一定程度的顶板冒落问题,在一定程度上制约采面生产安全。为此,采用罗克休对顶板冒落及破碎区进行充填加固。现场应用后,充填加固段岩层稳定性得以有效提升,采面耗时 3d 即通过顶板破碎区,现场应用取得显著成果。

参考文献:

- [1] 王建跃. 综采工作面过断层支护技术应用研究 [J]. 能源与节能,2021(02):204-205.
- [2] 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.
- [3] 姚俊彪. 11102 综采面回撤期间顺槽漏顶的现场处置 [J]. 山东煤炭科技,2021,39(01):77-79.
- [4] 王忠忠. 综采工作面过断层地质构造技术应用研究 [J]. 山东煤炭科技,2020,38(12):75-77.
- [5] 赵福栋. 综采工作面过断层时的顶板控制措施 [J]. 山东煤炭科技,2020(09):54-55+58.

作者简介:

李军军(1986-),男,山西孝义人,2012 年 3 月毕业于昆明理工大学,采矿工程专业,本科,现为工程师。