

注氮防灭火技术在老石旦煤矿的实践与应用

Practice and Application of Nitrogen Injection and Fire Extinguishing Technology in Laoshidan Coal Mine

李俊

Jun Li

国家能源集团乌海能源有限责任公司 中国·内蒙古 乌海 016033

National Energy Group Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai, Inner Mongolia, 016033, China

摘要: 针对老石旦煤矿 16041 综放工作面上隅角出现 CO 有害气体的事实, 论文根据现场实际情况采取了井下注氮技术进行了防灭火工作, 阐述了注氮防灭火技术的工作原理, 并对使用注氮防灭火技术工艺、制氮机选型和效果进行了认真地分析, 分析认为注氮防灭火技术收到了良好的效果, 保证了矿井的安全生产。

Abstract: In view of the fact that CO harmful gas appears in the corner of the 16041 fully mechanized caving working face of Laoshidan coal mine, the paper adopts the downhole nitrogen injection technology to carry out the fire prevention work according to the actual situation on site, the working principle of nitrogen injection fire prevention and fire extinguishing technology is expounded, and the process of using nitrogen injection fire prevention and fire extinguishing technology, the selection and effect of nitrogen generators are carefully analyzed.

关键词: 注氮防灭火技术; 实践; 应用

Keywords: nitrogen injection and fire extinguishing technology; practice; application

DOI: 10.12346/etr.v4i2.5482

1 引言

河北冀中能源张矿集团怀来艾家沟矿业有限公司于 2013 年 2 月 28 日 19 时 43 分发生了一起非常严重的火灾事故, 该火灾事故造成直接的经济损失达到了 1425.08 万元, 同时还造成 13 名矿工遇难, 给人民群众的生命财产造成了巨大的损失, 给煤矿的安全生产造成了很大的负面影响。由此可见, 作为影响煤矿安全生产的重大灾害之一的煤矿火灾事故的治理工作仍然任重道远^[1]。据中国和其他国家的煤矿火灾事故统计发现, 在煤矿所有发生的火灾事故中外因火灾仅仅占 10%, 其余火灾事故均由内因火灾造成的^[2]。

2 矿井及工作面概况

老石旦煤矿隶属于国家能源集团乌海能源有限责任公司, 核定生产能力 150 万吨/年, 共有职工 755 人, 该矿坐标为: 东经是 106° 48' 45" —106° 52' 30", 北纬是 39° 20' 15" —39° 22' 00", 井田面积 9.7764 平方公里。斜立井混合式开拓是老石旦煤矿的开拓方式, 井下工作

面回采标高 +1070m ~ +800m, 老石旦煤矿现开拓了缓坡副斜井、主斜井、回风立井 3 个井筒, 采用单一水平采区式开采。16[#]煤层为焦煤(1/3焦煤), 是老石旦煤矿目前主要开采煤层。

2020 年老石旦煤矿绝对瓦斯涌出量为 5.14m³/min, 相对瓦斯涌出量为 1.48m³/t, 绝对二氧化碳涌出量为 4.78m³/min, 相对二氧化碳涌出量为 1.37m³/t, 属低瓦斯矿井。2018 年 12 月华北科技学院鉴定老石旦煤矿 16[#]煤层煤尘有爆炸性, 爆炸指数为 21.07%。2018 年 12 月华北科技学院对老石旦煤矿 16[#]煤层进行自燃倾向等级鉴定 16[#]煤层为 II 类自燃煤层。最短自然发火期为 96 天。

16401 工作面位于 16[#]煤层运输大巷左翼, 开采煤层为 16[#]煤层, 该工作面走向长度 1350m, 倾斜长 213m, 煤层厚度 8.3~9.3m, 平均厚度 8.8m, 可采储量 313.8 万吨, 采用走向长壁后退式综合机械化放顶煤采煤法, 全部垮落法控制顶板。工作面顶板为炭页岩, 底板为砂质页岩。16[#]煤层与上部 12[#]和 9[#]煤层层间距分别为 50m 和 75m。该工作面于 2019 年 3 月 1 日开始回采, 预计回采结束时间 2021 年 9 月份, 回采结束后进行搬家倒面至 16402 工作面。

【作者简介】 李俊 (1965-), 男, 中国内蒙古乌兰察布人, 本科, 工程师, 从事煤矿“一通三防”技术管理工作的研究。

3 问题的提出及原因分析

3.1 问题的提出

2019年10月16日早班该矿通风队瓦斯检查员在16041综放工作面检查有害气体时发现该工作面上隅角的CO气体浓度为19ppm。

3.2 原因分析

根据井下现场探查综合分析认为,造成16041综放工作面CO气体浓度升高的原因如下:

① 16041综放工作面回采过程中留有一部分遗留煤炭,导致采空区存在遗留的一部分残煤。

② 16041综放工作面推进速度慢,采空区大量遗留煤炭长时间处于“氧化带”范围内,遗留煤炭与氧气进行了缓慢氧化,如果不及时治理会严重威胁工作面的安全生产。

4 注氮防灭火技术的实践与应用

4.1 注氮防灭火技术的原理

4.1.1 注氮防灭火原理

注氮防灭火技术的工作原理是将惰性气体氮气通过密闭的措施孔或者从巷道合适的位置施工到采空区的钻孔注入到采空区,利用氮气的惰性将遗留的煤炭与氧气进行隔绝从而惰化采空区,致使由于缺少氧气而使采空区遗留煤炭难以氧化达到延长煤炭的自然发火期,使氧气浓度小于煤自然发火的临界氧浓度,从而防止煤氧化自燃,或使已经形成的火区窒息的防灭火技术^[3]。

4.1.2 氮气防灭火的特点

①氮气的密度比空气的密度轻,能够对封闭的采空区所有空间进行填充,尤其是对巷道高冒区和采空区上部的防灭火效果更好。

②利用管路向采空区运送,不需要其他介质,因此运送手段简单、方便,便于操作。

③氮气本身无毒,使用安全。

4.2 注氮防灭火技术的应用

4.2.1 注氮系统

老石旦煤矿制氮设备采用井下移动式PSA碳分子筛制氮设备2台,型号为DT-1000/6,设在北三工业广场注氮机房,单台制氮机产氮量为1000m³/h,总制氮能力为2000m³/h,氮气浓度不小于97%;注氮管路主管径为Φ108mm钢管,注氮效果非常好。

4.2.2 注氮需要量的计算

注氮量可按如下公式进行计算。

在单位时间内注氮充满采煤所形成的空间,使氧气浓度降低到防灭火惰化指标以下,其经验公式为:

$$Q_n = [A / (1440 \rho \times t \times n_1) \times n_2] \times [C_1 / (C_2 - 1\%)]$$

$$= [730000 / (1440 \times 1.55 \times 276 \times 0.9) \times 0.8] \times [0.208 / (0.07 - 0.01)]$$

$$= 3.65 \text{ m}^3 / \text{min}$$

式中: Q_n —注氮流量,单位为m³/min;

A—年产量,单位为t;

ρ —煤的密度,单位为t/m³;

t—年工作日,取276d;

n_1 —管路输氮效率,取90%;

n_2 —采空区注氮效率,取80%;

C_1 —空气中的氧气浓度,取20.8%;

C_2 —采空区防火惰化指标,可取7%。

综合以上计算结果,按产量计算公式计算的注氮流量值最大,结合矿井具体情况考虑取安全备用系数。

4.2.3 设备选型

老石旦煤矿安装有两套DT-1000/6碳分子筛制氮装置,单台制氮机产氮量为1000m³/h,总制氮能力为2000m³/h,氮气浓度不小于97%;注氮管路主管径为Φ108mm钢管,满足上述施工要求。

4.2.4 注氮防灭火惰化指标

①采空区惰化氧浓度指标不大于煤自然临界氧浓度。

②惰化灭火氧浓度指标不大于3%。

③惰化抑制瓦斯爆炸氧浓度指标小于7%。

5 注氮防灭火效果分析

老石旦煤矿16041综放工作面上隅角2019年10月份出现CO以来矿技术部门高度重视,多次召开技术研讨会制定专项的防灭火技术方案,并且邀请西北防灭火研究院的专家多次深入现场进行调研,最后采取了注氮防灭火技术方案来进行实施防灭火工作收到了良好的使用效果。该工作面2020年11月份开始实施注氮防灭火技术后,累计向采空区注入氮气量达到了137.5万m³,工作面上隅角CO气体浓度从23ppm左右降到0ppm,保证了工作面的安全生产。

6 结语

注氮防灭火技术是一种成本低廉、操作简单、安全高效的防灭火技术,不仅仅在老石旦煤矿应用效果非常明显,而且在鹤壁煤业公司四矿、九矿的综采工作面应用效果也非常好。因此具有非常好的理论和现实意义,具有很好的推广应用价值,需要注意的是必须结合煤矿现场实际情况采取注氮防灭火技术,并且该技术与其他防灭火技术有机结合使用效果会更好。

参考文献

- [1] 胡建勋.煤矿井下巷道防灭火新技术的研究与实践[J].能源与节能,2016(4):43-44.
- [2] 杨培森.煤矿井下防灭火技术浅谈[J].内蒙古煤炭经济,2013(5):56-57.
- [3] 段瑞.综放工作面采空区注氮防灭火技术工艺研究[J].山西煤炭,2011(2):89-91.