

掘进巷道过采空区超前预注浆加固研究

Research on advance grouting

reinforcement of tunneling roadway through goaf

彭海朝 (山西铺龙湾煤业有限公司, 山西 大同 037100)

Peng Haichao (Shanxi Pulongwan Coal Industry Co., LTD. Shanxi Datong 037100)

摘要: 巷道掘进遇到破碎煤岩体时容易出现顶板冒落、煤壁片帮等情况, 给巷道安全高效掘进带来一些的不利影响, 特别是当巷道掘进通过采空区时, 由于采空区内煤岩体分布不规则、呈现裂隙发育形态, 安全风险系数更高。注浆是提高破碎煤岩体稳定能力以及承载能力的主要技术措施, 为此, 文中以 3205 运输巷掘进过老窑采空区为工程背景, 提出在掘进迎头内采用超前注浆方式对采空区内破碎、不稳定性煤岩体进行加固。依据现场情况分析, 对注浆加固方案进行设计, 在断面布置 5 个注浆孔, 控制巷道顶板外轮廓线 1600mm 范围, 注浆材料选用无机加固材料。现场应用后, 采空区内破碎煤岩体被注浆浆液胶结, 显著提升了围岩稳定性及完整性, 巷道过采空区期间顶板及两帮保持稳定, 围岩变形量在安全范围内, 为巷道快速安全掘进奠定了良好的基础。

关键词: 巷道掘进; 采空区; 破碎煤岩体; 超前注浆

Abstract: easy to appear when met broken coal and rock roadway drirage, roof caving coal wall piece of help, etc., to the safe and efficient mine roadway excavation brings some adverse effects, especially when the roadway drirage through the mined-out area, due to the irregular distribution of coal and rock in the goaf, fracture morphology, safety risk coefficient is higher. Grouting is the main technical measure to improve the stability and bearing capacity of broken coal and rock mass. Therefore, in this paper, taking the goaf of old kiln driven into 3205 transport lane as the engineering background, it is proposed to reinforce the broken and unstable coal and rock mass in the goaf by advanced grouting in the heading face. According to the analysis of the site situation, the grouting reinforcement scheme is designed, 5 grouting holes are arranged in the section, the scope of the contour line of the roadway roof is controlled at 1600mm, and the grouting material is inorganic reinforcement material. After the field application, the broken coal and rock mass in the goaf are cemented by grouting grout, which significantly improves the stability and integrity of surrounding rock. During the tunnel passing through the goaf, the roof and two sides remain stable, and the deformation of surrounding rock is within the safe range, laying a good foundation for the rapid and safe tunneling of the roadway.

Key words: roadway excavation; Mined-out area; Broken coal and rock mass; Advance grouting

0 引言

巷道快速安全掘进是实现煤炭高效回采的重要保障, 随着矿井采掘技术的创新技术不断研发和发展, 综掘技术在煤矿井下应用较为广泛^[1-2]。综掘技术具有掘进效率高、作业人员劳动强度小, 以及机械化程度高等诸多的优点, 但是, 由于掘进工作人员多处在掘进迎头位置, 对巷道掘进超前探测、围岩稳定性控制能力、安全支护等方面均提出更高标准的要求^[3-6]。当巷道掘进遇到地质构造或者采空区等各类情况时, 就会给巷道围岩稳定控制以及掘进安全、掘进效率等带来一定的制约, 特别是在巷道掘进遇到采空区时, 采空区煤岩体破碎, 给巷道掘进能否正常如期开展带来较大的挑战, 注浆是提高围岩稳定性以及承载能力的重要技术措施^[7-8]。为此, 文中就以山西某矿 3205 运输巷掘进过采空区为工

程背景, 提出通过超前注浆方式对采空区内破碎煤岩体进行加固, 以便为巷道安全掘进创造良好条件。

1 工程概况

3205 运输巷设计断面为梯形 (巷道净断面积 12.3m², 上部、下部净宽分别为 3.7m、4.5m, 净高 3.0m), 沿着开采的 2# 煤层底板掘进, 设计掘进长度 890m, 所采用的是工字钢架棚方式支护围岩。现阶段, 开采的 2# 煤层埋深平均 238m, 煤厚 4.2~7.3m、平均 5.0m, 顶底板岩性参数见图 1 所示。

根据已有的相关资料显示, 3205 运输巷在掘进至 365m 范围时会揭露有老窑采空区, 采空区被破碎的煤岩体充填, 分布呈现无规则性; 同时, 采空区底板为厚度 1.5m 以上浮煤。3205 运输巷在采空区内掘进时面临围岩控制较为困难、顶板容易垮落等各种各样的问题。

为了确保巷道安全顺利的通过采空区,避免出现顶板冒落、片帮或者围岩变形量过大等问题的发生,矿井相关技术和工作人员,经过综合研判和分析,决定对采空区进行采用超前注浆加固的措施。

层厚/m	柱状	岩性描述
6.5		粗砂岩,成份以石英为主,次为长石,有少量暗色矿物,钙质孔隙胶结,分选中等,磨圆度为次圆状有煤屑,不显层理。中砂岩,灰白色,以石英为主,长石次之,胶结致密,含少量黄铁矿结核
4.2		砂质泥岩:上部为灰白色砂质泥岩,含白云母片,下部为黑色炭质泥岩,炭化程度较高。
5.0		煤:黑色,中条带状结构,内、外生裂隙发育,阶梯状断口,半亮型,弱玻璃光泽,松软。
4.5		泥岩:上部黑色,下部深灰色,泥质结构,上部富含植物化石,厚层状,岩性软弱,过渡接触。

图1 2[#]煤层顶底板岩性

2 巷道超前注浆加固

2.1 采空区超前注浆加固机理

注浆是煤矿井下、隧道施工等领域中比较常用到的一种加固方式,通过一定压力使得浆液在破碎岩体中扩展、胶结,并且逐步形成提高破碎岩体稳定能力,以及承载能力的网络结构,提升围岩的支护效果,并在此同时能够有效的减少安全事故的发生率。

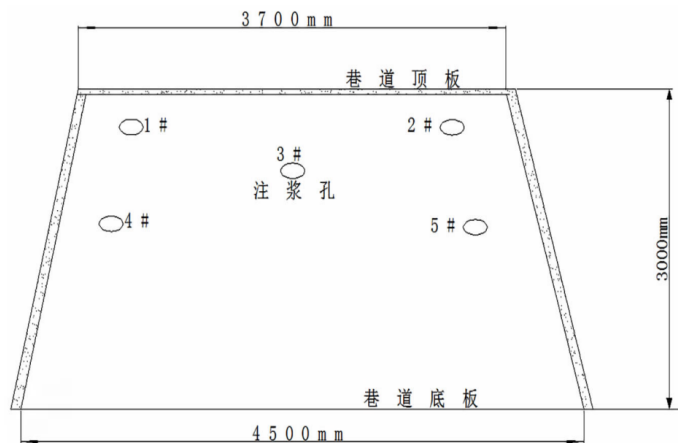
①通过对破碎煤岩体进行超前注浆,浆液在裂隙中胶结,从而形成相对稳定且贯通的承载结构单元,可以实现有效的强化后续巷道围岩支护体系的整体稳定性,通过注浆加固以后,破碎岩体的整体强度以及塑形显著增大,并在同时使得围岩受力更为平稳,达到了提高支护效果目的;

②注浆浆液在破碎岩体内错综复杂裂隙中扩展,从而形成结构不规则的骨架,虽然形成的骨架结构强度会略低于破碎岩体,但是可以起到较好的固结效果;注浆材料形成的不规则骨架具有较强的韧性以及粘结性,与破碎岩体能够同时抵抗外界作用力,即便破碎岩体出现一定变形也不会出现破坏的现象,从而较大幅度的减少了安全事故的发生率。

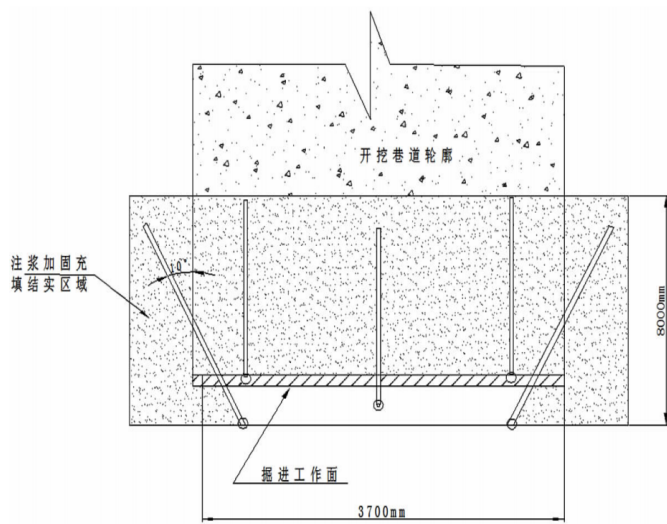
2.2 注浆孔布置

在3205运输巷过采空区期间在掘进迎头顶板以及两帮位置均布置注浆孔,其中顶板布置2个注浆孔(编号1#、2#),注浆孔孔深均为8000mm,钻孔间隔2000mm、仰角12°,钻孔终孔距离巷道顶板1600mm;两帮均布置1个注浆孔(钻孔编号4#、5#),孔深8000,钻孔均

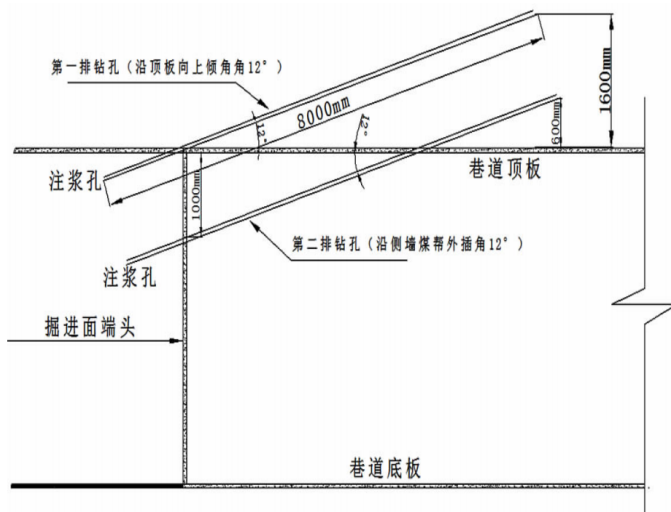
外插10°,钻孔终孔距离巷道顶板600mm;在中部距离顶板钻孔1000mm处布置1个注浆钻孔,孔深8000mm、仰角12°,具体的巷道迎头内注浆钻孔布置图,详见图2所示。注浆加固完成后巷道允许掘进5m,后再掘进迎头布置下一循环注浆钻孔,确保两个循环注浆钻孔间有3m重叠加固的距离。



(a) 钻孔开孔图



(b) 注浆孔平面图



(c) 注浆孔剖面图

图2 注浆钻孔布置示意图

钻孔注浆量可以根据经验按公式来确定,依据现场条件计算得到单个注浆循环注浆量为 12.5m^3 。注浆钻孔施工时应该严格的按照设计方案来执行,钻孔采用风钻或者地质钻进行钻进,孔径统一为 42mm 。注浆钻孔施工完成以后,再进行仔细的检查,在合格以后才可进行封堵注浆,如果出现不合格的问题,则在邻近位置重新施工钻孔。在注浆孔施工完成以后,将注浆管塞入到注浆孔中并且要固定好,封孔选用适合和专用的封孔器,避免出现注浆时浆液外溢的情况。具体注浆时的操作工艺,主要分为以下几个步骤:

①将注浆泵置于注浆点合适位置,确定工作缸与巷道底板平直,确保注浆泵可以实现持续平稳的运行;

②注浆泵连接风管时,应该确保安全可靠,不漏风,具体的连接工作应该安排 2 个人进行;

③在注浆孔初始注浆时,将材料水胶比确定为 $0.15\sim 0.35:1$,并且要根据后续注浆效果来适当的调整水胶比;

④安装注射器,在关闭启动阀门以后,注浆人员应该快速的接入至注射器,将预先搅拌混合均匀的注浆浆液由注浆泵注入至钻孔内,在此期间还应该确保连接压风管路的 U 型卡密闭性;

⑤在完成注浆工作之后,注浆人员应该等待一段时间,以便能够更好的掌握注浆浆液凝固,以及破碎围岩胶结效果。

2.3 注浆加固材料及设备

注浆选择的加固材料为无机加固材料(安固儿 KDG),该种材料是按照一定水胶比混合而成,在注浆加固期间,可以通过调整水胶比来调整反应时间、强度,从而以此更好的提升注浆加固效果。具体选择使用的无机加固材料性能参数,详见表 1 所示。

表 1 注浆加固材料性能参数

反应温度 / $^{\circ}\text{C}$	竖向膨胀率 /%	1d 抗压强度 /MPa	3d 抗压强度 /MPa	30min 截锥流动度 /mm	固结时间 /min	防火等级	水料比
50 以内	0.1~3.5	20 以上	40 以上	290 以上	5~300	不燃	0.35~0.45:1

注浆使用型号 2ZBQ-5/12 双液注浆泵,该注浆泵具有注浆压力大、性能可靠等优点,在煤矿井下注浆加固中应用较为普遍,具体注浆泵技术参数见表 2 所示。注浆配套使用的注浆管长度为 $3000\sim 6000\text{mm}$ 、管径 1 寸钢管,压力表选择使用 YK-1 抗震压力表,直径 10mm 高压软管以及人字形三通混合器。

表 2 注浆泵技术参数

排量 /(L/min)	浆液组 分比	进气压力 /MPa	注浆压力 /MPa	整机重量 /kg	作用类型	噪音等级 /dB
20	1:1~4	0.2~0.8	0~20	90	柱塞	95

3 注浆加固效果分析

在 3205 运输巷过采空区期间,所采用的是超前注浆方式来对破碎岩体进行加固,注浆浆液在采空区破碎岩体经过扩展之后,形成网络结构体,从而使得原本破碎、松散的煤岩体,胶结为强度以及稳定性均成为相对较高的整体;同时,巷道掘进后围岩受力更趋平稳。在巷道中进行采空区内的掘进开采时,顶板以及巷帮没有再出现漏顶、冒顶或者片帮等各种情况,所采用的工字钢架棚方式,可以实现巷道围岩有效控制。通过超前注浆加固可以为 3205 运输巷掘进过采空区创造相对良好的条件。

4 总结

3205 运输巷在开采掘进期间,会遇到老窑的采空区,由于采空区内存在岩体破碎、分布无规则、完整性,以及强度较低等情况,在采空区内进行掘进的期间,容易出现冒顶、漏顶以及片帮等安全隐患事故,这就给巷道掘进的安全带来较大的威胁,为此,经过分析研判,提出了采用超前注浆的方式,来对采空区内破碎煤岩体进行加固。

依据现场的实际条件,相关技术人员对超前注浆钻孔布置方案以及注浆加固参数等进行优化设计。在经过现场应用以后,巷道在采空区内掘进过程中,未再出现冒顶、片帮、漏顶等情况,巷道围岩始终保持稳定,通过超前注浆为巷道掘进创造相对良好的条件。

参考文献:

- [1] 郝鹏鹏.综采工作面回采巷道维护技术研究[J].机械管理开发,2021,36(11):191-192.
- [2] 于国华.近距离采空区下底板破坏机制与巷道差异性支护技术[J].山东煤炭科技,2021,39(11):8-9+12+15.
- [3] 黄华,任仲久,秦政.沙坪煤业上覆小窑隐蔽采空区探测及灾害防治技术研究[J].煤炭工程,2021,53(11):86-90.
- [4] 周若茜,王宏图,舒才,楚涛.采动影响下采空区侧向煤体卸压效应研究[J].煤矿安全,2021,52(11):154-158.
- [5] 王恩博.采空区下近距离煤层回采巷道合理位置选择[J].煤,2021,30(11):1-3.
- [6] 靳敏捷.通合煤业 2103 掘进工作面过采空区超前预注浆技术研究[J].煤矿现代化,2021,30(06):6-8.
- [7] 闫蹬杭.邻近采空区巷道掘进工艺和支护技术优化研究与应用[J].煤矿现代化,2021,30(06):70-74.
- [8] 裴春敏.近距离煤层采空区下综放面回采巷道支护研究[J].江西煤炭科技,2021(04):102-103+106.

作者简介:

彭海朝(1992-),男,汉族,山西省怀仁市人,2009.07 毕业于山西省雁北煤炭工业学校,采矿技术(综合机械化采煤),中专,2016 年 1 月毕业于太原理工大学,采矿工程专业,本科,助理工程师,主要从事煤炭开采工作面。