

某矿原切眼段切顶留巷围岩变形机理及防控技术

杜斌斌

(山西兰花科技创业股份有限公司大阳煤矿分公司)

摘 要:某煤矿 21304 工作面采用切顶沿空留巷技术,至安全回采留巷 584m 时,为降低工作面排水成本,陆续对底板排水孔进行注浆封闭,从而导致原切眼段留巷迅速产生了较大变形。本文以上述问题为背景,对原切眼段切顶留巷围岩变形机理及防控技术进行了研究。结果表明:原切眼段留巷围岩变形受注浆封孔导致底板水压增大、积水导致底板吸水膨胀、支承压力降低区应力环境和巷道围岩完整性差等因素影响,其中底板排水孔注浆封闭导致底板水压升高是该段巷道变形的主要原因,巷道顶底板移近量以底鼓量为主,在此期间产生的底鼓量是顶板下沉量的两倍之多。提出了“重新疏通排水孔、加大支护强度、提高区域排水能力和矿压及排水量监测”等防控措施,有效控制了围岩变形,巷道卧底返修后能满足下一工作面使用要求。

关键词:切顶留巷;底板水压;变形机理;防控技术

1 引 言

沿空留巷技术是科学采矿的重要方向之一,提高资源回收率,实现 Y 型通风,解决工作面上隅角瓦斯积聚的问题,还能实现煤与与瓦共采,具有明显的技术和安全优势。目前,最普遍的沿空留巷技术是随着工作面的推进,沿顺槽采空区侧边缘进行巷旁支护,从而保留住原顺槽巷道,作为下一工作的回采

顺槽使用^[1-4]。

何满潮院士及其团队提出了一种新型的切顶沿空留巷技术^[5-8],利用采空区矸石自承上覆岩层,省去了巷旁充填体,提高了经济效益,且不影响工作面回采速度,更能适应高强度开采。切顶沿空留巷技术原理如图 1 所示,采用恒阻大变形锚索进行顶板加强支护,并进行双向拉伸聚能爆破^[9]以预裂顶板,工作面回采以后,紧贴切缝线布置单体支柱和工字钢进行挡矸支护,采空区顶板沿切缝面自动垮落形

成巷帮,采空区矸石压实稳定后留巷完成。

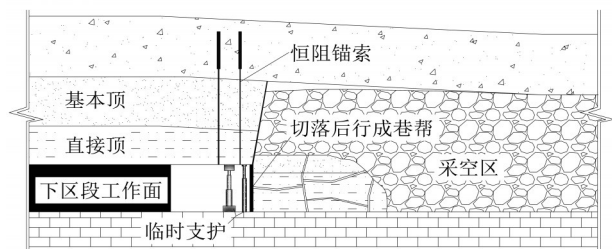


图1 切顶留巷技术原理图

切顶沿空留巷技术最初在浅埋薄煤层中得到了成功应用,随着该技术的发展,得到成功应用的煤层埋深及厚度都逐渐增加,从浅埋薄煤层到浅埋中厚煤层、浅埋厚煤层,深度也从浅部矿井逐渐发展到中埋、深部矿井。该技术逐步发展的过程同样也是一个探索的过程,在所难免的在围岩变形机理、控制技术等方面遇到了较多问题。笔者以我国首个深部切顶留巷工作面为研究背景,研究了该工作面原切眼段切顶巷道变形机理,并提出了相应的防控技术,为类似地质条件下的切顶留巷提供了一定的指导意义。

2 工程背景

某煤矿位于河南省永城市老城东侧,21304工作面为二水平十三采区首采面,工作面切眼长度180m,顺槽长度1460m,埋深835~915m,煤层倾角整体较平缓,平均约 3° ,煤层厚度2.6~4.3m,平均3.0m。煤层直接顶为泥岩,平均厚度2.8m;老顶由均厚为3.7m的细粒砂岩和均厚为5.2m的粉砂岩组成;直接底为砂质泥岩,平均厚度0.8m,老底由均厚为3.2m的粉砂岩和均厚为9.1m的细砂岩组成。

21304工作面主采二2煤层,二2煤层下方约30~40m奥陶系灰岩,是煤层底板主要含水层,富水性强,水压大,为防止底板突水事故的发生,在滞后切眼93m布置了放水钻场(见图2),共设计有六个放水钻孔,用以释放底板灰岩水,降低底板水压。

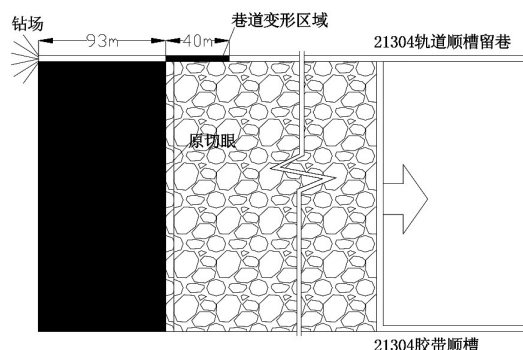


图2 巷道及钻场平面布置图

21304工作面主采二2煤层,二2煤层下方约30~40m奥陶系灰岩,是煤层底板主要含水层,富水性强,水压大,为防止底板突水事故的发生,在滞后切眼93m布置了放水钻场(见图2),共设计有六个放水钻孔,用以释放底板灰岩水,降低底板水压。

21304工作面自开展放水试验工作以来,经持续放水,太原组上段灰岩水压大幅下降,工作面累计回采留巷584m,工作面在此期间无涌水、渗水现象,实现了安全生产。为防止孔口管锈蚀断裂导致发生孔口管事故,同时为减少工作面排水费用、减轻工作面的排水压力,2016年7月31日起开始逐渐对放水钻孔进行注浆封孔,截止8月18日,分别对1#、4#、5#放水孔完成了注浆封孔,剩余2#孔塌孔无水、3#孔水量较小,闸阀关闭。放水孔注浆封孔期间6#观测孔水压上升,最大时水压达7.8MPa。8月19日零点班现场作业人员汇报21304切顶留巷通尺1420m~1460m段(原切眼段,见图2)出现严重变形,直至8月20日零点班该段巷道仍在缓慢变形,最终趋于稳定后留巷巷高最低处仅剩1.2m。

3 原切眼段切顶巷道变形机理分析

通过现场调研、工程地质分析和理论计算,可得出原切眼段切顶巷道变形机理主要有以下几个方面:

- (1)排水孔注浆封孔打破原有应力平衡状态

如图3所示,该段巷道在注浆封孔前已稳定数月之久,留巷后已重新达到了新的应力平衡状态。钻场排水孔注浆封孔导致底板水压升高,高水压通过煤层底板岩石裂隙作用于巷道底板,使原有的应力平衡被打破(8.19日),是巷道变形的主要因素,应力重新分布后又达到了另一个应力平衡状态(8.25日),巷道围岩变形重新趋于稳定。再次稳定后,巷道顶底板移近量以底鼓量为主要,在此期间产生的底鼓量是顶板下沉量的两倍之多。

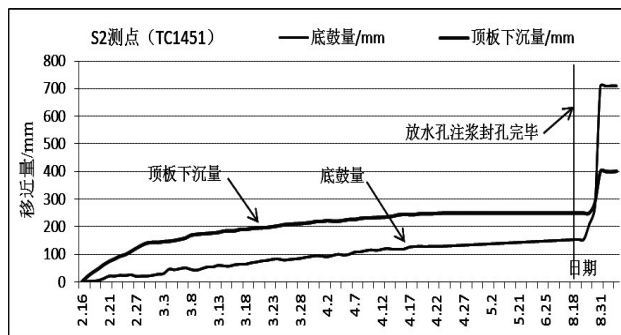
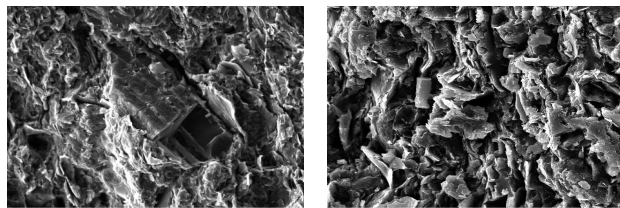


图3 围岩变形曲线

(2) 巷道积水导致底板岩层吸水膨胀性底鼓

21304工作面轨道顺槽底板以泥岩、砂质泥岩和粉砂岩为主,采用电子显微技术对底板岩石的微观结构和矿物成分进行测试分析,电镜扫描结果如图4所示。



(a) 砂质泥岩 1030倍 (b) 粉砂岩 2390倍

图4 围岩电镜扫描结果

从扫描结果可知:砂质泥岩呈现鳞片状,具有少量粒状孔隙和微裂隙,粒间可观察到被方解石和伊利石填充的裂隙,呈絮状分布;粉砂岩可观察到微裂隙和粒表溶蚀孔,孔中充填较多蒙脱石、伊-蒙混合物,具有无序混层排列特征和煤层束状结构。

因此,从分析结果可知:底板岩层裂隙较发育,且含有较多伊-蒙混合物、蒙脱石和伊利石等吸水性矿物成分。

钻场放水孔注浆封孔后,导致底板水压升高,21304轨顺老切眼处及该区域采空区局部底板渗水,涌入巷道,而21304轨顺通尺1420~1460m地势低洼,该段巷道长时间具有大面积的积水,底板中亲水性较强的粘土矿物具有遇水膨胀的特性,在长时间的浸水条件下,膨胀性显著,从而导致底板产生一定的吸水膨胀性底鼓。

(3) 支承压力降低区应力环境

根据研究可知^[10]:工作面回采后,底板应力沿走向(回采推进方向)可形成应力升高区、应力降低区和应力恢复区三个区域,如图5所示。

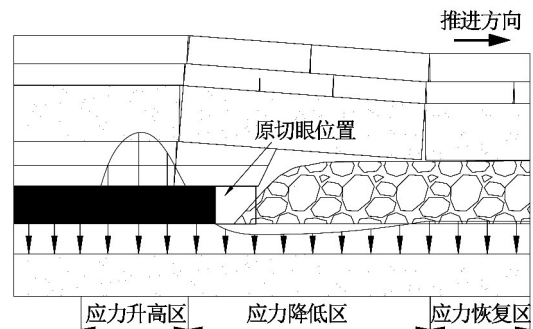


图5 采场走向应力分布

在原切眼附近的切顶留巷底板处于应力降低区,排水孔注浆封孔后导致底板水压升高,应力降低区留巷底板率先成为能量释放的通道,产生底鼓变形。因此,支承压力降低区的低应力环境为底鼓和巷道变形提供了条件,具有一定的诱导因素。

(4) 巷道围岩完整性差

该段巷道围岩较破碎,围岩完整性差,在21304工作面未回采前已发生较大变形,在底板水压增大后更易打破原来的应力平衡,完整性较差的围岩进一步产生变形。

4 防控技术

针对21304轨道顺槽原切眼处留巷严重变形问题,结合现场工程地质条件,经研究决定制定以下防控技术措施:

(1)重新疏通排水孔进行排水,以减弱巷道底板水压。将已封孔完毕的1#、4#、5#排水孔重新进行疏通,3#排水孔闸阀重新打开,通过排水孔释放底板灰岩水,减弱巷道底板水压,降低该段巷道变形的力源。

(2)加大该区域的支护强度。该段巷道在发生变形后,立即通过打木刹,单体支护等方式加大该区域支护强度,并对顶板破碎地段进行加固,控制巷道变形进一步扩大,防止安全事故的发生。

(3)提高区域排水能力。对该区域两处泵坑排水设施进行全面检修,并增加热备用水泵,同时将工作面原有的两趟6吋直排钢管进行改造,实现四台多级泵各连一趟6吋排水管,增加水泵排水效率,保证具备不小于300m³/h排水能力,在工作面出水后具备一定的抗灾能力,并及时将该区域巷道积水排净、疏干,避免底板岩层长时间处于浸水环境中。

(4)矿压及排水量监测。观测巷道围岩变形情况,加强排水管理,对沿空留巷段及工作面出水情况进行巡查,发现异常情况及时向矿调度室汇报。

在上述技术措施下,该段巷道围岩变形迅速得到控制,出水量趋于稳定,巷道卧底返修后仍能满足下一工作面使用要求。

5 结论

(1)原切眼段切顶巷道变形有以下几个因素:注浆封孔导致底板水压增大;积水导致底板产生吸水膨胀性底鼓;支承压力降低区应力环境;巷道围岩完整性差。

(2)水孔注浆封孔打破原有应力平衡状态是该段巷道变形的主要因素,巷道顶底板移近量以底鼓量为主,在此期间产生的底鼓量是顶板下沉量的两倍之多。

(3)采用“重新疏通排水孔、加大支护强度、提高区域排水能力和矿压及排水量监测”等防控措施,有效控制了围岩变形,巷道卧底返修后能满足下一工作面使用要求。

参考文献:

- [1]. 华心祝. 我国沿空留巷支护技术发展现状及改进建议[J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(12): 78-81
- [2]. 柏建彪, 周华强, 侯朝炯, 等. 沿空留巷巷旁支护技术的发展[J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2): 59-62.
- [3]. 马立强, 张东升, 陈涛, 等. 综放巷内充填原位沿空留巷充填体支护阻力研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(3): 544-550.
- [4]. 康红普, 牛多龙, 张镇, 等. 深部沿空留巷围岩变形特征与支护技术[J]. 岩石力学与工程学报,
- [5]. 张国锋, 何满潮, 俞学平等. 白皎矿保护层沿空切顶成巷无煤柱开采技术研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2011, 28(4): 511-516.
- [6]. 高玉兵, 杨军, 何满潮, 等. 厚煤层无煤柱切顶成巷碎石帮变形机制及控制技术研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2017, 36(10): 2492-2502.
- [7]. 孙晓明, 刘鑫, 梁广峰等. 薄煤层切顶卸压沿空留巷关键参数研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2014, 33(7): 1449-1456.
- [8]. 刘小强, 张国锋. 软弱破碎围岩切顶卸压沿空留巷技术[J]. 煤炭科学技术, 2013, 41: 133.
- [9]. 何满潮, 曹伍富, 单仁亮, 等. 双向聚能拉伸爆破新技术[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(12): 2047-2051.
- [10]. 钱鸣高, 石平五, 许家林. 矿山压力与岩层控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2010.