切顶卸压无煤柱沿空留巷技术应用研究

于晓伟
（冀中能源邯郸矿业集团矿山分公司，河北 邯郸 056000）

摘 要：采用切顶卸压的方式实现沿空留巷，能够有效减小留巷顶板的受压状况，延长留巷的使用期限，降低后期使用期间的维护成本。

关键词：切顶卸压；留巷顶板；受压；成本
【DOI】10.12231/j.issn.1000-8772.2021.04.000

1 引言

现阶段我国煤炭资源的回采方式主要为长壁采煤法，长壁开采一般需要留设煤柱进行护巷。为了提高煤炭资源回收率，沿空留巷、无煤柱开采技术的大力发展无疑会成为今后煤矿开采技术发展的主要方向。

本文以冀中能源陶二煤矿-258 水平的 1223 工作面皮带巷留作 1225 工作面回风巷对留巷技术进行探讨研究。

2 概况

本面 2# 煤层直接顶板为粉砂岩，厚度 0~5.20m，平均厚约 3.0m，黑色，灰黑色，富含植物茎叶化石，水平层理，含泥质。老顶细砂岩，厚度 12.40~24.20m，平均厚 19.00m，灰色，以石英为主，长石，暗色矿物次之，含白云母片和大量泥质团块。工作面顶板大部分裂隙不发育，只有在断层附近发育有少量的张性裂隙。

3 切顶卸压理论计算

由于工作面回采过程中支架前移，工作面后方顶板岩层失去支撑，巷道采空区侧的直接顶在自重及巷道支护的作用下，出现一次台阶式破断，留巷顶板由于直接顶垮落及基本顶下沉的带动，巷道变形较大。通过定向预裂爆破将顶板沿预定方向提前切断，从而减小来自采空区顶板垮落带来的压力。

3.1 预裂爆破设计

采用双向聚能爆破预裂技术，将炸药装在两个设定方向有聚能效应的聚能装置中，炸药起爆后，炮孔围岩在非设定方向上均匀受压，而在设定方向上集中受拉，依靠岩石抗压怕拉的特性，使岩石按设定方向拉裂成型，从而实现被爆破体按设定方向张拉断裂成型。

爆破参数主要包括孔深、孔距及爆破切缝长度，主要受现场围岩条件控制。另外预裂切缝钻孔深度与采高、顶板下沉量及底臌量有关，通过如下方式确定：

$H_{缝}=(H_{煤}-\Delta H_1-\Delta H_2)/(k-1)$

式中：ΔH_1：顶板下沉量，m；ΔH_2：底臌量，m；k：碎胀系数，1.3~1.5。

根据顶板岩性，K 取 1.40，在不考虑底臌及顶板下沉的情况下，工作面煤层厚度 $H_{煤}$ 为 2.8m 时，计算得切缝的基准深度 $H_{缝}$=7m。综合考虑上述计算结果，同时根据钻孔柱状图岩层状况以及孔的倾斜情况分析，预裂切缝孔深度设计为 $H_{缝}$=8m。

通过 1223 工作面顶板岩性判断，留巷顶板直接顶为厚度 4m 的粉砂岩，老顶为厚度 19m 的砂岩。采空区顶板冒落高度（切缝孔深）约为 8m，这样既能保证回采前巷道变形小，也能确保回采后顶板沿预定切缝垮落。

3.2 巷道支护设计

工作面推进过程中，工作面超前段会受到超前压力的影响。在预裂切缝爆破之前，先对留巷顶板进行锚索+W 钢带加固支护，锚索长度要大于切缝深度，取 10m。

工作面开采后，顶板开采垮落，且从垮落到稳定需要一定的时间，因此距工作面较近的架后区域不仅需要进行顶板支护，还需进行挡矸支护。为了防止周期来压时顶板垮落岩石冲入巷道，工作面支架后方留巷段内采用密排木点柱挡矸支护。留巷段受采空区动压影响明显，顶板压力较大。因此，在架后留巷段内，顶板需要临时加强支护，采用单体液压点柱配合铰接梁进行支护，沿巷道方向打设两排。

3.3 巷道支护强度验算

按悬吊理论进行验算，顶板被悬吊岩石的重量为：

$W=L\times B\times H\times r$

其中：B-巷道宽度，取 4.2m；H-被悬吊岩石的厚度，取 4m；r-被悬吊岩石的容重，取 25kN/m³；L-巷道长度，取 1.6m；得出每 1.6m 被悬吊岩石重量为 672kN。

锚索的支护强度计算：

$P=N_1\times P_{1524}+N_2\times P_{178}$

其中：N_1-1.6m 长巷道 φ15.24*8000mm 锚索的个数，取 5；P_{1524}-φ15.24*8000mm 锚索的最低破断力，取 230kN；N_2-1.6m 长巷道 φ17.8*10000mm 锚索的个数，取 2；P_{178}-φ17.8*8000mm 锚索的最低破断力，取 360kN；得出每 1.6m 长巷道锚索的悬吊强度为 1870kN；

得出：$P\geq kW$

K-安全系数，取 2。

所以支护强度满足要求。

4 施工设计

工作面巷道切顶卸压总体施工过程分为四个步骤：

回采前顶板加固→顶板预裂爆破→架后挡矸支护→架后留巷补强支护。

4.1 回采前顶板加固

按设计对顶板进行锚索+W 钢带进行支护，在托盘和钢带之间加设一块 200*200mm 厚度不小于 20mm 的木质托盘，在巷道变形初期施加较大的预紧力并在巷道变形时适应巷道的变形控制爆破后顶板下沉。

4.2 顶板预裂爆破

按照设计要求，以巷道中线为基准，沿采煤侧巷道顶板准确标出各钻孔位置，钻孔开孔位置位于拟留巷巷道采空区边缘一侧，呈一条直线，深度 8000mm，与垂直方向夹角为 15°，孔间距 800mm。采用 MQ130 锚杆钻机，配合 45mm 的合金钻头进行施工钻孔。

①在施工完的爆破钻孔中安装 BTC-1500 型聚能管，外径 42mm，内径 36.5mm，管长 1500mm，每钻孔安装 4 根聚能管，聚能管捅到孔底。②在聚能管中放置矿用三级乳化炸药，每孔 12 卷，药包外径 Φ32mm，长 300mm。每个聚能管设置一个雷管。③孔口用炮泥封孔，封孔长度不低于 2000mm。④按照煤矿操作规程规定设置安全放炮距离，组织爆破工作。

4.3 架后挡矸支护

待工作面推过后，及时在工作面支架爆破切缝侧进行挡矸支护，在靠近采空区侧打设木点柱，并挂上钢筋网；为防止漏风现象发生，采取在钢筋网铺设风筒布对采空区侧封闭风筒布相互搭接 300mm，亦可采取喷射混凝土的方式进行更有效的封闭。

4.4 留巷补强支护

工作面推采过后，在架后留巷段打设单体柱配合铰接梁进行补强支护。顺巷道方向打设两排单体柱，排距 1000mm，柱距 1000mm。

5 结束语

沿空留巷作为实现无煤柱开采的主要措施，在应用中有很多种实现的技术方法，采用何种技术应当因地制宜，需要进一步探索、研究。采用切顶卸压的方式，能够有效提高采空区顶板垮落程度，从而减小采空区老顶悬臂梁对巷道的压力，延长留巷的使用期限，降低后期维护的成本。

参考文献

[1]丰建刚.煤矿采煤掘进工作中高强支护技术的应用分析[J].中国石油和化工标准与质量，2019，39(22)：241-242.