# 异形断面短臂梁卸压效应模拟分析

来源：网络 作者：梦中情人 更新时间：2024-01-15

*摘要：为解决小河嘴煤矿留煤垛护巷矿压显现剧烈的难题，文章对工作面回采后巷道顶板支承结构进行了分析，采用FLAC 2D数值软件模拟了普通爆破与定向聚能爆破效果，然后对小河嘴矿202\_工作面风巷进行了巷旁留煤垛护巷与卸压短臂梁沿空留巷模拟对比...*

摘要：为解决小河嘴煤矿留煤垛护巷矿压显现剧烈的难题，文章对工作面回采后巷道顶板支承结构进行了分析，采用FLAC 2D数值软件模拟了普通爆破与定向聚能爆破效果，然后对小河嘴矿202\_工作面风巷进行了巷旁留煤垛护巷与卸压短臂梁沿空留巷模拟对比研究，提出了小河嘴煤矿202\_工作面运输巷卸压短臂梁沿空留巷工艺。

关键词：异形断面；聚能爆破；卸压短臂梁；沿空留巷；工作面回采；巷道顶板支承

1 概述

小河嘴煤矿开采深度为500～600m，该水平煤层均为近距离倾斜煤层，两主采煤层间距平均为0.66～1.93m。其中202\_工作面在煤层回采过程中采用留煤垛护巷沿空留巷方式，工作面回采过后，用矸石砌筑封堵豁口，减少漏风。采用该方式留巷后煤墩及矸石砂浆带出现巷旁充填体压裂、片帮、底鼓等现象，但采用留设煤墩支护方式由于工作面回采后顶板垮落不充分，悬顶严重，顶板形成长臂梁结构，以煤垛和矸石砂浆带及巷道实体煤帮作为支承体，上覆岩层重力在煤垛和矸石砂浆带形成应力集中，并在巷道周围形成剧烈的矿山压力显现，巷道填充体发生破裂，顶板破碎，底臌和片帮严重，多处锚索出现失效的现象，需进行二次返修，但返修工程量大、成本高，在当前煤炭经济不景气的情况下，极为拖累企业效益。因此需要通过一定的技术手段将顶板长臂梁变为短悬臂梁，取消巷旁支承体，以期消除巷道周边应力集中，实现巷道顶板、两帮及底板卸压。需要进行近距离大倾角煤层切顶卸压沿空留巷技术实践，以期实现无巷旁充填沿空留巷。卸压短臂梁沿空留巷是在本工作面回采同时，采用定向预裂爆破切顶、巷内支护等技术手段，沿空自动成巷。因此，本文用FLAC 2D数值模拟软件，研究普通爆破与定向预裂聚能爆破效果，卸压短臂梁聚能爆破孔最佳深度，研究分别采用留煤垛护巷及卸压短臂梁沿空留巷一系列技术手段对工作面回采矿压分布影响、其围岩在本工作面回采时受采动及老顶周期来压等影响因素下变形与稳定情况，得出留煤垛护巷及切顶卸压自动成巷矿压显现规律，并进行模拟结果对比分析，提出202\_工作面切顶短臂梁设计方案并进行现场工程应用。

2 数值模拟分析

2.1 矿井概况

小河嘴煤矿卸压短臂梁留巷位于201采区南翼202\_工作面。北以工作面保安煤柱为界。南以开切眼为界，走向长为754m，倾向长为114m，煤层平均倾角为25°。工作面煤层平均厚度为0.35～0.57m，煤层采高为0.5m，直接顶为灰色粉砂质泥岩，局部存在伪顶，厚度为5.2m，底板为深灰色泥质砂岩，节理发育，厚度为5.46m。202\_工作面采用走向长壁后退式综合机械化采煤法。工作面初次来压步距为25～30m，工作面周期来压不显现。

2.2 切顶支护数值模拟

2.2.1 常规爆破与双向聚能爆破效果模拟。采用FLAC 2D数值模拟方法进行常规爆破与双向聚能爆破效果模拟分析。常规爆破和聚能爆破的破岩效果的数值模拟结果。相比常规爆破，聚能爆破破岩能力提高50%以上，同时抑制其他方向裂纹的扩展，破碎圈范围减小30%以上，可有效减少围岩的爆破损伤，提高巷道成型质量。

2.2.2 卸压短臂梁聚能爆破孔合理深度模拟。由FLAC 2D数值模拟切缝深度模拟结果可知切缝深度为4m时，顶底板及两帮位移量最小，塑形破坏区区范围最小，塑形破坏程度最低，应力集中程度最低，短臂梁卸压效果最明显，因此最佳切缝深度为4m。

2.2.3 留煤垛护巷方式与切顶留巷方式模拟。对202\_工作面留煤垛护巷方式和202\_工作面卸压短臂梁留巷方式进行对比模拟分析。巷道几何模型、地质界面的生成均在FLAC 2D中形成，根据2118工作面煤岩柱状图，通过室内实验得出。

留煤垛护巷模拟效果：由于巷道顶板垮落后形成长臂梁支承结构，有塑性变形可以看出异形断面巷道高帮侧顶板出现拉伸和剪切破坏，造成巷道顶板垮落下沉，未垮落的已形成挤压外鼓，高帮肩部煤垛及矸石砂浆构筑的充填体来压明显，破坏严重，巷道高帮沿空侧片帮鼓出严重，变形量大，巷道低帮出现应力集中严重，极易出现片帮、炸帮等破坏现象。卸压短臂梁沿空留巷模拟效果：通过在巷道顶板及表面布置测点结合数值模拟垂直位移对202\_工作面运输巷进行位移模拟观测，结果显示顶板浅部最大离层为15cm，深部最大离层为12cm；巷道顶板表面最大变形量为44cm，平均为13cm；两帮表面测点移近量为28cm。由于巷道顶板垮落后形成短臂梁支承结构，可以看出巷道顶板垮落下沉量明显减小、表面剪切拉伸变形破坏减弱、高帮片帮现象消失。

3 工程应用

3.1 切顶卸压沿空留巷工艺

该技术的关键步骤是采用恒阻大变形锚索，卸压短臂梁超前预裂爆破，采空侧单体支护。根据数值模拟结果及得出的巷道矿压显现规律，设计202\_工作面运输巷沿空留巷设计参数。运输巷巷道断面为异形断面：下宽为3.0m，巷道中高为2.5m。支护方式为锚杆+恒阻大变形锚索支护+钢筋梯+钢筋网联合支护形式。

3.1.1 切缝爆破参数：（1）超前工作面20m进行预裂爆破，具体参数为炮孔距煤壁为200mm，炮孔间距为600mm，炮孔深度为4m，倾角与垂线成20°倾向采空区；（2）聚能管长度为1m，内径为35mm，外径为42mm，聚能孔间距为4mm，每孔安装两根聚能管；（3）炸药采用煤矿用三级水胶炸药，炸药采用空气间隔装药，装药形式为“3+3”方式，每根聚能管装3根炸药，采用黄泥封孔，封孔长度不得小于1.5m；（4）采用50mm钻头一次性成孔，炮孔要求笔直，有利于聚能管安装，炮孔施工时要严格控制炮孔的倾斜角度，钻孔完成后需进行炮孔倾斜角度和炮孔平直度评估，保证爆破能量沿着巷道方向进行。 3.1.2 锚索补强支护参数。在原有支护基础上，补打恒阻锚索进行补强支护：（1）锚索L6300mm×Φ15.24mm，锚固剂采用中速药卷，药卷数量不得少于3根，采用300mm×300mm托盘，厚度10mm，中间留设60mm孔；（2）巷道布置双排锚索，采空区侧锚索排距为1.6m，巷道中央锚索排距为2.4m。

3.1.3 卸压短臂梁动压支护参数：（1）超前工作面20m范围内用HDJA-1000金属铰梁配合DZ18-25/80单体液压支柱加强支护，设置双排单体支柱，间排距为1m×1m；（2）工作面后20m内，采用加密单体支护支柱方式支护，共设置3排单体支柱，单体支柱间距为1m。采空侧单体支柱间距为500mm，单体支柱之间加设工字钢，同时在单体支柱外侧铺设方形钢筋网用于挡矸，单体柱采用“两柱一梁”形式，钢梁为1.2m长铰接梁，其余两排单体排距为1m；（3）液压单体支柱的初撑力不得小于25MPa。

3.2 切顶卸压沿空留巷效果

通过对顶板离层和巷道变形观测显示，顶板最大离层量为17cm，顶板局部发生破碎，但最大沉降量为42cm，平均仅为14cm；巷道帮部移近量为21cm。工作面推过40m以后，巷道变形基本稳定，监测数据稳定。监测站监测结果与模拟测点监测结果基本一致，较好地揭示了切顶短臂梁巷道矿压显现规律。巷道断面较为稳定，断面高度1.7m，可以行人，能满足Y型通风需要。

4 结语

小河嘴煤矿采用卸压短臂梁留巷技术取得显著效果：（1）改变通风方式，由原来U型通风改为Y型通风，避免了由于煤柱留设造成瓦斯突出，降低上隅角瓦斯超限的风险；（2）由于卸压短臂梁技术为无煤柱开采，减少由于煤柱留设造成的应力集中，巷道变形小，保持巷道稳定，减少了底臌、顶板破碎等情况，减少二次返修，利于安全生产，具有很好的社会效益；（3）返修量小，且降低返修成本，同时避免返修期间窝工情况，提高劳动生产率，由于无煤柱开采减少煤炭资源的浪费，具有很好的经济效益。

参考文献

[1] 何满潮，孙晓明，景海河.软岩工程力学[M].北京：科学出版社，202\_.

[2] 钱鸣高，石平五.矿山压力与岩层控制[M].徐州：中国矿业大学出版社，202\_.

[3] 张国锋，何满潮，俞学平，黄正谷.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，202\_，（4）.

[4] 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，202\_，41（增）.

[5] 张国锋.切顶卸压沿空成巷机理及关键技术研究[D].中国矿业大学（北京），202\_.

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！