

# 淮南矿区工作面岩层移动数值模拟及其地面井的破断影响分析

## Strata Displacement Simulation in Huainan Mining Area and Its Effect Analysis of the Surface Well

韩洁

Jie Han

徐州市铜山区科源测绘服务有限公司  
中国·江苏 徐州 221100  
Xuzhou Tongshan Keyuan Surveying and  
Mapping Service Co., Ltd.,  
Jiangsu, Xuzhou, 221100, China

**【摘要】**以淮南矿区部署采动区煤层气地面井的工作面为原型,利用 FLAC3D 模拟分析了采动过程中的工作面平面岩层移动变化规律,阐明了不同条件下岩层位移对井孔失稳的影响。

**【Abstract】**Based on the working face of coalbed methane surface well in Huainan mining area, this paper uses FLAC3D simulation to analyze the law of strata movement in the working face during the mining process, and expounds the influence of strata displacement on borehole instability under different conditions.

**【关键词】**岩层位移;数值模拟;井孔破坏;工作面;地面井

**【Keywords】**strata displacement; numerical simulation; borehole damage; working face; surface well

**【DOI】**10.36012/se.v2i1.1182

### 1 引言

数值模拟和物理模拟是对卸压煤层的应力场、位移场等分析有效手段,FLAC<sup>3D</sup> 软件对于应力场和位移场模拟的研究较多,可以分析随工作面推进井孔的破坏和变形等。本文主要采用 FLAC<sup>3D</sup> 软件数值模拟分析同一岩层交界处或同一埋深的平面上,岩层位移变化差异。

### 2 数值模拟方法

主要利用 FLAC 来进行模拟。模型均按图 1 所示进行建模,即模型的工作面推进方向为  $Y$  方向,垂直于  $Y$  方向为  $X$  方向,铅垂线向上为  $Z$  方向。模型均为长方体, $X$ 、 $Y$  方向均有预留煤柱( $M$ )宽度,长方体的长为  $L$ ,宽为  $W$ ,单位均为  $m$ 。对于各个测点的研究,每个观测点的位移均假定为三个方向,其中铅垂线方向上的位移定义为  $z$ ,向下为负,向上为正,平行于推进方向的位移定义为  $y$ ,与推进方向相同为正,与推进方向相反为负,垂直于推进方向位移定义为  $x$ ,工作面推进方向顺时针旋转  $90^\circ$  为正,工作面推进方向逆时针旋转  $90^\circ$  为负。在研究过程中, $x$ 、 $y$  位移即表示横向位移, $z$  位移表示竖向位移,某测点  $x$ 、 $y$  的合成位移量,称为某测点的平面位移,某测点  $x$ 、 $y$ 、 $z$  的合成位移量,称为某点的立体位移<sup>[1-2]</sup>。

本次数值模拟实验采用摩尔-库伦模型。采用平面应变模型分析,即模型边界设定为在  $X$  正负两个方向上约束为 0,

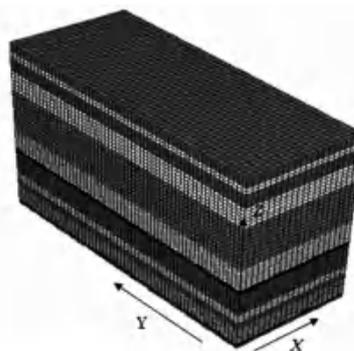


图 1 模型示意图

即模型在这两个边界处变形为 0,在  $Y$  正负两个方向上约束也为 0,在  $Z$  底端边界上约束为 0(使得  $Z$  在正方向可变形,即可向下变形)。模型长度 360m,模型宽度 240m,模型高度 300m。除去前后左右各 30m 的边界,其余为工作面范围,采高均为 4m,即在  $X$  在 30~210m 之间, $Y$  在 30~330m 之间, $Z$  在 6~10m 之间的区域内为整个工作面,整个工作面  $X$  向长 180m, $Y$  向长 300m。 $X$  向 6m/格,分为 40 格; $Y$  向 10m/格,分为 36 格;模型划分矩形块体单元为 79 200 个,网格节点 84 952 个;模型大小适中,便于运算。边界条件、初始应力条件及开挖设置上和前文所建模型一样,模型模拟开挖煤层 A 煤,在  $Z$  方向上位于 6~10m 之间,即采高 4m;模拟的推进速度为 10m/次。

(下转第 57 页)

在核查后会被转变成 DOM 成果,有效地控制测量结果,利用这项技术融合摄影数据和信息,根据测量结果、空中三角测量地形情况,对测量区域的基本特性进行核算,进而实现数据处理和反馈。

### 4.3 DLG 生产及外业操作

DLG 指的是数字线划地图,其主要是利用现有地形图要素采集并保存空间要素关系、基本属性内容。在这一过程中,技术人员需要利用完善的地标信息进行描绘,保存并展现出各项结果,根据空间分析情况提取并显示基本数据,进而实现空间分析目标。从整体角度进行分析,DLG 技术的实用性、智能性比较强,有利于引导航空摄影测量,快速形成专题图像,但自身的数据量相对较少,在很大程度上满足了信息系统的应用要求,为后续数据分析、决策工作提供了支持<sup>[1]</sup>。同时,很多地形领域会受到部分因素的影响,使得目标领域内部位置摄影测量数据不够完善,这时无法利用无人机航空摄影测量技术进行地形图测绘。

### 4.4 相片控制

在地形图测绘过程中,测量技术人员可以利用无人机航空摄影测量技术,掌握测量区域的地形情况,在控制相片时将

无人机航拍、全球定位系统连接起来,确保航空获取数据满足地面实际情况要求,有助于掌握测量区域的地形图,准确记录获取的各项数据,实现数据、信息的完整性和准确性。除此之外,在无人机航空摄影测量过程中,技术人员可以利用相片控制点进行分布和设计,将其和全球定位系统测量技术结合起来,更好地了解城市的地形情况。同时,在分布控制点的过程中,技术人员需要明确点和位置的关系,避免影响后续测量工作。

## 5 结语

综上所述,在新时期测绘行业的发展中,无人机航空摄影测量技术的应用具有重要意义。在无人机航空摄影测量过程中,测绘技术人员利用多角度航空拍摄结果,完成大比例尺的地形测绘工作,结合空中三角测量技术,能够准确、快速地完成地形图测绘工作,这项技术的数据处理成本相对较低、灵活性强,有效地提升工程测绘的整体水平。

### 参考文献

[1]姚俊岭.无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用探讨[J].工程建设与设计,2018(4):267-268.

(上接第 43 页)

## 3 岩层位移的变化规律及其对地面井的影响分析

从已分析的  $x$ 、 $y$ 、 $z$  位移的变化规律来看,竖向位移即  $z$  位移产生地面井井孔的轴向拉伸破坏,由横向位移即  $x$ 、 $y$  位移产生地面井井孔的横向剪切破坏。

竖向位移即  $z$  位移是靠近采区边界的区域位移量相对较小,位于风巷与切眼,风巷与停采线等交点的四个角落, $z$  位移量相对小。位于采区中央的区域位移量较大。剪切挤压破坏,主要由  $X$ 、 $Y$  方向上的位移  $x$ 、 $y$  产生。垂直于推进方向的横向位移即  $x$  位移在采场的水平面上,走向及倾向上分布变化具有差异。在平行推进方向( $Y$  向)上(即倾向上), $x$  位移变化曲线呈现为正弦函数, $x$  位移的最大值约出现在四分之一工作面宽度处,二分之一工作面宽度处  $x$  位移接近于 0。垂直推进方向( $X$  向)上(即走向上), $x$  位移最大值出现在二分之一走向长度处,体现为中间大,两侧小。因此在靠近工作面边界 0~20m 处, $x$  位移相对较小,在距离边界相同距离时,走向上的二分之一长度处  $x$  位移最大,倾向上二分之一宽度处  $x$  位移最小。

## 4 结论

以 FLAC<sup>3D</sup> 数值模拟分析为主要手段,研究了煤层采动过

程中上覆岩层移动变化规律。

①垂直推进方向的位移在采场的水平面上,走向及倾向上分布变化具有差异。在靠近工作面边界 0~20m 处,垂直推进方向的位移即  $x$  位移相对较小,在距离边界相同距离时,走向上的二分之一长度处  $x$  位移最大,倾向上二分之一宽度处, $x$  位移最小。平行于推进方向横向位移与垂直于推进方向的横向位移相比,平行于推进方向横向位移量大于垂直于推进方向的横向位移量。平行于推进方向横向位移( $y$  位移)与垂直于推进方向的横向位移( $x$  位移)的较大的差异体现在, $y$  位移在移动过程中方向发生改变。 $y$  位移在靠近边界 20m 内, $y$  位移会较小,而且转向移动路程也会较短,在距离边界相同的距离时,走向上越靠近走向中线  $y$  位移越大。 $z$  位移是靠近采区边界的区域位移量相对较小。②岩层竖直方向的位移主要对地面井孔产生轴向拉压破坏,岩层横向位移则主要产生剪切破坏。总体而言,越靠近工作面中部,岩层位移造成的剪切破坏可能性越高。靠近采场四周地面井井孔破坏的可能性会降低。

### 参考文献

[1]袁亮,郭华,李平,等.大直径地面钻井采空区采动区瓦斯抽采理论与技术[J].煤炭学报,2013,38(1):1-8.

[2]袁亮,刘业娇,田志超,等.地面垂直钻孔预抽特厚煤层瓦斯数值试验与应用[J].岩土力学,2019(1):1-9.