

Experimental Research on Prediction of Surface Deformation under Different Mining Heights

Chen Li Guanfeng Chang Yongqiang Yuan Zheng Du Gaoming Zhao

School of mining engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan, Anhui, 232001, China

Abstract

Aiming at the surface subsidence caused by the movement of overlying strata in goaf after underground mining. Based on the North expansion area of Yanjiahe Coal Mine, the physical similarity simulation experiments under mining height of 2 m and 4 m were carried out. The fracture characteristics and evolution law of overlying strata in coal seam during mining are analyzed. The characteristic curve of surface deformation after mining is fitted by Logistic model, and the law of surface deformation and subsidence under different mining heights are analyzed. The surface subsidence is predicted.

Keywords

mining subsidence; surface deformation; mining engineering; characters of overburden strata movement; simulation experiment

不同采高条件下地表变形预测的试验研究

李琛 常贯峰 袁永强 杜铮 赵高明

安徽理工大学矿业工程学院, 中国·安徽 淮南 232001

摘要

针对地下矿层开采后, 采空区上覆岩层移动引起的地表沉陷问题。以燕家河煤矿北扩区为基础, 开展了 2m、4m 采高条件下的物理相似模拟试验。分析了煤层上覆岩层在开采过程中的破断特征及其演化规律, 通过 Logistic 模型, 拟合了开采后地表变形特征曲线, 分析了采高对地表变形影响及其下沉规律, 预计了地表下沉量。

关键词

开采沉陷; 地表变形; 采矿工程; 覆岩移动特征; 相似模拟试验

1 引言

煤炭资源是中国的主体能源, 社会的发展离不开煤炭资源的大力支持, 地下煤层开采过程中, 随着工作面的不断向前推进, 采场直接顶在重力及其上覆岩层的作用下向下移动、发生弯曲, 达到承载力极限后发生断裂, 直至垮落, 并充填采空区, 上覆岩层失去支撑便会向下沉降变形^[1-3]。顶板的垮落、覆岩沉降和破坏乃至地表沉陷变形, 是一个开挖、应力重分布、变形和破坏的整体全过程; 地下开采过程中的采场矿山压力、上覆岩层运动, 直至引起地表沉陷变形, 它们之间存在着必然的联系, 是一个统一体的变化、运动过程^[4,5]。

为研究燕家河煤矿北扩区地下矿层开采对地表变形的影响, 通过相似模拟试验预测 2m、4m 两种采高条件下地下煤

层开挖引起的地表变形, 应用 Logistic 模型拟合了开采后地表变形特征曲线, 分析了不同采高条件下地下煤层开采上覆岩移动规律及地表的变形规律, 给出了地表下沉量, 从而评估不同采高条件下地下的煤层开采对地表建筑物的影响。

2 开采沉陷相似模拟试验

2.1 地质条件

中国陕西燕家河北扩区 8 煤为区域内主要可采煤层, 位于延安组下含煤段下部, 下距延安组底界面 1.87~19.66m, 平均厚度为 10m 左右; 上距 5-2 煤层 29.34~58.51m, 平均 47.13m。

2.2 试验方案与制作

试验装置长 3m, 宽 0.3m, 高 1.6m, 四周用钢板进行围护。结合矿区实际情况和模型尺寸, 选取几何相似比为 C,

【作者简介】李琛(1997-), 男, 中国内蒙古包头人, 硕士在读, 从事矿山压力与岩层控制方向的研究。

为 1 : 100, 容重相似比 C_γ 为 0.6, 故应力相似比 C_σ 为 0.006, 时间相似比 C_t 为 1 : 10。位移观测采用拓普康 GPT-7500 型全站仪和三维静态变形测量系统。

模型构建成功后按照煤层岩层倾向及垂直方向布置间隔为 5cm 的网格线, 沿网格线倾向方向, 每 10cm 布置一个位移测点, 倾向上的所有测点为一条测线, 在网格线垂直方向共布置 5~7 条测线, 如图 1 所示。



图 1 试验模型

3 覆岩结构演变特征

3.1 采高 2m 时覆岩结构演变规律

模拟开采过程中, 工作面推进到 30m 时, 上覆岩层直接顶发生第一次垮落, 工作面推工作面推进到 160m 时, 顶板上方 100m 处发生明显的里层裂隙, 工作面推进到 200m 时, 顶板上方 125m 处产生离层裂隙, 垂直方向上覆岩层未发生整体冒落。说明采高为 2m 的煤层开采过程中, 上覆岩层整体发生弯曲下沉, 未发生明显的破断冒落现象, 岩层之间形成铰接作用, 并支撑上覆顶板; 随着工作面的推进, 采空区内部垮落岩石逐渐被压实, 整齐地排列在采空区内, 上覆岩层来压均匀, 下沉量不大, 对地面的影响较小。

3.2 采高 4m 时覆岩结构演变规律

当工作面推进到 30m 时, 煤层上覆顶板裂隙扩展, 当工作面推进 40m 时, 上覆顶板岩层出现初次垮落, 当工作面推进 60m 时, 顶板再次垮落, 跨落长度为 40m 左右, 顶板上方 7m 厚的岩石整体破断垮落。工作面推进到 200m 时, 顶板上方 145m 处产生离层裂隙, 垂直方向上覆岩层未发生整体冒落。开采过程中没有发生大范围的整体式连续断裂冒落, 垂直方向顶板岩层分层整体发生弯曲下沉, 水平方向冒落岩层相互存在铰接连接显现不明显。

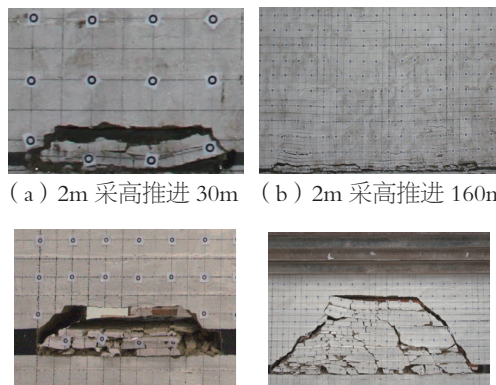
4 覆岩位移演变特征

4.1 采高 2m 时覆岩下沉量演变规律

工作面推进初期, 顶板下沉量较小, 开采活动对覆岩运动的影响刚刚开始, 位移变化比较缓和。工作面开挖至 60m 时, 距煤层顶板 2m 高度层位处, 距开启眼 10~50m 之间发生垮落, 最大下沉量约为 1.7m。距煤层顶板 12m 高度处, 距离开切眼 20~50m 之间发生垮落, 顶板下沉位移最大约为 0.6m。距煤层顶板 22m 高度层位处, 距开切眼 25~50m 范围内发生垮落, 下沉量最大为 0.3m。而距离煤层顶板较高层位处, 没有发生明显垮落, 顶板处于弯曲下沉状态。距离煤层顶板 12m 层位处, 由于岩层垮落后具有碎胀性, 使上覆岩层不能继续下移, 因此小于 2m 高度层位处的顶板下沉量。距煤层顶板 22m 高度层位处, 距切口眼 15~50m 之间发生垮落, 最大约为 0.9m。煤层顶板 102m 及以上高度处下沉量不大, 所在岩层处于弯曲下沉的状态, 如图 2 所示。

4.2 采高 4 m 时覆岩下沉量演变规律

工作面开挖至 60m 时, 距煤层顶板 5m 高度层位处, 距开启眼 5~50m 之间发生垮落, 最大下沉量约为 2.8m, 距煤层顶板 25m 高度层位处, 距开切眼 10~30m 范围内发生垮落, 下沉量最大为 0.5m。工作面开挖 140m 时, 距煤层顶板 5m 高度层位处, 距切口眼 5~135m 之间发生垮落, 最大下沉量约 3.8m。距离煤层顶板 15m 层位处, 由于岩层垮落后具有碎胀性, 使上覆岩层不能继续下移, 因此小于 5m 高度层位处的顶板下沉量。距煤层顶板 25m 高度层位处, 距切口眼 10~80m 之间发生垮落, 最大约为 1.5m。距煤层顶板 105m 及以上高度处下沉量不大, 所在岩层处于弯曲下沉的状态, 如图 2 所示。



(a) 2m 采高推进 30m (b) 2m 采高推进 160m
(c) 4m 采高推进 40m (d) 4m 采高推进 190m

图 2 不同采高条件覆岩结构演变特征

5 地表变形预测与分析

根据 Logistic 函数拟合后的不同测点位置处的曲线推算出地表下沉量曲线 (煤层埋深 670 m) 如图 3 所示。

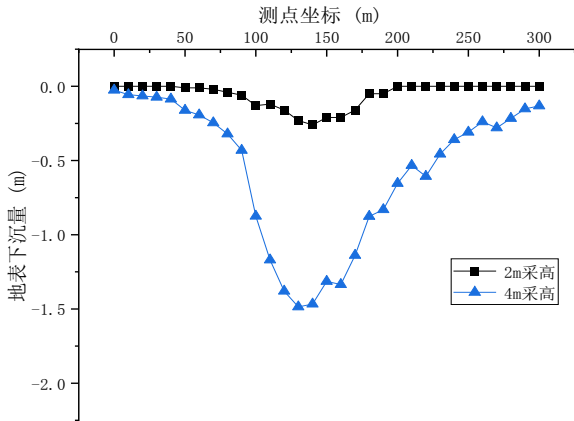


图 3 地表下沉量预测曲线

由图 3 可知,采高为 4m 时地表下沉量最大,为 1.5m 左右,地表下沉量最大位置发生在采空区中部靠左的位置,距离开切眼 85m 左右;采高为 2m 时地表下沉量最小,为 0.2m 左右,地表下沉量最大位置发生在采空区中部靠左的位置,距离开切眼 105m 左右。说明开采后顶板是逐渐下沉的,并逐渐波及地表;最大下沉量位置处,采空区冒落岩层已经基本处于压实状态。

6 结语

第一, 2m 和 4m 采高条件下初次来压步距基本相同,约为 40m; 岩层下沉量随采高的增加而增大,地表影响范围也有增大的趋势,说明采高越大对地表变形的影响越大。

第二, 获得了不同采高条件下地表的变形量。4m 采高时,地表下沉量最大,为 1.5m 左右; 2m 采高时,煤层开采地表下沉量最小,为 0.2m 左右。

第三, 位于充分采动区内的地表变形趋于稳定,而地下煤层开采对地表的影响随时间的变化而变化,因此,在开采过程中应重点对采空区边缘及非充分采动区内的建筑物进行观测与维护,以减小因地下开采引起的破坏。

参考文献

- [1] 谭志祥, 邓喀中. 建筑物下采煤研究进展 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006(4):485-488.
- [2] 刘书贤, 魏晓刚, 张弛, 等. 煤矿采动与地震耦合作用下建筑物灾变分析 [J]. 中国矿业大学学报, 2013,42(4):526-534.
- [3] 陈炳乾, 邓喀中, 范洪冬. 基于 D-InSAR 技术和 SVR 算法的开采沉降监测与预计 [J]. 中国矿业大学学报, 2014,43(5):880-886.
- [4] 王崇革, 宋振骐, 石永奎, 等. 近水平煤层开采上覆岩层运动与沉降规律相关研究 [J]. 岩土力学, 2004(8):1343-1346.
- [5] 钱鸣高, 缪协兴, 许家林. 岩层控制中的关键层理论研究 [J]. 煤炭学报, 1996,21(3):225-230.