

文章编号: 1000-582x(2001)05-0075-03

# 重复采动条件下房屋裂缝规律的分析

吴侃<sup>1</sup>, 葛家新<sup>2</sup>, 徐长德<sup>2</sup>, 于丰德<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学 开采损害与防护研究所, 江苏徐州 221008; 2. 兖矿集团公司 北宿煤矿, 山东邹城 273516)

**摘要:** 基于现场实测获得的房屋裂缝和地表水平变形资料, 分别分析了初次采动和重复采动条件下房屋裂缝的发育规律, 分析了重复采动条件下房屋裂缝发育规律的特殊问题, 获得了采动过程中房屋裂缝宽度与地表水平变形之间的关系曲线。在村下采煤过程中, 井下工作面若保持匀速推进, 就可以保证房屋承受匀速、渐变的拉伸、压缩变形过程, 使房屋的残余变形很小; 反之, 房屋破坏程度就比较严重。由于房屋极易从已有裂缝处开裂, 形成更大的裂缝, 因此, 重复采动前, 应对已有损坏的房屋进行适当的维修。

**关键词:** 重复采动; 房屋裂缝; 变形规律; 典型曲线

**中图分类号:** P 25: TD17

**文献标识码:** A

兖矿集团公司北宿煤矿6采区上方共赋存有16<sub>上</sub>和17两层可采煤层。能否顺利采出该采区的赋存煤炭, 对矿井的正常接替将起到重要的作用。因为该采区中部上方是密集的村庄, 因此, 必须采取特殊的开采措施, 才能在村庄不受严重破坏的情况下保证矿井采区的正常接替。

通过计算机决策系统的分析, 采用双对拉工作面开采, 4个工作面同时推进, 使整个村庄仅受动态移动变形的影响, 而后落入移动盆地的平底部分, 房屋受开采的影响最小。开采方案布置示意图如图1所示。

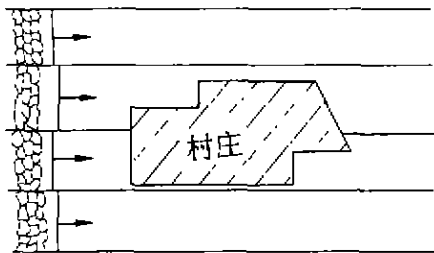


图1 开采方案布置示意图

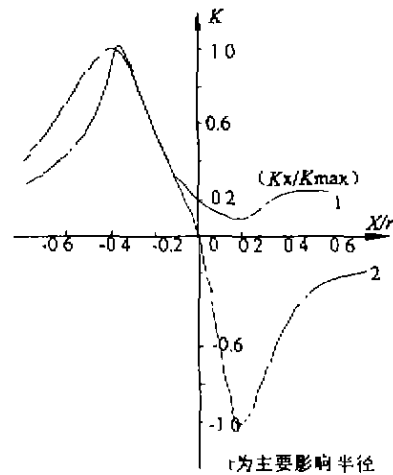
利用该方案, 已于1996年3月顺利采出16上层煤67.5万t, 并于1997年5月开始开采17层煤, 1999年9月开采结束, 采出17层煤71.28万t。

## 1 16上层煤采出后房屋破坏情况及变形规律

### 1.1 房屋破坏情况

16<sub>上</sub>层煤采出后, 普查结果显示: 在出现裂缝的房屋中, I级破坏以下的房屋占87.1%, II级破坏的房屋占12.9%, III级破坏的房屋占5%, 且各级破坏均匀分布于整个村庄。

为了在今后村庄下采煤时能够对房屋的破坏情况进行准确的预测, 在16上层煤采出后, 做了房屋裂缝发育宽度和水平变形的典型曲线<sup>[1]</sup>(如图2)。



1. 裂缝宽度典型曲线 2 水平变形典型曲线( $\epsilon_x/\epsilon_{max}$ )

图2 裂缝发育宽度和水平变形典型曲线(16<sub>上</sub>)

· 收稿日期: 2001-02-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(59974029)

作者简介: 吴侃(1963-), 男, 浙江东阳人, 教授, 博士, 主要从事矿山开采损害及防护的教学与研究工作。

### 1.2 房屋变形规律

- 1) 当房屋受到拉伸变形并逐渐增大至房屋开裂的临界变形值时,房屋开始产生裂缝,并不断增大;
- 2) 房屋裂缝宽度最大值滞后于地表拉伸变形最大值;
- 3) 当裂缝宽度达到最大值后,随着拉伸变形值的减小,裂缝开始逐渐闭合;
- 4) 从地表开始出现压缩变形至地表达达到压缩变形最大值,裂缝闭合非常缓慢;
- 5) 从最大压缩变形至变形结束,裂缝宽度又有所反弹,并最终趋于稳定。

## 2 17 层煤采出后房屋裂缝情况及原因分析

### 2.1 房屋破坏情况

17 层煤开采结束后,矿、村双方对该村的房屋裂缝情况进行了调查,调查结果如下:

- 1) 裂缝宽度普遍增大,所有房屋都有不同程度的破坏,其中 I 级破坏仅占 53.5%, II 级破坏占到 43.3%, III 级破坏的房屋占 3.2%;
- 2) 裂缝分布不均匀,由图 3 的村庄房屋裂缝分布等值线(以每个房屋裂缝宽度的最大值为基准)可发现:房屋裂缝分布呈 I、II、III、IV 4 个条带状区域,且这些区域大致垂直于采煤工作面的推进方向。

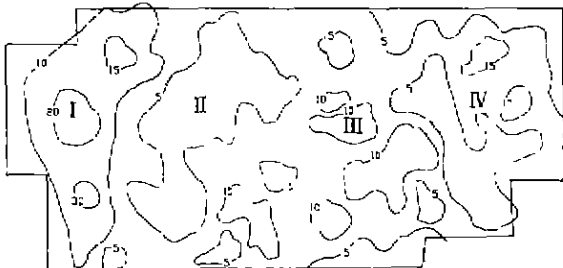


图 3 村庄房屋裂缝分布等值线图

### 2.2 原因分析

在 17 层煤开采过程中,造成房屋裂缝普遍偏大且分布不均匀的主要原因有两个方面:1)重复采动的影响;2)开采速度的影响。16<sub>L</sub>层煤的开采保证了匀速推进,而 17 层煤的开采速度却出现了几次大的变化,其推进速度变化情况见表 1 所示。具体的原因分析如下:

表 1 村庄下采煤工作面推进速度表

时间	推进速度* (m/d)	时间	推进速度 (m/d)
97.9~97.12	2.15	98.4~98.7	1.16
98.1~98.2	1.15	98.8~98.12	2.13
98.3	2.25		

\* 此处的推进速度是指平均推进速度

1)重复采动导致下沉系数增大<sup>[2]</sup>,使地表的受影响程度增大,加剧了对地表房屋的破坏;

2)16<sub>L</sub>层煤的开采已对房屋产生了一定的影响,且 16<sub>L</sub>层煤采完后也没有对房屋做任何修复,因此,在重复采动的作用下,房屋极易从原有裂缝处开裂,形成较大裂缝;

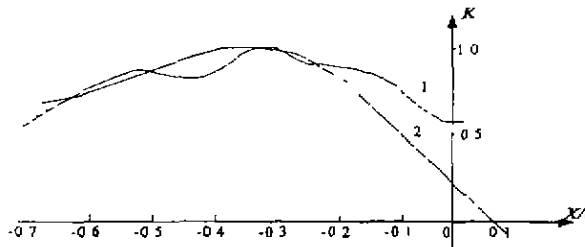
3)当采煤工作面推进到图 3 所示的 I 区下方时,开采速度由 2.15 m/d 突然降为 1.15 m/d,使房屋长期处于拉伸变形区域,房屋长期保持开裂状态,即使再受到压缩作用力,也不能恢复到原状,从而在 I 区留下了较大的裂缝;

4)当采煤工作面推进到图 3 所示的 II 区下方时,由于工作面保持了 2.25 m/d 的匀速推进,保证了房屋变形处于连续的动态变化状态,使房屋裂缝能够及时闭合,因而该区房屋大部分表现出较小的裂缝。

图 3 所示的 III、IV 区域也有相似的表现。

## 3 开采沉陷区房屋裂缝动态规律

根据对主断面上房屋裂缝的动态发育过程的观测以及水平变形的观测,作出了 17 层煤开采过程中裂缝发育宽度和水平变形的典型曲线(图 4)。



1. 裂缝宽度典型曲线 2. 水平变形典型曲线 (ε<sub>x</sub>/ε<sub>max</sub>)

图 4 裂缝发育宽度和水平变形的典型曲线(17 层)

### 3.1 变形规律分析

由裂缝发育宽度和水平变形典型曲线图可看出在 17 层煤开采的过程中,房屋裂缝宽度的发育具有以下规律:

- 1) 房屋裂缝随地表拉伸变形的不断增大而增大;
- 2) 房屋裂缝宽度最大值滞后于地表拉伸变形值 1~3 天左右;
- 3) 在裂缝宽度达到最大值后,随着拉伸变形值的减小,裂缝开始逐渐闭合,当地表处于拉伸变形与压缩变形交替时,裂缝宽度约占最大宽度的 48%;
- 4) 从地表开始出现压缩变形到压缩变形达到最大值,裂缝缓慢闭合,当地表无变形时,裂缝宽度仍可达到裂缝曾出现过的最大宽度的 30%~40%。

### 3.2 重复采动条件下房屋裂缝规律的特殊性

通过与 16<sub>上</sub> 层煤开采过程中房屋裂缝规律相比较,两者的变形规律基本吻合,但是,重复采动引起的房屋裂缝规律也具有其特殊性:

1)房屋裂缝宽度随着地表拉伸变形的增大而增大,其增大速率稍大于水平变形曲线,裂缝宽度曲线超前于水平变形曲线,而 16 上层煤开采过程中,在地表开始变形到 -0.2r 之间,始终表现为裂缝宽度曲线滞后于水平变形曲线;

2)当房屋裂缝宽度增大到一定程度后,房屋裂缝发育宽度开始表现为滞后于水平变形曲线,造成这种差异的原因是 16<sub>下</sub> 层煤开采后,房屋没有做任何维修;

3)房屋处于拉伸变形与压缩变形交替时,16 上层煤开引起的裂缝宽度占裂缝曾出现过最大宽度的 20%,而 17 层煤在同一阶段,裂缝宽度占裂缝曾出现过最大宽度的 48% 左右。最终稳定后平均占最大裂缝宽度的 35%,这是由于房屋在原裂缝位置重新开列而引起的;

4)17 层煤开采过程中,裂缝宽度发育曲线波动性较大,但 16<sub>上</sub> 层煤开采时裂缝宽度发育曲线较平滑地

按一定趋势发展,这主要是由于回采速度不均造成的。

## 4 结 论

通过分析主要得到以下一些结论:

1)由于是在房屋已经破坏的基础上进行井下重复开采,因此,房屋很容易从原有裂缝处开裂,造成裂缝宽度的发育超前于水平变形,残余裂缝宽度明显增大。

2)在村庄下采煤时,保持高速、匀速推进是非常重要的,这样可以保证房屋仅受动态变形的影响,承受匀速、渐变的拉伸、压缩变形过程,使房屋的残余变形很小(如图 2)。

3)当上层煤采完后,对房屋进行适当的维修将会减轻对房屋的破坏。

### 参考文献:

- [1] 吴侃,葛家新,王玲丁等.开采沉陷预计一体化方法[M].徐州:中国矿业大学出版社,1998.
- [2] 何国清,杨伦,凌庚梯等.矿山开采沉陷学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1991.
- [3] 吴侃,周鸣.村庄下双对拉工作面开采的地表和房屋变形[J],中国矿业大学学报,1999,28(2):139-141.

## Analysis About The Rules of Buildings Fissure During Repeat Mining

WU kan<sup>1</sup>, GE Jia-xin<sup>1</sup>, XU Chang-de<sup>2</sup>, YU Fengde<sup>2</sup>

(1. Research Institution of Mining Damage and Protection, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008; 2. Beisu Coal Mining, Yan zhou Coal Mining Group Ltd)

**Abstract:**Based on the field data of building fissure and surface horizontal deformation, the author analyzes the building fissure's developing rules during first mining and repeat mining separately, studies the special problem of building fissure's developing rules during repeat mining. From the analysis above, the typical curve between the building fissure's width and surface horizontal deformation during mining is acquired. During mining under the village, if the workface given keeps the same speed, it can ensure the building sustains gradation stretch and compression strain with equality speed, so the residue deformation of building is very small. Conversely, the damage of buildings will be very large. Because the building fissure is liable to occur and develop at spot where the fissure has been already exist, so it is important to maintain the damaged building before repeat mining.

**Key words:**repeat mining; building fissure; deformation rule; typical curve

(责任编辑 钟学恒)