

文章编号:1671-251X(2019)10-0033-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2019050025

工作面回采对邻近大巷变形影响实测

张少华

(中国矿业大学 煤炭资源与安全开采国家重点实验室, 江苏 徐州 221116)



扫码移动阅读

摘要:目前大巷围岩控制及其变形理论分析与模拟分析往往对某些现场特殊条件如断层构造进行简化考虑,导致模拟结果与实际结果出现较大差异。针对该问题,以某矿回采工作面为工程背景,采用现场实测方法分析工作面开采后其邻近大巷的变形规律,研究工作面回采对邻近大巷的影响。通过历时3个月共14次巷道变形数据实测及分析,得出结论:受采动影响剧烈区域巷道变形是工作面回采、采动断层活化和交叉应力集中综合影响的结果;随着测点与工作面水平距离逐渐增大,巷道变形速度减小,说明巷道受采动影响逐渐减小;不同测点处巷道左右帮变形速度特征与顶底板类似,顶底板变形明显大于左右帮,说明巷道主要受水平应力影响;在工作面后续推进过程中,在推进至断层交面线附近时应加强巷道围岩变形监测。

关键词:巷道围岩控制;工作面回采;邻近大巷;大巷变形规律;断层活化

中图分类号:TD32 文献标志码:A

Field measurement of the influence of coal face mining on
adjacent main roadway deformation

ZHANG Shaohua

(State Key Laboratory of Coal Resources and Safe Mining, China University of
Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: At present, theory analysis and simulation analysis of surrounding rock control and deformation of main roadway often simplify some special conditions in the field, such as fault structure, which leads to large differences between simulation results and actual results. In view of the above problem, field measurement method is used to analyze deformation law of adjacent roadway after the coal face is mined, and influence of coal face mining on adjacent roadway is studied taking coal face of a mine as engineering background. Through analysis of roadway deformation data got by 14 measurements over a period of 3 months, the conclusions are obtained: roadway deformation in the area affected by mining is the result of comprehensive influence of working face mining, mining fault activation and cross stress concentration; roadway deformation speed decreases as the horizontal distance between measuring point and coal surface increases gradually, indicating that the influence of mining on roadway decreases gradually; deformation velocity characteristics of left-right sides of the roadway at different measuring points are similar to those of the roof-floor, and the deformation of roof-floor of the roadway is obviously larger than that of the left-right sides, indicating that the roadway is mainly affected by horizontal stress; during subsequent advance process of coal face, deformation monitoring of surrounding rock of the roadway should be strengthened when advancing to vicinity of fault intersection line.

Key words: roadway surrounding rock control; coal face mining; adjacent roadway; roadway deformation law; fault activation

收稿日期:2019-05-10;修回日期:2019-09-19;责任编辑:胡娴。
基金项目:煤炭资源与安全开采国家重点实验室自主课题(SKLCRSM19X003)。
作者简介:张少华(1964—),男,江苏南通人,高级实验师,主要研究方向为岩石力学测试,E-mail:zsh883311@163.com。
引用格式:张少华.工作面回采对邻近大巷变形影响实测[J].工矿自动化,2019,45(10):33-37.

ZHANG Shaohua. Field measurement of the influence of coal face mining on adjacent main roadway deformation[J]. Industry and Mine Automation, 2019, 45(10): 33-37.

0 引言

巷道围岩控制一直是煤矿开采中的一个热点问题^[1-3]。目前针对回采巷道的围岩控制^[4-5]、支护技术及变形机理^[6-10]的研究较多,为完善回采巷道支护措施提供了大量理论依据。而对大巷围岩控制及变形影响方面的研究相对较少,文献[11]采用数值模拟软件对采后运输大巷的移动变形情况及所处位置岩层的应力分布情况进行了模拟;文献[12]采用理论计算和相似模拟实验的方法对上覆岩层的移动规律进行了分析,研究了工作面连续回采对方大巷的影响。在现有理论分析与模拟分析中,对某些特殊条件如断层构造进行了简化,导致模拟结果与

实际结果差异较大。针对该问题,本文以某煤矿回采工作面为工程背景,采用现场实测方法分析工作面回采后其邻近大巷的变形规律,研究工作面回采对邻近大巷的影响。

1 工程概况

回采工作面与 4 条大巷相邻,其平面图和剖面图分别如图 1 和图 2 所示。图 1 中,蓝色区域为 2012 年回采区域,红色区域为 2013 年回采区域,罗马数字代表月份。由图 1 和图 2 可知,乘人巷与工作面距离最近,约为 114 m,其受工作面采动的影响也最大,故对其进行重点分析。

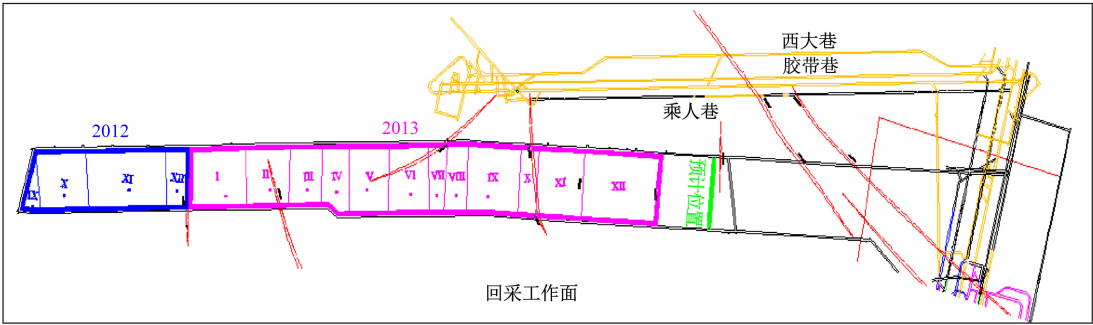


图 1 回采工作面及邻近大巷平面图

Fig. 1 Plan of coal face and adjacent main roadways

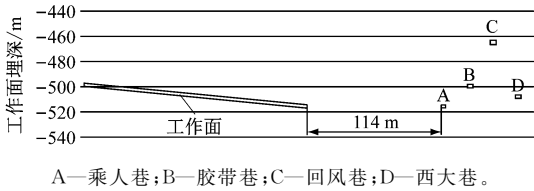


图 2 回采工作面及邻近大巷剖面图

Fig. 2 Profile of coal face and adjacent main roadways

工作面于 2012 年 9 月开始回采,截至 2013 年 12 月底,进风巷累计推进 1 892 m,回风巷累计推进 1 928 m,具体推进距离见表 1。

从表 1 可知,工作面进风巷日推进距离最大值为 8.1 m,最小值为 1.8 m,平均值为 4.1 m;回风巷日推进距离最大值为 7.8 m,最小值为 1.4 m,平均值为 4.1 m。

工作面平均推进速度如图 3 所示。由图 3 可知,工作面日均推进速度主要为 2.8~5.5 m/d。

工作面不同月份推进情况如图 1 所示,推进过程中共遇到 7 个落差较大的断层,断层落差最大值为 28 m,最小值为 4.5 m。沿工作面走向断层与切眼距离及落差见表 2。其中第 4 个断层贯穿于工作面倾向和乘人巷西翼,第 6 个断层落差最大,贯穿于

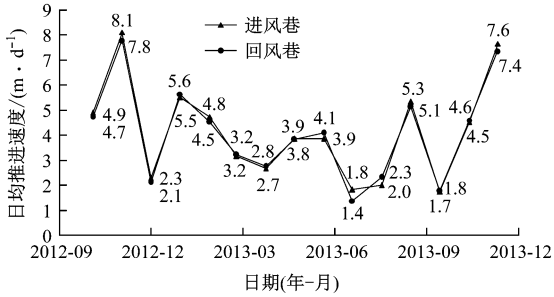


图 3 工作面日均推进速度

Fig. 3 Daily average advancing speed of coal face

整个工作面倾向和主巷道,第 7 个断层贯穿于工作面倾向和乘人巷中部。从工作面推进速度数据可知,当推进至断层时,推进速度减小。

2 巷道变形现场监测

2.1 测点布置方案

为了观测工作面回采期间乘人巷变形特征,在乘人巷不同位置共布置 11 个测点。由于部分测点布置于乘人巷起点交叉巷道处,本身变形较大,不能客观反映巷道受工作面回采影响而产生的变形,本文只分析如图 4 所示的 9 个测点的巷道变形数据。测点间距离为 50 m 或 70 m。

表1 2012年9月—2013年12月工作面推进距离

Table 1 Advance distance of coal face during 2012-09—2013-12

日期	进风巷推进距离/m			回风巷推进距离/m		
	月推进	累计推进	日均推进	月推进	累计推进	日均推进
2012-09	4	4		63	63	
2012-10	152	156	4.9	147	210	4.7
2012-11	242	398	8.1	234	444	7.8
2012-12	71	469	2.3	66	510	2.1
2013-01	171	640	5.5	175	685	5.6
2013-02	133	773	4.8	127	812	4.5
2013-03	98	871	3.2	100	912	3.2
2013-04	80	951	2.7	83	995	2.8
2013-05	120	1 071	3.9	119	1 114	3.8
2013-06	116	1 187	3.9	123	1 237	4.1
2013-07	57	1 244	1.8	43	1 280	1.4
2013-08	62	1 306	2.0	72	1 352	2.3
2013-09	160	1 466	5.3	154	1 506	5.1
2013-10	54	1 520	1.7	55	1 561	1.8
2013-11	136	1 656	4.5	138	1 699	4.6
2013-12	236	1 892	7.6	229	1 928	7.4
平均值			4.1			4.1

表2 沿工作面走向断层与切眼距离及落差

Table 2 Distance and drop between the fault and eye-cut along coal face

沿工作面走向断层	断层与切眼距离/m	断层落差/m
第1个断层	510	5.0
第2个断层	800	8.0
第3个断层	1 244	4.5
第4个断层	1 500	7.5
第5个断层	2 060	6.5
第6个断层	2 300	28.0
第7个断层	2 450	7.0

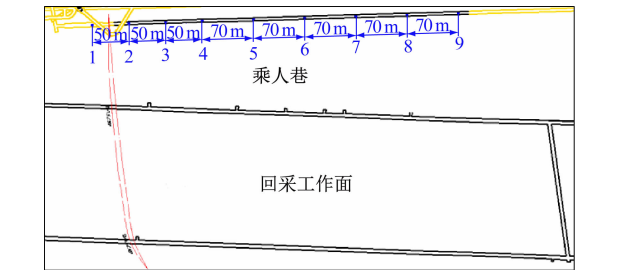


图4 乘人巷测点布置

Fig. 4 Layout of observation points in passenger roadway

巷道变形实测小组于2012-10-10获得巷道顶

底板及左右帮的初始数据,此时工作面推进至1号测点处,以后分别于2012年10月17日、10月24日、10月31日、11月7日、11月14日、11月22日、11月29日、12月6日、12月13日、12月20日、12月26日以及2013年1月3日、1月10日、1月16日共14次测量巷道变形数据。

2.2 实测数据

乘人巷顶底板及两帮变形曲线如图5所示,部分测点的变形速度如图6、图7所示。

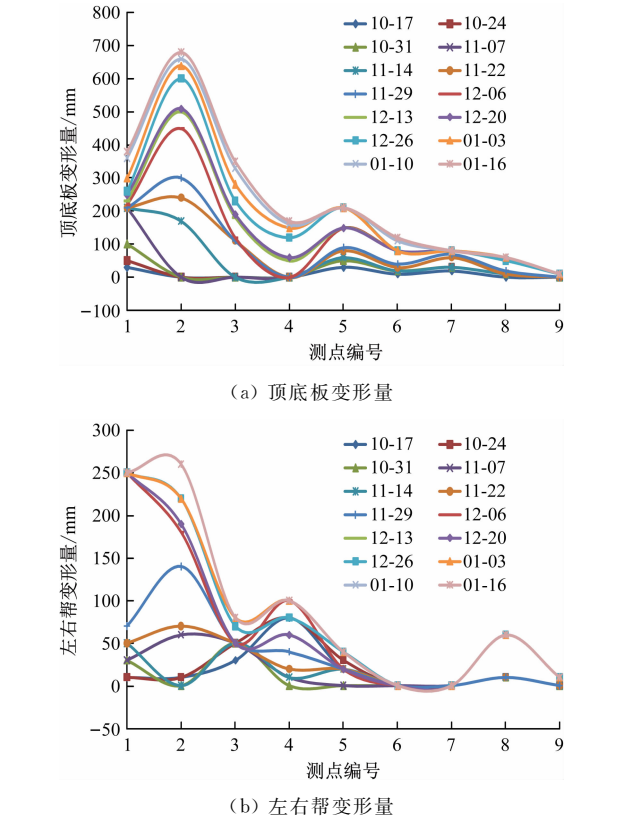


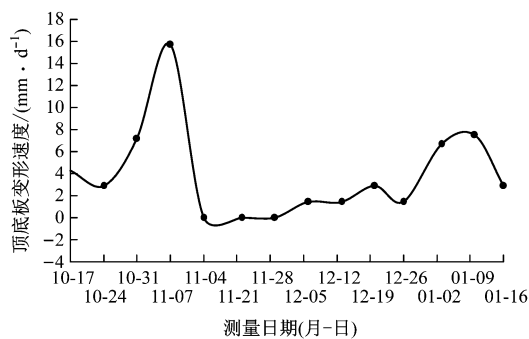
图5 乘人巷变形曲线

Fig. 5 Deformation curves of passenger roadway

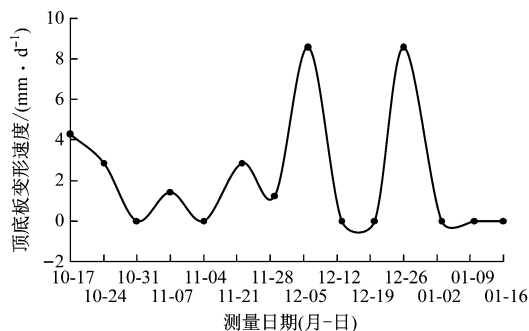
3 巷道变形规律分析

由图5(a)可知,工作面回采期间,乘人巷顶底板产生了不同程度的变形和破坏。巷道顶底板变形较大区域主要集中在1号、2号测点处,2号测点处变形量最大,为680 mm。7号—9号测点处巷道顶底板变形量均小于100 mm。1号、2号测点位于断层附近邻近巷道交叉点位置,该处受交叉应力集中、断层活化及邻近工作面采动的综合影响,巷道顶底板变形量偏大。由累计变形值可知,3号—9号测点处巷道周边岩层受工作面采动影响较小。

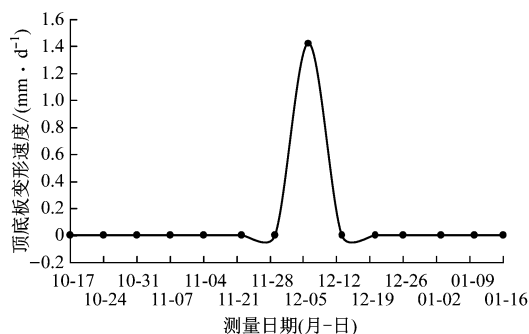
由图5(b)可知,乘人巷左右帮变形规律与顶底板相似,大变形集中于1号、2号测点处,2号测点处变形量最大,为260 mm。5号—9号测点处巷道顶底板变形量均小于100 mm。巷道左右帮变形量明



(a) 1 号测点



(b) 5 号测点



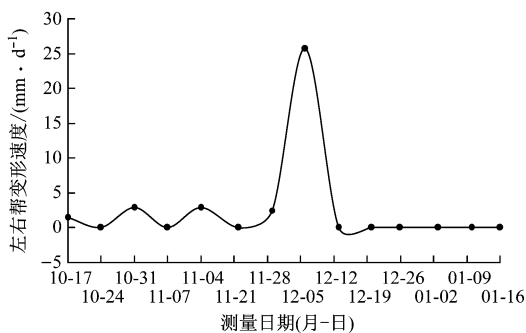
(c) 9 号测点

图 6 乘人巷部分测点顶底板变形速度

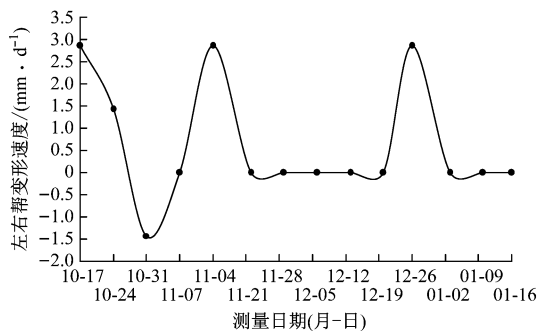
Fig. 6 Deformation velocity of roof-floor of some measuring points in passenger roadway

显小于顶底板变形。同理,1 号、2 号测点处受交叉应力集中、断层活化及邻近工作面采动的综合影响,巷道左右帮变形量偏大。5 号—9 号测点处受工作面采动影响较小。

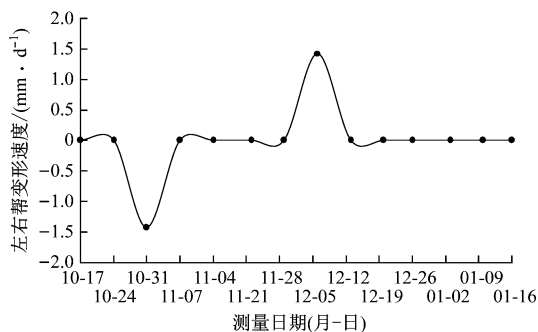
由图 6 可知,随着工作面向前推进,测点处巷道顶底板变形速度均减小。1 号测点变形速度最大值为 11 月 7 日的 15.7 mm/d,然后变形速度逐渐减小,根据推进距离可知,此时工作面恰好推过第 4 个断层,由于采动应力的影响,断层活化,造成 1 号测点快速变形。当工作面推进至 5 号测点附近时,5 号测点变形速度最大。而后续的 6 号—9 号测点变形速度最大值处均滞后于工作面推进位置。2012-12-12—2013-01-16,7 号—9 号测点处巷道变形速度几乎为 0,此时乘人巷受工作面采动影响较小,说明随着乘人巷距离工作面的水平距离逐渐增大,巷道受采动影响变小。



(a) 1 号测点



(b) 5 号测点



(c) 9 号测点

图 7 乘人巷部分测点左右帮变形速度

Fig. 7 Deformation velocity of left-right side of some measuring points in passenger roadway

由图 7 可知,不同测点处巷道左右帮变形速度特征与顶底板类似,顶底板变形明显大于左右帮,说明巷道主要受水平应力影响。

4 结论

在乘人巷中布置 9 个观测点,通过分析 14 次巷道变形实测数据,得出乘人巷受工作面回采影响而变形的特征:

(1) 巷道不同测点处变形值不同,受采动影响剧烈区域集中在 1 号和 2 号测点,1 号和 2 号测点巷道变形是邻近工作面回采、采动断层活化和交叉应力集中综合影响的结果。

(2) 随着测点与工作面水平距离逐渐增大,巷道变形速度减小,说明巷道受采动影响逐渐减小。

(3) 不同测点处巷道左右帮变形速度特征与顶底板类似,顶底板变形明显大于左右帮,说明巷道主

要受水平应力影响。

在工作面后续推进过程中仍存在贯穿工作面走向和组巷道的大断层,在推进至断层交面线附近时应加强巷道围岩变形监测。

参考文献(References):

[1] 杨双锁. 煤矿回采巷道围岩控制理论探讨[J]. 煤炭学报, 2010, 35(11): 1842-1853.
YANG Shuangshuo. Study on the surrounding rock control theory of roadway in coal mine[J]. Journal of China Coal Society, 2010, 35(11): 1842-1853.

[2] 周波, 袁亮, 薛生. 巷道围岩结构稳定性控制机理研究综述[J]. 煤矿安全, 2018, 49(5): 214-217.
ZHOU Bo, YUAN Liang, XUE Sheng. Study review on structural stability control mechanism of roadway surrounding rock [J]. Safety in Coal Mines, 2018, 49(5): 214-217.

[3] 侯朝炯. 深部巷道围岩控制的有效途径[J]. 中国矿业大学学报, 2017, 46(3): 467-473.
HOU Chaojiong. Effective approach for surrounding rock control in deep roadway [J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2017, 46(3): 467-473.

[4] 谢广祥, 李传明, 王磊. 巷道围岩应力壳力学特征与工程实践[J]. 煤炭学报, 2016, 41(12): 2986-2992.
XIE Guangxiang, LI Chuanming, WANG Lei. Mechanical characteristics and practical application on stress shell of roadway surrounding rock[J]. Journal of China Coal Society, 2016, 41(12): 2986-2992.

[5] 王卫军, 袁超, 余伟健, 等. 深部大变形巷道围岩稳定性控制方法研究 [J]. 煤炭学报, 2016, 41(12): 2921-2931.
WANG Weijun, YUAN Chao, YU Weijian, et al. Stability control method of surrounding rock in deep roadway with large deformation[J]. Journal of China Coal Society, 2016, 41(12): 2921-2931.

[6] 李中伟, 张宁, 白建民. 深部平行大断层巷道变形机理及支护技术研究[J]. 煤矿开采, 2015, 20(6): 56-59.
LI Zhongwei, ZHANG Ning, BAI Jianmin. Deformation mechanism and supporting technology of

deep roadway parallel to the major faults [J]. Coal Mining Technology, 2015, 20(6): 56-59.

[7] 于占河. 动压影响下深部回采巷道围岩失稳及支护研究[J]. 工矿自动化, 2017, 43(2): 66-70.
YU Zhanhe. Research of surrounding rock instability and support of deep mining roadway affected by dynamic pressure[J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(2): 66-70.

[8] 冯超, 范公勤. 崔家沟煤矿巷道围岩变形规律研究 [J]. 工矿自动化, 2018, 44(11): 95-99.
FENG Chao, FAN Gongqin. Research on deformation law of roadway surrounding rock in Cuijiagou Coal Mine [J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(11): 95-99.

[9] 朱柳. 高家堡煤矿高水平应力作用下巷道围岩变形研究[J]. 工矿自动化, 2017, 43(11): 58-62.
ZHU Liu. Research of deformation of roadway surrounding rock under effect of high horizontal stress in Gaojiapu Coal Mine [J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(11): 58-62.

[10] 杨本生, 高斌, 贾永丰, 等. 亨健矿回采巷道围岩变形机理及耦合支护技术研究 [J]. 煤炭工程, 2015, 47(5): 33-35.
YANG Bensheng, GAO Bin, JIA Yongfeng, et al. Study on deformation mechanism of surrounding rock and coupling support in Hengjian Coal Mine [J]. Coal Engineering, 2015, 47(5): 33-35.

[11] 孟武峰, 赵忠明, 吴建帮, 等. 下伏煤层开采对上方运输大巷的采动影响研究 [J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(3): 6-10.
MENG Wufeng, ZHAO Zhongming, WU Jianbang, et al. Study on underlying seam mining affected to upward mine transportation roadway [J]. Coal Science and Technology, 2011, 39(3): 6-10.

[12] 杨宝贵, 李永亮, 李峥, 等. 工作面连续回采对上方大巷的影响分析 [J]. 煤矿开采, 2013, 18(3): 63-65.
YANG Baogui, LI Yongliang, LI Zheng, et al. Influence of continuous mining on upper main roadway [J]. Coal Mining Technology, 2013, 18(3): 63-65.