

文章编号:1671-251X(2017)04-0018-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2017.04.005

蒋子龙,陈文龙,刘有健.郭屯煤矿回采工作面次生应力变化规律研究[J].工矿自动化,2017,43(4):18-21.

郭屯煤矿回采工作面次生应力变化规律研究

蒋子龙¹, 陈文龙¹, 刘有健²

(1. 山东科技大学 矿业与安全工程学院, 山东 青岛 266590;

2. 临沂矿业集团菏泽煤电有限公司 郭屯煤矿, 山东 菏泽 274000)

摘要:针对郭屯煤矿1304工作面巷道变形破坏现状,对该工作面次生应力进行实测;在该工作面巷道某处施工3个监测钻孔,在钻孔距工作面150 m处布置4个HI传感器,分别监测不同位置岩体受采动影响所产生的次生应力变化。实测结果表明,超前支承压力峰值位于1304工作面前方约6.9 m处,应力集中系数约为2,为避开超前支承压力峰值,小煤柱尺寸应小于6.9 m;巷帮煤体承受的垂直应力较高,为56.7 MPa,巷道掘进中应及时进行支护,以提高小煤柱的承载能力。

关键词:煤炭开采;应力监测;原岩应力;次生应力

中图分类号:TD325 文献标志码:A 网络出版时间:2017-03-28 17:08

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20170328.1708.005.html>

Research on variation law of secondary stress on working face of Guotun Coal Mine

JIANG Zilong¹, CHEN Wenlong¹, LIU Youjian²

(1. College of Mining and Safety Engineering, Shandong University of Science and Technology,

Qingdao 266590, China; 2. Guotun Coal Mine, Linyi Mining Group

Heze Coal Power Co., Ltd., Heze 274000, China)

Abstract: For deformation and failure situation of roadway on 1304 working face of Guotun Coal Mine, the secondary stress of the working face was measured. Three monitoring drills were constructed at one point of the roadway on 1304 working face, and four HI sensors were set in the boreholes at 150 m away from the working face, which were used to monitor the secondary stress variation generated by rock mass at different positions influenced by mining. The field test results show that peak position of advancing abutment pressure is at about 6.9 m ahead of the working face, and stress concentration factor is about 2. In order to avoid the peak value of the advancing abutment pressure, the size of small coal pillar should be less than 6.9 m. Vertical stress of the laneway's side is higher, which is 56.7 MPa. Therefore, the roadway should be timely supported to improve carrying capacity of the small coal pillar.

Key words: coal mining; stress monitoring; in-situ stress; secondary stress

0 引言

当前深井煤矿中出现的巷道大变形、大破坏有很大一部分是由开挖扰动引起的次生应力导致的^[1-2]。在某些情况下,次生应力产生的影响远远大于原岩应力,正确认识次生应力引起的应力集中或

释放是控制围岩失稳的必要条件^[3-8]。很多学者在次生应力测量领域进行了大量研究。康红普^[9]在对新汶矿区次生应力进行实测的基础上,论证了超前支承压力范围、峰值与工作面空间位置的关系。蒋敬平等^[10]对天池煤矿103综采工作面回采过程中的次生应力进行监测,研究了小煤柱不同位置在回

收稿日期:2016-12-02;修回日期:2017-02-16;责任编辑:李明。

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(2016ZRB019UT)。

作者简介:蒋子龙(1991—),男,山东诸城人,硕士研究生,研究方向为矿山压力与岩层控制,E-mail:601574660@qq.com。

采时的应力变化规律。雷成祥^[11]通过巷道掘进次生应力扰动围岩的力学性能试验、相邻巷道掘进影响的模型试验及数值模拟分析,研究了次生应力的影响程度,提出了有效抵抗地应力与次生应力耦合作用的支护对策。为有效控制围岩变形,进一步认识应力分布,需进一步加大对开采次生应力的研究。

临沂矿业集团菏泽煤电有限公司郭屯煤矿煤层埋深达 900 m,开采深度大,地压显现明显。1304 工作面巷道破坏严重,已严重影响矿井安全生产。本文通过对郭屯煤矿 1304 工作面次生应力进行实测,得出 1304 工作面次生应力变化规律,为确保工作面安全、高效生产提供了一定参考。

1 1304 工作面概况

郭屯煤矿 1304 工作面位于-808 轨道石门以北,埋深为 806 m,工作面东西两侧为 F3 和 DF44 断层,总体为一地堑。该工作面煤层赋存稳定,结构简单,煤层走向为 9°,倾向为 98°,平均倾角为 13°,平均开采厚度为 3.4 m,煤层可采指数为 1。部分区域含伪顶,岩性为炭质泥岩,厚度为 0~8 m;直接顶为中细砂岩,厚度为 4 m;下距三灰约 54.50 m。1304 工作面内煤层略有起伏,工作面巷道破坏严重,对煤层回采影响较大。

2 1304 工作面次生应力实测

2.1 次生应力实测方法及测点布置

采用目前岩土施工领域应用较广的套芯应力解除法测量次生应力。该方法是在围岩中施工一定深度的钻孔,将应力监测传感器安装于钻孔中,然后通过打钻套取岩芯实施应力解除,并在解除过程中监测因应力释放而产生的应变^[12-14]。

为掌握郭屯煤矿 1304 工作面次生应力分布规律,依照地应力测点布置基本原则,结合 1304 工作面的实际施工条件及围岩特性,在 1304 工作面巷道 12 号导线点外 40 m 处外帮施工 3 个监测钻孔,在钻孔距工作面 150 m 处布置 1 个测点 GTSC-1 监测原岩应力,3 个测点 GTJC-1、GTJC-2、GTJC-3 监测次生应力,如图 1 所示。测点 GTSC-1 钻孔仰角为 24°,孔深 8.45 m;测点 GTJC-1 钻孔仰角为 40°,孔深 5.46 m;测点 GTJC-2 钻孔仰角为 24°,孔深 8.86 m;测点 GTJC-3 钻孔仰角为 10°,孔深

12.22 m。采用 HI 传感器测量地应力。3 个次生应力监测传感器安设在与 1304 工作面轨道巷水平距离为 4.18,8.09,12.03 m 处,分别监测不同位置岩体受采动影响所产生的次生应力变化。在施工第 2 个钻孔时,在孔深 8.45 m 处先布置测点 GTSC-1 传感器进行原岩应力实测,待应力解除后继续施工钻孔,安装测点 GTJC-2 传感器。

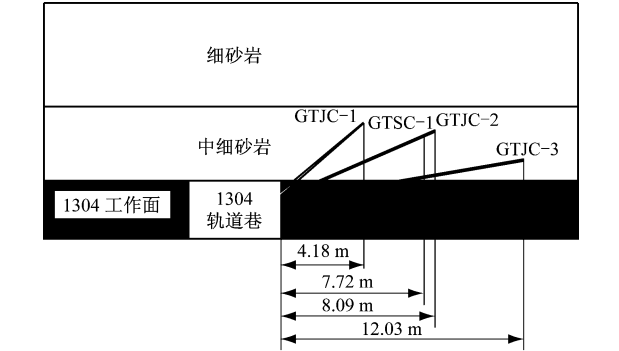


图 1 1304 工作面地应力测点布置

2.2 原岩应力实测结果

在测量次生应力前,首先测试测点 GTSC-1 处原岩应力变化。测点 GTSC-1 埋深为 806.47 m,测得的原岩应力见表 1。

表 1 测点 GTSC-1 处原岩应力实测结果

原岩应力	实测/MPa	方位角/(°)	倾角/(°)
最大主应力	30.998 0	122.084 3	55.280 9
中间主应力	30.317 4	298.969 8	34.679 9
最小主应力	15.163 8	209.979 0	-1.458 2
垂直应力	27.853 7	—	—

从表 1 可看出,测点 GTSC-1 的最大主应力为 30.998 0 MPa,倾角为 55.280 9°,从其倾角来看,接近为垂直应力;最小主应力为 15.163 8 MPa,倾角为-1.458 2°,从其倾角来看,接近为水平应力。

2.3 次生应力实测结果

回采工作面距测点 150 m 时,传感器开始监测,当回采工作面推过传感器 10 m 后结束监测。各传感器应变片随工作面推进的应变曲线如图 2 所示,其中 8 条曲线对应传感器 8 个应变片的应变。

从图 2 可看出,3 个次生应力测点距工作面 150~129 m 时,传感器应变较小,应变主要是由钻孔本身对传感器的挤压作用引起的^[15]。随着回采过程的持续推进,开采扰动对传感器的影响逐渐显现,由此产生的传感器应变也逐渐增大。

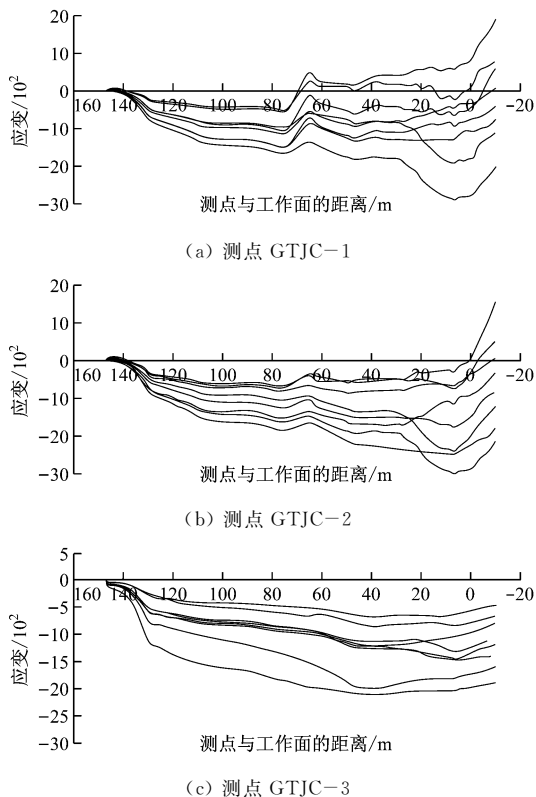


图 2 各测点传感器应变片随工作面推进的应变曲线

3 次生应力实测数据处理

3.1 次生主应力变化

采用专业的数据分析软件对实测数据进行处理,计算三维应力值,次生应力的最大、最小主应力方向与原岩应力方向基本保持一致。各次生应力测点处的主应力变化如图 3 所示。

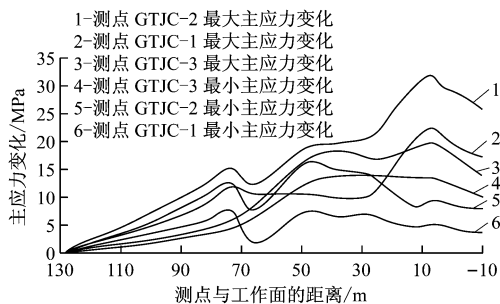


图 3 各次生应力测点处的主应力变化

从图 3 可看出,测点 GTJC-1、GTJC-2、GTJC-3 处的传感器监测值均从距回采工作面 129 m 处开始呈现增大现象,且随着传感器与回采工作面距离的不断缩小,应力增大的幅度持续增大。当工作面推进至距离传感器 65 m 左右时,部分应力得到释放,测点 GTJC-1 处最大主应力增加值为 10.6 MPa,测点 GTJC-2 处最大主应力增加值为

12.4 MPa,测点 GTJC-3 处最大主应力增加值为 8.7 MPa。当工作面推进至距离传感器 28.5 m 左右时,应力急剧增大。各测点出现最大主应力增加值的位置均在距工作面约 6.9 m 处,此时测点 GTJC-1 处最大主应力增加值为 22.4 MPa,测点 GTJC-2 处最大主应力增加值为 31.8 MPa,测点 GTJC-3 处最大主应力增加值为 19.8 MPa。工作面推进超过传感器安设位置时,各测点处应力逐渐减小,表现为应力释放。这是由于开采后煤层顶板岩体遭到破坏,传感器各个应变片与岩体粘结部分失效导致的。

3.2 次生垂直应力变化

经分析可知,最大主应力基本就是垂直应力,因此,次生垂直应力为 1304 工作面巷道变形破坏的主要因素。测点 GTJC-1、GTJC-2、GTJC-3 处垂直应力变化如图 4 所示。

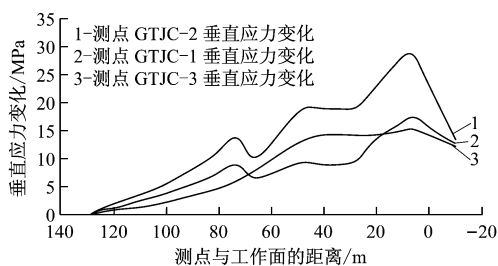


图 4 各次生应力测点处的垂直应力变化

从图 4 可看出,次生垂直应力从开始监测就有明显增大的趋势。随着回采工作面的推进,巷帮煤体上方的垂直应力持续增加,且最大增加值为 28.8 MPa。在工作面推进至距测点 100 m 左右时,垂直应力增加值为原岩应力实测值的 1.1~1.2 倍;在工作面推进至距测点 73~65 m 时,测点 GTJC-1、GTJC-2 处垂直应力有明显的减小过程,原因是部分垂直应力得到了一定的释放,而测点 GTJC-3 处垂直应力释放不明显;随着回采工作面的持续推进,垂直应力继续增大,峰值出现在工作面前方约 6.9 m 处,应力集中系数约为 2;随后由于顶板岩层发生失稳破坏,垂直应力得到释放而迅速减小。

4 次生应力实测结果分析

分析 1304 工作面次生应力随回采推进的变化规律可知,垂直应力是该工作面的最大主应力。超前支承压力最大值出现在工作面前方约 6.9 m 处,约为自重应力的 2 倍。本文测试中,3 个次生应力测点距巷道水平距离分别为 4.18、8.09、12.03 m,

3个测点最大垂直应力增加值分别为17.4、28.8、15.3 MPa,说明3个测点均位于应力集中区(II区),如图5所示,其中 σ 为原岩应力。测点GTJC-1位于应力峰值靠近应力低值区(I区)一侧,测点GTJC-2、GTJC-3位于应力峰值靠近应力正常区(III区)一侧,应力峰值略大于测点GTJC-2处应力值(56.7 MPa)。

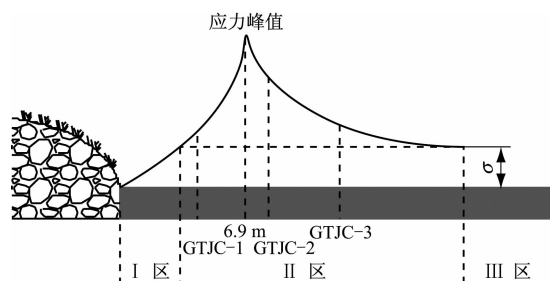


图5 工作面支承压力分布

5 结论

(1) 3个次生应力测点处的最大垂直应力增加值分别为17.4、28.8、15.3 MPa,说明这3个测点均在应力集中区内,其中测点GTJC-1位于应力峰值靠近应力低值区一侧,测点GTJC-2、GTJC-3位于应力峰值靠近应力正常区一侧;在距离巷道水平方向6.9 m处出现应力峰值,应力峰值大于测点GTJC-2处应力值,峰值约为自重应力的2倍。为了避开前方支承压力峰值,沿空掘巷时,小煤柱的尺寸应小于6.9 m。

(2) 随着工作面的不断推进,巷帮煤体承受的垂直应力增加了28.8 MPa,达到56.7 MPa。垂直应力对该工作面的影响较大,巷帮煤体需进行锚杆支护后才能承受如此高的应力。在该情况下,为增加巷帮煤体的承载能力,巷道掘进中应及时进行支护,以提高小煤柱的承载能力。

参考文献:

- [1] 徐文全. 采动空间围岩应力监测技术及应用研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2012.
- [2] 王座东. 显德汪地应力测量及分布规律研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2011.
- [3] 李东辰. 陶一煤矿地应力测试及其变化分布规律的研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2014.
- [4] 赵冰. 矿用应力监测系统研究与实现[D]. 西安:西安科技大学,2011.
- [5] 陈治忠,汪占领,王文新. 枣泉煤矿地应力测试及其分布特征分析[J]. 煤炭开采,2011,16(5):81-83.
- [6] 孙守增. 煤矿开采中的地应力特点及其应用研究[D]. 泰安:山东科技大学,2003.
- [7] 姜福兴,曲效成,于正兴,等. 冲击地压实时监测预警技术与发展趋势[J]. 煤炭科学技术,2011,39(2):59-64.
- [8] 蔡美峰,刘卫东,李远. 玲珑金矿深部地应力测量及矿区地应力场分布规律[J]. 岩石力学与工程学报,2010,29(2):227-233.
- [9] 康红普. 深部煤矿应力分布特征及巷道围岩控制技术[J]. 煤炭科学技术,2013,41(9):12-17.
- [10] 蒋敬平,李建建. 综放工作面侧向应力变化监测[J]. 煤矿安全,2013,44(7):18-20.
- [11] 雷成祥. 深井巷道掘进次生应力影响效应及加固对策研究[D]. 北京:中国矿业大学(北京),2013.
- [12] 薛维培,姚直书,经来旺,等. 应力解除法在巷道周围区域地应力测试中的应用[J]. 煤矿安全,2016,47(1):134-137.
- [13] 高明中,王新丰,李彦. 顾桥矿深部巷道围岩变形破坏特征及稳定性控制技术[J]. 安徽理工大学学报(自然科学版),2014,34(4):26-33.
- [14] 王同旭,刘文杰,刘钊,等. 冲击地压现场监测方法分析与选择原则[J]. 山东科技大学学报(自然科学版),2014,33(3):43-47.
- [15] 周江东,吕育强. 应力应变法在底板破坏深度测试中的应用[J]. 科技创新与生产力,2015(3):83-85.