

GNSS 在煤矿工业广场地表变形监测中的应用

李丽莉

(汾西矿业两渡煤业, 山西 灵石 031302)

摘要:为掌握矿井工业广场地表变形规律,确保地表构筑物使用安全,采用 GNSS 对地表变形进行监测,并依据现场情况确定监测技术方案。变形监测共布置 2 个基准站以及 12 个测站,可实现工业广场全覆盖监测。现场监测发现工业广场东北部以及新副井位置地表变形量较大,其余区域变形量较小。因此,在后续生产过程中应强化上述两个位置监测,确保变形量在允许范围内并依据变形监测结果提前采取注浆加固、构筑物搬迁或者优化井下生产布置等方式,确保工业广场内各设备、构筑物等使用安全。

关键词:GNSS 工业广场 地表变形 开采影响 测站

中图分类号:TD325.2

文献标识码:A

文章编号:1672-1152(2023)03-0214-03

引言

山西某矿开采时间已超过 60 年,工业广场地表出现一定变形,工业广场内竖向是矿井生产系统重要组成单元,承担运输、排水、通风等任务,竖井容易受工业广场地表变形影响。同时在工业广场布置的办公楼、职工宿舍等构筑物在地表变形作用下容易出现裂缝,影响使用安全及使用效率。构筑物变形情况取决于构筑物本身的抗变形能力以及地表变形量。为保证生产安全,需监测工业广场地表变形,为后期地表变形预测提供详细数据支持^[1-2]。传统的人工监测方法监测方案简单、精度较高,但是存在视通条件受限、耗费大量人力资源、耗时长等问题,数据处理繁琐同时无法做好实时监测^[3-5]。GNSS(全球导航卫星系统)具备有全天候、多功能、高精度以及操作简单等优势,在工程测绘中应用较为广泛^[6-9]。将 GNSS 引入到矿井工业广场地表变形监测中,可实现监测区实时监测,为此,文中就以山西某矿工业广场变形监测为背景,对 GNSS 应用效果进行分析。

1 工程概况

山西某矿开采井田面积为 15.63 km²,采用斜井+立井布置方式,地表工业广场布置的立井井筒宽度为 6 m,矿井主采煤层包括有 3 号、7 号、9 号及 11 号等,由于矿井服役时间超过 60 年,浅部的 3 号、7 号煤层已基本开采殆尽,现生产主要集中在深部的 9 号及 11 号煤层。9 号煤层埋深平均 590 m,煤层厚度 2.9~5.6 m,采用综放开采工艺,煤层赋存稳定;11 号煤层厚度均值 2.4 m,采用综采开采工艺,大部可采,仅局部区域受区域构造影响,煤层尖灭。在矿井工业广场布置有井筒、煤仓、办公楼及职工宿舍等各种构筑物,受采面开采影响工业广场出现一定程度变形,会给地表各种构筑物安全带来制约。

2 变形监测

2.1 监测方案

为充分利用测站并确保监测数据质量满足要求,根据现场情况在 A 办公楼及 B 职工楼位置布置 2 个 GNSS 基准站(编号 XYJZ1、XYJZ2);现场共计布置 12 个测站,编号为 XY1~XY12,基准站与测站相互配合组成多个监测断面,具体构建的监测网见图 1 所示。根据已掌握的控制点坐标数据,测量用 D 级 GNSS 静态控制法。

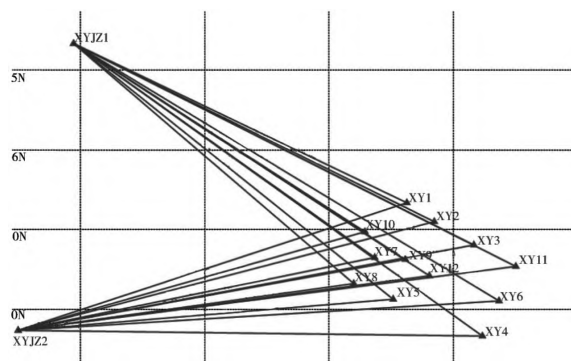


图 1 监测网示意图

2.2 监测数据分析

2.2.1 监测数据获取

矿井工业广场地表变形监测从 2021 年 8 月开始,并以布置的 2 个基准点(XYJZ1、XYJZ2)为起算点,系统通过独立基线网平差法实现各监测点坐标解算,并对各个监测点在 X 方向(南北方向移动值)、Y 方向(东西方向移动值)、H 方向(沉降值)以及 S 方向(平面位移值)等参数单期变化量、累计变形量以及位移方向等参数进行统计。具体 2021 年 8 月—12 月期间部分数据统计结果见下页表 1 所示。

2.2.2 监测数据分析

当监测获取到的变形量小于极限误差时,即可认

收稿日期:2022-03-01

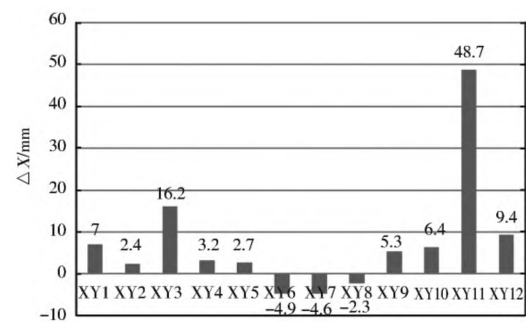
作者简介:李丽莉(1990—),女,山西介休人,大专,毕业于山西煤炭职业技术学院,工程师,现从事矿山测量方面的工作。

表1 部分监测数据(2021.09.13—2021.09.19)

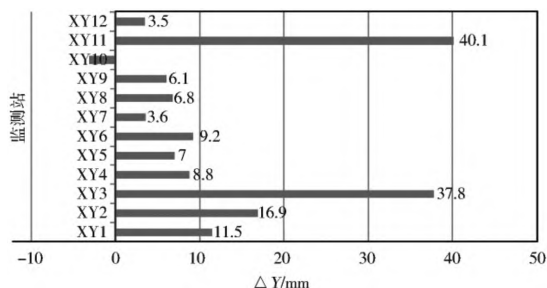
测站编号	X方向变形		Y方向变形		H方向变形		S方向变形	
	本周/mm	累计/mm	本周/mm	累计/mm	本周/mm	累计/mm	本周/mm	累计/mm
XY1	-0.2	3.0	0.6	5.3	-2.2	-8.6	0.6	6.1
XY2	0.2	0.7	0.7	3.6	0.5	-10.5	0.7	3.7
XY3	-0.3	2.1	4.3	7.3	2.1	-9.0	4.3	7.6
XY4	-1.1	0.7	0.3	3.9	-0.4	-12.7	1.1	4.0
XY5	-0.7	0.6	0.7	3.4	0.9	-5.5	1.0	3.5
XY6	3.6	3.6	0.6	0.6	-11.7	-11.7	3.6	3.6
XY7	0.1	1.1	1.8	5.3	-1.8	-14.9	1.8	5.4
XY8	0.1	0.3	-0.3	2.5	-3.7	-11.6	0.3	2.5
XY9	-0.3	0.9	1.2	2.4	-1.4	-8.2	1.2	2.6
XY10	-5.4	0	10.4	5.1	7.8	-5.8	11.7	5.1
XY11	3.7	9.4	3.8	8.7	-3.9	-19.0	5.3	12.8
XY12	0.1	3.1	-0.9	1.8	-3.1	-10.0	0.9	3.6

为在监测时间范围内测站变形较小或者变形不明显,一般极限误差取值为2倍中误差。根据现场情况,取X、Y、H、S方向极限误差分别为2.4 mm、2.4 mm、3.4 mm、2.2 mm。为直观掌握工业广场上各测站变形情况,统计分析X、Y、S及H四个方向数据,具体各监测结果如图2所示。

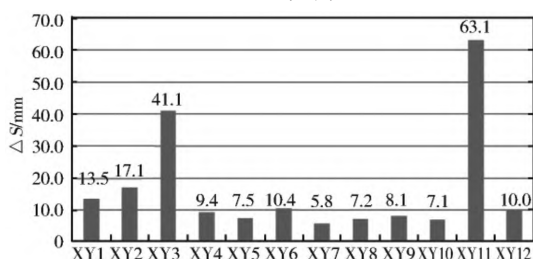
南北方向上移动值监测结果如图2-1所示,测站



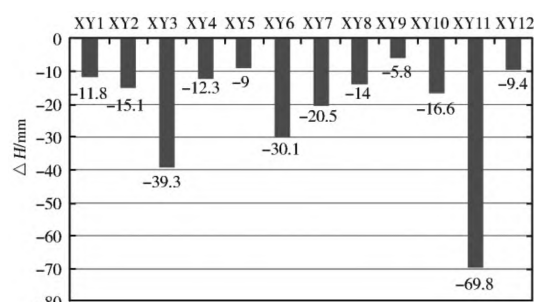
2-1 X方向



2-2 Y方向



2-3 S方向



2-4 H方向

图2 监测结果

XY2、XY8数据均在极限误差(2.4 mm)以内;XY4~XY7测站数据均稍微高于极限误差(2.4 mm);其余XY1、XY3等测站数据远大于极限误差(2.4 mm),表明布置的测站在X方向均出现一定位移,特别是处于工业广场保护煤柱边缘位置的XY3、XY11测站在X方向移动量分别为16.2 mm、48.7 mm,变形量较大。

东西方向监测数据见图2-2所示,从图2-2中看出工业广场上布置的12个测站皆在Y方向获取到的位移值均超过极限误差(2.4 mm)。位于工业广场东部的XY10测站位移向西侧,位移量为2.8 mm;其余的测站位移方向均向东侧,其中XY1、XY2、XY3、XY11位移量数据均超过10 mm,XY11位移量最大达到40.1 mm。

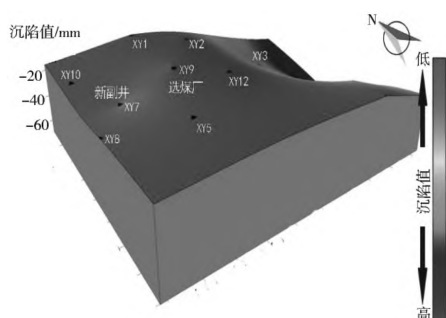
具体各测站平面位移值见图2-3所示,各测站获取到的平面位移值均超过极限误差(3.4 mm),平均位移值为16.7 mm。位移量最大测站为XY3、XY11(测站位移保护煤柱与开采边界间);位于工业广场内部的XY5、XY7~XY9等测站平面位移量整体较小。

竖向沉降值监测结果见图2-4所示,从图2-4中看出,工业广场上布置的12个测站沉降值均超过极限误差(2.2 mm),测站平均沉降值为21.1 mm。其中XY5、XY9、XY12测站位于工业广场内部,沉降值均在10 mm以内;XY7测站靠近新副井位置,沉陷值超为20.5 mm,沉陷量较大;XY1~XY3、XY6、XY11测站均位于工业广场东北部,该区域测站沉陷量整体较大,其中XY11测站最大沉陷量可达到69.8 mm。

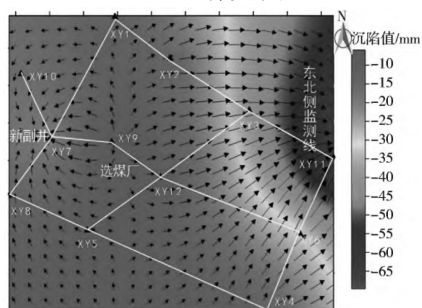
2.2.3 变形量整体分析

为直观掌握工业广场情况,根据GNSS测定工业广场变形量数据并结合现场平面图,绘制得到工业广场整体变形图以及地表变形趋势图,具体如下页图3所示。

矿井工业广场变形量值与变形速度呈正相关,工业广场呈整体变形趋势。在靠近选煤厂的XY9测站附近,地表变形量整体较小;XY1、XY4、XY12连线以东区域地表变形量较大;同时在靠近新副井位置获取到的地表变形量也较大,应引起足够重视。在靠近井



3-1 整体变形图



3-2 变形趋势图

图 3 工业广场整体变形图及地表变形趋势图

塔附近区域地表变形速度介于 0.6~1.0 mm/周, 选煤厂以东区域地表变形速度有所增加, 其中在 XY11 测站附件地表变形速度可达到 3.8 mm/周, 该区域受井下开采影响较大。

4 结论

采用 GNSS 对矿井工业广场地表变形进行监测, 对监测数据进行综合分析, 主要获取以下结论:

1) 矿井工业广场地表变形位置主要集中在新副井区域以及工业广场东北角位置, 其中在靠近工业广

场东北角位置的 XY11 测站沉陷量以及东北方向变形量分别达到 69.8 mm、63.1 mm; 工业广场整体呈现下沉趋势, 布置的测站平均下沉量为 21.14 mm, 越靠近开采区地表变形量越大, 其中在小煤矿与保护煤柱交界位置布置的 XY11 测站沉陷量达到 69.8 mm。

2) 整体来说, 矿井工业广场地表变形受新副井掘进以及开采塌陷区地表变形影响, 地表变形量整体较小, 变形不会给地表构筑物使用带来安全威胁; 但是由于新副井位置地表变形量较大, 因此在后续生产过程中应对化新副井井筒变形监测, 确保井筒变形在允许范围内。

参考文献

- [1] 马福义, 张宇, 赵喜江, 等. 基于 GNSS 的益新煤矿工业广场地表变形监测研究[J]. 山西煤炭, 2021, 41(4): 64-69.
- [2] 段红飞, 孙万明, 陈德峰, 等. 某露天矿排土场受地下煤层开采影响初步分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2020(10): 30-31.
- [3] 李铁强. 煤矿工业广场煤柱安全开采及监测研究[D]. 南昌: 华北理工大学, 2020.
- [4] 王凤志. 荆各庄矿工业广场煤柱开采变形监测研究[J]. 矿山测量, 2019, 47(4): 13-20.
- [5] 贾冬冬. 店坪煤矿工业广场建筑物沉降变形观测方案研究探讨[J]. 山东煤炭科技, 2019(7): 172-173.
- [6] 熊靖飞. 童亭煤矿工业广场地表沉降监测与预测[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2015.
- [7] 曹智辉. 煤矿工业广场变形预测的改进 GA-BP 模型建立与分析[D]. 南昌: 东华理工大学, 2013.
- [8] 董小波. 徐州庞庄煤矿采空区对拟建电厂场地稳定性影响的研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2010.
- [9] 陈芳. 煤矿工业广场地表移动变形监测分析与预测[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2005.

(编辑: 苗运平)

Application of GNSS in Surface Deformation Monitoring of Coal Mine Industrial Square

Li Lili

(Fenxi Mining Industry Liangdu Coal Industry Co., Ltd., Lingshi Shanxi 031302)

Abstract: In order to master the surface deformation law of the mine industrial square and ensure the safety of the surface structures, GNSS is used to monitor the surface deformation, and the monitoring technical scheme is determined according to the site conditions. A total of 2 reference stations and 12 measuring stations are arranged for deformation monitoring, which can realize full coverage monitoring of the industrial square. The field monitoring found that the surface deformation in the northeast of the industrial square and the new auxiliary shaft is large, while the deformation in other areas is small. Therefore, in the follow-up production process, the monitoring of the above two positions should be strengthened to ensure that the deformation is within the allowable range. According to the deformation monitoring results, grouting reinforcement, structure relocation or optimization of underground production layout should be taken in advance to ensure the safety of the use of equipment, structures, etc. in the industrial square.

Key words: GNSS; industrial square; surface deformation; mining impact; survey station

欢迎投稿 欢迎订阅

联系电话: 0351-7334249

电子邮箱: sxybjb@126.com