

地应力测量在羊场湾矿中的应用

赵显文¹, 张晓宇², 王升宇¹

(1 通化矿业集团, 吉林 白山 134300; 2 黑龙江科技学院, 黑龙江 哈尔滨 150027)

[摘要] 针对羊场湾煤矿巷道支护困难的问题, 采用了空心包体应力解除法对羊场湾煤矿进行了三维地应力测量, 初步掌握了羊场湾煤矿地应力分布的基本特征, 指出羊场湾煤矿地应力类型属于水平构造应力场, 以水平应力为主导, 从而为巷道布置及支护设计提供了理论基础。

[关键词] 地应力; 空心包体; 应力分布

[中图分类号] TD326

[文献标识码] B

[文章编号] 1006-6225 (2011) 04-0102-02

Application of Geo-stress Detection in Yangchangwan Colliery

地应力是存在于地层中未受工程扰动的天然应力, 也称岩体初始应力或原岩应力。地应力是岩体在漫长的地质演变时期形成的岩体内生应力, 是地壳岩体在历史上各种构造运动形成的应力场与重力应力场多次叠加的结果, 具有一定的时间和空间效应, 导致岩体地应力状态相对比较复杂和多变。因此, 进行地应力的测量是了解一个区域地应力状态的惟一途径。

地应力是引起煤矿开采等地下工程围岩变形和破坏的根本驱动力, 是矿井设计重要基础参数, 是煤矿巷道支护动态信息设计法重要的基础参数, 对煤矿开采过程中围岩稳定性分析及合理的巷道设计意义十分重大。

羊场湾煤矿是隶属于神华宁夏煤业集团公司的主力矿井, 煤炭资源储量丰富, 年产原煤超过16Mt, 随着开采强度的不断增大, 巷道支护难度加大, 矿压显现比较明显。因此, 开展羊场湾矿井下的地应力的实测研究, 对羊场湾矿井的总体布置, 巷道和采场优化设计, 保证矿井安全、高效生产具有重要的现实意义。

1 地应力实测

1.1 地质概况

羊场湾煤矿位于宁夏灵武矿区中部, 井田内地形为缓坡丘陵, 基岩大部分被沙漠或第四系黄土覆盖。井田地处华北地带鄂尔多斯盆地西缘褶皱冲断带的南北向逆冲构造带, 是烟墩山逆冲席的前缘带, 井田内断裂、褶曲构造较发育, 规模较大。受燕山运动的影响, 中生界产生了大量的褶曲和断裂构造, 导致矿井工程地质条件比较复杂, 巷道支护

难度较大, 支护参数的选取也存在较大随意性。

1.2 测试方法

现有的地应力测量方法很多, 有应力恢复法、应力解除法、水压致裂法、地球物法和地质测绘法等, 其原理各有不同。但目前只有应力解除法和水压致裂法是井下地应力实测的可行方法, 其中应力解除法(也称套芯法)是目前应用最广的地应力测试方法。具体方法是在岩石中先钻一测量孔, 将传感器安装在测孔中并观测读数, 然后再测量孔外同心套钻钻取岩芯, 使岩芯与围岩分离。岩芯上的应力因被解除而产生弹性恢复。根据应力解除前后所测得差值, 可以得出地应力的大小和方向。

1.3 测试仪器

本次测量采用的仪器是 KX-81 型三轴地应力空心包体应力计, 能在单孔中通过一次套芯解除应变获得三维应力状态, 并且该装置安装简便迅速, 成功率和可靠性高, 广泛地应用于地应力的测量中。其主体是一个用环氧树脂制成的空心圆筒, 在中间部分, 沿同一圆周等距离嵌埋了3组电阻应变花, 用于测量岩芯上各点在解除前后的应变值。

1.4 测量流程

井下测量工作过程为: 打测量孔; 应力计定向; 应力计安装; 应力计固化; 应力解除。

室内工作包括: 传感器围压率定; 岩芯力学性质测定; 应力计算。

具体步骤如下:

(1) 打大孔: 从岩体表面打大孔至测量部位, 磨平孔底, 清洗钻孔; 深度为巷道跨度的2.5倍以上 ($D=3\sim 5d$), 直径一般为130~150mm。

(2) 打小孔并放水冲洗钻孔: 小孔直径由选

[收稿日期] 2011-06-14

[作者简介] 赵显文 (1954-), 男, 内蒙古突泉人, 硕士, 高级经济师, 集团公司董事长, 主要从事矿业企业可持续发展研究。

用探头直径决定, 一般为 36 ~ 38mm, 小孔深度一般为孔径 10 倍左右。

(3) 安装测量探头至小孔中央部位。

(4) 岩石打孔, 实现应力解除: 通过量测系统 (测量探头等) 测得的小孔变形或应变, 根据有关计算公式求出小孔周围原岩应力。

1.5 测试地点及方案

由于地应力场的复杂多变性, 对地应力测试区

表 1 测站布置及钻孔测试参数

测点	测点位置	岩性	测点深度/m	孔径/mm	孔深/m	方位角/(°)	倾角/(°)
1	-850m 北翼大巷	砂岩	875	130	8.5	180	3
2	710 开切眼	不粘结煤	1025	130	10.0	20	3

1.6 测试结果

通过实验室试验得出测量地点岩芯的弹性模量、泊松比等力学参数后, 并将测点应变片的前后应变值导入专门后处理软件后, 可以计算出测点地应力的大小和方向。详细测试结果如表 2 所示。

表 2 羊场湾矿地应力测试结果

测点	测点位置	主应力类型	主应力值/MPa	方位角/(°)	倾角/(°)
1	-850m 北翼大巷	最大主应力 σ_1	32.18	187	1.0
		中间主应力 σ_2	17.32	80	72.1
		最小主应力 σ_3	13.94	96	17.9
2	710 开切眼	最大主应力 σ_1	36.02	205	0.4
		中间主应力 σ_2	20.65	63	81.1
		最小主应力 σ_3	18.59	114	8.9

2 地应力测试结果分析

通过对 2 个测点的地应力实测结果进行系统分析, 初步得出羊场湾煤矿地应力分布特点为:

(1) 从数据结果显示, 羊场湾煤矿的最大主应力和最小主应力与水平面的夹角非常小, 倾角在 0.4 ~ 8.9° 之间, 可近似看作为水平应力。最大水平应力值在 32.18 ~ 36.02MPa 之间, 要明显大于垂直应力, 这说明虽然羊场湾煤矿矿井测点埋深较大, 但是地应力场还是以水平构造应力场为主导, 应力场类型以 $\sigma_H > \sigma_V > \sigma_h$ 为主。

(2) 羊场湾煤矿的最大水平应力和最小水平应力差值较大, 比值在 1.94 ~ 2.31 之间, 且显示出很明显的方向性, 集中在 N7°E ~ N25°E 方向上。因此, 矿井在生产布置时巷道的轴线方向要避免与最大水平应力的方向呈现过大的夹角, 否则巷道的维护比较困难。这也说明了为什么在 -1000m 水平工作面开切眼顶板不稳定, 两帮变形较大, 而两巷支护比较容易的问题。

域需要布置多组测点, 进行三维的地应力测试, 以便全面地掌握地应力的分布规律和特征。根据羊场湾煤矿的实际生产情况, 并充分考虑测试点所要求的测量环境, 需要避开已采掘的采场、巷道、硐室及地质影响区, 最终将本次试验测试观测地点选择在 -850m 北翼大巷和 710 开切眼处的均质、稳定、完整的岩层中。具体的测站布置及钻孔测试参数如表 1 所示。

(3) 随着深度的增大, 羊场湾煤矿的地应力在数值上有一定的增加, 说明随着埋深的加大, 地应力值将呈现线性增加的趋势。另外, 由于中间主应力 σ_2 倾角较大, 在 72.1 ~ 81.1° 之间, 与垂直主应力值相差不大, 在数值上要略小于单位面积上的覆岩层重量, 这可能是由于岩层具有一定的倾角, 导致重力没有完全转化为垂直应力。

3 结论

(1) 研究表明羊场湾煤矿地应力场以水平构造应力场为主导, 其应力场类型为 $\sigma_H > \sigma_V > \sigma_h$ 。

(2) 羊场湾煤矿的最大水平应力和最小水平应力差值较大, 比值在 1.94 ~ 2.31 之间, 最大水平应力显示出很明显的方向性, 集中在 N7°E ~ N25°E 方向上。

(3) 通过对羊场湾煤矿地应力的实测研究, 对矿井的巷道布置和支护设计提供的基础数据, 对矿井的生产设计具有一定的指导作用。但是由于此次实测测点较少, 在以后的工作中还要加大对地应力实测工作的力度, 以便更好地反映出整个矿井的地应力分布特征。

[参考文献]

- [1] 鞠文君. 煤矿巷道支护动态信息设计法 [J]. 中国安全科学学报, 2006, 16 (2): 99 - 102.
- [2] 司林坡. 全景钻孔窥视仪在水压致裂法地应力测试中的应用 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (2): 97 - 101.
- [3] 蔡美峰. 地应力测量原理和技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [4] 康红普, 王金华. 煤巷锚杆支护理论与成套技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2007.
- [5] 康红普, 林健, 张晓. 深部矿井地应力测量方法研究与应用 [J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26 (5): 929 - 933.

[责任编辑: 邹正立]