

孙玺皓, 李霞, 张丽峰, 等. 2023年积石山 M_s 6.2地震前湟源地形变异异常特征[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 124–125. [SUN Xihao, LI Xia, ZHANG Lifeng, et al. The Characteristics of the Huangyuan Topography Anomaly Before the Jishishan M_s 6.2 Earthquake in 2023[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 124–125]

2023年积石山 M_s 6.2地震前湟源地形变异异常特征

孙玺皓^{1,2}, 李霞^{1,2}, 张丽峰^{1,2}, 郭瑛霞^{1,2}

(1. 青海格尔木青藏高原内部地球动力学野外科学观测研究站, 西宁 81000; 2. 青海省地震局, 西宁 810001)

The Characteristics of the Huangyuan Topography Anomaly Before the Jishishan M_s 6.2 Earthquake in 2023

SUN Xihao^{1,2}, LI Xia^{1,2}, ZHANG Lifeng^{1,2}, GUO Yingxia^{1,2}

(1. Geodynamics Field Observation and Research Station of the Qinghai-Tibet Plateau, Golmud, Xining 810001, China; 2. Qinghai Earthquake Agency, Xining 810001, China)

中文关键词: 积石山 M_s 6.2地震; 地形变; 异常特征; 短期

Keywords: Jishishan M_s 6.2 earthquake; Topographic deformation; Anomalous feature; Short-term

中图分类号: P315.72

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0124-02

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.44

时间尺度预测提供参考依据。

0 研究背景

地震是地球内部构造运动导致地壳应力积累超过岩石介质极限而发生错动和破裂现象, 其释放大量的应变能导致周围地壳突然变形^[1]。诸多研究表明, 2021年玛多 M_s 7.4、2022年门源 M_s 6.9等大震的孕育过程通常伴有前兆异常, 地形变观测能够真实反映震源区附近应力场的变化, 异常提取、分析更是强震预测的前提。因此, 开展相关研究对于青海及邻区的震情研判具有重要现实意义。

青藏高原构造活动强烈, 其原始动力来自印度板块向北推挤同时受鄂尔多斯块体阻挡共同作用, 强震频发。2023年甘肃积石山发生 M_s 6.2地震(35.70°N, 102.79°E), 震源机制为逆冲型^[2]。强震前湟源两套地形变资料相继出现异常变化, 本文着重分析其异常特征, 以期为该区域强震的不同

1 研究内容

湟源台地处日月山断裂带和拉脊山断裂带的交汇复合处北缘^[3]。台站配备YRY-4型钻孔应变仪、CZB-1c型钻孔倾斜仪, 均具有较高观测精度且物理意义明确, 符合异常跟踪标准。积石山地震前湟源钻孔应变背景性异常及钻孔倾斜短期异常配套出现, 异常特征显著。

1.1 背景性异常特征

选取2016—2023年钻孔应变 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 分量整点值资料, 绘制四分量年较曲线。由图1可见, 2016—2020年湟源钻孔应变 S_1 、 S_2 分量呈平稳变化趋势, 2021年3月初两分量同步出现转折变化, 该变化是在 S_3 、 S_4 分量于2020年7月出现趋势转折变化后该资料出现新的异常变化, 能够说明

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 青海格尔木青藏高原内部地球动力学野外科学观测研究站专项(2024-01)

作者简介: 孙玺皓(1986—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事地震预测预报工作。

E-mail: dzj_sxh@163.com

台站周边应力加载不断增强。2021年玛多 $M_{\text{s}}7.4$ 、2022年门源 $M_{\text{s}}6.9$ 、德令哈 $M_{\text{s}}6.0$ 地震后 S_3 、 S_4 分量异常形态恢复， S_1 、 S_2 分量并未出现恢复迹象，反而越加显著。异常持续发展期间发生2023年积石山 $M_{\text{s}}6.2$ 地震，震后两分量异常恢复，且 S_2 分量

方位角为 121° ，其转折变化方向指向震中。分析认为，该项异常与此次积石山地震存在一定响应关系，异常信度较高。钻孔应变资料对其台站周边尤其是异常分量指示方向的6级强震具有背景性指示意义。

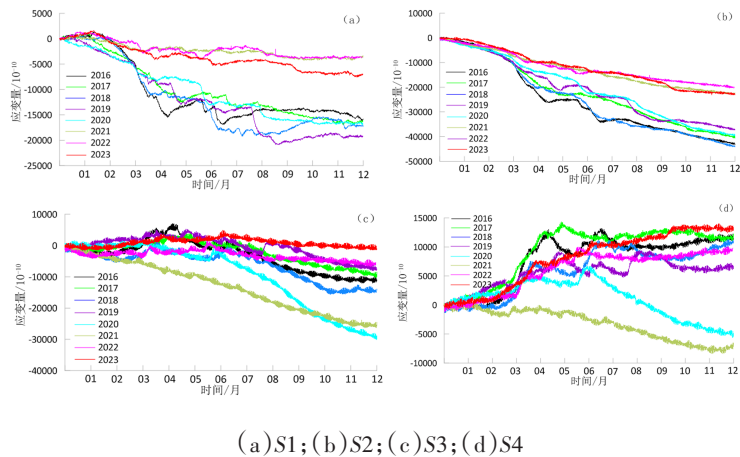


图1 湟源钻孔应变四分量年较时序曲线

Fig.1 Four-component annual time series curves of borehole strain in Huangyuan

1.2 短期异常特征

钻孔倾斜仪观测以来数据稳定、可靠。由2015—2023年NS分量时序变化曲线可知(图2)，2023年10月7日NS分量出现N倾变化，其最大变化幅度为 114.7×10^{-3} 角秒，异常形态出现至恢复期间，台站周边相继发生2023年肃北 $M_{\text{s}}5.5$ 、积石山 $M_{\text{s}}6.2$ 级地震，其时间间隔为17—72 d，震中距分别为460 km，180 km。对比以往震例分析，2015年以来该资料在2016年门源 $M_{\text{s}}6.4$ 、2017年九寨沟 $M_{\text{s}}7.0$ 、2019年夏河 $M_{\text{s}}5.7$ 、2022年德令哈 $M_{\text{s}}6.0$ 地震前均出现N倾异常变化，震后异常恢复。分析认为，本次异常变化与以往震例异常形态较为相似，异常信度较高，其NS分量出现转折N倾变化为积石山 $M_{\text{s}}6.2$ 地震的短期前兆异常。

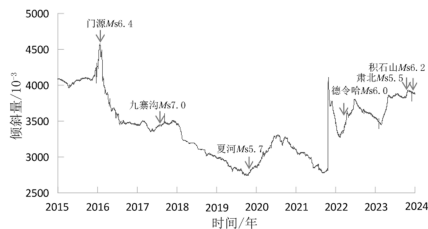


图2 湟源钻孔倾斜NS分量时序曲线
Fig.2 Time series curves of NS component of inclined borehole in Huangyuan

2 研究结果

2023年积石山地震前震源区附近存在区域应

力调整背景，湟源钻孔应变异常与钻孔倾斜异常相继出现，且在时间进程上呈长—短期特征，更加说明在孕震后期临近发震时，拉脊山断裂应力加载作用显著增强。湟源台作为祁连地块上地球物理场观测的构造敏感点，在未来震情跟踪分析过程中，应重点关注台站地形变背景性异常与中短期异常配套出现时段，其周边区域发生6级强震的危险性。

3 结束语

青海及邻区作为青藏高原的主体区域，强震的孕震过程较为复杂。震前应变、倾斜异常变化均有其发展的阶段性，且反映了地壳的活动强度。后续需加强地形变异常及其物理机制与强震的关联性等方面研究，这对于分析长期乃至中短期强震潜伏的危险性具有重要意义。

参考文献

[1] 周明月,万永革,关兆萱,等. 2023年甘肃积石山 $M_{\text{s}}6.2$ 地震对周围断层的应力影响及对余震的触发作用[J]. 地震工程学报,2024,46(04):942-948+964
[2] 王润妍,万永革,宋泽尧,等. 2023年12月18日甘肃积石山6.2级地震震源机制及其对周围区域的应力影响[J]. 地震,2024,44(1):175-184.
[3] 孙玺皓,马震,苏维刚,等. 青海湟源地震台钻孔倾斜异常变化特征分析[J]. 高原地震,2019,31(4):40-45.