

习聪望, 廖洪月, 董娜, 等. 2024年1月23日新疆乌什地震前卫星热红外异常分析[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 158–160. [XI Congwang, LIAO Hongyue, DONG Na, et al. Satellite Thermal Infrared Anomalies Before the Wushi Earthquake in Xinjiang on January 23, 2024[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 158–160]

2024年1月23日新疆乌什地震前卫星热红外异常分析

习聪望¹, 廖洪月², 董娜¹, 唐好丛¹

(1. 西安市地震监测预警中心, 西安 710199; 2. 西安市地震局, 西安 710018)

Satellite Thermal Infrared Anomalies Before the Wushi Earthquake in Xinjiang on January 23, 2024

XI Congwang¹, LIAO Hongyue², DONG Na¹, TANG Haocong¹

(1. Xi'an Earthquake Monitoring and Early Warning Center, Xi'an 710021, China;

2. Xi'an Earthquake Agency, Xi'an 710018, China)

关键词: 新疆乌什地震; 卫星热红外; 振幅增强比

Keywords: Wushi earthquake in Xinjiang; Satellite thermal infrared; Amplitude enhancement ratio

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0158-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.58

0 研究背景

随着卫星遥感技术发展, 热红外遥感数据不断被应用于地震前后异常分析研究。近年来, 西安市地震局利用计算机编程技术自主研发卫星热红外均线差值振幅增强比分析方法研究地震前后卫星热红外异常, 对2008年汶川8.0级地震、2013年四川芦山7.0级地震、2017年四川九寨沟7.0级地震分析, 发现震前半年内均出现了较大规模的热红外趋势异常^[1]。目前此方法在陕西省地震局、甘肃省地震局、海南省地震局进行业务测试。综合多人研究成果, 利用均线差值振幅增强比法计算的结果能够显示出背景性异常的特征^[1-2]。本文利用卫星热红外均线差值振幅增强比分析方法对2024年1月23日新疆阿克苏地区乌什县7.1级地震进行研究。

1 研究数据、内容及方法

本文的热红外数据来自美国海洋大气局NOAA卫星官方数据(下载地址 https://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CBO_V1/1deg-DLY/), 空间分辨率为 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, 数据为混合计算的OLR格式全球数据。

本研究采用的方法为热红外年均线差值振幅增强比法, 此方法侧重于研究地震前在震中位置附近区域是否存在亮温值异常。数据处理过程主要为数据转换、均线计算、差值计算、振幅计算等, 最后得出活跃性指数 Y_i , 主要公式如下。

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{100^2} C_i}{100^2} \quad (1)$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{365} D_i}{365} \quad (2)$$

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 陕西省地震局启航与创新基金(QC202408)

作者简介: 习聪望(1991-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事地震监测预报工作。

E-mail: 517931779@qq.com

$$\Delta B_i = A_i - A_{i-t} \quad (i > t) \quad (3)$$

$$\Delta T_i = \Delta B_i - \Delta B_{\min} \quad (4)$$

$$\bar{T}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta T_i}{i} \quad (i > 1) \quad (5)$$

$$Y_i = \left[\frac{(\Delta T_i - \bar{T}_i)}{\bar{T}_i} \right] \quad (6)$$

上式中, D_i 为每天的热红外长波辐射值, A_i 为滑动年线值, ΔB_i 是热红外长波辐射年线值的差值, t 为设定差值分析的时间间隔长度, T_i 随着时间变化而变化, Y_i 为 $(\Delta T_i - \bar{T}_i) / \bar{T}_i$ 持续多天高于 1.618 即认为该区域存在异常。

2 研究结果

2024 年 1 月 23 日新疆阿克苏地区乌什县 (41.26°N , 78.63°E) 发生 7.1 级地震, 震源深度 22.0 km, 震中距新疆乌什县政府驻地约 50 km。

2.1 热红外异常空间变化过程分析

我们在扫描全国热红外遥感数据时发现在 1 月 23 日 7.1 级地震震中附近相关网格出现时间异常曲线, 选取数据时间段为 2022 年 1 月 1 日—2024 年 2 月 1 日, 选取数据空间范围为 ($25^\circ \sim 55^\circ \text{N}$, $70^\circ \sim 100^\circ \text{E}$) 作为研究区域。不同网格区域异常特征有

所不同, 当前数据与前 1 年、前 3 年、前 5 年比较, 发现 5 年异常区域更明显。为了进一步详细分析, 以 2 d 为步长进行五年差值综合分析发现, 2023 年 11 月 1 日五年差值异常区域开始出现, 异常区域不断持续增大, 2023 年 12 月 9 日为最大(图 1), 2023 年 12 月 11 日异常区域开始缩小直至 12 月 19 日异常区域消失。因此, 可以看出在 2024 年 1 月 23 日新疆乌什地震前 84 d 出现热红外异常区域, 异常区域持续增强 39 d, 异常区域持续减小 9 d, 地震前 35 d 异常区域消失, 异常区域持续时间共计 48 d。同时可以发现, 震中偏南方向出现呈东西走向的条状异常区域, 该区域在 9 d 后发生甘肃积石山 6.2 级地震 (35.5°N , 102.5°E), 117 d 后发生青海茫崖 5.5 级地震 (38.39°N , 90.93°E)。

2.2 热红外时间异常分析

为了解异常区域时间变化过程, 在最大异常点 (42.5°N , 78.5°E) 提取长周期 (365 d) 和短周期 (40 d) 背景下异常区域时间异常趋势曲线(图 2), 可以看出长周期背景下在新疆乌什地震发生前出现过两波次异常, 第一次出现在地震发生前约 8 个月, 第二次异常出现震前 50 d 前后, 最大峰值为 12 月 7 日, 异常峰值倍数 2.1; 短周期背景下 2023 年 12 月 1 日异常指数达到峰值, 峰值倍数为 2.3, 距新疆乌什地震前 53 d。

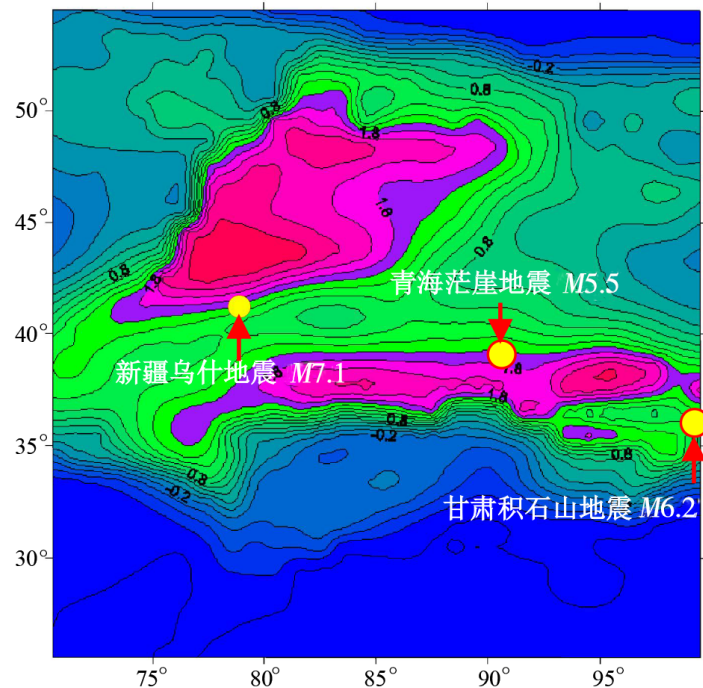


图 1 2023 年 12 月 9 日热红外异常时空演化图

Fig.1 The spatio-temporal evolution of thermal infrared anomaly on December 9, 2023

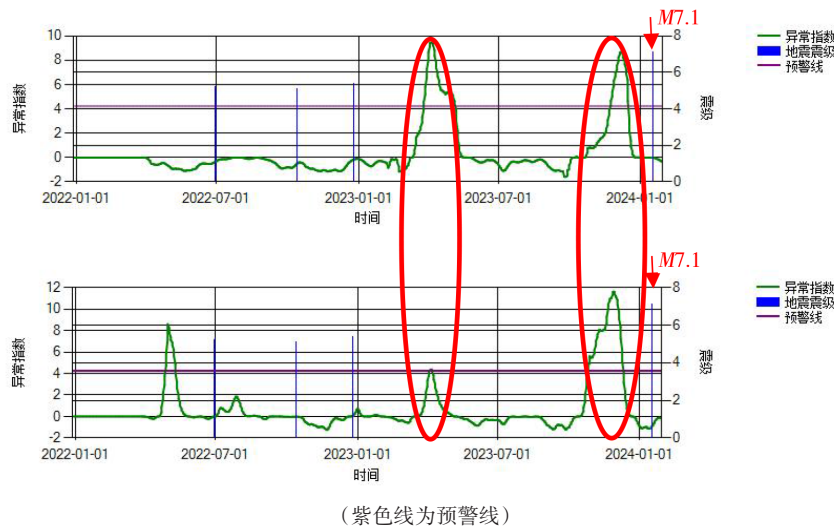


图2 热红外空间显著异常区域时间异常趋势曲线图

Fig.2 The temporal anomaly trend curves of significant thermal infrared anomalies area

3 结语

通过利用卫星热红外均线差值振幅增强比分析方法对2024年1月23日新疆阿克苏地区乌什县7.1级地震进行研究发现，在地震前84 d开始出现热红外异常区域，热红外异常区域持续48 d，地震前35 d热红外异常区域消失，能够清楚显示新疆乌什地震震前热红外异常发展变化过程，可为地震中期地震预报提供参考。

参考文献

[1] 廖洪月,董娜,王刚.利用均线差值振幅波动水平分析汶川、雅安芦山、九寨沟地震前热红外异常[J].地震科学进展,2021,51(8):352-361.
[2] 钟美娇,张元生,廖洪月,等.2023年积石山6.2级地震热红外异常研究[J].地震工程学报,2024,46(4):880-887.