

戴勇, 高立新, 尹战军, 等. 莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震长波辐射异常研究[J]. 华南地震, 2015, 35(1): 103–106. [DAI Yong, GAO Lixin, YIN Zhanjun, et al. Outgoing Long-wave Radiation Anomaly Before the $M_{5.0}$ Molidawa–Nenjiang Earthquake[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(1): 103–106.]

莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震长波辐射异常研究

戴 勇, 高立新, 尹战军, 王 鑫, 学 峰, 张立丰

(内蒙古自治区地震局, 呼和浩特 010010)

摘要: 通过涡度、时频分析等方法, 研究了莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前, 震中区域($124.50^{\circ}\text{E}\sim 126.50^{\circ}\text{E}$, $47.50^{\circ}\text{N}\sim 52.50^{\circ}\text{N}$) 红外遥感 OLR 时空分布特征, 结果显示: 莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前震中区域 OLR 涡度场存在显著增强的异常现象; 震中区格点(125.50°E , 49.50°N) OLR 涡度值时序曲线在震前存在显著异常变化, 其时频结果也显示在地震前存在能量密度增强现象, 异常期间谱结构不断变化。

关键词: 莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震; 长波辐射; 涡度; 异常变化

中图分类号: P315.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001–8662 (2015) 01–0103–04

DOI: 10.13512/j.hndz.2015.01.016

Outgoing Long-wave Radiation Anomaly Before the Molidawa–Nenjiang $M_{5.0}$ Earthquake

DAI Yong, GAO Lixin, YIN Zhanjun, WANG Xin, XUE Feng, ZHANG Lifeng

(Earthquake Administration of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010010, China)

Abstract: Based on vorticity analysis and temporal and spatial analysis, the paper studies the temporal and spatial distribution characteristics of outgoing long-wave radiation in the epicentral region ($124.50^{\circ}\text{E} - 126.50^{\circ}\text{E}$, $47.50^{\circ}\text{N} - 52.50^{\circ}\text{N}$) of the Molidawa–Nenjiang $M_{5.0}$ earthquake. The results show that: there exist significantly enhanced anomalies of outgoing long-wave radiation vorticity field in the epicentral region before the Molidawa–Nenjiang $M_{5.0}$ earthquake; secondly, there are significantly short-term anomaly changes in the time-sequence curves of OLR vorticity at grid points (125.50°E , 49.50°N) in the epicentral region before the Molidawa–Nenjiang $M_{5.0}$ earthquake; thirdly, the time-frequency analysis results of OLR vorticity at grid point of (125.50°E , 49.50°N) with short-time fourier transform method show that there exist energy density enhancement phenomenon before the Molidawa–Nenjiang $M_{5.0}$ earthquake, and the spectral structure changes during abnormality.

Keywords: The Molidawa–Nenjiang $M_{5.0}$ earthquake; Outgoing long-wave radiation; Vorticity; Abnormal

收稿日期: 2014–03–10

基金项目: 震情跟踪课题(2014020401)

作者简介: 戴勇 (1981–), 男, 硕士, 主要从事地震预测研究工作。

E-mail: daiyong06@mails.ucas.ac.cn.

0 引言

长波辐射 (Outgoing Long-wave Radiation, 简记 OLR), 又称热辐射通量密度, 是指地-气系统向外层空间发射的电磁波能量密度, OLR 是对红外单波段遥测数据经过再处理后形成的宽波段 (5~50 μm) 信息^[1]。OLR 以覆盖面广、资料分辨率高等特点, 早在二十世纪 90 年代就被引入地震预测领域, 已逐步成为除电磁、形变、流体三大传统前兆学科之外的另一个不可或缺的学科^[2-3]。地震学者总结、累积了大量的震例, 并对震前 OLR 异常机理进行了尝试性地分析、研究^[4-9]。随着对 OLR 数据研究的不断深入, 其理论体系将不断完善, 在地震预测领域具有广阔的应用前景。

2013 年 6 月 20 日 17 时 05 分莫力达瓦、嫩江交界发生 5.0 级地震 (125.2°E, 49.8°N), 震中位于近 NE 向嫩江断裂与近 EW 向滨洲断裂交汇区域附近, 震源机制结果显示为走滑型破裂, 其 EW 节面与滨洲断裂相一致。本文将莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震震中所在的区域 (124.50°E~126.50°E, 47.50°N~52.50°N) 作为研究区, 重点分析了莫力达瓦、嫩江交界 5.0 地震前后研究区内 OLR 涡

度时空分布特征。

1 方法原理

本文采用的 OLR 数据资料主要是由美国国家海洋大气局 (NOAA) 提供的分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 网格化数据 (晚间), 其单位为 W/m^2 。

采用网格点 OLR 数据, 利用公式 (1) 可计算出 OLR 涡度值网格数据^[8]:

$$S_E^*(x_{ij}, y_{ij}) = 4S(x_{ij}, y_{ij}) - S(x_{i-1,j}, y_{ij}) - S(x_{i,j}, y_{i-1}) - S(x_{i+1,j}, y_{ij}) - S(x_{i,j}, y_{i+1}) \quad (1)$$

其中, $S_E^*(x_{ij}, y_{ij})$ 表示各格点位的涡度值; $S(x_{ij}, y_{ij})$ 表示各格点位的值; x 表示纬度, y 表示经度, i, j 为格点位标。

2 主要结果

2.1 涡度空间演化特征

图 1 显示的是莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前后, 震中区域 OLR 月均值涡度空间分布。莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前, 位于震中区域 OLR

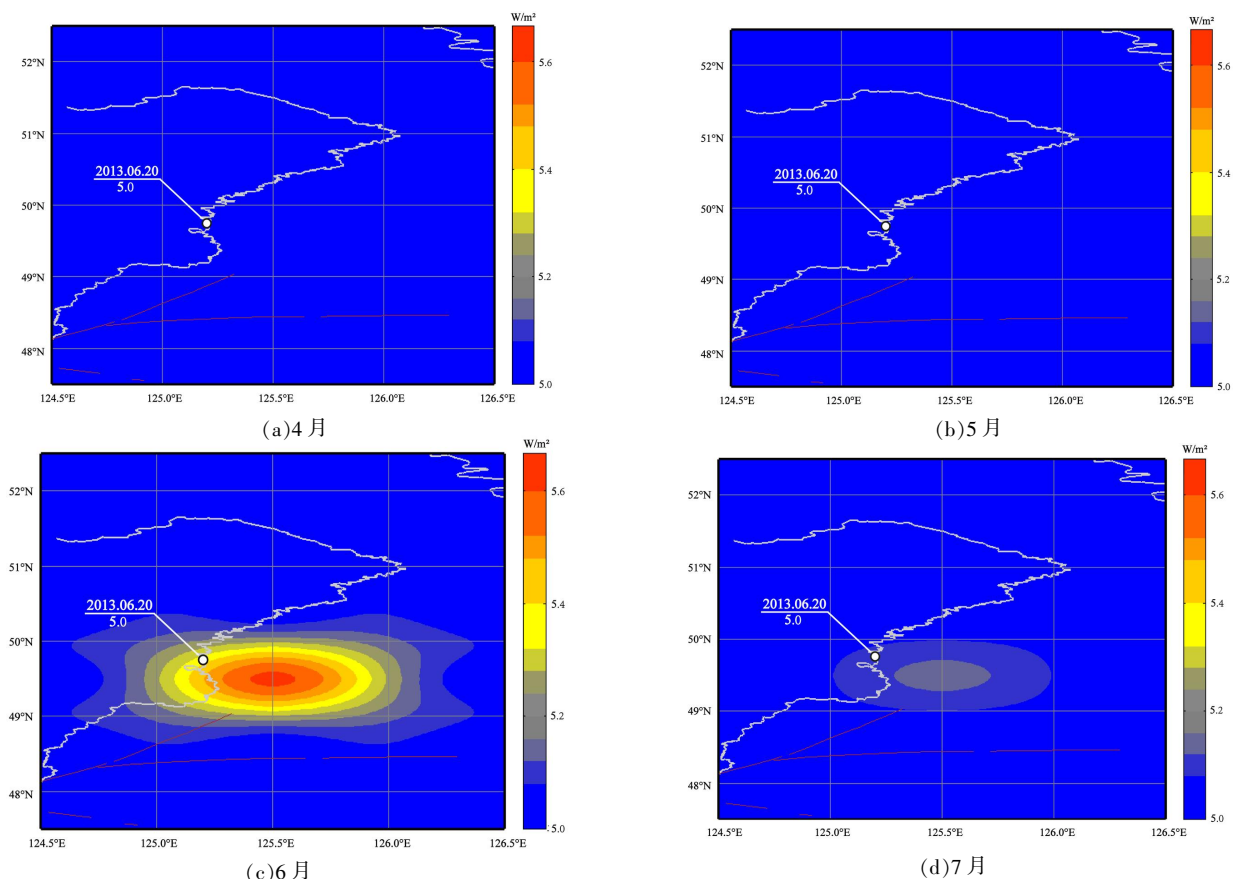


图 1 2013 年莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震震中区 OLR 涡度场逐月变化图

Fig.1 Monthly changes map of OLR vorticity field in the epicentral region of the Molidawa-Nenjiang $M5.0$ earthquake in 2013

涡度场存在显著增强过程,2013 年 4 月、5 月没有明显的异常;6 月震中附近出现近圆形高值异常区,中心点位置为(125.50°E, 49.50°N),其涡度值为 5.6 W/m²,震中位于高值异常区西北缘,距异常区中心点 40 km;2013 年 7 月高值异常区强度明显减弱。

为排除 OLR 涡度场变化的季节性因素,在此采用距平方法对 OLR 涡度数据进行处理。具体来说就是先计算出震中区2007—2012 年期间 6 月的

OLR 涡度均值,然后将存在异常的 2013 年 6 月 OLR 涡度值与该均值进行差值分析,得到 2013 年 6 月 OLR 涡度距平结果(图 2)。由图 2 可见,去除背景值之后的 2013 年 6 月 OLR 涡度场在震中附近仍存在高值异常区。

为进一步证明 2013 年 6 月震中区 OLR 涡度场高值异常为前兆异常,在此计算了 2013 年 6 月上旬 OLR 旬均值涡度场,结果显示,在莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前震中附近已存在高值异常区(图 3)。

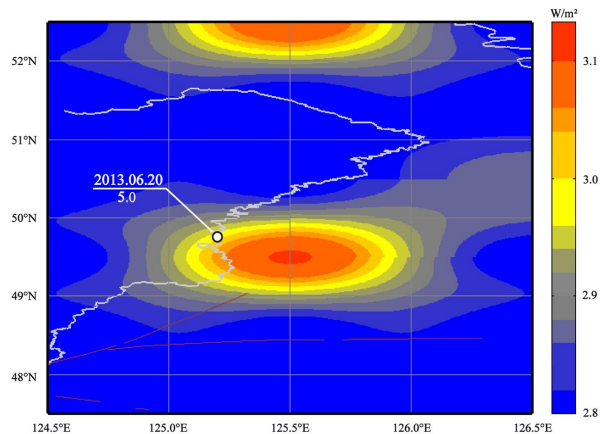


图 2 6 月震中区 OLR 涡度距平结果
Fig.2 The anomaly result of OLR vorticity field located in epicentral region in June

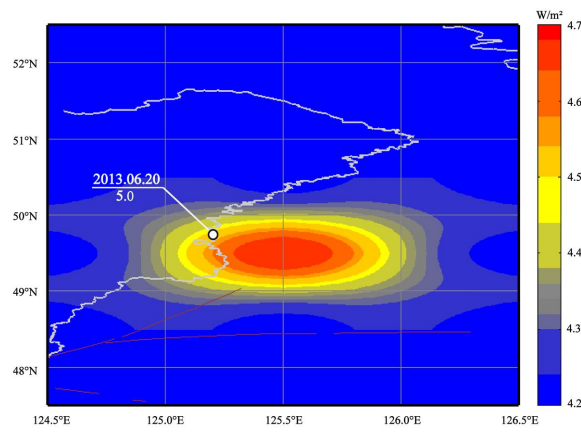


图 3 6 月上旬震中区 OLR 涡度场
Fig.3 The vorticity field of OLR located in epicentral region in early June

2.2 震中区 OLR 时序特征

本节选取位于 2013 年6 月 OLR 涡度场高值异常区中心的格点(125.50°E, 49.50°N),重点研究该格点涡度值时序特征。图 4(a)显示的是格点(125.50°E, 49.50°N)OLR 涡度 2012 年 11 月 1 日至 2013 年 6 月 22 日日值时序曲线,OLR 涡度值自 2013 年 3 月 6 日开始出现显著增强的异常变

化,方差明显变大、超差异常点频次也增多,在地震前两天增强变化格外明显。

采用基于自适应最优核的时频分析方法^[10-11]对格点(125.50°E, 49.50°N)OLR 涡度日值数据进行了处理,得到的时频分析结果如图 4(b)所示,在莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前存在明显的能量密度增强的异常变化,异常期间谱结构特征是

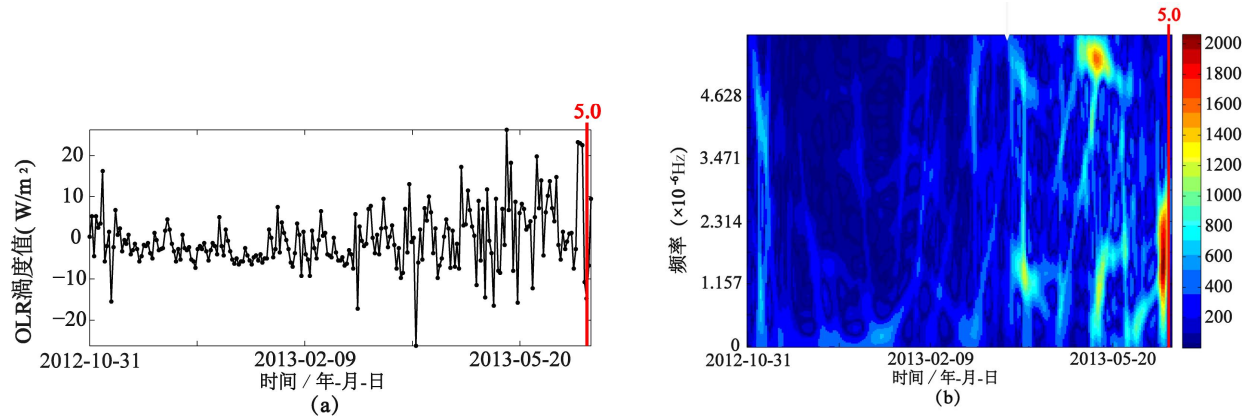


图 4 格点(125.50°E,49.50°N)OLR 时序特征
Fig.4 The sequential characteristic of OLR at grid point of (125.50°E, 49.50°N)

不断变化的, 2013 年 4 月异常能量主要集中在 5.787×10^{-7} Hz~ 1.7361×10^{-6} Hz 频段内, 2013 年 5 月异常能量主要集中在 0 Hz~ 1.7361×10^{-6} Hz 和 4.6296×10^{-6} Hz~ 5.787×10^{-6} Hz 两个频段内, 2013 年 6 月异常能量主要集中在 5.787×10^{-7} Hz~ 2.8935×10^{-6} Hz 频段内。

3 结语

(1) 莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前, 震中区域 OLR 涡度场存在明显增强的异常现象。采用距平方法分析了存在涡度异常的 2013 年 6 月的 OLR 涡度场特征, 结果发现除去背景值之后的 OLR 涡度场在震中附近仍存在明显异常高值区, 这说明 2013 年 6 月莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级出现的异常并不是由季节等原因引起的。

(2) 位于莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震震中区格点 (125.50°E , 49.50°N) OLR 涡度值时间序列曲线显示, OLR 涡度值在莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前存在明显的短期异常变化, 异常幅度和异常频次在临震前增加明显。为进一步研究这一异常变化特征, 本文采用短时傅里叶变换方法对格点 (125.50°E , 49.50°N) OLR 涡度日值数据进行了时频分析, 结果显示, 莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前存在明显的能量密度增强的异常变化, 异常期间谱结构特征是不不断变化的, 异常初期和后期以低频成分为主, 异常中期以高频成分为主。

(3) 2008 年汶川 8.0 级地震和 2013 年芦山 7.0 级地震之前, 在震中区都观测到 OLR 存在明显的短期异常增强现象, 且两次地震震中都位于 OLR 涡度场异常增强区边缘^[8,12]。本文研究发现, 在莫力达瓦、嫩江交界 5.0 级地震前也出现短期 OLR 异常增强, 并且震中也位于异常增强区的边缘, 这是否与地震孕育有关, 有待于进一步研究。

致谢: 感谢康春丽教授、荆凤博士等为本文研究提供的基于卫星红外遥感的地震信息综合处理系统! 感谢审稿专家在文章修改过程中提出的宝贵修改意见!

参考文献:

- [1] 康春丽, 李志雄, 孟庆岩, 等. 地震红外长波辐射的短期预测指标研究[J]. 地震, 2009, 29 (增刊): 83-89.
- [2] 戴勇, 丁凤和, 韩晓明. 基于小波包分析的 OLR 地震异

常信息提取初探[J]. 地震, 2009, 29 (3): 61-66.

- [3] 杨彦明, 张文韬, 张帆, 等. 内蒙古地震监测台网的建设与发展[J]. 高原地震, 2013, 25 (2): 22-25.
- [4] 刘德富, 罗灼礼, 彭克银. 强烈地震前的 OLR 异常现象[J]. 地震, 1997, 17 (2): 126-132.
- [5] 康春丽. 川滇地区长波辐射场变化与地震活动关系研究[J]. 地震, 2008, 28 (3): 43-48.
- [6] 康春丽, 韩延本, 刘德富, 等. 强震前地气系统长波辐射(OLR)异常的成因[J]. 地球物理学进展, 2008, 23 (6): 1703-1708.
- [7] 李继业, 任建辉, 高峰, 等. 地震红外长波辐射短期异常特征分析[J]. 中国地震, 2011, 27 (4): 410-418.
- [8] 康春丽, 张艳梅, 刘德富, 等. 汶川 8.0 级大地震的长波辐射征象[J]. 地震, 2009, 29 (1): 90-97.
- [9] 戴勇, 高立新, 张延芹, 等. 岷县、漳县交界 6.6 级地震长波辐射异常分析[J]. 地震工程学报, 2013, 35 (4): 794-799.
- [10] 万永革. 数字信号处理的 MATLAB 实现[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [11] 王晓凯, 高静怀, 何洋洋, 等. 基于时频自适应最优核的时频分析方法[M]. 系统工程与电子技术, 2010, 32 (1): 22-26.
- [12] 戴勇, 高立新, 王树波, 等. 芦山 7.0 级地震长波辐射异常分析[J]. 地震地磁观测与研究, 2014, 35 (1/2): 27-29.