

翟娟, 李发, 倪红玉. 霍山窗中小地震视应力的时空特征研究[J]. 华南地震, 2017, 37 (4): 16-19. [ZHAI Juan, LI Fa, NI Hongyu. Study on Temporal and Spatial Characteristics of Apparent Stresses of Mid-small Earthquakes in "Huoshan Seismic Window" [J]. South China journal of seismology, 2017, 37(4): 16-19.]

霍山窗中小地震视应力的时空特征研究

翟娟¹, 李发², 倪红玉²

(1. 淮南市地震局, 安徽 淮南 232001; 2. 安徽省地震局, 合肥 230031)

摘要: 利用安徽台网记录的 2000—2016 年数字化地震波形资料, 对“霍山窗”地区视应力水平进行估计, 反演分析得出视应力平均为 0.010 8 MPa, 以此作为该区域的背景应力水平; 同时, 通过对华东地区 2000 年以来符合震级和距离条件的地震进行时空特征分析, 发现: ①在“霍山窗”出现 4 组视应力高值异常之后的 2 年内, 华东地区有 3 次发生了对应地震, 以此推断“霍山窗”中小地震视应力水平与华东地区中强震可能存在着一定的对应关系; ②“霍山窗”视应力空间分布显示高值区主要位于磨子潭-晓天断裂, 靠近磨子潭-晓天断裂与落儿岭-土地岭断裂交汇区域, 值得进一步关注。

关键词: 视应力; 霍山窗; 华东地区; 时空特征

中图分类号: P315.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2017) 04-0016-04

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.04.003

Study on Temporal and Spatial Characteristics of Apparent Stresses of Mid-small Earthquakes in "Huoshan Seismic Window"

ZHAI Juan¹, LI Fa², NI Hongyu²

(1. Huainan Earthquake Agency, Huainan 232001, China;

2. Anhui Earthquake Agency, Heifei 230031, China)

Abstract: Based on digital seismic waveform data from 2000 to 2016 recorded by Anhui network, the paper estimates the apparent stress level in "Huoshan Seismic Window" region, and concludes that average stress is 0.010 8 MPa, which is the background stress level of the region. Meanwhile, the paper analyzes the spatial and temporal characteristics of earthquakes that meet the magnitude and distance conditions in East China since 2000. The results show that: apparent stress in "Huoshan Seismic Window" have four groups high value anomaly within two years, three corresponding earthquakes occurred in East China, and it is inferred that there

收稿日期: 2017-05-06

基金项目: 安徽省地震局合同制课题(201606)资助

作者简介: 翟娟(1991-), 女, 安徽淮南人, 淮南市地震局助理工程师, 主要从事地震监测、数字地震资料应用等工作。

通信作者: 李发(1982-), 男, 高级工作师, 主要从事地震监测工作。

E-mail: uuujerry@sina.cn.

may be some correspondence between the apparent stress level and the moderate strong earthquakes in East China; the spatial distribution of apparent stress in "Huoshan Seismic Window" show that the high value area mainly is mainly located in the Mozitan-XiaoTian fracture, and is close to the intersection area of Mozitan-XiaoTian fracture and Luoerling-Tudiling fracture, which deserves further attention.

Keywords: Apparent stress; Huoshan Seismic Window; East China area; Temporal and spatial characteristics

0 引言

地震的发生,本质上是一个力学过程,控制地震发生的主要因素是背景应力场,并且在地震孕育、发展和发生的过程中,应力场也显示出时空的调整变化。在一些合理假定的前提下^[1-2],常用视应力衡量震源区应力大小。视应力与引起地震滑动的平均应力水平之间通过地震波辐射效率联系在一起。对一个地区中引起地震滑动的平均应力水平进行区域平均,则可作为当地绝对应力水平的一个间接估计^[3]。

“霍山窗”构造区(31.0°~31.83°N, 115.0°~116.5°E)位于大别山隆起块体与华北凹陷块体接触带附近的北大别山沉降南缘^[4]。据史料记载该区曾经发生过9次5级以上地震,其中6级以上地震2次,1970年以后有微震记录以来,该区微震、小震活动频繁。第四纪以来该区域附近共展布了3组断裂,分别为走向NE的落儿岭—土地岭断裂和走向NW的磨子潭—晓天断裂、梅山—龙河口断裂。其中落儿岭—土地岭断裂形成时代较近,为晚更新世。磨子潭—晓天和梅山—龙河口断裂形成时代较晚,为第四纪早期^[5]。北西向的磨子潭—晓天断裂是该区规模最大的断裂之一,该断裂带被北东向的落儿岭—土地岭断裂组切割,1917年1月24日霍山6 $\frac{1}{4}$ 级地震、1917年2月22日5级地震和1934年3月18日5.0级地震都发生在两条断裂带交汇部位,“霍山窗”的小震也主要发生在此区域^[6]。

本文研究了“霍山窗”中小地震视应力的时空变化特征,并试图探讨其与华东地区中强震之间的对应关系。

1 视应力的定义及计算方法

视应力定义为:

$$\sigma_{app} = \mu \frac{E_s}{M_0} \quad (1)$$

式(1)中, μ 是震源区介质的剪切模量, E_s 是地震波辐射能量, M_0 是地震矩。地震视应力是地

震效率与震源断层面上平均应力的乘积,这一概念近年来已经得到越来越多的野外实验和观测结果的证实,可以作为一定区域绝对应力水平的一个间接估计。在地震学中,一般用视应力作为应力水平下限的估计。为了简化计算, E_s 和 M_0 都可通过经验公式得到^[6]。其中

$$\lg E_s = 11.8 + 1.5 M_s \quad (2)$$

$$\lg M_0 = a_1 M_s + a_2 \quad (3)$$

由(1)式、(2)式和(3)式可以得到:

$$\sigma_{app} = \mu \cdot 10^{[(1.5-a_1) M_s + 11.8 - a_2]} \quad (4)$$

在计算中,(4)式中的 a_1 和 a_2 为经验常数,对不同地区其数值不同,我们这里 a_1 和 a_2 取东部地区的值,其中 $a_1=0.71$, $a_2=21.2$ ^[7],地壳介质的剪切模量 $=3.0 \times 10^4$ MPa。

2 资料处理及时空特征分析

本文选用了“霍山窗”(31.0°~31.83°N, 115.0°~116.5°E) 2000年至2016年6月30日记录到的 $M_L \geq 3.0$ 的所有地震共32个,其中 $M_L \leq 4.0$ 地震占90.6%, $M_L \geq 4.0$ 地震占9.4%(见图1和图2)。

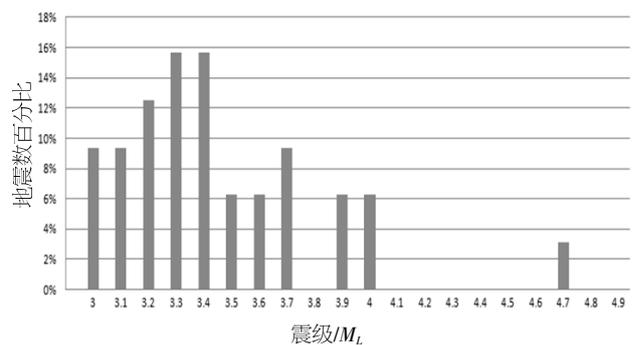


图1 本文所用地震的地震数百分比与震级的关系

Fig.1 The relationship between the percentage of earthquake number used in this article and earthquake magnitude

按照上面提到的定义和计算方法进行计算得出视应力值为0.003 5~0.077 7 MPa,平均为0.010 8 MPa,由此可以看出,“霍山窗”地区目前应力场总体水平相对较低,基本作为该区域的背景应力水平,时间变化曲线如图3所示。

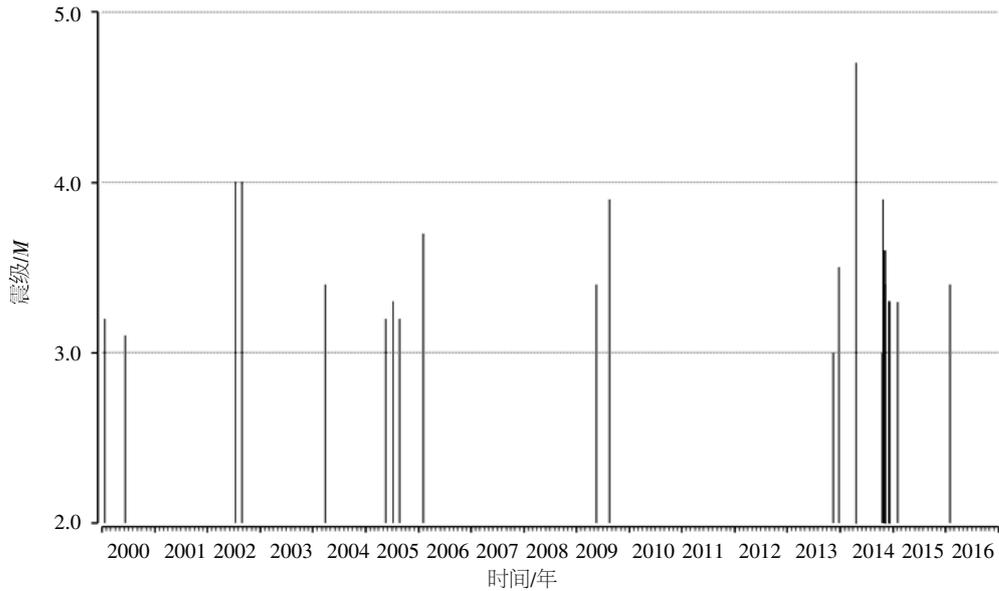


图2 本文所用地震的震级与时间关系

Fig.2 The relationship between the earthquake magnitude used in this article and time

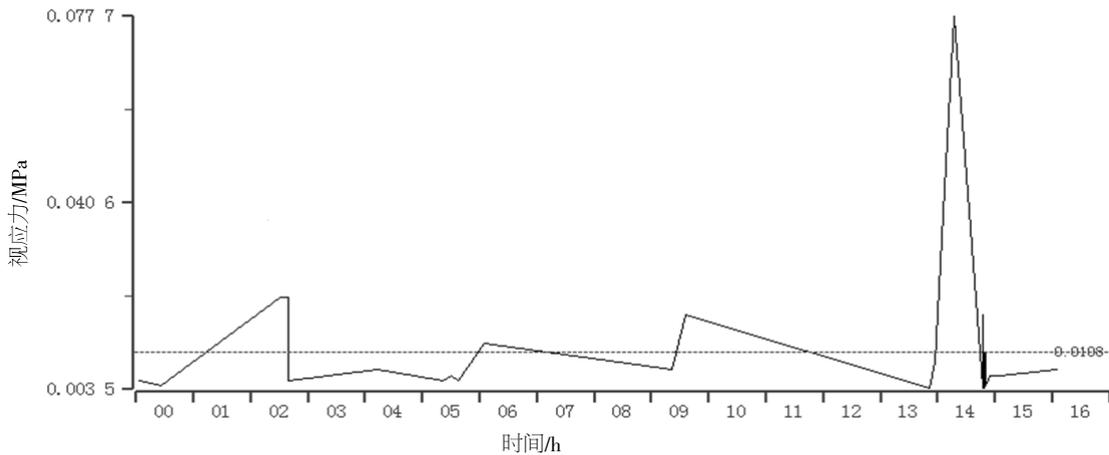


图3 “霍山窗”视应力随时间变化曲线

Fig.3 Curve of apparent stresses in "Huoshan Seismic Window" changing with time

根据视应力的计算结果，以均值为异常下限，高于均值为异常值。为了研究“霍山窗”地区中小地震视应力的映震能力，研究距“霍山窗”中心金寨县(31.41°N, 115.75°E)100 km之内 M_L 4.0以上、300 km之内 M_L 4.5以上、500 km以上 M_L 5.0以上的华东地区(29°~37°N, 113°~124°E)的地震做为对应地震，取时间尺度为视应力出现异常之后2年，则在该时间和空间范围内共有11次对应地震，表1列出了所有符合条件的11次对应地震。

2000年至今“霍山窗”共出现8次视应力异常，若连续数月异常则为一组异常。这些异常可分为4组，分别为2002年7月至8月、2006年2月、2009年8月和2014年4月至10月。其中2002年7月至8月异常之后出现黄海5.1级和霍

山4.0级两次地震，2006年2月异常之后出现定远4.7级和随州4.7级地震，2009年8月异常之后出现太康5.0级、黄海5.2级和安庆4.8级三次地震，只有2014年4月至10月异常之后至今华东地区未出现达到上述震级的地震。4组异常之后有3组发生了对应地震，并且每组对应地震包含2~3次地震，因此，“霍山窗”中小地震的高视应力水平与华东地区中强震可能存在着一定的关系，即“霍山窗”视应力高于异常下限后，2年内华东地区发生4.0级以上地震的可能性增大。

图2显示，“霍山窗”视应力目前处于均值以下，未来1~2年内华东地区出现4.0级以上中强地震的可能性较小。

根据视应力的计算结果，得出视应力的空间分布(图4)。

表 1 2000 年以来华东地区符合条件的地震

Table 1 The eligible earthquakes in East China Since 2000

| 组号 | 时间/年-月-日 | 震级/ M_L | 地点 | 与金寨县距离/km | 震前霍山窗出现异常 |
|----|------------|-----------|----|-----------|-----------|
| 1 | 2002-07-14 | 4.0 | 霍山 | 37 | |
| 2 | 2002-07-23 | 5.1 | 黄海 | 760 | ✓ |
| 3 | 2002-08-29 | 4.0 | 霍山 | 40 | ✓ |
| 4 | 2005-11-26 | 6.0 | 九江 | 188 | |
| 5 | 2006-07-26 | 4.7 | 定远 | 217 | ✓ |
| 6 | 2006-10-27 | 4.7 | 随州 | 252 | ✓ |
| 7 | 2010-10-24 | 5.0 | 太康 | 300 | ✓ |
| 8 | 2011-01-12 | 5.2 | 黄海 | 790 | ✓ |
| 9 | 2011-01-19 | 4.8 | 安庆 | 153 | ✓ |
| 10 | 2011-09-10 | 4.9 | 黄石 | 193 | |
| 11 | 2014-04-20 | 4.7 | 霍山 | 35 | |

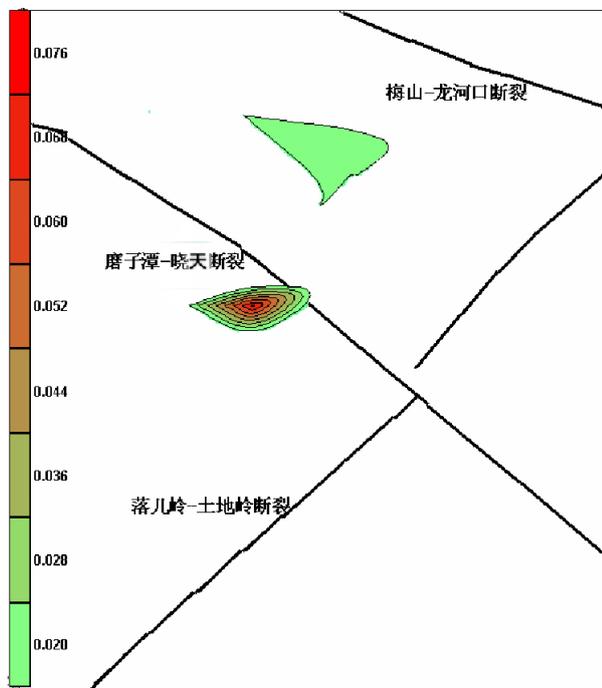


图 4 “霍山窗”视应力等值线分布图

Fig.4 The contour map of apparent stresses in " Huoshan Seismic Window"

从视应力等值线分布显示, 高值区主要位于磨子潭-晓天断裂, 靠近磨子潭-晓天断裂与落儿岭-土地岭断裂交汇区域, 该区域在历史上曾数次发生 5.0 级以上地震, 并且“霍山窗”的小震也主要发生在此区域, 应重点关注该区域地震活动。

3 结论与讨论

(1) 从时间曲线可以看出“霍山窗”目前视应力场总体水平相对较低, 并且其高视应力水平可能与华东地区的中强震存在一定的关系。

(2) 从空间分布可以看出高值区主要位于磨子潭-晓山断裂, 靠近磨子潭-晓山断裂与落儿岭-土地岭断裂交汇区域, 重点关注该区域地震活动。

(3) 本研究所用的方法部分参数是拟合得来的, 误差水平较高, 且由于计算视应力值所用震级值取的较低, 这都给结果带来一定影响。但视应力作为应力场的一种相对值, 对地震危险区的判定及地震趋势预测仍具有一定的参考价值^[8]。

参考文献:

- [1] 中国地震局监测预报司. 地震参数—数字地震学在地震预测中的应用[M]. 北京:地震出版社, 2003.
- [2] 吴忠良, 黄静, 林碧苍. 中国西部地震视应力的空间分布[J]. 地震学报, 2002, 24(3): 293-301.
- [3] 刘芳, 孙豪, 张蓬荣. 内蒙古中西部地区视应力背景水平研究[J]. 华北地震科学, 2009, (1): 7-12.
- [4] 倪红玉, 刘泽民, 洪德全, 等. “霍山窗”地区现代构造应力场研究[J]. 中国地震, 2012, 28(3): 294-303.
- [5] 姚大全, 张杰, 沈小七. 安徽霍山地区断层活动习性研究的新进展[J]. 地球物理学进展, 2006, 21(3): 776-782.
- [6] 陈运泰. 地震参数—数字地震学在地震预测中的应用[M]. 北京:地震出版社, 2003.
- [7] 马杏垣. 中国岩石圈动力学地图集[M]. 北京:中国地图出版社, 1991.
- [8] 黄显良, 刘东旺, 沈小七, 等. 华东地区视应力场的研究[J]. 地震地磁观测与研究, 2005, 26(6): 29-32.