

田韬、冯志生、祝涛等,2018,菲律宾海板块西缘强震活动与地球自转角加速度变化关系研究,中国地震,34(2),379~384.

研究报告

菲律宾海板块西缘强震活动 与地球自转角加速度变化关系研究

田韬 冯志生 祝涛 李鸿宇 王维 叶碧文

江苏省地震局,南京市卫岗3号 210014

摘要 统计分析了1962~2016年菲律宾海板块与欧亚板块挤压带俯冲带强地震活动与地球自转角加速度变化间的关系。结果显示,研究时段菲律宾海板块西边缘带的25次强地震活动($M_s \geq 7.5$)有21次都发生在地球自转角加速度上升期,表明该地区强地震活动与地球自转角加速度之间存在相关性,最后讨论了这种相关性可能的力学机理。

关键词: 地球自转 角加速度 强震活动 菲律宾海板块

[文章编号] 1001-4683(2018)02-0379-06 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

0 引言

地球自转运动及其变化所提供的应变能可能是地壳构造运动的一个重要来源(李四光,1974)。自从20世纪30年代发现了地球自转运动的不均匀性后,国内外很多地震学者开始研究地球自转速率变化与全球或区域地震活动时空分布特征之间的相关性(李启斌等,1973;Anderson,1974;郑大伟等,1995;陈学忠等,2011)。陈翠仙(1992)研究发现,20世纪中国的8级地震都发生在日长变短期间;郭恒祖(1991)研究发现,中国西部及其邻区76%的强震发生在地球自转加速时期;傅征祥等(2004)研究还发现,我国大陆东部的中朝-鲁东黄海地块大于6级的强震中70%以上发生在地球自转加快的年份,中蒙-华北平原地块大于6级的强震中67%以上发生在地球自转减慢的年份。

上述工作都是研究地球自转速度的变化与地震之间的关系,而对于地球自转角加速度的变化与地震间的关系则研究较少,而二者的力学意义是有区别的。冯志生等(2013)的初步研究表明,1962年以来华北地区6级以上地震都发生在地球自转角加速度上升段;而华东地区11次5.2级以上地震中,有10次发生在自转角加速度上升段。上述初步研究范围和震级较小,为了更好地说明地球自转角加速度与地震之间的关系,本文以菲律宾海板块西边缘

[收稿日期] 2017-07-19; [修定日期] 2017-09-18

[作者简介] 田韬,男,1978年生,硕士,工程师,主要从事固体潮与地壳形变观测研究。E-mail: tiantao78@163.com
冯志生,通讯作者,男,1961年生,硕士,研究员,主要从事地震电磁关系和地震前兆观测台网研究。
E-mail: fengzs2001@sohu.com

带为研究区域,选取了1962~2016年间的地震资料,用统计的方法讨论了强震与地球自转角加速度变化的关系。

1 研究资料及处理

本文采用的地球自转速度数据源自 IERS(International Earth Rotation Service)网站,起止时间为1962年1月1日~2016年8月31日。图1为地球自转角速度随时间变化的日值曲线,其中,地球自转角加速度为对地球自转角速度采用一阶差分的结果。有学者研究认为,地球自转10年尺度波动源于地幔与地核之间的耦合作用(傅容珊等,1999)。因此,本文为分析地震活动与地球自转角加速度长趋势变化间的关系,采用富氏拟合对其进行滤波,具体运算时采用6阶富氏拟合滤除了10年以下周期;为避免短周期变化对6阶富氏拟合产生影响,在6阶富氏拟合前,先用27阶富氏拟合滤除了2年以下短周期变化。

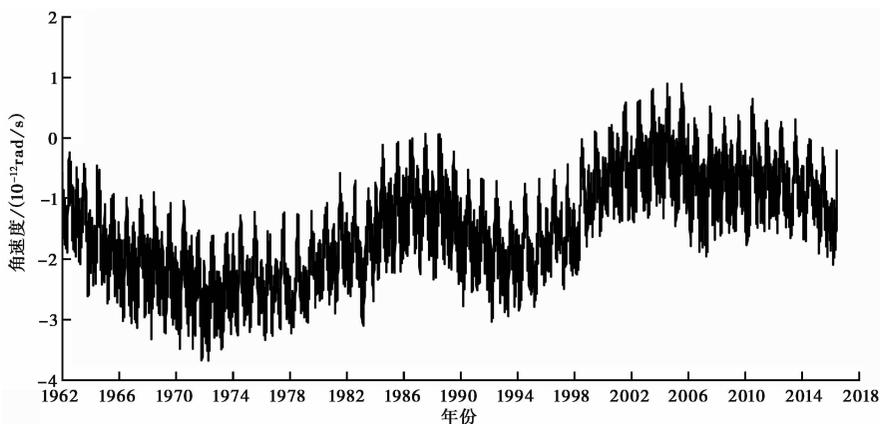


图1 1962~2016年地球自转角速度随时间的变化

图2中地球自转角加速度为地球自转速度经一阶差分及27阶富氏拟合处理后的结果,以及经一阶差分及6阶富氏拟合处理后的结果。由图2可见,经6阶富氏拟合处理结果的总体趋势与经27阶富氏拟合处理的趋势一致,表明数据处理过程基本反映了地球自转角加速

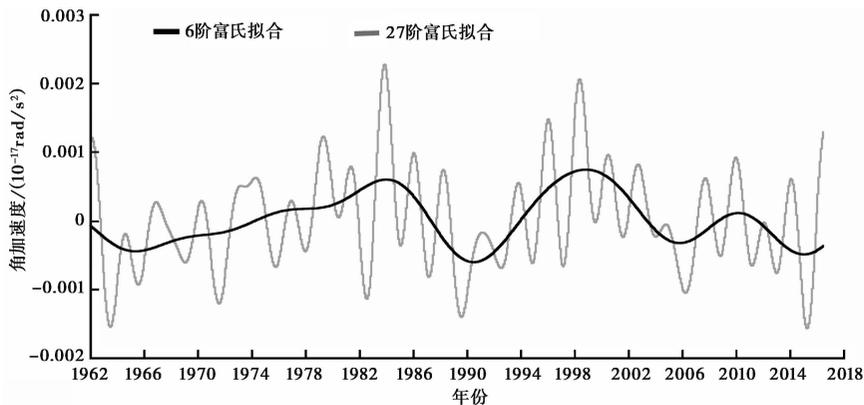


图2 1962~2016年地球自转角加速度随时间的变化

度真实的趋势性变化。

由国家测震台网大震速报目录网站给出的全球 7.5 级以上地震的目录可知,1962~2016 年间,菲律宾海板块与亚欧板块边缘的菲律宾-台湾-琉球岛弧区(5°S~35°N,120°~135°E)共发生 7.5 级以上地震 25 次,地震震中分布如图 3 所示。

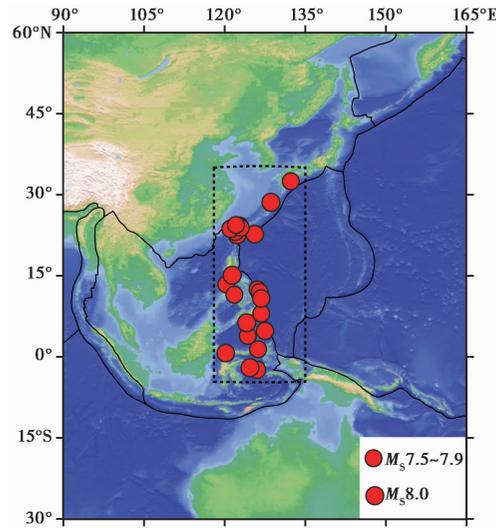


图 3 1962~2016 年菲律宾海板块西缘 7.5 级以上地震分布

2 地球自转角加速度与菲律宾海西缘强震间关系的初步分析

图 4、表 1 给出了 1962~2016 年间菲律宾海西缘 7.5 级以上地震活动与地球自转角加速度的长趋势变化。由图 4、表 1 可见,1962 年以来地球自转角加速度上升期可划分为 5 个时段,分别为 1965 年 1 月~1969 年 8 月、1971 年 11 月~1976 年 11 月、1979 年 6 月~1983 年 12 月、1990 年 2 月~1998 年 9 月、2006 年 6 月~2010 年 10 月。5 个上升时段中持续时间最长的为 9 年左右,最短的为近 4 年,上升总持续时间共 26 年 9 个月,占整体研究时间 54 年 11 个月的 48.7%;1962~2016 年间,菲律宾海西缘共发生 7.5 级以上地震 25 次,其中,21 次地震

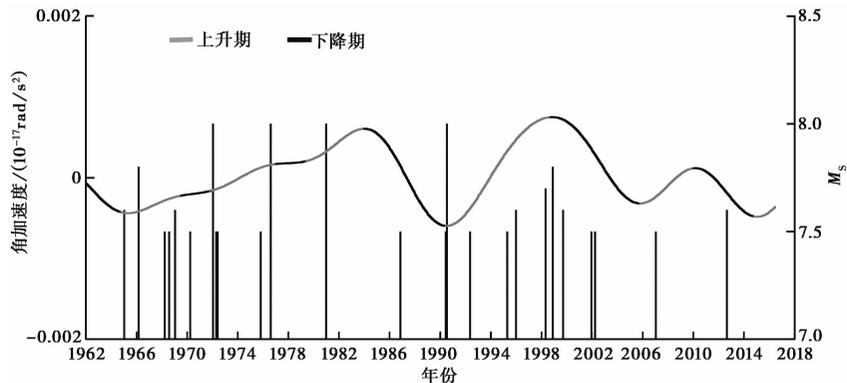


图 4 1962~2016 年菲律宾海西缘 7.5 级以上强震活动与地球自转角加速度上升期关系

发生在地球自转角加速度上升期间,占整体研究时间内地震事件总数的 88%,统计结果表明,两者之间存在明显的相关性。

表 1 地球自转角加速度上升期与菲律宾海板块西边缘带 7.5 级以上地震间的关系

| 上升期 (年-月-日) | 持续时间延长 1 年后的时间 | 发震日期 (年-月-日) | 震级 M_s | 发震日期距上升期 开始的时间 |
|-------------------------|-------------------|-----------------|----------|-------------------|
| 1965-01-01 ~ 1969-08-31 | 5 年 8 个月 | 1965-01-24 | 7.6 | 1 个月 |
| | | 1966-03-21 | 7.8 | 1 年 3 个月 |
| | | 1968-04-01 | 7.5 | 3 年 4 个月 |
| | | 1968-08-10 | 7.5 | 3 年 8 个月 |
| | | 1969-01-30 | 7.6 | 4 年 1 个月 |
| 1971-11-01 ~ 1976-11-30 | 6 年 1 个月 | 1972-01-25 | 8.0 | 2 个月 |
| | | 1972-04-25 | 7.5 | 5 个月 |
| | | 1972-06-11 | 7.5 | 7 个月 |
| | | 1975-10-31 | 7.5 | 3 年 9 个月 |
| | | 1976-08-16 | 8.0 | 4 年 9 个月 |
| 1979-06-01 ~ 1983-12-31 | 5 年 7 个月 | 1981-01-02 | 8.0 | 7 个月 |
| 1990-02-01 ~ 1998-09-30 | 9 年 8 个月 | 1990-06-14 | 7.5 | 4 个月 |
| | | 1990-07-16 | 8.0 | 5 个月 |
| | | 1992-05-01 | 7.5 | 2 年 3 个月 |
| | | 1995-04-21 | 7.5 | 5 年 2 个月 |
| | | 1996-01-01 | 7.6 | 5 年 11 个月 |
| | | 1998-05-04 | 7.7 | 8 年 3 个月 |
| | | 1998-11-29 | 7.8 | 8 年 10 个月 |
| | | 1999-09-21 | 7.6 | 9 年 8 个月 |
| 2006-06-01 ~ 2010-10-31 | 5 年 5 个月 | 2007-12-11 | 7.5 | 1 年 6 个月 |

3 结果与讨论

3.1 结果

1962~2016 年间地球自转角加速度上升时间仅占整体研究时间的 48.7%,而同期菲律宾海板块西边缘发生 7.5 级以上地震 25 次,其中,21 次地震发生在地球自转角加速度上升期间,地球自转角加速度上升期发生的地震占研究时间内地震事件总数的 88%,明显高于本底概率的 48.7%,这表明,该地区 7.5 级以上地震的发生与地球自转角加速度上升之间存在明显的相关性。

3.2 讨论

菲律宾海板块的西边缘为海洋型的菲律宾海板块与大陆型的欧亚板块的俯冲接触带,太平洋板块、菲律宾海板块以较大速率朝 NWW 向运动,同时,欧亚板块以较小的速率朝 NEE 向移动,这构成了双方向的板块汇聚格局,台湾岛以北段菲律宾海板块向欧亚板块下俯冲,台湾岛以南段欧亚板块向菲律宾海板块俯冲(姜辉等,2012;瞿辰等,2007),因此,本文涉及的地震为欧亚板块与菲律宾板块之间的板间地震。

按照板块学说,板块下伏在具有流动性的地幔软流层之上,随着软流层的运动,各个板块发生相应的水平运动,板块运动的动力源主要来自地幔对流。相较于太平洋板块和菲律

宾板块, 欧亚板块岩石圈较厚, 存在陆根构造深嵌入地幔, 显示欧亚板块岩石层与下伏地幔间为强耦合(高祥林, 2004); 事实上, 欧亚板块相对于下地幔的运动速度远小于太平洋板块和菲律宾板块(张琼等, 2017)。因此, 我们可以简单设想欧亚板块与地球为一体, 而菲律宾板块与下伏地幔间为弱耦合, 当地球自转时菲律宾板块由此的径向受力 F_n 与切向受力 F_τ 分别为

$$F_n = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad (1)$$

$$F_\tau = m \cdot r \cdot \beta \quad (2)$$

$$\beta = \frac{\partial \omega}{\partial t}$$

其中, r 为地球半径; m 为菲律宾板块质量; ω 为地球自转角速度; β 为地球自转角加速度。 F_τ 事实上等同于由地球自转角加速度而产生的菲律宾板块对欧亚板块的附加挤压力, F_τ 的变化形态(包括正负性质)与图 4 的地球自转角加速度的变化一致。因此, 当地震发生在地球自转角加速度上升期时, 即表示地震发生在 F_τ 上升期。

显然, 该附加力 F_τ 肯定不是板间地震的主要动力源。但是, 若一次板间地震已完成孕育过程, 则该附加力对该地震的发生会有触发作用或推迟作用。从本文统计结果来看, 当地球自转角加速度处于上升期时, 该附加力对该地区的板间地震具有触发作用, 但具体的触发过程目前尚不清楚, 还需进一步研究。

参考文献

- 陈翠仙, 1992, 20 世纪中国 8 级大地震与日长关系的初析, 云南天文台台刊, (4), 51~53.
- 陈学忠、陆小华, 2011, 全球不同地区强震与地球自转之间的关系分析, 国际地震动态, (12), 34~40.
- 冯志生、王俊菲、田韬等, 2013, 华北、江苏及邻区中强地震与地球自转加速度变化的统计关系初步研究, 中国地震, 29(3), 393~398.
- 傅容珊、李力刚、郑大伟等, 1999, 核幔边界动力学——地球自转十年尺度波动, 地球科学进展, 14(6), 541~548.
- 傅征祥、邵辉成、丁香, 2004, 中国大陆浅源强震分布与地球自转速率变化的关系, 地震, 24(3), 15~20.
- 高祥林, 2004, 现今的地幔流动及其与板块构造的相互作用: 从观测证据得到的推论, 地球物理学进展, 19(3), 560~567.
- 郭恒祖, 1991, 二十世纪以来中国西部和邻区的大地震活动与地球自转的关系, 内陆地震, 5(3), 15~20.
- 姜辉、高祥林, 2012, 欧亚东边缘的双向板块汇聚及其对大陆的影响, 地球物理学报, 55(3), 897~905.
- 瞿辰、周慧兰、赵大鹏, 2007, 使用纵波和横波走时层析成像研究菲律宾海板块西边缘带和南海地区的深部结构, 地球物理学报, 50(6), 1757~1768.
- 李启斌、肖兴华、致森, 1973, 中国大陆强地震与地球自转角速度长期变化关系的初步分析, 地球物理学报, 16(2), 71~80.
- 李四光, 1974, 地质力学概论, 北京: 科学出版社.
- 张琼、王世民、赵永红, 2017, 基于热点参考系的板块绝对运动模型, 地球物理学报, 60(8), 3072~3079.
- 郑大伟、周永宏, 1995, 地球自转变化与全球地震活动关系的研究, 地震学报, 17(1), 25~30.
- Anderson D L, 1974, Earthquakes and the rotation of the earth, Science, 186(4158), 49~50.

Analysis of the Relationship between the Strong Earthquakes in the Western Edge of the Philippine Sea Plate and the Earth Rotation Angular Acceleration

Tian Tao Feng Zhisheng Zhu Tao Li Hongyu Wang Wei Ye Biwen

Jiangsu Earthquake Agency, Nanjing 210014, China

Abstract In this paper, the relationship between the earth rotation angular acceleration variation and strong earthquake activity along the Eurasian-Philippine Sea plate subduction zone from 1962 to 2016 has been investigated. The results show that 21 of 25 strong earthquakes ($M_s \geq 7.5$) during the study on the western edge of the Philippines Sea plate occurred in the rising periods of the Earth rotation angular acceleration, proving the correlation between the strong seismic activity in the area and the earth rotation angular acceleration. Finally, the possible mechanical mechanism of this correlation is discussed.

Key words: Earth's rotation; Angular acceleration; Strong seismicity; Philippine Sea plate