

The Characteristics Analysis of Strong Earthquakes in the Fifth Cycle of China Mainland and Adjacent Areas

Zhe Wu¹, Xuemei Ren^{2*}

¹Earthquake Administration of Qinghai Province, Xining Qinghai

²Earthquake Administration of Ningxia Huizu Autonomous Region, Yinchuan Ningxia

Email: *rxm1025@163.com

Received: Apr. 4th, 2018; accepted: Apr. 17th, 2018; published: Apr. 24th, 2018

Abstract

Through the division of the cycle of seismic activity of earthquakes with $M_S \geq 7.0$ and analysis of the seismic activity characteristics of earthquakes with $M_S \geq 7.0$ in each cycle in China mainland and adjacent region since 1900, the level and possible location of seismic activity of earthquakes with $M_S \geq 7.0$ in China mainland and adjacent areas in the future are obtained. It also analyzes the relationship between the activity cycle curve of sunspot and the seismicity in China mainland and neighboring areas, and the influence of seismic activity on China mainland. It is concluded that there is little possibility of an earthquake with $M_S \geq 8.0$ and the level of seismic activity of earthquakes with $M_S \geq 7.0$ is low.

Keywords

China Mainland and Adjacent Areas, Triangle Rise, Active Episode, Clam Episode, Trend Analysis

中国大陆及邻区第五轮回的强震活动特征分析

吴哲¹, 任雪梅^{2*}

¹青海地震局, 青海 西宁

²宁夏回族自治区地震局, 宁夏 银川

Email: *rxm1025@163.com

收稿日期: 2018年4月4日; 录用日期: 2018年4月17日; 发布日期: 2018年4月24日

*通讯作者。

摘要

通过对中国大陆及邻区1900年以来7级以上地震活动轮回的划分、各轮回活跃幕和平静幕内7级以上地震活动特征的分析得出了未来中国大陆及邻区7级以上地震活动的水平和可能地点,并分析了太阳黑子活动周期曲线和中国大陆及邻区7.1级以上地震活跃幕的关系、全球7级以上地震活动对中国大陆的影响等得出了未来20年中国大陆及邻区发生8级以上地震的可能性不大,7级以上地震活动水平偏低的结论。

关键词

中国大陆及邻区, 大三角, 活跃幕, 平静幕, 趋势分析

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

早在1960年,梅世蓉在研究中国地震活动性时就曾指出地震活动在时间轴上的分布具有高潮和低潮相交替的特征[1]。张国民[2]将这种起伏交替活动称为地震的轮回活动。20世纪80年代,不少作者研究了20世纪初以来我国的大陆地区的强震活动的轮回特征[2][3][4][5][6]。尽管不同的研究者所用的研究方法不同,但都给出了大体相近的强震轮回活动的划分结果。目前许多研究都以张国民[2]的研究结果为代表,认为20世纪以来我国大陆地区已经历了4个强震活动轮回。每个轮回包含地震活动由弱到强的三个阶段,分别称之为平静幕、过渡幕和强震幕。每个轮回的强震活动,在空间上又有其主体活动地区。

2001年昆仑山口西8.1级特大地震后,许多学者对中国大陆地震活动总趋势的判断与地震活动现实产生了一定的偏差,也产生了许多分歧,有些学者认为2008年汶川8.0级地震的发生可能标志着中国大陆第五轮回地震活动趋向结束[7]。孙加林近十几年来,在不同阶段对中国大陆地震大形势跟踪分析和具体判定意见较为准确[8],对2008年汶川8.0级特大地震和2015尼泊尔8.1级地震的发生都有较为准确地预测[8][9][10]。

因此本文根据孙加林的一些观点,对中国大陆及邻区5个轮回的划分,进一步分析了中国大陆及邻区第5轮回活跃幕和平静幕中强震活动特征,试图得到未来中国大陆7级以上地震活动趋势。

本文地震的资料主要来源于中国地震局台网中心提供的速报目录。

2. 中国大陆及邻区第五轮回活跃幕的7级以上地震活动特征

中国大陆西部及邻区的地震活动在印度板块与欧亚板块相互碰撞的动力环境作用下,向北延伸直至贝加尔一带,东边则与南北地震带连接形成一个相对完整的构造孕震体系,即“大三角区”,该区是全球地震活动最强烈的地区之一[3],研究中国大陆地震活动需要整体考虑这个区域的活动特征。

通过分析1900年以来中国大陆7级以上地震不同震级档的地震活动特征,发现中国大陆及邻区7.1级以上地震存在较明显的地震幕和平静幕。由图1可以看出,中国大陆及邻区经历了1902~1912年、1920~1934年、1946~1957年、1965~1976年和1997~2015年5个地震活跃幕(图1),5个平静幕时间分别为1912~1920年、1934~1946年、1957~1965年、1976~1997年和2015至今。

由图2可以看出,各活跃幕内7.5级以上地震或沿着构造带迁移或在一个区域沿构造块体周边丛集

发生, 每个活跃幕地震活动均呈现出主体活动区域特征(图 2 中的蓝色区域)。除第 4 活跃幕(图 2d)外, 其它 4 个活跃幕的首发地震都在主体区域, 结尾地震均为 8 级地震, 且结尾地震都发生在中国境外的“大三角区”内, 位于主体活动区域中轴线的方向[8]。将 2015 年 4 月 25 日尼泊尔 8.1 级地震看作第 5 活跃幕的结尾地震, 符合之前统计的各活跃幕 7.5 级以上地震活动特征, 因此认为第 5 活跃幕结束。

由图 3 可以看出, 前 4 轮回活跃幕中国大陆的 7 级以上地震主要分布于 7.5 级以上地震构成的主体活动区内, 其它地震除了东北深震和新疆地区外, 主要分布于距离活跃幕结尾地震较近的区域。而第 5 轮回活跃幕内的 7 级以上地震都集中分布在 7.5 级以上地震构成的主体活动区内, 其它区域没有发生 7 级以上地震, 其结尾地震距离活跃幕主体活动区较近。以上特征对于今后判定活跃幕的结尾地震发生的位置有一定的预测意义。

3. 中国大陆及邻区第五轮回平静幕的 7 级以上地震活动特征

由图 2~图 4 可以看出, 1900 年以来中国大陆 8 级以上地震都发生在 5 个活跃幕期间, 前 4 个完整的平静幕中没有 8 级以上地震发生, 且持续时间为 8~21 年。由于 2015 年尼泊尔 8.1 级地震后, 第 5 平静幕开始, 因此推断未来 5~18 年中国大陆及邻区发生 8 级以上地震的可能性不大。

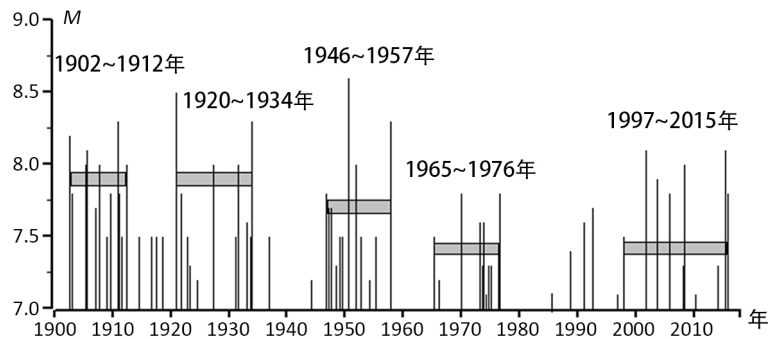


Figure 1. M-t figure of earthquakes with $M_s \geq 7.1$ in China mainland and adjacent areas since 1900

图 1. 1900 年以来中国大陆及邻区 7.1 级以上地震 M-t 图

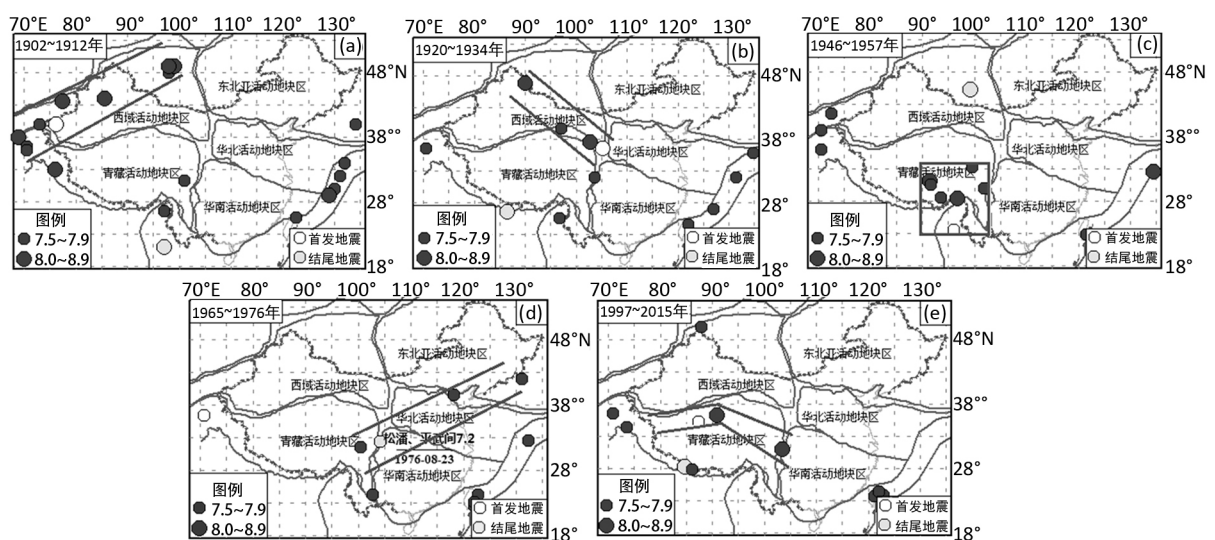


Figure 2. Distribution of earthquakes with $M_s \geq 7.5$ in 5 active episode in China mainland and adjacent areas since 1900

图 2. 1900 年以来中国大陆及邻区 5 个地震活跃幕内 7.5 级以上地震分布图

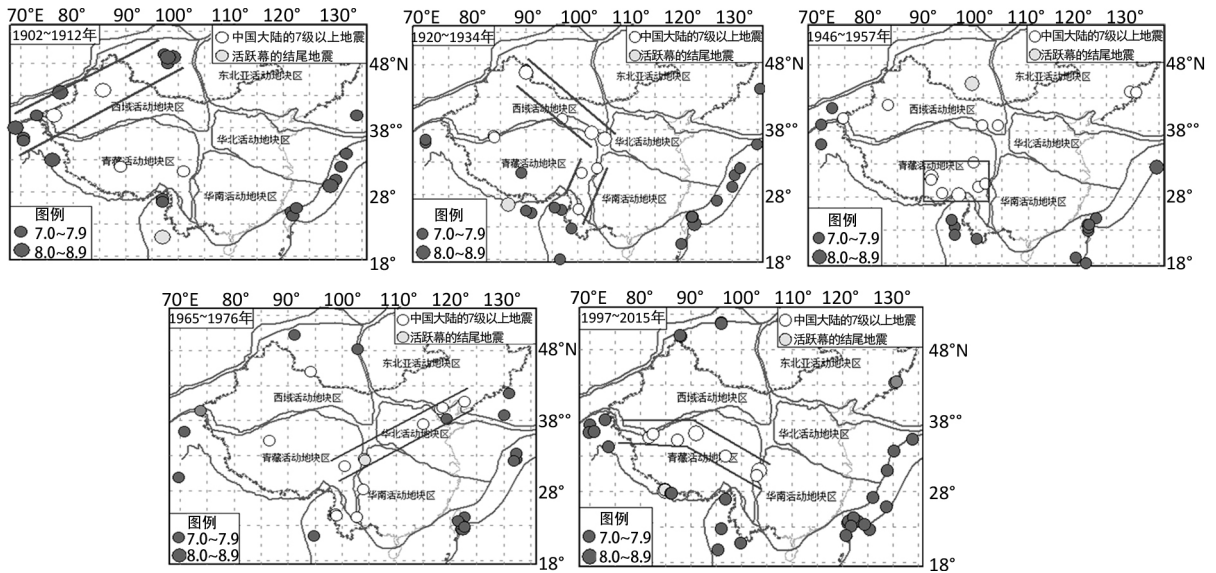


Figure 3. Distribution of earthquakes with $M_S \geq 7.0$ in 5 active episode in China mainland and adjacent areas since 1900
图 3. 1900 年以来中国大陆及邻区 5 个地震活跃幕内 7.0 级以上地震分布图

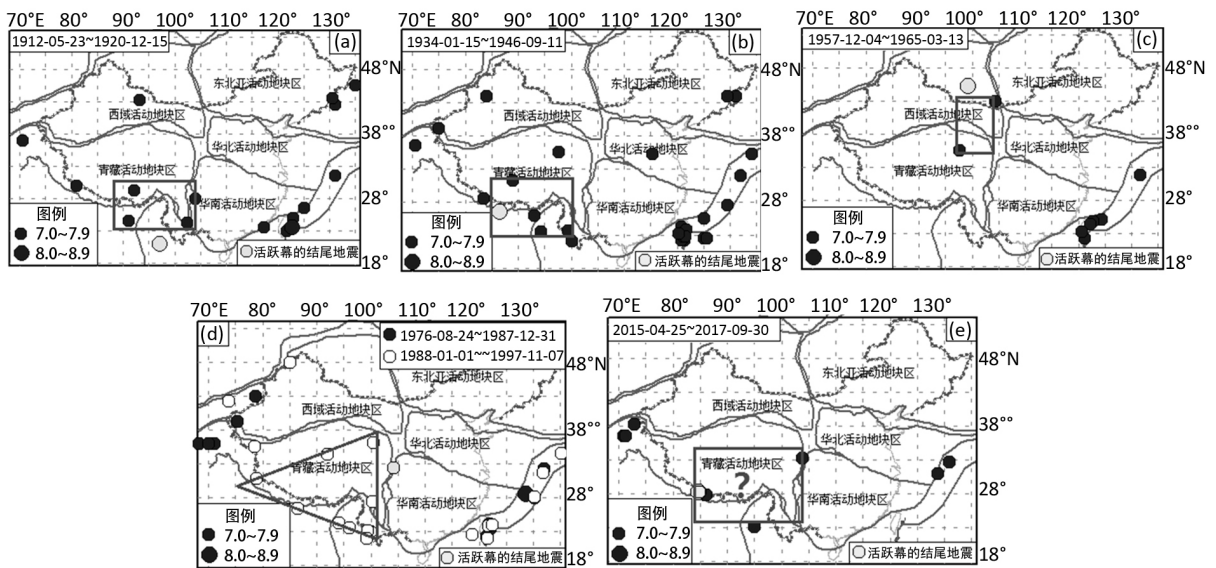


Figure 4. Distribution of earthquakes with $M_S \geq 7.0$ in 5 clam episode in China mainland and adjacent areas since 1900
图 4. 1900 年以来中国大陆及邻区 5 个地震平静幕内 7 级以上地震分布图

由图 4 可以看出, 前 4 个平静幕中国大陆发生 7 级以上地震的次数分别为 5、9、1 和 7 次, 年频次为 0.1~0.8 次, 且 7 级以上地震活动主体区域位于上一活跃幕的结尾地震震中附近。尤其第 5 活跃幕和第 2 活跃幕的结尾地震位置基本一致, 因此推断未来 5~18 年中国大陆 7 级以上地震发生次数可能偏低, 并且主要活动区域为青藏块体中南部。

4. 中国大陆及邻区五个轮回的强震活动特征

从表 1 可以总结 1900 年以来中国大陆及邻区各个轮回的 7 级以上地震活动特征:

- 1) 前 4 个活跃幕和 1 个平静幕的 7 级以上地震平均年频次分别高于各自的平静幕;
- 2) 从发生的 7.5 级以上地震数目来看, 活跃幕和 1 个平静幕的差别更为显著, 前 4 个活跃幕发生的 7.5

Table 1. The statistics of strong earthquakes in five cycles in China mainland and its adjacent areas since 1900
表 1. 1900 年以来中国大陆及邻区和中国大陆 5 个轮回发生的强震统计

中国大陆及邻区							
活跃幕	$M_s \geq 8.0$	$M_s \geq 7.5$	$M_s \geq 7.0$ 平均年频度	平静幕	$M_s \geq 8.0$	$M_s \geq 7.5$	$M_s \geq 7.0$ 平均年频度
1902~1912	8	14	1.9	1912~1920	0	4	1.5
1920~1934	4	9	1.43	1934~1946	0	1	1.08
1946~1957	3	12	1.83	1957~1965	0	0	0.25
1965~1976	0	5	1.75	1976~1997	0	3	1.00
1997~2015	3	5	1.16	2015~	0	2?	2?
中国大陆							
活跃幕	$M_s \geq 8.0$	$M_s \geq 7.5$	$M_s \geq 7.0$ 平均年频度	平静幕	$M_s \geq 8.0$	$M_s \geq 7.5$	$M_s \geq 7.0$ 平均年频度
1902~1912	1	2	0.40	1912~1920	0	3	0.71
1920~1934	3	5	0.85	1934~1946	0	1	0.72
1946~1957	2	6	1.27	1957~1965	0	0	0.14
1965~1976	0	3	1.22	1976~1997	0	0	0.33
1997~2015	2	3	0.51	2015~	0?	0?	0.33?

级以上地震数目为 5~14, 而前 4 个平静幕发生的 7.5 级以上地震数目为 0~4; 除了第 4 个活跃幕没有发生 8.0 级以上地震外, 其它 3 个活跃幕均有 8 级以上地震发生, 而前 4 个平静幕没有发生 1 次 8.0 级以上地震; 第 5 平静幕——2015 年至今 3 年内中国大陆邻区的 7 级以上地震显著活跃。

3) 中国大陆及邻区第 5 活跃幕的 7 级以上地震年频度数值仅为 1.16, 低于前 4 个活跃幕; 发生的 7.5 级和 8.0 级以上地震数目分别为 5、3 次, 尤其是发生的 8.0 级以上地震数目和前 4 个活跃幕相当。

从表 1 可以总结 1900 年以来中国大陆各轮回的 7 级以上地震活动特征:

1) 第 1 个活跃幕和第 5 活跃幕的 7 级以上地震年频度数值比其它 3 个活跃幕偏小, 但 7.5 级以上地震数目 5 个活跃幕数值相差不多; 除了第 1 和第 5 轮回外, 其它 3 个活跃幕的 7 级以上地震年频度数值高于平静幕的 7 级以上地震年频度数值。

2) 5 个平静幕中国大陆都没有发生 8.0 级以上地震, 发生的 7.5 级以上地震数目也较少, 因此推断第 5 平静幕发生 8.0 级以上地震的可能性不大。

第 5 活跃幕中国大陆及邻区的 7.5 级和 8.0 级以上的地震数目和前 4 个活跃幕相当, 但 7.0~7.4 级地震数目显著偏少, 尤其是中国大陆。

5. 太阳黑子活动对中国大陆及邻区 7.1 级以上地震的影响

分析 1900 年以来太阳黑子活动周期曲线和中国大陆及邻区 7.1 级以上地震活跃幕的关系(图 5), 可以看出, 前 4 次活跃幕的起止时间与太阳黑子活动的 14、16、18 和 20 双周年对应很好。第 4 平静幕后, 二者对应关系改变, 第 4 平静幕和第 5 活跃幕的持续时间接近 2 个太阳黑子活动的周期。因此第 5 平静幕可能持续近 20 年时间。2015 年 4 月 25 日尼泊尔 8.1 级地震后, 第 5 平静幕开始, 根据第 4 平静幕和太阳黑子活动周期的对比关系, 认为未来近 20 年中国大陆及邻区 7.1 级以上地震活动将处于相对平静阶段。

6. 全球 7 级以上地震活动水平对中国大陆的影响

20 世纪中国大陆及邻区经历了 1902~1912 年、1920~1934 年、1946~1957 年、1965~1976 年和 1997~2015 年 5 个地震活动幕(图 1)。前 4 次活动轮回中中国大陆的最大地震滞后全球 7 级以上地震年频度最高年份的 6~10 年(图 6), 目前处于第 5 平静幕, 因此未来几年中国大陆发生 8.1 级以上地震的可能性不大。

7. 讨论

综合以上分析可以得到以下结论:

1) 通过对中国大陆及邻区 1900 年以来 7 级以上地震活动轮回的划分、各轮回活跃幕和平静幕内 7 级以上地震活动特征的分析得出: 未来 5~18 年中国大陆及邻区发生 8.0 级以上地震的可能性不大, 中国大陆 7 级以上地震活动水平偏低, 并且主要活动区域为青藏块体中南部。

2) 通过分析 1900 年以来太阳黑子活动周期曲线和中国大陆及邻区 7.1 级以上地震活跃幕的关系, 认为未来近 20 年中国大陆及邻区 7.1 级以上地震活动将处于相对平静阶段。

3) 通过分析全球 7 级以上地震活动对中国大陆的影响得出: 未来几年中国大陆发生 8.1 级以上地震的可能性不大。

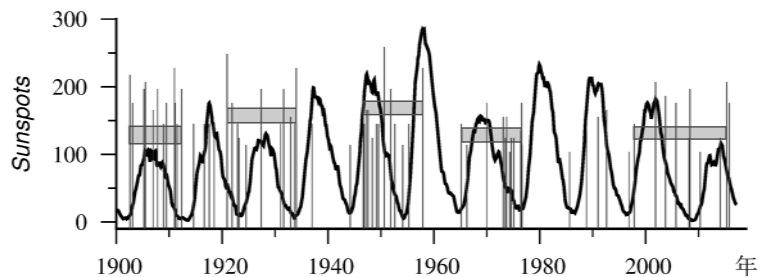


Figure 5. The correlation between earthquakes with $M_s \geq 7.1$ (vertical lines) and the number of sunspots in the Chinese mainland and adjacent areas from 1900 to 2017

图 5. 1900~2017 年中国大陆及邻区 7.1 级以上地震(竖线)与太阳黑子数对应关系

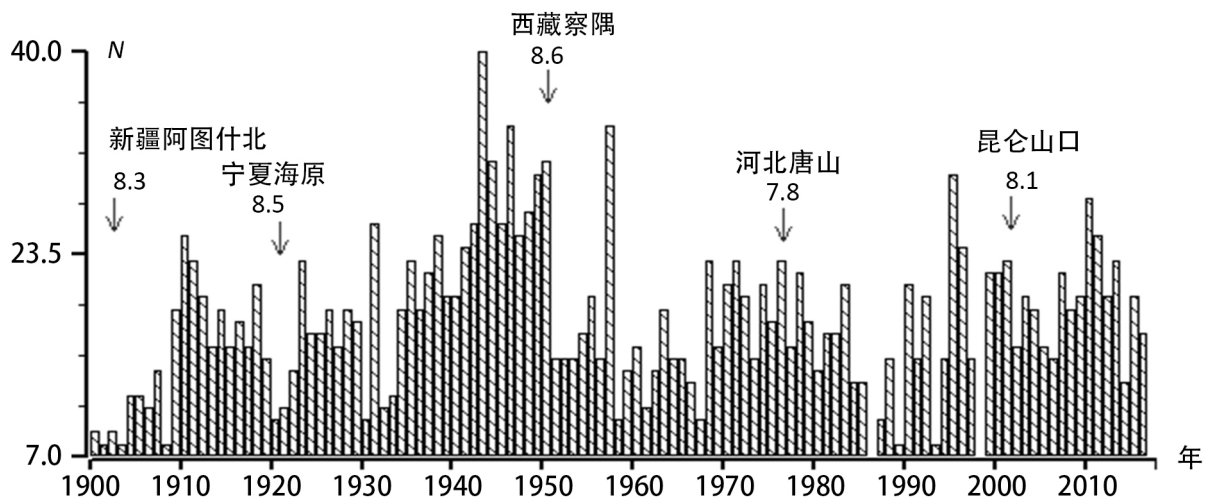


Figure 6. The corresponding relationship between seismic frequency of earthquakes with $M_s \geq 7.0$ of the global and the largest earthquakes in China mainland in each active episode

图 6. 全球 7 级以上地震频度与各活跃幕的中国大陆最大地震的对应关系

综合以上结论, 可以得出: 未来近 20 年中国大陆及邻区发生 8.0 级以上地震的可能性不大, 中国大陆 7 级以上地震活动水平偏低, 并且主要活动区域为青藏块体中南部。

基金项目

宁夏回族自治区重点研发计划(科技惠民)“内蒙古阿拉善左旗 5.8 级地震后宁夏北部及邻区地震危险性分析”(项目编号: 2016KJHM135)资助。

参考文献

- [1] 梅世蓉. 中国的地震活动性[J]. 地球物理学报, 1960, 9(1): 1-19.
- [2] 张国民. 我国大陆强震活动的韵律性特征[J]. 地震地质, 9(1): 27-37.
- [3] 马宗晋, 汪良谋, 李存悌. 中国及邻区特大地震地质与地球物理环境和危险区划分[M]. 见: 国家地震局科技发展司, 中国大陆 2005 年前强震危险区预测研究, 北京: 地震出版社, 1997: 172-182.
- [4] 洪时中. 最优分割在地震分期中的应用[J]. 西北地震学报, 1984, 6(1): 49-57.
- [5] 傅征祥, 程燕. 中国大陆近代幕式地震活动的某些特征[J]. 地震, 1986, 17(2): 28-35.
- [6] 邱竟男, 高旭. 关于本世纪我国地震活动阶段性的讨论[J]. 地震, 1986, 17(6): 41-47.
- [7] 林怀存, 李霞, 苏鸾生. 中国大陆 $M7.3/4$ 地震活动的特点及趋势分析[J]. 地震, 2002, 33(3): 71-75.
- [8] 孙加林. 地震大形势的判定及对 2015 年年尼泊尔 8.1 级特大地震的预测[J]. 国际地震动态, 2016(2): 27-36.
- [9] 孙加林. 2011 年新疆—青海交界 8.1 级特大地震的特殊性、发震背景及对未来地震形势估计[J]. 国际地震动态, 2002(9): 1-13.
- [10] 孙加林. 汶川特大地震后我国大陆地震形势分析[J]. 震情研究, 2008(4)/2009(1)(合刊): 53-71.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ag@hanspub.org