

大地震时空窗口研究

许绍燮

中国地震局地球物理研究所, 北京 100081

摘要 依据《地震应可预测》一书收录的自中国初建电信传输台网以来, 涉及近半个世纪的地震活动性图像, 震级跨度自 $M3.0$ — $M4.0$ 级中强震至 $M8.0$ 级大震, 着眼于地震大尺度的观点, 将中国地震的活动性图像置于全球地震活动框架中进行分析研究。认识到大地震不是任何地方都能发生的, 大地震不是任何时间都能发生的, 大地震有其特定的时空结构。条环交会、差异活动和深震与天外来客事件等是制约发震时空窗口的主要因素。条带与圆环的交会基本上有三种类型: 条带与条带、圆环与圆环以及条带与圆环。研究了空区的特征形态, 认为似用屈曲传递动力的组合环节以解释可能更为合适。因之重点应着眼于对其两者(活跃与平静)的差异性组合。鉴于大地震发震时刻窗口经常处在天外来客的节点上, 因之我们尚需关注那些非随机的天外来客事件。本文阐述了制约发震时空窗口的诸多因素, 这些因素也已在 2011 年 3 月 11 日 $M9.0$ 东北日本大地震观测中得到了印证。

关键词 大地震; 时空窗口; 地震应可预测; 屈曲; 日本大地震

中图分类号 P315.7

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.04.001

Temporal and Spatial Windows of Large Earthquake Occurrence

XU Shaoxie

Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China

Abstract According to the book "Earthquake Can Be Predicted", which studied earthquakes of $M3.0$ — $M4.0$ to $M8.0$, since very beginning on Chinese Seismic Network via elect-communication lines, in about half a century duration, in view of earthquakes in large scale, the Chinese seismic pattern is studied in the globe scale seismic framework. It is recognized that not anywhere and anytime can a large earthquake occur. Large earthquakes occur in their special temporal and spatial windows. The intersection between earthquake stripe and earthquake circularity, the difference in seismic activities; the earthquakes in great depth and the events outside the Earth are the main factors that control the temporal and spatial windows of the large earthquake occurrence. There are three types of intersections between earthquake stripe and earthquake circularity: stripe with stripe; circularity with circularity; and stripe with circularity. According to the features of the gaps, it is recognized that the gap may be caused by buckling on its earth layer. Therefore, one has to pay attention on the difference between active and quiet regions. Since a large earthquake very often occurs at the time node of a special condition, related with events outside the Earth, one should pay attention to these events that are not random in nature. The main factors that control the temporal and spatial windows of large earthquake occurrences, as described in this paper, were verified in a earthquake of magnitude of 9.0 occurred on 11 March 2011, off the Pacific Coast of the northeastern part of the Japanese main land (Tohoku Region).

Keywords large earthquake; temporal and spatial windows; earthquake should be predicted; buckling; Tohoku earthquake

0 引言

文集《地震应可预测》^[1]中提供了诸多材料, 以用于论证地震应可预测。其主要论据是: 大地震不是任何地方都能发生的(《地震应可预测》第 3 页)^[2], 大地震不是任何时间都能

发生的(《地震应可预测》第 16 页)^[3], 大地震有其特定的时空结构。不断认识改善精确时空结构窗口, 地震是应该可能预测的。初步研究认为: 条环交会、差异活动和深震与天外来客事件等是制约发震时空窗口的主要因素。本文根据文集^[1]与其

收稿日期: 2012-01-15; 修回日期: 2012-02-01

作者简介: 许绍燮(中国科协所属全国学会个人会员登记号: S171100222S), 中国工程院院士, 研究方向为地震事件监测分析和地震预测, 电子信箱: xushx@cae.cn

他相关资料^[4],对上述主要因素进行了较为集中的比照研讨,以期改善我们的预测能力。

1 条环交会

条带与圆环的交会基本上有三种类型:条带与条带、圆环与圆环、条带与圆环。

环与圆环、条带与圆环。

(1) 条带与条带:见唐山地震(图1)和汶川地震(图2)^[1]。

(2) 圆环与圆环:见唐山地震(图3)和汶川地震(图4)^[1]。

(3) 条带与圆环:见汶川地震(图5)^[1]。

在图3中,构成白色小圆的地震间,等间距性非常突出。

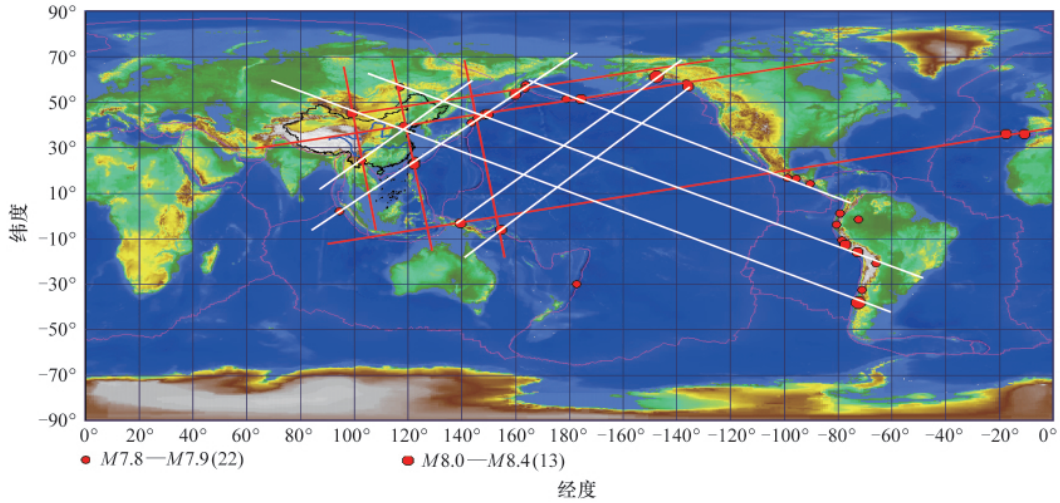


图1 唐山地震(1957—1976-07-28, $M \geq 7.8$)
Fig. 1 Tangshan earthquake (1957—1976-07-28, $M \geq 7.8$)

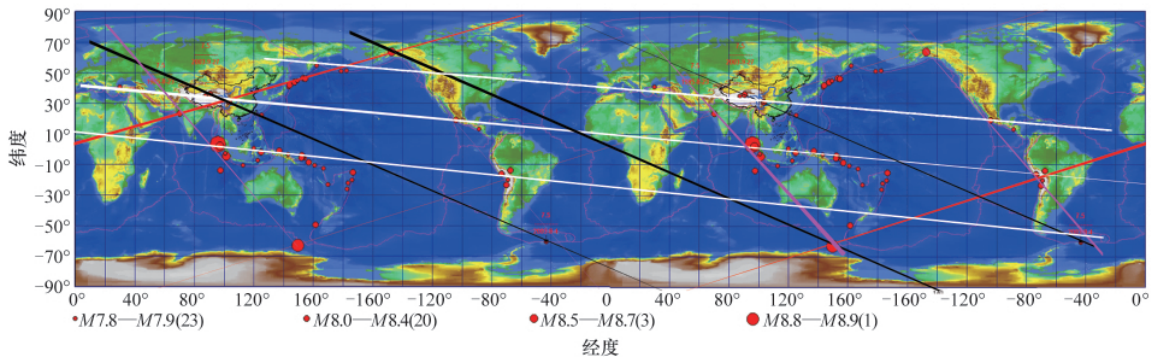


图2 汶川地震(1994-01-01—2008-05-12, $M \geq 7.8$)
Fig. 2 Wenchuan earthquake (1994-01-01—2008-05-12, $M \geq 7.8$)

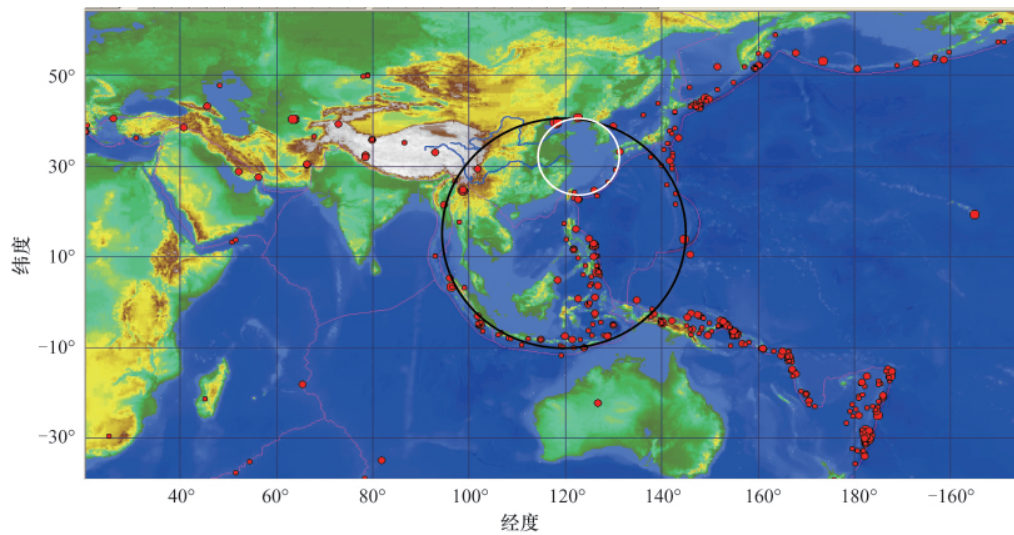


图3 唐山地震(1975-01-01—1976-07-29, $M \geq 5.6$)
Fig. 3 Tangshan earthquake (1975-01-01—1976-07-29, $M \geq 5.6$)

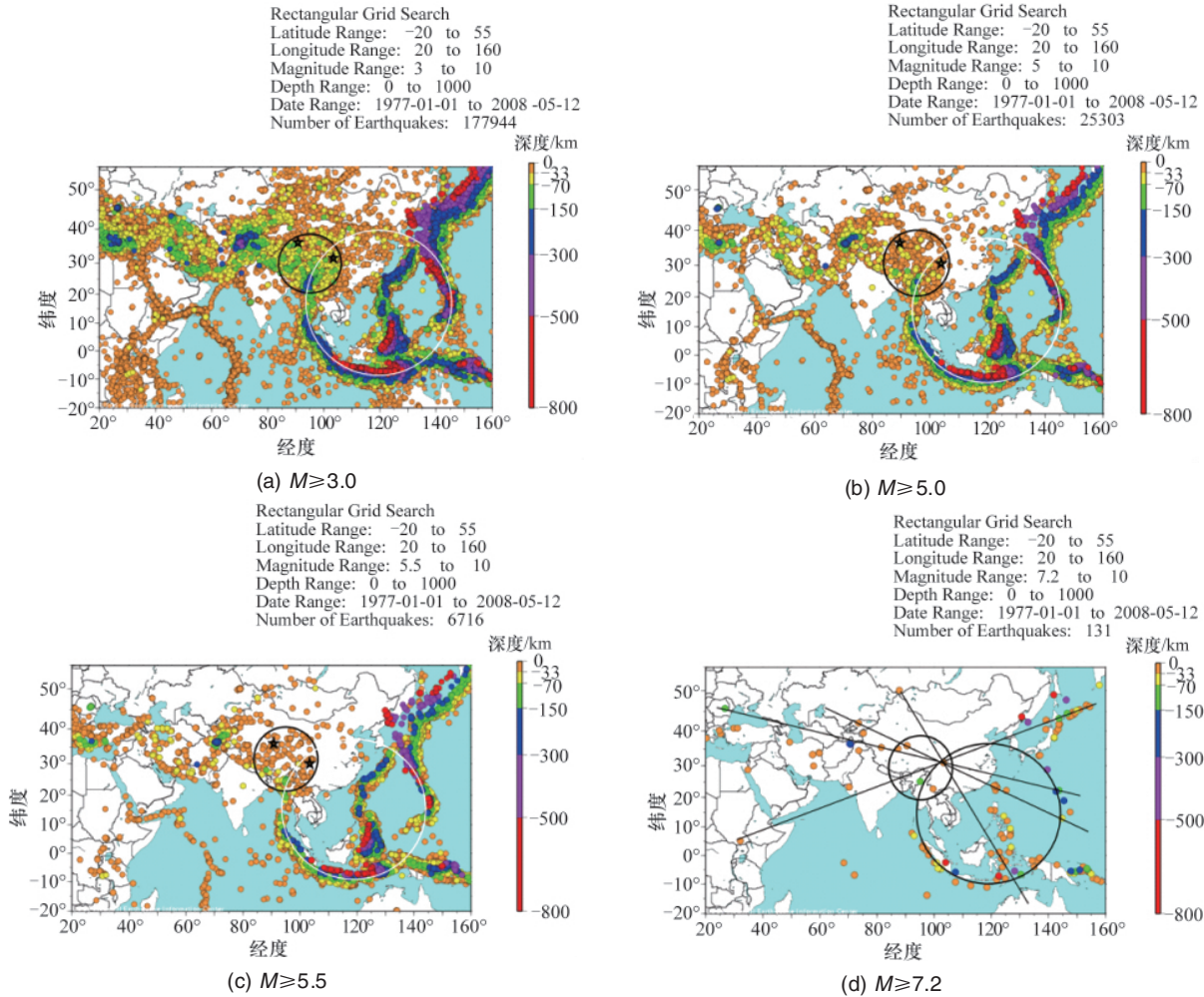


图 4 汶川地震 (1977-01-01—2008-05-12)

Fig. 4 Wenchuan earthquake (1977-01-01—2008-05-12)

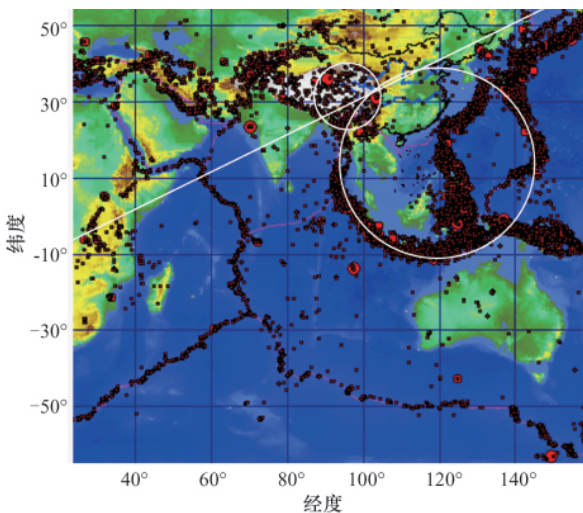


图 5 汶川地震 (1977-01-01—2008-05-12, $M \geq 5.0$)

Fig. 5 Wenchuan earthquake (1977-01-01—2008-05-12, $M \geq 5.0$)

这是地震活动处于有序性的一种表现,是地震空间分布受控于屈曲成因的证据之一。图 3 中,还有两条(图中未画出)条

带,一条在大圆环西北侧,横贯中国青藏地区;另一条在大小圆环的东北侧,沿日本列岛走向排列,一直伸展至库页岛。构成这两条带的地震,等间距性也非常突出。这同样是地震活动处于有序性的一种表现,也是地震空间分布受控于屈曲成因的证据。

昆仑山口西地震(2001-11-14, $M8.1$)前,中国出现了一条长达 3000km 地震显示的条带,见图 6 中两个白色箭头所指区位^[1]。而昆仑山口西 8 级大震(右下小图中的蓝色小球)正位于该条带上的一个小小空圆中。

自昆仑山口西地震(2001-11-14, $M8.1$)以后,中国发生的诸多中强以上地震几乎都具有北东东向的关联性,如图 7 所示。且当地的水系,以及地形地貌、大陆架、海沟等均多具有北东东向走向。

东北日本大震(2011-03-11, $M9.0$)前后日本列岛上有 13 座火山都增强了活动或喷发,特别是新燃岳火山喷发最为剧烈;处在同等距离上的中国长白山火山却并未见有增强活动(图 8)。这可能是因为日本列岛上的火山与 9 级大地震处在相同条带上,而中国长白山火山与 9 级大地震不在相同条带上。由此可见条带在构造活动中的重要性。

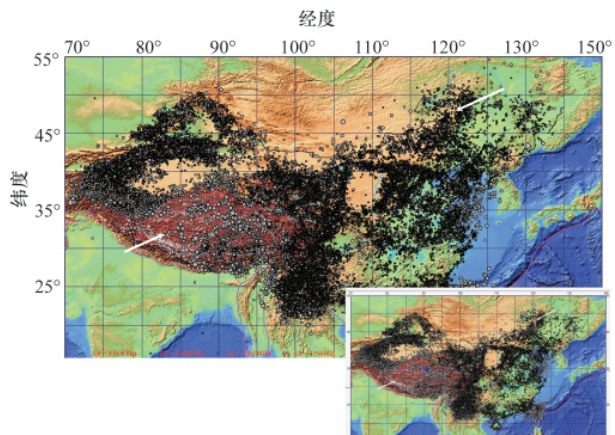


图6 昆仑山口西地震(2001-11-14, M8.1)前北东东条带
Fig. 6 NEE earthquake strip before Kunlun Mountain earthquake

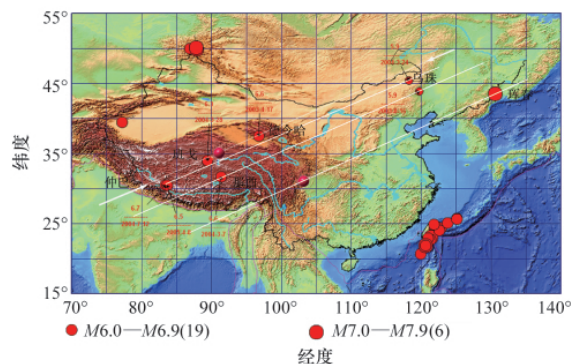


图7 北东东向关联的地震活动(2001-11-15—2007-06-01, $M \geq 6.3$)
Fig. 7 Correlation seismic activity in NEE direction (2001-11-15—2007-06-01, $M \geq 6.3$)

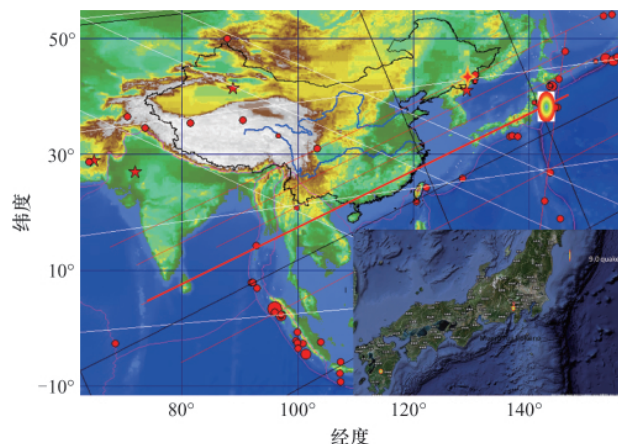


图8 东北日本大地震(2011-03-11, M9.0)与北东东向条带
Fig. 8 Tohoku earthquake (2011-03-11, M9.0) and NEE earthquake strip

2 差异活动

一般认为地震空区就是活动构造的闭锁区,也就是未来大地震的震源体。但《地震应可预测》(第196页)^[4]中指出,1974—1979年有两次溧阳地震,发生在同一地点,震级相差半级,烈度等震线几乎完全相似,烈度量值差为1度,震级大烈度高,符合烈度与震级理论估值。但是这两次地震的空区却是完全相同,震级大小变了而空区大小不变,这就不符合空区就是震源体的基本构想^[5]。自此以后我们一直关注着空区可能的真实物理意义。下面的图件给出了不同震级档的空区形态。

图9—图12中,震级跨度自M3.0—M4.0级至M9.0级,其共性特征是空区都存于主震附近的1—2个象限内,空间

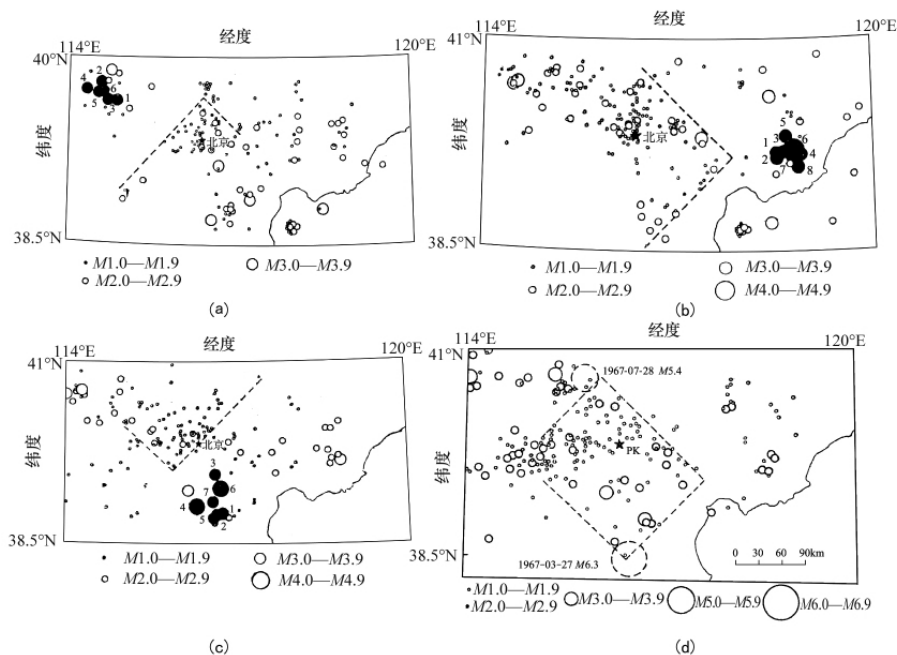


图9 1966—1976年首都圈地区M3.0—M4.0级中强震前呈现的空区
Fig. 9 Gap before earthquakes of M3.0—M4.0 from 1966 to 1976

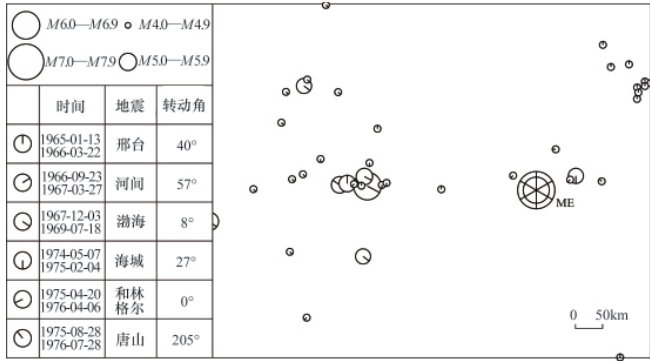


图 10 华北 M7.0 级左右强震前呈现的空区

Fig. 10 Gap before earthquakes of M7.0 in NE China

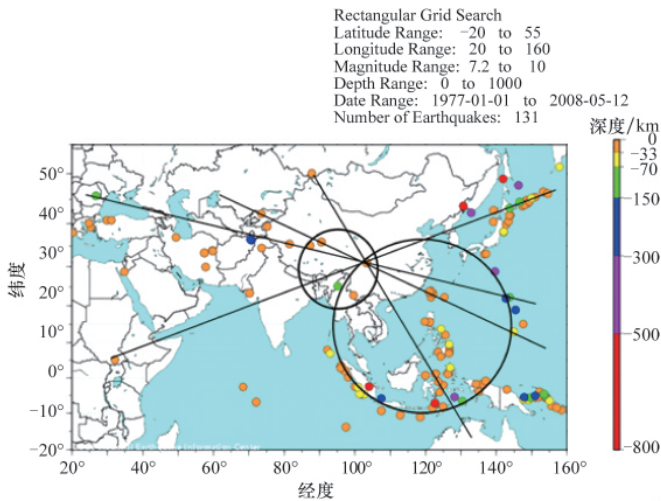


图 11 汶川 M8.0 震前呈现的空区

Fig. 11 Gap before Wenchuan earthquake of M8.0

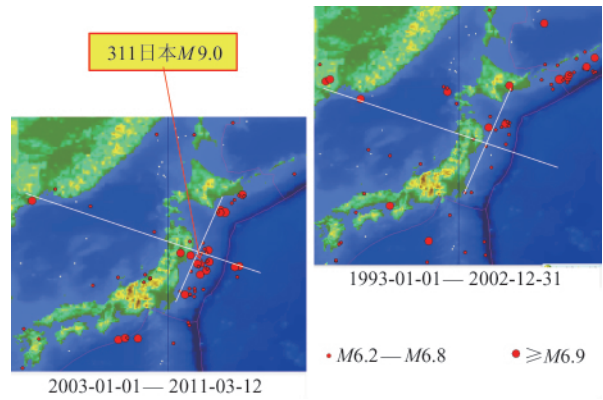


图 12 东北日本 M9.0 大震前呈现的空区

Fig. 12 Gap before Tohoku earthquake of M9.0

尺度非常大,与主震震级大小并无一定关联,而主震本身也未必在空区中。因此,把空区等同于震源体是不妥的。这样一种特征形态,用屈曲传递动力的组合环节解释似更为适宜。

图 13 是地震分布实况与屈曲变形图像示意图。从图可见,平静的空区(菱谷)与活动的条带(菱脊)之间是匹配成组合关系,犹如盆山构造。动力主要是通过菱脊在传递,并非是菱谷可以独立承担震源体的使命。因此,重点应着眼于对两者的差异性组合。

关于地震活动时间序列中的平静,也应重点着眼于对两者的差异性。

海城地震前震系列中的平静非常突出,如图 14 左上部所示;若为常规余震系列,如图 14 左下部所示,其衰减停止是缓慢演进的。平静如果仅意味着静止、没有运动,那是没有动力

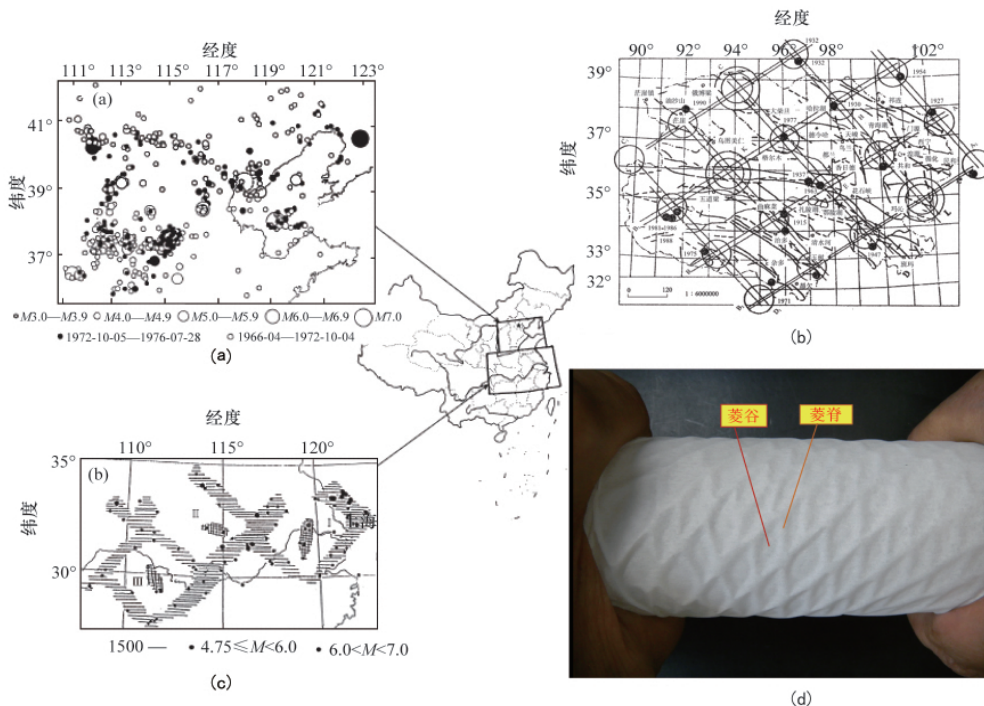


图 13 地震分布实况与屈曲变形图像示意图

Fig. 13 Earthquake distribution pattern and the deformation of buckling

的参与,没有新的能量输入。平静如缘起于对地震高活动的急速刹车,那只能认为又有了另一种新的动力参与,又有另一种新的能量输入了。因此不能孤立地单独看待平静的长短,对其重点也应着眼于平静与密集的两者的差异性,才能显示出平静的能动性。图 14 中, A_p 为 p 波振幅, A_s 为 s 波振幅, N 为次数, t 为时间。

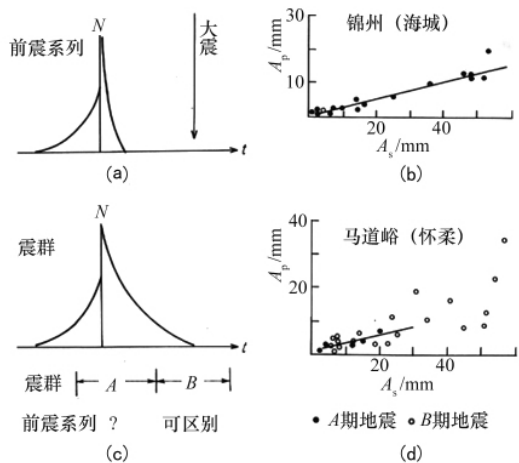


图 14 前震系列中的平静

Fig. 14 Quiescence in a foreshock series

3 深震

由图 15 可以看出,汶川地震前在其深部百公里处的中深震是非常活跃的^[6]。

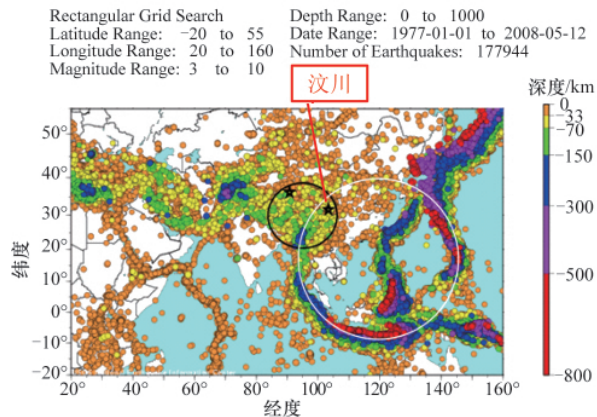


图 15 汶川震前中深震活动特征

Fig. 15 Middle-deep earthquakes active before Wenchuan earthquake

唐山地震前也显示有中深震在中国显现活动的迹象。图 16 可以看出,1976 年的中深震较其他年份多^[6]。

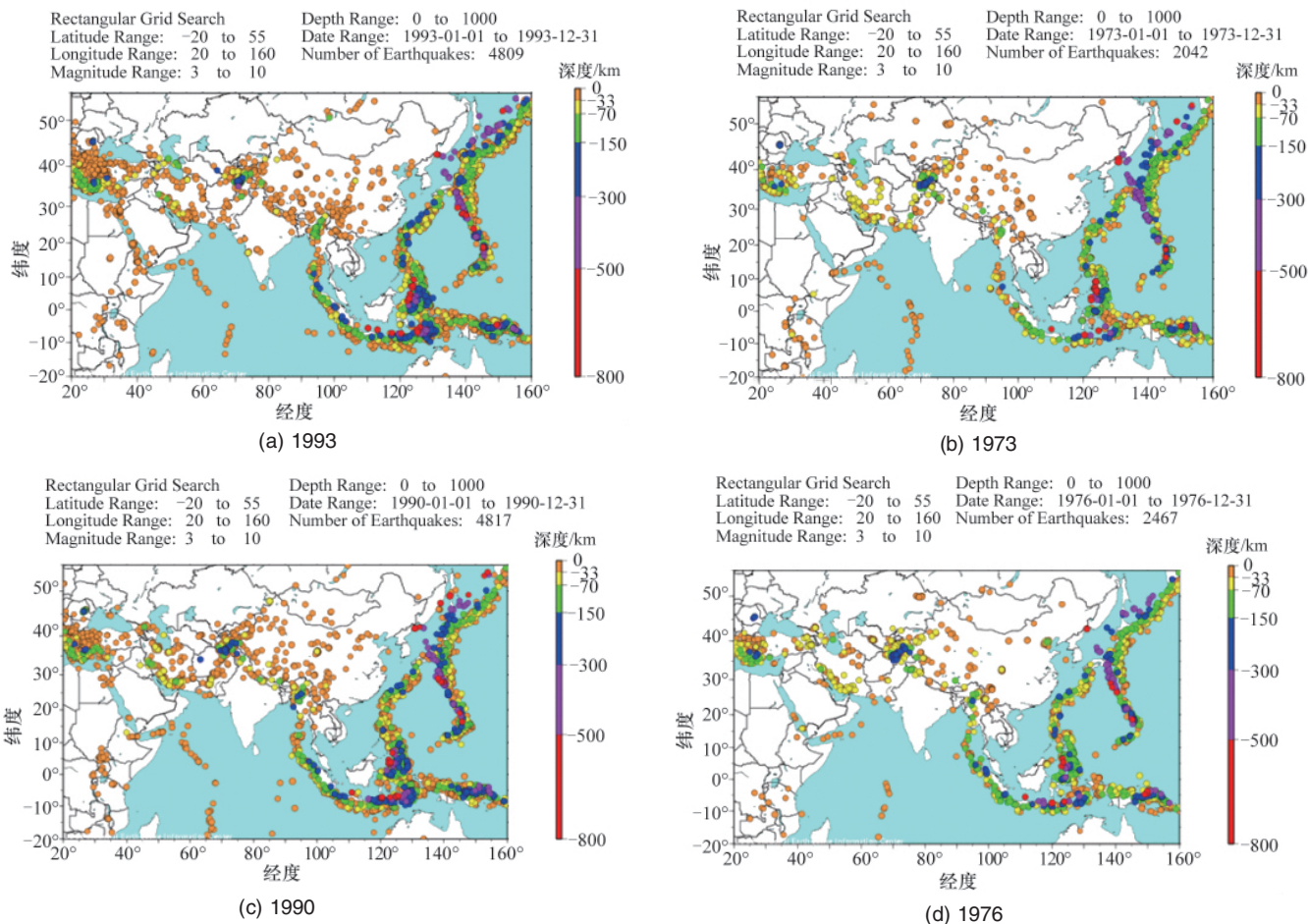


图 16 1976 年(唐山地震)壳下深震似显示出较为活跃特征

Fig. 16 Middle-deep earthquakes active during the year of Tangshan earthquake

21 世纪初长白山火山地震的一段活跃期也是始于其附近汪清的深震(1999-04-08, $M6.8$), 特别是汪清的一次大深

震(2002-06-28, $M7.1$, 578km, 图 17)。而如前所述, 东北日本 9 级大震却并未能改变它的平静低活动。

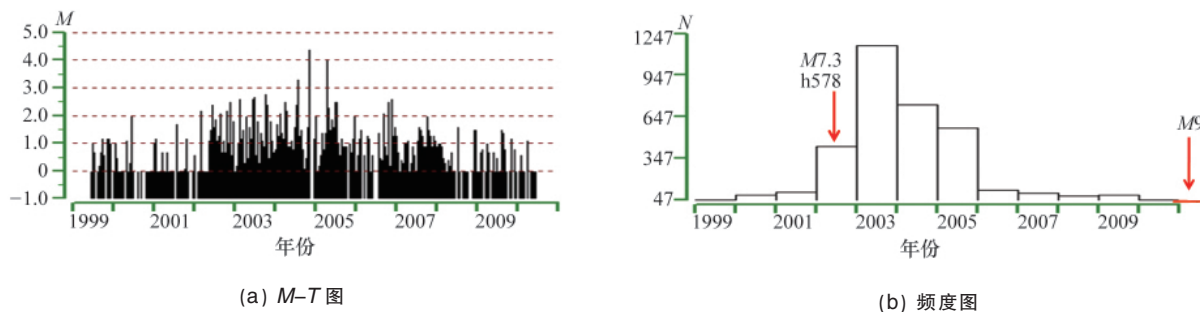


图 17 长白山火山地震活动特征

Fig. 17 Activity of Changbaishan volcano earthquakes

4 日月运行时间窗结构

图 18 展示了余震对日月运行的时间窗结构。由图可见, 对于汶川强余震若处在望后一周内, 则多发生在午后时段。

对于智利强余震若处在朔后一周内, 则多发生在午后至前半夜。两者在 09:00 前后都少有强余震。它们所具有的非随机时间预测信息是很明显的。

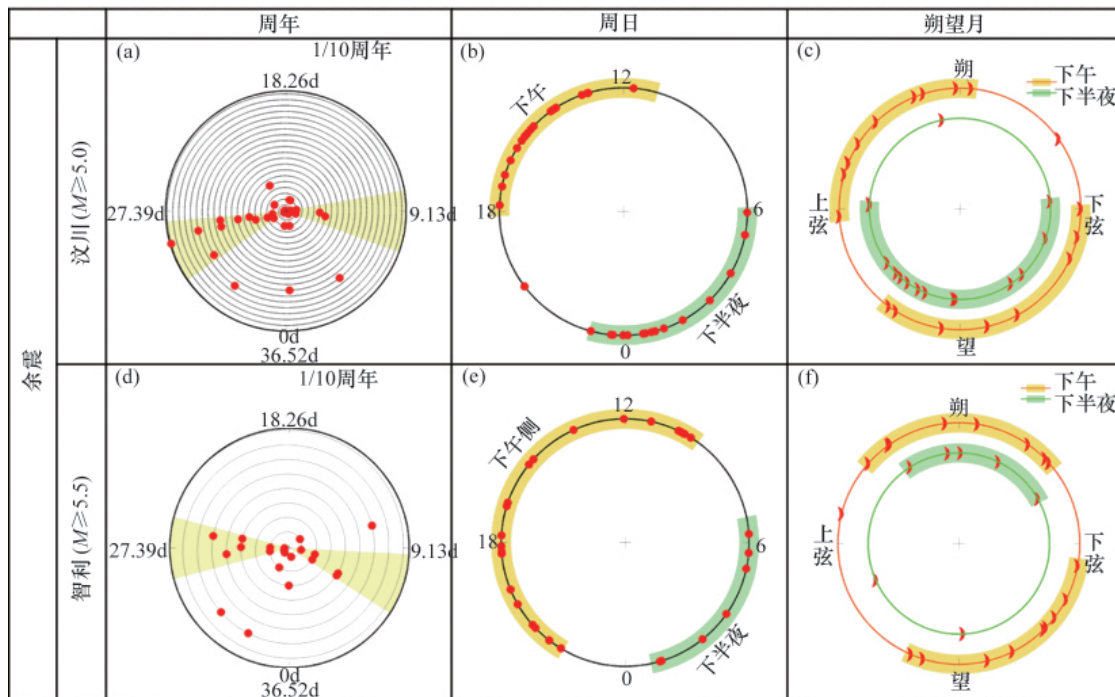


图 18 震时日月位置

Fig. 18 Position of the Sun and the Moon at the time of earthquakes occurrence

图 19 给出了发震的地方时分布。在图中, 红色箭头表示昆仑山口西地震(2001-11-14, $M8.1$)前, 在加尔木地震台上, 记录到的颤震的发震地方时分布^[7]。值得重视的是, 主震发生的地方时(图中红色大箭头)正为前兆性颤震(图中红色小箭头)分布的中位值。因此, 当主震前已经知道前兆颤震的地方时分布的时候, 即可确定其中位值的时辰。从而表明未来的地震预测的临震时刻有可能提取到不仅如图 18 中的一天中的时段: 如上午、下午、前半夜、后半夜等(6h)的精度, 而且有

可能提取到中位值的精度, 即有可能会达到将能够预报出发震时辰的水平。

特别值得提及的是, 本刊中我们在另一篇论文“‘311’东北日本 $M9.0$ 大地震可预测性特征探索”^[8]中将报道在东北日本 9 级大震中, 在其广义前震中也见到了同样的特征, 即主震发震时刻处在广义前震发震时刻分布的中位值。参见图 19 中蓝色大箭头($M9.0$ 主震)与小箭头(广义前震)。故此一预测信息的信度应该是相当高的。

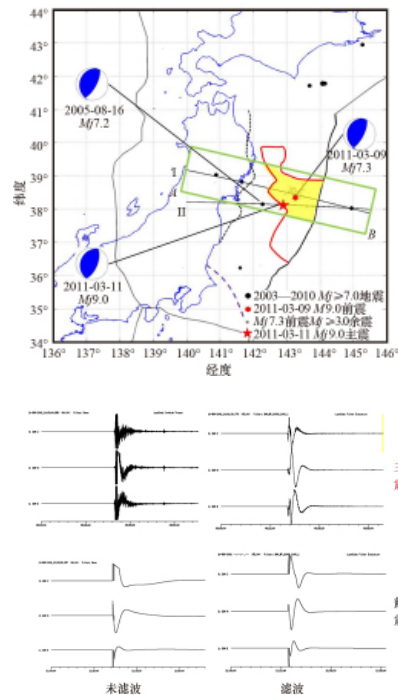
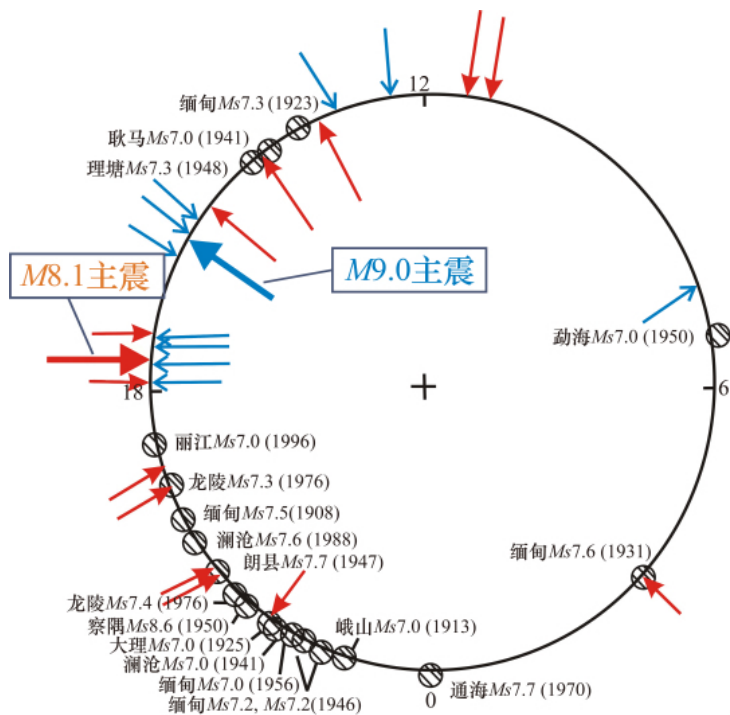


图 19 发震地方时分布

Fig. 19 Local time distribution of the earthquake occurrence

5 结束语

本文阐述了制约发震时空窗口的诸多因素。这些因素已在 2011 年 3 月 11 日 M9.0 东北日本大地震中观测到了类似的结果^[8]。

参考文献 (References)

[1] 许绍燮. 地震应可预测[M]. 北京: 地震出版社, 2011.
Xu Shaoxie. Earthquake should be predicted [M]. Beijing: Seismological Press, 2011.

[2] 许绍燮. 地震发震大尺度结构[J]. 科技导报, 2010, 28(23): 26-33.
Xu Shaoxie. Science and Technology Review, 2010, 28(23): 26-33.

[3] 赵树贤, 许绍燮, 吴平静, 等. 地震发生与日月运行之关联 [J]. 科技导报, 2011, 29(13): 18-23.
Zhao Shuxian, Xu Shaoxie, Wu Pingjing, et al. Science and Technology Review, 2011, 29(13): 18-23.

[4] 范兴川, 佟旭. 探索地震预报尚需关注“天外客”[J]. 科学中国人, 2009(2): 64-71.
Fan Xingchuan, Tong Xu. Scientific Chinese, 2009(2): 64-71.

[5] 许绍燮, 刘玉芬. 从两次溧阳地震认识地震现象的相似性 [J]. 地震学刊, 1985(3): 1-6.
Xu Shaoxie, Liu Yutfen. Journal of Seismology, 1985(3): 1-6.

[6] 许绍燮. 从汶川地震震前现象认识其发震动力应具有的大尺度与深层次性[J]. 中国工程科学, 2009, 11(6): 16-18.
Xu Shaoxie. Engineering Sciences, 2009, 11(6): 16-18.

[7] 许绍燮. 大尺度地层内的分层运动[J]. 中国工程科学, 2006, 8(6): 14-22.
Xu Shaoxie. Engineering Sciences, 2006, 8(6): 14-22.

[8] 赵树贤, 许绍燮, 马莉, 等. “311”东北日本 M9.0 大地震可预测性特征探索[J]. 科技导报, 2012, 30(4): 26-30.
Zhao Shuxian, Xu Shaoxie, Ma Li, et al. Science & Technology Review, 2012, 30(4): 26-30.

(责任编辑 朱宇)

· 科学共同体介绍 ·

中国菌物学会 (Mycological Society of China) 是 1992 年经 8 位生物学学部委员推荐, 由国家科委和中国科协批准在民政部登记, 并于 1993 年 5 月正式成立的, 学会于 2000 年 10 月被批准加入中国科协, 其前身为 1980 年成立的中国植物学会真菌学会。

中国菌物协会是从事菌物学科研、教学及生产的 2000 多名科技工作者自愿组成的

中国菌物学会

全国学术性团体组织, 其宗旨是团结广大菌物学工作者, 为繁荣我国的菌物学事业、促进科研与生产发展, 为社会主义经济建设做出应有的贡献。

中国菌物学会定期组织全国性的学术会议, 注重国际和地区(台湾)间的学术交流, 与国际菌物学会、英国菌物学会、日本菌物学会和韩国菌学会等在人员互访、讲学、编译科技书籍和举办展览等方面开展

广泛交流。学会主办《菌物学报》、《菌物研究》等期刊, 并与英国 Francis & Taylor 出版社合作创办国际性刊物《Mycology: An International Journal of Fungal Biology》。

中国菌物学会于 2011 年 8 月在广州召开第五届会员代表大会, 选举李玉为名誉理事长、刘杏忠为理事长、文华安为秘书长。

(责任编辑 徐子政(实习生), 秦政)