

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

许绍燮

(中国地震局地球物理研究所,北京 100081)

[摘要] 认为汶川地震发震动力具有大尺度与深层次性,并就汶川地震的震前地震活动性进行了分析研究;大小环圆的交切,全球尺度条带的交会,深部地震活动的加强这几项地震活动性图像是汶川地震震前现象的重要特征,这些特征图像在 1976 年的唐山地震前也有所显示;条带交会,环圆交会,带圆交会处质点运动各异,相互闭锁,质点运动不易解耦,形成应力集中,常常可成为强震发生的场所;深部闭锁活动的特色,在地表观测中易于失察,成为巨大地震更不易预察的一种原因。鉴于巨大地震灾害的严重性,今后在地震预测监测中应加强对大尺度与深层次信息的监测、收集与分析研究。

[关键词] 汶川地震;发震动力的大尺度与深层次性;地震预测

[中图分类号] P315.3 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2009)06-0016-03

研究了汶川 8 级地震震前在其周围广大地区的地震活动性,发现了随着时空的演进,趋近汶川地震发震时空这一节点,其周围广大地区的地震活动性具有明显的大尺度与深层次的特征。从而可以认为,汶川地震发震动力应具有大尺度与深层次性。

鉴于 NEIC(美国国家地震信息中心)自 1973 年以后才有对全球 $M \geq 3.0$ 级以上地震较为均衡的监测;另一方面,据我国地震活动的实况态势,1976 年唐山地震后,我国的地震活动趋于平稳,为此选用 NEIC 自 1977 年以来至 2008 年 5 月的 30 余年资料对 2008 年 5 月 12 日汶川地震的震前现象进行了分析研究(见 93 页彩图 13)。

彩图 13a 是 NEIC 监测到的汶川地震前近 30 余年以来 $M \geq 3.0$ 地震的震中分布图。彩图 13 中橙色为深度小于 33 km 的浅震;黄色为深度介于 33 ~ 70 km 地壳下地震;绿色为深度介于 70 ~ 150 km 上地幔地震;蓝色为深度介于 150 ~ 300 km 地幔地震。紫色、红色为更深地震。彩图 13 中勾划出了一个白色大圆与一个黑色小圆。白色大圆可以反映出印尼巨大的弧形构造,其中震源深度达到 150 ~ 800 km

的深震非常突出。表明这一圆环构造插入了地壳上地幔很大深度。黑色小圆圈出了震源深度为 33 ~ 150 km 的地壳至上地幔的壳下上地幔地震。小黑圆内外地震深度分布的差异性是很显著的。因此可认为黑色小圆所表征的,具有百余(150 - 33 = 117) km 柱高的这一柱体内的壳下上地幔地震活动是很显著的。

彩图 13b 同彩图 13a,但地震最小阈值提升为 $M5.0$ 。从彩图 13b 可见,白色大圆所表征的地震,深度分布状况与彩图 13a 相比无大的变化。但黑色小圆内充填的地震的震源深度由壳下、上地幔(150 ~ 33 km)提升为壳内(< 33 km),彩图 13b 黑色小圆内地震,均由黄、绿色转换为橙色。彩图 13c 地震最小阈值取为 $M5.5$,与彩图 13b 相似,大白圆与小黑圆对震源深度的表徵作用仍保持未变。但值得特别强调的是小黑圆内外的地震空间分布差异性则更为显著了。小黑圆的西、北、东三侧几乎没有地震,即小黑圆的控震作用更为突出。

彩图 13a,b,c 中小黑圆内表现出了两个五角星:东侧的一个是 2008 年 5 月 12 日 $M8.0$ 汶川地

[收稿日期] 2009-3-19;修回日期 2009-03-25

[作者简介] 许绍燮(1932-),男,浙江绍兴市人,中国工程院院士,中国地震局地球物理研究所研究员

震,西侧的一个是2001年11月14日M8.1崑崙山口西地震。特别是汶川地震它正位于小黑圆与大白圆的交会处,具有预测意义,值得重视。

若将阈值震级提升到M7.2,则如彩图13d所示,大小环圆对震级深度的控制作用就不再明显了。代之而出现的是地震的方位分布有了差异。彩图13d中,汶川地震北侧地震较少,而西侧地震较多(见94页彩图14)。

当阈值震级提升到M7.8,地震的条带性特征非常显著。彩图14中是汶川震前14年(1994年1月—2008年5月)以来 $M \geq 7.8$ 地震的全球分布。鉴于其全球分布的条带特征非常显著,常可多圈环绕着地球成螺旋状线性排列。为了更清晰地表达这一特征,在彩图14中已将两幅全球地图拼接起来,多种方位的条带可见均可穿过两幅全球地图,而同时存在多条互相平行的条带组。特别是东经约 100° 处的汶川地震处,它正处在红、白、黑三种条带的交会点上。因为彩图14中的地震(除汶川地震外)均发生在汶川地震之前,因而彩图14对汶川地震具有预测意义是显而易见的。

与彩图14采用了14年资料成为对照的彩图15,仅采用了汶川地震前两天的资料(2008年5月10日—2008年05月12日),彩图15(见94页)中展示出 $M \geq 4.0$ 地震的两条(白色)条带。它们交会于汶川地震处。值得注意的是在汶川地震周边,除了两次壳内浅震外,其余十多次地震都属于壳下上地幔深震。这与后文将要提及的汶川地震震前深层次的活动加强是一致的。此图也表明了汶川地震震前是可以具有临震预测信息的。

彩图16(见94页)是据我国掌控的数据库制作的类似图件。其中红色圆点为 $M \geq 7.0$ 地震,其余大小方点为 $M = 5.0 \sim 6.9$ 地震。大小圆环同彩图13。白色直线相当于彩图14中的一条红色条带。在彩图16中,汶川地震可位于两圆与一线的交会处,其具有可预测信息也是毋庸置疑的。

彩图17(见95页)中对比了4次大地震前一年,大震周边广大地区地震活动的震源深度特征:彩图17a为2001年11月14日崑崙山口西M8.1地震前一年的震前活动;彩图17b为2004年12月26日苏门答腊(北)M9.0地震前一年的震前活动;彩图17c为2005年3月28日苏门答腊(南)M8.5地震前一年的震前活动;彩图17d为2008年5月12日汶川M8.0地震前一年的震前活动。在彩图17a

崑崙山口地震前一年,其震中周边广大地区,地震活动的深度多为 $h < 33$ km,处在地壳内。2004年12月苏门答腊(北)M9.0地震前一年,延伸至我国青藏地区,壳下上地幔($h = 33 \sim 150$ km)地震显著增多(彩图17b)。在彩图17c中2005年3月苏门答腊(南)M8.5地震前一年也保持着与彩图17b同样的态势,即我国西部地区黄、绿色(壳下上地幔)地震较多替代了彩图17a中的橙色(壳内)地震。即震源深度趋于加深。彩图17d是汶川地震前一年的震前活动,较之彩图17a~c,在我国西部黄、绿色(壳下上地幔)地震更为丰富。从而表徵了汶川地震前,在其深部地震活动得到了进一步加强。

大小环圆的交切,全球尺度条带的交会,深部地震活动的加强这几项汶川地震的震前现象在1976年唐山地震前也有所显示。唐山地震时,我们对于1975年海城7.3级地震后,迅速又在华北海城近处发生近8级地震甚为困惑。唐山地震前,对其震情虽有所察觉,但震级竟达到近8级则始料未及。即使在唐山震后的回溯性研究中,预测震级要达到8级还是不易到位。2006年唐山地震30周年时,我们报告了对唐山地震新的认识^[1]:经历了30年的实践,我们认识到研究大地震的震情必须采用大尺度的视野。彩图18、彩图19(见95,96页)是发表于文献[1]中的图件。在彩图18中唐山地震是处于图中大小圆的交切部位。此外值得注意的是,小圆上的地震等间距排列;大圆外横贯中国青藏,近纬向 30° 线的条带上的地震等间距排列;大圆外东北向近日本列岛走向条带上的地震,它们的等间距排列都是非常显著突出的。从而表明了这一时段,地震活动的有序性是很强劲的。彩图19是全球性的条带分布。唐山地震正处于红、白两组共轭条带的共同交会点上。彩图19中虽然采用了一些唐山地震后的地震,但因1976—1986年间,在中国大陆一侧并无再有 $M \geq 7.8$ 地震,文献[1]用彩图19说明唐山地震具有大尺度的相关性是有效的。彩图20(见96页)是类似于彩图17的地震活动性图件。彩图20d是1976年唐山地震当年的地震分布图,较彩图20a~c其他年份地壳下地震明显偏多。我们检查了自NEIC有资料(1973年)以来,逐年的地震活动图,2004—2008年深震活跃如上文所述,最为突出,其次即是唐山地震的1976年了。因此可以说,我国境内的深部地震活动的加强,似与其后继强震有一定的相关性。

就我们当前已有的认识而言,地震活动性的大尺度空间图像,经常可表现为条带与环圆图像。

全球尺度条带可以展示为:a. 球面上的大圆,如沿赤道或经线的大圆;b. 球面上的小圆,如纬向构造40°N地震带;c. 环绕地球多圈螺旋状构造。在柱面等经纬网格展开投影的世界地图中,可表现为多条平行线(条块带)。

环圆达到全球尺度的是环太平洋地震带(近整个大圆)与欧亚地震带(近半个大圆)。较小尺度的环圆,如地震充满环圆,则展示为圆饼状—实心圆(如彩图17中的小圆)。如较高震级地震集中于圆周处,则展示为空心圆环—空心圆(如彩图17中的大圆)。

条带交会,环圆交会,带、圆交会处质点运动各

异,相互闭锁,质点运动不易解耦,形成应力集中,常常可成为强震发生的场所。深部闭锁活动的特色,在地表观测中易于失察,成为巨大地震反而更不易预察的一种原因理由。

以上所述,诸种现象,可以认为汶川地震震前现象表明其发震动力应具有大尺度与深层次性。鉴于巨大地震的灾害特别严重,今后在地震预测监测中尚须加强对大尺度与深层次信息的监测收集与分析研究。

参考文献

- [1] 许绍燮. 高震级地震预测需求大尺度视野—唐山地震预测为何不易到位[D]. 天津市防震减灾30周年纪念论文集,2006:9-

13

Based on the phenomena before Wenchuan Earthquake, the characteristic of large scale and deep layer on dynamic force of earthquake occurrence has been recognized

Xu Shaoxie

(Institute of Geophysics, CEA, Beijing 100081, China)

[Abstract] The characteristic of large scale and deep layer on dynamic force of Wenchuan Earthquake occurrence has been recognized. The seismicity before Wenchuan Earthquake of May 12, 2008 has been studied, by using the data from 1977 to May, 2008. The characteristics, such as intersection between big and small circularities, between strips in globe scale, and earthquake activity enhanced in deep layer, are important phenomena before Wenchuan Earthquake. Such characteristics have already been found in the phenomena before Tangshan Earthquake in 1976. The directions of particle movement at intersections between strips, circularities, and strip and circularity are different from each other and are locked to each other. Since particle movement cannot be easy released, it will make stress concentric and become a location of large earthquake occurrence. The characteristic of lock in deep layer is not easy to find by observation at shallower earth surface, that means some difficult to detect precursor on the great earthquake. Since the disaster of a great earthquake is very serious, it should be enhanced to collect and study on information of large scale and deep layer.

[Key words] Wenchuan Earthquake; the characteristic of large scale and deep layer on dynamic force of earthquake occurrence; earthquake prediction