

中国8级巨震时空特征及其对于大华北地区地震活动影响初析

王玲玲, 刘红桂, 梅卫萍, 章熙海

(江苏省地震局, 江苏南京 210014)

摘要:中国的8级巨震基本分布在青藏高原南部至云南的弧形带、新疆西北部的北东向条带、35°N一线和南北带、华北强震区、台湾地震区5个区、带,并常常表现出成对性或优势周期。各区、带的巨震活动可能存在不同的主体力源。在新疆和台湾地区发生8级地震后3~10年华北地区北部可能进入6.5级地震密集的地震活跃时段;7~15年后,江淮地震区就可能进入以6级地震为标志的地震活跃时段。华北地区8级地震对大华北二个分区的地震活动都有显著的减震作用。

关键词:8级巨震;大华北地区;江淮地震区;华北地震区;应力调整区

中图分类号:P315.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0844(2003)01-0040-06

0 引言

根据板块理论,中国大陆的东侧和东南侧有太平洋板块和菲律宾海板块的俯冲,西侧和西南侧有欧亚板块和印度板块的碰撞,造就了有利于强震发生的动力环境^[1]。历史上有着丰富的强震记录,其中最引人关注的是8级以上的特大地震。据《中国地震简目》和中国局分析预报中心目录,自有记录以来中国大陆及台湾共发生8级以上强震21次。这些巨震的时空分布有何特点,之间是否存在内在联系,这些强震发生后对中国东部地区地震活动有何影响等问题值得研究。本文将从基本地震图像和地震力源出发,作一些初步分析。

1 中国8级大震时空特征

8级巨震由于能量巨大,其孕育与发生除了局部构造因素外,应当有深刻的动力学背景。如果力源明确,则可能通过较为简单的形式有所表现。震中分布图(图1)就有比较清晰的显示:8级地震在空间上按照一定规律集中,明显地分布在几个区域;在时间上呈现相对集中或遵循某种规律;而各个区域之间则无显著的相关而表现出各区的独立性。

1.1 青藏高原南部至云南的巨震弧形带

该区8级地震目录如表1。从表中看出,除1411年的8级地震外,1800年以后的4次8级地震在时间上都成对发生,1833年的一对相隔仅11天,1950~1951年的一对相隔15个月。在空间上这两对地震各形成了与总体构造走向一致的弧形带;后一对地震较前一对地震似乎存在随时间北推和向东南方转动。这种格局与GPS地壳形变观测结果相一致。黄立人^[2]、顾国华^[3]、朱文耀^[4]根据20世纪90年代以来GPS观测资料,认为影响中国大陆的主要力源是来自印度板块向北推挤欧亚大陆;青藏块体主体上遭受着近南北方向挤压作用下的近东西向引张作用;云南西部的川滇块体有明显的右旋且整体向南运动。研究结果还表明

收稿日期:2002-09-17

作者简介:王玲玲(1948-),女(汉族),江苏无锡人,副研究员,主要从事地震学预报研究。

印度板块、欧亚板块和西伯利亚块体对中国大陆的作用在过去的几百万年中是稳定的,两对 8 级地震的迁移也从另一方面佐证了这种作用的存在。

表 1 藏滇地区 8 级巨震目录

发震时间	φ_N	λ_E	地点	震级 / M
1411-09-29	29.7°	90.2°	西藏当雄	8
1833-08-26	28.3°	85.5°	西藏聂拉木	8
1833-09-06	25.0°	103.0°	云南嵩明	8
1950-08-15	28.4°	96.7°	西藏察隅	8.6
1951-11-18	31.1°	91.4°	西藏当雄	8

1.2 新疆西北部的北东向 8 级巨震带

该带巨震目录如表 2。它们在空间分布排列成带,时间上成对发生。1902 年至 1931 年间是相隔 29 年的一对强震,另外附近的哈萨克斯坦阿拉木图还有 1889 年 7 月 8.3 级和 1911 年 1 月 8.2 级二次强震,是相隔 22 年的另一对强震。朱文耀等^[4]认为中国新疆的西部是中国大陆两块向北运动最强的块体之一,该区带的活动可能反映出欧亚板块和印度板块对中国大陆的联合动力作用。

表 2 新疆地区 8 级巨震目录

发震时间	φ_N	λ_E	地点	震级 / M
1812-03-08	43.7°	83.5°	新疆尼勒克	8
1902-08-22	39.9°	76.2°	新疆阿图什	8½
1931-08-11	47.1°	89.8°	新疆富蕴	8

1.3 中纬度巨震活动区

该强震区包含 35°N 一线和南北带的 8 级巨震活动区,强震目录见表 3。该区共有 8 级地震 8 次,是中国大陆的巨震集中区。其中分布在纬度 35.3°N±1°间共有 5 次。需说明的是,1668 年郟城 8½ 地震与其余地震的距离间隔明显,距最近的山西洪洞经度相差接近 7°,而与河北三河平谷 1679 年 8 级地震均处在中国大陆东部平原地区;从发生时间看它和河北的地震更具相关性;从地震迁移的图像和发震周期特征分析,郟城地震与 111°E 以西的 4 次特征也不同,因此从力源角度出发,郟城地震与三河平谷地震归为一组比较合理,而不列入本带。另外 1927 年古浪 8 级地震距南北带不足 300 km,作为相近区域地震归入南北带统计。1654 年的天水地震既属 35°线又属南北带,因而南北带有 5 次强震。由图 1 可见,该区地震似乎有沿 35°N 一线向西迁移,到达和南北带交汇的天水后再沿南北带向两侧扩散的现象。2001 年昆仑山地震又回到 35°线。从表 3 得到的时间间隔上看,存在 80~100 年的优势周期。

按照李四光地球自转学说,35°线是地球自转速度变化引起地球扁率改变时长度不变的临界纬度。当地球自转变化时,35°线附近附加应力场与区域构造应力场叠加,有利于地震激发^[1],加上南北带北段特有的构造影响^[5],造成了这一强震区。笔者取格林威治天文台地球自转速率报告中较为可靠时段(1850~1999 年)的资料^①,分别与 5 个 8 级巨震带进行比较,看到此带 8 级地震的发生与地球自转速率变化关系最为密切:1870 年至 2000 年前三次(含 1927 年古浪地震)8 级巨震都发生在地球自转速率变化转换时(距平时间 $D \rightarrow 0$)。目前尚未收集到 2000、2001 年资料,但 1999 年较 1998 年 D 值已有较大下降至较小值,从趋势分析,2000 年以来地球自转速率极有可能已处于变化转换时(图 2)。因此 2001 年昆仑山口西 8.1 级地震也符合此规律。而其余各区带的巨震则不一定都如此。可见地球自转的速率变化对本区的巨震发生有

① L. V. Morrison. Royal Greenwich observatory, interpolated for the middle of the year.

十分明显的作用。

表 3 中纬度地震区 8 级巨震目录

发震时间	φ_N	λ_E	地点	震级 / M	间隔年数 / a	所属带
1303-09-17	36.3°	111.7°	山西洪洞	8		35°线
1556-01-23	34.5°	109.7°	陕西华县	8	253	35°线
1654-07-21	34.3°	105.5°	甘肃天水	8	98	35°线
						南北带
1739-01-03	38.8°	106.5°	宁夏平罗	8	85	南北带
1879-07-01	33.2°	104.7°	甘肃武都	8	140	南北带
1920-12-16	36.7°	104.9°	宁夏海原	8.5	41	南北带
1927-05-23	37.7°	102.2°	甘肃古浪	8	7	(南北带)
2001-11-14	36.2°	90.9°	昆仑山口西	8.1	74	35°线

注：() 者为相近区域

1.4 华北巨震组

该组有二个地震,见表 4.从时间上看,是仅仅相隔 11 年的一对强震,空间上与南北带近似平行.注意到 1976 年唐山 7.8 级地震也在此组地震位置附近,显示了该区域强震发生可能有内在的动力学联系.根据顾国华由基准站、基本站的位移计算得到的应变张量图^[3],这对地震正位于华北地区相同的南北向拉张区.发震时间、地点和应变状况表明,它们很可能受同一力源作用,一般认为是受太平洋板块的作用.

1.5 台湾地震区

该区主要有台湾岛东侧的 1920 年和 1972 年 8 级地震组成(表 5),1604 年福建泉州海外的地震距台湾东侧的地震也不足 300 km,因此归入该区分析.该区 8 级巨震均为单发,且时间间隔较长.它们是受菲律宾海板块对大陆的俯冲作用的影响,属于板缘地震.

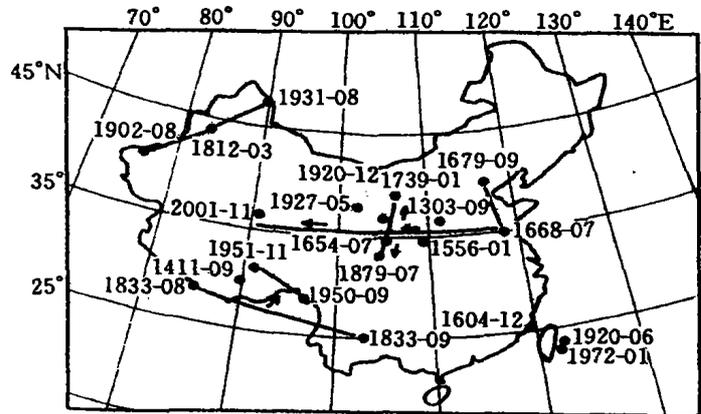


图 1 中国 8 级强震分布

Fig. 1 Distribution of $M \geq 8$ earthquakes in China.

2 8 级地震对大华北地区地震活动的影响

作者根据马宗晋关于构造块体划分的轮廓和地震活动的特点,将中国大陆南北带以东分为华北强震区、江淮中强地震区、华南弱震区^[6,7]三个纬向构造地震区,分界线大致在 29°和 34°30'N.前者基本是 6 级

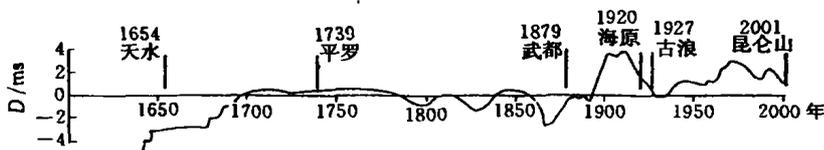


图 2 地球自转速率和 35°N 及南北带 8 级巨震关系图

Fig. 2 Relation between the speed rate of earth rotation and $M \geq 8$ earthquakes in 35°N and North-South Seismic Belt.

地震的分界线,后者基本是 7 级地震的分界线.本文讨论 29°以北的大华北地区,研究中国 8 级巨震对大华北二个纬向分区地震活动的影响.

2.1 新疆、台湾及邻区 8 级巨震对华北和江淮地震区中强地震活跃幕的引发作用

表 4 华北组 8 级巨震目录

发震时间	φ_N	λ_E	地点	震级 / M
1668-07-25	34.8°	118.5°	山东郟城	8½
1679-09-02	40.0°	117.0°	河北三河平谷间	8

表 5 台湾区 8 级巨震目录

发震时间	φ_N	λ_E	地点	震级 / M
1604-12-29	25.0°	119.5°	福建泉州海外	8
1920-06-05	23.5°	122.7°	台湾	8
1972-01-25	22.6°	122.3°	台湾	8.0

地震的时间分布表明,华北和江淮地震区,尤其是后一区地震活动存在明显的分期分幕特点.1600 年以来,江淮地区共有 6 级地震 19 次,其中 18 次发生在 4 个活跃时段(活跃幕),每一时段至少有 3 次 6 级地震.这些活跃时段都在新疆或台湾及邻区的 8 级巨震发生之后的一段时间(7~19 年)内,无一例外.表明该二区 8 级巨震对本区强震的引发作用显著.如果进一步分析 1900 年以来地震资料比较完整的时间段,注意到此百年以来江淮地震区经历的两个地震活跃时段首先引发的都是 5.5 级中强震,然后进入以 6 级地震为标志的高发期.

华北地区以至少发生一个 7 级地震和一个 6.5 级地震,且强震间间隔小于 20 年为地震活跃时段的标准,则 1600 年以来有 5 个 6.5 级以上地震的活跃时段.其中有三个时段与新疆或台湾区的 8 级强震有较好的时间呼应,间隔年份为 3~10 年.即先引发华北区强震,接着引发江淮区强震,影响情况见表 6、图 3.

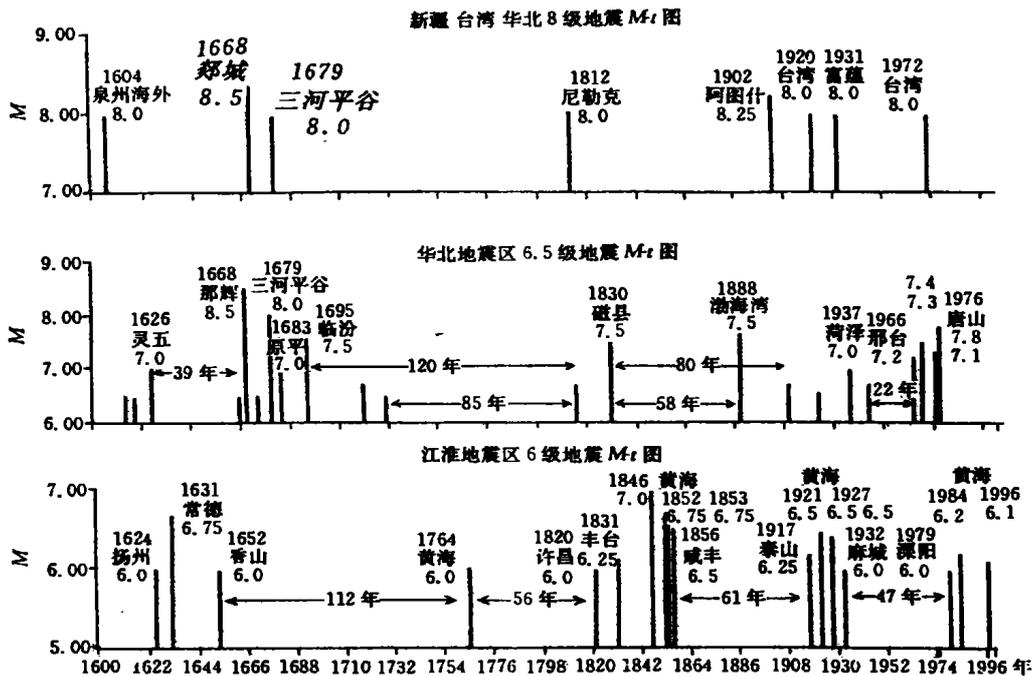


图 3 新疆、台湾、华北 8 级巨震与大华地震活跃期关系
(斜体为发生减震作用的华北巨震)

Fig. 3 Relation between the seismicity episodes in great northern China and $M \geq 8$ earthquakes in Xinjiang, Taiwan and northern China.

1668 年郟城和 1679 年三河平谷一对 8 级巨震与其余 8 级地震没有明显呼应关系,可能受太平洋板块作用而直接发生. 1966~1976 年邢台、海城、渤海、唐山等一系列 6.5 级以上地震组成的地震活跃时段由于从 1972 年台湾 8 级巨震之前就已开始,因此也未列入表 6. 但是最大的 1976 年唐山地震却是在台湾 8 级巨震之后,因此有可能是受太平洋板块与台湾巨震影响的共同作用.

表 6 新疆、台湾区 8 级地震对华北、江淮区地震影响

新疆、台湾区 8 级地震			华北区地震 ($M \geq 6.5$)			间隔 /a	江淮区地震 ($M \geq 6.0$)			间隔 /a
时间	地点	震级	时间	地点	震级		时间	地点	震级	
1604-12-29	泉州海外	8	1614-10-23	平遥	6½	10	1624-02-10	扬州	6	19
			1618-11-16	蔚县	6½		1631-08-14	常德	6¾	
			1626-06-28	灵丘	7		1652-03-23	霍山	6	
1812-03-08	尼勒克	8	1815-10-23	平陆	6¾	3	1820-08-03	许昌	6	8
			1830-06-12	磁县	7½		1831-09-28	凤台	6¾	
							1846-08-04	黄海	7	
							1852-12-16	黄海	6¾	
							1853-04-14	黄海	6¾	
							1853-04-15	黄海	6¾	
							1856-06-10	咸丰	6½	
1902-08-22	阿图什	8¾	1910-01-08	黄海	6¾	8	1913-04-03	镇江	5½	11
1920-06-05	台湾	8	1922-09-29	渤海	6½		1917-01-24	霍山	6¾	15
1931-08-11	富蕴	8	1937-08-01	菏泽	7		1921-12-01	黄海	6½	
			1944-12-19	黄海	6¾		1927-02-03	黄海	6½	
							1927-02-03	黄海	6½	
							1932-04-06	麻城	6	
1972-01-25	台湾	8.0					1974-04-22	溧阳	5.5	2
							1979-07-09	溧阳	6.0	7
							1984-05-21	黄海	6.2	
							1996-11-09	黄海	6.1	

注:江淮地震区地震含该活跃期首个 $M \geq 5.5$ 地震

2.2 华北 8 级强震对大华北地区的减震作用

由图 3 还可见,从 1600 年开始,在江淮地震区 4 个地震活跃时段中,相邻时段 6 级地震间的平静年份分别为 167 年,61 年,47 年,其中 1652 年霍山 6 级地震至 1820 年许昌 6 级地震之间的 167 年大大超过其他时段. 1764 年黄海 6.0 级地震是本区唯一不属于 4 个活跃时段的单个 6 级地震,即使计入统计,距 1652 年霍山 6 级震也长达 112 年. 5.5 级地震间隔也达到 77 年(其余时段间隔则为 25~44 年不等). 而此正是 1668 和 1679 年接连发生郟城、三河平谷大地震后的时段. 可见华北 8 级强震对江淮区 6 级中强震具有减震作用. 而对于 1976 年唐山 7.8 级大地震后,本区反而进入了 1979 溧阳、1984 年和 1996 年黄海共 3 次 6 级地震的地震活跃时段的现象,笔者认为与 1972 年台湾 8 级地震有关. 台湾地区的 8 级强震对本区的影响更大,超过了唐山地震的减震作用. 华北地震区在郟城、三河平谷大地震后与下一个强震活跃时段之间无论是以 6.5 级还是 7 级强震计,间隔年份同样也都超过了其他活跃段间的平静时间,减震作用明显(图 3).

3 总结与讨论

(1) 由以上分析可见,中国大陆和台湾 21 个 8 级地震有 19 个严格发生在上述 5 个强震区、带中,另有二次地震虽并不准确位于以上 5 个区、带上,但距离仅 300 km 左右,考虑到历史地震定位的局限,可将这二次地震分别归入相近区进行研究.因此,中国的 8 级巨震基本分布在 5 个区、带,并常常具有成对性或具有优势周期,不同的主体力源可能是造成各区、带巨震活动特点的基本原因之一.

(2) 大华北地区的强地震活动与中国大陆块体的动力学特征有关,特别是可能通过新疆地区和台湾地区受到欧亚板块和菲律宾海板块的较大影响.1600 年以来,江淮地震区的强震活跃期均由新疆、台湾地区 8 级巨震引发,是中国地区巨大地震后的应力调整区域;华北地震区除了受二地区巨震影响,还直接受太平洋板块作用而成为强震原发区域,可能是兼有本区 8 级巨震应力积累和外区 8 级巨震后应力调整作用的区域.新疆和台湾地区发生的 8 级地震将在 3~10 年后引发华北进入以 6.5 级和 7 级地震为标志的地震活跃期;7~19 年后引发江淮地震区进入以 6 级地震为标志的地震活跃期.华北地区的 8 级巨震对其后大华北地区有显著的减震作用.其他巨震区如青藏云南带主要受印度板块影响,其东侧的川、滇块体向南的总体顺时针运动使得其影响和作用被吸收消减,因而对大华北地区地震活动没有直接影响.中纬度地区地震的不断西迁可能表明存在向西的地球内力而对东部地区影响不大.

[参考文献]

- [1] 马宗晋,杜品仁.现今地壳运动问题[M].北京:地质出版社,1995.118—123.
- [2] 黄立人,马青,朱文耀,等.高精度 GPS 测量得到的中国西南地区构造块体运动模型的初步结果[J].地震学报,1997,19(1):22—28.
- [3] 顾国华,申旭辉,王敏,等.中国大陆现今地壳水平运动基本特征[J].地震学报,2001,23(4):362—369.
- [4] 朱文耀,张强.中国地球自转和地壳运动监测的研究工作[J].天文学进展,2000,18(1):9—16.
- [5] 李清河,郭守年,吕德辉.鄂尔多斯西缘与西南缘深部结构与构造[M].北京:地震出版社,1999.
- [6] 程德利,王铮铮,姜长宁,等.华东地区地震活动性、应力场特征与板块作用[A].见:陈运泰主编.中国固体地球物理学进展[C].北京:海洋出版社,1994.314—329.
- [7] 王铮铮,刘红桂,陈兴东.江淮地震区的地震活动性研究[J].地震,1998,18(4):410—416.

PRELIMINARY ANALYSIS ON TEMPORAL-SPATIAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF $M \geq 8$ GREAT EARTHQUAKES IN CHINA AND THEIR EFFECTS TO SEISMICITY IN NORTHERN CHINA

WANG Zheng-zheng, LIU Hong-gui, MEI Wei-ping, ZHANG Xi-hai
(*Seismological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210014, China*)

Abstract: Great earthquakes $M \geq 8$ in China are basically distributed in 5 seismic zones and bands; southern Qinghai-Tibet Plateau and Yunnan seismic arc zone, NE striking seismic band in northeastern Xinjiang area, 35°N line and South-North seismic band, Northern China strong seismic zone, and Taiwan seismic zone. Very often, the great earthquakes occur in pairs, or with predominant period. Different dynamical sources may exist for the great earthquakes in different seismic zones and bands. 3~10 years after the occurrence of an $M \geq 8$ earthquake in Xinjiang area or Taiwan area, a dense seismic activity with magnitude 6.5 may appear in north part of Northern China area, and 7~15 years after the event, Jianghuai seismic zone may enter a seismic active period with the magnitude 6 earthquake as the mark. The great $M \geq 8$ earthquakes in Northern China have obvious seismicity reducing effect on the two sub-zones of Northern China zone.

Key words: Great $M \geq 8$ earthquakes; Northern China; Jianghuai seismic zone; Northern China seismic zone; Stress re-adjusting zone