

四川地区 7 级以上地震危险性分析*

陈学忠

(中国地震局地球物理研究所, 北京, 100081)

摘要 对四川地区自 1800 年以来 7 级以上地震发生时间间隔以及 1900 年以来四川地区 7 级以上地震与中国大陆地区巨大地震之间的相关关系进行了统计分析, 得到如下结果: 自 1800 年以来四川地区 7 级以上地震发生的时间间隔平均约为 16 年, 最长为 34 年, 最短为 3 年, 时间间隔在 23 年以下的占 83%。自 1900 年以来, 四川地区 7 级以上地震平均时间间隔为 11 年, 最长为 19 年, 最短为 3 年。自 1900 年以来四川地区发生的 7 次 7 级以上地震之前 1~3 年中国大陆地区都发生过 7.7 级以上的巨大地震。从 1976 年以来四川地区已经 26 年没有发生 7 级以上地震, 远远超出平均时间间隔。在这种背景下, 2001 年 11 月 14 日在青海-新疆交界发生了 8.1 级巨大地震, 很可能指示在未来 1~2 年内, 四川地区将发生 7 级以上地震。从 2003 年起就应该警惕四川地区发生 7 级以上地震的可能!

关键词 四川地区; 7 级以上地震; 时间间隔; 巨大地震; 相关

1 四川地区 7 级以上地震复发时间统计分析

根据 1999 年 9 月中国地震局监测预报司预报管理处整编的《中国强地震目录》, 四川地区共有 18 次 7 级以上地震, 其中 1800 年以来, 发生过 12 次 7 级以上地震 (如表 1)。自 1800 年以来发生的 12 次 7 级以上地震的时间间隔分别为: 30 年、34 年、20 年、23 年、3 年、8 年、19 年、10 年、15 年、7 年、18 年和 3 年。这样得到平均时间间隔约为 16 年, 最短为 3 年, 最长为 34 年, 时间间隔在 23 年以下的占 83%。

* 若从 1900 年以来开始统计, 则平均时间间隔约为 11 年, 最短为 3 年, 最长为 19 年。

从 1976 年以来四川地区已经 26 年没有发生 7 级以上地震了, 远远超出平均时间间隔! 从四川地区 7 级以上地震发生的月份来看, 似乎有明显的月份分布特征。从表 1 中所列的 18 次 7 级以上地震的发生情况来看, 发生在 3~4 月和 8~9 月的都是 7 次, 各占 39%。而 12 个月中, 发生在两个月内的自然概率约为 17%。如果 18 次地震随机发生在 12 个月里, 则只有 $2 \times \frac{18}{12} = 3$ 次发生在两个月里, 实际在 3、4 月和 8、9 月发生的地震次数都为 7 次, 因此明显高于自然概率。因此如果四川地区发生 7 级以上地震, 要注意每年的 3~4 月和 8~9 月。

* 中国地震局“十五”重点项目《强地震中期预测新技术、物理基础及其应用研究》资助; 中国地震局地球物理研究所论著: 02AC2043。

表1 四川地区7级以上地震目录

序号	日期	震级	地点	时间间隔/年
01	814-04-06	7	西昌	
02	1216-03-24	7	雷波	402
03	1536-03-29	7 1/2	西昌	320
04	1713-09-04	7	叠溪	177
05	1725-08-01	7	康定	12
06	1786-06-01	7 3/4	康定	61
07	1816-12-08	7 1/2	炉霍	30
08	1850-09-12	7 1/2	西昌-普格	34
09	1870-04-11	7 1/4	巴塘	20
10	1893-08-29	7	乾宁	23
11	1896-03-	7	石渠洛须	3
12 *	1904-08-30	7	道孚	8
13 *	1923-03-24	7.3	炉霍	19
14 *	1933-08-25	7.5	叠溪	10
15 *	1948-05-25	7.3	理塘	15
16 *	1955-04-14	7.5	康定	7
17 *	1973-02-06	7.6	炉霍	18
18 *	1976-08-16	7.2		3
19 *	1976-08-23	7.2	松潘-平武	3

2 四川地区7级以上地震与中国大陆 7.7级以上巨大地震发生的相关分析

表2为1900年以来中国大陆地区发生7.7级以上巨大地震后，发生在中国大陆地区的7级以上地震发生情况。从表2中可以看出，在2001年以前发生的10次巨大地震中，几乎每次巨大地震发生后1~3年内中国大陆地区都发生了7级以上地震。值得注意的是，1900年以来在四川地区发生的7次7级以上地震(表1中标注*者)全部都发生在中国大陆地区范围内发生7.7级巨大地震后1~3年左右的时间内，其中有5次是巨大地震后发生在中国大陆地区内的第1个7级以上地震，有2次是巨大地震后先在其他地区发生7级以上地震，

然后再在四川地区发生的7级以上地震。这个现象是偶然的吗？

从1900年以来，四川地区7级以上地震时间间隔平均为11年。但当外围地区发生巨大地震后，在1~3年左右的时间内四川地区都会发生7级以上地震。而根据四川地区7级以上地震发生的平均时间间隔，在3年内发生的概率约为0.27，这说明其他地区发生巨大地震可能与四川地区发生7级以上地震具有某种相关性。

如果我们以通常的观念去理解这个现象是很难理解的，必须改变思路。其实，如果我们换一个思路就不难理解类似这样的现象。实际上，在自然界里存在两种相关现象，除了真正的相关外，还有一种相关叫伪相关。前者是指

两个现象或事物具有因果关系，如太阳升起来和石头变热，因为太阳的照射使石头温度升高而变热，前者是后者的原因，后者是前者引起的结果。后者是指两个现象是同一种原因的伴生关系，一个简单而熟悉的伪相关现象是太阳落山和月亮升起，如果我们看见太阳落山了，就可以知道月亮要升起来了。其实太阳落山和月亮升起并没有什么因果关系，它只是地球自转的反映，但这两种现象确实是相关的，这就叫伪相关。将伪相关概念用于理解地震之间的相关现象，就不难理解前述其他地区发生巨大地震后四川地区会发生7级以上地震的现象。四川地区与其他巨大地震发生的地区都处于中国

大陆地区这个复杂的孕震系统内，在边界动力的作用下，中国大陆地区内部应力不断加强，同时应变能将在某些地区不断积累，四川地区也会积累应变能。如果在其他地区积累了一次巨大地震的能量，那么在四川地区可能就积累了一次7级以上地震的能量。这可能是由于四川地区的地质条件和受力方式决定的。因此，其他地区的巨大地震和四川地区的7级以上地震实际上是同时在中国大陆这个系统中孕育，而所不同的只是，其他地区的巨大地震比四川地区的7级以上地震提早1~3年左右的时间发生。这正好为我们提供了预测四川地区7级以上地震发生的可能性!

表2 1900年以后7.7级以上巨大地震发生后7级以上地震发生情况

序号	巨大地震 发生日期	震级	地点	巨大地震后7级 以上地震发生日期	震级	地点	滞后时间 /年
01	1902-08-22	8 1/4	新疆阿图什	1904-08-30	7	四川道孚	2
02	1906-12-23	7.7	新疆沙湾	1908-08-20	7	西藏奇林湖	1 ⁺
03	1920-12-16	8 1/2	宁夏海原	1923-03-24	7.3	四川炉霍	2 ⁺
04	1927-05-23	8	甘肃古浪	1931-08-11	8	新疆富蕴	3 ⁺
05	1931-08-11	8	新疆富蕴	1932-12-25	7.6	甘肃昌马	1 ⁺
				1933-08-25	7.5	四川叠溪	2
06	1947-03-17	7.7	青海达日南	1948-05-25	7.3	四川理塘	1 ⁻
	1947-07-29	7.7	西藏朗县				
07	1950-08-15	8.6	西藏察隅	1951-11-18	8	西藏当雄	1 ⁺
08	1951-11-18	8	西藏当雄	1952-08-18	7 1/2	西藏当雄	1 ⁻
				1955-04-14	7.5	四川康定	3 ⁺
09	1970-01-05	7.8	云南通海	1973-02-06	7.6	四川炉霍	3
10	1976-07-28	7.8	河北唐山	1976-08-16	7.2	四川松潘-平武	1 ⁻
				1976-08-23	7.2	四川松潘-平武	
11	2001-11-14	8.1	青海-新疆交界	?	?	?	?

3 结论

根据前述对四川地区 7 级以上地震发生的时间间隔和其与中国大陆其他地区发生的巨大地震的关系的分析,得到的结果是,1800 年以来四川地区 7 级以上地震的平均时间间隔为 16 年,1900 年以来为 11 年。

四川地区 7 级以上地震发生具有明显的月份优势分布特征,每年的 3、4 月和 8、9 月发生的比例明显大于自然概率。

1900 年以来四川地区发生的 7 次 7 级以上地震前 1~3 年左右的时间在中国大陆其他

地区都发生了 7.7 级以上的巨大地震。

从 1976 年以来四川地区已经 26 年没有发生 7 级以上地震,远远超出平均时间间隔,是严重缺 7 级以上地震的背景。在这个背景下 2001 年 11 月 14 日在青海-新疆交界发生了 8.1 级巨大地震,这很可能意味着四川地区下一次 7 级以上地震孕育已经接近成熟,在未来 1~2 年的时间内就可能发生!从 2003 年起就有发生的可能,如果发生,要注意每年的 3、4 月和 8、9 月。

(收稿日期: 2002-10-28)

Seismic Risk Analysis of Earthquakes of $M \geq 7.0$ in Sichuan Province, China

Chen Xuezhong

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

Abstract The correlation between the time intervals of earthquakes of $M \geq 7.0$ occurring since 1800 and earthquakes of $M \geq 7.0$ occurring since 1900 in Sichuan Province and great earthquakes of $M \geq 7.7$ in the mainland of China is analyzed statistically in the paper. With the result that since 1800 the mean time intervals of earthquakes of $M \geq 7.0$ in Sichuan Province is about 16 years, the longest one is 34 years and the shortest one is 3 years. The time intervals below 23 years are 83%; since 1900 the mean time intervals of earthquakes of $M \geq 7.0$ in Sichuan Province is 11 years, the longest one is 19 years and the shortest one is 3 years. Since 1900 one to three years before 7 earthquakes of $M \geq 7.0$ occurring in Sichuan Province, great earthquakes of $M \geq 7.7$ took place in the mainland of China. Since 1976 earthquakes of $M \geq 7.0$ have not taken place in Sichuan Province and the time intervals have been far exceeded. Under this background, the great earthquake of $M 8.1$ occurring in the boundary between Xinjiang Uygur Autonomous Region and Qinghai Province on November 14, 2001 maybe predicts that an earthquake of $M \geq 7.0$ will take place in Sichuan Province in one or two years of the future. Beginning with 2003 we should pay more attention to the possibility of an earthquake of $M \geq 7.0$ occurring in Sichuan Province.

Key words Sichuan region; earthquake of $M \geq 7.0$; time interval; great earthquake; correlation