

# 中国大陆及邻区大震的远距离相关现象

王泽皋 孙佩卿 高景春

(河北省地震局)

## 摘 要

本文根据中国大陆及边邻  $M_s \geq 7.0$  地震活动的时空特点,讨论了大地震活动的远程关联现象,划分了6个相关地带。根据本文所划分的诸相关地带,可以对所研究地区大地震的活动形势作出大致的估计。

**关键词:** 中国大陆; 板块运动; 远程关联; 地震活动

## 一、前言

多年来的观测事实表明,大地震发生过程中经常出现一些远距离,甚至跨越州际的“遥联”现象。如1986年以来,我国地下水动态观测网中的255口水井中有152口井能够记录到远方洋壳发生的大地震传播来的水震波<sup>(1)</sup>。1969年渤海发生  $M_s 7.4$  大地震时,除辽东半岛西海岸发生海水溢出现象而外,还有人见到长江水大幅度徐徐上涨又徐徐降落,持续一段时间后才消逝<sup>(2)</sup>。1950年西藏察隅、墨脱发生  $M_s 8.6$  大地震时,远隔20000多公里的北欧挪威海岸,记录到了周期为1—2分钟,延时为20分钟的长周期面波<sup>(2)</sup>。1755年葡萄牙首都里斯本大地震时,不仅几百公里,甚至几千公里的地方如非州摩洛哥等地也遭到破坏,远至英国、法国及德国的海岸也受到损害,在中美洲也观察到相当大的波浪<sup>(3)</sup>。

上述事实说明,大地震发生时,其影响范围相当广泛。由此也可以认为,在一次大震孕育过程中,可以在大范围内出现一些“遥联”的现象。研究这些现象,对于大震的中长期预报有一定的意义。本文研究了中国大陆及邻区中强地震活动的“遥联”现象,讨论了利用这一现象对大震进行中长期预报的有关问题。

## 二、近年来中国大陆及邻区地震活动的“遥联”现象

1. 多年来的实践表明,邢台震情窗口的“成组震兆”除与附近的中强地震相对应外,的确与中国大陆及邻区  $M_s \geq 7.0$  大震的活动有一定的关系,见图1、表1。根据作者以往的研究,将“成组震兆”跨越的时间顺延一倍即为未来大震的发生时间,见表2。

2. 在空间上,中国大陆及其边邻的广大地域处在欧亚板块、印度洋板块、太平洋板块和菲律宾海板块的共同作用下,造成了现今中国大陆及其邻区大地震活动的整体“遥联”的链式活动格局。根据历年来中国大陆及其邻区  $M_s \geq 8.0$  地震活动的空间分布特点,本立

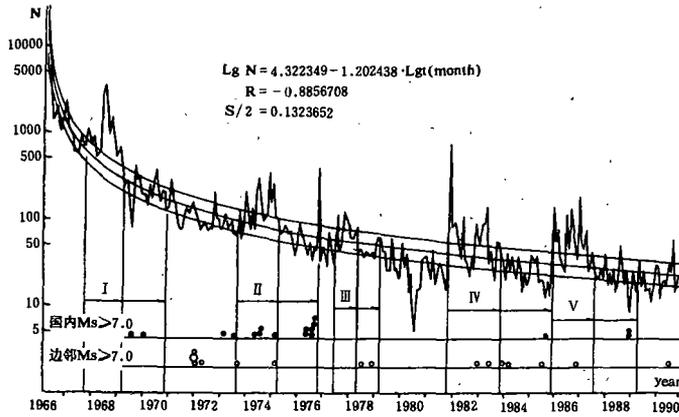


图1 邢台震情窗口的“成组震兆”与中国大陆及邻区  $M_s \geq 7.0$  大震的相关图象

Fig. 1 Xingtai seismic situation window with the seismic “Remote Correlation” pattern of China Mainland and its adjacent regions

表1

序号	时间	位置		震级( $M_s$ )	地名	备注
	年月日	北纬	东经			
1	1969-07-18	38.2	119.4	7.4	渤海	1
2	1970-01-05	24.2	102.7	7.8	(滇)通海	1
3	1972-01-04	22.5	122.1	7.2	(台)火烧岛东南海中	2
4	1972-01-25	22.6	122.3	8.0	(台)火烧岛东南海中	2
5	1972-01-25	23.1	122.0	7.6	(台)新港东海中	2
6	1972-04-24	23.7	121.5	7.3	(台)凤林	2
7	1973-02-06	31.3	100.7	7.6	(川)炉霍	1
8	1973-07-14	35.1	86.5	7.3	(藏)亦基台错	1
9	1973-09-29	41.9	131.0	7.7	(吉)珲春东南海中	2
10	1974-05-11	28.2	104.1	7.1	(滇)大关北	1
11	1974-07-05	45.0	94.2	7.1	(新)巴里坤东北	1
12	1974-08-11	39.4	73.8	7.3	(新)乌恰西南	1
13	1975-02-04	40.7	122.8	7.3	(辽)海城	1
14	1975-03-23	22.8	122.7	7.0	(台)火烧岛东北海中	2
15	1976-05-29	24.5	99.0	7.3	(滇)龙陵东	1
16	1976-05-29	24.6	98.7	7.4	(滇)龙陵东	1
17	1976-07-28	39.4	118.0	7.8	(冀)唐山	1
18	1976-07-28	39.7	118.5	7.1	(冀)滦县	1
19	1976-08-16	32.6	104.1	7.2	(川)松潘、平武间	1
20	1976-08-23	32.5	104.3	7.2	(川)松潘、平武间	1
21	1978-07-23	22.2	121.4	7.3	(台)兰屿西北海中	2
22	1978-12-23	23.4	122.1	7.0	(台)大港口东海中	2
23	1982-12-16	36.0	68.3	7.0	阿富汗北部	2
24	1983-06-24	21.6	103.3	7.0	越南莫边府	2
25	1983-12-31	36.0	71.0	7.0	阿富汗	2
26	1984-03-20	40.6	63.7	7.2	苏联乌兹别克	2
27	1985-07-29	36.0	70.0	7.0	阿富汗兴都库什	2
28	1985-08-23	39.5	75.3	7.4	(新)乌恰	2
29	1986-11-15	23.9	121.6	7.6	(台)花蓮	1
30	1988-11-06	22.9	99.8	7.5	(滇)澜沧	1
31	1988-11-06	23.4	99.6	7.1	(滇)耿马	1
32	1990-06-14	47.9	84.4	7.3	(苏联)斋桑泊	1

注:备注栏内的“1”表示中国大地震;“2”表示边邻地震

表 2

项 序 组	震兆时段	预报时段	预报 时长 (月)	对应地震 的顺序号
	起止年月	起止年月		
第 1 组	1967-07-1969-02	1969-03-1970-10	20	1,2
第 2 组	1873-09-1975-03	1975-04-1976-10	19	12-20
第 3 组	1977-07-1978-04	1978-05-1979-02	10	21-22
第 4 组	1981-11-1983-10	1983-11-1985-10	7	25-28
第 5 组	1985-11-1987-06	1987-07-1989-02	20	30-31

注:对应地震的顺序号与表 1 的顺序一致

划分出了 6 条大地震活动的主要“遥联”地带,如图 2 所示。本文讨论的是 1—2 年之内,特别是几个月之内大陆及其边邻的地震活动的“遥联”现象。本文规定,具有“遥联”关系的地震活动的空间分布必须满足文献〔4〕或〔5〕所提出的“对称”原则。

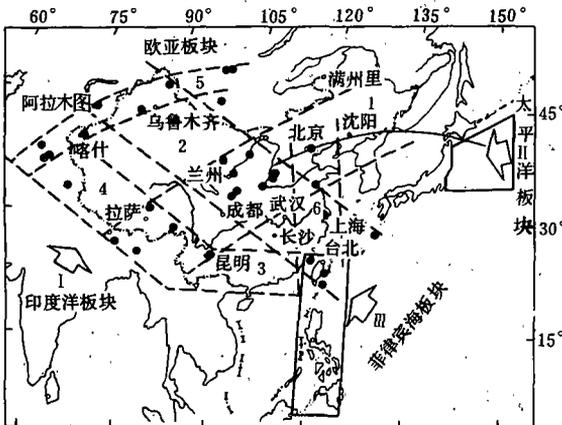


图 2 中国大陆及边邻地区的地震活动的主要“遥联”地带

Fig. 2 Main "Remote Correlation" Zones of  $M_s \geq 7.0$  earthquakes in China Mainland and its adjacent regions

(1) 第一“遥联”带

1976 年 8 月四川松潘发生的两次  $M_s \geq 7.0$  地震 (3 号地震) 位于同年 5 月龙陵 (1 号地震) 和 7 月唐山 (2 号地震) 两次大震的“遥联”带内对称动态韵区内 (图 3a)。1989 年 10 月大同  $M_s 6.1$  级地震 (4) 位于 1988 年 11 月澜沧地震 (1) 与 1989 年 4 月阿尔丹地震 (2) 的“遥联”带的内对称动态韵区内 (图 3b)。

(2) 第二“遥联”地带

1920 年到 1932 年中国大陆及其边邻地区发生的 14 次  $M_s \geq 7.0$  大震有 70% 以上发生在这一“遥联”带内。1990 年 12 月台湾花莲  $M_s 7.1$  地震 (4) 位于同年 4 月共和地震 (1) 与 6 月斋桑泊地震 (2) 反向与同年 10 月天祝  $M_s 6.2$  地震 (3) 的“遥联”带外对称的动态韵区内 (图 4)。

(3) 第三、第四“遥联”带

如图 5a 所示,1985 年 8 月和 9 月发生的新疆乌恰两次地震 (3、4) 位于同年 4 月禄劝  $M_s 6.1$  (1) 和藏北  $M_s 6.0$  地震 (2) “遥联”带的外对称区内。1991 年曼德勒  $M_s 7.6$  地震 (4) 位于 1990 年菲律宾  $M_s 7.5$  (1) 和德黑兰西北  $M_s 7.9$  (3) 两次地震的“遥联”带内对称区内 (图 5b)。印度北部 1991 年 10 月发生的  $M_s 7.0$  地震 (5) 位于 1990 年德黑兰西北  $M_s 7.9$  地震和 1991 年 1 月曼德勒  $M_s 7.6$  地震“遥联”带内对称区内。

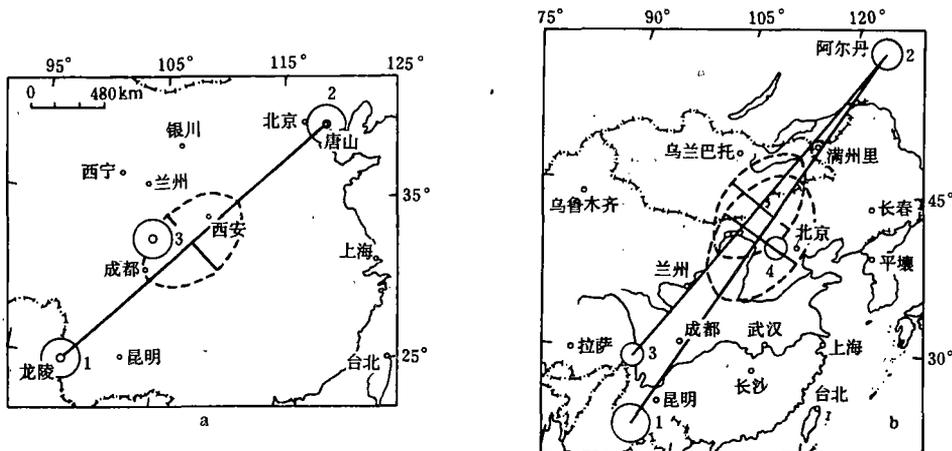


图3 第一地震活动“遥联”带内的地震活动图象  
 a. 1976年龙陵、唐山两次地震的“遥联”图象  
 b. 1988年澜沧、耿马地震与1989年阿尔丹地震的遥联图象

Fig. 3 The seismic pattern in First "Remote Correlation" Zone

对于曼德勒 M<sub>s</sub>7.6 地震，本文作者曾事先作出了其空间动态迁移图象，并预测了其发震时间。预测的时间与实际发震时间相差 5 天<sup>[4]</sup>。

第五、第六“遥联”带的地震活动图象见图 6 和图 7。

图 8 是 1988 年底以来中国大陆地区跨越地震大活动区、带的，由西南向东北方向的地震有序动态“遥联”图象。由图 8 可以看出，中国西南和华北地区的地震活动有密切的联系。

### 三、讨论与结论

通过上述对大震活动的“遥联”图象的分析，可以得出以下几点结论：

1. 在大范围内，地震活动可以出现远距离相关现象，并可划分为一些主要的相关带。

2. 根据邢台震情窗口的地震活动情况，可以对未来 1—2 年之内大地震活动作出中长期预报。预报时段长取震情窗口的地震活动时段，预报时间从其地震活动结束时开始。图 2 所示的地震活动“遥联”图象为主要的预报参考地带。

3. 根据中国大陆及邻区地震活动的“遥联”图象，应用文献 [4]、[5] 提出的模式，可以对未来 1—2 年内中国大陆地区强震活动在空间上作出预报。若沿“遥联”带发生短

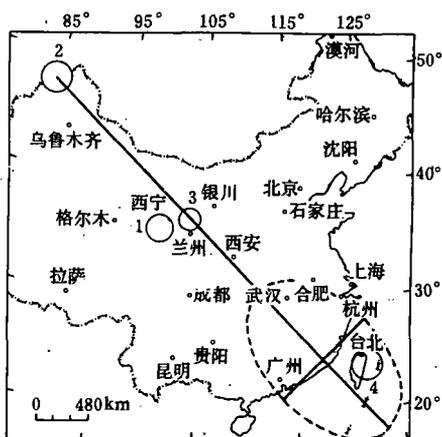


图4 第二“遥联”带内的地震活动图象  
 Fig. 4 The seismic pattern in Second "Remote Correlation" Zone

期内的剧烈的地震活动,在该带的内对称区内发生强震的可能性很大。

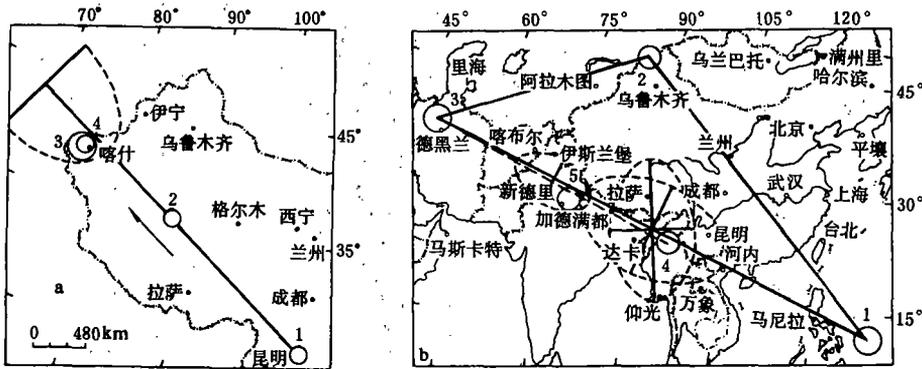


图5 第三、四“遥联”带内的地震活动图象

- a. 1985年4月—9月中国西部滇、青、新地带的地震动态“遥联”图象
- b. 1990年6月—1991年5月中东及亚洲  $M_s \geq 7.0$  地震的动态“遥联”图象

Fig. 5 The seismic pattern in Third and Fourth "Remote Correlation" Zones

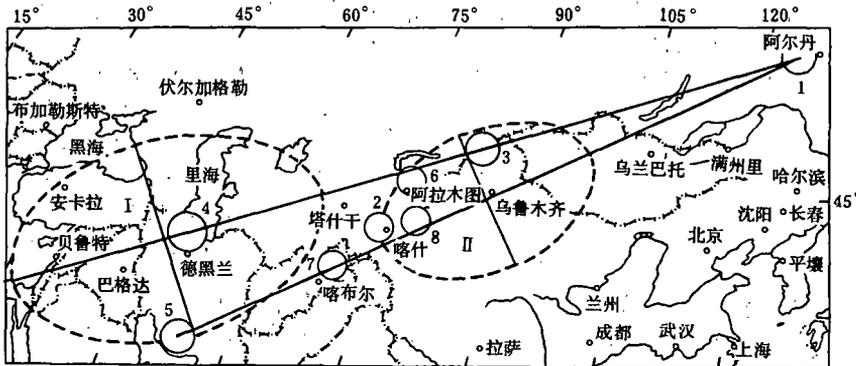


图6 1989年4月到1991年2月阿尔丹、阿拉木图、伊朗地带的地震动态“遥联”图象

1. 1989年4月21日阿尔丹  $M_s 7.0$  地震; 2. 1990年4月17日乌恰西  $M_s 6.4$  地震; 3. 1990年6月14日斋桑泊  $M_s 7.3$  地震; 4. 1990年6月21日德黑兰北  $M_s 7.9$  地震; 5. 1990年11月7日德黑兰东南  $M_s 7.1$  地震; 6. 1990年11月12日阿拉木图  $M_s 6.7$  地震; 7. 1991年2月1日阿巴交界附近  $M_s 6.6$  地震; 8. 1991年2月25日乌什、柯坪间  $M_s 6.5$  地震

Fig. 6 The seismic pattern in Fifth "Remote Correlation" Zone

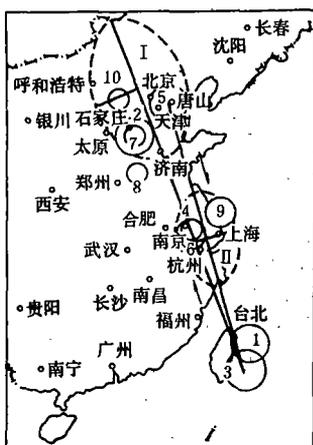


图7 60年代以后台湾、华东、华北强震活动“遥联”图象

1. 1966年3月花莲东北M<sub>s</sub>7.8地震
2. 1966年3月邢台M<sub>s</sub>7.2地震
3. 1972年1月台湾M<sub>s</sub>8.0地震
4. 1974年4月溧阳M<sub>s</sub>5.5地震
5. 1976年7月唐山M<sub>s</sub>7.8地震
6. 1979年7月溧阳M<sub>s</sub>6.0地震
7. 1981年11月宁晋M<sub>s</sub>5.8地震
8. 1983年11月菏泽M<sub>s</sub>5.8地震
9. 1984年5月南黄海M<sub>s</sub>6.3地震
10. 1989年10月大同M<sub>s</sub>5.9地震

Fig. 7 The seismic pattern in Sixth "Remote Correlation" Zone

4. 本文的研究表明,中国大陆及其邻区的  $M_s \geq 7.0$  地震,几乎都位于各“遥联”带内,特别是每组“遥联”地震的发生时间都在1—2年之内,尤以1年或半年的居多,这对于具体的预报工作有一定的参考意义。

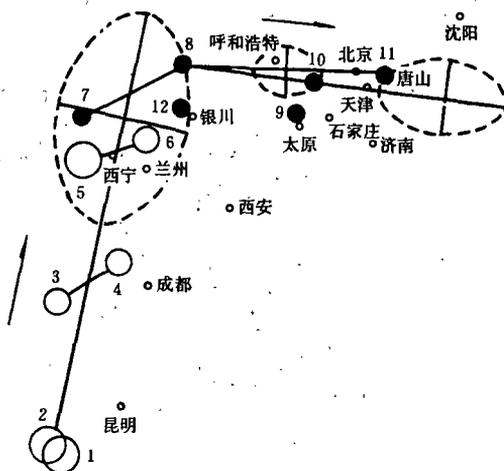


图8 1988年11月到1991年6月中国西南和华北地区地震的动态“遥联”图象

1. 2. 1988年澜沧、耿马7.6、7.2级地震;
3. 1989年4月巴塘M<sub>s</sub>6.7地震;
4. 1989年9月小金M<sub>s</sub>6.6地震;
5. 1990年共和M<sub>s</sub>6.9地震;
6. 1990年景泰M<sub>s</sub>6.2地震;
7. 1991年祁连M<sub>s</sub>5.3地震;
8. 1991年庆格勒旗M<sub>s</sub>5.1地震;
9. 1991年忻州M<sub>s</sub>5.1地震;
10. 1991年3月大同M<sub>s</sub>5.8地震;
11. 1991年5月唐山M<sub>s</sub>5.2地震;
12. 1991年6月阿左旗M<sub>s</sub>5.0地震

Fig. 8 The ordered dynamic "Remote Correlation" pattern for earthquakes in Southwest China and North China from September of 1988 to June of 1991

(本文1992年2月11日收到)

参考文献

[1] 汪成民等,地下水微动态研究,地震出版社,pp. 90,1988.  
 [2] 李善邦,中国地震,地震出版社,pp. 41,1981.  
 [3] 萨瓦连斯基等,地震学与测震学,地质出版社,pp. 12,1988.

(4)王泽皋等,由显著地震动态图象寻找华北强震活动场所,华北地震科学,Vol. 3, No. 2, 1985.

(5)王泽皋,华北强震活动空间的动态韵律(线理部分),西北地震学报,Vol. 9, No. 2, 1981.

## A FAR-RANGING REMOTE PHENOMENON OF LARGE EARTHQUAKES IN CHINA MAINLAND AND ITS ADJACENT AREAS

Wang Zegao, Sun Peiqing, Gao Jingchun

(*Seismological Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang China*)

### Abstract

In this paper, a far-ranging remote phenomenon of large earthquake activity ( $M_s \geq 7.0$ ) has been discussed by seismicity time characteristics in China Mainland and its adjacent areas. Six zones have been divided with remote phenomenon. On the basis of giving remote phenomena in the paper, the active situation of large earthquakes will be roughly estimated in research areas, and a useful reference for mid-range prediction of large earthquakes in one or two years in the future is got.

**Key Words:** Mainland of China; Plate Movement; Seismicity; Remote Zone

---

(上接69页)

## DISTRIBUTION OF PALEOTECTONIC RESIDUAL STRESSES WITH DEPTH IN XIANSUIHE FAULT ZONE AND RESIDUAL ENERGY IN THIS ZONE

An Ou, Gao Guobao

(*Institute of Earth Crust Dynamics, SSB, Beijing, China*)

### Abstract

This paper introduced the measurements for three dimensional regional residual stresses, mosaic-residual stresses and their elastic strain energy densities distributing with depth in rock masses in measuring region of Xianshuihe fault zone, analyzed their plumb distributive regular pattern with depth, and computed the residual elastic strain energy stored in rock mass of this fault zone. In the measurement, based on orthotropic elastic theory of rock mass, the X-ray diffraction method is used, and the core specimens of 5 heavy caliber-boreholes are selected.

**Key Words:** Areal Residual Stress; Xianshuihe Fault Zone; Residual Energy in Fault Zone