

川滇地震的时空对应特征*

梁 劳

(云南省地震局)

摘 要

研究了记录较全的1920年以来的川滇 $M \geq 6$ 级地震资料,发现两区地震之间有很好的对应关系,其对应概率为78%。分析了时空对应特征后得到:两区对应地震的发震时序概率几近相等,平均发震时差大致相同,对应优势方向为北东向。

统计结果表明,川滇对应地震的对应时差($\Delta\tau$)普遍较短,平均约为9个月。经 χ^2 检验近似服从泊松分布。在讨论分区对应特点的基础上,给出了高概率对应区。当一区发生地震后,可对另一区地震的时间、地点和发震概率进行估计,为中期预报提供某些线索。

文中还对对应机制的某些问题进行了讨论。

一、引言

两个地区的地震存在着某种并非偶然的对应关系,这一现象已从几百公里到上千公里的不同尺度以及多个地区都找到了例证。据报道,我国华北与日本列岛及其附近、我国华北与西南、滇西与缅甸之间的强震都有比较显著的相关关系^[1-4]。这种相关关系包含着时间和空间的两层含义,反映出两个地区的地震在力学上和地质构造上的某种成因联系。研究其对应规律对地震预报有一定现实意义。

本文从实际资料出发,初步研究了川滇地区 $M \geq 6$ 级地震的时空对应特征,并讨论由此引出的若干问题。

二、资料及处理方法

(一) 资料

本文资料主要引用1977年国家地震局出版的《中国地震简目》,对照参考《云南、贵州强震简目》(云南省地震局,1976)和《四川强震简目》(国家地震局成都地震大队,1975),1977年以后的云南强震和1975年3月17日以后的四川省强震资料分别引自云南、四川省台网的地震报告。

(二) 震级阈的选取

在讨论地震对应关系时,我们选取1920年以来的震级阈为6级的地震进行统计。这

* 1981年10月10日收到。

表 1 川滇地震对应情况

分组号	对应号	时 间	震中位置		震中地区	震级	烈度	对应级差 (ΔM)	对应时差 ($\Delta \tau$) 年
			纬度	经度					
1	1	1923.3.24	31.3	100.8	四川炉霍道孚	7 $\frac{1}{2}$	X	$\frac{3}{4}$	0.25
2		1923.7.1	23.0	101.0	云南普洱	6 $\frac{1}{2}$	VIII		
3		1923.10.20	30.0	99.0	四川巴塘	6 $\frac{1}{2}$			
4	3	1925.3.16	25.7	100.2	云南大理	7	IX+	$\frac{1}{2}$	1.42
5		1925.12.22	21.0	101.5	云南勐腊南	6 $\frac{3}{4}$	IX		
6		1927.3.15	25.4	103.1	云南寻甸南	6	VIII		
7	4	1929.3.22	24.0	103.0	云南通海	6 $\frac{1}{2}$	VIII	$\frac{1}{2}$	2.30
8		1929.10.17	25.8	98.7	云南腾冲北	6 $\frac{1}{2}$	IX-		
9		1932.3.6	30.1	101.8	四川康定一带	(6)	VIII		
10	5	1933.6.7	27.5	99.9	云南中甸	6 $\frac{1}{2}$	VIII	$\frac{1}{4}$	1.25
11		1933.8.25	32.0	103.7	四川茂汶	7 $\frac{1}{2}$	X		
12		1934.1.12	23 41	102 37	云南石屏南	6	VIII		
13	6	1935.4.28	29.4	102.3	四川泸定石棉	(6)	VII-VIII	0	1.33
14		1935.12.18	28.6	103.7	四川马边	6	VIII		
15		1938.3.14	32.3	103.6	四川松潘南	6			
16	9	1938.5.14	21.7	99.5	云南澜沧	6	VIII	0	0.17
17		1940.4.6	23.9	102.3	云南石屏	6	VIII+		
18		1941.5.16	23.6	99.4	云南耿马	7	IX		
19	10	1941.6.12	30.1	102.5	四川天全	6	VII	1	0.08
20		1941.10.8	32.1	103.3	四川黑水	6	VIII		
21		1941.10.31	25.4	98.4	云南腾冲北	6 $\frac{1}{2}$	VIII		
22	11	1941.12.26	22.7	99.9	云南澜沧东南	7	VIII	$\frac{1}{4}$	0.06
23		1948.5.25	29.7	100.3	四川理塘南	7 $\frac{1}{2}$	X		
24		1948.6.27	26.4	99.7	云南剑川	6 $\frac{1}{2}$	VIII+		
25	12	1950.2.3	21.7	100.1	云南勐海西南	7	IX	1	0.08
26		1951.12.21	26.7	100.0	云南剑川	6 $\frac{1}{2}$	IX		
27		1952.6.19	22.7	99.8	云南澜沧西北	6 $\frac{1}{2}$	VIII		
28	13	1952.9.30	28.4	102.2	四川冕宁	6 $\frac{3}{4}$	IX	$\frac{1}{4}$	0.25
29		1955.3.22	25.9	98.4	云南泸水西	6	VIII		
30		1955.4.14	30.0	101.8	四川康定南	7 $\frac{1}{2}$	IX+		
31	14	1955.6.7	26.5	101.1	云南华坪	6		$\frac{1}{2}$	0.16
32		1958.2.8	31.5	104.0	四川北川	6.2	VII		

续表 1

分组号	对应号	时 间	震中位置		震中地区	震级	烈度	对应级差 (ΔM)	对应时差 ($\Delta \tau$) 年
			纬度	经度					
33	18	1960.11.9	32.47	103.40	四川松潘	6 $\frac{3}{4}$	$\geq IX$	$\frac{3}{4}$	0.67
34		1961.6.27	27.9	99.7	云南中甸	6.0	VIII		
35		1962.6.24	25.2	101.2	云南南华	6.2	VIII		
36		1963.4.23	25.8	99.5	云南云龙南	6	VII $^-$		
37		1965.7.3	22.5	101.4	云南江城西南	6.1	VII $^+$		
38		1966.2.5	26.2	103.2	云南东川	6 $\frac{1}{2}$	IX $^-$		
39	19	1966.9.28	27.5	100.1	云南中甸东南	6.4	IX	$\frac{1}{2}$	0.92
40		1967.8.30	31.37	100.20	四川炉霍西北	6.8	IX		
41		1970.1.5	24.1	102.6	云南通海	7.7	X		
42		1970.2.24	30.6	103.2	四川大邑西	6 $\frac{1}{4}$	VIII		
43		1971.4.28	22.8	101.1	云南普洱	6.7	VIII		
44		1973.2.6	31.5	100.4	四川炉霍	7.9	X		
45	24	1973.8.11	32.55	103.55	四川松潘	6.2	VIII	$\frac{1}{2}$	0.01
46		1973.8.16	23.1	100.9	云南普洱	6.3	VIII		
47		1974.5.11	28.06	104.00	云南永善大关	7.1	IX		
48		1975.1.15	29.26	101.48	四川康定西	6.2			
49		1976.5.29	24.22	98.38	云南龙陵	7.3	IX		
50		1976.8.16	32.42	104.06	四川松潘	7.2	VIII		
51	28	1976.11.7	27.29	101.06	云南宁蒗	6.7	IX	$\frac{1}{2}$	0.22
52		1979.3.15	23.07	101.15	云南思茅	6.8	IX		
53		1981.1.24	31.00	101.10	四川道孚	6.9			
54		1981.9.19	22.9	101.4	云南普洱东南	6.0	VIII		
55		1982.6.16	31.41	99.55	四川甘孜西北	6.0	VII $^+$		

是考虑到,自 1920 年有仪器记录以来,从我国及世界台网记录来看,6 级以上地震已基本不会遗漏。但考虑到台网初建和世界大战的影响,选取 1920 年以后的地震可使资料的完整性和可靠性更高一些。另外,6 级以上地震易受区域性深部构造控制,基本上沿块体边界深大断裂分布,是块体相对运动的产物,因而可将对应关系与区域构造运动相联系。

(三) 对应地震的确定

从 1920 年至 1982 年 6 月 16 日止,川滇地区共发生 6 级以上地震 86 次,其中 6—6.9 级 71 次,7 级以上 15 次。对这些地震作如下处理:

- (1) 主震-余震型、震群型、双震型序列只取序列中第一个地震作为一次地震事件;
- (2) 考虑到地震时空的相近性是大范围内区域应力场统一作用下,多个应力集中点

相继破裂的结果,对一些发震时间相隔 3 个月左右、发震地点相距 100 公里以内(考虑定位误差)的两次地震,如: 1950 年 2 月 3 日勐海西南 7 级和 1950 年 2 月 3 日勐连东南 $6\frac{3}{4}$ 级; 1955 年 6 月 7 日华坪 6 级和 1955 年 9 月 23 日鱼乍 $6\frac{3}{4}$ 级; 1941 年 12 月 26 日澜沧东南 7 级和 1942 年 2 月 1 日思茅 $6\frac{3}{4}$ 级等,也只分别作为一次地震事件处理;

(3) 把 1929 年 10 月 17 日至 1934 年 1 月 19 日发生在腾冲—泸水间的,包括 9 次 $M \geq 6$ 级的强震群按一次地震事件处理;

(4) 对一些发生在川滇两区边界附近的地震,按其所在地震带的归属而划归某一区。这样虽有地理位置因素的局限,然而对空间分区统计却无甚影响。

按照上面的考虑,86 次地震可划分成 55 次地震事件(或 55 组地震序列)。定义相邻较短时间间隔内,先后发生在川滇两区的一对地震为“对应地震”。在这里,我们只强调对应地震发震时间的连续性和短暂性,而不论其发震次序(地点)的先后。按此原则,我们便从 55 组地震(序列)中划分出 31 对对应地震,占总组数的 78%。亦即可以认为,川滇强震的对应概率为 78%。见表 1。图 1 给出了对应地震的时间序列。

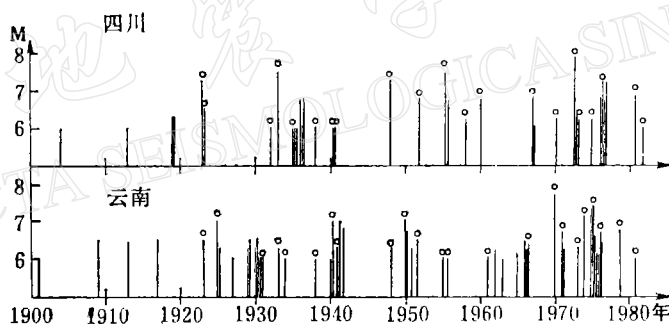


图 1 川滇对应地震 $M-t$ 图
(上有○者为对应地震)

三、时间对应特征

将一对对应地震的发震时间间隔称作发震时差 ($\Delta\tau$)。它反映了一对地震的震中迁移速度。从表 1 直观看来,各对应地震的时差一般较短,半年以内占 48%,一年以内占 65%,一年以上占 36%。31 对地震平均时差为 9 个月。最短的 24 号地震松潘 6.2 级震后 5 天即在普洱发生 6.3 级地震。

资料表明,川滇对应地震的发震时差比华北与西南相关地震的时差要短很多^[1]。这可能由于川滇地区受同一区域应力场控制,地质构造又浑然一体,地震在成因上的联系更加紧密,地震迁移的间隔时间也就更短。

川滇对应地震的时差虽然长短不一,但可能服从一定的概率分布。对表 1 所列地震的统计结果如下:

χ	0	1	2
$\Delta\tau$ (年)	<0.5	0.5—1.5	>1.5
频 次	15	10	6
频 率	0.4839	0.3226	0.1935

对于上表中的时差观测值是否服从泊松分布，

$$p(\chi) = \frac{\lambda^\chi}{\chi!} e^{-\lambda}$$

可用皮尔逊 (K. Pearson) 统计量^[5]

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{[n_i - np(\chi_i)]^2}{np(\chi_i)}$$

来检验。现设 H_0 : 总体 χ 服从泊松分布。显著性水平取 $\alpha = 0.05$ ，从表 1 的观测值 $\Delta\tau$ 求得平均值

$$\overline{\Delta\tau} = 0.845 \text{ (年)} \doteq 10 \text{ (月)}$$

数学期望为：

$$\begin{aligned} E(\chi) &= 0 \times 0.4839 + 1 \times 0.3226 + 2 \times 0.1935 \\ &= 0.7096 \end{aligned}$$

由极大似然法得： $\hat{\lambda} = E(\chi)$ ，取 $\lambda = 0.7$ ，计算得理论概率分布 $p(\chi_i)$ ：

χ_0	0	1	2
n_i	15	10	6
$p(\chi_i)$	0.4966	0.3476	0.1217
$np(\chi_i)$	15.3946	10.7756	3.7727

因在计算概率时估计了一个参数 λ ，故统计量 χ^2 的自由度为 $K - r - 1 = 1$ 。计算得

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^3 \frac{[n_i - np(\chi_i)]^2}{np(\chi_i)} = 1.3808$$

查 χ^2 表得

$$\chi^2_{0.05}(1) = 3.841 > 1.3808$$

即在水平 0.05 下接受 H_0 ，认为原假设近似服从泊松分布。

当 $\lambda = 0.7$ 时，泊松分布与观测值的时差分布示于图 2。由图见观测值与理论值比较接近。

表 1 中对应地震的发震顺序，川先滇后的 16 对，平均时差 10 个月，滇先川后的 15 对，平均时差 11 个月。两者的对应概率大致相等，时差亦大抵相当。故可认为，两区强震

基本上以等间隔时间来回对迁。

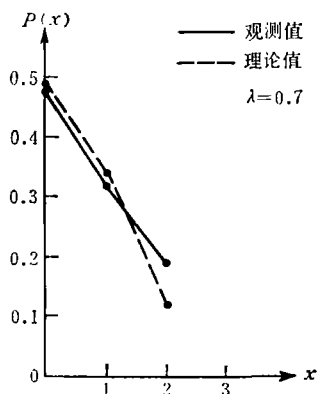


图2 时差分布与泊松分布的拟合

四、空间对应特征

川滇强震的空间分布具有明显的分带特点,主要受区域构造和应力场的紧密控制。根据地质构造和地震活动特点,将川滇两区划分成若干个地震区(带),分别讨论它们之间的地震对应关系。

四川分四个区: A区——鲜水河; B区——龙门山、松潘; C区——安宁河; D区——巴、理塘。云南分五个区: a区——思茅、普洱; b区——通海、石屏; c区——中甸、大理; d区——腾冲、澜沧; e区——永善、大关。

下面分区讨论其对应特征。

A区: 频度强度皆冠四川各区之首的鲜水河地震带与云南各区共有 13 对对应地震, 以与思普区对应率最高, 占 38%, 其次是与 c 区和 d 区, 分别占 23%。13 对地震的平均时差为 1.1 年, 对应的优势方向为北东和南北向, 占 85%。

B区: 包括龙门山和松潘两个地震带, 与云南各区有 12 对对应地震。以和 c 区(滇西北)、d 区(滇西)对应率最高, 占全部对应地震的 67%。对应时差为四川各带中最短, 平均 0.5 年。除两对地震的时差超过一年以外, 其余 10 对几乎均在半年之内, 尤其是与云南 d 区, 四对地震平均时差不到两个月。这一特点当给人以深刻印象。

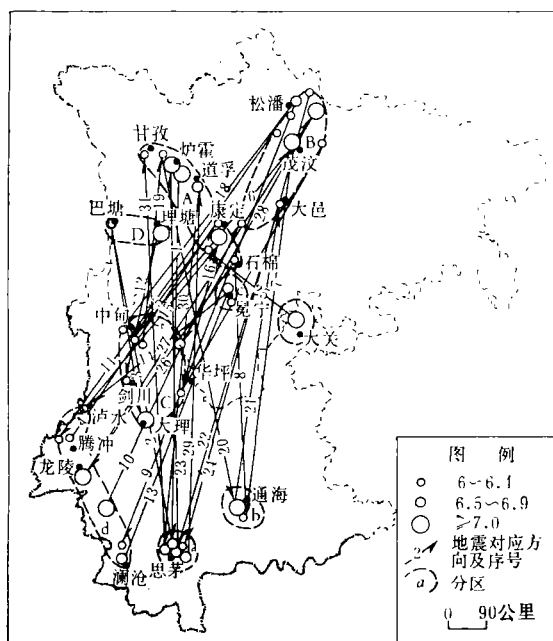


图3 川滇对应地震的空间分布

表 2 川滇强震的分区对应

四川	云南	序号	发震时间 (年.月.日)	$\Delta\tau$ (年)	地 点	震 级	方向
A 区 (鲜水河地震带)	a 区	1	1923.3.24—1923.7.1	0.25	炉霍—普洱	$7\frac{1}{4}$ — $6\frac{3}{4}$	NS
		23	1971.4.28—1973.2.6	1.80	普洱—炉霍	6.7—7.9	NS
		29	1979.3.15—1981.1.24	1.86	思茅—道孚	6.8—6.9	NS
		30	1981.1.24—1981.9.19	0.64	道孚—普洱	6.9—6.0	NS
		31	1981.9.19—1982.6.16	0.75	普洱—甘孜	6.0—6.0	NS
	b 区	20	1967.8.30—1970.1.5	2.33	炉霍—通海	6.8—7.7	NW
	c 区	5	1932.3.6—1933.6.7	1.25	康定—中甸	6— $6\frac{1}{2}$	NE
		16	1955.4.14—1955.6.7	0.16	康定南—华坪	$7\frac{1}{2}$ —6	NE
		19	1966.9.28—1967.8.30	0.92	中甸—炉霍	6.4—6.8	NE
	d 区	4	1929.10.17—1932.3.6	2.3	腾冲北—康定	$6\frac{1}{2}$ —6	NE
		15	1955.3.22—1955.4.14	0.06	泸水西—康定南	6— $7\frac{1}{2}$	NE
		26	1975.1.15—1976.5.29	1.37	康定西—龙陵	6.2—7.4	NE
	e 区	25	1974.5.11—1975.1.15	0.67	永善、大关—康定西	7.1—6.2	NW
B 区 (龙门山、松潘地震带)	a 区	22	1970.2.24—1971.4.28	1.17	大邑西—普洱	$6\frac{1}{4}$ —6.7	NE
		24	1973.8.11—1973.8.16	0.01	松潘—普洱	6.2—6.3	NE
	b 区	7	1933.8.25—1934.1.12	0.42	茂汶—石屏	$7\frac{1}{2}$ —6	NE
		21	1970.1.5—1970.2.24	0.14	通海—大邑西	7.7— $6\frac{1}{4}$	NE
	c 区	6	1933.6.7—1933.8.25	0.25	中甸—茂汶	$6\frac{1}{4}$ — $7\frac{1}{2}$	NE
		17	1955.6.7—1958.2.8	2.6	华坪—北川	6—6.2	NE
		18	1960.11.9—1961.6.27	0.67	松潘—中甸	$6\frac{3}{4}$ —6.0	NE
		28	1976.8.16—1976.11.7	0.22	松潘—盐源	7.2—6.7	NE
	d 区	9	1938.3.14—1938.5.14	0.17	松潘—澜沧	6—6	NE
		10	1941.5.16—1941.6.12	0.08	耿马—天全	7—6	NE
		11	1941.10.8—1941.10.31	0.06	黑水东—腾冲北	6— $6\frac{1}{4}$	NE
		27	1976.5.29—1976.8.16	0.21	龙陵—松潘	7.3—7.2	NE
C 区 (安宁河地震带)	b 区	8	1934.1.12—1935.4.28	1.33	石屏—石棉	6—6	NS
	d 区	13	1952.6.19—1952.9.30	0.25	澜沧西北—冕宁	$6\frac{1}{2}$ — $6\frac{3}{4}$	NE
		14	1952.9.30—1955.3.22	2.5	冕宁—泸水	$6\frac{3}{4}$ —6	NE
D 区 (巴、理塘地震带)	a 区	2	1923.7.1—1923.10.20	0.25	普洱—巴塘	$6\frac{1}{2}$ — $6\frac{3}{4}$	NS
	e 区	3	1923.10.20—1925.3.16	1.42	巴塘—大理	$6\frac{1}{2}$ —7	NS
		12	1948.5.25—1948.6.27	0.08	理塘—剑川	$7\frac{1}{4}$ — $6\frac{1}{4}$	NS

该区对应方向全部为北东向。

C 区: 1920 年以来, 安宁河地震带的地震频度及强度较以往大为下降, 只发生过两次 6 级以上地震, 但都和云南 b、d 两区地震对应。对应时差平均为 1.36 年, 为四川各区中最长者。以北东向为优势对应方向。

D 区: 本区为川西的巴塘、理塘地震区, 地震频度和强度一向较低。1920 年以来发生 $M \geq 6$ 地震 2 次, 除一次与普洱地震对应外, 主要与滇西北的地震对应。对应时差平

均 0.58 年,对应方向几近南北。

表 2 给出川滇地震的分区对应情况,其空间分布示于图 3。

五、结 论 和 讨 论

1. 前已述及,在 31 对地震中,发震顺序川先滇后与滇先川后的概率大抵相等(52% 和 48%),平均发震时差亦大致相同(10 个月和 11 个月),说明川滇强震基本上是以相等的时间间隔来回对迁。两区地震的能量释放和速率也大致相等。

1966 年东川地震后,川滇地区开始了新的地震活跃期。除强震的强度和频度显著增强外,两区强震的对应周期也较前缩短,对应概率达 100%,对迁规律异常明显。这与华北自 1966 年邢台地震以后开始的新的活跃期遥相呼应(图 4)。

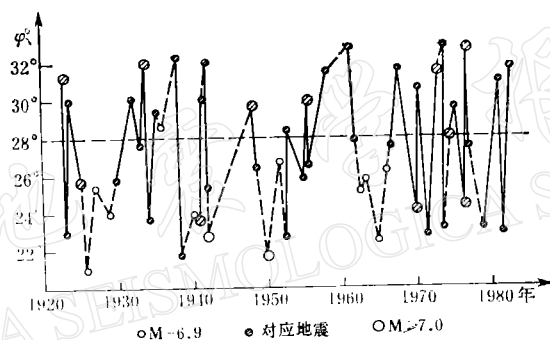


图 4 川滇地区强震震中纬度随时间变化

2. 川滇之西,喜马拉雅弧和缅甸弧的交汇弧深深地插入川滇藏交界地区,其迹线直指川西(图 5)。首当其冲的受力状态最易在某些有利的构造部位造成应力集中,这便是川滇西部强震频度高、强度大的根本原因。两大板块顶撞引起的侧向挤压应力导致菱形块体和川青块体向南南东和南东向相对移动,于是由巨大活动断裂围成的块体的边界成了能量积聚的良好场所。当某些应力集中点超过应力极限先行释能发震后,另一些应

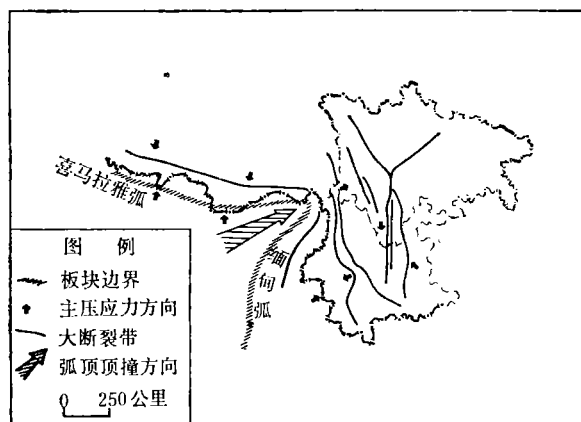


图 5 弧顶作用与川滇地块关系图

力集中点亦相继释能以达到应力的重新分布与平衡。这可能就是对应地震发生的简单机制。对应地震的发震时差就是应力调整所需的时间;其迁移的优势方向即为应力调整的方向。资料表明,这种应力的调整主要是沿区域应力场作用的方向进行的,在川滇地区即以北东向为主。

简言之,川滇对应地震就是川滇地块在强大的北东向区域应力场作用下,大范围内地层同时受力引起不同应力集中点先后释能和重新调整的结果。

3. 在全部对应地震中,迁移方向为北东的占 65%,南北向占 29%,北西向只占 6%。北东向是对应地震迁移的最优方向。这与区域应力场的优势方向一致^[6]。表明由印度洋板块与欧亚板块两大板块挤压而产生的北东向应力场不仅是川滇强震的主要力源,而且也可能是导致对应地震沿北东向迁移的直接力学原因。

从四川龙门山断裂带向西南直到云南剑川大理再延至腾冲、龙陵一带,多年观测资料表明,强震和弱震活动非常频繁,成北东向条带分布,有“川滇北东向地震带”之称。卫星照片解释资料沿此带亦可见明显的北东向构造形迹。地球物理探测资料表明,从龙门山向西南至金河—箐河深断裂剑川、下关再向西延至怒江以西陇川江、芒市一带,是一条北东向区域性重力梯级带。这些因素制约了地震的迁移路径,是北东向优势对应方向的地质构造和地球物理场方面的可能原因。

4. 在四川各区与云南各区的地震对应中,A区和C区的对应时差超过一年,其它两区都在半年左右。进一步的分析可知,对应时差的长短与对应方向有关。北东向平均为 0.74 年,南北向 0.93 年,北西向 1.5 年,北西向约为北东向的 2 倍。 $\Delta\tau$ 的长短在某种意义上反映了应力调整的快慢。这也反过来证明北东向应力场对本区无处不在的深刻影响。

5. 由分区空间对应特征可知,鲜水河地震带的地震主要与思普地区,其次为滇西北、滇西地震对应;龙门山、松潘地震带地震主要与滇西北和滇西地震对应;巴、理塘带地震主要与滇西北区对应等在中期预报中,根据以往的对对应概率,这些高概率对应区可为时间和地点的预报提供可参考的线索。尤应注意的是,龙门山松潘带与云南各区的对应时差特别短,平均只有半年,当一区发生地震后,另一区在半年左右的时间内发生对应地震的可能性很大。

6. 一般地说,等于和大于 7 级与其对应地震的级差都较大,15 对地震的 $\overline{\Delta\tau} = 1.0$ 级。而小于 7 级地震与其对应地震的级差要小得多,15 对地震的 $\overline{\Delta\tau} = 0.3$ 级(表 1)。前者为后者的 3 倍多。

在 15 次 7 级地震 13 个序列中,平均间隔时差为 4.5 年。除 1941 年耿马 7 级与同年澜沧 7 级相隔 7 个月,1976 年 5 月龙陵地震与松潘地震相隔不到 3 个月外,其余的地震间隔时间均较长。最长的是 1955 年康定 7 $\frac{1}{2}$ 级至 1970 年通海地震,相隔近 15 年。在我们所统计的 31 对地震中,大于 7 级地震相互对应的只有一对(1976 年龙陵 7.3 级与同年松潘 7.2 级),概率只有 3%。故可认为,在我们统计的川滇对应地震平均时差($\overline{\Delta\tau} = 9$ 个月)的尺度范围内,7 级地震一般不太可能与同量级的地震对应。若把先于 7 级而发震的 6 级地震称为“关联震”,把后于 7 级而发震的 6 级地震称为“调整震”,那么在川滇对应地震中,“调整震”多于“关联震”,说明 7 级地震与 6 级地震的对应过程也许就是大区域范

国内的应力重新分布调整的过程。

7. 除上述特征之外,还有一种以几倍于平均对应时差的时间间隔,只在一区发生一系列地震而不对迁的情况。例如,1925年大理7级地震后,未向北迁移,而在云南又相继发生一系列6级以上强震,直至1932年康定发生6级地震止,时隔7年;又如1961年中甸6级地震后在云南相继发生一系列6级多地震至1967年炉霍6.8级地震发生,时隔6年。这种现象以云南较多见(图4)。这可能由于云南地块各类地质构造体系纵横交错,比四川地块复杂得多,在区域应力作用下,剪应力集中点相对较多,能量积累速度也相对较快,发震机率也相对要高。至于两区地震对应的更深刻的影响因素,如在什么情况下对应,又在什么情况下不对应等,尚值得今后进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 许绍燮等,地震活动性图象,地震学报, **4**, 3, 241—246, 1982.
- [2] 吴佳翼等,华北地震同日本地震的相关性,地球物理学报, **22**, 4, 415—438, 1979.
- [3] 阎志德等,我国华北地震与西南地区地震的相关性,地震研究, **2**, 3, 1979.
- [4] 罗平等,缅甸地震与我国云南西部地震的相关性,地震研究, **4**, 1, 1981.
- [5] 复旦大学数学系主编,概率论与数理统计,上海科技出版社, 1979 年.
- [6] 阚荣举等,我国西南地区的现代构造应力场和现代构造运动特征的探讨,地球物理学报, **20**, 2, 1977.

TEMPORAL AND SPATIAL CORRELATION OF MAJOR EARTHQUAKES OCCURRED IN YUNNAN AND SICHUAN PROVINCES SINCE 1920

LIANG LAO

(*Seismological Bureau of Yunnan Province*)

ABSTRACT

In analysing the data of earthquakes of magnitude $M \geq 6$ occurred in Yunnan and Sichuan provinces of southwestern China since 1920, it seems that a correlative relation exists in time and locality, with a probability of 78%. At the same time, the probability of the order of migration of earthquakes from Yunnan to Sichuan and from Sichuan to Yunnan is essentially equal, the intervals between origin times are about the same as well, the direction of migration of earthquakes is predominately northeast.

Statistical results show that the interval ($\Delta\tau$) between events of Yunnan and Sichuan are generally short-about 9 months in average. χ^2 tests indicate that they obey the Poisson Distribution. The areas with higher correlative probability are given on the basis of discussions of their respective specific features. When an earthquake event occurs in an area, then the origin time, the location and the probability of the occurrence of an event in another area may roughly be estimated, thus providing a clue for medium-range earthquake prediction.

Some problems concerning the mechanism of the correlative relation of earthquakes of Yunnan and Sichuan provinces have also been discussed in this paper.