

# 地震活动的层次特征与预报

杨继登

(云南省地震局)

## 摘 要

作者通过初步统计得到了全球和中国地区不同震级范围内的地震数目之比为 $1/8-1/10$ ,即低层次的地震数目是高层次的地震数目的10倍左右。由此讨论了由不同的低层次地震预报高层次地震的指标。

## 一、前 言

对自然界许多复杂事物的研究表明,它们表现出某种有序性,即存在着一定的结构。“层次”就是自然界各种事物结构的一种普遍特征。在地震学中,古登堡与里克特曾发现地震越大,其发生数目越少,并得到不同震级的地震与发生数目 $N$ 之间的关系。

地震活动的层次,还表现于不同板块之间。郭增建和秦保燕认为,地震多发生于板块交界处,巨大板块的交界处发生大震,较小块体的交界处发生的地震较小。就我国大陆来说,它本身是欧亚板块的一部分,这是一种层次。然而它内部又分为许多大小不同的块体,这是次一级层次<sup>[1]</sup>。按照这种思路,文献〔2〕对地震活动空间特征的层次性进行了研究。

本文在上述研究的基础上侧重于地震个体特征,研究低层次地震与高一层次破坏性地震\*的关系。

## 二、地震活动的层次性特征

### 1. 全球地震活动的层次性特征

文献〔3〕中给出了古登堡计算得出的全球地震发生的年平均值。若将相邻震级范围的地震数目相比,得到了一个有趣的结果,即低层次震级的地震数目约是高震级地震数目的10倍,如表1所示。

表2是根据文献1)给出的全球地震发生的年平均值统计的结果。

\* 1900—1990年资料取自《中国地震简目》及国家地震局分析预报中心编的地震目录

1) 徐瑞康译,全球地震发生年平均统计,地震科技动态, No. 4, 1982.

表1 全球各级地震的年平均值及比例关系

M	≥9	8—8.9	7—7.9	6—6.9	5—5.9	4—4.9	3—3.9
次数 N	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>
	0	2	18	150	800	6200	49000
N <sub>n</sub> /N+1			1/9	1/8	1/5	1/8	1/8

表2

M	8—8.9	7—7.9	6—6.9	5—5.9	4—4.9	3—3.9	2—2.9
N <sub>n</sub>	1.1	18	120	1000	6000	49000	300000
$\frac{N_n}{N_n+1}$		1/16	1/7	1/8	1/6	1/8	1/6

表1与表2列出的统计数字类同,各级地震平均数目的比例也近似。这种比例关系表明了地震活动的层次性特征,地震发生频率与震级的关系近似符合幂指数形式。

### 2. 中国地震活动的层次性特征

本文使用1900年以来的地震资料统计得出中国地区的地震活动也具有层次性结构特征,如表3所示。

表3 中国各级地震数目的比例关系

M	≥9	8—8.9	7—7.9	6—6.9	5—5.9	4—4.9	时间
N	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	1900— 1979
		7	99	503	1571		
$\frac{N_n}{N_n+1}$			1/14	1/5	1/3		
N	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	1980— 1990
			6	64	483	1322	
$\frac{N_n}{N_n+1}$				1/10	1/8	1/3	

### 3. 不同震级地震的前兆的时空异常特征

力武常次通过对日本418个震例的前兆现象的调查,得出震级与前兆异常时间及异常范围的经验公式<sup>(5)</sup>:

$$\log T = -1.08 + 0.59 \quad , \quad (1)$$

$$M = -0.87 + 2.6 \log D \quad . \quad (2)$$

根据上述公式得出如表4所示的结果。

表4

M	7—7.9	6—6.9	5—5.9
前兆异常时间	4—10年	1—3年	3个月—1年左右
前兆异常范围	1000公里	450—950公里	180—400公里

文献〔4〕根据震例总结得出,一个7级地震的异常时间为1—3年,异常距离300—500公里;6级以上地震的异常时间为3个月—2年左右,异常范围为200—300公里;5—5.9级地震的异常时间为1个月—1年左右,异常范围为200公里,多数集中在100公里范围内。

从上述资料可以看出,不同震级地震的前兆异常的时空分布也具有层次性特征。

### 三、我国强震前低层次地震在时空域的变化

#### 1. 7级以上地震前6级左右地震活动特征

1900—1990年全国共发生 $M \geq 7.0$ 级地震96次(不包括震群及双震),震前发生 $5\frac{3}{4}$ —6.9级地震95次。这些强震与大震的间隔时间由1天至9.4年,间隔距离由10公里至500公里不等。平均间隔时间为0.87—3.75年,间隔距离为150—200公里。表5列出了4个大区地震间隔时间与间隔距离。由表5可以看出,西南地区地震的平均间隔时间稍大于其它三区,为3.75年;大华南地区的间隔时间最短,平均间隔时间为0.69年。间隔距离4个大区都比较接近,多在100—200公里范围左右。

从统计的角度看,我国4个大区的7级以上大震发生前在符合上述震例统计的时间与空间域内多有低一层次的强震发生。

#### 2. 6级以上地震前5级左右地震活动情况

1900—1990年以来,中国发生6.0—6.9级地震386次(震群及双震一年算一次,大震的余震不计),震前发生 $4\frac{3}{4}$ —5.9级地震291次(多数为5.0—5.9)。强震与中强地震的最短间隔时间为1天,最长间隔时间为9.4年,平均间隔时间为1.6年;最短间隔距离为10公里,最长可达700公里,平均间隔距离为143公里。强震与中强地震的对应概率为74.5%。若强震前,中强震的异常时间取为3年,异常范围在300公里以内,中强震与强震的对应概率为68.7%。

如果考虑1930年我国才建立第一个鳌峰地震台,则1930年前5级左右中强地震被漏掉是可能的,因此我们把研究时间推后,从1930—1990年,强震与中强地震在时间域的对应概率提高到81.8—85.5%。从表5可知,全国4个大区发生的强震前,低一层次的中强地震的间隔时间与间隔距离都比较接近。

#### 3. 5级以上地震前4级左右地震活动情况

为保证资料的完整性,我们取1980—1989年的资料进行研究。在这一段时间内,全国发生5.0—5.9级地震281次,除去双震、震群及7级、6级地震的余震外,还有146次。震前有 $4\frac{3}{4}$ —4.9级地震136次,对应概率为95.1%。其中间隔时间为1天—1.8年,平均间隔时间为110天,间隔距离为10—300公里,平均74公里。在146次5.0—5.9级地震中,震前一年在200公里范围内发生4级左右地震的对应概率为80.8—90.4%。

通过上述统计分析可以看出,我国各级破坏性地震发生前,在一定的时间与空间域内,都有低一层次的地震活动,这与震例统计所得出的前兆异常时间与异常范围相吻合。从而说明这种层次结构特征在我国带有一定的普遍性。

表5 各级强震前低层次的地震活动异常表

地区	震级	次数	震前地震 及次数	异常时间		异常距离		对应率 %	备注
				实际	平均	实际	平均		
西南地区	≥7.0	26	$5\frac{3}{4}$ —6.9 26	1天— 7.5年	3.75年	10— 300公里	<150公里	100	1900—1990年
	6.0— 6.9	115	$4\frac{3}{4}$ —5.9 103	1天— 7.5年	1.86年	10— 280公里	99公里	88.4	1900—1990年
		100	89	1天—3.0年	0.99年	10—300公里	108公里	88.8	1930—1990年
	5.0— 5.9	49	$3\frac{3}{4}$ —4.9 46	1天—1.2年	92天	10— 250公里	103公里	90.0	1980—1989年
西北地区	≥7.0	19	$5\frac{3}{4}$ —6.9 18	1天— 7.1年	3.14年	10— 400公里	<200公里	94.7	1900—1990年
	6.0— 6.9	83	$4\frac{3}{4}$ —5.9 68	1天— 9.4年	1.5年	10— 700公里	172公里	81.9	1900—1990年
		51	58	1天—7.5年	1.52年	10—460公里	184公里	98.2	1930—1990年
	5.0— 5.9	45	4.0—4.9 41	1天—1.1年	70天	10— 300公里	123公里	91.1	1980—1989年
大华北地区	≥7.0	12	$5\frac{3}{4}$ —6.9 12	1天— 7.2年	2.43年	50— 500公里	<200公里	100	1900—1990年
	6.0— 6.9	38	$4\frac{3}{4}$ —5.9 25	1天— 6.7年	2.64年	10— 700公里	197公里	65.9	1900—1990年
		26	21	1天—5.0年	2.67年	10—700公里	170公里	80.7	1930—1990年
	5.0— 5.9	9	4.0—4.9 5	20天—1.8年	215天	10— 300公里	110公里	55.5	1980—1989年
大华南地区	≥7.0	38	$5\frac{3}{4}$ —6.9 38	7天— 6.6年	0.87年	40— 200公里	<150公里	100	1900—1990年
	6.0— 6.9	141	$4\frac{3}{4}$ —5.9 76	1天— 6.7年	0.69年	10— 550公里	103公里	51.8	1900—1990年
		96	73	1天—6.7年	1.58年	10—350公里	78.8公里	75.5	1930—1990年
	5.0— 5.9	45	46	1天—1.7年	64天	10— 150公里	59公里	97.7	1980—1989年

#### 四、预报与实例

既然地震活动有层次性特征,我们就可以利用低层次的地震来预报高一层次的地震,以澜沧—耿马大震为例。

1. 根据地震的层次性结构特征,该地区发生7级大震的低层次的必要条件已经具备。1984年4月24日在孟连的勐阿发生6.3级地震,该地震距7.6级地震仅100公里;距7.2

级地震300公里左右的腾冲西北的缅甸1985年9月6日也有6.2级地震发生。这两次6级以上地震又在北西、北东二个共轭条带上，澜沧、耿马大震就发生于条带交汇部位，见图1。1984年勐阿的6.3级地震的发生是耿马—澜沧地震带平静30余年进入强震活动时段开始。

2. 1984年4月24日勐阿6.3级地震前，于1983年10月19日在该次地震东北方向的澜沧发生 $M_L$ 5.0地震，该地震距6.3级地震仅70公里左右。

3. 1983年10月19日澜沧5.0级地震前，4级左右的低层次地震也有发生。1983年2月6日在该次地震附近发生了4.2级地震。又如1988年8月15日澜沧发生的5.4级地震前，在其附近于1988年3月4日发生一次4.5级地震。

事实表明，在澜沧、耿马地震区，强震前发生低层次地震的现象是很明显的。如果根据低层次地震的出现，再辅以其它条件，可以对5级以上中强震作出一定程度的预报。

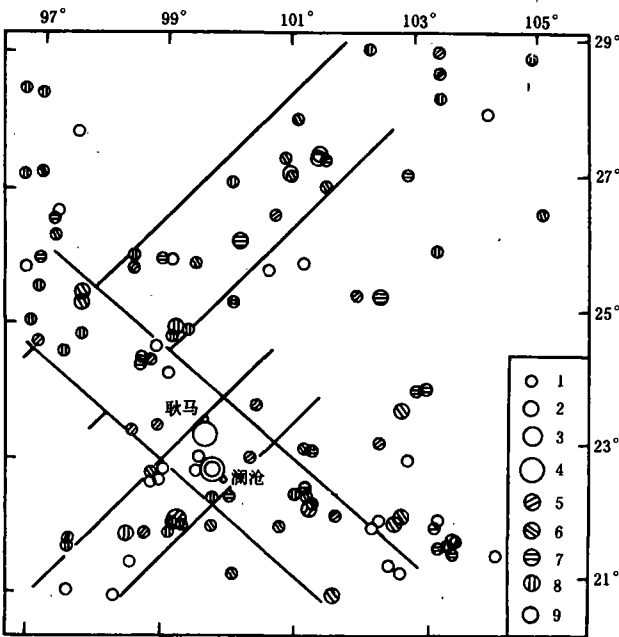


图1 澜沧、耿马大震前的地震活动条带与空区

- 1.  $M_s=4-4.9$       2.  $M_s=5-5.9$
- 3.  $M_s=6-6.9$       4.  $M_s=7-7.9$
- 5. 1984年发生的地震    6. 1985年发生的地震
- 7. 1986年发生的地震    8. 1987年发生的地震
- 9. 1988年发生的地震

Fig. 1 Strip belts of earthquake activity and gap before the Lancang - Gengma earthquake

### 五、结论

通过本文的研究可以得出如下结论：

(1) 地震活动存在着层次性的结构特征，大小地震数目间存在着大致接近1/8—1/10的比例关系。

(2) 如果层次性结构是地震活动的普遍特征，我们就可以利用低层次的地震预报高一层次破坏性地震。

(3) 在预报时，把低层次的地震作为高层次地震的必备条件或必要条件，再辅以其它条件，进行综合分析判定，就可以减少虚报。

### 参考文献

- [1] 郭增建、秦保燕，灾害物理学，陕西科学技术出版社，1989。
- [2] 李海华，地震的层次现象及其在地震预报中的意义，综合预报手册，地震出版社，1989。
- [3] 刘正荣、郭增建，地震学基础，科学出版社，1976。
- [4] 张肇诚等，地震综合预报二十年，中国地震，Vol. 2, No. 2, 1986。
- [5] 力武常次，日本预报M7内陆地震的战略，许晏平译，国际地震动态，No. 6, 1988。

THE CHARACTERISTICS OF MAGNITUDE LEVEL AND  
PREDICTION OF SEISMIC ACTIVITY

Yang Jideng

(*Seismological Bureau of Yunnan Province, Kunming, China*)

Abstract

By preliminary statistics, it is discovered that the proportion of high level earthquake number to lower level event number in the world and in China is  $1/8$  to  $1/9$ , that is, the latter is about 10 times greater than the former. Then the index predicting the higher magnitude earthquakes by using the lower magnitude earthquakes is studied.

---

(上接48页)

SEISMIC PATTERN AND CHARACTERISTICS OF THE JINGTAI  
EARTHQUAKE OF OCT. 20, 1990

Yan Zhide, Wang Zhouyuan

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

Abstract

On Oct. 20, 1990, there occurred a earthquake with magnitude of 6.2 in Jingtai area, Gansu, which is main — aftershock type. The seismic active feature shows: before strong earthquake, the distribution pattern of moderate and small events changed, the seismic belt appeared impending main shock; the time fractal dimension value decreased and got the minimum, the position style of equo-distance distribution of earthquakes with magnitude of 6 occurred nearby was characterized by filling location obviously. Also, this paper suggested a new method to rapidly obtain the trend of seismic rupture and nodal face from the position of stations, relative to epicentre, with the maximum values of magnitude determined.