

对地震活动的“茂木周期” 再研究的初步结果

洪时中

(成都市地震局)

摘 要

根据阿部胜征等重新校订的均一化地震目录,对“茂木周期”再一次进行研究,发现这一周期确实客观存在,而且可以消除本世纪初存在的矛盾。根据现有资料,茂木周期似可上溯至19世纪。我国内陆一些地区的强震活动与茂木周期相关甚好,据此,对未来20年我国地震大形势作了估计。

一、引言

茂木清夫发现^[1],世界主要地震带的浅源大地震具有近20年的强弱交替活动的现象,而且高低纬度地区的地震活动互为消长。马宗晋等^[2]将这一现象称之为“茂木清夫周期”(简称“茂木周期”),并将以地中海—南亚地震带为代表的中低纬度地区的地震活动韵律称为全球地震活动的“正韵律”,而将以环太平洋带北段(阿拉斯加—阿留申—堪察加—千岛)为代表的高纬度地区的地震活动韵律称为“反韵律”,进一步作了全球地震幕的对比。笔者^[3]曾用“最优分割法”(Fisher法)对地中海—南亚带地震活动进行分期,结果证实了茂木周期的客观存在。

但是,茂木清夫所依据的是Duda的地震目录,按照这一目录,本世纪初环太平洋带北段与地中海—南亚带的地震活动出现同步活跃的现象,与茂木清夫总结的规律相矛盾。与此相联系的是,茂木清夫所揭示的规律,究竟是在本世纪初以后才出现的呢,还是在更长的时间内一直存在?本文拟对上述问题作一些探索,同时研究茂木周期在我国大陆地震活动中是否存在及其在地震中长期预报中的意义。

二、采用均一震级目录对茂木清夫研究成果的验证与修正

阿部胜征等^[6-7]查阅了包括Gutenberg手稿在内的大量原始资料,着重研究了本世纪初期根据无阻尼地震仪估算出的地震震级过大的问题,对1987年以来的全球大震震级作了系统订正,给出了均一化震级的全球大震目录。程德利、谢毓寿等^[8]采用同样的方法,对

我国的强震目录也作了订正。这样,就使我们能在更加可靠的基础上对茂木周期再一次进行研究。

付征祥〔4〕已经按阿部的均一化目录,用“最优分割法”对全球地震活动进行了研究。我们则按茂木清夫原来所划定的地震带〔1〕进行研究,其分区和分期标准与文献〔4〕不完全相同。

首先,我们对地中海—南亚带(正韵律)和环太平洋带北段(反韵律)一些浅源大震的震级进行了考证,如表1和表2所示。

由表1、表2可以看出,经均一化订正后的震级有比较大的变化,这在本世纪初尤为明显。我们采用均一化的震级,对地中海——南亚带取7.7级以上的地震,对环太平洋带北段取7.8级以上的地震,作出它们的M—t图(图1)。

由图1可以明显看出,地中海——南亚带与环太平洋带北段浅源大地震的活动互为消长,原来存在的本世纪初二者同步活跃的矛盾现象已经消失。也就是说,采用均一化的地震目录后,茂木周期更为显著。

表1 地中海—南亚带浅源大地震震级的比较(1897—1986年)

发震时间					震中位置			震源深度h	震级M _s				备 注
年	月	日	时	分	纬度	经度	地 域		M _{GR}	M _{DB}	M _{Abc}	M _{CXD}	
1897	6	12	11	03	26.0N	91.0E	印度阿萨姆			8.7			** 阿部的目录中虽无1897
1902	8	22	03	00	39.9N	76.2E	中国新疆			8.6	7.7	8.2	** 地震,但根据多方面
1903	2	27	00	43	8 S	106E	印尼爪哇			8.1	7.4		* 研究,这一地震的
1905	4	4	00	50	33N	76E	克什米尔		8	8.6	7.5		* M _s > 8是不容置疑的
1907	1	4	05	19	2 N	94.5E	印尼苏门答腊	50	7.5	7.8	7.5		* 文献〔9〕认为苏联塔
1907	10	21	04	24	38N	69E	苏联塔吉克		8.0	8.1	7.2		吉克1907年地震是两震
1911	2	18	18	41	40N	73E	苏联塔吉克		7.75	7.8	7.3		* 迭加, M _s 为7.4与
1912	5	23	02	24	21N	97E	缅甸		8.0	7.9	7.7		** 7.3
1912	8	9	01	29	40.5N	27E	土耳其		7.75	7.8	7.6		*
1914	6	25	19	07	4.5S	102.5E	印尼苏门答腊		7.6	7.8	7.6		
1934	1	15	08	43	26.5S	86.5E	印度尼泊尔间		8.3	8.4	8.3		**
1935	12	28	02	35	0	98.3E	印尼苏门答腊		7.9	8.1	7.7		**
1939	12	26	23	57	30.5N	38.5E	土耳其		8.0	7.9	7.8		**
1941	6	26	11	52	12.5N	92.5E	安达曼群岛	60	8.1	8.7	7.7		**
1941	11	25	18	04	37.5N	18.5W	马德拉群岛北		8.3	8.4	8.2		**
1945	11	27	21	57	24.5N	63E	巴基斯坦		8.25	8.3	8.0		**
1946	9	12	15	20	23.5N	96.0E	缅甸		7.75	7.75	7.8		**
1947	7	29	13	43	28.6N	93.6E	中国西藏		7.7	7.9	7.5	7.6	*
1950	8	15	14	09	28.7N	96.7E	中国西藏		8.6	8.7	8.6		**
1951	11	18	09	35	31.1N	91.4E	中国西藏		8.0	7.9	8.0		**
1956	7	9	03	11	36.7N	25.8E	爱琴海			7.8	7.7		**
1969	2	28	02	40	36.0N	10.6W	北大西洋	14		7.9	7.8		**
1969	11	21	02	05	2 N	94.5E	印尼苏门答腊	20		7.8	7.5		
1973	2	6	10	37	31.5N	100.4E	中国四川	5		7.8	7.2		我国台网定为M _s = 7.6 *
1975	5	26	9	11	36.0N	17.6W	北大西洋	34		7.8	7.8		**
1977	8	19	06	08	11.2S	118.4E	印尼	33		8.3	8.1		**

说明: M_{GR}为Gutenberg, Richter所定震级, M_{DB}为Duda, Bath所定震级, M_{Abc}为阿部胜征所定震级, M_{CXD}为程德利、谢毓寿、丁志峰所定震级, **表示符合标准的地震(见正文), *表示有可能符合标准的地震。

表 2 环太平洋北带浅源大地震震级的比较 (1897—1986)

发 震 时 间					震 中 位 置			震源深度 h	震 级 M_s			备 注
年	月	日	时	分	纬度	经度	地域		MGR	MDR	MAbc	
1898	8	29	18	36	52N	172E	阿留申			8.3	7.6	
1898	9	4	00	22	60N	142W	阿拉斯加			8.2	7.9	
1900	10	9	12	28	60N	142W	阿拉斯加			8.2	7.7	
1904	6	25	14	45	52N	159E	勘察加		8.0	8.3	7.2	苏联目录 ^[9] $M_s=7.7$
1904	6	25	21	00	52N	159E	勘察加		8.1	8.1	7.4	苏联目录 ^[9] $M_s=7.7$
1904	8	27	21	56	64N	151W	阿拉斯加		7.75	8.3	7.3	
1906	8	17	00	10	51N	179E	阿留申		8	8.3	7.8	
1915	5	1	05	00	47N	155E	千岛群岛		7.9	8.1	8.0	**
1917	1	30	02	45	56.5N	163E	勘察加		7.75	8.1	7.8	
1918	9	7	17	16	45.5N	151.5E	千岛群岛		8.25	8.3	8.2	**
1923	2	3	16	01	54N	161E	勘察加		8.3	8.4	8.3	** 苏联目录 ^[9] $M_s=8.5$
1929	3	7	01	34	51N	170W	阿留申		8.1	8.6	7.5	
1938	11	10	20	18	55.5N	158W	阿拉斯加		8.3	8.7	8.3	**
1952	11	4	16	58	52.8N	159.5E	勘察加		8.25	8.4	8.2	**
1957	3	9	14	22	51.3N	175.8W	阿留申			8.25	8.1	**
1958	11	6	22	58	44.4N	148.6E	千岛群岛	60		8.7	8.1	**
1959	5	4	07	15	53.2N	159.8E	勘察加	60		8.25	7.7	
1963	10	13	05	17	44.9N	149.6E	千岛群岛			8.25	8.1	**
1964	3	28	03	36	61.1N	147.5W	阿拉斯加	23		8.5	8.4	**
1965	2	4	05	01	51.3N	178.6E	阿留申	36		8.1	8.2	**
1969	8	11	21	27	43.4N	147.8E	千岛群岛	40		8.1	7.8	
1986	5	7	22	47	51.4N	174.8W	阿留申					** 震中位置据PED (美国) 中国地震局初定 $M_s8.1$

说明：MGR、MDR、MDb* 和 ** 的意义同表 1。

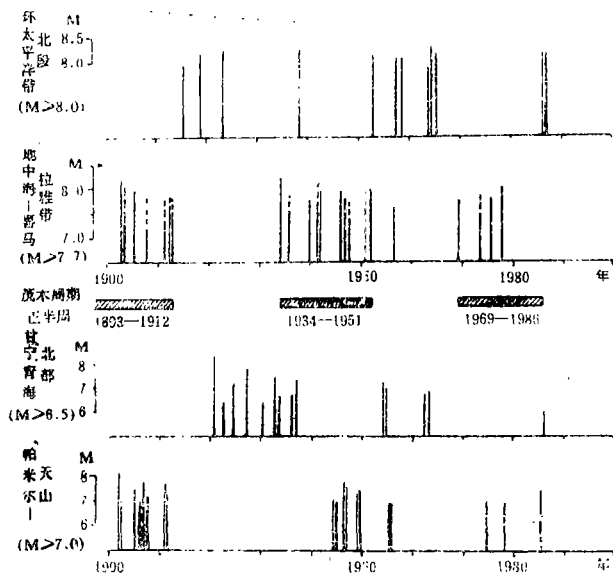


图 1 20 世纪的茂木周期
Fig.1 “Mogi Period” in 20th century

采用新的目录以后,作二项分布检验时,两个带可分别在 $\alpha=0.001$ 和 $\alpha=0.05$ 的显著性水平下通过,分五段作 X^2 检验时,地中海—南亚带的 $X^2=18.40$,环太平洋带北段的 $X^2=12.21$,比采用旧的目录效果更好。

综合这两个带地震活动的情况。我们可以将茂木周期各幕的起止年份分别定为:(1893)—1912年、1913—1933年、1934—1951年、1952—1968年、1969—(1985)年,其相应的时间段长分别为20年、21年、18年、17年、17年。这一结果与茂木清夫的基本一致。

三、十九世纪地中海—南亚带地震幕的初步划分

欧亚大陆内的历史地震记载相对较多,据现有的资料可以对地中海—南亚带的地震活动作一些初步分析。

我们以文献[10]为主,参阅高建国整理的目录¹⁾,编制了19世纪地中海—南亚带的大震目录,如表3所示。选取地震的原则是:(1)文献[10]和1)中7.5级以上的地震;(2)虽无震级,但文献[10]中震中烈度 $I_0 \geq VIII$ 的地震;(3)文献[11]中的 $M \geq 7.7$ 的地震。

表3 1800—1899年地中海—南亚带大震目录

发震时间					震中位置			震级 M_s	资料来源	备注 I_0 均取自[10]
年	月	日	时	分	纬度	经度	地点			
1805	7	3			36N	24E	希腊克里特岛	7.6	1)	
1805	7	26	20	57	41.2N	14.7E	意大利中部	7.6	1)	$I_0 = VIII \sim IX$
1806	6	11			28.2N		西藏错那		[10]	$I_0 = VIII$
1810	2	16			35.5N	25E	希腊			$I_0 = VIII \sim IX$
1819	6	16					印度的卡奇湾	8~8.5	[10]	
1822	8	13	20		36N	33E	土耳其安塔基亚	7.5	1)	$I_0 = X \sim XI$
1833	8	26			23.3N	85.5E	西藏拉孜木	8	[11]	$I_0 = VIII$
1846	8	28	15		36N	26E	希腊	8	1)	
1856	10	12	00	45	35.5N	25E	希腊	8.6	1)	$I_0 = X \sim XI$
1861	12	26	06	49	33.3N	22.3E	希腊	7.5	[10]	
1862	8	14	01	30	38.3N	20.5E	希腊	7.5	[10]	
1863	4	22	20		33.5N	28E	希腊	8.5	[10]	
1867	2	4	03		33.3N	20.3E	希腊	7.9	[10]	
1867	9	20	03	15	36.5N	22.3E	希腊	7.6	1)	$I_0 = VIII \sim X$
1869	12	1	18		37N	28E	希腊	7.5	[10]	
1870	8	1	00	40	38.5N	22.5E	希腊	7.5	[10]	
1870	10	25	19		33.5N	22.5E	希腊	7.6	1)	
1886	8	27	21	30	37N	21.3E	希腊	8.4	[10]	
1887	7	17	07	45	35N	26E	希腊	7.7	[10]	
1893	6	14			40.2N	19.7E	阿尔巴尼亚	7.5	[10]	
1895	5	14			39.5N	20.5E	希腊	7.5	[10]	
1895	7	9	02		39.6N	53.7E	苏联高加索	6.5—7.5	[10]	苏联目录[9]
1897	5	28	22	35	37.5N	20.5E	希腊	7.6	[10]	$M=8.2, I_0 = X$
	6	12	11	06	26.0N	91.0E	印度阿萨姆	8.7		(同表1)

1) 高建国,关于1800年—1899年世界历史地震目录的编制,1981.

根据表3作出M—t图(图2)。从图中可以看出,十九世纪地中海—南亚带的大震活动大致可划分出疏密相间的几个幕:1805—1822年(18年)、1823—1845年(23年)、1846—1870年(24年)、1871—1892年(22年)和1893—1912年(同前)。这些幕的时段长和盛衰规律,大体上与本世纪的茂木周期相当。

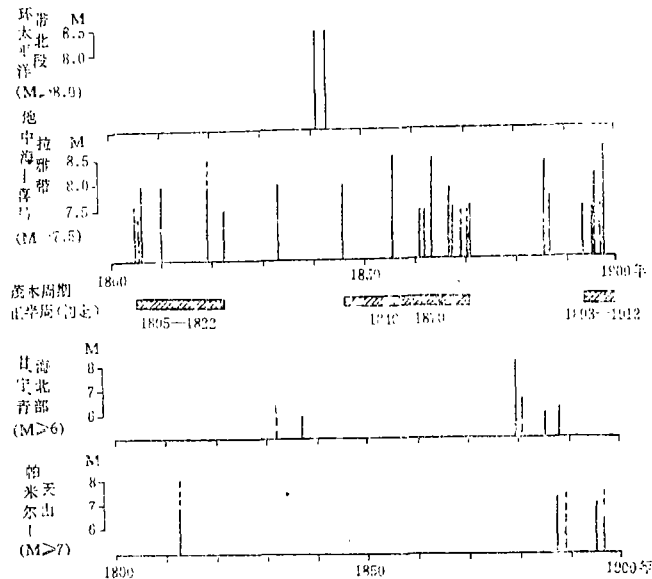


图2 19世纪的茂木周期
Fig. 2 "Mogi Period" in 19th century

19世纪以来至1985年,7个幕的时段长平均为20年,其均方差约为2.6年,实际最长为24年,最短为17年。由此可见,所谓“茂木周期”其实并不是严格的周期,只是一种时段大体相等的准周期。

环太平洋带北段地广人稀,当时文化还很落后,自然没有留下什么记载。有趣的是,该区堪察加、千岛群岛19世纪仅有的两次最大的地震(根据海啸等推断其震级均为8.4级)分别发生在1841年5月17日和1843年4月25日,恰恰都发生在地中海—南亚带的平静幕时段内,完全符合茂木周期的规律。

由此我们可以初步断定,茂木周期可能是一个在相当长时间内一直存在的规律性现象,它起码可以追溯到19世纪。

四、我国部分地区地震活动的茂木周期

我国许多地区的强震活动均存在茂木周期,尤以我国内陆的甘、宁、青地区和帕米尔—天山地区最为典型。

甘肃、宁夏、青海北部(昆仑山—花石峡构造带以北)地区的强震活动显示典型的“反韵律”。本世纪以来,该区 $M_s \geq 6.5$ 级地震发生在茂木周期负半周的比例为11/13,二项分布检验能在 $\alpha = 0.01$ 的水平下通过。其 $M_s \geq 6.0$ 级地震也多在负半周发生,且每个负半周至少有3次 $M_s \geq 7.0$ 级的地震(图1)。上一个世纪本区 $M_s \geq 6.5$ 级地震也都发生在负半

周(图2),这又为上一节的结论提供了一个旁证。

帕米尔—天山地区的地震活动显示典型的“正韵律”。本世纪以来,该区发生的19次 $M_s \geq 7.0$ 级地震中有17次发生在茂木周期的正半周,唯一的例外是1955年4月15日乌恰的一对7.0级双震,二项分布检验可以在 $\alpha = 0.001$ 的水平下通过(图1)。19世纪的5次 $M_s \geq 7.5$ 级地震中,有3次位于初步划定的茂木周期正半周内。

近两年来,世界大震的态势出现了值得注意的新变化。1986年5月8日,阿留申群岛发生 $M_s 8.1$ 级大震,打破了该区二十多年的平静,接着,1987年12月12日和1988年3月7日阿拉斯加又相继发生 $M_s 8.1$ 级和8.0级大震。与此同时,近几年来地中海—南亚带的地震活动却相对变弱,没有新的“巨大地震”发生。到1986年止,茂木周期上一个正半周已持续近18年,与茂木周期过去每幕的时段长度大体相当。据此可以认为,茂木周期已经反相,进入了一个新的负半周。近几年来,我国地震活动的格局也有一定变化,原来地震活动很平静的甘肃、宁夏和青海北部地区,5—6级地震明显增多,特别是1986年门源6.4级地震和1987年茫崖6.2级地震,更为茂木周期的反相提供了旁证。

可以认为,在今后近20年之内,中国大陆地震活动的格局可能将发生变化,甘、宁、青地区将发生多次6.5级以上乃至7级以上地震,其活动水平将明显高于前20年,而帕米尔—天山带发生7级以上地震的可能性将大为减小。

五、初步结论

1.茂木周期是客观存在的,采用均一化震级的地震目录,可以消除本世纪初的地震活动与茂木周期不符的现象。根据现有资料,茂木周期似可上溯至19世纪。

2.茂木周期並不是一种严格的周期,只是一种“准周期”,其每个半周的平均时段长约为20年。

3.我国内陆一些地区的强震活动与茂木周期相关甚好。自1986年以来,世界大震的态势有了重要变化,似已进入了茂木周期新的负半周。据此分析,在今后近20年内,我国地震活动的格局也将发生较大变化。

茂木周期是全球地震活动的主要规律之一。但是,其成因究竟是什么?目前还无定论。笔者认为,象这种全球规模的变化,应当从宇宙地球—动力因子中去找原因,这是需要今后继续研究的。

(本文1988年4月16日收到)

参考文献

- [1] Mogi, K., Active periods in the world's chief seismic belts, *Tectonophysics*, Vol. 22, No 3—4, 1974.
- [2] 马宗晋等, 1966—1976年中国九大地震, 地震出版社, 1982.
- [3] 洪时中, 最优分割在地震分期中的应用, *西北地震学报*, Vol. 6, No. 1, 1984.
- [4] 傅征祥, 全球强震活动的某些统计特征, *地震学报*, Vol. 8, No. 2, 1986.
- [5] Abe, K., Magnitudes of large shallow earthquakes from 1904—1980, *Phys. Earth Planet. Inter.*, Vol. 27, 72—92, 1981.
- [6] Abe, K. and Noguchi S., Revision of magnitudes of large shallow earthquakes, 1897—1912, *Phys. Earth Planet. Inter.*, Vol. 33, 1—11, 1983.
- [7] Abe, K., Complements to “Magnitudes of large shallow earthquakes from 1904—1980”, *Phys.*

Earth Planet. Inter., Vol. 34, 17—23, 1984.

[8]程德利、谢毓寿、丁志峰, 1900—1948年中国 $M \geq 6.5$ 地震的均一震级目录, 地震学报, Vol. 7, No. 2, 1985.

[9]Н.В.Кондорская и В.Шебакин, Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР, Наука, М., 1977.

[10]国家地震局地质研究所, 亚欧地震构造图说明书, 地图出版社, 1981.

[11]西藏自治区科委、档案馆, 西藏地震史料汇编, 西藏人民出版社, 1982.

PRELIMINARY RESULTS OF RERESEARCH FOR “MOGI PERIOD” OF SEISMIC ACTIVITY

Hong Shizhong

(*Seismological Bureau of Chengdu City*)

Abstract

Discusses “Mogi Period” according to uniform earthquake catalogue revised by Abe Katuyuki. Considers that “Mogi Period” really conforms to actual seismic activity. Not only dispels the contradiction that existed in the beginning of this century, but the “Mogi Period” can date back to 19th century. Strong earthquake activities of some regions in inland of China is good interrelation with the “Mogi Period”, and estimates the trend of future seismic activities in the coming 20 years.