

67-71

1997年青海省震群活动的某些特征

朱丽霞

(青海省地震局, 青海 西宁 810001)

摘要:对青海省1996年12月~1997年7月发生的4起震群活动的特征进行了研究,对其空间分布图象进行了分析.结果表明,锡铁山震群和大武震群为前兆性震群,龙羊峡震群和茫崖震群为非前兆震群.4起震群在总体上形成NW向条带.根据震群的总体特点及地震空区等,讨论了青海省近期地震活动趋势.

主题词:青海;地震群;地震活动性;地震趋势预测

中图分类号:P315.5;P315.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0844(1999)01-0067-05

0 引言

人们对震群和大震关系的研究大致分为2类^[1,2]:第一类是根据震群序列在时空强方面的某些特征,以及在序列发展的物理背景上(如波形变化、震源参数等),寻找表征前兆性震群的某些特征指标,如 b 值、 h 值、 U 值和 K 值等等;第二类是对一个较大区域范围内的众多震群,从总体上研究其特征,分析其活动图象,从而寻找它们与强震孕育和发生的关系.

对于第一类研究,虽然能区分前兆震群,但是根据震群活动很难确定大震发生的位置.震群是地震活动的一种形式,它的发生和发展与地下物质运动、应力状态、局部地区的构造条件和地壳介质特性有关,同时也受大范围构造应力制约.一些大震发生前,在相当广阔的区域内,常常出现异常震群活动,综合研究这些震群的空间分布和时间进程,将有助于对未来大震发生地点进行判断.

1 震群序列的参数

关于震群,迄今还没有一个严格的定义.根据青海省台网监控能力,参考林邦慧^[3]关于震群的修正定义,本文将同时满足下列条件的地震序列定义为震群:

(1) 地震序列的震中一般分布在不大于 $2\,500\text{ km}^2$ 的矩形区域内,而且与外围地震的分布有较为明确的界限.

(2) 地震序列中所发生地震的最大日频次在3次以上,总地震数超过10次;最大震级 $M_L < 5.2$,最大地震震级与次大地震震级差 $\Delta M_L \leq 1.3$.

(3) 地震序列开始前和结束后连续15天内发生地震数不能大于1次.如果从第16天开始又连续多日记到小地震活动(日频次 ≥ 3 次,且 $M_L \geq 1.0$ 或日频次 ≥ 2 次,且 $M_L \geq 2.0$)时,则累加此序列.

收稿日期:1997-12-17

作者简介:朱丽霞,女,1965年4月生,助理研究员,现主要从事地震分析预报工作.

按上述条件分析,自1996年12月14日至1997年10月11日,在青海省境内发生了4起震群活动(图1),其三要素见表1.

采用“八五”短临预报攻关课题关于震群序列的自动识别系统及参数计算程序,计算得到4起震群的参数,见表2,其中 D_0 为容量维, k 为嫡值, $M_{\max}$ 为震群序列最大震级, $M-S$ 为最大震级与次大震级差, S/M 为最大震级地震能量与全序列能量之比, $S_{\max}$ 为震群序列起始震级.根据“八五”攻关的部分成果, $U > 0.5$, $k > 0.7$ 及 $\rho < 0.55$ 的震群为典型的前兆震群,反之则为非前兆震群.此外,判定前兆震群时还考虑了其它一些条件,即:

b 值为0.6~1.1的震群中有80%为前兆震群;

h 值为0~1.0的震群中有89%为前兆震群;

D_0 值小于0.5的震群中有92%为前兆震群;

F 值为0.7~1.2的震群中有73%为前兆震群.

根据上述指标综合判定,锡铁山震群和大武震群为前兆性震群,龙羊峡震群和茫崖震群为非前兆震群.

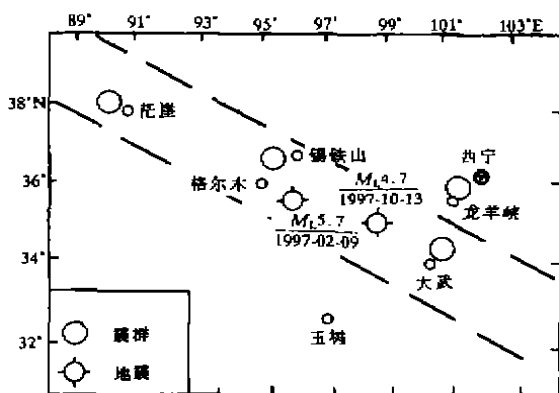


图1 震群及2次地震震中分布

Fig. 1 Distribution of earthquake swarms and two earthquakes

表1 青海省4起震群的有关参数

震群	时间	地点	震级下限(M_L)	地震总次数	资料来源
龙羊峡震群	1996-12-14~	36.3°~36.5°N	0.5	382	湟源台
	1997-07-28	101.0°~101.1°E			
茫崖震群	1997-05-18~	38.1°~38.5°N	1.0	39	花土沟台
	1997-07-05	90.1°~90.8°E			
锡铁山震群	1997-06-25~	36.9°~37.3°N	2.0	96	青海省台网
	1997-07-22	95.3°~95.5°E			
大武震群	1997-09-04~	以34.7°N, 100.5°E为	0.5	42	大武台
	1997-10-11	圆心, 半径为10 km的范围			

表2 青海省4起震群序列参数

震群名称	b	U	F	D_0	h	ρ	k	$M_{\max}$	$M-S$	S/M	$S_{\max}$
龙羊峡震群	0.7	0.39	0.53	0.40	0.87	0.43	0.2	4.9	0.9	1.0	1.1
茫崖震群	0.4	0.49	0.60	0.40	0.10	0.50	0.3	4.9	0.7	0.8	1.2
锡铁山	0.6	0.68	1.12	0.46	0.70	0.46	0.8	4.8	0	0.4	2.2
大武震群	0.6	0.79	1.47	0.33	0.49	0.46	0.2	3.5	0.9	1.0	1.2

2 震群活动的总体特征及其意义

在不足一年的时间内,在比较大的范围内发生多起震级较高的震群活动,在青海省有历史地震记载以来还是首次.所以单就某一震群序列,孤立地分析其震群参数和震群性质,显然不能对大区域多起震群活动以合理的解释.基于这一思路,分析了4起震群的一些特征.

由图1和表1可见,1996年12月14日龙羊峡震群活动后,于1997年2月9日在格尔木

东南发生了 $M_L 5.7$ 地震,随后在 NW 方向于 5 月 18 日发生茫崖震群活动,6 月 25 日发生锡铁山震群活动,9 月 4 日在 SE 端的大武发生震群活动,10 月 13 日花石峡发生 $M_L 4.7$ 地震,在空间分布上,粗略构成了以震群为主,2 次地震为辅的 NW 向条带.这一地震条带有别于一般意义上的小震活动条带,它在空间上反映了区域震群远近场迁移的特点.

宋俊高等^[4]研究发现,中国东部地区发生的几次中强地震前都出现震群活动呈条带分布的现象(图2).在 1975 年 2 月海城 7.4 级地震前,1972 年 1 月武汉地区出现震群活动,1973 年 3 月在霍山发生震群活动,以后在华北北部发生敖汉旗震群,这几起震群粗略地形成一 NE 向条带.1974 年在条带南端发生溧阳 5.8 级地震.主震前又在条带北端发生参窝震群和海城前震.主震发生在震群活动集中的条带北端.

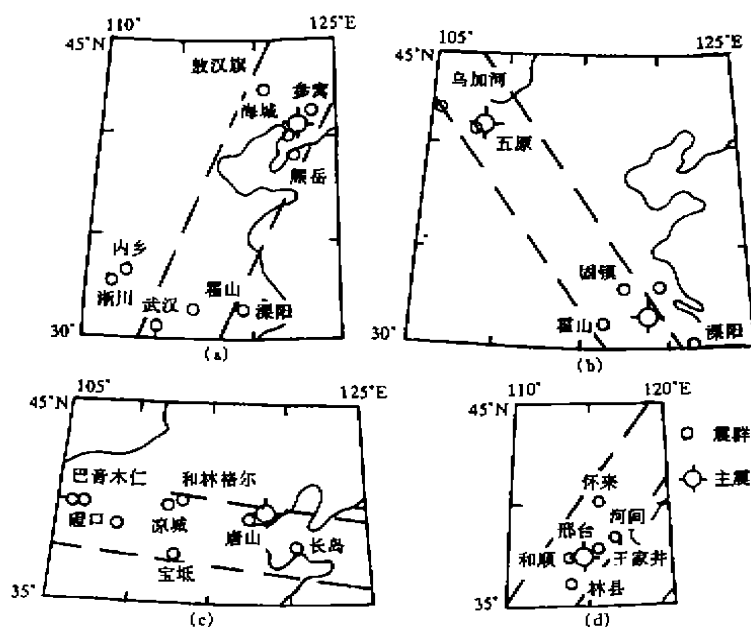


图2 几次中强地震前震群的条带状分布(据宋俊高,1981)

Fig.2 Belt distribution of swarms before some moderate-strong earthquakes.

(a) 海城地震; (b) 溧阳地震和五原地震; (c) 唐山地震; (d) 邢台地震

1976 年唐山 7.8 级地震前,1975 年 5 月在居庸关出现震群活动,之后相继发生了盖县、灵丘、滦南及长岛震群,这些震群形成了 NWW 向的条带.在条带内于 1976 年 4 月在和林格尔发生 6.3 级地震,接着又发生了磴口和太原 2 个震群活动.主震发生在条带东端,此处震群相对密集.

除了上述震例外,1966 年邢台地震、1983 年菏泽地震及溧阳、五原、丰镇等地震前都出现了震群活动条带^[4].大震一般发生在震群活动相对集中、活动频繁的一端,或具有特殊孕震背景的地段、条带两端或条带交汇处.

1996 年 12 月~1997 年青海省境内发生的 4 起震群活动也呈条带状分布.中强地震和震群相对活跃地区在图 1 所示的条带内,实际位置为库玛断裂带中段.该段构造活动及现代地震活动均很强烈.前已述及,锡铁山震群和大武震群为前兆震群,一般认为在前兆性震群发生后 1 年或稍长时间,在震群附近或已形成的活动条带上有发生 $M_S \geq 5.0$ 地震的可能.因此,应注意库玛断裂带中部地震活动趋势.

沿库玛断裂带 1902 年在都兰西发生了 $M_S 6.9$ 地震,1937 年和 1963 年在阿拉克湖先后

发生了 $M_s 7.5$ 和 $M_s 7.0$ 地震,可见沿该断裂带 7 级左右地震发生具有 25~35 年左右的准周期,1963 年阿拉克湖地震发生至今已 35 年了.本世纪发生的 2 次 7.0 级以上地震前均形成了较典型的背景空区,1972~1995 年在库玛断裂带中段又形成了一个背景空区,目前空区内还没有大震发生.图 3 和表 3 给出了背景空区的分布和有关参数.

张晓东等^[5]对青海省及邻区强震分布的等间距性进行了研究,将青海省及邻区划分出了 15 个网络交汇点.自 1915 年以来在 15 个交汇点中已有 12 个发生了 $M_s \geq 6.4$ 地震,阿拉克湖正位于交汇点上,该点是被地震反复填充的交汇点.

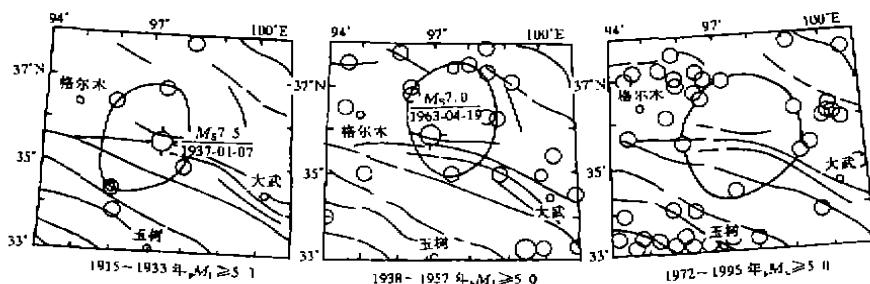


图 3 背景空区分布

Fig. 3 Distribution of seismic gaps.

表 3 背景空区参数

空区形成时间	围空地震震级 (M_L)	空区长轴 /km	空区形成后的候震期	主震 (M_s)
1915~1933 年 (18 年)	5.3	330	1933~1937 年 (4 年)	1937 年阿拉克湖 7.5
1938~1957 年 (19 年)	5.0	318	1957~1963 年 (6 年)	1963 年阿拉克湖 7.0
1972~1995 年 (23 年)	5.0	340	1995 至今 (3 年)	?

库玛断裂带中段为 1990 年 5 月开始形成的谢通门-包头强震条带与库玛断裂带的交汇区.该区还位于 1997 年青藏高原北部热红外异常高值区的边缘^①.除了震群活动外,1995 年 12 月 8 日扎陵湖 $M_s 6.2$ 地震、1996 年 10 月 4 日玛多 $M_s 5.0$ 地震及 1997 年 2 月 9 日格尔木东南 $M_s 5.4$ 地震的发生显示了该区地震活动日渐活跃.此外,在测震学指标方面该区算法复杂性 $C(n)$ 值于 1997 年初出现异常,调制比 R_m 也出现高值异常^①.

3 结论与讨论

关于前震序列和震群的研究一直是国内外学者关注的重点,从地震预测的角度讲,研究的目的是要能回答前震序列和震群发生后的大震趋势如何,但至今关于这个问题的回答仍然是不肯定的.多数预报指标虽然已定量化了,但仍具有一定的不确定性,例如,有 20% 的震群虽然其 b 值在 0.6~1.1 范围内,但不是前兆震群.鉴于这诸多的不确定性,关于前震序列和震群的研究要更多地考虑综合指标.

震群易发生在一些特殊区域内,在这些区域内部裂隙较密,裂隙间隔距离较小,因而在应力加强的条件下,极易产生连锁反应式的弱震活动以及形成间歇的小震群.前人^[4]研究表明,

① 兰州地震研究所,1998 年度地震趋势研究报告,1997.

若多起震群活动在空间分布上构成条带,则应特别注意在条带内震群集中活动的一端发生6级以上地震的可能性。

1996年12月至1997年青海省震群活动在空间上构成NW向条带,在条带内的库玛断裂带中部形成震群和地震序列相对活动区,加之该区部分测震学背景性异常的存在,因此,应注意该区中强地震的活动趋势。

参考文献

- [1] 许绍骥,王碧泉,章光月,等.海城地震前地震序列与震群[J].地震学报,1981,3(1):1~12.
- [2] 姜秀娥.区域震群与唐山大震[J].地震学报,1983,5(2):144~157.
- [3] 林邦慧,等.前震和前震序列的研究[J].地震学报,1994,16(增刊):24~36.
- [4] 宋俊高,等.震群用于地震预报的实用程式研究[C].见:许绍骥等编著.地震预报方法实用化研究文集(地震学专辑).北京:学术书刊出版社,1989 204~228.
- [5] 张晓东.青藏高原及邻区强震活动的等间距特征[J].高原地震,1992,4(3):9~14.

THE CHARACTERISTICS OF EARTHQUAKE SWARMS FROM DEC. 1996 TO JULY, 1997 IN QINGHAI PROVINCE

ZHU Li-xia

(*Seismological Bureau of Qinghai Province, Xining Qinghai 810001*)

Abstract

The characteristics of four swarms from Dec. 1996 to July 1997 in Qinghai province are studied. The seismicity patterns are analysed. The results show that Xitieshan swarm and Dawu swarm are precursory swarms, and Longyangxia swarm and Mangya swarm are un-precursory swarms. Distribution of the swarms and two earthquakes constitutes a NW belt in the spacial distribution. Based on the total characteristics of swarms and seismic gap and so on, the seismic trend in recent time of Qinghai province is preliminarily discussed.

Key words: Qinghai; Seismic swarm; Seismic activity; Seismic trend prediction