

甘东南及其邻区的地震活动性与近期震情研究

杨国栋，苏永刚

(甘肃省地震局,甘肃 兰州 730000)

摘要:通过对甘东南及其邻区历史中强地震活动特征和1980年以来的地震活动性异常的分析,认为甘东南地区2004年3月4日玛曲4.8级、8月26日礼县4.5级、9月7日岷县5.0级地震和2003年11月13日的岷县5.2级地震,可能都属于新一轮地震活动的组成部分,是未来发生强震的前奏,表明甘东南及其邻区近年来正在孕育一个6级左右乃至更大的地震。

关键词:甘东南地区; 地震活动性; 中强地震趋势

中国分类号:P315.71 文献标识码:A 文章编号:1000-0844(2005)02-0182-04

Study on the Seismic Activity and Seismic Situation for Short Period in Southeast of Gansu Province and Its Neighboring Area

YANG Guo-dong, SU Yong-gang

(Earthquake Administration of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Through the study on the characteristics of historical moderate-strong earthquakes and seismic activity anomalies from 1980's in southeast of Gansu province and its neighboring areas, it is considered that earthquakes of Maqu M_s 4.8(4 March, 2004), Lixian M_s 4.5(26 August, 2004), Minxian M_s 5.0(7 September, 2004) and Minxian M_s 5.2(13 November, 2003) are all the members of a new earthquake group. They may indicate that a M_s 6.0 or even a larger earthquake is going to conceive in southeast of Gansu province and its neighboring areas.

Key words: Southeast of Gansu province; Seismic activity; Moderate-strong earthquake trend

0 引言

2003年11月13日甘肃东南部的岷县发生5.2级地震之后,2004年3月4日玛曲发生了4.8级地震,2004年9月26日礼县发生了4.5级地震,2004年9月7日岷县再次发生了5.0级地震。这一连串的中强地震的发生意味着什么?今后一段时期内甘东南地区的震情形势如何?这已成为地震预报工作者不可回避的问题。本文通过对甘东南及其邻区历史中强地震活动特征和1980年以来本区地震活动性异常的分析,结合地质构造背景,认为这4次地震标志着本地区可能已进入新一轮地震活跃期。

1 甘东南地区的地质构造背景

甘东南地区处在青藏块体东北缘,是地壳厚度的陡变带和重力变化的梯度带,地质构造复杂,活动断裂发育,西秦岭北缘断裂和库玛断裂都通过这个地区。它属于我国南北地震带的北中段。历史上曾多次发生中强地震(见图1)。迄今为止共发生 M_s 5以上地震129次,其中,5~5.9地震87次,6~6.9级地震21次,7~7.9级地震11次,8级地震2次。8级地震分别为1654年天水南8级地震和1879年武都南8级地震,为甘东南地区有史以来发生的最大地震。因此,甘东南地区存在发生中强地震的地质构造和背景条件。

2 甘东南地区历史中强地震活动特征

甘东南地区的地震活动具有空间不均匀性和时

收稿日期:2004-07-12

* 中国地震局兰州地震研究所论著编号:LC20050016

作者简介:杨国栋(1959-),男(汉族),河南长垣人,硕士,副研究员,主要从事地震分析预报研究工作。

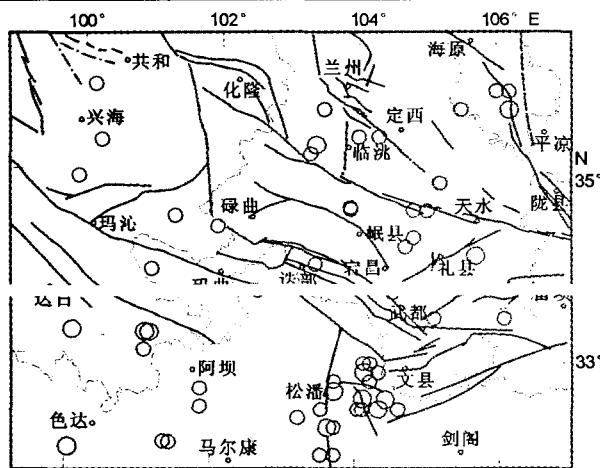


图 1 甘东南及其邻区断裂构造及中强地震震中分布图

Fig. 1 Distribution of the faults and the moderate-strong earthquakes in southeast of Gansu province and its neighboring areas.

间非平稳性特点。所谓空间不均匀性表现为成带、成区分布(图 1);时间非平稳性是指地震活动在时间上具有活跃期和平静期交替出现的特性,也就是说,地震活动具有成组性(图 2)。自从上个世纪以来,甘东南地区共出现过 7 组中强地震活动,每组的起止始时间,持续时间,地震次数,最大震级见表 1。从前 6 组地震活动中我们不难看出:每组地震活动的平均地震次数为 9.8 次,最低不少于 4 次;每组震级大于 5.5 的地震个数平均 3.3 个,最少不低于 1 个;每组地震活动的平均持续时间为 6.2 年,最低不短于 4.5 年。自从 1999 年 9 月 27 日青海河南发生 5.1 级地震,我们认为甘东南及其邻区进入了新的一组地震活动,迄今已历经了 5 年时间,发生了 3 次 5 级地震,但没有大于 5.5 级的地震。根据上世纪以来甘东南地区及其邻区地震丛集特征,可以认为本组活动尚未结束,估计甘东南及其邻区在近一、两年内有可能要发生 $M_s 5.5$ 以上的地震。

3 甘东南及其邻区的地震活动性异常

3.1 碌曲—临潭—岷县空区

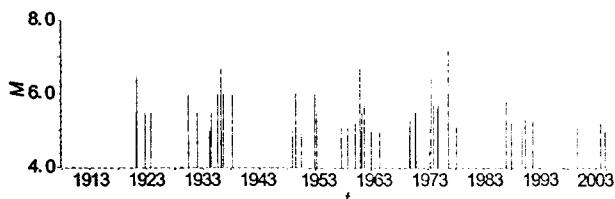


图 2 1900 年以来甘东南及其邻区中强地震 $M-t$ 图

Fig. 2 $M-t$ diagram of the moderate-strong earthquakes in southeast of Gansu province and its neighboring areas.

碌曲—临潭—岷县空区自 1998 年 10 月份以来形成,围空下限震级 $M_L 3.0$ 。空区呈椭圆型,椭圆的长轴 NWW 向,长度 222 km,短轴 88 km,围空面积达 $14,123 \text{ km}^2$ (图 3)。临潭—宕昌断裂通过该围空区,该围空区内历史上曾多次发生过强震(如公元 842 年的 7.0 级和 1837 年的 6.0 级)。2003 年 11 月 13 日发生 5.2 级地震之后,2004 年 9 月 7 日又发生了 5.0 级地震,并不能说明该围空区的地震危险已经解除。根据经验公式估算,该空区对应的地震震级可以达到 6.5 级,因此该围空区及其周缘地区在未来几年内存在发生 6 级以上地震的可能性。

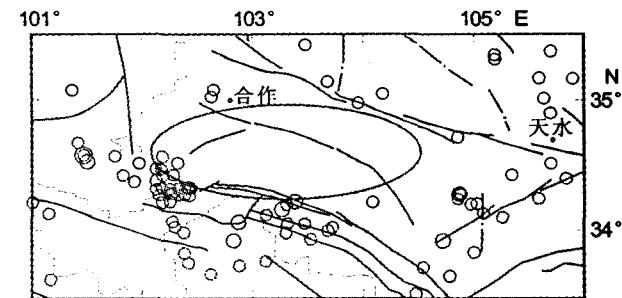


图 3 碌曲—临潭—岷县空区

Fig. 3 The seismic gap of Luqu—Lintan—Minxian.

3.2 甘川交界空区

甘川交界空区自 1997 年 4 月份以来形成,围空下限震级是 $M_L 3.6$ 。空区呈椭圆型,长轴方向 NNE,长度 205 km,短轴 102 km,围空的面积达 $16,422 \text{ km}^2$ (图 4)。迭部—白龙江断裂、光盖山—迭山北麓断裂等通过该围空区。该围空区内历史上曾多次发生过强震(例如公元 1573 年的 6.7 级和 1738 年的 5.7 级)。岷县去年和今年发生的两次 5 级地震都处于该空区的边界上,由于震级太低,不能撤消这个空区。根据经验公式估算,该空区对应的地震震级可以达到 6.2 ± 0.61 级。因此该围空区及其周缘地区在未来几年内存在发生 6 级以上地震的可能性。

3.3 甘东南地区条带

甘东南地区条带是 1985 年以来形成的,条带的下限震级是 $M_s 4.0$,内外区地震次数比为 83%。条带走向 NWW,长 390 km,宽 36 km,位于甘肃东南部地区(图 5)。根据《地震学分析预报方法程式指南》和青藏高原北部地区的条带研究结果(“十五”项目研究成果)。该地区在近几年内存在发生 6~7 级强震的可能性。

3.4 光盖山—迭山北麓断裂和迭部—白龙江断裂带上的缺震现象

表 1 甘东南及其邻区中强地震活动成组性表

组号	起始时间	终止时间	持续时 间/年	起始地震		结束地震		地震 次数	Ms5.0 以上 地震次数	最大地震	
				地点	震级/M	地点	震级/M			地点	震级/M
1	1919-08-26	1924-04-22	4.6	四川甘孜	6.25	甘肃临洮	5.8	8	3	宁夏固原	6.5
2	1930-04-28	1938-03-14	7.9	四川甘孜	6.0	四川松潘	6.0	12	4	甘肃康乐	6.7
3	1948-10-10	1953-03-01	4.5	四川松潘	5.0	四川松潘	5.3	6	2	青海班玛	6.0
4	1957-07-18	1964-05-31	6.8	甘肃定西	5.1	甘肃和政	5.0	11	2	四川松潘	6.7
5	1969-09-26	1978-02-21	8.5	四川阿坝	5.1	青海久治	5.1	18	8	四川松潘	7.2
6	1987-01-08	1991-09-20	4.6	甘肃迭部	5.8	青海共和	5.3	4	1	甘肃迭部	5.8
7	1999-09-27	?	?	青海河南	5.1	?	?	3+?	?	?	?

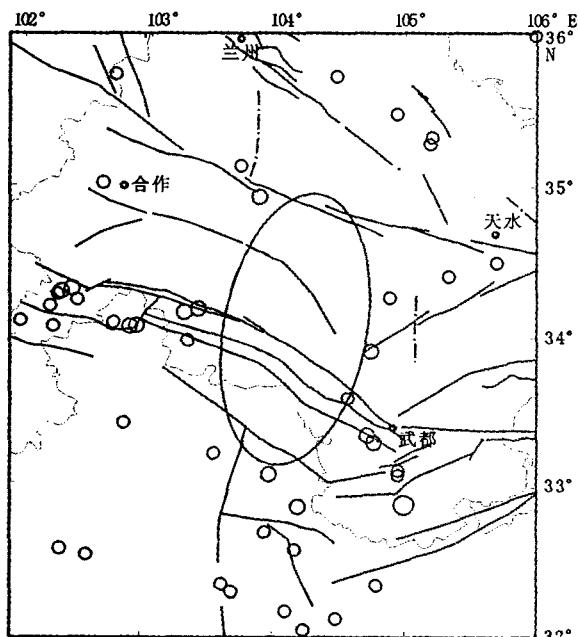


图 4 甘川交界空区

Fig. 4 The seismic gap of Gansu and Sichuan border region.

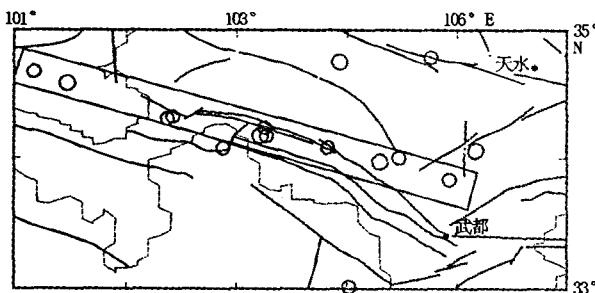


图 5 甘东南地区地震带

Fig. 5 The seismic belt in the southeast of Gansu province.

光盖山—迭山北麓断裂和迭部—白龙江断裂带都是北西西向，具有左旋兼逆断性质的活动断裂，1980 年以来中小地震特别活跃，带上共发生 $M_L 3.0$ 以上地震 123 次(到 2004 年 7 月)，平均每两个月一次。自从 2003 年 9 月 15 日 3.2 级地震后，至今已经一年时间其上再没有 3 级地震记录。这种情况近

二十几年来一共出现过 3 次，其中一次其后发生了迭部 5.8 级地震(图 6)。

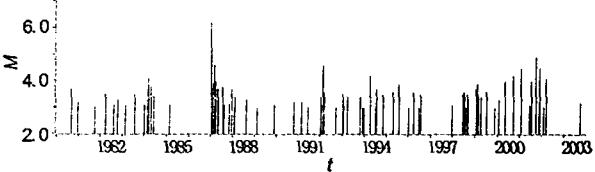
图 6 光盖山—迭山北麓和迭部—白龙江断裂带 $M-t$ 图

Fig. 6 $M-t$ diagram of the earthquakes on Guanggaishan-Dieshan fault belt and Diebu-Bailongjiang fault belt.

3.5 前兆性震群的存在

2003 年在礼县发生一个震群，震群分布半径 14 km，第一次是 6 月 6 日的 $M_L 3.0$ 地震，最后一次是 9 月 7 日 $M_L 1.4$ 级地震，最大的为 7 月 10 日 $M_L 3.9$ 地震。最大日频次达 16 次。本次震群共发生地震 61 次，其中 1 级地震 20 次；2 级地震 35 次；3 级地震 6 次，持需时间达 3 个月之久。经计算得到下列参数值： $F = 0.7547 (> 0.70)$ ； $\rho = 0.3906 (< 0.55)$ ； $k = 0.8025 (> 0.70)$ ； $h = 0.8000 (< 1.0)$ ； $b = 0.7027 (> 0.65)$ 。该震群是一个前兆性的震群，在震群出现后，2003 年 11 月 13 日和 2004 年 9 月 7 日先后在距礼县震群发生地 100 km 处的岷县发生了 $M_S 5.2$ 和 $M_S 5.0$ 地震。但这并不能说礼县震群就失去前兆意义了，因为根据以往的研究结果，一个前兆震群可以作为其后一、二年内发生在震群周围 250 km 内 $M_S 5.5$ 及其大地震的前兆。

3.6 甘宁陕地震带存在频度、C 值、D 值多项地震活动性指标异常

甘宁陕小震带地处鄂尔多斯块体西南缘，是活动断裂发育的地带，历史上曾经发生过 19 次 $M_S 5.0$ 以上地震，1920 年的海原 8 级大震就发生在这里。近些年来这里的小震特别活跃，而且还有逐渐增强的趋势，同时频度、C 值、D 值多项指标也都出现了异常。

4 结论与推论

(1) 甘东南及其邻区地处青藏块体东北缘, 地质构造复杂, 活动断裂多, 其深部环境非常有利于中强地震的发生。

(2) 甘东南及其邻区的中强地震活动呈现出活跃和平静交替出现的特征, 目前地震活动正处在第7组活动之中。该组地震活动可能还要持续一、两年, 至少还要发生一次 $M_s 5.5$ 以上的地震。

(3) 甘东南及其邻区出现的甘川交界空区、碌曲—临潭—岷县空区和甘东南地区条带表明该区可能正在孕育一个6级左右甚至震级更大的地震。

(4) 礼县前兆性震群、光盖山—迭山北麓断裂和迭部—白龙江断裂带上的缺震现象及甘宁陕地震带出现的频度、C值、D值多项地震活动性指标异常都进一步佐证了甘东南及其邻区将要发生强震的危险在逐渐加大。

(5) 因此我们认为, 甘东南地区3月4日玛曲

4.8级、8月26日礼县4.5级地震和9月7日岷县5.0级地震不是偶然的, 它们和2003年11月13日的岷县5.2级地震一样, 都属于第7组地震的组成部分, 可能是甘东南及其邻区未来发生强震的前奏曲。它们可能表明甘东南及其邻区可能正在孕育着一个6级左右乃至更大的地震。

〔参考文献〕

- [1] 国家地震局科技监测司. 地震学分析预报方法程式指南[M]. 北京: 地震出版社, 1990.
- [2] 国家地震局预测预防司. 测震学分析预报方法[M]. 北京: 地震出版社, 1999.
- [3] 陆远忠, 李胜乐, 邓志辉, 等. 基于GIS的地震分析预报系统[M]. 成都: 成都地图出版社, 2002.
- [4] 国家地震局震害防御司. 中国历史地震目录[M]. 北京: 地震出版社, 1999.
- [6] 刘小凤, 肖丽珠, 梅秀萍, 等. 祁连山地震活动带地震活动特征及序列类型[J]. 西北地震学报, 2005, 27(1): 57—60.