

藏、青、川、滇交界地区地震活动性分析

马禾青^{1,2}, 罗国富², 王 银²

(1. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081; 2. 宁夏回族自治区地震局, 宁夏 银川 750001)

摘 要:1955 年以来藏、青、川、滇交界地区 5 级以上地震活动处于平静~活跃的韵律状态, 本文详细讨论了这期间出现的 10 次完整的平静~活跃过程, 讨论了过程中所表现出的若干现象, 及其与青藏块体大范围地震活动存在的呼应关系。

关键词: 藏、青、川、滇交界地区; 地震活动; 平静期; 活跃期

中图分类号: P315.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2007)04-0357-07

Analysis of Seismicity in the Juncture Region of Tibet, Qinghai,
Sichuan and Yunnan ProvincesMA He-qing^{1,2}, LUO Guo-fu², WANG Yin²

(1. Institute of Geophysics, CEA, Beijing 10081, China;

2. Earthquake Administration of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan 750001, China)

Abstract: Since 1955, the seismicity with $M \geq 5.0$ in the juncture region of Tibet, Qinghai, Sichuan and Yunnan provinces has been in a alternate rhythm state of quietude and activity. In this paper, the 10 whole quiet-active periods are discussed. Some phenomena represented by the 10 periods, and their correlative relations with the seismicity in a large area of Tibet-Qinghai Block are discussed also.

Key words: The juncture region of Tibet, Qinghai, Sichuan and Yunnan provinces; Seismicity; Quiet period; Active period

0 引言

西藏自治区、青海省、四川省和云南省的交界地区为中国大陆地震活动的主体地区之一, 在地震构造上属青藏高原地震区, 覆盖了部分喜马拉雅山地震带、那家山—阿拉干山地震带、怒江—萨尔温江地震带、冈底斯—唐古拉山地震带、可可西里—金沙江地震带、柴达木地震带以及阿尔金—祁连山地震带^[1]。活动构造主要属青藏断块区, 包括部分羌塘断块、巴颜喀喇断块、东昆仑—柴达木断块、祁连山断块、川滇断块和滇西南断块^[2]。1955 年以来在上述区域里曾经发生过 1973 年 2 月 6 日炉霍 7.6 级、1990 年 4 月 26 日共和 7.0 级和 2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震。

1955 年以来中国大陆 5 级以上地震活动的图

像显示, 藏、青、川、滇交界地区地震活动存在着平静—活跃交替的韵律特征。本文将就这一特征开展较为详细的讨论, 并讨论活跃期地震活动与平静期存在的相关关系, 以及该特征与更大范围地震活动存在的呼应关系, 以加深对于藏、青、川、滇交界地区地震活动性的认识, 以期对今后该区域乃至更大范围地震活动趋势的判定有所裨益。

1 藏、青、川、滇交界地区 1955 年以来的地震平静—活动期划分

本文的研究区域为以藏、青、川、滇交界地区为主体的地区(图 1)。资料取自中国地震局监测预报司预报管理处整编的“中国强地震目录(CH48)”, 起始时间为 1955 年 10 月 2 日。1955 年 10 月 2 日前

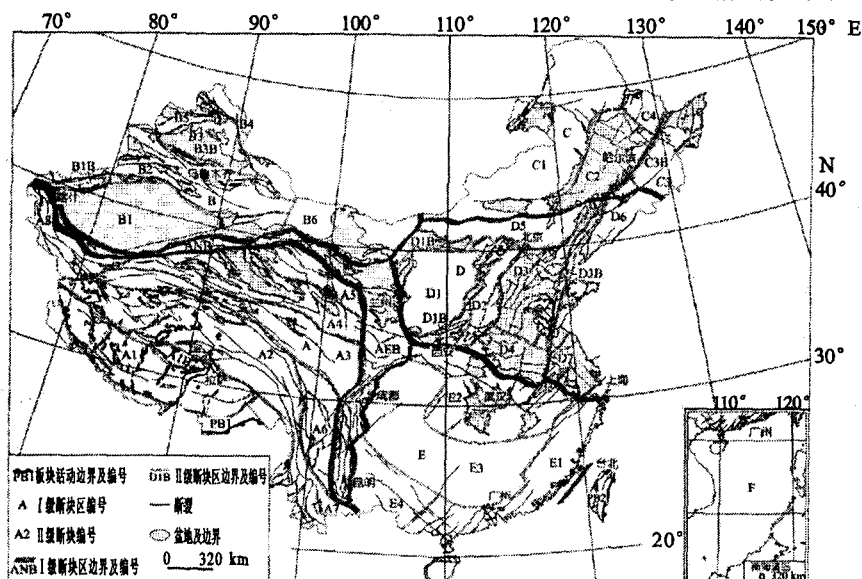
收稿日期: 2007-02-05

作者简介: 马禾青(1963—), 女(回族), 山东青州人, 正研级高级工程师, 主要从事地震预报及其相关的研究工作。

的地震活动可能由于地震目录完整性的局限得不到有意义的结果。

1955 年以来中国大陆 5 级以上地震在西藏、青

海、四川和云南交界地区出现过 10 次大面积的平静及活跃过程。所谓平静是指在一定区域中没有 5 级以上地震发生。详细情况如下：



A: 青藏断块区; A2: 羌塘断块; A3: 巴颜喀喇断块; A4: 东昆仑—柴达木断块; A5: 祁连山断块; A6: 川滇断块; A7: 滇西南断块

图 1 本文研究的主体区域(椭圆所示,底图据文献[2])

Fig. 1 The principal part of study region.

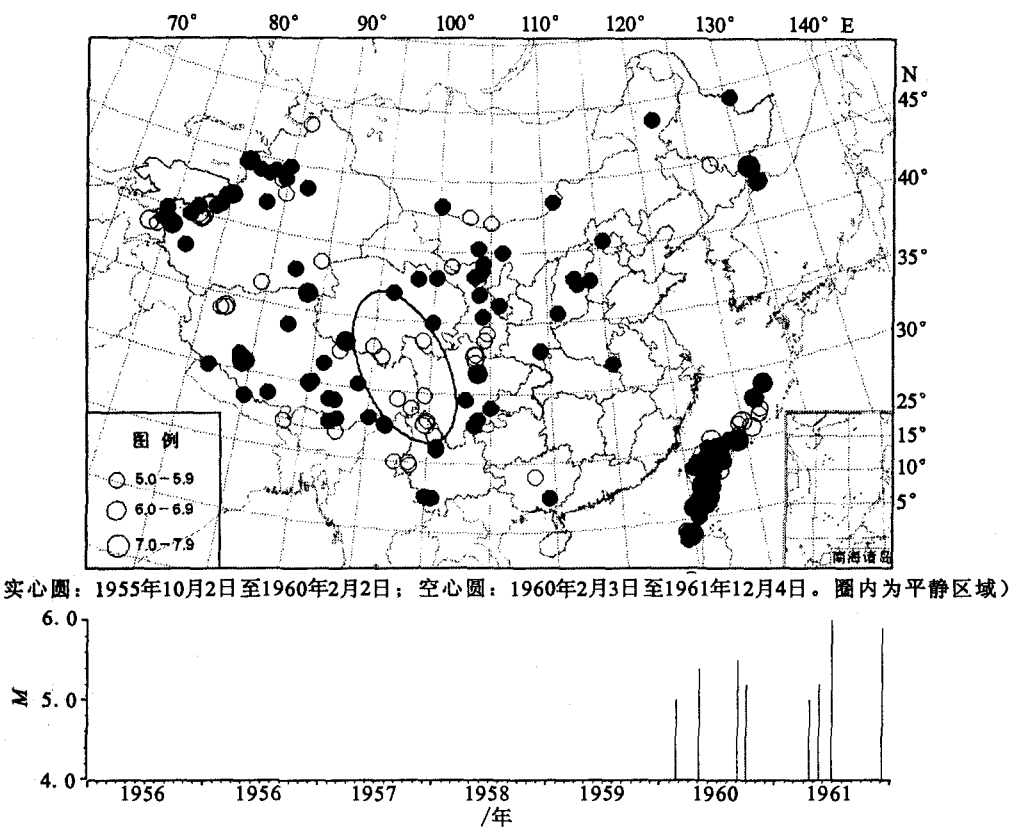


图 2 第 1 次平静—活跃期 5 级以上地震震中分布图和研究区 $M-t$ 图

Fig. 2 The epicenter distribution of $M_s \geq 5.0$ earthquakes in 1st quiet—active period and the $M-t$ figure for research region.

(1) 1955年10月2日至1961年12月4日本区出现了第1次地震平静至活跃的过程。其中1955年10月2日至1960年2月2日为地震平静;1960年2月3日至1961年12月4日的22个月间,在延续了52个月的平静区域中发生了10次5级以上地震,其中5.0~5.9级9次,6.0~6.9级1次(图2)。

(2) 1961年12月5日至1968年3月3日本区出现了第2次地震平静至活跃的过程。其中1961年12月5日至1965年6月14日地震平静;1965年6月15日至1968年3月3日的33个月间,在延续了42个月的平静区域中发生了12次5级以上地震,其中5.0~5.9级8次,6.0~6.9级4次。

(3) 1968年3月4日至1971年4月3日本区出现了第3次地震平静至活跃的过程。其中1968

年3月4日至1970年9月4日地震平静,平静区域覆盖了西藏和青海的绝大部分地区,以及四川西部、云南北部;1970年9月5日至1971年4月3日的7个月间,在延续了30个月的平静区域中发生了6次5级以上地震,其中5.0~5.9级3次,6.0~6.9级3次。

(4) 1971年4月4日至1974年11月17日本区出现了第4次地震平静至活跃的过程。其中1971年4月4日至1973年2月5日地震平静,平静区域还覆盖了云南北部及甘肃全境;1973年2月6日至1974年11月17日的21个月间,在延续了22个月的平静区域中的川滇西部和甘川交界地区发生了15次5级以上地震,其中5.0~5.9级12次,6.0~6.9级2次,7.0~7.9级1次(1973年2月6日炉霍7.6级地震)(图3)。

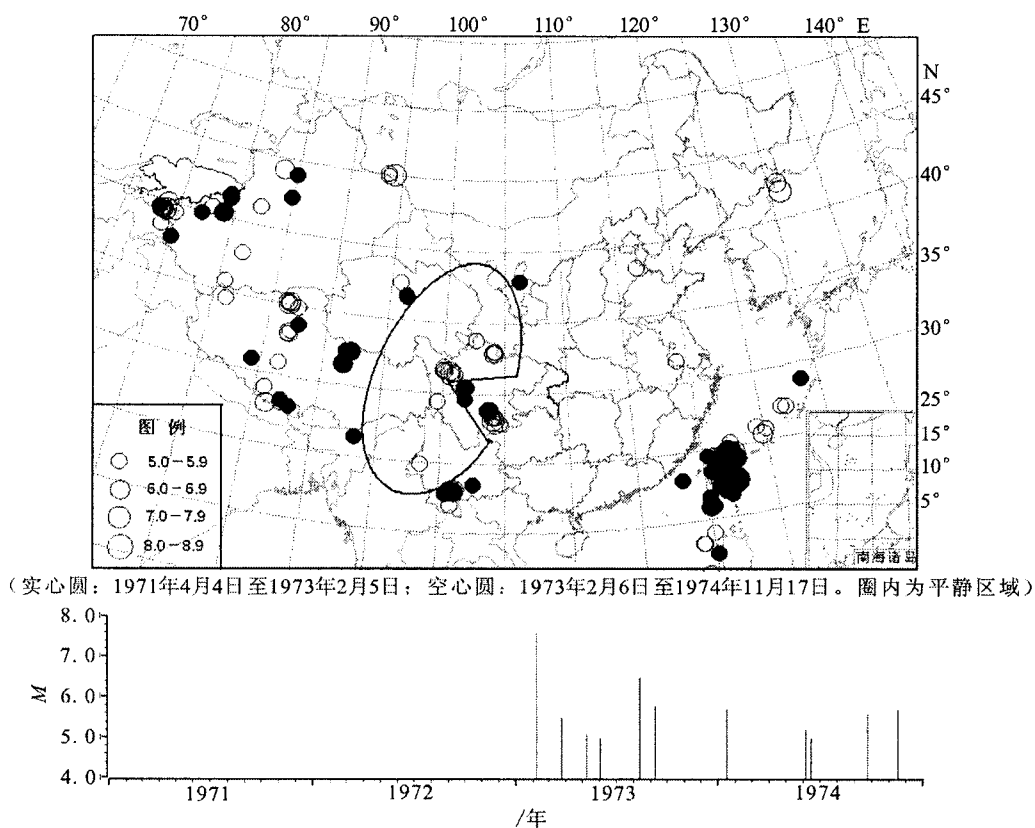


图3 第4次平静—活跃期5级以上地震震中分布图和研究区M—t图

Fig. 3 The epicenter distribution of $M_s \geq 5.0$ earthquakes in 4th quiet—active period and the M—t figure for research region.

(5) 1974年11月18日至1979年12月6日藏、青、川交界地区在炉霍地震后出现了第5次地震平静至活跃的过程。其中1974年11月18日至1977年12月15日地震平静,平静区域还覆盖了甘肃大部 and 宁夏;1977年12月16日至1979年12月

6日的24个月间,在延续了37个月的平静区域中的藏、青、川交界地区,发生了6次5级以上地震,其中5.0~5.9级5次,6.0~6.9级1次。这次平静的范围较大,持续时间较长,但发生的地震无论从数量还是强度上均较弱,应与1973年2月6日炉霍

7.6级地震的影响有关。

(6) 1979年12月7日至1982年6月16日本区出现了第6次地震平静至活跃的过程。其中1979年12月7日至1981年1月23日本区及甘肃大部乃至大华北地震平静;1981年1月24日至1982年6月16日的17个月间,在延续了14个月的平静区域中发生了11次5级以上地震,其中5.0~5.9级8次,6.0~6.9级3次。这次平静的范围巨大,但持续时间较短。

(7) 1982年6月17日至1990年6月2日藏、

青、川交界地区出现了第7次地震平静至活跃的过程。其中1982年6月17日至1988年1月24日地震平静;1988年1月25日至1990年6月2日的28个月间,在延续了67个月的平静区域中的青海、四川及甘青交界地区发生了18次5级以上地震,其中5.0~5.9级12次,6.0~6.9级5次,7.0~7.9级1次(1990年6月26日共和7.0级地震),至此本区1950年以来历时最长的一次地震平静至活跃的过程结束(图4)。

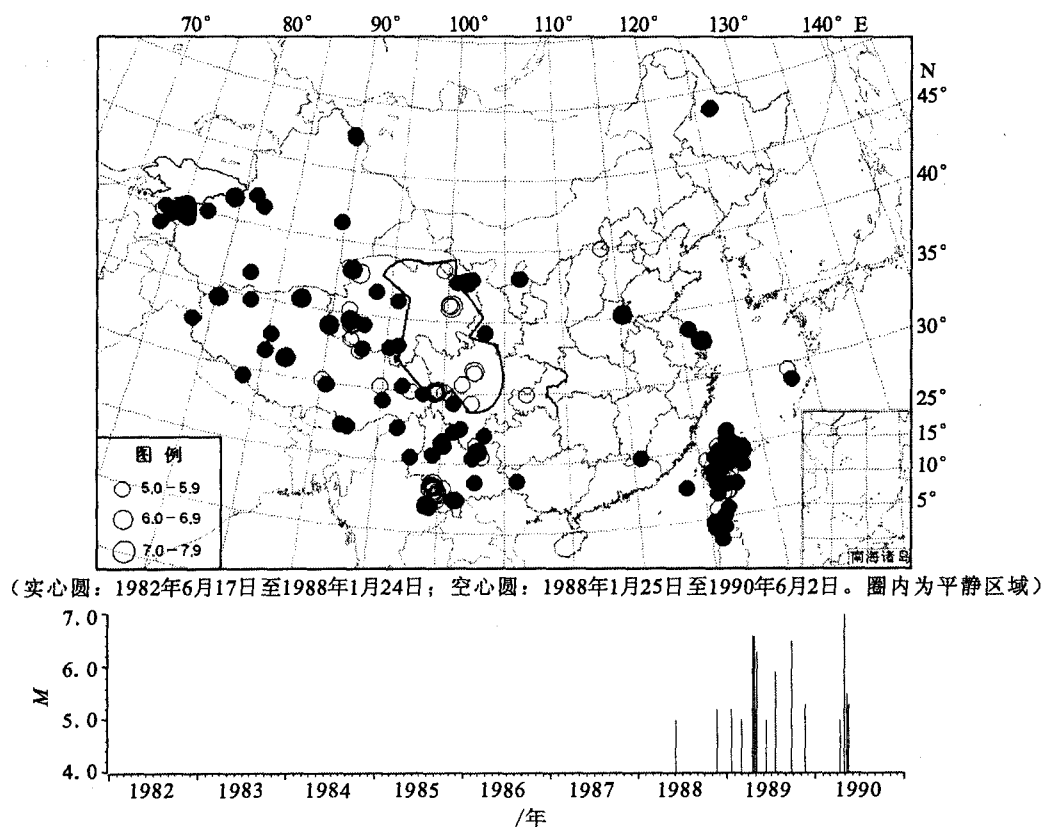


图4 第7次平静—活跃期5级以上地震震中分布图和研究区 $M-t$ 图

Fig. 4 The epicenter distribution of $M_s \geq 5.0$ earthquakes in 7th quiet—active period and the $M-t$ figure for research region.

(8) 1990年6月3日至1993年5月24日本区在共和地震后出现了第8次地震平静至活跃的过程。其中1990年6月3日至1992年2月5日地震平静;1992年2月6日至1993年5月24日的16个月间,在延续了20个月的平静区域中的西藏中东部,青、川交界地区发生了8次5级以上地震,其中5.0~5.9级5次,6.0~6.9级3次。

(9) 1993年5月25日至1997年8月9日藏、青、川交界地区出现了第9次地震平静至活跃的过程。其中1993年5月25日至1995年12月17日

地震平静;1995年12月18日至1997年8月9日的20个月间,在延续了31个月的平静区域中发生了8次5级以上地震,其中5.0~5.9级7次,6.0~6.9级1次。

(10) 1997年8月10日至2003年5月21日本区出现了迄今为止的最后一次完整的地震平静至活跃的过程。其中1997年8月10日至1999年5月29日地震平静,平静范围覆盖了西藏东部、青海全境和四川大部,还覆盖了甘肃和宁夏全境;1999年5月30日至2003年5月21日的48个月间,在延续

了 22 个月的大范围平静区域中的藏、青、川、甘,发生了数 10 次 5 级以上地震,其中 5.0~5.9 级 41 次,6.0~6.9 级 3 次,8.0~8.9 级 1 次(2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震)(图 5)。

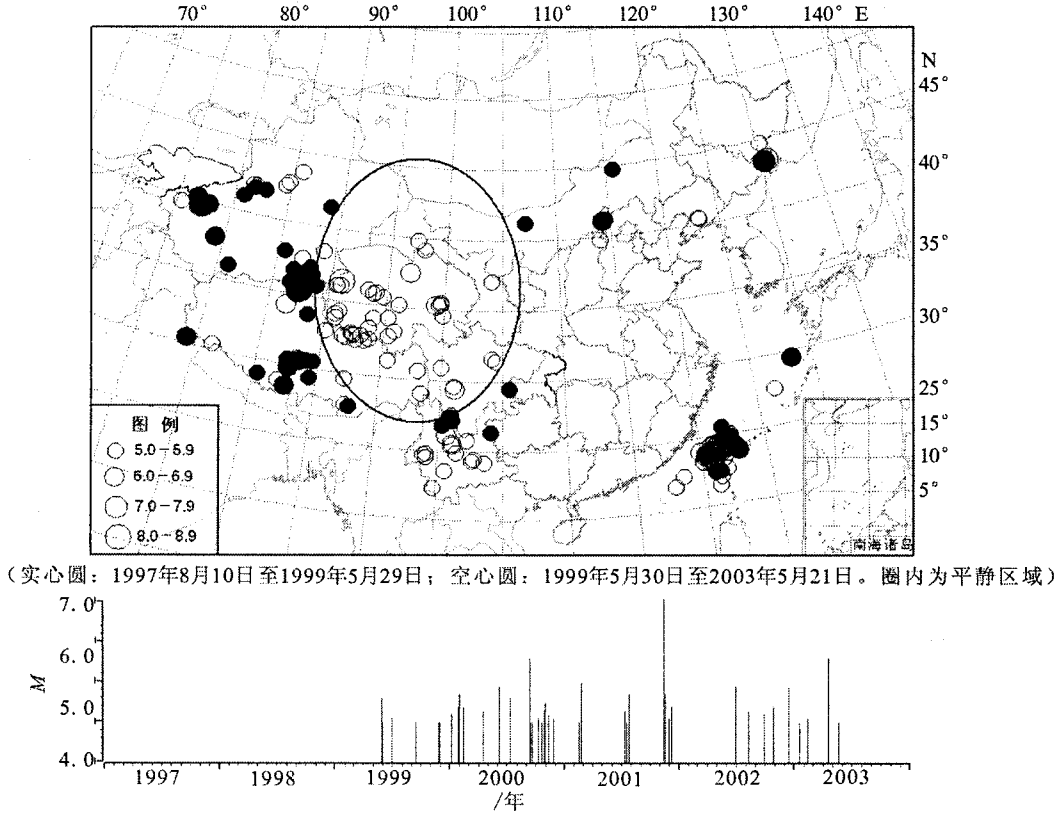


图 5 第 10 次平静—活跃期 5 级以上地震震中分布图和研究区 $M-t$ 图
Fig. 5 The epicenter distribution of $M_s \geq 5.0$ earthquakes in 10th quiet—active period and the $M-t$ figure for research region.

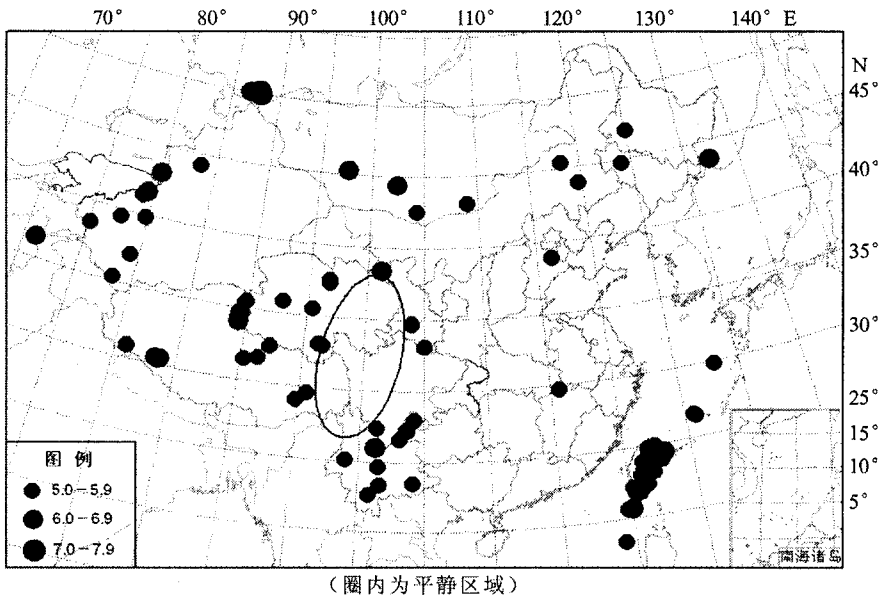


图 6 2003 年 5 月 22 日至 2006 年 12 月 31 日全国 5 级以上地震震中分布图
Fig. 6 The epicenter distribution of $M_s \geq 5.0$ earthquakes from May 22, 2003 to Dec. 31, 2006 in China.

(11) 2003年5月22日至2006年7月17日藏、青、川、滇交界地区地震平静,平静区域还覆盖了四川大部。2006年7月18日后,在延续了38个月的平静区域中的青海开始填充地震,至分析资料截至时的2006年7月31日,已发生了2次5.0~5.9

级地震(图6)。

2 结论与讨论

藏、青、川、滇交界地区的地震平静及活跃的具体情况汇总于表1中。

表1 地震活跃与平静期一览表

序号	时间段	平静区域	平静时段 (起止时间)	活跃时段 (起止时间)	活跃区域	发生地震
1	1955-10-02 -1961-12-04	藏、青、川、滇交界	52个月(1955-10-02 -1960-02-02)	22个月(1960-02-03 -1961-12-04)	藏、青、川、滇交界	共10次,其中5.0-5.9级9次、 6.0-6.9级1次。
2	1961-12-05 -1968-03-03	藏、青、川、 滇交界	42个月(1961-12-05 -1965-06-14)	33个月(1965-06-15 -1968-03-03)	藏、青、川、滇交界	共12次,其中5.0-5.9级8次、 6.0-6.9级4次
3	1968-03-04 -1971-04-03	藏、青大部, 川西、滇北	30个月(1968-03-04 -1970-09-04)	7个月(1970-09-05 -1971-04-03)	藏、青、川、滇交界	共6次,其中5.0-5.9级3次、 6.0-6.9级3次
4	1971-04-04 -1974-11-17	藏、青、川交界, 云南北部、甘肃全境	22个月(1971-04-04 -1973-02-05)	21个月(1973-02-06 -1974-11-17)	川滇西部、甘川交界	共15次,其中5.0-5.9级12次、 6.0-6.9级2次、7.0-7.9级1次
5	1974-11-18 -1979-12-06	藏、青、川交界, 甘肃大部、宁夏	37个月(1974-11-18 -1977-12-15)	24个月(1977-12-16 -1979-12-06)	藏、青、川交界	共6次,其中5.0-5.9级5次、 6.0-6.9级1次
6	1979-12-07 -1982-06-16	藏、青、川、滇交界, 甘肃大部、大华北	14个月(1979-12-07 -1981-01-23)	17个月(1981-01-24 -1982-06-16)	藏、青、川交界, 宁夏、华北	共11次,其中5.0-5.9级8次、 6.0-6.9级3次
7	1982-06-17 -1990-06-02	藏、青、川交界	67个月(1982-06-17 -1988-01-24)	28个月(1988-01-25 -1990-06-02)	川、青、甘青交界	共18次,其中5.0-5.9级12次、 6.0-6.9级5次、7.0-7.9级1次
8	1990-06-03 -1993-05-24	西藏中东部, 青、川、滇	20个月(1990-06-03 -1992-02-05)	16个月(1992-02-06 -1993-05-24)	西藏中东部, 青、川交界	共8次,其中5.0-5.9级5次、 6.0-6.9级3次
9	1993-05-25 -1997-08-09	藏、青、川交界	31个月(1993-05-25 -1995-12-17)	20个月(1995-12-18 -1997-08-09)	藏、青、川交界	共8次,其中5.0-5.9级7次、 6.0-6.9级1次。
10	1997-08-10 -2003-05-21	藏东,青海全境, 四川大部,甘、宁全境	22个月(1997-08-10 -1999-05-29)	48个月(1999-05-30 -2003-05-21)	藏、青、川、甘	共45次,其中5.0-5.9级41次、 6.0-6.9级3次、8.0-8.9级1次
11	2003-05-22-?	藏、青、滇交界, 四川大部	43个月(2003-05-22 -2006-12-31)	2006-07-18-		

由以上对藏、青、川、滇交界地区1955年以来出现的10次地震平静及活跃过程的分析可得如下几点认识:

(1) 本区1955年以来出现的10次地震平静及活跃的过程在时间上是连续交替出现的,不存在地震的“死平静”或长期活跃。只有在地震活跃时本区才会有5级以上地震活动。

(2) 地震的平静区域以藏、青、川、滇交界地区为主,但范围常常会扩大,还覆盖过西藏大部,青海全境,四川大部,云南北部,甘肃全境,宁夏,大华北地区等。有时平静范围较小,仅包括范围藏、青、川交界地区,但这种情况出现得较少,只有2次(第5、7次)。

(3) 地震平静的时段最长67个月,短至14个月,平均33.7个月。

(4) 地震活跃的时段最长48个月,短至7个月,平均23.6个月。活跃时段一般短于平静时段,只有2次超过平静时段。

(5) 地震活跃的区域一般只覆盖部分的平静区

域,7级以上强震均发生在平静区域的边缘。

(6) 活跃期地震的强度与平静期的范围及持续时间似有一定关系。如炉霍7.6级地震前地震平静的范围较突出,时段不很突出;震后地震的平静时段延续较长,达37个月,平静范围也较大,覆盖至甘肃大部。由此推断炉霍7.6级地震对藏、青、川、滇交界地区的影响主要表现在震后。共和7.0级地震前平静的时段很长,为67个月,是平静时段中最长的一次;平静范围不很突出,并且在不同时段表现出了一定的变化。最后在平静范围出现明显收缩后发生了共和7.0级地震。共和7.0级地震前本区地震平静在时间上表现得最为突出。昆仑山口西8.1级地震前平静的时段为22个月,为历次平静时段中较短的一次,但平静的范围很大,覆盖了青海全境、四川大部、甘肃和宁夏全境,表现得非常突出。

(7) 平静期的范围及持续时间与活跃期地震的强度还表现出复杂性。1955年10月2日至1960年2月2日和1961年12月5日至1965年6月14日的较长时间平静后,没有发生7级以上强震;1968

年3月4日至1970年9月4日、1979年12月7日至1981年1月23日和1990年6月3日至1992年2月5日的大范围平静后发生地震的强度也没有超过7。表明藏、青、川、滇交界地区地震平静的范围及持续时间不是影响活跃期地震强度唯一因素。

(8) 本区还考虑了1955年以来藏、青、川、滇交界地区所出现的地震平静—活跃现象与更大范围地震活动的对应关系。对比青藏块体所发生的中强以上地震,可以得到2003年5月21日前青藏块体中强以上地震在本区的地震活跃期的发生频度要高于地震平静期。5级以上地震的年均频次为15.5次,平静期的年均频次为14.3次,活跃期的年均频次为17.1次,高于平静期的年均频次。同时6和7级以上地震也存在类似的现象:6级以上地震的年均频次为2.8次,平静期的年均频次为2.3次,活跃期的年均频次为3.4次;7级以上地震的年均频次为0.36次,平静期的年均频次为0.28次,活跃期的年均频次为0.46次。从以上分析可以得到,青藏块体与藏、青、川、滇交界地区的地震活动存在一定的关联,其中强以上地震在藏、青、川、滇交界地区地震活跃期更为活跃。

(9) 2003年5月22日以后本区出现的平静范围适中,已持续了43个月,超过平均持续时间。尽管平静区内未来地震活动态势尚不很明朗,但根据本文以上的工作,可以认为未来在平静区中应有数次5级以上地震活动,但强度超过7的可能性不大。

(10) 前人的工作表明,7级大震前会出现中强地震的密集发生现象^[3],并且中国大陆5级以上地震在近源区会出现相继发生的特征^[4],从一定程度上印证了本文的工作,即本文讨论的7级以上地震均发生在5级以上地震活跃期内,在活跃期内5级以上地震存在相继发生现象。

[参考文献]

- [1] 胡聿贤主编. 地震安全性评价技术教程[M]. 北京:地震出版社. 1999:65-67.
- [2] 邓启东,张培震,冉永康,等. 中国活动构造基本特征[J]. 中国科学D辑. 2002,32(12):54-64,91.
- [3] 周建. 云南7级大震前的中强地震密集现象研究[J]. 西北地震学报. 2003,25(4):338-343.
- [4] 任雪梅,马禾青,陈春梅. 2000年以来中国大陆5级以上地震近源区的相继发震特征与预测[J]. 西北地震学报. 2005,27(3):251-254.