

论甘青川地震块体及其地震活动特征

阎志德 郭履灿

(国家地震局地球物理研究所,北京)

一、引言

近二十年来,板块构造的研究中反映出板块边界与大地震的活动有着密切的联系,揭示了地震发生的某些规律性,明显地表现于海洋和大陆边缘。随着研究的深入,各地学者陆续把板块划分的更细一些,涉及到大陆内部一些板块边界的划分,即属于次级板块^[1]或孕育中的分离板块边界^[2]。我们曾讨论过大陆内部次级板块边界地震活动的特征,并提出划分次级板块边界的补充判据^[3]。大陆内部众多的次级板块往往是地震块体。

地震活动在空间分布上的特征,有其地震活动的空区,地震活动的条带性,地震活动的网格性,以及人们又注意到的地震活动的块体性特征。本文论述了甘、青、川地域的一些六级以上强地震活动的特征,分析了强地震活动在空间分布上的块体性,构成了地震块体,结合地质构造背景,标出了“甘青川地震块体”。注意到强地震基本展布在地震块体的边缘及边角,研究了块体边缘地震活动的迁移性,和不同时期块体两边呼应而交替发生的地震活动特征。指出地震块体的稳定性,是以周围边缘强地震活动予以调整的,从而论及了甘青川地震块体周围边缘地震的危险性。

二、甘青川地震块体的划分问题

1974年郭增建同志把我国地壳划分为9个巨块,以七级以上大地震的分布和大地震极震区的方向,以及大断裂延伸的方向和由地震波得到的震源错动方向为依据,划出青藏高原复杂巨块又分南、北两块。青藏高原复杂巨块北块就是我们论及的地震块体。

该块体的西北边缘,也是青藏高原的西北边缘,西起1924年新疆民丰东两次7.3级大地震震中,东至1932年甘肃昌马7.5级大地震,包含了北东东向阿尔金山断裂带从新疆民丰到甘肃昌马的西段,在该边界阿尔金山断裂带附近,除新疆民丰和甘肃昌马三次7级以上大地震外,1933年新疆若羌西南6.8级地震,1951年甘肃肃北东6级地震,1966年新疆阿其克库勒湖6级地震,及1977年新疆青海交界的6.4级地震,均发生在该边界和阿尔金山断裂上和附近。

该块体的东北边缘,西起1932年昌马地震,东至1920年海源大地震,边界通过1920年海源和1927年古浪两次8级以上巨大地震的极震区,及1932年昌马和1954年山丹两次7级以上大地震极震区边缘,四次7级以上大地震极震区方向与块体边界走向完全一致,也与西连阿

本文1982年2月3日收到。

尔金山断裂和东至秦岭的祁连山断裂走向相同，其中有 1785 年玉门 6 级地震，1832 年昌马 6.5 级地震，1930 年和 1941 年青海哈拉湖 6.5 级和 6 级地震，均发生在块体边界和祁连山断裂及附近断裂上。

该块体的东南边界，以海源大地震的极震区向南偏西方向通过 1654 年天水和 1879 年武都以及 1933 年四川茂汶等三次 7.5 级大地震的极震区，亦通过 1976 年松潘平武两次 7.2 级大地震震中，再向南与 1955 年康定 7.5 级大地震震中连接。该段边界与龙门山断裂带吻合，也是“华东南-印尼板块”的边界^[1]，处于中国中部地震带部位，所以龙门山断裂及其附近历史上发生有若干次 6 级以上强地震，至今仍是强地震强烈活动的地段。

该块体西南边界，以鲜水河断裂带为界，通过 1786 年康定和 1923 年与 1973 年炉霍三次 7 级以上大地震极震区，再向西北延伸通过 1947 年青海达日 7.8 级大地震震中，与 1937 年及 1963 年青海阿兰湖两次 7 级以上大地震震中连接。从地震资料看，鲜水河断裂带强震活动主要分布在南端和中段，其中甘孜至康定段，是川西构造运动最强烈的地区，地震重复率特别高，强度大。6 级以上强地震基本沿鲜水河断裂带状分布，构成块体明显的边界。

该块体西部边界，以 1937 和 1963 年青海阿兰湖两次 7 级以上大地震震中为拐点，延伸至新疆民丰两次 7.3 级大地震震中连接，以鲜水河断裂向西延伸段和昆仑山北缘为界。虽然该段地域由于历史记录资料遗漏，但是以 1952、1959、1962、1966 四次 6 级地震为标志，均发生在该段边界两侧。

我们把地震活动的特征结合地质标志，在划分全球板块构造根据的基础上，提出了划分次级板块边界的补充判据^[1]，依据这些补充判据综合分析，划分和标出了“甘青川发震块体”，面积约 87 万平方公里（见图 1）。

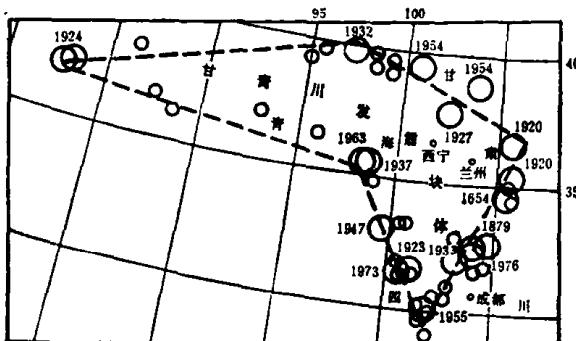


图 1 甘青川发震块体及其周围边缘 6 级以上强地震和 7 级以上大地震分布

三、甘青川发震块体周围边缘地震活动特征

图 1 给出历史上及近期在甘青川这一块体周围边缘 6 级以上强地震和 7 级以上大地震的分布。本地域内 7 级以上大地震近 20 次均很好的展布在这一块体的边缘及边角处；6 级以上强地震，除 1929、1930、1938 年三次分布在块体中心地域外，也均分布在这这一块体边缘及边角处。

1. 地震的呼应和交替现象 分期研究块体周围边缘 6 级以上强地震的活动，从 1919 年起大致可以区分出 9 个历史时期，它们分别是：1919—1923 年，1924—1930 年，1932—1935

年，1936—1937 年，1938—1941 年，1947—1952 年，1954—1955 年，1958—1966 年，1967—1976 年。我们分别检索出这 9 个时期 6 级以上强地震活动的分布，显而可见，每个时期地震均发生在这一块体的两边，彼此呼应，并且随着历史时期，每两边吸应而交替发生。以近期 1958—1966 年和 1967—1976 年这两个时期为例，1958—1966 年期间，六次 6 级以上地震均在块体东南边界和西部边界呼应发生。1967—1976 年期间，九次 6 级以上地震又交替在块体东南边界和西南边界呼应发生。其他几个历史时期也是这样，考察 1919 年以前追溯到 1654 年，也可区分出三个时期，地震的发生具有同样现象，只不过时间尺度大了些。

2. 地震活动的方向与迁移性 (1) 块体西北边界与阿尔金山断裂带附近，我们不仅注意到 1924 年新疆民丰两次 7 级以上大地震发生后，1932 年在阿尔金山断裂另一端与祁连山断裂交汇的甘肃昌马发生了 7.5 级大地震，沿阿尔金山断裂北东东向地震活动；也有另一组地震表现出明显的线性迁移，即是 1933 年新疆若羌西南 6.8 级地震起，接着 1935 年青海苏干湖 5.5 级地震，到 1951—1952 年甘肃肃北附近三次 5.5—6 级地震；因为块体西北边界与阿尔金山断裂带附近，在中国西部地区相对说来地震活动频度不高，所以我们也注意到 1966—1979 年一组震级略小的地震群，以 1966 年新疆阿其克库勒湖 6 级地震开始，沿断裂和边界方向及其附近迁移。(2) 块体东北边界、祁连山断裂带附近，以 1920 年海源 8.5 级地震开始，1927 年古浪 8 级地震，1930 年青海哈拉湖 6.5 级地震，至 1932 年 7.5 级昌马地震沿祁连山断裂方向迁移活动。(3) 块体东南边界、龙门山断裂附近，自海源大地震之后，紧接着相继发生泾源 7 级和静宁 6.3 级地震，有明显的迁移方向；同时考察在此之前的历史上，1622 年宁夏固原北发生 7 级地震之后，1654 年天水 7.5 级地震，1657 年四川汶川 6 级地震，1713 年四川迭溪 6.5 级地震，随着时间沿块体边界和龙门山断裂方向，线性迁移异常明显；在近代地震的活动上，由于该地域地震活动频度高，如果注意震级偏小的弱震活动，迁移特征更为明显。(4) 块体西南边界、鲜水河断裂带附近，1963 年青海阿兰湖 7 级地震之后，震中迁至鲜水河断裂，于 1967 年在炉霍发生 6.8 级地震，随后 1971 年青海都兰 6.8 级地震，接着 1973 年 7.9 级炉霍地震，1975 年康定南 6.2 级地震，顺次迁移。(5) 块体西部边界、昆仑山边缘，这段地域内由于记录台站布设较少，弱小地震没有充分得到观测，无法在较小震级范围内得到验证，但从近代记录的几次强地震的活动上，也能看出由于构造背景的控制，地震活动有其迁移性。1959 年西藏哈拉木伦山口东 6 级地震之后，1962 年青海霍布逊湖发生 6.8 级地震，其后就是 1963 年青海阿兰湖 7 级地震，又有 1966 年新疆阿其克库勒西 6 级地震到 1971 年青海都兰 6.8 级地震，在块体西部边界和昆仑山边缘相继发生。

四、甘青川发展块体地震的危险性及其讨论

通过对甘青川发展块体地震活动特征的分析，初步认为甘、青、川地域的强地震活动受着这一发震块体的控制。块体周围边缘每两边地震发生的呼应交替现象，表明块体的稳定性以呼应交替发生的强地震来调整；块体边界地震活动的迁移性，说明该边界地震的空间分布又与

表 1 连续两次 6 级以上地震时间间隔的频数

地震次数 时间	月		年			
	3	5—9	1—2	3—4	5—6	10 以上
n	5	8	17	7	4	9

表2 近期甘青川发展块体周围边缘6级以上地震目录

时期区分	地震时间	$\varphi(N)$	$\lambda(E)$	M	地 区
1	1919.5.29	31.5	100.5	6.3	四川炉霍
	1919.8.26	32.0	100.0	6.3	甘孜
	1920.12.16	36.5	105.7	8.5	宁夏海原
	1920.12.25	35.6	106.3	7	泾源
	1923.3.24	31.3	100.8	7.3	四川炉霍
	1923.6.14	31.0	101.0	6.5	道孚
2	1924.7.3	36.8	83.8	7.3	新疆民丰东
	7.12	37.1	83.6	7.3	民丰东
	1927.5.23	37.6	102.6	8	甘肃古浪
	1930.7.14	38.1	98.2	6.5	青海哈拉湖
3	1932.3.6	30.1	101.8	6	四川康定
	1932.12.25	39.7	97.0	7.5	甘肃昌马
	1933.8.25	32.0	103.7	7.5	四川茂汶
	1933.9.26	38.3	86.9	6.8	新疆若羌
	1935.4.28	29.4	102.3	6	四川泸定石棉
4	1936.8.1	34.4	105.8	6	甘肃天水南
	1937.1.7	35.5	97.6	7.5	青海都兰
5	1938.3.14	32.3	103.6	6	四川松潘
	1941.4.19	39.1	97.0	6	青海哈拉湖
	1941.6.12	30.1	102.5	6	四川泸定
	1941.10.8	32.1	103.3	6	黑水-松潘
6	1947.3.17	33.3	99.5	7.8	青海达日
	1952.9.30	28.4	102.2	6.5	四川冕宁
	1952.10.6	37.1	93.2	6	青海乌图美仁
7	1954.2.11	39.0	101.3	7.3	甘肃山丹
	1954.7.31	38.8	104.2	7	民勤
	1955.4.14	30.0	101.8	7.5	四川康定
8	1958.2.8	31.5	104.0	6.2	茂汶
	1959.11.11	36.2	88.7	6	西藏哈拉木伦山口附近
	1960.11.9	32°47'	103°40'	6.8	四川松潘
	1962.5.21	37.1	96.0	6.8	青海囊布逊湖
	1963.4.19	35.5	97.6	7	阿兰湖
	1966.10.14	36.8	87.5	6	新疆阿克库勒
9	1967.8.30	31°37'	100°20'	6.8	四川炉霍
	1970.2.24	30°26'	103°12'	6.2	邛崃
	1971.3.24	35°27'	98°00	6.8	青海都兰
	1973.2.6	31.4	100.6	7.9	四川炉霍
	1973.8.11	32°53'	104°00	6.5	南坪
	1975.1.15	29°27'	101°50'	6.2	康定南
	1976.8.16	32.7	104.2	7.2	松潘
	8.22	32.7	104.2	6.7	松潘
	8.23	32.5	104.2	7.2	松潘

该边界的断裂构造密切相关。由于块体各边界地质构造断裂的差异，边界附近及边角处仍然是未来强地震活动的部位。

表 1 给出甘青川发震块体周围连续两次 6 级以上地震发生的时间间隔频数统计。1919 年以前由于历史记录及地震台网缺乏，块体西部 6 级地震可能漏记，从表 1 统计可以看出，6 级以上两次地震发震的时间间隔，其中 17 次地震在 1—2 年之中，为其优势的发展时间；结合考虑对比历史上区分的不同时期地震活动的图象，在未来时间里，块体的东南边界附近，块体的西北边界与阿尔金山断裂附近，以及块体的西南边界附近，是再次发生 6 级或 6 级以上强地震最可能的区域。

表 2 给出近期甘青川发震块体周围边缘 6 级以上地震目录，在时间序列上区分了 9 个时期，每个时期地震均呼应发生在块体两边，而且随着历史时期又在块体两边交替出现，是较为明显的。

参 考 文 献

- [1] 阎志德、郭履灿，地震研究，3 (1980)，2：1—10。
- [2] 高名修，国际地震动态，1981，9：5—6。
- [3] 中国科学院地球物理研究所，中国大地震简目，1976。
- [4] 中国科学院地质研究所，中国大地构造纲要，科学出版社，1959。