

短 文

南天山东西二段地震活动的关联性 及其在地震预报中的意义

苏乃秦

(新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:采用可定量描述地震活动强弱程度的“地震活动度”方法,研究了新疆南天山东西二段的地震活动特征.发现地震活动自西向东迁移,强度逐渐衰减,东段的地震活动比西段滞后 1 年左右.进一步分析认为,由于印度洋板块向北挤压,使帕米尔地区成为应力高度集中区,这是南天山地震活动的动力来源.

关键词:新疆; 南天山; 地震活动特征; 地震活动度; 动力来源

中图分类号: P315.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000—0844(2001)03—0305—03

0 引言

同一构造带中相邻区段的地震活动往往具有某种关联性.对这一特征的揭示,有利于地震的分析预报研究.根据这一特征可以追溯地震活动的动力来源和应力传递方向,有助于地震动力学研究.作者根据多年在新疆从事地震分析预报工作的实践,研究了南天山东西二段地震活动的关联性,探讨了该地区地震活动的动力来源.所得结果可作为该地区地震分析预报的参考依据.

1 思路及方法

众所周知,地震震级相差 1 级,能量相差 31 倍,因此在研究地震活动性强弱程度时,若只考虑地震频度(N 或 $M-T$ 图)或只考虑地震震级(能量),均有一定的片面性,必须综合考虑表征地震活动程度的各项参数.为此,选用同时考虑了地震频度 N 、平均震级 $\bar{m}$ 、最大震级 M 和地震空间分布密度 d 4 项参数的“地震活动度” S 值^[1],来定量描述地震活动性强弱程度. S 值的计算公式如下:

$$S = \frac{1}{4} \left\{ W(N) \beta \lg(N+1) + W(\epsilon) \frac{a}{b} \lg \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{bM_i} + W(M) aM + \frac{1}{2} W(d) 10^{-kd} (1+R) \right\}$$

式中: $W(N)$ 、 $W(\epsilon)$ 、 $W(M)$ 和 $W(d)$ 分别为 N 、 $\bar{m}$ 、 M 和 d 的权因子; β 是频度参数; a 和 b 是 Gutenberg 公式 $\lg E_i = a + bM_i$ 中的系数; R 是表示空间分布记忆效应的参数.在实际应用中作者对所发现的 $N=1$ 时的计算偏差已作了修正.

考虑到地震构造的分布及其相对完整性,南天山西段的范围取 $39^\circ \sim 42.1^\circ \text{N}$, $76^\circ \sim 80^\circ \text{E}$,包括了整个柯坪断裂及其南北二侧的活动断裂带;南天山东段的范围取 $40^\circ \sim 42.5^\circ \text{N}$, $80^\circ \sim 86.5^\circ \text{E}$,包括了秋里塔格断裂带和北轮台断裂带(图 1).

由于新疆地震台网组建于 1970 年,故选用新疆地区 1970~1999 年的地震资料,震级下限取 $M_{\text{s}}2.0$,可保证地震资料基本上完整可靠.

2 计算结果

根据地震资料计算的 1970~1999 年南天山东西二段的地震活动度 S 值及各段每年发生的最大地震震级 M 见表 1.根据表 1 中数值作出 1970~1999 年南天山东西二段 S 值时序曲线,见图 2.

3 南天山东西二段地震活动特征、关联性 & 动力来源分析

分析表 1 中数据及时序曲线图可以发现,南天山东西二段的地震活动存在如下特征:

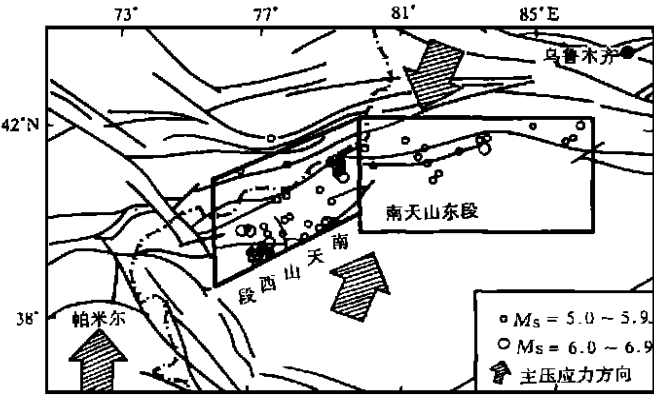


图 1 南天山地震构造、 $M_s \geq 5.0$ 地震分布 (1970~1999) 和主压应力方向

Fig. 1 Seismic structures, $M_s \geq 5.0$ earthquakes from 1970 to 1999 and main compressional stress of southern Tianshan region.

S 值在均值线以上, 在 14 年中有 9 年发生了 5~6 级地震。东段 1970~1979 年 S 值呈起伏式变化, 多在均值线之上, 在 10 年中有 7 年发生了 5 级以上地震; 1980~1986 年 S 值变化平稳, 均在均值线之下, 在 7 年中没有 5 级以上地震发生, 其中有 6 年发生了 4 级地震, 1 年仅发生过 3 级地震; 1987~1999 年 S 值又呈起伏式变化, 一半以上的 S 值在均值线之上, 在 13 年中有 6 年发生了 5 级地震, 有 4 年发生过 4 级地震, 其余 3 年仅有 3 级地震发生。

表 1 1970~1999 年南天山东西二段的地震活动度 S 值及年最大震级

时间	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
西段 S	4.90	5.53	5.49	4.55	4.84	4.79	4.66	5.08	4.60	4.17	4.27	4.28	4.29	4.28	4.19
东段 S	3.95	4.00	5.00	4.65	4.19	4.30	4.87	4.69	4.84	5.02	4.05	4.11	4.10	4.08	4.16
西段 M	5.9	6.1	6.2	4.6	5.5	5.3	5.2	6.2	5.5	4.6	5.3	4.8	4.9	4.3	4.5
东段 M	5.0	4.5	5.6	5.1	4.6	4.6	5.8	5.4	5.5	6.0	4.2	4.1	4.5	3.4	4.2
时间	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
西段 S	3.96	4.72	5.31	4.13	4.38	4.30	5.34	4.15	3.99	4.52	4.29	5.54	6.06	5.94	5.02
东段 S	4.08	3.84	4.94	4.44	4.00	3.86	3.85	3.57	4.47	3.81	4.42	3.91	3.53	4.69	4.79
西段 M	4.2	5.4	6.4	4.3	5.0	4.7	6.5	4.8	4.2	5.2	4.6	6.7	6.4	6.4	5.3
东段 M	4.0	4.7	5.9	5.2	4.0	3.8	4.8	4.0	5.7	4.0	5.1	3.9	3.8	5.4	5.7

(3) 西段在 1969 年曾发生过 6.5 级地震, 1969 年以前的 5 年中只有 4~5 级地震发生, 因而西段的地震活动高潮可从 1969 年起算; 而东段在 1970 年以前的 5 年中有 4 年仅发生过 4 级地震, 只有 1967 年有 5 级地震发生, 故东段的地震活动高潮应从 1970 年起算。由此可见, 东段的地震活动高潮滞后西段 1 年。1970 年以来的第一个地震活跃期的结束年, 东段为 1979 年, 西段为 1978 年, 也比西段滞后 1 年。稳定平静期的结束年, 东段为 1986 年, 西段为 1985 年, 又比西段滞后 1 年。另外, 地震活跃期中的极大值点, 东段也比西段滞后 1 年左右(0~2 年)。

综上所述, 南天山东西二段的地震活动密切相关, 强度自西向东逐渐衰减, 东段的地震活动比西段滞后 1 年左右。

(1) 西段的最大 S 值、最小 S 值及 30 年的平均 S 值分别为 6.06、3.96 和 4.72, 而东段相应的 S 值为 5.02、3.53 和 4.27, 很明显西段的地震活动性比东段强。而且西段年最大震级在大多数年份均大于东段。

(2) 东西二段的 S 值曲线形态很相似, 都有 2 个起伏和 1 个稳定时期。西段 1970~1978 年 S 值呈起伏式变化, 而且在均值线以上居多, 在 9 年中有 8 年发生了 5~6 级地震; 1979~1985 年 S 值均稳定在均值线之下, 在 7 年中只有 1 年有 5 级地震发生, 有 6 年仅发生过 4 级地震; 1986~1999 年 S 值又呈起伏式变化, 一半以上的

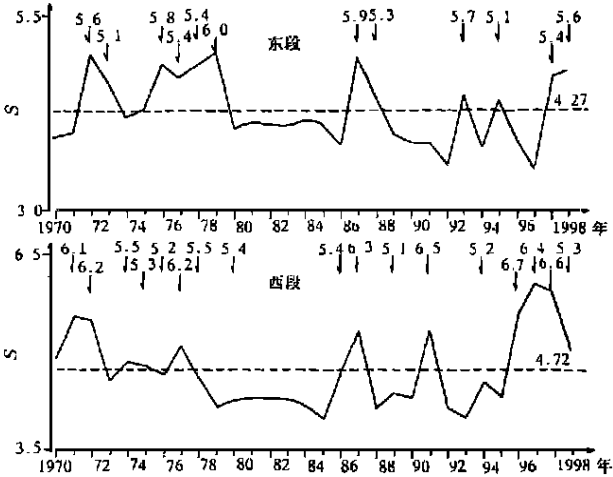


图 2 1970~1999 年南天山东西二段 S 值时序曲线
Fig. 2 Curves of the S values with time from 1970 to 1999 of southern Tianshan region.

许多学者的研究表明, 南天山地壳内最大主应力方向是北偏东方向(图 1 中箭头方向)^[2,3]. 印度洋板块向北挤压, 使得喜马拉雅弧西北尖角区——帕米尔地区成为应力高度集中区, 这可能是天山地震活动的主要动力来源. 而帕米尔正处于南天山地震带的西南边, 其应力自 SW 向 NE 传递, 造成了南天山地震带地震活动自 SW 向 NE 迁移的态势. 应力传递需要时间, 地震和非地震形变消耗了部分能量, 因而使得南天山东段的地震活动比西段弱并滞后于西段. 根据这种关联特征, 可以由西段的地震活动预测东段的地震活动趋势. 作者将这一思路用于南天山地震预测研究中, 取得了较好的效果^①.

[参考文献]

- [1] 谷继成, 魏富胜. 论地震活动性的量化: 地震活动度[J]. 中国地震, 1987, 3(增刊): 12—22.
- [2] 汪素云, 许忠淮, 俞言祥, 张琳. 中国及其邻区周围板块作用力的研究[J]. 地球物理学报, 1996, 39(6): 764—771.
- [3] 高国英, 温和平. 帕米尔东北侧现代构造应力场与地震活动特征研究[J]. 中国地震, 2000, 16(2): 176—184.

THE CORRELATION BETWEEN SEISMICITIES OF EAST AND WEST SECTIONS OF SOUTHERN TIANSHAN AND ITS SIGNIFICANCE IN EARTHQUAKE PREDICTION

SU Nai-qin

(*Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, China*)

Abstract: The seismically active degree S value that can quantitatively describe strong-weak level of seismicity is used to study seismicity characteristics of east and west sections of southern Tianshan in Xinjiang. It is found that seismicities of the two sections are closely correlative, and earthquakes migrate from the west section to the east section. The seismicity of the east section is behind that of the west section for one year or so. It is believed that the above-mentioned characteristics can be applied in earthquake prediction of southern Tianshan. The push and extrusion of the Pamirs block towards NE direction from the Indian plate may be dynamical source of seismicity in southern Tianshan.

Key words: Xinjiang; Southern Tianshan; Seismicity feature; Seismically active degree; Dynamical source of seismicity

① 苏乃秦. 模糊地震活动度 S 值震情分析报告. 1995~2000.