

中国大陆西部及邻区地震时空分布特征 及其强震趋势预测

杨丽萍¹, 夏玉胜², 王小平², 韩芙蓉²

(1. 中国科学技术大学地球和空间科学系, 安徽 合肥 230026;

2. 青海省地震局, 青海 西宁 810001)

摘要:通过分析中国大陆西部及邻区地震活动的时空韵律性特征,较详细地研究了该区域的强震等间距、强震空带等间距的空间分布格局以及时间分布上的 23a 太阳活动准周期,同时探讨了活动期内主体活动区的迁移规律.综合考虑认为第 5 活动期的结束时间大约在 2005 年,主体活动区在天山带,未来几年内,该区可能会有相当于 8 级地震的能量释放.

主题词:趋势预报; 地震分布; 地震活动性; 中国西部

中国分类号: P315.75 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2000)04-0429-07

0 引言

在地震时、空活动规律的研究中,人们越来越注意到“韵律”现象.在地震空间分布特征研究中,王绳祖提出中东亚“塑性流动—地震”网络系统^[1];许绍燮等对地震等间距性进行了研究,并提出了地壳屈曲理论^[2];马宗晋等根据中国大陆地震空间分布尤其是“西部地震大三角”特征,提出“地震线”概念,认为强震的发生区恰好在相邻两个断错的板块(条)彼此发生上隆与下隆弯曲的绞结点(强摩擦点)或撕裂点(断裂尖点)附近^[3];张晓东等对青海地区地震等间距特征及机理作过研究^[4];夏玉胜等研究了西部强震空带现象及机理^[5].关于强震活动的周期性问题,梅世蓉在 1960 年研究中国地震活动时指出地震活动在时间轴上的分布具有高潮和低潮相交替的特征^[6];马宗晋等在进一步研究强震活动的时间分布规律时,提出了地震期、地震幕的概念^[7].

中国大陆百年来的地震活动分析结果表明,西部是中国大陆地震多发区,而且地震强度也表现为西强东弱的特点.本文从中国西部及邻区地震的时空分布入手,探讨了该区域地震活动的总趋势.

1 中国大陆西部强震空间分布特征

1.1 中国西部及其邻区强震活动格局

图 1 为自有记录以来中国西部及邻区的强震($M_s \geq 7.5$)震中分布图.从图中可见,地震展

布呈近似正三角形等间距网络状分布,有 3 组分别平行于三角形 3 条边界(即天山、南北、喜马拉雅 3 地震带)的强震条带,交汇后划分出节点 24 个,强震皆位于网络节点处及附近.相邻强震间距平均约为 640 km,强震条带平均间距约为 5° . 本世纪以来大陆西部及其邻区发生了 45 次 7.5 级以上强震,在中国大陆发生 6 次 8 级以上大震,南北地震带、喜马拉雅地震带、天山地震带各 2 次,均匀分布,三角形内部节点及附近大多为 7.5 级以上地震发生地.据统计,88% 以上的节点被地震填充,有些甚至被多次地震填充,而少数节点(如较为稳定的柴达木盆地附近)至今未有强震($M_s \geq 7.5$)发生.

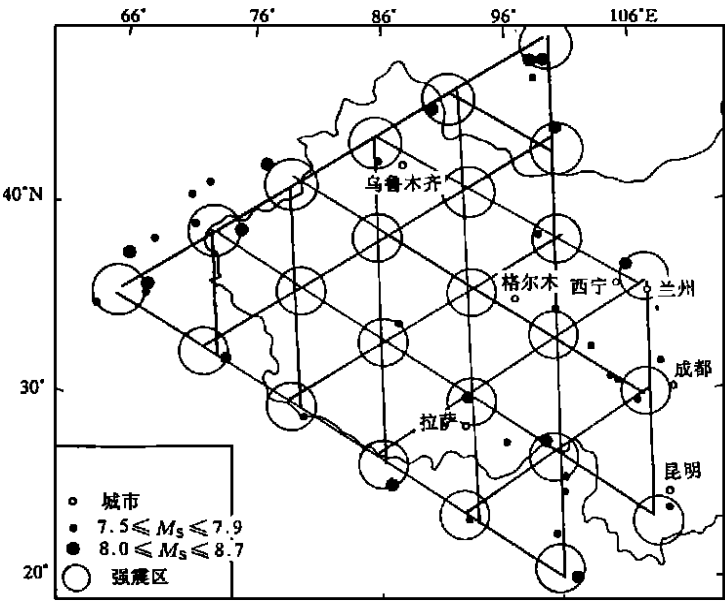


图 1 中国西部及邻区强震($M_s \geq 7.5$)等间距分布
Fig. 1 Equally spaced distribution of strong earthquakes ($M_s \geq 7.5$)
in the West China and its neighboring regions.

1.2 中国西部及邻区强震空带分布格局

夏玉胜^[5]等在进行西部地震发生规律研究时,首次发现了中国西部地区强震的空间分布具有 3 组互为对称的平行等间距空带现象.在此基础上,本文将研究区域扩大至邻区,仍有类似的空间分布特征,且 98% 的 6.5 级以上地震都发生在强震块体内(图 2).图 1 与图 2 从本质上是统一的,强震等间距地集中分布在 3 组空带围成的块体内.

从中国西部及邻区的强震、强震空带“割据”形式看,地震空间分布的韵律性特征异常明显,这一地震现象的发生与西部强震活动的多种驱动力源的作用密切相关,各类驱动作用的叠加形成复杂多变的地震能量背景.王绳祖的塑性流动网络系统理论认为,强震分布主要受岩石圈下层塑性网络的控制,在板块边缘间歇式或脉冲式驱动和板内重力势作用下形成塑性变形波,塑性流动网络和塑性流动波在板缘驱动力的远程传递过程中起着主要的作用,成为控制板内地震分布和迁移的基本能量背景,由于驱动力源和能量来源受塑性流动网络的控制,因而震源群体呈条带状和网络状分布,形成“塑性流动—地震”双层网络系统.

2 西部强震时间分布特征

本世纪以来,中国西部(105°E 以西)共发生 6 级以上强震 360 余次,其中 7 级以上地震

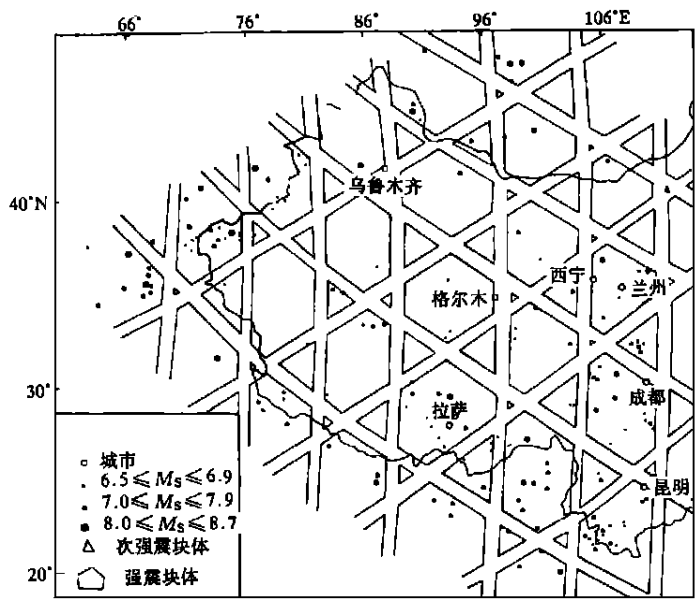


图 2 中国西部及邻区强震($M_s \geq 6.5$)及空带分布

Fig. 2 Distribution of strong earthquakes ($M_s \geq 6.5$) and unoccupied bands in the West China and its neighboring regions.

50 余次, 包括 6 次 8 级大震. 从图 3 可见, 大致可分为 5 个活动准周期, 分期及其地震活动情况见表 1. 表中划分出地震活动的平静期一般为 7~9a, 平均约为 8a; 活跃期一般为 12~18a, 平均约为 15a, 各地震活动的平均准周期为 23a, 这与陆远忠统计到的中国大陆有 21~22a 准地震活动周期的结果基本一致^[8]. 据专家研究, 地震活动的周期特征表明, 地震群体活动是与大区域地壳孕震系统的应力、应变、应变能的积累释放直接相联系的. 每个地震活动期内, 在区域边界动力源的持续作用下, 随着构造运动过程不断积累应力、应变、应变能, 使区域内的应力、应变不断提高, 以致出现强震成组活动(即强震活跃期), 集中地释放所积累的应变能, 随之区域应力场逐渐减弱(即地震的平静阶段). 在持续的边界力源作用下, 构造运动又开始积累下

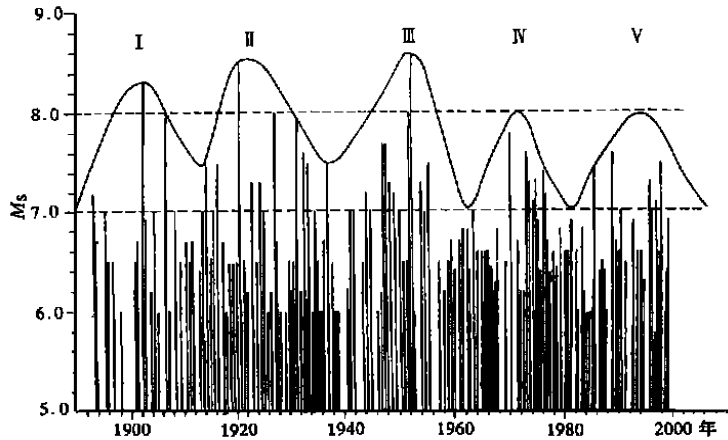


图 3 1900 年以来中国西部及邻区强震活动期划分

Fig. 3 Division of strong seismicity periods in the West China and its neighboring regions since 1900.

一个活动周期的能量,这样就形成了地震的周期性轮回过程.另外大陆西部,特别是青藏高原强震活动与太阳活动的全周期(考虑黑子磁场,其全周期为 22a)相关性较好.这说明虽然构造运动的动力源主要来自地球内部,但能够引起地球转动、磁场和大气等变化的地球环境因素对地震的发生(触发)也具有调制作用.

3 主体活动区的迁移规律及强震趋势预测

为了探讨西部各活动期主体活动区的迁移规律,根据目前对强震活动特征的研究结果和对亚板块、构造、地震区的划分情况,大陆西部大致可分为 4 个强震活动区:天山地震区(以新疆亚板块为主)、南北地震带(以甘、青、川、滇为主)、喜马拉雅地震区(喜马拉雅块体)、青藏高原中北部地震区(青藏亚板块大部).

从西部 7 级以上强震的 $M-t$ 图和地震活动期年平均能量释放图(图 4)中可看出,每个地震活动期内,作为主体活动区的地区地震频次相对较高,地震平均释放能量相对大得多.再将资料向前延伸 100a.结果表明,仍可划分出有 4 个活动期(图 4),200a 的地震活动情况见表 1.研究发现:(1)第一 II 个活动准周期(1847~1868 年)内或许有大震漏记的可能,或许将来在喜马拉雅带上能找到此时段内 8 级左右古地震遗迹;(2)主体活动区的地震活动呈现规律性(图 5);(3)从以上 8 个活动准周期主体活动区的分布及年平均能量释放图上看,每个活动期中的主体活动区将是下一个活动期的主要参与区(即次级主体活动区);(4)在图 4 的基础上将资料再往前延伸 160a,从这些零散的资料上看,资料保留较完整的南北地震带每隔一个活动期就充当一次主体活动区(图 6),即南北带大约在 360a 的时段里或作为主体活动区,或作为主要参与区,它们交替出现;(5)第 V 活动期的主体活动区应在天山地震带(新疆亚板块),南北带为主要参与区,从时间上看,本活动期的结束时间在 2005 年左右,从活动周期和主体活动区的迁移上还可推断:2006~2028 年期间(第 VI 活动期)主体活动区将在南北地震带上,2029~2050 年期间(第 VII 活动期)主体活动区将移至喜马拉雅带上;(6)从能量释放上看,每个活动期内,主体活动区在 1/4 的空间上平均释放掉地震总能量的 76%,第 V 活动期地震释放能量平均缺 69 个 7.0 级地震,即 1 个 8.1~8.2 级地震,而本活动期新疆块体只释放掉了地震总能量的 1/6,故可以判断本活动期的未来数年内,新疆地区会有与 8 级左右地震相当的能量释放,该结果与章淮鲁等(1997 年)所提出的未来 10a(1996~2005 年)新疆可能发生 7.5~8 级地震的结论基本一致^[9].

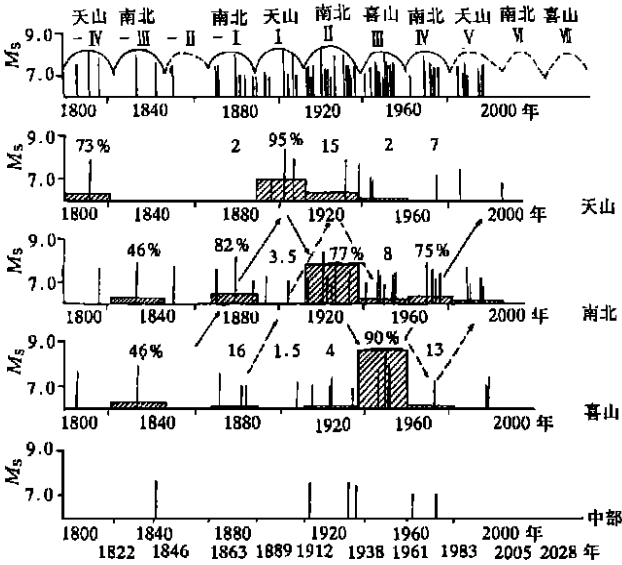


图 4 中国大陆西部及邻区强震活动期划分、主体活动区分布及各活动期内各区年平均能量释放(1800~1999 年)

Fig. 4 Division of strong seismicity periods, distribution of main activity areas and yearly mean energy release within every area during each activity period in the West China and its neighboring regions from 1800 to 1999.

表 1 地震活动统计结果(1800~1999 年)

活动准 周期	活动时段		地震区能量释放(相当于 $M_S7.0$ 地震的个数)								主体活动			
	平静期	活动期	天山		南北		喜山		中部		各期 总能	主体活 动区	标志 地震	能量比 $\frac{E_L}{E_{总}}(\%)$
			总能	年平均能	总能	年平均能	总能	年平均能	总能	年平均能				
— IV	1800~1807	1808~1822	32	1.4	5.6	0.2	5.6	0.2	—	—	44	天山	1812 年 新疆 8.0 级	73
— III	1823~1830	1831~1846	—	—	32	1.3	32	1.3	5.6	0.2	70	南北	1833 年 昆东 8.0 级	46
— II	1847~?	?~1863	—	—	5.6	0.3	?	?	—	—	—	? 喜山	? ?	?
— I	1869~1877	1878~1889	1	0.05	38.6	1.8	7.6	0.4	—	—	47	南北	1879 年 武都 8.0 级	82
I	1890~1988	1989~1912	121	5.3	4	0.2	2	0.1	—	—	127	天山	1902 年 阿什图 8.3 级	95
II	1913~1920	1921~1938	43.2	1.7	220	8.5	12.4	0.5	11.4	0.4	287	南北	1906 年 新疆 8.0 级	77
III	1939~1946	1947~1961	7	0.3	26.4	1.1	300	13.4	—	—	333	喜山	1920 年 海原 8.5 级	90
IV	1962~1969	1970~1982	3	0.1	33	1.6	5.6	0.3	2.3	0.1	44	南北	1927 年 古浪 8.0 级	75
V	1983~1989	1900~2005	4	0.2	15	0.7	8.6	0.4	—	—	26	? 天山	1950 年 察隅 8.6 级	?
VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	南北	1951 年 当雄 8.0 级	—
VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	喜山	1970 年 通海 7.7 级	—
平均	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1973 年 炉霍 7.6 级	76

另外, 从图 1 和图 2 中可见, 天山地震带的南部比北部地震活动强烈. 北天山地震带 1812 年 3 月 8 日尼勒克 8 级地震与 1906 年 12 月 23 日新疆沙湾西南 7.7 级地震的间隔为 95a. 南天山带的 8 级地震的时间间隔不会比北天山带的长许多, 那么南天山带的 1902 年 8 月 22 日阿图什 8 级地震后, 至今未有 8 级地震发生. 自 1996 年以来, 新疆从北到南连续发生了阿勒泰 6.1 级、阿图什 6.9 级和喀喇昆仑山口 7.1 级地震, 这种强震连发势态在新疆广大地域已积累了巨大的地震能量, 今后几年该区有发生 7.5~8 级地震的可能.

郭增建等根据 8 级大震发生时间的可公度性推断, 中亚、新疆和蒙古等地区在 1997 年前

后可能有 8 级大震发生; 另外据研究发现, 地震越大, 其与外因的相关性越好. 太阳活动的峰年或谷年易发生 8 级大震, 并推知, 1997 年为谷年, 2001 年为峰年^[14].

5 结论

(1) 中国西部及邻区的地震在空间上呈现强震等间距和强震空带等间距特征, 在时间分布上具有 23a 的活动准周期, 与太阳活动的相关性较好, 主体活动区的迁移规律明显.

(2) 预计第 V 活动期的结束时间大约在 2005 年, 主体活动区在天山地震带, 未来几年内, 新疆亚板块区有发生 7.5~8 级地震的可能.

(3) 关于中国大陆西部及邻区地震的时空分布特征的成因机制以及环境因子的影响还有待于进一步探讨.

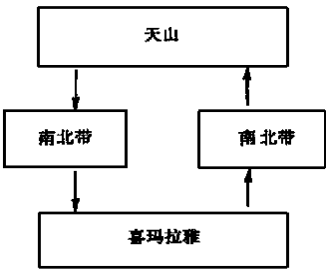


图 5 中国西部及邻区强震主体活动区循环迁移图
Fig. 5 Circulative migration of main strong seismicity areas in West China and its neighboring regions.

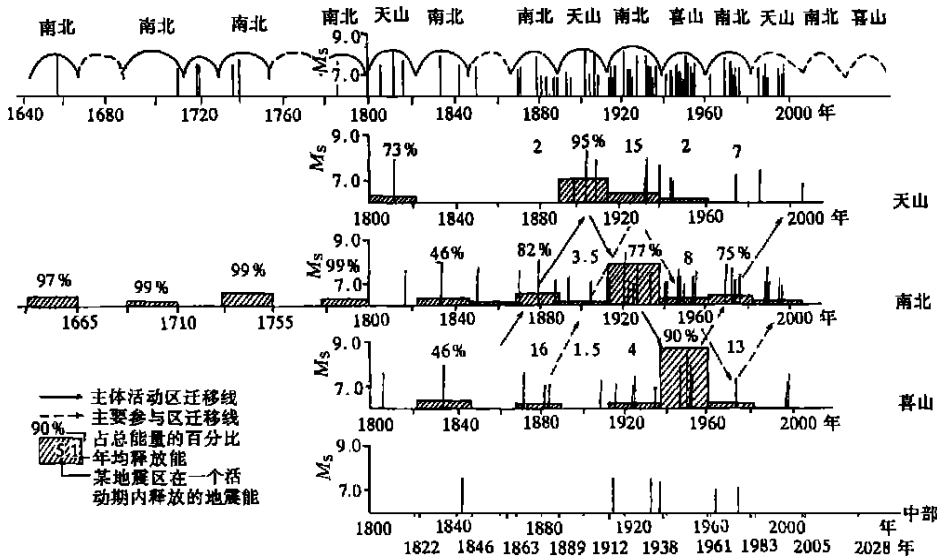


图 6 南北地震带强震活动期划分、主体活动区分布及各活动期内年平均能量释放
Fig. 6 Division of strong seismicity periods distribution of main activity areas and yearly mean energy release during each activity period from 1800 to 1999.

[参考文献]

[1] 王绳祖, 张宗淳. 大陆板内塑性流动波与地震迁移[J]. 地震地质, 1994, 16(4): 289—297.
[2] 许绍燮, 沈佩文. 北京周围地区地震的分布特点与地壳屈曲[J]. 地震学报, 1980, 2(2): 153—168.
[3] 马宗晋, 江良谋, 李存梯. 中国及邻区特大地震地质与地球物理环境和危险区划分[A]. 见: 中国大陆 2005 年前强震危险区预测研究[C]. 北京: 地震出版社, 1997. 172—182.
[4] 张晓东. 青海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.
[5] 夏玉胜, 梁子彬, 孙洪斌, 等. 强震空带机制和应用研究[J]. 高原地震, 1997, 9(1): 1—12.
[6] 梅世蓉, 冯德益, 张国民, 等. 中国地震预报概论[M]. 北京: 地震出版社, 1993. 292—296.
[7] 马宗晋, 傅征祥, 张郅珍, 等. 1966~1976 年中国九大地震[M]. 北京: 地震出版社, 1982. 189~204.

- [8] 夏玉胜, 胡爱真, 唐艳红. 构造机理与地震大形势分析[J]. 高原地震, 1997, 9(4): 1~8.
- [9] 章淮鲁, 郁曙君, 何淑韵, 等. 未来十年(1996~2005 年)中国各地震带地震活动强度及发震地点预测[A]. 见: 中国大陆 2005 年前强震危险区预测研究[C]. 北京: 地震出版社, 1997. 36—46.
- [10] 郭增建, 秦保燕, 郭安宁, 等. 8 级大震的构造物理背景与趋势预测[A]. 见: 中国大陆 2005 年前强震危险区预测研究[C]. 北京: 地震出版社, 1997. 183—189.

THE SPACE-TIME DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF EARTHQUAKES
AND TREND PREDICTION OF STRONG EARTHQUAKES IN CHINA
WESTERN CONTINENT AND ITS NEIGHBORING REGIONS

YANG Li-ping¹, XIA Yu-sheng², WANG Xiao-ping², HAN Fu-rong²

(1. Department of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China; 2. Seismological Bureau of Qinghai Province, Xining 810001, China)

Abstract: Based on the space-time rhythmical features of seismic activity in West China and its neighboring areas, the authors study in detail the space distribution of the equally spaced strong earthquakes, strong earthquake belts and 23 years solar cycle in the regions and analyse migrating laws of the main active region in active periods. It is considered that the fifth earthquake activity period is over about in 2005, the main active area is Tianshan seismic belt and there may be energy release of a $M_s \approx 8$ earthquake in the future several years.

Key words: Trend prediction; Earthquake distribution; Seismic activity; West China

(上接 423 页)

THE MODEL OF ACCELERATING SEISMIC ACTIVITY AND
ITS APPLICATION IN EAST CHINA REGION

LI Qiang

(Seismological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210014, China)

Abstract: The model of accelerating seismic activity, which is set up on the basis of fracture theory and experiment of rock, stands on the solid ground of physics. Its use in analyzing and forecasting the future seismic activity is of great significance in practical application. In this paper, we analyzed and forecasted the seismic activity in East China region and seismic zone from Changjiang mid-downstream reach to south Yellow Sea by using the model. It is indicated that the present seismicity period will finish about in 2016, and earthquakes whose whole energy is corresponding to that of an earthquake with M_s 7.7 will occur from now to 2016. It is also indicated that the value of characteristic parameter $\alpha = 4$, which characterizes the regional seismic activity in the model of accelerating seismic activity, is suitable to East China region and seismic zone from Changjiang mid-downstream reach to south Yellow Sea.

Key words: Earthquake prediction; Seismic activity; Rock rupture; Accelerating model; East China region