

一年尺度地震预测效果与问题的研究^{*}

——以甘肃年度地震重点危险区预测为例

石特临

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 分析了 1976 年以来甘肃省年度地震重点危险区预测情况及效果, 探讨了与此有关的问题, 认为: (1) 19.4 % 的对应率反映了目前甘肃 1 年尺度地震预测的真实状况; (2) 提高预测水平的关键是对某一地区地震活动状态与前兆变化的深入研究和比较符合实际的认识.

关键词: 地震预测; 一年尺度; 重点危险区; 效果

中图分类号: P315.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2001)04-0370-07

0 引言

对未来一、二年内可能发生破坏性地震的地域和强度进行估计的地震中期预测, 其主要方法是确定未来一年或稍长时间内可能发生 5 级与 5 级以上地震的区域, 也就是确定年度地震重点危险区. 这种 1 年尺度的地震预测方法在我国地震预报实践中具有重要意义, 也发挥了积极作用. 20 多年来, 重点危险区内发生破坏性地震的对应率有所提高, 地震短临预报跟踪也有了比较可靠的基础. 但是, 不论基于何种原因而确定的地震重点危险区, 首先应该是一个科学问题, 需要接受实践的检验和科学的论证. 预测效果究竟如何, 还存在什么主要问题, 都值得进一步研究. 本文试图以甘肃年度地震重点危险区预测为例来进行探讨.

1 预测情况回顾

甘肃自 1976 年开始进行年度地震重点危险区的分析判定工作. 26 年来共确定地震重点危险区 56 个, 注意监视区 6 个, 共计 62 个(表 1).

根据甘肃及邻近地区地震带分布、地震活动状况及地震前兆变化情况, 每年确定的危险区(含注意区) 2~3 个, 基本上分布在河西祁连山地震带、甘东南甘川交界地区和甘宁交界六盘山西海固地区, 只有 1977 年度涉及到新青甘交界地区和青海舒尔干、玛多、玛沁至甘肃玛曲一带.

1976 年度至 1982 年度的 7 年中, 17 个危险区主要分布在甘宁交界西海固地区(6 个), 甘东南礼县盆地及周缘(4 个), 河西祁连山地区(5 个, 其中: 中部 3 个, 东部和西部各 1 个). 预测震级最大为 1977 年度的宕昌、岷县、礼县、武山一带与新青甘交界地区的 6~7 级, 其余为 6 级左右, 5~6 级或 5 级左右.

收稿日期: 2001-10-12

^{*} 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2001052

作者简介: 石特临(1940-), 男(汉族), 湖南邵东人, 研究员, 主要从事地震综合预报与地震灾害综合防御研究工作.

表 1 甘肃省年度地震重点危险区统计

年度	预测危险区(个)		地震实况		有震危险区(个)
	危险区	注意区	省内及邻区 5.0 级以上地震	危险区内地震	
1976	3				
1977	4		1977-01-02 青海茫崖 6.4 级	√	1
1978	2				
1979	2				
1980	2		1980-06-01 甘肃肃北东南 5.6 级	×	
1981	2				
1982	2		1982-04-14 宁夏海源 5.7 级	√	1
1983	2				
1984	3		1984-01-06 甘肃武威 5.3 级 02-17 青海刚察 5.2 级	√ ×	1
1985	2				
1986	2		1986-08-26 青海门源 6.4 级 09-17 青海门源 5.7 级	× ×	
1987	2		1987-01-08 甘肃迭部 5.9 级 10-25 甘肃礼县 5.1 级	√ √震级偏小	1
1988	2		1988-11-22 甘肃肃南 5.7 级 12-04 甘肃肃南 5.1 级	√震级小 √震级过小	1
1989	2				
1990	2		1990-10-20 甘肃天祝、景泰 6.2 级	×	
1991	2		1991-01-02 青海祁连 5.1 级 10-01 青海门源 5.2 级	√震级小 √震级小	1
1992	2		1992-01-12 甘肃肃南、嘉峪关 5.4 级 06-21 青海祁连 5.0 级	√震级偏小 √震级小	1
1993	2		1993-10-26 青海托来 6.0 级	√	1
1994	2				
1995	2		1995-07-22 甘肃永登 5.8 级	√	1
1996	2	1	1996-06-01 甘肃天祝、古浪 5.4 级	√震级略小	1
1997	2	1			
1998	2	1			
1999	2	1			
2000	2	1	2000-06-06 甘肃景泰 5.9 级	√	1
2001	2	1	2001-02-11 甘肃肃南西北 5.3 级	√	1
小计	56	6	21	16	12

1983 年度开始,危险区的分布有所变化. 19 年中,危险区(包括注意区)分布在河西祁连山地震带和甘东南甘川交界地区,其中甘东南甘川交界地区 18 个,河西祁连山中段 9 个、西段 8 个(包括 1996 年度开始的 6 个注意区),中西段 3 个,中东段 7 个.预测震级,河西祁连山中段 1986 年度 6~6.5 级,1987、1988、1989 年度 6~7 级,1990 年度 7 级左右,1992 年度 6~7 级;河西祁连山中西段 1991 年度 6~7 级,1993、1994 年度 6.5 级左右;其余分别为 6 级左右、5~6 级或 5 级左右.有 2 点需要指出:

- (1) 河西祁连山地震带的地震重点危险区,1995 年度以前都位于其中段、中西段或西段;自 1995 年度开始转移至中东段,而西段从 1996 年度起列为注意监视区.
- (2) 甘东南甘川交界地区,除 1995 年度外,都被列为地震重点危险区.危险区的范围每年都有变动,有往南延伸,有朝西扩展,有也会向北靠一靠.

2 预测效果分析

2.1 预测效果

表 1 不仅列出了预测的地震重点危险区的数目,而且将甘肃及邻区发生的 5 级与 5 级以上地震、发生在危险区内的地震和有震危险区数目统计在其中. 分析这些资料,不难得到甘肃年度地震重点危险区预测的效果:

(1) 1976 年度至 2001 年度,甘肃及邻近地区共发生 5 级与 5 级以上地震 21 次,其中 16 次落入所圈定的地震重点危险区内,占 76.2 %. 这个结果看来颇令人振奋,地震重点危险区的评定是十分有效的.

(2) 在这个时段确定的 62 个重点危险区有 12 个发生了 5 级与 5 级以上地震,对应率仅为 19.4 %. 其中,1976 年度至 1979 年度属于甘肃中强地震平静期,在 11 个危险区中只有 1 个发生中强地震,对应率只有 9.1 %;1980 年度至 2001 年度是甘肃中强地震活跃期,在 51 个危险区中发生中强地震的有 11 个,对应率达到 21.6 %(表 2). 这些结果表明,地震重点危险区的对应率是不高的,但活跃期明显高于平静期.

表 2 甘肃省年度地震重点危险区对应情况

时段	危险区个数	有震危险区个数	对应率	备注
1976~1979	11	1	9.1%	中强地震平静期
1980~2001	51	11	21.6%	中强地震活跃期
1976~2001	62	12	19.4%	

2.2 效果分析

上面 2 个结果似乎是矛盾的,但实质上反映的是事物的不同侧面.

(1) 中强地震是否发生在危险区内,反映的是地震形势的判定是否正确的问题. 只要确定的危险区位于地震活动区内,而这些地区又处于地震活跃期,其中一些地震带处于地震活跃状态,那么这些带上发生的中强地震落入危险区的概率就很高. 这就是说,只要确定的危险区有一些在将要发震的地区,而不管另一些没有中强地震发生的危险区,因而中强地震在危险区内发生的对应率自然会很高. 笔者曾对甘肃及邻区地震活动基本特征进行过研究,认为青藏高原北部地区 1980 年开始的地震活跃期,河西祁连山地震带将会十分活跃^[1,2]. 实际情况证实了这一点,期间发生的 21 次中强地震中,有 17 次位于河西祁连山地震带内. 由于多数中强地震发生在危险区内,说明这一时期地震形势的判断比较符合实际. 虽然这不能直接反映危险区判定是否正确的问题,但与此有密切关系,对地震形势的认识实际上是危险区判定的基础.

(2) 危险区发震的对应率反映的才是危险区的判定是否正确的问题. 1976 年度以来,河西祁连山地震带上圈定了 32 个危险区,有 9 个发生了中强地震,对应率达到 28.1 %,而甘东南甘川交界地区的 22 个危险区,发生中强地震的只有 1 个,对应率仅 4.5 %. 这说明这一时期河西祁连山地震带中强地震活跃,甘东南甘川交界地区相对平静,在这 2 个地区都确定地震重点危险区,那么危险区内发震的对应率自然就很低. 因此,这个对应率才真实地反映了 1 年尺度地震预测的效果.

3 存在的主要问题

3.1 预测结果偏差较大

这里所指的偏差,不是确定的危险区没有发生中强地震,而仅仅涉及危险区的范围和预测

的震级.

(1) 在这些危险区中, 大多数都包含比较广大的地域, 甚至个别的从甘宁交界直到甘川交界. 1996 年对其范围有所限制才好一些, 但总体来看还是偏大. 这只能说明, 目前预测水平只达到这个程度, 但是在指导短期预测及取得实际减灾效果方面自然就受到了很大的限制.

(2) 1977 年度曾预测甘东南礼县盆地周缘及新青甘交界 2 个地区可能发生 6~7 级地震, 结果当年 1 月 2 日在第 2 个危险区内的青海茫崖发生 6.4 级地震. 1986 年度至 1994 年度, 注意力集中在河西民乐盆地周缘(河西祁连山中段甘青交界地区)与河西祁连山地震带中西段, 预测震级最低 6~6.5 级, 最高 7 级左右(表 3). 实际发震情况出入比较大. 1986 年 8 月 26 日青海门源发生 6.4 级地震, 与该年度预测震级相符, 但震中已在危险区之外, 只能非常遗憾地认为不能对应. 嗣后 1988 年、1991 年、1992 年发生在危险区内的 6 次 5 级多地震, 震级都比预测的小许多, 只有 1993 年 10 月 26 日青海托来 6.0 级地震与预测的基本相符. 而 1990 年 10 月 20 日天祝、景泰 6.2 级地震则远离地震重点危险区.

表 3 河西祁连山中段、中西段地震危险区预测

年度	地震重点危险区	预测震级
1986	民乐盆地周围	6~6.5 级
1987	河西祁连山中段的民乐、祁连、张掖、酒泉东南一带, 即民乐盆地及其周缘地区	6.5~7 级
1988	河西祁连山中段民乐盆地周缘及酒泉以东地区	6.5~7 级
1989	河西走廊祁连山中段甘青交界地区	6.5~7 级
1990	河西走廊祁连山中段	7 级左右
1991	祁连山中西段, 即张掖、肃南、高台、嘉峪关、玉门以南, 昌马及哈拉湖一带	6~7 级
1992	河西走廊中段即酒泉以南、张掖、门源、祁连、肃南等地	6~7 级
1993	河西祁连山地震带中西段 即张掖、高台、山丹以南, 民乐以西, 酒泉、嘉峪关以东甘青交界	6.5 级左右
1994	河西祁连山地震带中西段 即张掖、高台、山丹以南, 民乐以西, 酒泉、嘉峪关以东甘青交界	6.5 级左右

3.2 预测依据不够充分

每年判定地震重点危险区, 都有一系列地震学与地震前兆异常作为依据. 实际发震情况不能不使人怀疑这些依据的可靠性, 不能不使人考虑这些异常究竟携带了多少地震信息.

(1) 1980 年甘肃进入中强地震活跃期以来至 2001 年的 22 年间, 除 1981 年、1982 年和 1995 年外, 甘东南甘川交界地区有 19 年被列为地震重点危险区, 而只有 1987 年发生了迭部 5.9 级和礼县 5.1 级地震, 这一年的中期预测是成功的. 但是, 其余 18 年这一地区都没有发生 5 级与 5 级以上地震, 那么, 作为危险区判定依据的异常就很难让人相信与地震有关.

(2) 河西祁连山地震带预测效果比较好, 1980 年以来发生的 17 次 5.0~6.4 级地震, 有 12 次落入危险区内, 而确定的 30 个危险区中有 9 个发生了中强地震, 对应率高达 30 %. 但是, 非常遗憾的是, 1986 年门源 6.4 级和 1990 年天祝、景泰 6.2 级 2 次最大的地震却在危险区之外, 而且 22 年间有 13 年没有在危险区内发生中强地震, 其中有 3 次连续 3~4 年(1980~1983、1985~1987 和 1997~1999)没有中强地震发生, 在这些时间里的预测依据也是值得推敲的.

(3) 有些异常对应的不是危险区而是邻区或外区的地震. 1986 年度和 1990 年度确定地震危险区的某些异常实际上反映的是区外分别发生的门源 6.4 级、共和 7.0 级和天祝、景泰 6.2 级地震. 这说明地震危险区预测依据的复杂性和不充分性.

3.3 预测研究有待深入

1983 年以来, 尽管地震预报研究经历了清理、实用化、短临预报和 1 年尺度 4 次攻关, 也取

得了一定的成效,但是由于地震现象本身的复杂性和实践的局限性,这种研究哪怕是取得一点进展,也是十分艰难、十分可贵的。

在1年尺度地震预测中,时间是确定的,需要回答的问题是地点和强度.而在地震三要素中,地点预测恰恰是最困难的.从上面2个问题可以看到,年度地震重点危险区的确定在下面3个问题上的研究还远远不够:

- (1) 某一地区或某一地震带(包括其中不同的部分或段落)地震活动目前所处的状态:活跃状态还是平静状态,以及活动的水平;
- (2) 这些地区在不同状态下地震活动、前兆变化表现出的形态与特征;
- (3) 这些地区地震活跃期、平静期及二者转换的判定指标.

4 讨论

上面的分析表明,下面几个问题很值得讨论.

(1) 地震活动状态是在某一地区判定重点危险区的关键.笔者曾以甘肃、山西为例研究过区域地震活动状态和地震形势问题^[3],不仅证实了7级强震活跃期与平静期的存在,而且发现了这种活动具有层次性,既有数百年尺度的长活动状态,又有百年尺度的较长活动状态,还有10年尺度的短活跃期,也可能存在千年尺度的超长活动状态,同时论证了中强地震也存在活跃与平静交替发生的现象.这种准周期现象(或称轮回现象)的存在是地震重点危险区判定的基础.1986年度至1998年度,笔者有幸参与了甘肃省年度震情会商的有关工作,接触到了年度地震重点危险区的分析判定研究,实践中深切体会到地震活动状态研究的重要性.自1964年和政5.0级地震之后,甘肃境内没有发生5级与5级以上地震,直到1980年肃北5.6级地震,此后在省内和邻区相继发生海源5.7级(1982年)、武威5.3级和刚察5.2级(1983年)地震,预示着这一地区地震活动增强,已进入地震活跃期.这一点为后来的事实所证实.但当时认为活跃期应该有7级地震发生,所以从1986年度开始直到1994年度,预测河西祁连山地震带有可能发生6~7级甚至7级左右地震(表3).结果这一期间甘肃及邻区发生了12次中强地震,有10次发生在河西祁连山地震带,这是有意义的,但最大的门源6.4级和天祝、景泰6.2级地震却发生危险区外,而离危险区300 km以外的青海共和倒发生了7.0级地震,这只能说明对这一活跃期地震活动水平估计过高,以至于预测震级也过高了.因此,不仅要正确判定地震活动状态,还要正确估计地震活动水平.

(2) 河西祁连山地震带2个地震活跃期活动相似性的意义.在经历了1927年古浪8.0级和1932年昌马7.6级地震后,1941年4月19日在这个带的西段甘青交界疏勒南山北发生了6.0级地震后,平静了下来.1951年又开始活动,但1962年就结束了,期间只发生了7次中强地震(1951年12月27日肃北东北6.0级、1952年1月23日肃北东北5级、1952年2月6日肃北北5级、1955年5月4日民乐东南5级、1958年11月30日青海祁连5.4级、1959年1月31日景泰5级和1962年8月1日青海祁连山5.4级地震),其中西段(托来以西)4次,中段(托来—门源)2次,东段(古浪—景泰)1次(图1a).这个活跃期由西段的肃北东北6.0级地震开始,先后经过中段和东段的活动后,又由西段的青海祁连山5.4级地震结束.平静了18年之后,与上一个活跃期一样,1980年6月1日仍在其西段的肃北东南发生5.6级地震,开始了新的活动.至2001年,共发生中强地震17次,其中西段3次,中段10次,东段4次(表4、图1b),也和上一个活跃期一样,中段先于东段活动.

这里有2个有趣的现象值得重视.一个是这2个活跃期都是从该地震带的西段开始活动

的,也都是中段先活动,东段后活动,这是一种巧合抑或带有某种规律性的东西,还难以判断,一是由于这之前的历史中强震可能有缺失而无法对比分析.二是可能这 2 个活跃期处于同一活动状态而表现出相似的形态,但如果它们前后的活跃期所处的状态不同,也就不能作为参考了.另一个是图 1 表明,中段活动时间为 1984 至 1993 年,东段为 1990 至 2000 年,而西段的 3 次地震,第 1 次(1980 年)发生在整个活动的开始,第 2 次(1992 年)发生在活动由中段向东段转移的过渡时期内(1990 年至 1993 年),第 3 次(2001 年)是否会和 1941 年地震及 1962 年地震一样,是该地震带一个活跃期结束的标志?如果是这样,这一标志就可以成为河西祁连山地震带活跃期与平静相互转换的指标.上面 2 点还需要今后实践的检验,而实际上往往状态发生变化以后,活动的形式也相应发生变化,这就非常困难了.

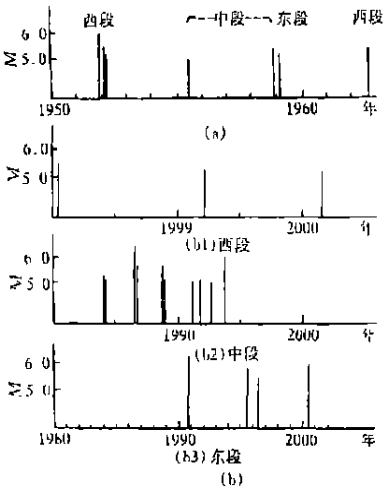
(3) 甘东南甘川交界地区平静的影响.1964 年 5 月 31 日和政发生 5.0 级地震之后,这一地区长期处于平静状态.甘肃及邻区 1980 年以后的中强地震活跃期,本指望这一地区的地震也会随河西祁连山地震带的活动一起活跃起来,1987 年也确实发生了迭部 5.9 级和礼县 5.1 级地震,没想到以后又沉寂下来.这期间地震危险区的预测是失败的,是对应率低的主要原因,同时作为判据的各类异常大多也无从对应,比如说缺震是地震中的一项异常指标,该区本来就处于平静期,缺震就不是异常而应该是正常了.为什么会出现这种现象?是否与毗邻的甘川交界四川松潘、平武 1976 年发生的 2 次 7.2 级强震有关?这些都是值得研究的问题.

但是,这可能又是一种提示:下一个地震活跃期,这一地区是否会成为活动的主体地区呢?

(4) 需要重新审视地震前兆变化在地震重点危险区预测中的作用.有 2 个明显的例子.一个是 1990 年度及其前后判定河西祁连山中段危险区可能会发生 6~7 级甚至 7 级左右地震,其中一个重要依据是张掖西武当泉水氡 1988 年中开始的趋势异常(图 2).这一趋势异常经反复落实、论证,证实是可信的,属于 7 级地震前的异常.但是 1988 年至 1991 年危险区内只发生 5 级多地震,因而这一趋势异常反映的应该是距泉点 300 km 远的 1990 年 4 月 26 日青海共和 7.0 级强震,因为这个距离属于 7 级地震前兆异常最大距离范围之内.这说明地震前兆趋势

表 4 祁连山西、中、东段 1980 年以来 5.0 级以上地震

区段	5.0 级与 5.0 级以上地震
西段 (托来以西)	1980 年 6 月 1 日甘肃肃北东南 5.6 级
	1992 年 1 月 12 日甘肃肃南、嘉峪关 5.4 级
	2001 年 7 月 11 日甘肃肃南西北 5.3 级
中段 (托来—门源)	1984 年 1 月 6 日甘肃武威 5.3 级
	2 月 17 日青海刚察 5.2 级
	1986 年 8 月 26 日青海门源 6.4 级
	9 月 17 日青海门源 5.7 级
	1988 年 11 月 22 日甘肃肃南 5.7 级
	12 月 4 日甘肃肃南 5.1 级
	1991 年 1 月 2 日青海祁连 5.1 级
	10 月 1 日青海门源 5.2 级
	1992 年 6 月 21 日青海祁连 5.0 级
东段 (古浪—景泰)	1993 年 10 月 26 日青海托来 6.0 级
	1990 年 10 月 20 日甘肃天祝、景泰 6.2 级
	1995 年 7 月 22 日甘肃永登 5.8 级
	1996 年 6 月 1 日甘肃天祝、古浪 5.4 级
	2000 年 6 月 6 日甘肃景泰 5.9 级



(a) 1951~1962; (b) 1980~2001
图 1 河西祁连山地震带 5 级与 5 级以上地震 $M-t$ 图

Fig.1 The $M-t$ curves of $M_s \geq 5$ earthquakes in Qilianshan.

异常可以反映本区强震,也可以反映外区强震,如何区分就成为危险区预测中需要研究的一个重要问题.另一个是甘肃东南部地区1980年以后有19年被列为重点危险区,仅1987年发生地震,那么作为其余18年危险区判据的地震前兆异常应该作何解释呢?其中一部分可能是外区地震震前的反映,如1990年共和7.0级和天祝、景泰6.2级地震,但这期间外区并未发生其他6级以上地震,那么这些异常大多没有地震可以对应了.是不是这一地区目前处于应力调整状态,这些异常与此有关呢?或者像毛可等^[4]研究的那样,反映了外区强震后大范围内的应力调整过程?这只能作为一种可能性去考虑.还有一种可能就是这本来就不是地震的异常或者本身就不是异常,而是其他因素引起的变化如长趋势周期变化,这就更需要深入研究了.

(5) 年度地震重点危险区的对应率存在提高的可能.这种提升具有较大空间,但难度不小,只能一步一步去实现.比较容易的是不要将某一地区的某一部分所处的平静状态误认为是活跃状态,在这里不划或尽可能少划地震危险区,对应率就能提高.文中研究的甘东南甘川交界地区失败的18个危险区中,如果少划6个、9个或18个,对应率就能分别提高2个、3个和8个百分点,最好能达到27.3%,这就很不错了.比较困难的是处于活跃期的部分,不是每年都划或一年划几个危险区,对应率自然会进一步提高.这2条途径都有困难,而以后者为最.就目前的认识水平,还缺乏那种看到观测资料有变化而不划危险区的能力,也不具备这样的心理素质.

5 结语

通过以上分析和讨论,可以得到下面2点认识:

(1) 1年尺度地震预测目前实际对应率还很低,甘肃只达到19.4%.因此,不能简单地认为只有短临预测难度很大,其实1年尺度的中期预测也具有很大的难度,需要深入探讨.

(2) 某一地区地震活动状态与地震前兆变化的深入研究是提高1年尺度地震预测水平的关键.如果比较客观地认识了这一地区预测期间所处的活动状态,这种状态下地震活动与前兆变化的形态、特征、活跃期、平静期及二者之间转换的判定指标,那么地震重点危险区预测的结果就会更符合实际.

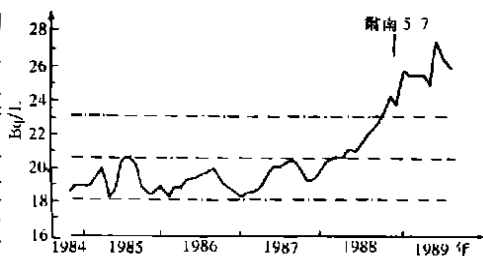


图2 西武当泉水氡月均值曲线

Fig. 2 Monthly mean value of radon content in groundwater in Xi wudang station.

[参考文献]

- [1] Shi Telin, Guo Daqing. The features of strong earthquake activity in north part of Qinghai-Tibet plateau of China [C]. Proceeding of the First International Conference on Seismology and Earthquake Engineering, 1991. 3-13.
- [2] 石特临, 郭大庆, 刘维贤, 等. 甘肃及邻区地震活动基本特征和预测方法[C]. 见: 昌马地震与七级强震研究. 北京: 地震出版社, 1994. 77-95.
- [3] 石特临, 杨立明. 区域地震活动状态与地震形势[J]. 西北地震学报, 1999, 21(3): 225-233.
- [4] 毛可, 郭大庆, 张慧, 等. 1990年景泰6.2级地震前后甘肃东南部地区的区域异常. 西北地震学报, 1996, 18(1): 8-15.

ANALYSIS ON THE DYNAMIC CHANGE CHARACTER OF THE STRESS FIELD BEFORE MID-STRONG EARTHQUAKES IN NORTHEASTERN PAMIR

GAO Guo-ying, WANG Hai-tao, WEN He-ping, WEI Bin

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

Abstract: The synthetic focal mechanism solutions of small earthquakes recorded by Wuqia, Kashi and Bachu stations in Xinjiang are used to study background of stress field before mid-strong earthquakes in northeastern Pamir. The results show that the P axis directions of the solutions from the three stations have a dominant distribution respectively, which are identical with the regional stress field. The directions show a better conformability before four $M_s \geq 6.0$ earthquakes. Especially, before the Jiashi strong swam, the direction of the P axes are concentrately distributed from 60° to 70° which are identical with P axis direction of focal mechanism solution of the swam.

Key words: Xinjiang; Pamir; Focal mechanism solution; Main pressure stress axis; Dynamic variation

(上接 376)

A STUDY ON EFFECT AND QUESTIONS OF EARTHQUAKE PREDICTION IN ONE-YEAR-SCALE—AN EXAMPLE OF EARTHQUAKE PREDICTION ON EMPHATIC DANGER ZONE IN GANSU

SHI Te-lin

(*Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China*)

Abstract: The status and effect of the earthquake prediction in one-year-scale on the emphatic danger zone in Gansu province from 1976 have been analysed. The concerned questions have been discussed. It can be concluded: (1) The corresponding percentage of 19.4 percent indicates the real states of the earthquake prediction in one-year-scale in Gansu. (2) The key to improve the level of the earthquake prediction is that the states of regional seismic activity and precursors variety should be researched and understood further.

Key word: Earthquake prediction; One-year-scale; Emphatic danger zone; Effect