

倍九日震中迁移的时、空特征 以及在地震预报中的应用

秦保燕 李亚荣

(兰州地震研究所)

倍九日震中迁移在短期震中迁移中占有相当大的比例。本文试图从研究中、强地震的倍九日震中迁移时空特征出发,探讨其动态时空规律,以及探讨由多次倍九日震中迁移路线交汇寻找高应力区和判断强震位置的可能性。

一、倍九日震中迁移的理论根据

近几年来,以郭增建为首的几位同志根据大量的统计资料以及对外因的系统研究提出了预报地震时间的倍九法^[1,2,3,4]。迄今为止,已发现磁暴,大范围的天气过程(高温低压天气)等与地震发生日期,大震前兆日期存在着倍九日的优势分布,这种倍九的优势时间分布初步认为是某些外因的强弱变化本身就具有倍九日的韵律。这些外因对地壳中某些不稳定因素如对临近发震的震源起触发作用,并使前兆和地震也显示出与外因同步的时间特征。据文献[1—4]的研究,下面的一些外因具有倍九日的优势韵律。

1. 班克斯磁谱 该谱中有1, 9, 13.5, 27天的周期成份。
2. 巴尔苏可夫的地电流谱 该谱中有8天, 11天的周期成份。它们的平均周期约为9天。
3. 大磁暴后我国在滞后的倍九日期附近发生天气的增温降压过程。其增温降压的时间为磁暴发生后的第10天, 16天, 等倍九日期。
4. 磁暴前后电离层最大电子浓度的逐日变化往往也有倍九天特征。
5. 宇宙线硬成份 μ 介子强度逐日变化受磁暴以及天气过程的影响也有倍九的时间特征^[5]。
6. 固体潮的频谱中除半月波振幅较大外, 9天的成份也较大^[6]。

由于上述6种带有倍九韵律的外因往往构成某种同步性, 因之它们对震源的发震触发较其它外因要大。

除此之外, 根据付承义先生的观点, 地球内部也可能存在周期性的可逆运动。郭增建同志曾根据这一观点, 统计了迈希哈列举的极移波折日期与8级大震之间的间隔, 发现其间隔日期倍九日占优势。据此他认为在地球内部也可能有倍九日的运动成份, 它可能影响地壳中孕育到晚期的震源动态。

值得指出的是, 上述的外因和内因其作用的范围是相当大的, 因此可以适用于大范围, 但限于我们所掌握的资料的局限性, 本文仅讨论中国境内的地震。

由前述的具有倍九日韵律的外因以及它们调制地震中孕育到晚期的震源这一观点。我们提出按倍九日发生的地震迁移路线作为动态应力场作用下地壳中应力较强的地带, 也即在此方向上的震源最容易受到倍九日韵律的外因调制。这是因为该带应力水平高, 存在着不稳定的临近发震的震源最多, 这样外因就有可能触发这个带上的地震发生, 并使该带显示出最快的迁移速度, 同时地震发生的时间也

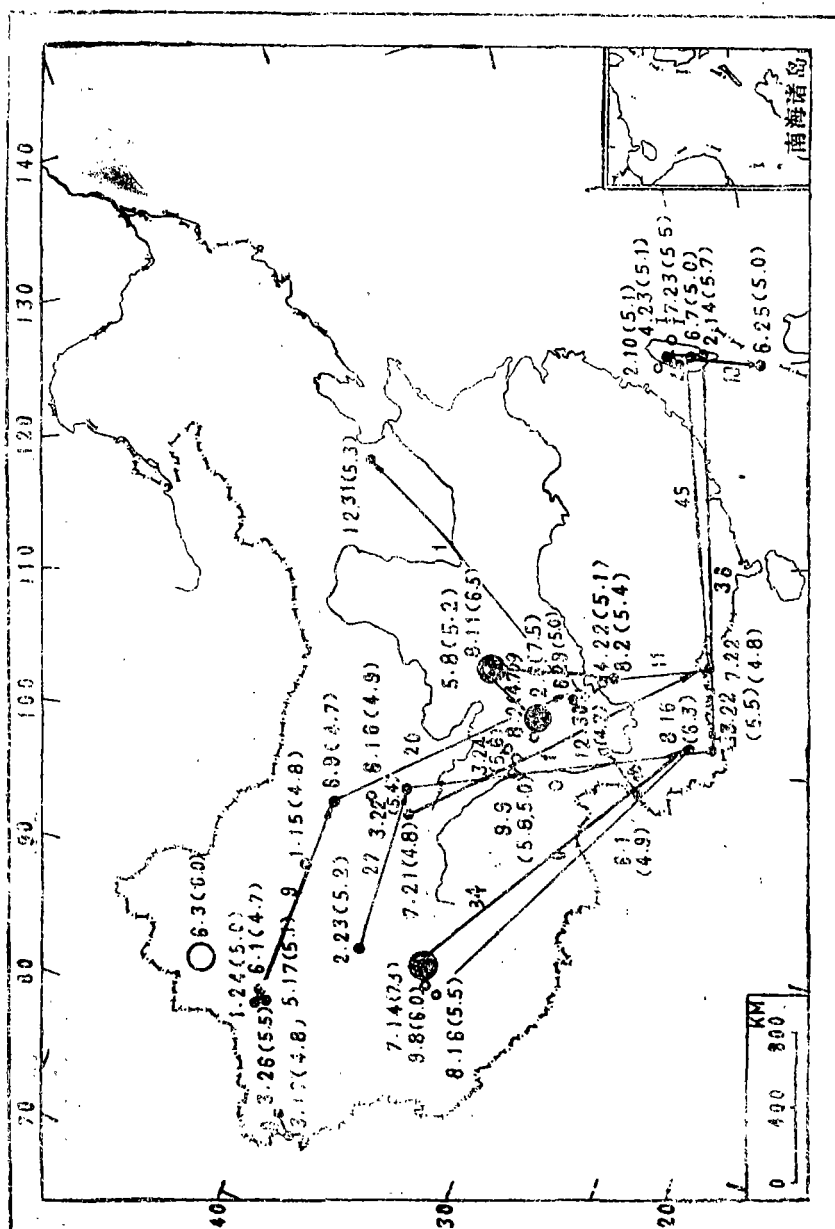


图 2 1974年

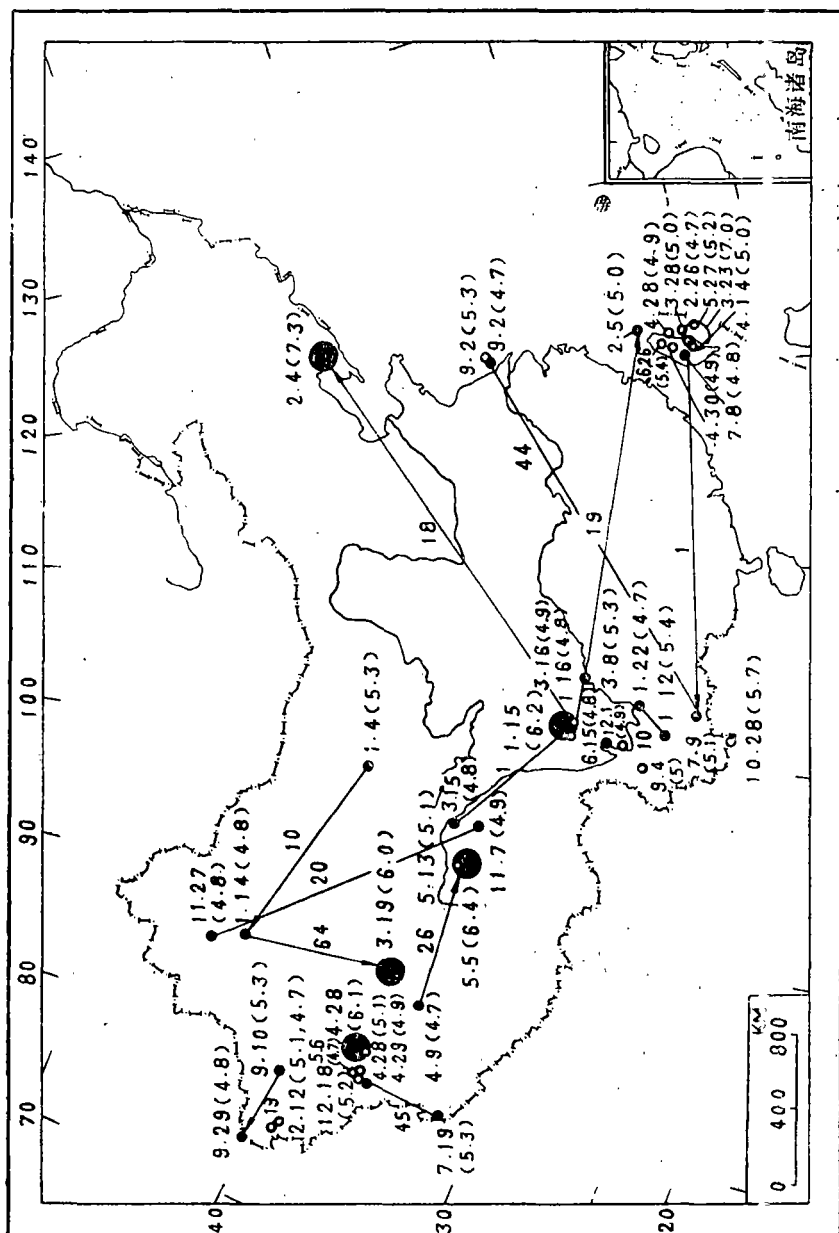


图 8 1975年

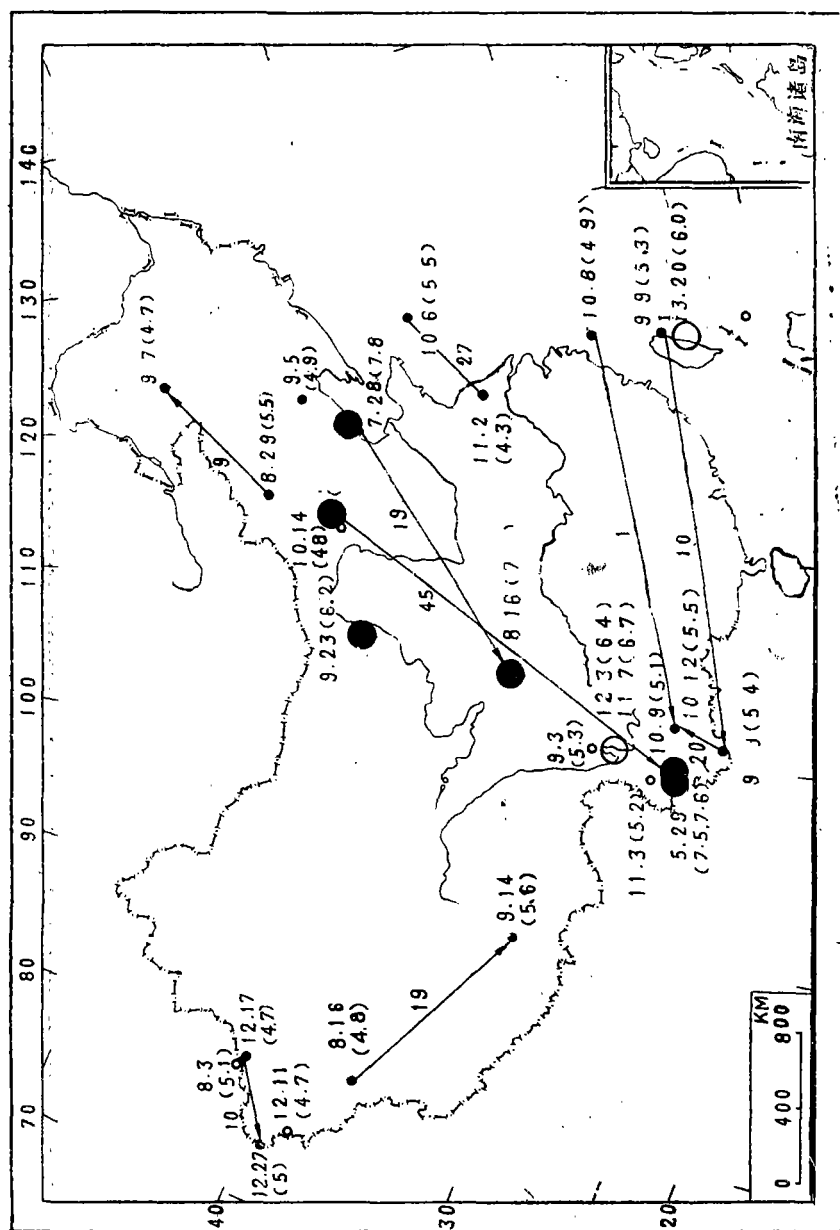


图4 1976年

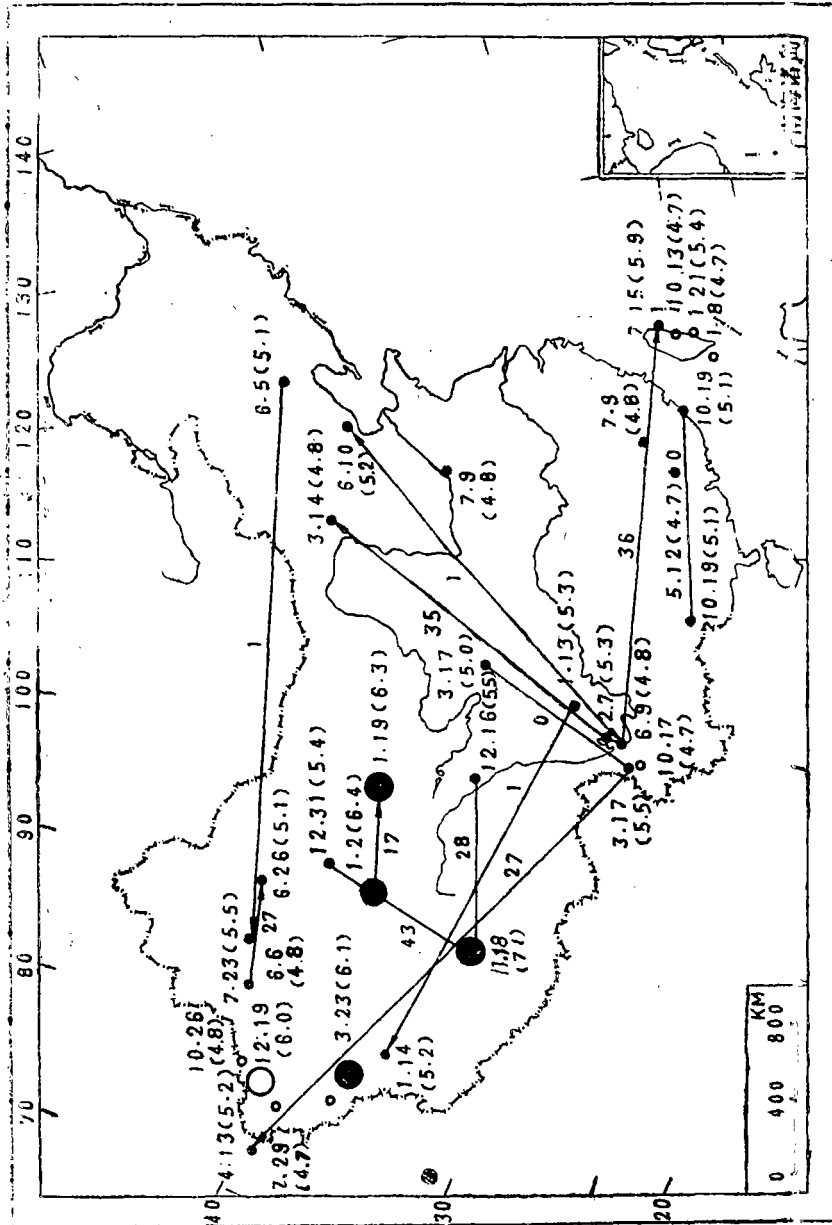


图 5 1977年

显示出倍九日优势。

二、倍九日震中迁移的时空特征

关于倍九日迁移的地震实例，一直可以追溯到自建立地震记录以来。在短期地震迁移中倍九日的震中迁移占有相当大的优势。考虑到 $M \geq 4.7$ 级地震在1970年以后比较完整，因此本文讨论了1970—1983年这十四年的倍九震中迁移路线。由于篇幅限制，只列了1973—1977年的倍九震中迁移时空图，未参加倍九迁移的震中用空心圈在图中表示。根据这些震中迁移的时空图象，我们在下面对其时间、空间迁移距离，剪切带方向逐一进行讨论。

1. 倍九日震中迁移的优势时间分布。

对于图1至图5中的 $M \geq 4.7$ 级地震作短期迁移的时间统计（时间取0天至54天），我们得到倍九日地震迁移的时间分布如图6所示。

由图6可以看到，倍九日震中迁移在0—2天，8—10天，26—28天，35—37天这几个倍九日期比较显著，在45天以后的倍九日期频次显著减少。其中以8—10天的震中迁移频次最高。因此考虑震中迁移的时间时，应主要考虑45天以内的短期震中迁移，尤其应注意9天左右的震中迁移。

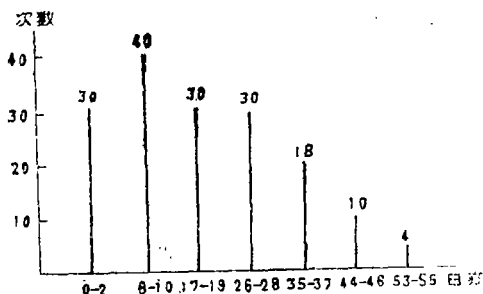


图6 倍九震中迁移的优势时间分布

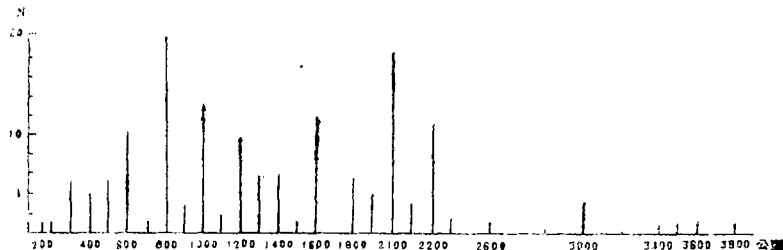


图7 倍九震中迁移的峰值距离

2. 倍九日震中迁移的优势距离

对倍九日的迁移距离作统计，我们得到800—1000公里和2000公里这两个距离频次最高。次高的还有600、1200、1600和2200公里。迁移距离与频次的相关图如图7所示。

根据图7我们可以看到，迁移的距离表现出统计的特性，即迁移距离有一定的规则性，这种规则性可能与我国大陆上部地壳的分块尺度有密切关系。

3. 倍九日震中迁移的优势方向

从图1—5来看，倍九日震中迁移的方向具有一定的复杂性。但仔细分析后发现，每一年的优势方向有一定的稳定性，而且所显示的优势迁移方向在本年的最初几个月就有所显示。因而根据优势迁移方向可对本年度以后几个月的活动总趋势可作出判断。此外，年与年的迁移方向往往有一定的差异。为了清楚起见我们在表1列出了1970—1983年每一年的优势迁移方向和配套方向（配套方向与优势迁移方向呈正交或较大的锐角相交）。

由表1可以看出，在中国西部地震迁移的优势方向为NW_L和NNW，而在中国东部为NE和EW。但每一年的方向是有一定变化的。这种地震迁移条带的方向，空间位置的显著变化可能归因于应力方向在不同时期是有差异的，或者由于其它的附加力源变动所引起。此外从表1可以看出，中国

表1 倍九日震中迁移显示的优势迁移方向

年	中 国 西 部		中 国 东 部	
	优势迁移方向	其它方向	优势迁移方向	其它方向
1970	NWW	NE	NWW	NNW, EN
1971	NNW—SN	EW	EW	NE, SN
1972	NW	NE	EW	SN
1973	NNW—NW	NW	ZE	EW
1974	NWW	NNE	NEE	NNW
1975	NWW—NW	NNE	NE	EW
1976		NW, NEE	NE	NEE
1977	EW—NW	NE	NE	EW
1978	NWW	SN	NEE	SN
1979	NW, NEE	NNE~SN	SN	NE
1980	NNW	NEE		EW, NNE
1981	NNW	NEE~EW	EW	NW
1982	NW	NE	EW	NNW, NEE
1983	NEE, NNW	NNW	EW	NNE
1984	NNE NW	NEE	EW	SN

西部和东部震中迁移的优势方向也与地壳上部的优势构造方向有着一定的关系。

根据以上所述, 我们可以根据每年头几个月的倍九日震中迁移方向来推断本年度的地震活动大趋势图象, 这对我们判断本年度的地震形势, 活动的可能时空规律是有参考作用的。例如在1970年倍九震中迁移的一个主要方向是NWW, 另一个配套方向是NNW。而NWW这一方向在元月就已显示, NNW方向也在2至3月就有显示。此外还可由某一优势方向推断配套方向。从前面的图1—图5可见, 优势方向和配套方向大体呈正交。这样就可根据年初出现的优势迁移方向以及配套方向推断全年的迁移活动骨架。

三、倍九日震中迁移在地震预报中的应用

根据前面列举的大量资料和论证可知, 在应力水平较高的带上, 震源最易受到外因触发, 因而显示沿该带迁移速度最快且地震发生时间具有倍九或朔望特征。当中国大陆内部正在孕育大地震时, 由于那里的应力水平较高, 因此不同时期的震中迁移带往往通过该孕震区域及其附近, 从而形成大震前的倍九震中迁移路线交汇于大震附近的情况, 据此利用这个方法, 可以预测中国大陆内应力水平较高地区, 以及确定大震危险区的具体位置。根据这一想法, 我们总结了自1970年以来发生的7次7级以上著名大震前倍九震中迁移情况, 这几次地震是1970年通海地震、1973年炉霍地震、1974年昭通地震、1975年海城地震、1976年松潘地震、1976年唐山地震、1976年龙陵地震。对于1970年以前的大震仅列举了1954年山丹 ($M=7\frac{1}{4}$) 和1955年康定地震 ($M=7.5$)。这些大地震前的倍九震中迁移表示在图8至图15。由这些图可以看到, 每次7级以上大震前均有3—5条左右的倍九震中迁移交汇于震中区附近, 这种现象大体在大震前1—8年内发生。对于6级左右的中强地震, 应当适当降低震级下限来作。这里我们仅以1983年11月7日郯城5.9级地震为例来讨论。这次地震前即1981年、1982年和地震当年均出现穿过郯城震中区附近的倍九震中迁移路线, 组成迁移的地震在4—6级左右, 约有6条迁移路线在郯城震中区附近交汇, 如16图所示。这一中强地震前的震中迁移特征, 启示了中强地震的位置

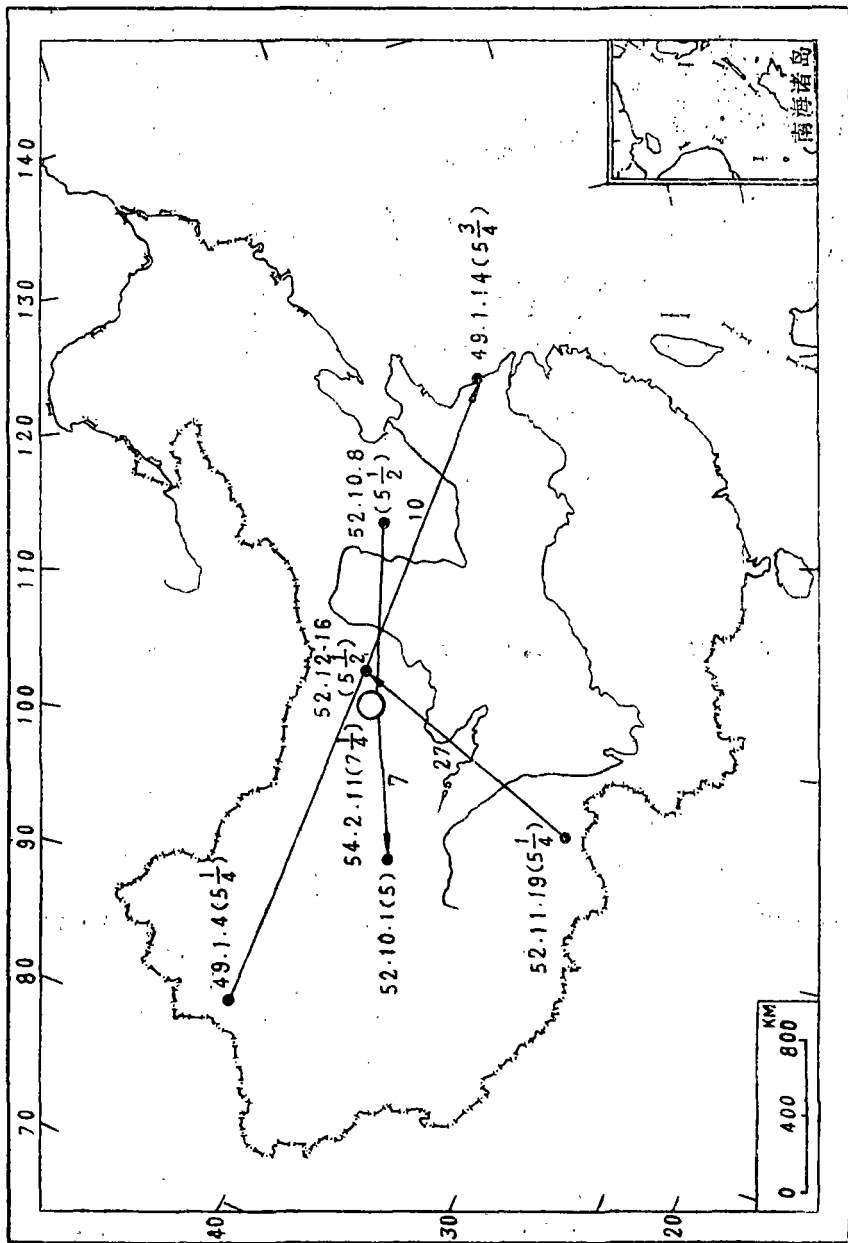


图8 1984.2.11. ($7\frac{1}{4}$) 山丹地震前的震中迁移 (1974—1984)

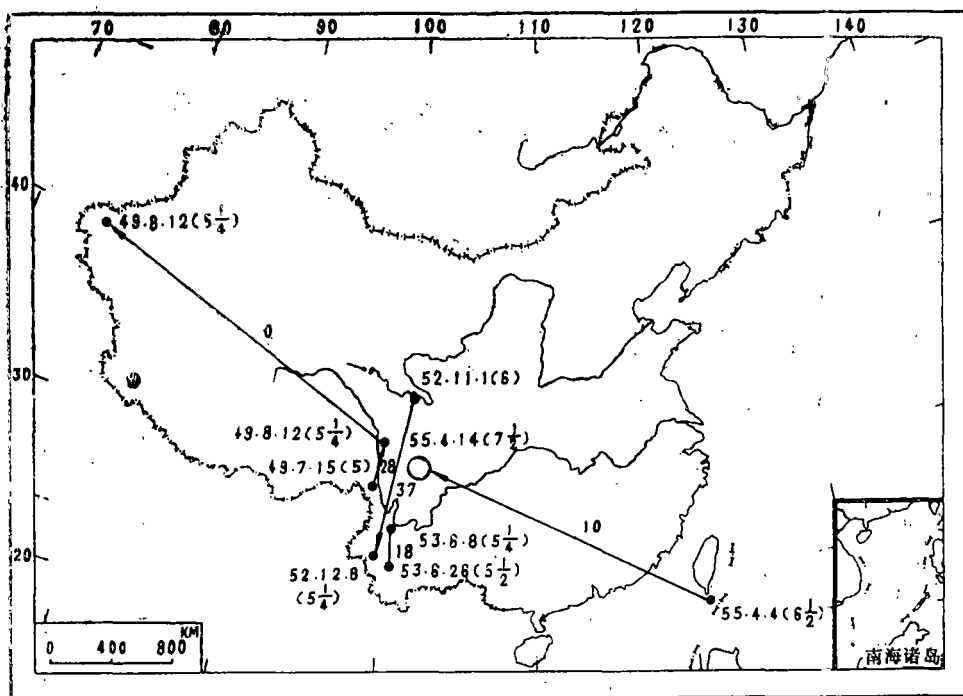


图9 1955.4.14, (7.6) 康定地震前的震中迁移 (1949—1955)

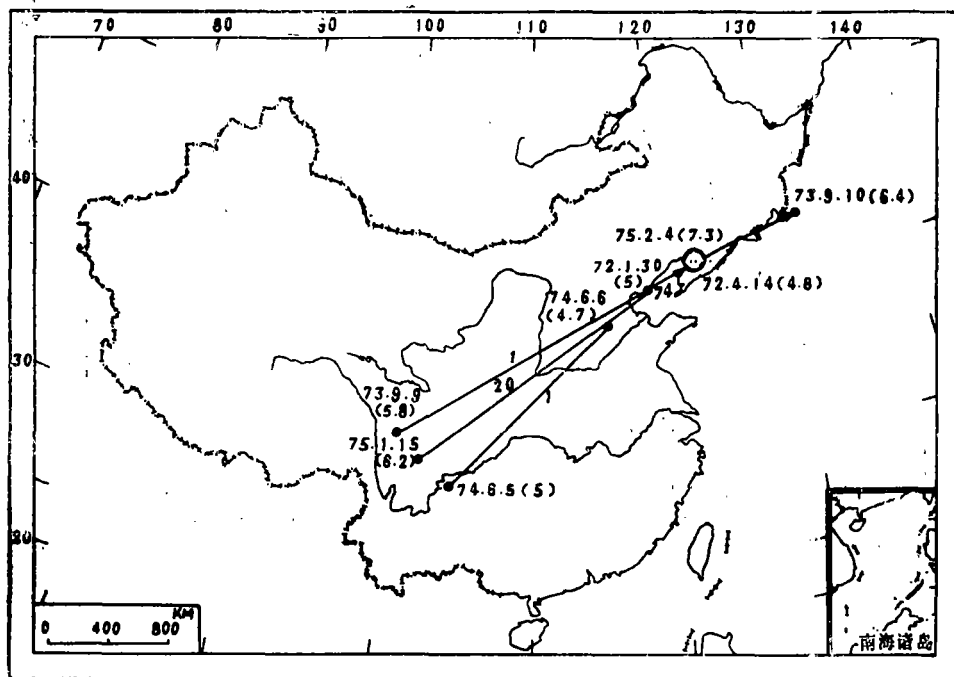


图10 1975.2.4, (7.3) 海城地震前的地震迁移 (1972—1975)

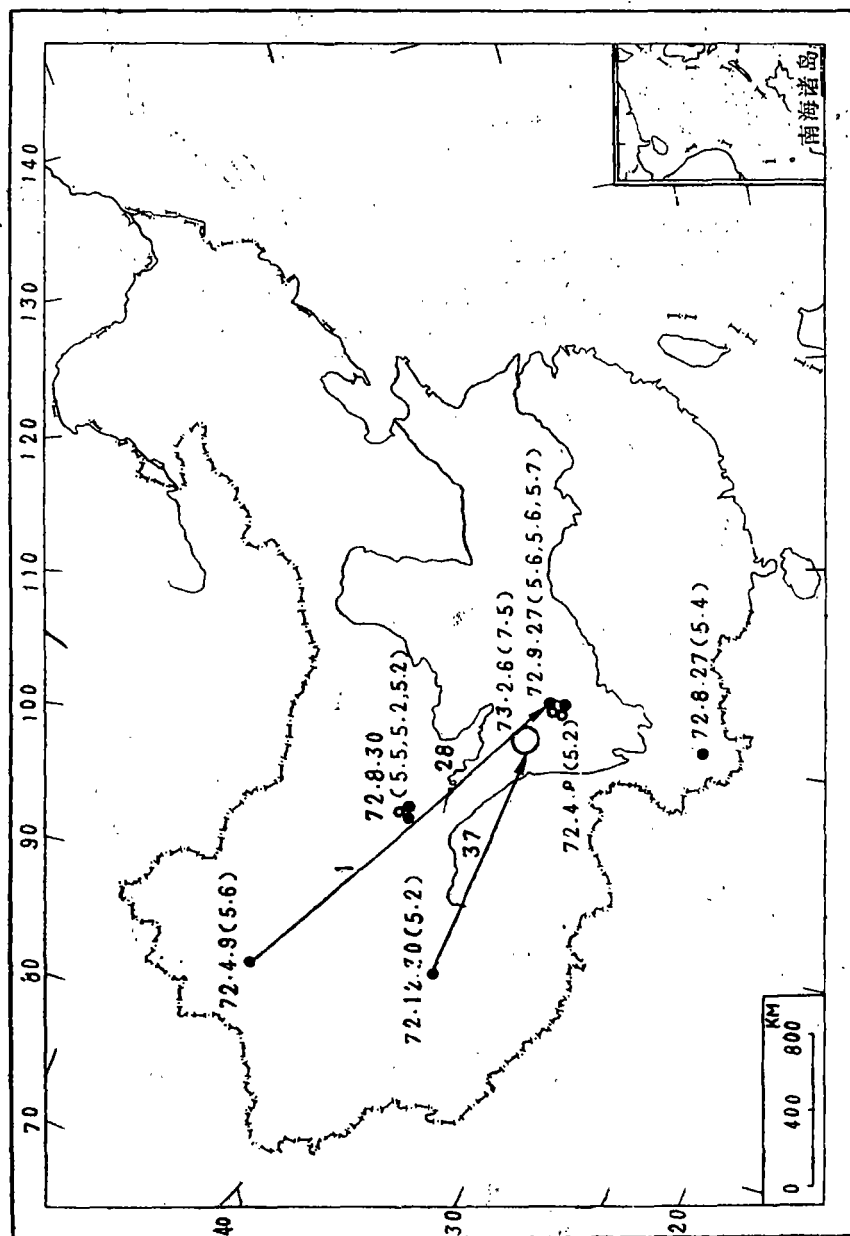


图11 1973、2.6(7.9) 炉霍地震前的倍九震中迁移(三条震中迁移)

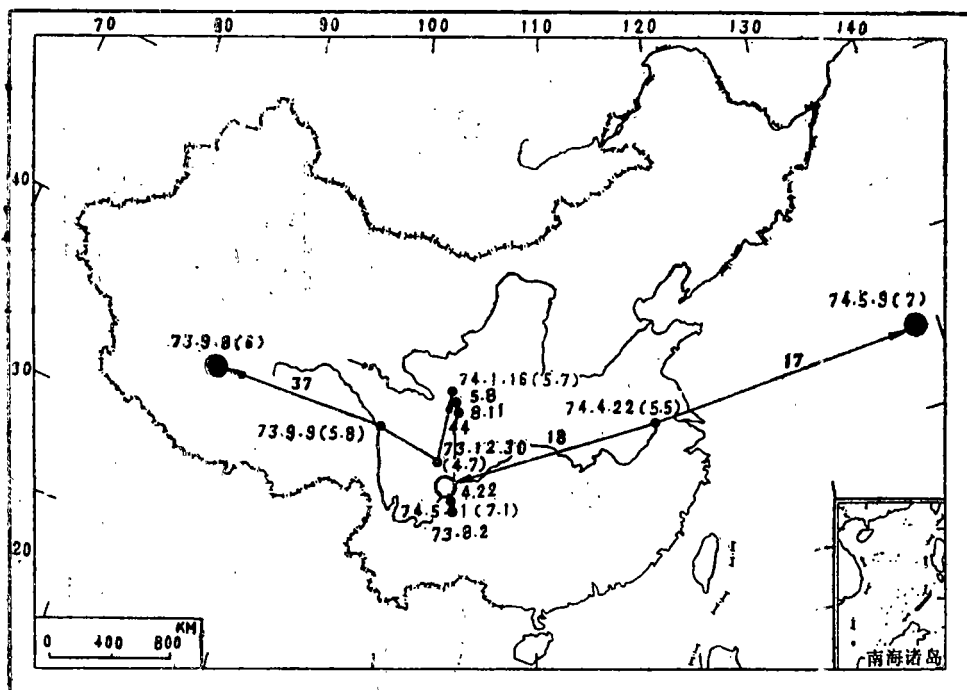


图12 1974. 5. 11 (7. 1) 昭通地震前的倍九迁移 (四条震中迁移方向交汇)

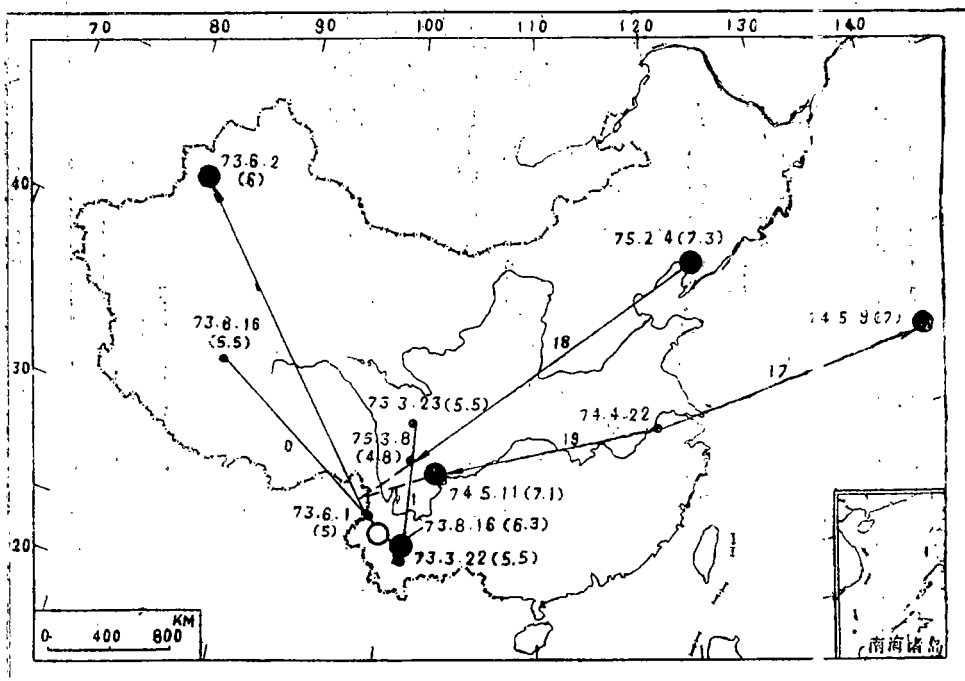


图13 1976. 5. 29 (7. 5) 龙陵地震前5条震中迁移方向交汇 (1973—1976)

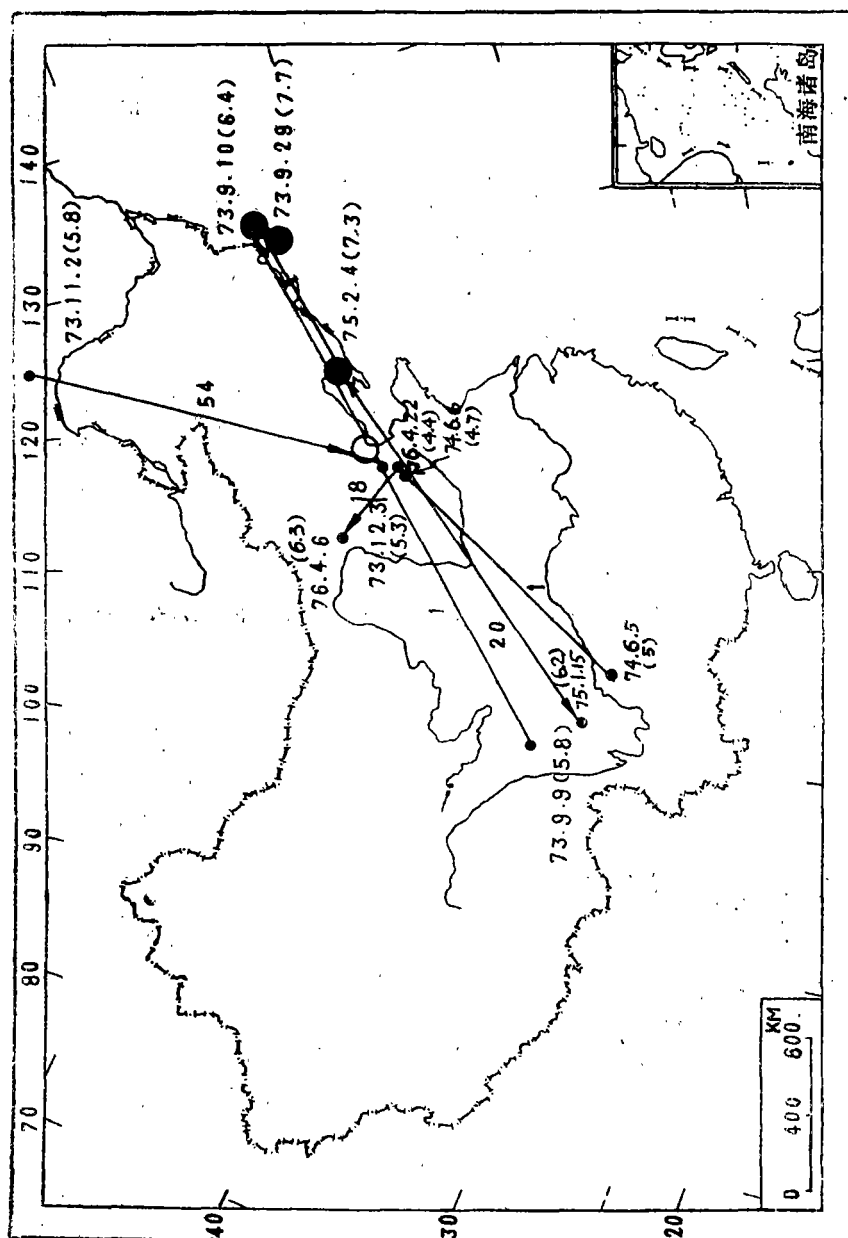


图14 1976. 7. 28, (7. 8) 唐山地震震中迁移方向交汇 (1973—1976)

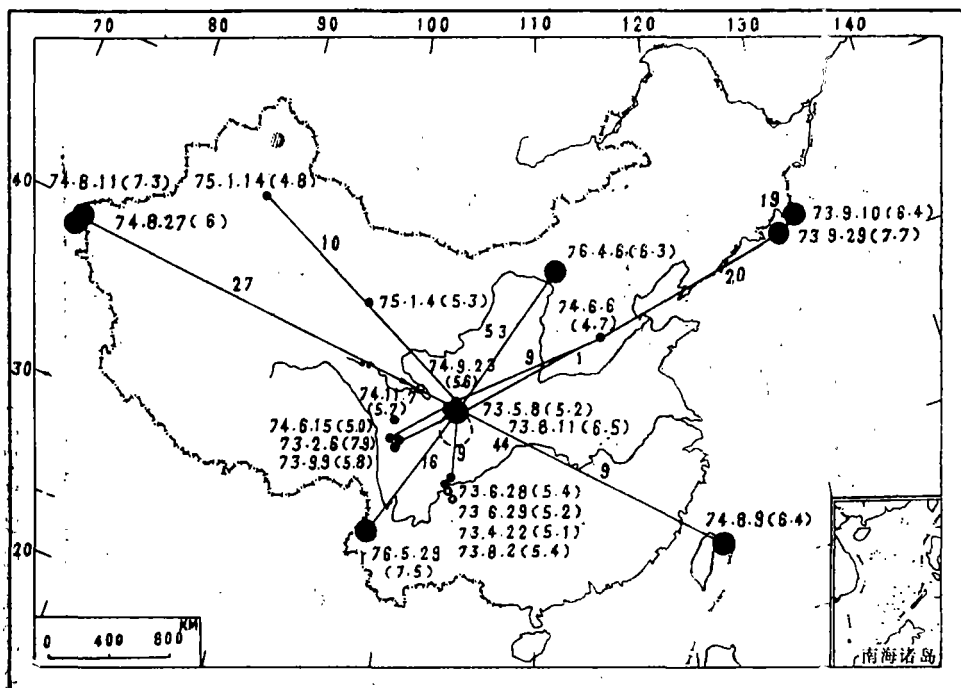


图15 1976.8.16, (7.2) 松潘地震前的迁移 (5条震中迁移路线在松潘交汇)

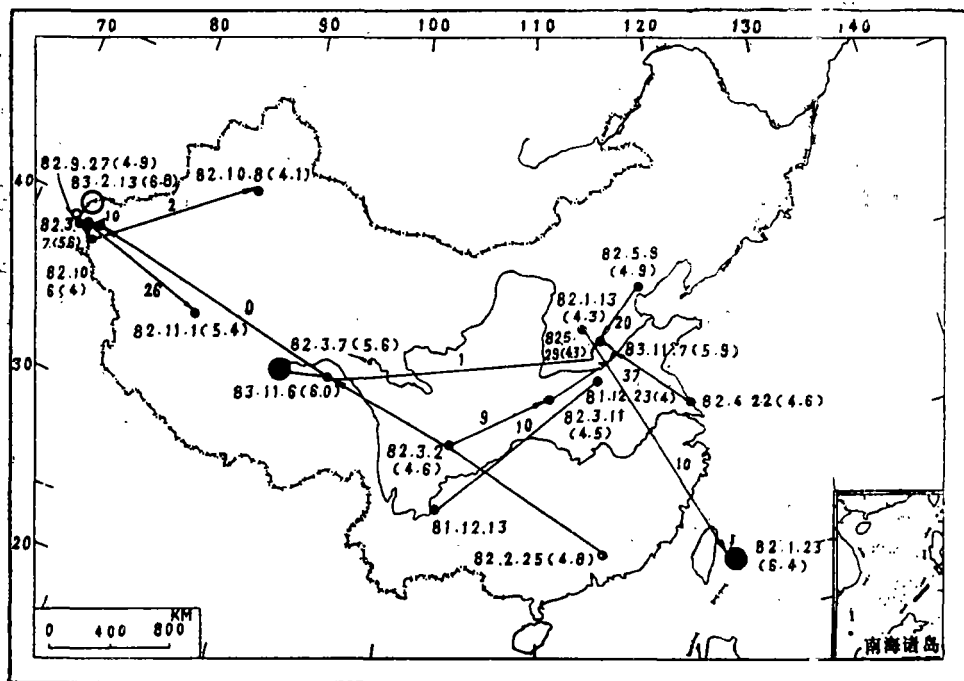


图16 1983年新疆6.8级地震前的迁移 (82年 $M \geq 4$) 郅城5.9级地震前的迁移

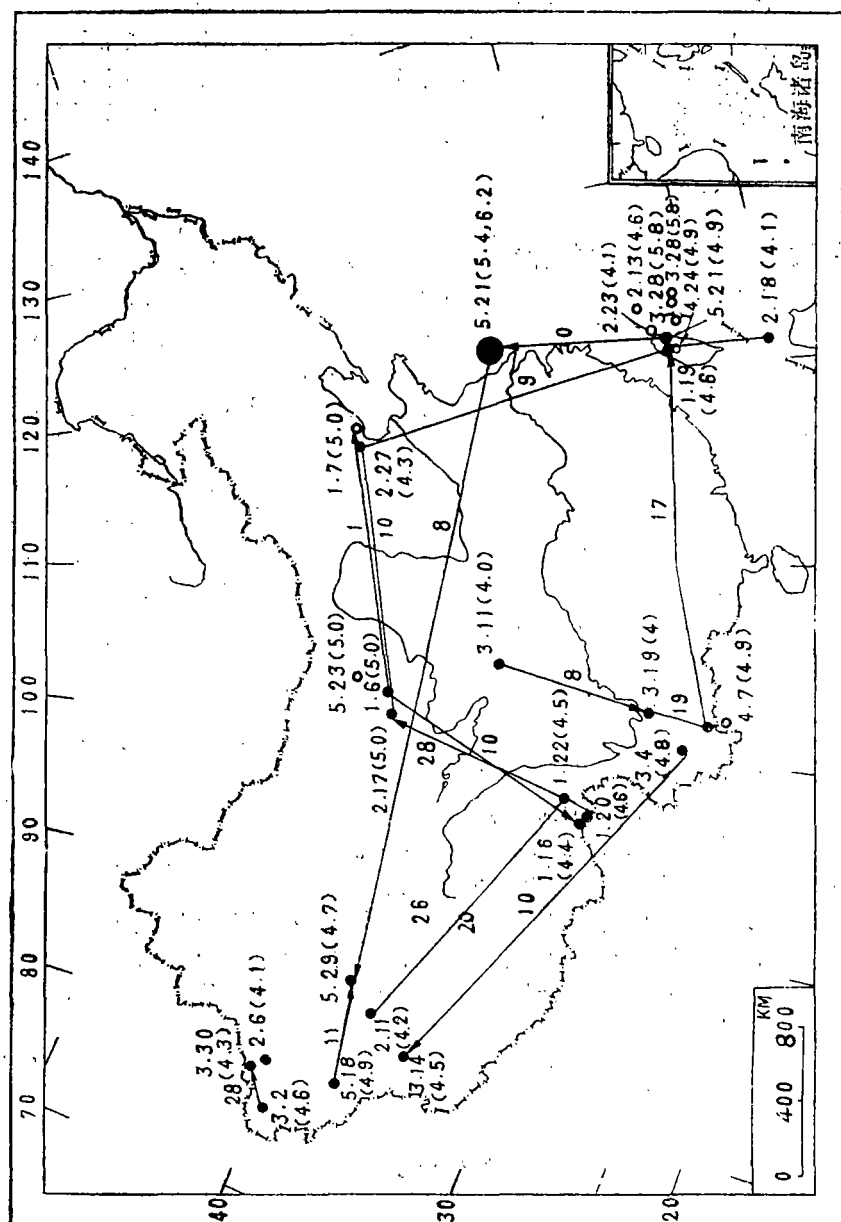


图17 1984 (M>4.0)

也有可能用震中迁移的交汇方法求得。应当指出的是在一次大地震发生后,其震源区的应力仍有一定的水平,而且余震发生的时间也往往具有倍九日的韵律。因此对强震后倍九日震中迁移在余震区的交汇不应作为另一次未来强震危险区来考虑。

上述的震例表明,利用倍九日震中迁移路线的交汇来确定应力背景值高的地区以及进一步确定地震危险区这个方法不仅简易而且具有一定的物理基础。为此我们利用这个方法考察了近几年的震中迁移交汇区。我们发现自1983至1984年出现5条震中迁移方向交汇的地区有武威南至民乐地区附近,出现4条震中迁移方向交汇区在云南南部边境地区附近,如图17所示。我们认为这两个地区的应力背景值较高,如果这两个地区尚存在空区,调制小震空段等指标,则应充分注意这两个地区发生较强地震的可能性。

四、讨 论

本文提出的利用倍九日震中迁移路线的变化,研究短期震中迁移时空规律以及由倍九日震中迁移路线交汇判断高应力区和地震危险区是一种新的尝试。我们认为板块的水平运动方向并不是固定不变的。在一较长时期内,板块运动可能存在某一主导的运动方向,但由于板块间运动的协调性,板块的运动方向可能存在小的摆动。此外也可能存在其它量级较小的变化的力源(指方向)。上述力源方向的小的变化为地震活动图象的变化提供了可能。对于我国大震来说,大多数地震是沿着重新粘结的老断层发震的。因此我国东、西部优势构造对发震起着控制作用是显而易见的。这样,尽管力源方向有一定的变化,但并不能影响我国大地震地震断层走向,错动旋性的稳定性。然而它们却对地震活动图象产生显著影响。例如,我们假定太平洋板块向中国大陆的推挤力方向在近东西,北西西,北东和北东东向范围内的变化。在这样的变化力源作用下,地壳中最大剪切带方向将发生很大变化。这相当于地震活动条带的变化。如图18所示:图18中上排是按照均匀介质最大剪切面强度理论画的,其主压应力方向与最大剪切面之间的夹角为 45° ;图18中下排是均匀介质中最先达到破裂错动的面与主压力方向的关系图。根据理论推导和模拟实验,最先达到剪切错动的面与最大主压力方向夹 $25^\circ \sim 30^\circ$ 左右。

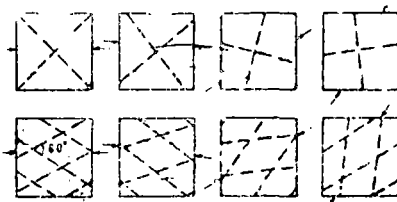


图18 力源方向与最大剪切带方向

由图可见,当以东西向的压力作用或有近东西向的动态力源作用时,SN、NNW和EW向的地震活动带活动受到抑制,而北东、北西向的活动带则比较发育。这样,力源方向的细微摆动将造成地震活动带的显著变化。关于这个问题,本文未作深入讨论。因为由倍九震中迁移画出的带不一定是最大剪切带。然而从地震图象的变化来看,应力场的变化是可以肯定的。由于倍九日震中迁移确定最大剪切带存在一定困难,因此在实际判定应力场方向时应当用地震活动带的方向与震源机制二者紧密结合起来判定,并始终使由震中迁移判定的压力方向与震源断层面的错动方向不相矛盾。

关于危险区的判定,文中主要的目标是确定高应力区。在高应力区附近是否有强震孕育,还必须用地震危险区的强度指标作进一步确定。

参考文献

- [1] 郭增建等 磁暴天气韵律和地震发生时间的关系 地震战线, 1977. 3
- [2] 郭增建等 预报地震的倍九法 地震战线 1977. 5
- [3] 郭增建等 再论预报地震的倍九法 地震战线 1978. 1
- [4] 郭增建 秦保燕 倍九法的物理机制 地震地质 1981
- [5] 汪进 震源孕育模式中的应力—化学腐蚀过程和宇宙线的调制作用 硕士学位论文 1983年
- [6] 高野健三等译 海洋, 气候的长期变动(译自俄文) 东海大学出版社 1974年