

一九八一年道孚地震

赠阅

四川省地震局 编



地震出版社

一九八一年道孚地震

四川省地震局 编著

地震出版社

1986

内 容 简 介

本书是一九八一年道孚6.9级地震的科学技术总结。全书共分七章：第一章介绍道孚地震活动性；第二章比较系统地给出了地壳形变资料；第三章综合整理了地震前出现的宏观微观前兆异常；第四章分析讨论了震区地震地质构造背景及发震构造；第五章介绍了6.9级地震的烈度分布及震害；第六章对震区建筑物的震害作了全面分析，提出了抗震意见；第七章对地震前兆异常的时空分布特点、地震孕育过程、预测预报工作等进行了综合讨论。书中插图71幅，照片87幅。

本书可供从事地震、地球物理、地震地质、地震工程的科技人员参考。

一九八一年道孚地震
四川省地震局编著
责任编辑：何寿欢

地质出版社 出版

北京复兴路63号
三环印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
全国各地新华书店经售

787×1092 1/16 5.125印张 10插图 130千字

1986年2月第一版 1986年2月第一次印刷

印数0001—1200

统一书号：13180·263

定价：1.70元

前 言

1981年1月24日5时13分47秒，四川省甘孜藏族自治州道孚县境内发生了一次6.9级地震。微观震中为东经 $101^{\circ}10'$ ，北纬 $31^{\circ}00'$ ；宏观震中位于道孚县城西南约2公里处的沟普附近。震源深度12公里。极震区烈度Ⅷ度强。有感范围较大，离震中约280公里的成都还有感。这次地震前未作预报。尽管1973年炉霍大震后，道孚部分房屋采取了若干加固措施有明显的抗震效果，但由于大部分房屋特别是藏式民房抗震性能很差，致使震中及其附近的人民生命财产遭到了一定的损失。

地震发生后，党中央、国务院以及中共四川省委、省人民政府极为关怀，立即发来了慰问电，派来了慰问团、医疗队和人民解放军救灾部队，帮助灾区人民抗震救灾、重建家园。灾区人民的生活得到妥善安置，群众情绪稳定，较快地恢复了生产、生活的正常秩序。

地震发生的当天上午，四川省地震局召开会议部署了应急措施。由局领导亲自率领的170余人的考察队伍日夜兼程奔赴震区，迅速组成了现场指挥部，与全省监视预报网相配合，开展了现场震情监视和宏观考察工作。通过考察取得了大量宏观考察成果，编写了道孚6.9级地震的宏观考察报告和前兆总结，并于1981年8月邀集省内外有关专家、学者，召开了学术讨论会。

1981年9月，正式组成了《一九八一年道孚地震》编写组。由韩渭宾任主编，唐荣昌、陈天长任副主编，黄祖智、李有才任编辑。

《一九八一年道孚地震》是以上述两个总结为基础，补充了若干资料，并吸收了成尔林、廖志和、陈基汾、葛培基、刘本培等同志的有益成果，经过加工编写而成的。

全书共分七章。各章主要执笔人为：第一章陈天长、韩渭宾；第二章胥泽忠；第三章李有才；第四章唐荣昌、钱洪、曹杨国、张成贵；第五章刘盛利；第六章陈德顺；第七章韩渭宾。本书插图由赵桂英同志绘制。

由于编者水平有限，错误缺点难免，敬请专家、学者不吝指正。

编者

一九八四年五月

目 录

第一章 地震活动性	(1)
第一节 道孚 6.9 级地震的震源参数.....	(1)
第二节 鲜水河地震带历史地震活动.....	(2)
第三节 道孚地震前的地震活动.....	(4)
第四节 地震序列.....	(10)
第五节 关于强震前地震活动图象变化力源的讨论.....	(12)
第二章 地壳形变	(13)
第一节 测量场地、线路及震前形变概况.....	(13)
第二节 从炉霍地震到道孚地震期间的断层活动特征.....	(14)
第三节 形变异常特征与未来地震的关系.....	(21)
第三章 宏观微观前兆异常	(23)
第一节 观测点分布和工作状况.....	(22)
第二节 中期前兆异常.....	(25)
第三节 短临前兆异常.....	(28)
第四节 动物习性异常及其它异常.....	(32)
第四章 地震地质构造背景及发震构造分析	(33)
第一节 震区地质构造.....	(33)
第二节 震区新构造运动特征.....	(37)
第三节 地震地裂缝的基本特征.....	(40)
第四节 构造应力场分析.....	(48)
第五节 关于发震构造的分析.....	(50)
第五章 烈度与震害	(53)
第一节 烈度的评定.....	(53)
第二节 烈度分布与震害情况.....	(55)
第三节 烈度异常及场地条件对烈度的影响.....	(61)
第六章 建筑物的震害分析和抗震意见	(63)
第一节 震区的建筑类型与结构.....	(63)
第二节 各类建筑物的震害与分析.....	(65)
第三节 关于抗震工作的几点建议.....	(68)
第七章 几个问题的讨论	(72)
第一节 道孚地震前兆异常的时空分布特点.....	(72)
第二节 有关地震孕育过程的讨论.....	(74)
第三节 预测预报工作的经验教训.....	(76)
附：一九八一年道孚地震照片剪辑	

第一章 地震活动性

第一节 道孚6.9级地震的震源参数

根据四川省地震台网资料测定, 1981年1月24日道孚6.9级地震基本参数是:

发震时刻 05-13-47
震中位置 $31^{\circ}00'N, 101^{\circ}10'E$
震源深度 12 (公里)
震 级 6.9 (M_s)

用四川省台站的记录和《中国地震台网临时报告》及青海、甘肃、陕西等省地震局台网观测报告中给出的P波初至符号, 求得道孚地震的P波初动解见图1和表1:

表 1 道孚6.9级地震P波初动解

节面 I			节面 II			X_A		X_B		P		T		N	
走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角
47°	NW	80°	320°	NE	75°	50°	15°	317°	10°	94°	3°	2°	19°	192°	72°

据地震地裂缝排列走向、等烈度线长轴方向及6.9级地震的余震分布都与该处鲜水河断裂的走向一致的特点, 我们取节面 I 为地震破裂面。用直达P波初动半周期资料来粗略判断, 可

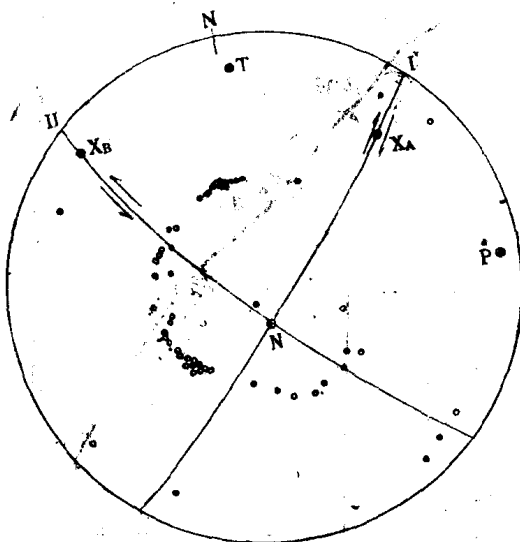


图1 道孚6.9级地震P波初动解 (震源上半球投影)

• 表示初动为+; • 表示初动为-

得到同样的结果, 并且还反映地震破裂由南东向北西扩展。从等烈度线可以看到, 其内圈 (Ⅶ*和Ⅷ) 由宏观震中向西北方向延伸的长度超过向东南方向延伸长度, 外圈 (Ⅷ和Ⅸ) 等烈度线则相反, 因此道孚地震的破裂过程可能为不对称的两侧破裂。

采用处理不对称两侧震源破裂过程的方法^[1]求道孚地震的震源参数^{*}。从多台P波远场位移谱资料得到断层长度 L 和破裂速度 V_0 , 地震矩 M_0 , 然后得到平均错距 $\Delta\bar{u}$ 、走向滑动错距 $\Delta\bar{u}_s$ 和倾向滑动错距 $\Delta\bar{u}_D$, 应力降 $\Delta\sigma$, 应变降 $\Delta\epsilon$, 释放弹性能 E 。断层面积 S 近似取震源深度的二倍作断层宽度乘以破裂长度 L_0 。上述结果列于表2。

表 2 道孚6.9级地震的震源参数

L (公里)	V_0 (公里/秒)	$\Delta\bar{u}_s$ (厘米)	$\Delta\bar{u}_D$ (厘米)	$\Delta\bar{u}$ (厘米)	S (公里 ²)	M_0 (10^{26} 达因 厘米)	$\Delta\sigma$ (巴)	$\Delta\epsilon$ (10^{-5})	E (10^{22} 尔格)
38	1.4	72	19	75	912	2.3	13	2.0	1.4

波谱分析还表明, 断层向北西破裂长度为27公里, 沿南东破裂长度为11公里。因此认为道孚地震是一次在近东西向压应力作用下, 沿北40°西近于直立的断层面发生左旋错动的地震, 破裂面由震中沿鲜水河断裂走向向两端扩展, 以向北西为主。

第二节 鲜水河地震带历史地震活动概况

据《四川地震资料汇编》^[2], 鲜水河地震带上第一个有史料记载的地震是1725年康定7级地震。从1725年到1981年, 该地震带共发生5级以上地震42次, 其中6.0—6.9级12次, 7.0—7.9级6次 (见图2)。

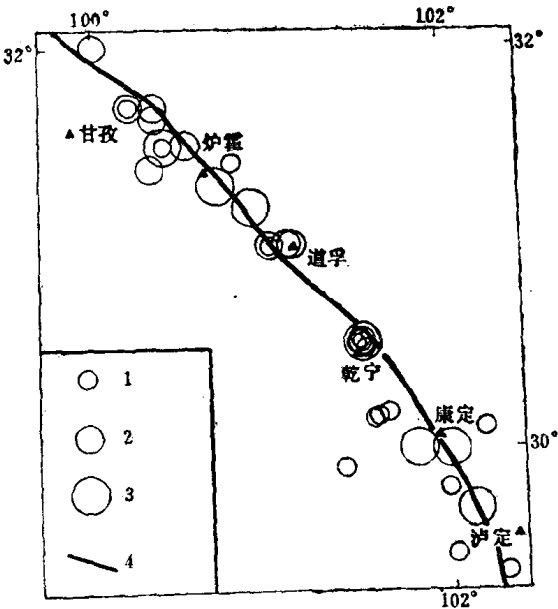


图2 鲜水河地震带强震震中分布图(1725—1981, $M_s \geq 5.0$)
1. $M_s = 5.0-5.9$; 2. $M_s = 6.0-6.9$; 3. $M_s = 7.0-7.9$; 4. 鲜水河断裂

* 成尔林、林邦耀等, 1981年1月24日道孚6.9级地震的震源参数, 1981年。

由图2可见,鲜水河断裂带的强震主要分布在北段(甘孜东、炉霍、道孚)和南段(乾宁以南、康定、泸定)。中段,即道孚南到乾宁一带地震频度较低,仅1893年发生过一次 $7\frac{1}{2}$ 级地震。1981年1月24日道孚6.9级地震发生在鲜水河断裂带北段的南端。

鲜水河地震带历史地震有较明显的盛衰交替现象(图3)。1900年以前该区地震频次较低,可能与该地区人烟稀少,历史记载不完全有关。但是,在1725—1816年第一活跃期之后,从1817年到1893年间没有强震记载不能完全用人为因素来解释。从1893年至今的第二活跃期里(1919年以前,只有2次地震,未划分活跃段)比较明显地出现三个相对活动段和三个相对平静段。每个相对活动段都曾发生过7级以上地震。这次道孚地震就发生在第二活跃期第三相对活跃段的末尾。

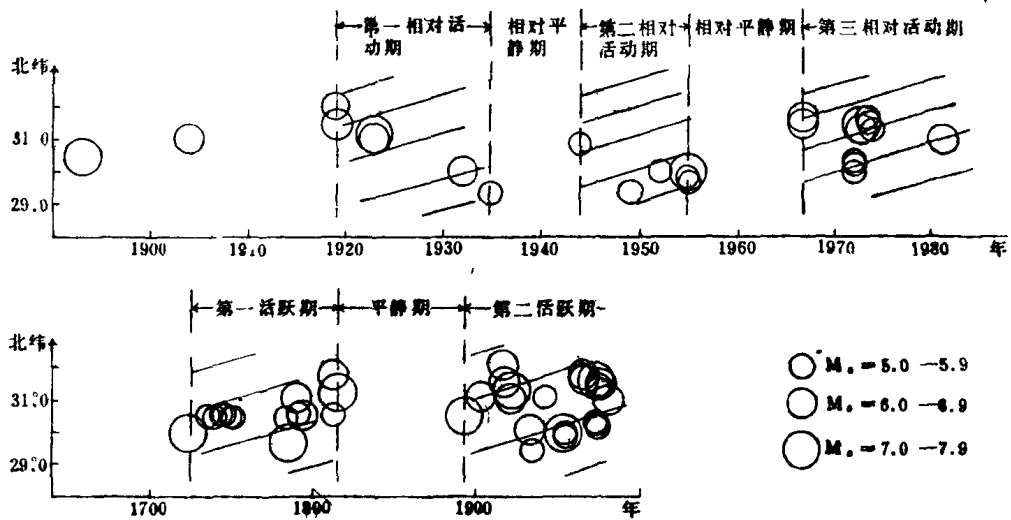


图3 鲜水河地震带地震活动时空分布图 ($M_s \geq 5.0$)

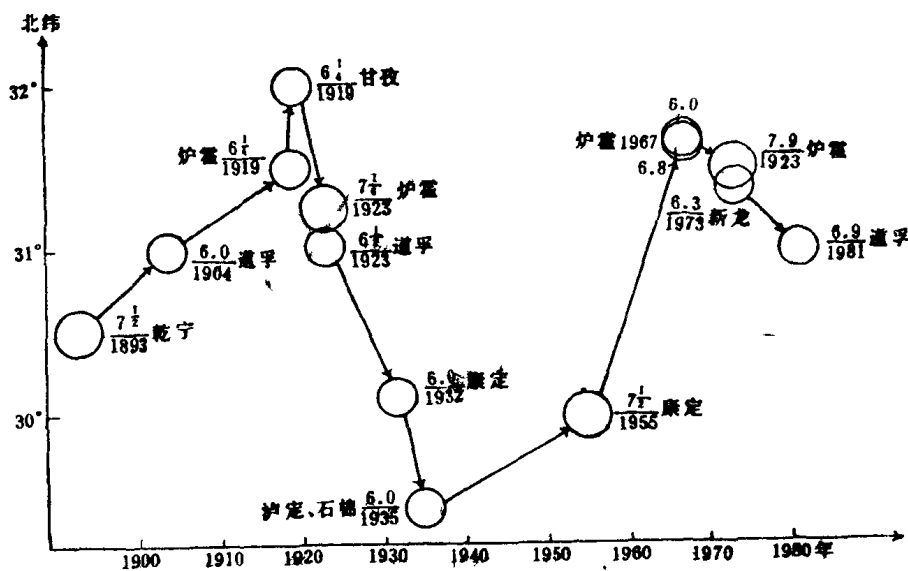


图4 鲜水河地震带历史强震迁移图 ($M_s \geq 6.0$)

鲜水河地震带上6级以上地震往往沿该带来回迁移^[3](图4)。结合地震盛衰交替现象(图3)的讨论,可以看到,6级以上强震活动有成段转移的情况。如1923年炉霍 $7\frac{1}{4}$ 级地震前后,鲜水河断裂带北段地震活跃,甘孜、炉霍、道孚等地发生了3次6级地震。1955年康定折多塘 $7\frac{1}{2}$ 级地震前后,地震活动主要在南段。1973年炉霍7.9级地震前后,侏倭、道孚两次6级地震又都在断裂带的北段,与1923年炉霍地震前后情况相似。

该地震带上历史地震的地裂缝排列方向、等烈度线长轴方向大多是北西向^[2],明显地受鲜水河断裂带的控制。近年多次强震的震源机制解表明,鲜水河断裂带的强震大多是在东西向主压应力作用下,北西向断层作左旋平推运动^[3, 4]所致。

第三节 道孚地震前的地震活动

一、鲜水河断裂带及其周围各分区3级以上地震活动的频次变化

我们将鲜水河断裂带及其附近地区分成6个小区(见图5)。这6个小区以及整个鲜水河断裂带3级以上地震活动的频次变化见图6。

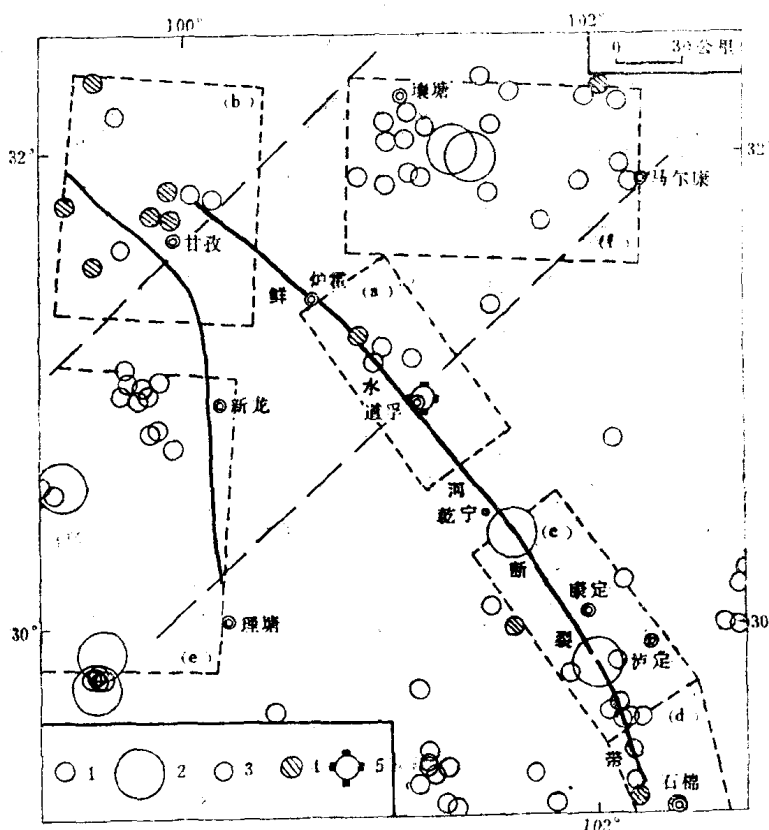


图5 鲜水河地震带及其邻近地区震中分布图(1976.1—1981.1.24)

1、 $3.0 \leq M_L < 3.9$; 2、 $4.0 \leq M_L < 4.9$; 3、1976.1—1980.6的地震; 4、1980.7—1981.1的地震
5、1981年6.9级的地震

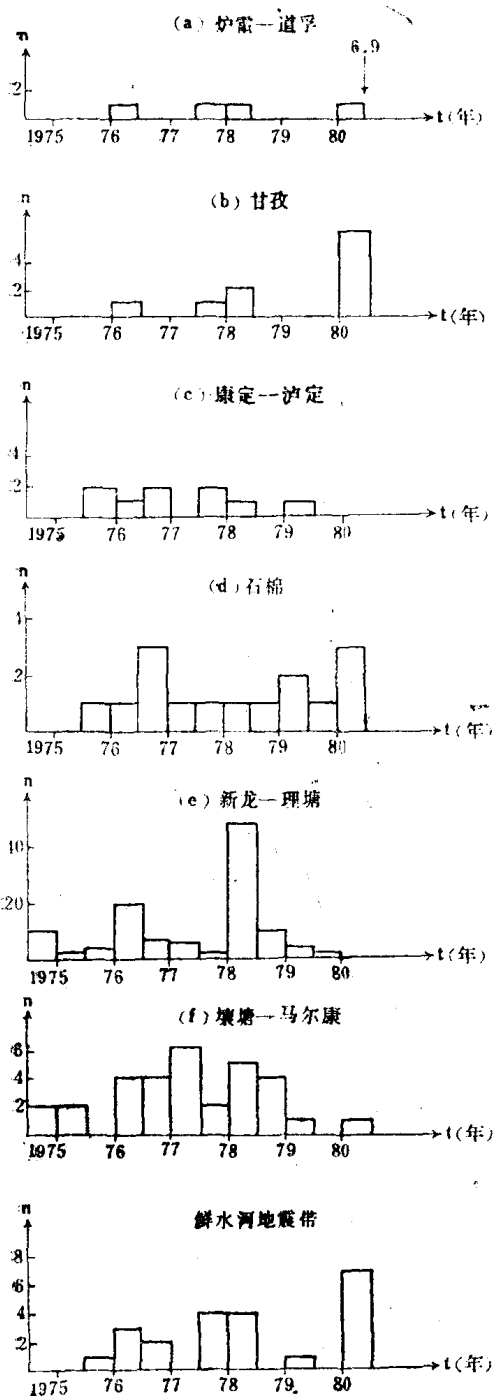


图6 鲜水河地震带及其邻近地区地震频次随时间变化图 ($M_L \geq 3.0$)

内断层相对移动量较大, 而余震区以外的观测点上(道孚以南至康定、泸定)移动量则小。按断层位错理论, 走向滑动断层两侧的相对移动可能形成断层上和周围介质应力的重新分布除了形成断层两端的应力集中外, 在垂直于断层走向的方向上还出现两个剪应力集中区⁽⁶⁾。马尔康-壤塘和新龙-理塘两个地区正好在断裂带上相对位移量大的断裂两侧的剪应力集中区。

我们分别用甘孜、理塘、巴塘三个台和马尔康、道孚、黑水、小金及壤塘等五个台的资

为便于比较, 我们取震级下限 $M_L = 3.0$ 。

沿鲜水河断裂带, 在道孚西北约80公里的炉霍附近, 1973年2月6日发生了7.9级地震, 其余震大致延续到1974年底。1975年鲜水河断裂带仅发生1次3级以上地震, 而1976年以后该带地震活动明显增强。因此, 我们把1975年前后看作炉霍7.9级地震的余震和道孚6.9级地震震前地震活动的分界。在图6上, 给出各分区从1975年起的的地震活动频度。

这六个分区频次变化大体有三种情况:

(1) 炉霍-道孚地区和康定-泸定地区〔图5 (a)(c)〕: 频次不高, 随时间变化不大。(2) 甘孜附近〔图5 (b)〕: 在强震前一年或更长时间如1976、1978年也有些地震, 但频次不高。在强震前半年频次明显增加。石棉附近〔图5 (d)〕: 在道孚地震前半年频次较高, 但变化不如甘孜附近明显。(3) 新龙-理塘和壤塘-马尔康地区〔图5 (e)(f)〕: 在1976年到1979年地震活跃。在这段时间, 这两个地区地震频次都比鲜水河断裂带上的频次要高, 它们的平均频次分别为鲜水河断裂带的6.2倍和1.6倍。但在6.9级地震前半年, 情况相反, 鲜水河断裂带的频次比它们高, 而地震多数分布在离道孚较远的鲜水河断裂带的两端: 甘孜和石棉附近。

从上述三种情况可以看到, 较大范围的地震活动从1976年开始有协调一致增加的趋势; 道孚地震发生前半年, 鲜水河断裂带上活动明显, 其它地区则较平静。上述地震活动可能与鲜水河断裂带的构造活动有关。

1973年以后, 炉霍7.9级地震震中区的主干断裂存在明显的相对位移。形变观测资料表明 (见第二章), 炉霍7.9级地震的余震分布区

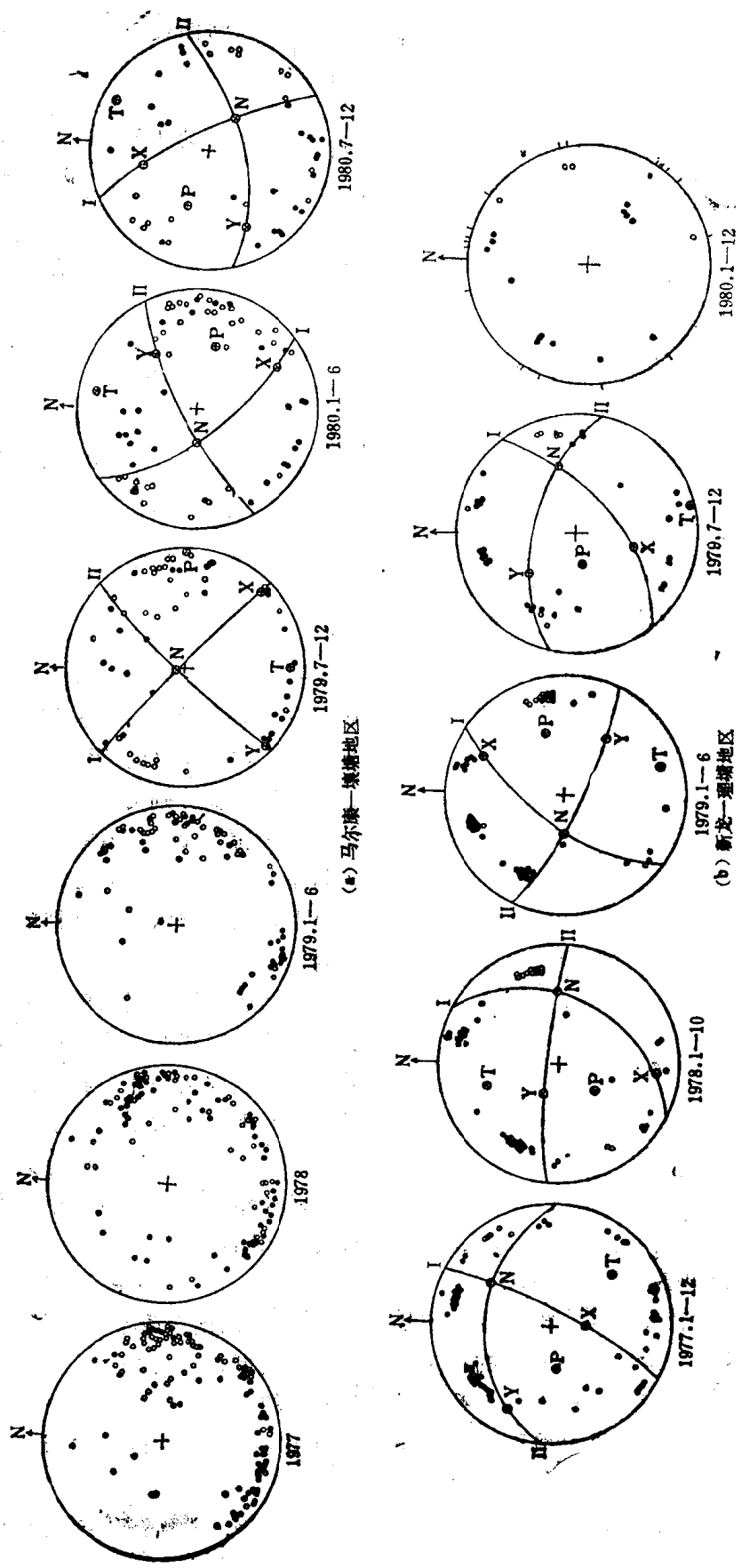


图7 马尔康—理塘、新龙—理塘地区综合断层面解 (1977—1980年)

料研究这两个地区小地震综合断层面解随时间的变化。根据1977年1月至1980年12月上 述 两 个地区所有的地震记录图取得的初动符号资料, (对台站仪器的极性, 用来自不同方向上的多次远震, 逐月对比台站上远震初动符号的一致性, 然后加以校正。所选择的远震, 在台站的记录上必须有尖锐的起始, 起始的半周期一般小于1秒。) 我们最后得到的综合断层面解列于表3 (见图7)。

马尔康-壤塘地区1979年7月以前的小震综合断层面解由于初动分布杂乱, 未能得到应力轴的优势方向(图7a)。而1979年下半年至道孚地震发生前的结果中, 应力轴存在优势方向, 压应力的平均方位为 101° 。从表3我们还看到, 愈接近道孚地震的发生, 四个象限中矛盾符号的比例愈小; 1979.7—1979.12, 为19%; 1980.1—1980.6, 为14.5%; 1980.7—1980.12, 为9.5%。

表 3 马尔康-壤塘、新龙-理塘地区小地震综合断层面解 (1977.1—1980.12)

地区	时 间	节面 I			节面 II			X_A		X_B		P		T		N		备 注	
		走 向	倾 向	倾 角	走 向	倾 向	倾 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角	A	B
马尔康-壤塘地区	1977.1—1979.6																		
	1979.7—1979.12	315°	SW	85°	44°	SE	82°	134°	8°	224°	5°	90°	2°	180°	9°	342°	81°	19%	$\pm 2^\circ$
	1980.1—1980.6	321°	NE	65°	61°	SE	74°	150°	17°	51°	30°	104°	34°	8°	9°	268°	60°	14.5%	$\pm 3^\circ$
	1980.7—1980.12	331°	SW	70°	74°	NW	60°	344°	30°	242°	20°	290°	37°	24°	8°	123°	53°	9.5%	$\pm 5^\circ$
新龙-理塘地区	1977.1—1977.12	25°	NW	76°	91°	S	32°	181°	58°	295°	14°	261°	50°	137°	25°	33°	28°	14%	$\pm 7^\circ$
	1978.1—1978.10	24°	NW	30°	92°	S	78°	183°	12°	294°	60°	213°	49°	341°	28°	87°	27°	10.5%	$\pm 12^\circ$
	1979.1—1979.6	33°	SE	60°	113°	NE	73°	23°	17°	124°	30°	70°	35°	162°	12°	267°	55°	9.5%	$\pm 2^\circ$
	1979.7—1979.12	50°	NW	55°	102°	SW	50°	193°	40°	320°	35°	258°	60°	165°	2°	74°	30°	15.5%	$\pm 11^\circ$
	1980.1—1980.12																		

• 无论两个节面如何选择, $A > 30\%$, 因此无解。• • 资料太少,

A: 四象限中矛盾符号所占比例 (矛盾符号数/总符号数); B: 所确定的两个节面中走向最大可取值范围

新龙-理塘地区从1977年起到1980年, 我们都能得到应力轴的优势方向(图7b), 四象限中矛盾符号的比例都不超过15.5%。压应力方位除1978年有较大差别外, 其它的相差不大, 平均为 76.5° 。1980年由于地震太少, 不能得到确定结果。

对马尔康-壤塘地区, 可以认为存在一个应力加强的过程, 在统一的应力场作用下, 取得应力轴的优势方向。新龙-理塘地区的情况似乎不同, 1977年以后应力轴没有明显的转向, 至于1977年以前, 由于缺乏资料, 还不太清楚。

二、鲜水河地震带b值变化

使用1973年6月以后鲜水河地震带上 $M_L \geq 2.0$ 的地震目录, 将50个地震作一组, 依次10个地震滑动, 用最大似然法求b值, 得到随时间的变化曲线如图8。1977年以前, 台网对于鲜

水河地震带控制能力较差,在 $\log N-M_L$ 关系图上,代表 $M_L < 2.3$ 的点明显偏离线性。1977年以后, $M_L \geq 2.0$ 的资料较为完整。图8中1977年以前的 b 值较低可能是上述原因造成的。我们用1975—1980年的数据求总的 b 值作为“正常值”(图8中虚线)。还用震级 $M_L \geq 2.3$ 的资料

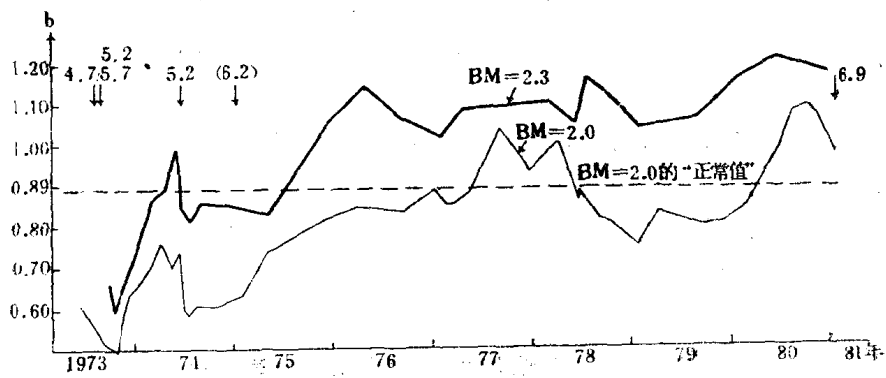


图8 鲜水河地震带 b 值曲线

作了另一条 b 值曲线。两条曲线在1977年以前是相似的,而1977年以后有差别,下面的一条 b 值曲线在强震前的变化比上面那条曲线更明显一些。这意味计算 b 值取震级下限低,使用更微弱地震可能更好地反映强震发生的信息。由于计算 b 值采用滑动的办法, b 值变化的起始时间不能从图上直接看出。实际上1976年 b 值就开始变化了,这与前面所说的地震活动的增加大体是同时出现的,对 b 值曲线的变化形态,我们尚未仔细研究。但在计算过程中可以看到,不同时段小震分别密集在地震带的不同部位,因此不同时间的 b 值可能反映该时间地震密集发生地段的应力状态。例如图8中,道孚地震前 b 值由最高值向下弯曲,主要是由于甘孜附近发生了一系列震级稍高的地震,所以 b 值下降可能部分反映断裂带端部的应力集中。

三、震源区及其附近的地震活动和 b 值变化

1973年炉霍7.9级地震发生不久,余震逐渐向北西、南东两个方向扩展,终止在甘孜(西北端)和道孚(东南端)。图9表示炉霍7.9级地震序列在其主震东南一侧自1973年6月至6.9

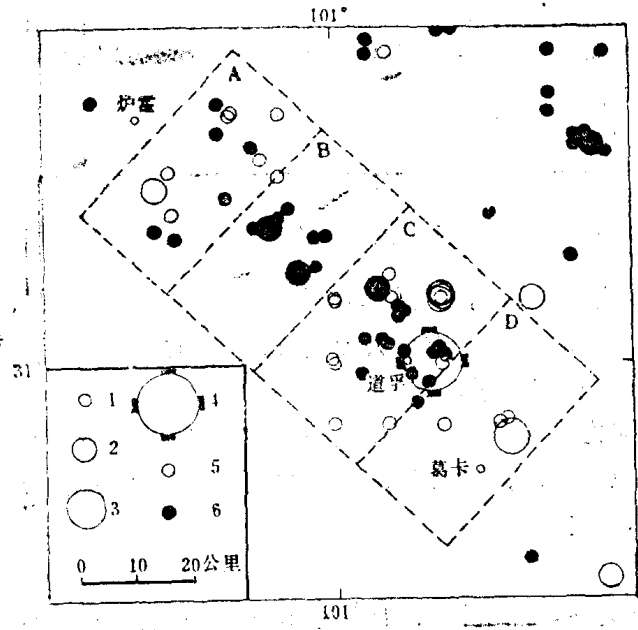


图9 道孚6.9级地震震源区及附近的震中分布
(1973.6—1981.1.23)

- 1. $M_L = 2.0-2.9$; 2. $M_L = 3.0-3.9$; 3. $M_L = 4.0-4.9$; 4. $M_L = 6.9$; 5. 1973.6—1975年的地震;
- 6. 1976—1980年的地震

级地震前的震中分布。空圈表示1973年6月—1975年1月的余震分布，可见这次道孚地震序列位于炉霍7.9级地震余震区端部的内侧。

把炉霍一道孚再划成四区：A、B、C、D。C和D以道孚6.9级地震震中为界。统计频次时仍以半年为单位，从1973年下半年至道孚地震前的频次变化见图10。它们的情况是：A区变化不大，没有明显的起伏。B区1973年下半年至1976

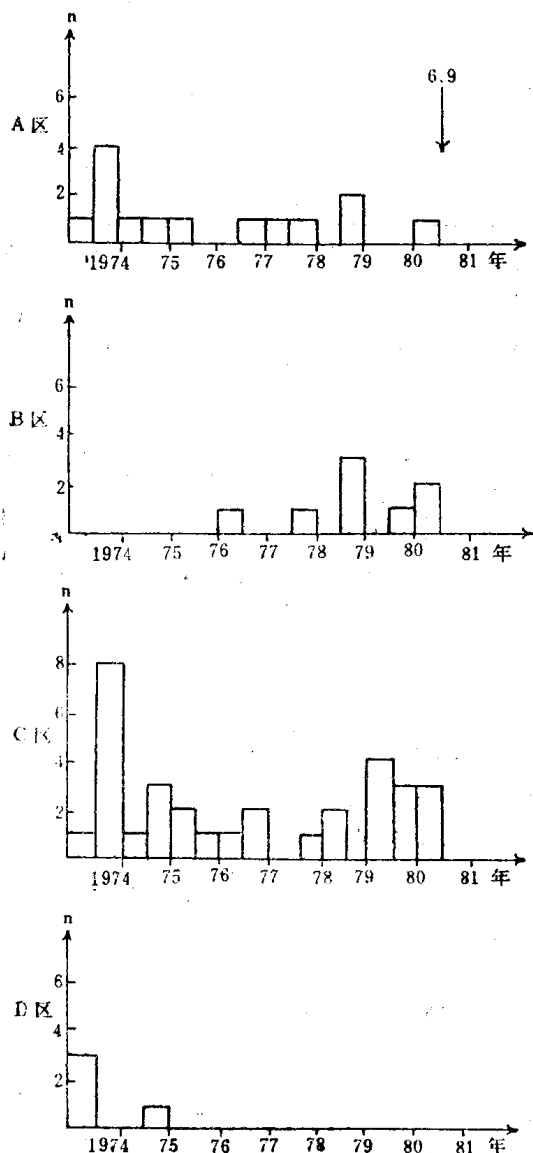


图10 道孚6.9级地震震源区及附近的地震频次 ($M_L \geq 2.0$)

年没有地震活动，1976年下半年以后有地震活动，而且有增加的趋势。C区的地震活动可以分成两个阶段，1973年至1975年，频次呈衰减趋势，1976年以后呈增加趋势。而且它的频次是四区中最高的，在道孚地震前一年半中，分别是A、B的10倍和3倍。D区1976年以前，炉霍地震的余震比较活跃，最大为4.7级。但1976年以后到道孚地震前没有一次 $M_L \geq 2.0$ 的地震。D区的东南，1976—1978年沿断裂带小震密集活动，1979年下半年后这些小地震有靠向D区的趋势（图11）。

因此D区具有“空区”的特征，由于它沿断裂分布，我们称它为“空段”。道孚地震台离6.9级地震的震中仅2公里，对于监测震中附近的微震活动是十分有利的，可以清楚地看到6.9级地震的震中位于“空段”的边界上：在西北侧，微弱地震无论在空间上，还是在时间上接近强震，且有活跃趋势；在东南侧保持平静。“空段”的另一边界则模糊。若把位于D区的道孚地震的余震沿断裂分布的长度作“空段”的长度，则为20公里。

用道孚地震台的观测报告，取 $\bar{S} - \bar{P} \leq 5.0$ 秒， $M_L \geq 1.4$ 的地震序列，用最大似然法计算 b 值**，结果如图12所示。1977年以前 b 值在0.81附近，1977年底开始上升，1979年2月转折下降。与鲜水河地震带 b 值曲线不同的是，在强震发生前它没有回升。这可能是因为它仅反映震源区和附近的较强应力状态。

四、关于前震

据道孚地震台的地震记录图分析，从1981年1月1日到1月24日，共记录 $\bar{S} - \bar{P}$ 为0.7—2.0秒的地震15次，其中最大的震级为 $M_L = 1.7$ ， $M_L < 1.0$ 的6次。未发现它们有任何不同于普通弱震的特征。

- 四川省地震局地震研究室，《道孚6.9级地震的前兆特征及预测预报的经验教训》。
- 廖志和，道孚6.9级地震震中附近震前 b 值异常变化，1981。

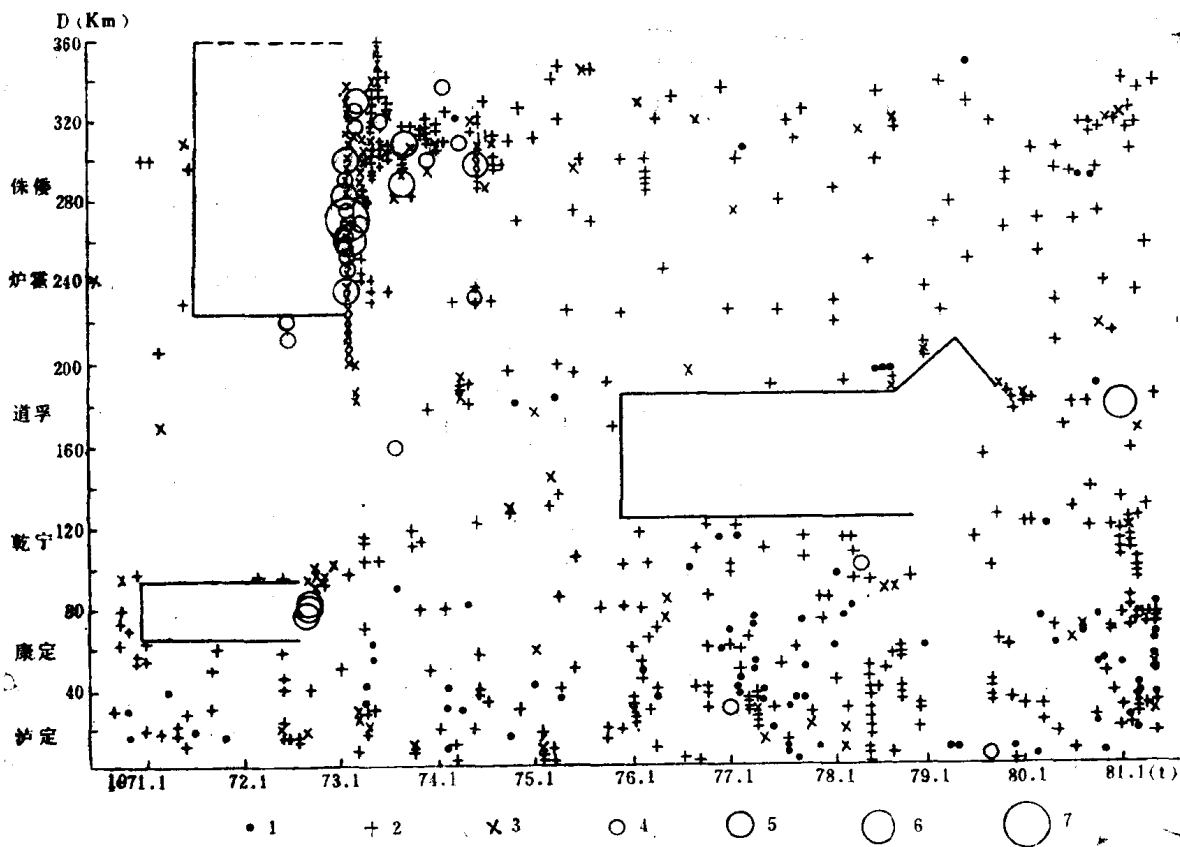


图11 鲜水河地震带地震活动时空分布(D-t)图(余震未点完)

1. $M < 2.0$; 2. $2.0 \leq M < 3.0$; 3. $3.0 \leq M < 4.0$; 4. $4.0 \leq M < 5.0$;
5. $5.0 \leq M < 6.0$; 6. $6.0 \leq M < 7.0$; 7. $M \geq 7.0$

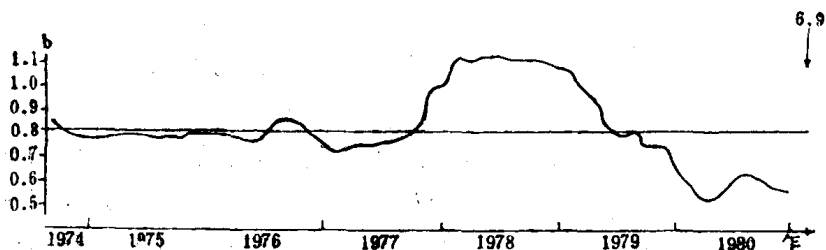


图12 道孚6.9级地震震中区b值时间扫描图

第四节 地震序列

1月24日—2月25日道孚6.9级地震的余震序列,其中3.0—3.9级地震4次;2.0—2.9级地震34次;1.0—1.9级地震619次,最大余震的震级 $M_s = 3.9$ 。该序列随时间的变化有两个特征:(1)用最小二乘法求整个序列的b值和不同时段b值,结果都相近,在1.14左右,即b值随时间变化不明显。(2)衰减迅速,余震频次(以天为单位)随时间分布可以用 $n_0 t^{-p}$ 表示, p 值为2.23。

震中附近有两个临时地震台,它们从1月23日下午正式记录。这以前,余震震中位置是

用离震中较远的台站资料,按残差分布方位角法测定,因此只有当余震的震级稍大时才有结果。1月29日开始,用石川法测定它们的位置,对其中震级稍大的,又同时用残差分布方位角法测定,对比它们的结果。6.9级地震的余震中,2级以上的地震不多,并且大多是主震后三、四天内发生的,因此只有6个地震作对比。用两种方法测定震中位置,最大相距3公里。

道孚地震余震的震中分布见图13。余震的分布形状似椭圆,长轴约50公里,短轴约20公里。长轴走向为北40°西,与鲜水河断裂带走向大体一致。余震分布的特点是, $M_L \geq 3.0$ 的“强余震”都位于主震的东南侧,即图9的D区。由于道孚地震台位于主震震中附近,这结果是可靠的。

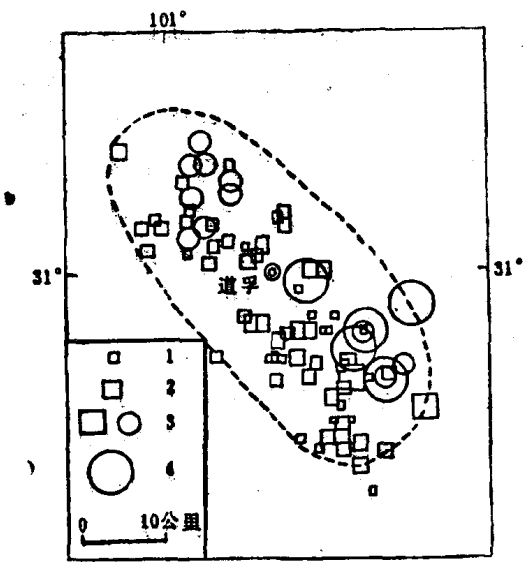


图13 6.9级地震的余震震中分布 (1981.1.24—1981.3.5)

1. $0 \leq M_L < 1.0$; 2. $1.0 \leq M_L < 2.0$; 3. $2.0 \leq M_L < 3.0$; 4. $3.0 \leq M_L < 4.0$.
(圆圈表示用残差法得的结果,方框表示用交切法得的结果)

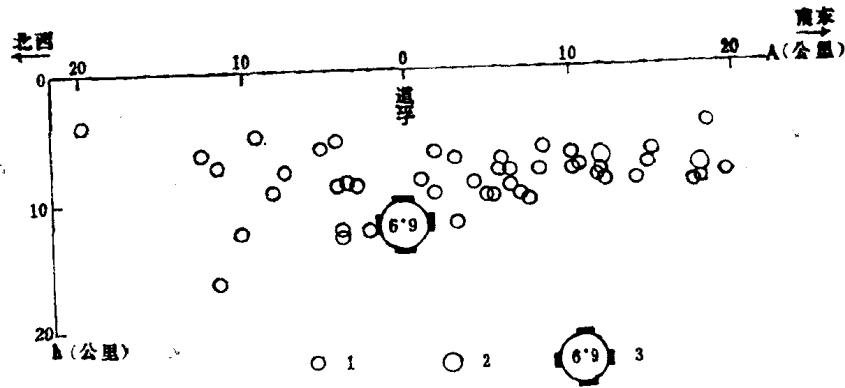


图14 道孚6.9级地震余震深度沿节面Ⅱ的投影剖面图 (1981.1.24—1981.3.5)

1. $1.0 \leq M_L < 2.0$; 2. $2.0 \leq M_L < 3.0$; 3. $M_L = 6.9$
(纵坐标的公里数以主震位置起算)

图14是余震震源深度沿节面Ⅱ的投影剖面图。可见,余震震源分布在5—16公里深度范围内,其中多数在5—10公里的范围内,主震深度比大多数余震的深度要深。主震西北的余震深度较分散,有个别余震深度比主震大;主震东南的余震深度较一致,都比主震浅。

第五节 关于强震前地震活动图象变化力源的讨论

关于强震前地震活动图象的机理,已有不少人作过研究,提出过不同的理论和模式。总的来说,可以分为两大类:一种意见认为应该主要用“震源应力场”来解释这种图象,另一种意见认为应该主要用区域应力场来解释。

道孚地震前地震活动图象的变化,实际上可分为两种尺度:一种是在较大范围,也就是与鲜水河断裂带相当的尺度范围内的地震活动性变化。这种大范围地震活动图象的变化似乎很难用“震源应力场”解释,而可能与断裂带整体活动有关,受区域应力场控制。例如,1976—1979年,新龙-理塘和马尔康-壤塘地区弱震活动增强,1980年下半年甘孜、石棉附近小震活动频繁,都不在震中区附近。它们位于鲜水河断裂带和其他断裂带相交汇或相互羽接的部位。另一种是小尺度的地震活动性变化。如将炉霍-道孚分成A、B、C、D四区,1976年以后,尤其1979年后靠近震中的C区比B区活跃,B区又比更远的A区活跃。更仔细地逐月分析震情变化还可看到小震有向D区靠拢的趋势,并在震中附近出现过“空区”(空段)。这种地震活动随震中距的增大而减弱状态,可能与震源区受力状态或介质性质变化有关,可能受“震源应力场”控制。

我们把强震前的地震活动图象分成两种尺度,分别用区域应力场和震源应力场解释,并不意味着我们认为有两套力源。所谓震源应力场只是震源区在区域应力场作用下,或者因为处于特殊构造部位出现应力集中,或者因为发生了塑性形变而使原来的应力场发生较大的变化。我们把这种应力集中或附加的较大的应力变化叫做震源应力场。