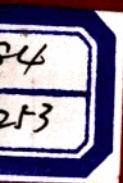


1992 年—1993 年  
尼木地震和拉孜地震

西藏自治区地震局



成都地图出版社

# 序

西藏地区位于青藏高原南部,是地中海—喜马拉雅地震带的重要组成部分,其地震活动的强度、频度均居中国大陆首位。1900年以来,本区及边界附近发生5级以上地震481次,其中包括中国地震史上强度最大的察隅—墨脱8.6级地震。历史上,地震灾害曾经给西藏人民造成深重灾难,一定程度上影响了西藏社会和经济的发展。

1992年7月30日尼木6.5级地震打破了西藏地区自1986年7月7日日土东北6.2级地震以后连续六年无6级以上地震的状态,嗣后半年,又先后发生了1993年1月18日纳木湖6.3级地震和3月20日拉孜、昂仁6.6级地震,使地震灾区群众蒙受了巨大的损失。据有关单位调查核实,尼木地震中房屋破坏、损坏总面积约175500平方米,直接经济损失估计达959万余元。拉孜、昂仁地震破坏更加严重,两县倒塌房屋20990平方米,严重破坏279982平方米,此项经济损失已达6000余万元。政府为救灾投入了大量人力、物力和资金,社会各界也及时捐钱捐物,奉献爱心。

地震是西藏地区一种常见的严重自然灾害,已经引起各级政府和社会各界的关注,我们从已经过去了的事件中吸取有益的经验教训,加强抗震减灾工作,以预防为主,力争把地震灾害损失减少到最低限度,总结经验是十分必要的。西藏自治区地震局总结编写出版的《1992年—1993年尼木地震和拉孜地震》一书,是上述几次地震的技术总结和研究成果,内容丰富,具有地方特色。它可以让世人粗略地了解到西藏地区地震活动的特点,防震减灾的重点,建(构)筑物抗震减灾的要点,增强综合减灾意识。本书的出版,为开发西藏“一江两河”进行工程建设、烈度设防提供重要的资料依据。该书反映的大量原始资料,亦为大地学工作者研究青藏高原地壳构造运动、地震活动、工程地震和震害预测等提供了新的素材。

西藏自治区人民政府副主席

阿·仁·桑珠  
1993.11

# 目 录

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 前言 .....                            | (1)  |
| 第一章 尼木 6.5 级地震参数和序列 .....           | (3)  |
| 第一节 地震参数和余震分布 .....                 | (3)  |
| 第二节 地震序列特征和震型 .....                 | (6)  |
| 第三节 余震监测预报 .....                    | (11) |
| 第二章 尼木 6.5 级地震烈度分布和震害 .....         | (13) |
| 第一节 烈度评定的原则和依据 .....                | (13) |
| 第二节 烈度分布和震害特征 .....                 | (14) |
| 第三节 地震的宏观参数 .....                   | (19) |
| 第三章 尼木地震震区构造及历史地震 .....             | (20) |
| 第一节 尼木震区主要活动构造特征 .....              | (20) |
| 第二节 当雄-尼木地震带历史地震活动 .....            | (23) |
| 第三节 尼木 6.5 级地震的发震构造 .....           | (28) |
| 第四章 尼木 6.5 级地震前区域地震活动 .....         | (30) |
| 第一节 对西藏强震活动的认识 .....                | (30) |
| 第二节 近 20 年西藏及邻区地震活动 .....           | (31) |
| 第三节 近年中等地震和震群活动 .....               | (36) |
| 第四节 尼木、拉萨、桑日周围地区的地震活动性 .....        | (42) |
| 第五节 尼木和直孔小震带 .....                  | (46) |
| 第五章 尼木地震前后宏观异常现象 .....              | (49) |
| 第一节 动物行为异常 .....                    | (49) |
| 第二节 地声和地下水 .....                    | (52) |
| 第六章 墨竹工卡 5.1 级地震 .....              | (53) |
| 第一节 地震基本参数 .....                    | (53) |
| 第二节 地震烈度和震害 .....                   | (53) |
| 第七章 纳木湖 6.3 级地震和拉孜、昂仁 6.6 级地震 ..... | (57) |
| 第一节 地震参数和地震序列 .....                 | (57) |
| 第二节 区域地震活动 .....                    | (67) |
| 第三节 拉孜、昂仁地震前气象异常 .....              | (74) |
| 第四节 拉孜、昂仁 6.6 级地震烈度分布 .....         | (78) |

|                                |                        |       |
|--------------------------------|------------------------|-------|
| 第五节                            | 拉孜、昂仁地震的地质构造概况.....    | (84)  |
| 第八章                            | 地震造成的经济损失和社会影响 .....   | (87)  |
| 第一节                            | 尼木 6.5 级地震经济损失 .....   | (87)  |
| 第二节                            | 墨竹工卡 5.1 级地震经济损失 ..... | (90)  |
| 第三节                            | 拉孜、昂仁 6.6 级地震经济损失..... | (91)  |
| 第四节                            | 尼木 6.6 级地震的社会影响 .....  | (92)  |
| 第五节                            | 对尼木震区重建家园的建议 .....     | (93)  |
| 第九章                            | 地震应急对策 .....           | (95)  |
| 第一节                            | 各级政府的应急对策和措施 .....     | (95)  |
| 第二节                            | 地震部门的应急对策 .....        | (97)  |
| 第三节                            | 新闻媒介宣传对策 .....         | (99)  |
| 附表                             | .....                  | (103) |
| 参考文献                           | .....                  | (152) |
| 尼木 6.5 级地震和拉孜、昂仁 6.6 级地震震害资料照片 |                        |       |

## 前 言

西藏是我国大陆多地震的省区之一。从1900年至1993年共发生6级以上地震106次,其中6.0—6.9级地震95次,7.0—7.9级地震9次,8.0—8.6级地震2次,这些地震在时间和空间的分布上都是极不均匀的。在这些强震活动的时间过程中,可以大体划分出显著活动和相对平静的时段,在空间分布上可以划出若干地震活动区和带。1992年7月至1993年3月在尼木、纳木湖和拉孜、昂仁等地相继发生6.3级至6.6级地震3次,墨竹工卡发生5.1级地震1次,即:

1992年7月30日16时24分45秒,在尼木县境发生6.5级地震,微观震中为北纬 $29^{\circ}35'$ ,东经 $91^{\circ}15'$ (宏观震中为北纬 $29^{\circ}41'$ ,东经 $90^{\circ}17'$ ),震中烈度 $\geq$ Ⅶ—Ⅷ度,宏观震源深度6.5km。

另据《中国地震台网临时报告》<sup>[15]</sup>,发震时间为1992年7月30日16时24分48.8秒,震中位置为北纬 $29^{\circ}61'$ ,东经 $90^{\circ}24'$ , $M_s=6.4$ , $h=32$ km。

1992年8月17日04时46分,在墨竹工卡县境发生5.1级地震,微观震中为北纬 $30^{\circ}00'$ ,东经 $91^{\circ}54'$ (宏观震中为北纬 $30^{\circ}00'$ 东经 $91^{\circ}58'$ ),震中烈度为Ⅶ度,宏观震源深度14km。

1993年1月18日07时42分05秒,在纳木湖一带发生6.3级地震,微观震中为北纬 $30^{\circ}48'$ ,东经 $90^{\circ}25'$ (震中区在海拔4500m以上,交通不便,大雪封山,未进行宏观考察,仅在外围地区作了调查)。

另据《中国地震台网临时报告》<sup>[16]</sup>,发震时间为1993年1月18日20时42分4.3秒,震中位置为北纬 $30^{\circ}86'$ ,东经 $90^{\circ}46'$ , $M_s=6.1$ , $h=10$ km。

1993年3月20日22时51分56秒,在拉孜、昂仁两县接壤地区发生6.6级地震,微观震中为北纬 $29^{\circ}20'$ ,东经 $87^{\circ}25'$ (宏观震中为北纬 $29^{\circ}06'$ ,东经 $87^{\circ}25'$ ),震中烈度Ⅷ度,宏观震源深度8.4km。

另据《中国地震台网临时报告》<sup>[17]</sup>,发震时间为1993年3月20日22时52分00.4秒,震中位置为北纬 $29^{\circ}08'$ ,东经 $87^{\circ}36'$ , $M_s=6.4$ , $h=21$ km。

尼木6.5级和拉孜、昂仁6.6级地震造成山体崩塌,大批房屋倒塌和破坏,公用设施损坏,人畜有伤亡。这给国家、集体和人民的生命财产造成了严重损失。据震灾经济损失估算,尼木6.5级地震造成直接经济损失959万余元,墨竹工卡5.1级地震直接经济损失177万余元,拉孜、昂仁6.6级地震直接经济损失6550万余元。

上述地震发生后,党中央、国务院、中共西藏自治区党委、西藏自治区人民政府、西藏军区等极为重视和关怀,立即向灾区人民发了慰问电,并派出慰问团、工作组和医疗队深入震区视察、了解灾情,慰问受灾群众,抢救伤病人员,开展抗震救灾。震区的干部和群众在各级党委、政府领导下,团结一致,齐心协力,奋力抗灾,在较短时间内,查清了灾情。由于各级政府、驻军、武警的帮助和援助,社会各界的大力支援,灾区人民的生活得到了及时的妥善安

置,群众情绪稳定,积极开展生产自救,重建家园,较快地恢复了正常的社会秩序和生产秩序。

由于西藏地震台站稀少、手段单一,监测能力差,技术力量有限,加上地震预报尚未过关,对这几次6级以上地震未能作出预报。地震发生后,西藏地震局全局系统闻震而动,局领导和所有科技人员、职工,全部快速到岗,及时向西藏自治区人民政府和国家地震局报告震情,并严密监视震情变化,同时派出科技人员以最快的速度,日夜兼程奔赴地震现场,调查、了解灾情。国家地震局立即从四川省地震局、国家地震局分析预报中心、国家地震局震害防御司派来专家工作组,强化了现场震情监测分析和通讯联系。西藏地震局的同志在专家工作组的帮助和指导下,首次按照《地震现场工作大纲和震情分析指南》开展了震害快速评估、现场震情监视分析、地震宏观考察和地震的宣传、报道工作,为地方政府领导和组织抗震救灾工作提供了有效的服务。几次地震现场工作结束后,分别写出了现场监视预报工作的技术总结、震灾经济损失评估报告、宏观考察报告和现场工作总结,其中“1992年7月30日西藏尼木6.5级地震报告”经过西藏自治区科学技术委员会验收和评审。这些都是全体现场工作人员集体劳动的成果。

为了总结这几次地震的经验和教训,交流地震科技信息,推进西藏的地震监测、预报、科研和防震减灾工作,使地震工作更好地为建设团结、富裕、文明的新西藏服务,在“1992年7月30日西藏尼木6.5级地震报告”、“1993年3月20日拉孜、昂仁6.6级地震宏观考察报告”、“震灾经济损失评估报告”以及其它若干资料的基础上,西藏自治区地震局组织总结、研究和编写了《1992年—1993年尼木地震和拉孜地震》一书。本书全面地反映了尼木6.5级地震、墨竹工卡5.1级地震,纳木湖6.3级地震和拉孜、昂仁6.6级地震的基本参数和余震活动,分析和讨论了地震序列特征,介绍和分析了烈度分布和震害特点,研究和分析了区域地震活动,还介绍了震区地质构造环境和发震构造条件以及少量的宏观、微观异常现象,详细地记述了几次地震的灾害经济损失以及社会影响,初步总结和介绍了政府、地震部门及新闻单位的应急对策和工作,对尼木地震还提出了重建家园的建议。本书由谢乐金任主编,程万正、张文甫、刘洪发任副主编。全书共分九章,参加各章执笔编写的同志是:前言谢乐金,第一章程万正、谢乐金、刘松、王建格,第二章张文甫,第三章龚宇、谢乐金,第四章程万正,第五章刘洪发,第六章王建格、刘松,第七章程万正、刘松、尼玛、王金霞、黄庆江,第八章黄庆江、王建格、刘洪发、吴建春,第九章江在雄、谢乐金、程万正。图件清绘植字赵桂英。

本书在编写、出版过程中,得到西藏自治区人民政府、西藏自治区科学技术委员会和西藏自治区地震局等单位有关领导的关心和大力支持,西藏自治区人民政府副主席泽仁桑珠为本书的出版写序言,国家地震局和四川省地震局专家工作组帮助、指导工作,在此特表谢意。由于我们水平有限,书中难免存在缺点和错误,冀望读者批评、指正。

# 第一章 尼木 6.5 级地震参数和序列

## 第一节 地震参数和余震分布

### 1. 地震参数

地震时间:1992 年 7 月 30 日 16 时 24 分 45 秒。

地 点:尼木县潘珑至当雄县朋果一带。

微观震中:北纬  $29^{\circ}35'$ , 东经  $90^{\circ}15'$ 。

宏观震中:北纬  $29^{\circ}41'$ , 东经  $90^{\circ}17'$ 。

震中烈度: $\geq \text{VI}$ 。

震源深度:6.5km。

### 2. 余震分布

6.5 级地震余震集中分布在北纬  $29^{\circ}20' - 29^{\circ}45'$ , 东经  $90^{\circ}10' - 90^{\circ}20'$  之间, 呈北北东向狭长椭圆形。余震区长轴 46km, 走向北  $10^{\circ}$  东, 短轴 30km, 余震分布从尼木县的怕当, 经尼木、安岗、吓龚拉到当雄县的格达附近(见图 1-1)。地震参数见表 1-1。

据 6.5 级地震余震分布区尺度, 按吴开统(1983)给出的经验式估计, 相当于 6.6—7.1 级地震的震源尺度。

$$\text{Log} L = 0.51M - 1.79 \pm 0.09$$

$$\text{Log} S = 0.94M - 3.48 \pm 0.19$$

式中  $L$  和  $S$  分别为余震区的长度和面积。

据 Ю. Б. 里兹尼钦科(1980)给出的经验式估计, 6.5 级地震的断层位移为 48cm, 地震断层平均半径为 11.8km, 地震断层沿倾斜方向的宽度为 14.4km。

### 3. 尼木 6.5 级地震震源机制参数

震区位于西藏中南部。据已有震源机制资料(见图 1-2)分析, 区域主压应力场基本上是近南北向的。美国地震信息中心以三种方法给出震源参数, 见表 1-2。以  $P$  波资料求得断层面解, 其主压应力方位近南北, 为  $10^{\circ}$ 。节面 I 走向近东西方向。节面 II 走向近南北方向, 与余震呈南北向条状分布一致。但以矩张量和质心矩张量方法给出的结果有差异, 这与不同方法采用地震资料的台数, 尤其波段资料大不一样有关。表中还给出了这次强震的辐射能和地震矩等参数。

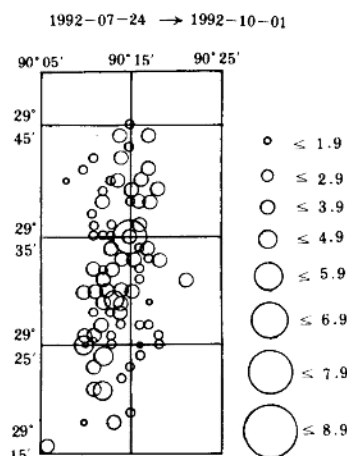


图 1-1 尼木 6.5 级地震余震震中分布图

表 1-1

尼木 6.5 级地震列序目录

| 序<br>号 | 发 震 时 间      |          | 震 中 位 置 |        | 震 级   |       |
|--------|--------------|----------|---------|--------|-------|-------|
|        | 年. 月. 日      | 时—分—秒    | 北 纬     | 东 经    | $M_L$ | $M_S$ |
| 1      | 1992. 07. 30 | 16—24—45 | 29°35'  | 90°15' |       | 6. 5  |
| 2      | 1992. 07. 30 | 16—40—09 | 29°40'  | 90°14' | 2. 9  |       |
| 3      | 1992. 07. 30 | 16—40—31 | 29°44'  | 90°17' | 3. 1  |       |
| 4      | 1992. 07. 30 | 16—42—14 | 29°40'  | 90°14' | 3. 0  |       |
| 5      | 1992. 07. 30 | 16—42—46 | 29°40'  | 90°14' | 3. 3  |       |
| 6      | 1992. 07. 30 | 16—46—29 | 29°38'  | 90°16' | 3. 1  |       |
| 7      | 1992. 07. 30 | 16—49—40 | 29°38'  | 90°16' | 2. 7  |       |
| 8      | 1992. 07. 30 | 17—30—36 | 29°33'  | 90°18' | 3. 0  |       |
| 9      | 1992. 07. 30 | 17—33—55 | 29°39'  | 90°18' | 3. 3  |       |
| 10     | 1992. 07. 30 | 17—39—09 | 29°30'  | 90°15' | 3. 0  |       |
| 11     | 1992. 07. 30 | 17—40—47 | 29°42'  | 90°14' | 3. 0  |       |
| 12     | 1992. 07. 30 | 17—41—17 | 29°33'  | 90°16' | 3. 7  |       |
| 13     | 1992. 07. 30 | 17—43—31 | 29°38'  | 90°17' | 2. 8  |       |
| 14     | 1992. 07. 30 | 17—47—09 | 29°40'  | 90°16' | 3. 3  |       |
| 15     | 1992. 07. 30 | 18—23—44 | 29°29'  | 90°14' | 3. 0  |       |
| 16     | 1992. 07. 30 | 18—39—48 | 29°27'  | 90°17' | 2. 9  |       |
| 17     | 1992. 07. 30 | 19—22—40 | 29°36'  | 90°16' | 3. 3  |       |
| 18     | 1992. 07. 30 | 19—56—11 | 29°29'  | 90°13' | 3. 4  |       |
| 19     | 1992. 07. 30 | 21—05—53 | 29°21'  | 90°12' | 4. 0  |       |
| 20     | 1992. 07. 30 | 21—36—41 | 29°32'  | 90°13' | 3. 9  |       |
| 21     | 1992. 07. 30 | 22—06—24 | 29°32'  | 90°13' | 3. 2  |       |
| 22     | 1992. 07. 30 | 22—29—29 | 29°38'  | 90°12' | 3. 1  |       |
| 23     | 1992. 07. 30 | 22—34—07 | 29°30'  | 90°14' | 3. 6  |       |
| 24     | 1992. 07. 31 | 01—28—50 | 29°38'  | 90°17' | 3. 6  |       |
| 25     | 1992. 07. 31 | 01—34—14 | 29°41'  | 90°17' | 3. 4  |       |
| 26     | 1992. 07. 31 | 01—36—12 | 29°39'  | 90°15' | 3. 4  |       |
| 27     | 1992. 07. 31 | 02—45—33 | 29°28'  | 90°12' | 3. 3  |       |
| 28     | 1992. 07. 31 | 03—06—11 | 29°30'  | 90°14' | 4. 6  | 4. 1  |
| 29     | 1992. 07. 31 | 04—28—29 | 29°18'  | 90°13' | 3. 5  |       |
| 30     | 1992. 07. 31 | 05—06—28 | 29°34'  | 90°16' | 2. 8  |       |
| 31     | 1992. 07. 31 | 05—36—55 | 29°30'  | 90°10' | 3. 1  |       |
| 32     | 1992. 07. 31 | 06—27—52 | 29°25'  | 90°11' | 3. 3  |       |
| 33     | 1992. 07. 31 | 09—30—15 | 29°21'  | 90°11' | 3. 4  |       |
| 34     | 1992. 07. 31 | 17—29—51 | 29°23'  | 90°11' | 3. 3  |       |
| 35     | 1992. 07. 31 | 17—36—04 | 29°34'  | 90°13' | 3. 1  |       |

续表 1-1

| 序号 | 发震时间       |          | 震中位置   |        | 震级    |       |
|----|------------|----------|--------|--------|-------|-------|
|    | 年.月.日      | 时—分—秒    | 北纬     | 东经     | $M_L$ | $M_s$ |
| 36 | 1992.07.31 | 17—57—40 | 29°29' | 90°12' | 3.5   |       |
| 37 | 1992.07.31 | 20—37—13 | 29°27' | 90°12' | 3.3   |       |
| 38 | 1992.07.31 | 21—18—12 | 29°33' | 90°15' | 3.2   |       |
| 39 | 1992.08.01 | 01—34—16 | 29°28' | 90°12' | 3.2   |       |
| 40 | 1992.08.02 | 05—05—46 | 29°26' | 90°11' | 3.4   |       |
| 41 | 1992.08.03 | 03—02—42 | 29°26' | 90°18' | 1.8   |       |
| 42 | 1992.08.03 | 05—54—08 | 29°40' | 90°13' | 2.7   |       |
| 43 | 1992.08.03 | 05—55—10 | 29°24' | 90°16' | 2.1   |       |
| 44 | 1992.08.03 | 06—01—36 | 29°25' | 90°18' | 2.1   |       |
| 45 | 1992.08.03 | 22—16—30 | 29°27' | 90°13' | 3.2   |       |
| 46 | 1992.08.04 | 00—46—32 | 29°23' | 90°15' | 2.9   |       |
| 47 | 1992.08.04 | 00—49—39 | 29°18' | 90°15' | 2.9   |       |
| 48 | 1992.08.05 | 06—50—03 | 29°24' | 90°12' | 4.0   |       |
| 49 | 1992.08.05 | 19—29—11 | 29°31' | 90°21' | 3.8   |       |
| 50 | 1992.08.06 | 01—47—52 | 29°32' | 90°13' | 2.1   |       |
| 51 | 1992.08.06 | 03—00—46 | 29°45' | 90°15' | 2.5   |       |
| 52 | 1992.08.06 | 05—28—18 | 29°33' | 90°17' | 2.3   |       |
| 53 | 1992.08.06 | 05—34—50 | 29°30' | 90°11' | 3.0   |       |
| 54 | 1992.08.06 | 13—24—40 | 29°26' | 90°13' | 2.6   |       |
| 55 | 1992.08.06 | 14—07—56 | 29°23' | 90°03' | 2.9   |       |
| 56 | 1992.08.07 | 06—37—20 | 29°25' | 90°13' | 2.4   |       |
| 57 | 1992.08.08 | 09—56—26 | 29°26' | 90°13' | 2.9   |       |
| 58 | 1992.08.08 | 10—59—44 | 29°26' | 90°18' | 2.5   |       |
| 59 | 1992.08.09 | 01—21—11 | 29°24' | 90°16' | 1.9   |       |
| 60 | 1992.08.09 | 01—24—14 | 29°34' | 90°17' | 2.2   |       |
| 61 | 1992.08.09 | 03—50—40 | 29°27' | 90°12' | 3.5   |       |
| 62 | 1992.08.11 | 04—29—20 | 29°32' | 90°16' | 2.3   |       |
| 63 | 1992.08.11 | 14—43—36 | 29°31' | 90°16' | 2.5   |       |
| 64 | 1992.08.12 | 04—29—07 | 29°43' | 90°15' | 2.1   |       |
| 65 | 1992.08.12 | 04—35—27 | 29°44' | 90°14' | 3.2   |       |
| 66 | 1992.08.13 | 00—20—10 | 29°25' | 90°16' | 1.4   |       |
| 67 | 1992.08.13 | 04—11—04 | 29°26' | 90°10' | 3.2   |       |
| 68 | 1992.08.13 | 05—36—35 | 29°32' | 90°13' | 1.8   |       |
| 69 | 1992.08.14 | 04—58—19 | 29°28' | 90°14' | 3.0   |       |
| 70 | 1992.08.22 | 18—55—51 | 29°32' | 90°12' | 3.5   |       |

表 1-2

1992 年 7 月 30 日尼木 6.5 级地震震源机制参数(据美国 NEIC)

| 方 法           | 深度<br>(km) | 节 面 I |     |      | 节 面 II |     |       | P 轴  |     | T 轴  |     | N 轴  |     | 备 注                                 |
|---------------|------------|-------|-----|------|--------|-----|-------|------|-----|------|-----|------|-----|-------------------------------------|
|               |            | 走向    | 倾角  | 滑动角  | 走向     | 倾角  | 滑动角   | 走向   | 倾角  | 走向   | 倾角  | 走向   | 倾角  |                                     |
| 断层面解<br>(P 波) | 14         | 100°  | 62° | -90° | 280°   | 28° | -90°  | 10°  | 73° | 190° | 17° |      |     | 辐射能 $1.2 \pm 0.3 \times 10^{11}$ Nm |
| 矩张量解          | 10         | 107°  | 48° | -64° | 251°   | 48° | -116° | 88°  | 71° | 179° | 0°  | 269° | 19° | 地震矩 $1.7 \times 10^{18}$ Nm         |
| 质心矩张量解        | 15         | 10°   | 42° | -94° | 196°   | 49° | -86°  | 141° | 86° | 283° | 3°  | 13°  | 3°  |                                     |

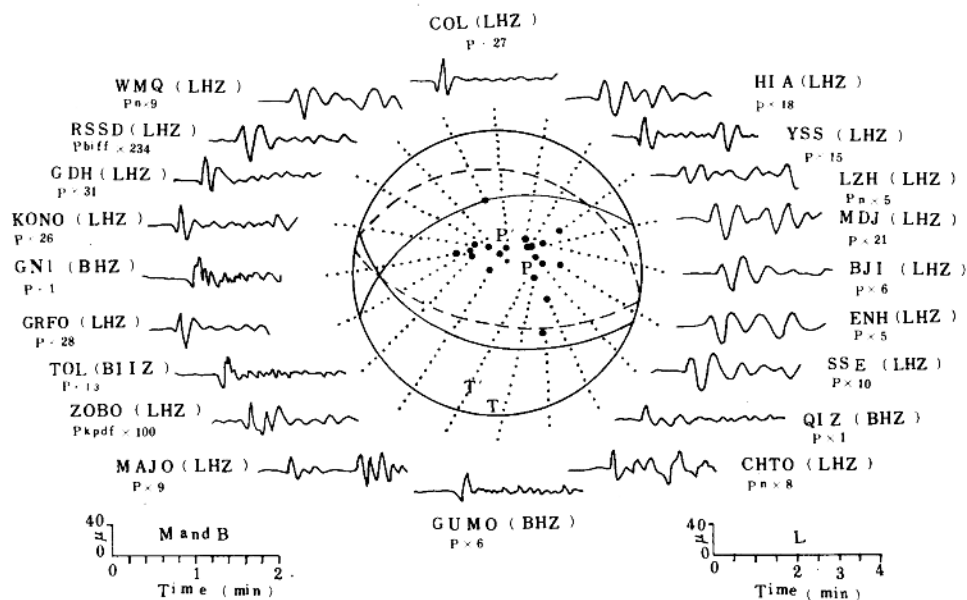


图 1-2 尼木 6.5 级地震机制求解(据美国 NEIC)

## 第二节 地震序列特征和震型

### 1. 序列特征

(1) 余震时间序列: 从图 1-3 可见, 6.5 级地震发生前有 3 次小震发生, 最大震级为  $M_L = 3.0$  级。6.5 级地震后, 余震频度高, 衰减快, 日频度随时间变化如表 1-3。

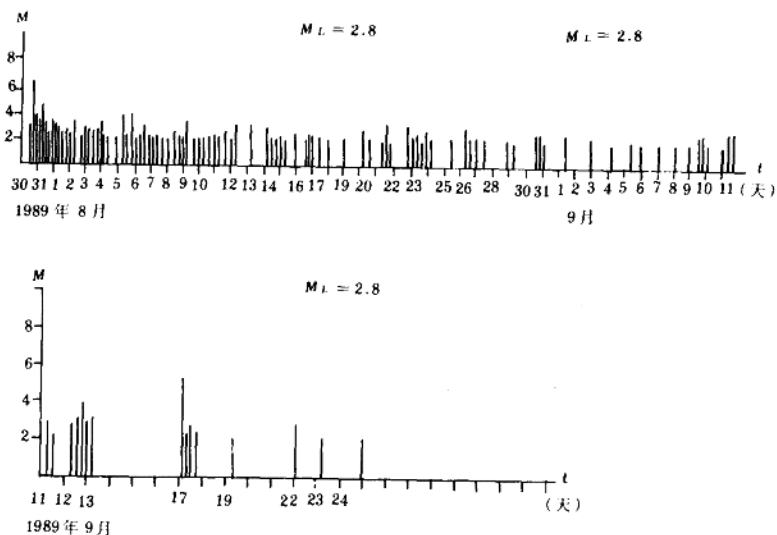


图 1-3 尼木 6.5 级、墨竹工卡 5.1 级地震序列图

表 1-3

尼木 6.5 级地震余震日频度变化

| 震级 \ 日期      | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7  | 8  | 9 | 10 |
|--------------|-----|----|----|----|----|---|----|----|---|----|
| $M \geq 2.0$ | 235 | 45 | 15 | 10 | 14 | 7 | 13 | 10 | 8 | 7  |
| $M \geq 2.3$ | 155 | 26 | 3  | 8  | 6  | 2 | 7  | 4  | 3 | 3  |

第 1 天, 2 级以上地震达 235 次, 2.3 级以上地震达 155 次。序列频度从第 2 天起迅速衰减。第 1 天地震数与部分震群型地震数相近; 但第 2 天以后序列频度递减速率大, 似孤立型地震的衰减速率。

有意思的是, 余震序列发展到第 13 天(8 月 12 日)和第 18 天(8 月 17 日), 尼木 6.5 级地震震区地震数明显降低, 出现短暂平静现象。之后却不在尼木震区, 而在其东面的墨竹工卡县直孔附近相继发生两次地震序列。直孔地区和尼木地区分别在拉萨市东、西两侧, 距离大致相同, 约 90km。由拉萨地震台单台确定序列地震是属于尼木地震区的地震还是直孔地震区的地震带来了困难。这两次地震序列即 8 月 12 日直孔  $M_L = 4.2$  级地震序列和 8 月 17 日墨竹工卡  $M_S = 5.1$  级地震序列(见图 1-3)。从现场震情监测分析, 这两次序列与尼木震区余震活动似有一定联系, 但其机制和构造原因有待进一步研究。

(2) 余震频度分布: 6.5 级地震后至 8 月 24 日, 尼木震区共发生  $M_L \geq 2.0$  级地震 398 次; 其中 2.0—2.4 级地震 250 次; 2.5—2.9 级地震 98 次; 3.0—3.4 级地震 42 次; 3.5—3.9 级地震 5 次; 4.0—4.4 级地震 2 次; 4.6 级(用  $M_S = 4.1$  级地震换算结果) 1 次。另外记录到 1.0—1.9 级地震 347 次, 其中 1.0—1.4 级地震 110 次; 1.5—1.9 级地震 237 次。  $M_L = 2.3$

级以下地震明显记录不完整(见图 1-4)。而  $M_L \geq 4.0$  级的中等地震频度分布过低。大小地震比例关系在中等地震档拟合度差。

(3) 序列  $b$  值: 按最小二乘法分档求取序列  $b$  值,  $b = 1.03, a = 4.71, R = 0.988$ . 据此截距求取最大余震  $M_m = 4.6$ . 以累积频度求取序列  $b$  值,  $b = 1.08, a = 5.03, R = 0.996$ , 据此截距求取最大余震  $M_m = 4.8$ . 可见, 该序列求取  $b$  值数较高。实际发生最大余震震级  $M_s = 4.1$  级 ( $M_L = 4.6$ ) 与截距值相比仍偏低。

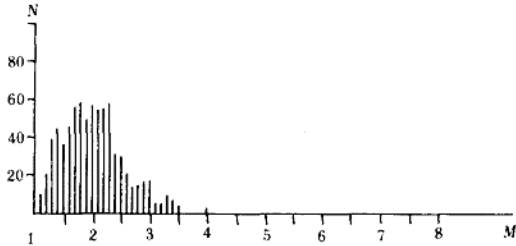


图 1-4 尼木 6.5 级地震余震频度分布图

(4) 序列衰减: 以  $M_L \geq 2.3$  级地震按天作出归一化累计地震频度曲线(见图 1-5), 曲线形态平直, 相应求取的衰减系数  $H = 1.8$ 。以下式求取最大余震震级。

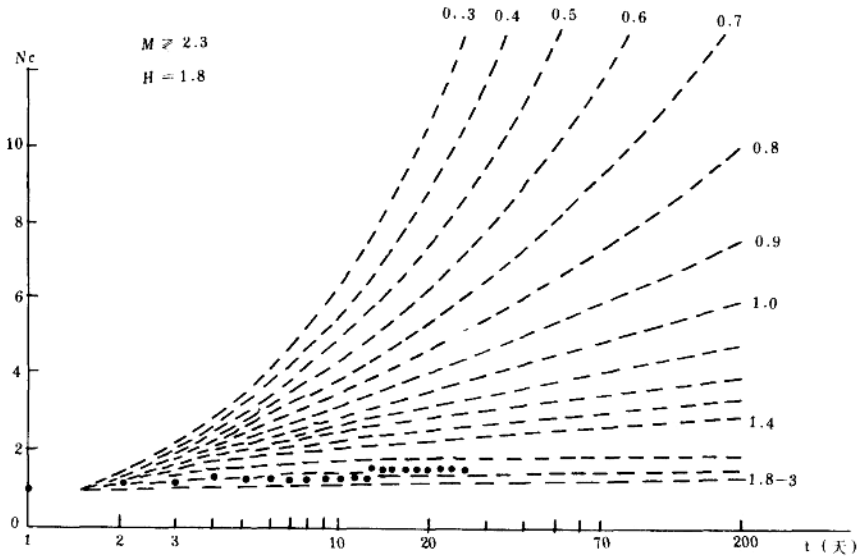


图 1-5 尼木 6.5 级地震序列  $N_c-t$  曲线图

$$M_m = (1/b) \text{Log}[(1 + bNLn10)/(1 + 0.5bLn10)] + M_0$$

式中取  $b = 1.03$ ,  $N = 235$ ,  $M_0 = 2.3$ , 求取最大余震震级  $M_m = 4.6$ 。相应作出尼木 6.5 级余震序列从震后至 8 月 24 日, 应变释放曲线平稳(见图 1-6)。

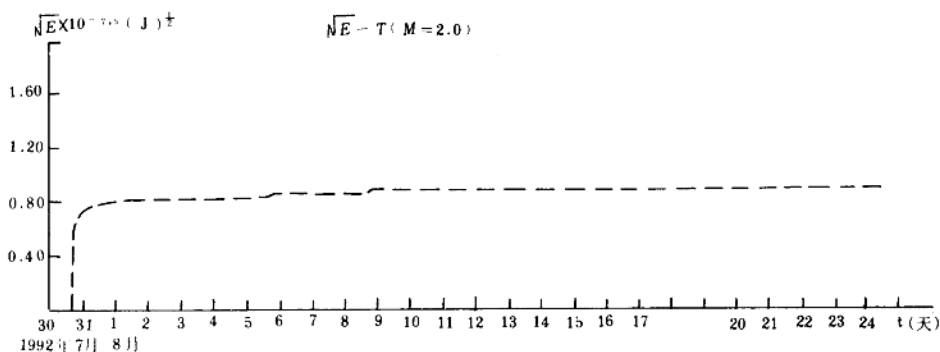


图 1-6 尼木 6.5 级地震序列应变释放曲线图

(5) 序列分维: 余震时间序列可能在一定尺度存在自相似的层次结构。其时间分形在一定序列长度内可能存在无标度区, 呈现自相似破裂扩展过程。对尼木 6.5 级地震序列 ( $M_L \geq 2.0$ ), 以  $J = i$  分钟,  $t = 2$  作时间容量维计算, 分形曲线(见图 1-7), 求取  $D_0 = 0.45$ , 相关系数  $R = 0.996$ , 其  $D_0$  值较低。

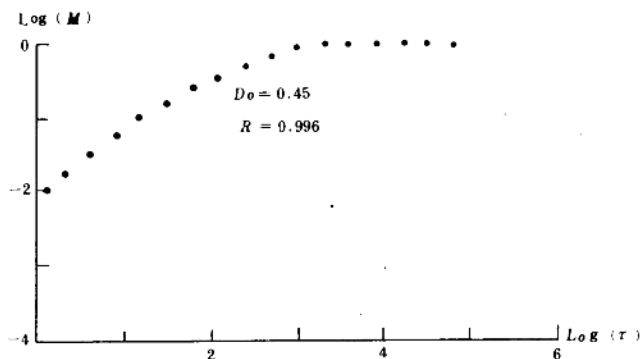


图 1-7 尼木 6.5 级地震序列分形曲线图

(6) 序列的韵律性: 观察序列图(见图 1-3), 粗略确定地震序列的时间起伏过程, 大致在 7 月 30 日、31 日, 8 月 5 日、9 日、13 日和 22 日有一定起伏峰出现, 峰值强度不高, 为  $M_L \geq 3.0$  级。其序列早期峰值时刻选取如表 1-4。

表 1-4

尼木 6.5 级地震序列早期峰值时刻选取表

| 地 震 时 间      |       | 震 级   |       | $\Delta t_i$ | $t_i$ |
|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| 年. 月. 日      | 时—分—秒 | $M_s$ | $M_L$ |              |       |
| 1992. 07. 30 | 16—24 | 6.5   |       | 0            | 0     |
| 1992. 07. 31 | 03—06 |       | 4.6   | 11           | 11    |
| 1992. 08. 05 | 06—05 |       | 4.0   | 124          | 135   |
| 1992. 08. 09 | 03—05 |       | 3.0   | 93           | 228   |
| 1992. 08. 13 | 04—11 |       | 3.0   | 97           | 325   |

计算强余震等待时间  $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ 。如果被选取的主震是真的, 则  $\Delta t$  与  $t$  之间应满足如下关系式:

$$\text{Log} \Delta t = A \text{Log} t + B$$

依表列参数计算, 求得本序列余震等待时间拟合式为:

$$\text{Log} \Delta t_i = 0.70 \text{Log} t_i + 0.37 \quad R = 0.943$$

依此式算得  $\Delta t_s = 134(h)$ , 则推算出  $t_s = 459(h)$ , 预测下一个起伏时刻应为 8 月 17 日 19 时前后。

序列活动参数随时间的变化: 以  $M_L \geq 2.0$  级地震按 15 个地震为一组计算的地震  $b$  值、序列熵值  $K$  和地震活动性指数  $A(b)$  表明, 6.5 级地震后两天序列参数剧烈起伏波动, 尔后  $b$  值以较高的水平动态变化, 与地震活动强度持续较低的发展势态相吻合。熵值  $K$  在 8 月 5 日前一直处于较高水平,  $K > 0.75$ , 尔后持续平稳降低。地震活动性指数则一直处于较低水平。 $b$  值、 $K$  值和  $A(b)$  值曲线反映了震区地震活动在震后的动态变化过程(见图 1-8)。

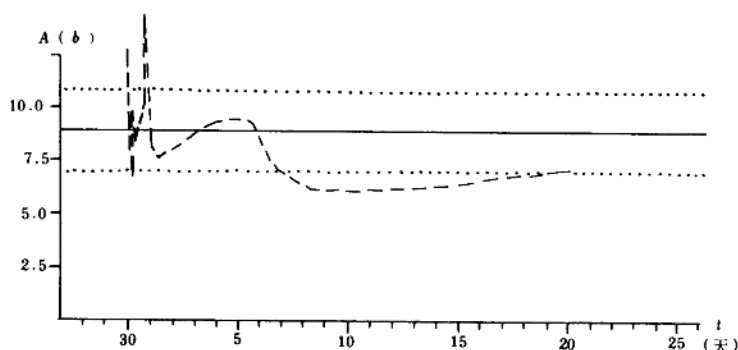


图 1-8 尼木 6.5 级地震序列活动参数曲线

## 2. 地震类型

尼木 6.5 级地震序列频度高, 震后第一天 2 级以上地震 235 次; 强度低, 最大余震  $M_s =$

4.1级,换算为 $M_L = 4.6$ 级;主震占序列地震能量99.99%; $b$ 值高, $b = 1.03$ ;衰减快, $H = 1.8$ ,所以这次地震的类型为主震余震型。

### 第三节 余震监测预报

7月31日,西藏地震局根据7月30日16时至31日06时的余震资料,指出本次地震为主震余震型,作出“近期内发生更大地震的可能性不大”的预测意见,并迅速在《西藏日报》和《拉萨晚报》上刊出,对稳定社会秩序起到积极作用。

8月3日,根据6.5级地震后至8月2日18时45分余震资料统计,震区共发生 $M_L \geq 2.0$ 级地震294次,其中2.0—2.4级地震171次;2.5—2.9级地震84次;3.0—3.4级地震34次;3.5—3.9级地震3次;4.0级地震1次,4.6级地震1次。最大余震为7月31日3时 $M_s = 4.1$ (折算为 $M_L = 4.6$ 级)。序列参数 $b = 1.18$ , $H = 1.4$ ,序列较强余震的准周期和等待时间特征不明显,余震震中分布没有出现明显扩散现象。根据资料研究分析认为,6.5级地震后的早期余震( $M_L \geq 2.0$ )频度很高,前三天余震数相当于1976年四川盐源6.7级地震,接近1989年四川巴塘6.7级地震前三天余震数,但强度低。虽然从该序列计算的活动参数值看不出突出异常,但序列记录明显缺4级以上地震,认为目前该序列发展势态预示着震区未来半月左右仍有可能发生5级以上地震,甚至可能发生6级以上地震;前者自然概率为0.5,后者为0.2。鉴于震区多为藏房,无抗震能力,遭受6.5级地震后已成危房,建议尼木县和当雄县南部群众作好短期防震工作。为此,西藏自治区人民政府办公厅根据西藏地震局第六期震情简报,于8月5日发出藏政办发[1992]22号文,请拉萨市、当雄县、尼木县政府引导震区群众及早做好预防工作。西藏军区后勤部司令部也发出通知,要求下属单位进行抗震救灾教育。

8月14日,根据6.5级地震序列14天的起伏形态,(见图1-9),共出现4次起伏,选择的各次起伏时间如前表所列。根据拟合公式较好地预测了8月17日5.1级地震。

8月17日4时16分在墨竹工卡东北(北纬30.0°,东经91.9°),发生一次 $M_s = 5.1$ 级地震,这次地震灾情较严重,由于离拉萨市区较近,震感和破坏引人注目。极震区烈度Ⅶ度。由前节叙述可知,直孔8月12日 $M_L = 4.2$ 级地震和8月17日墨竹工卡 $M_s = 5.1$ 级地震序列与尼木地震序列的活动相伴生。其序列活动频度低,时间延续较短。

该次地震发生在西藏地震局第六期震情简报(8月3日)发出后的第14天,时间吻合在半个月內。但地震并未发生在尼木震区,而在直孔附近。尼木震区和直孔震区分别在拉萨市东、西两侧,距离大致相同。这次地震序列主要由拉萨地震台单台给出,序列较完整。资料本身的问题是,现场分析中,墨竹工卡5.1级地震前给出的尼木6.5级地震序列实际上包含了墨竹工卡县直孔震区序列。由于两个地区内发生的地震对拉萨地震台记录的 $\bar{S}-\bar{P}$ 时间都差不多,故导致8月12日前后直孔附近地区发生的 $M_L = 4.2$ 级地震被误认为是尼木地震区的地震。因此,尼木6.5级地震序列的分析和预测信息自然包含了直孔附近地震的资料和预测信息。

8月17日墨竹工卡东北 $M_s = 5.1$ 级地震发生的同日,西藏地震局第八期震情简报指出:近期墨竹工卡一带小震活动频繁和直孔5.1级地震的发生,在一定程度上缓解了尼木地震区短期内的震情形势。此分析意见于8月18日《西藏日报》头版刊出,在一定程度上减轻

了震区群众的恐震心理。

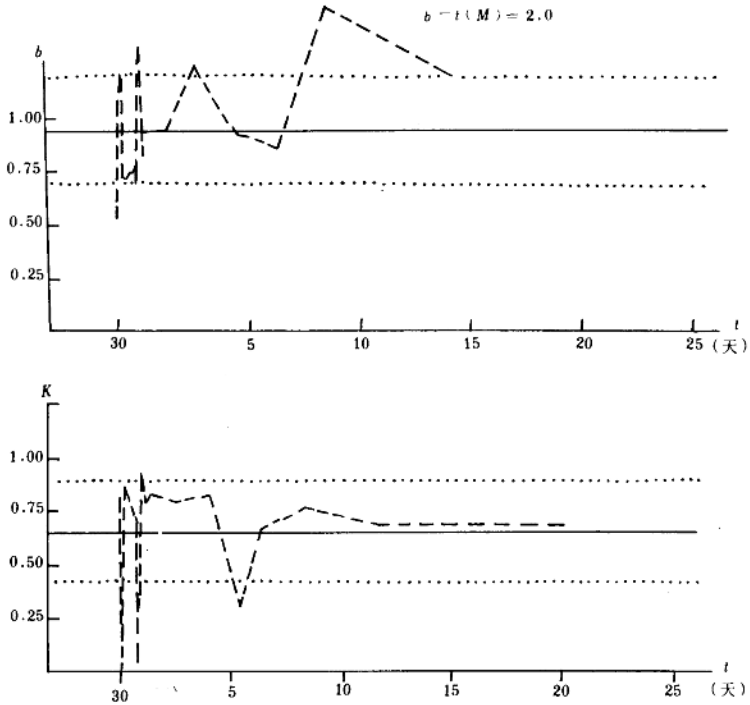


图 1-9 尼木 6.5 级地震序列起伏状态图

8月18日,西藏地震局根据自治区政府“要做好地震监测预报工作”的指示精神和测定直孔地区地震参数及判断地震活动趋势的需要,迅速在墨竹工卡增设一个临时地震台,18日投入工作,为区别所发生地震是在尼木一带还是在直孔地区起到了决定性作用。

## 第二章 尼木 6.5 级地震烈度分布和震害

### 第一节 烈度评定的原则和依据

烈度是根据地震时地面建筑、自然环境所遭受的破坏以及人的感受来表示地震的强烈程度。尼木 6.5 级地震宏观烈度评定的原则正是从上述三方面予以考虑的,评定的依据是《中国地震烈度表(1980)》、《新的中国地震烈度表(1957)》中的房屋抗震能力分类部分,并参考川藏地区一些震例,结合此次地震震区的实际情况确定的。

#### 一、震区房屋抗震性能分类

尼木县系藏族聚居地,基本无工业,全系农牧区。由于气候条件、建材来源、经济能力、风俗习惯等原因,广大农牧村,以至乡、县机关单位住房办公房绝大多数均为传统的藏式房屋,或稍加改良的藏式房,简称藏房。本地的藏房普遍是单层式(即平房),高约 2.5m。其结构为立柱撑梁,柱与墙承重,泥土、碎石顶,柱与梁基本无连接,为“积木式”,按墙体类型又可分为块石砌墙房;半夯土半块石砌墙房;下部块石砌墙、上部土坯房。大多数藏房施工质量很差,基本上是用泥浆“粘结”块石堆砌而成,尤其是墙体间连接部位十分脆弱。只有少数块石砌墙房块石比较规整,偶有用水泥砂浆“粘结”块石砌筑。震区只有少数藏房为二层,第一层(底层)为牲畜圈或杂物房,第二层为生活用房,总高 4—5m。其结构基本上仍是梁搁于块石墙上,立柱直顶横梁,连接差,仍是平坦的泥土、碎石顶。此次地震中,一般藏房内部木架部分基本上无破损,震害主要表现在墙体上。因此,就按其墙体的抗震性能进行分类,将施工质量好,块石规整的藏房和土坯墙房划为Ⅰ类,其老朽者,或施工质量差,或墙体已变形者划为Ⅱ类。尼木县城,政府办公室、宿舍、个体户营业房等虽也为藏式块石砌墙房,但一般施工质量较好,划为Ⅰ类;医院新楼、银行营业楼、商业局办公兼营业楼,都是新近才完工的砖混结构房,但因施工质量较差,且墙体质量、楼梯布置等存在缺陷,所以耐震性能较差,按抗震能力介于Ⅰ—Ⅲ类之间。

#### 二、震区常见的地面破坏现象

震区为高原,山爷拉(5954m)、雪古拉(5452m)、亚雄(5523m)、穷母岗峰(7048m)、觉田麦日(6013m)、康日迫姐(5894m)等雪山高耸于震区内,山高谷深、坡陡。最低点尼木县城在 3800m 左右,Ⅶ度区高程均在 4600m 以上。尼木县全县总面积 3200 余平方公里,人口稀少,仅有 24000 余人,且分布不均,绝大多数居民主要集中在尼木玛曲、青杯曲两条大沟谷中。因此地面破坏现象在本次烈度评定中就具有十分重要的意义,特别在高烈度区更是主要、甚至是唯一的依据。

现场考察结果,震区常见的地面破坏现象可分以下几类:地震崩塌;地震滚石;重力地裂缝和松软土层上地裂缝;泉水水位变化及喷沙冒水。

#### 三、人的感觉

这次地震时,大多数人相对都处于安静状态,所以现场访问中人们普遍能较清晰地叙说