

四川康定-雅江 $M_s6.0$ 地震前武都地震台观测资料的前兆异常

高曙德¹, 苏永刚¹, 高原¹, 张举贤², 侯亚江²

(1. 甘肃省地震局武都中心地震台, 甘肃 武都 746000;

2. 甘肃省地震局天水中心地震台, 甘肃 天水 741000)

摘要: 介绍和分析了 2001 年 2 月 23 日 四川省康定-雅江 $M_s6.0$ 地震前位于甘川交界区的武都地震台地电阻率、应变、倾斜等观测资料出现的明显前兆异常.

关键词: 康定-雅江 $M_s6.0$ 地震; 武都地震台; 前兆异常

中图分类号: P315.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2002)04-0374-03

0 前言

2001 年 2 月 23 日 8 时 9 分, 在四川康定-雅江(北纬 29.4° , 东经 101.1°) 发生 $M_s6.0$ 地震. 这次地震是继该区 2 月 14 日 $M_s5.0$ 地震后发生的又一次地震. 地震波及甘孜藏族自治州和凉山彝族自治州的 20 多个乡, 35 500 多人受灾, 基础设施遭到破坏.

甘肃武都地震台位于甘川两省交界地区, 属于南北地震带中段, 构造上为武都一迭部、天水一武都等断裂交汇部位. 在康定-雅江发生 6.0 级地震前, 武都台新安装的井下 CZB-1 型竖直摆倾斜仪震前三十小时出现短临异常变化; 地电阻率资料和 FZB-II 应变仪在这次地震前也有很好的趋势异常. 本文对这些异常做一初步分析与探讨.

1 甘东南 2000 年地震活动基本情况

经对发生在武都台可监视区范围内($30^\circ30' \sim 35^\circ00'N$, $101^\circ00' \sim 109^\circ00'E$) 的 $M_L \geq 3.0$ 地震进行统计, 2000 年度共发生地震 33 次, 其中最大的一次地震为 9 月 21 日武都 4.2 级地震. 从图 1 可以看出, 2000 年度地震活动总体水平低于 1985 年以来的年平均值. 另对甘东南 1985 年 1 月至 1999 年 8 月 31 日期间, 在 $32^\circ00' \sim 35^\circ00'N$, $103^\circ00' \sim 106^\circ00'E$ 范围内的 $M_L \geq 4.0$ 地震统计, 本区自 1996 年以来的地震活动强度低于 1985 年以来的年平均值. 此外地电 $N85^\circ E$ 道 ρ_s 值变化打破年变; 武都应力 $N45^\circ E$ 、 $N45^\circ W$ 向元件受到持续的挤压作用, 未出现回升迹象. 经分析认为: 2001 年上半年在我监视区或南北地震带南段存在发生 5 级左右地震的可能.

2 各前兆资料的短临异常特点

2.1 地电资料:

武都地电资料对甘东南地区和南北地震带中南端发生的地震比较敏感. 1998 年以前 $N85^\circ E$ 道的年变呈一定斜率的下降; $N54^\circ W$ 和 $N73^\circ W$ 道年变是较为规则的夏高冬低型. 1998 年测区埋设地下光缆、自来水管后, $N54^\circ W$ 和 $N73^\circ W$ 道电阻率变化较为剧烈, 年变不太明显, 是干扰还是地震异常尚不能分辨. 但 $N85^\circ E$ 道电阻率在 2000 年打破了年变, 成了反弓型, 在年度总结中作为异常变化. 2001 年元月 6 日,

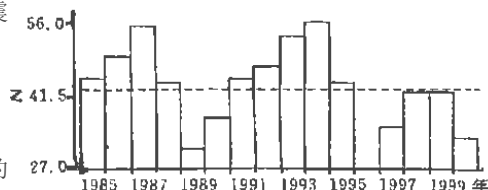


图 1 甘东南地区 $M_L \geq 3.0$ 地震年频次图

Fig. 1 The year's frequency of $M_L \geq 3.0$ earthquake in southeast Gansu.

收稿日期: 2001-10-15

基金项目: 兰州地震研究所青年地震科学基金资助项目部分内容(课题批准号 00-09).

作者简介: 高曙德(1970-), 男(汉族), 工程师, 主要从事地震监测与预报工作.

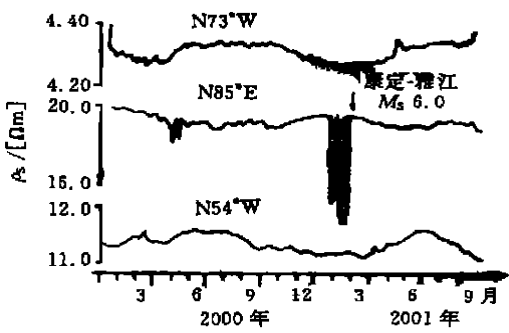


图 2 武都台地电阻率日值曲线图

Fig. 2 ρ_s value curve of day of Wudu station.

恢复到原始值后, 23 日在雅江-康定发生了 $M_s 6.0$ 地震(图 2). 陈大元等指出, 对高水饱和岩石反复加压到一定程度时, 视电阻率随压力增大而降低, 并在压力升高的过程中如果卸载电阻率依然下降. 当岩石接近破裂时, 负异常的幅度将增大一个数量级. 由此看出武都台 $N85^\circ W$ 道电阻率下降是雅江-康定 $M_s 6.0$ 地震前的异常反映.

2.2 地应变资料:

武都形变综合台的台基是灰岩. 台址建在一低凹的位置, 有利于水平应力的传递与测量. 该台的高精度 RZB-II 数字化应变仪、CZB-1 型数字化竖直摆倾斜仪都能测到固体潮的变化. 仪器的探头都安装在竖井里, 井内有裂隙水存在.

2.2.1 竖直摆倾斜仪

康定-雅江 $M_s 6.0$ 地震前竖直摆倾斜仪资料的短临异常表现在: ① 连续自记模拟曲线(不间断的分秒记录)反映 EW 向、NS 向的潮汐在 2 月 21 日 11~20 时出现同步反向畸变, 时间达 10 个小时. 在平静了 36 小时后, 23 日 8 时 9 分发生了康定-雅江 $M_s 6.0$ 地震. ② 数采记录曲线(每整点时采一数)反映 EW 向 5 天的潮汐曲线在 21 日出现了明显的畸变.

2.2.2 应变仪

从图 3 可以看出应变曲线存在 7 个月以上的趋势性异常, 其中以 NS、 $N45^\circ W$ 向曲线更为明显. 这两个方向受张力作用, 根据过去多年的应变资料分析, 在这种张应力状态下最易发生地震. 在监视区内, 一般 6 级左右地震都存在这种趋势异常, 而小震前只有短临异常, 但这次地震前应变既有趋势异常, 也有短临异常. 如 NS 向元件过去一直很稳定, 但从 2 月 8 日至 12 日 5 天内一直紊乱跳变(图 4), 结束跳变 11 天后发生了康定-雅江 $M_s 6.0$ 地震. 与过去多次地震都是曲线上升到最高处变平后才发震相比, 这次地震在曲线上升途中就发生了.

3 结论与讨论

(1) 由武都台应变 NS 向趋势线(图 3)得知, 在康定-雅江 6.0 级地震前存在曲线上升, 和西昌台应变测点的曲线相似, 说明震前大区域范围近 NS 向有张应力存在. 多年观测发现, 每当应变出现大的突变或短临异常, 几天之内就会发生强震, 但地点却可近可远.

测区进行大面积冬灌, 19 日 $N85^\circ E$ 道电阻率急剧下降, 幅度达到 10%(图 2). 经检查观测系统都正常. 由于平常灌溉对各测道电阻率影响不是很大, 为了检测是否 $N85^\circ E$ 道测量电极浸水, 笔者将不极化电极埋在该道测量电极旁进行对比观测, 发现 ρ_{sp} 值发生了很大的变化, 而电阻率变化不到 0.05%. 1 月 30 日停止灌溉, 电阻率仍然变化; 2 月 21 日恢复到原始值; 2 月 27 日连续几天灌溉, 各道电阻率都无大的变化. 结合多年的观测经验和资料分析, 排除了农灌等干扰因素的影响.

自 2001 年 1 月 19 日武都台 $N85^\circ W$ 道电阻率开始下降, 持续到 2 月 21 日. 在此过程中 1 月 20 日迭部发生 $M_s 3.9$ 地震; 2 月 14 日在四川发生了 $M_s 5.0$ 地震; 21 日

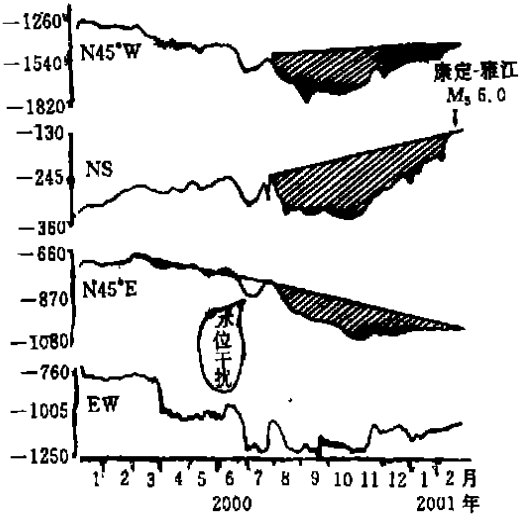


图 3 武都应变 2000 年 1 月至 2001 年 2 月日均值曲线

Fig. 3 Curve of daily homogenous value of strain in Wudu station from Jan. 2000 to Feb. 2001.

(2) 总结武都台的短临异常,主要有以下几个特点:① 地应力有多个方向的受力元件同时出现趋势性异常,临震前几天测值紊乱跳变,结束后发生地震.② 地电在 $N85^\circ E$ 道的电阻率变化为在下降背景上出现“勺”型;一段时间后转为平稳波动;震前几天至十几天出现加速下降变化;由加速下降转变为回返上升时发生;震后电阻率恢复正常变化.③ 地倾斜在临震前测值紊乱、潮汐波形发生畸变.

以上是笔者的粗浅看法,不妥之处请专家、同行批评、指正.

[参考文献]

- [1] 马宗晋,华北地壳的多(应力集中)点场地震[J].地震地质,1980,2(1):39—47.
- [2] 马瑾,马胜利,等.地震前异常的阶段性及其空间分布特征[J].地震地质,1995,17(4):363—370.
- [3] 杜学彬,赵和云,等.地电阻率临震突变与活断层、发震应力场[J].地震学报,1993,15(3):303—312.
- [4] 杜学彬,等.地电阻率中短期异常与地震关系[J].地震学报,2000,(4):368—376.

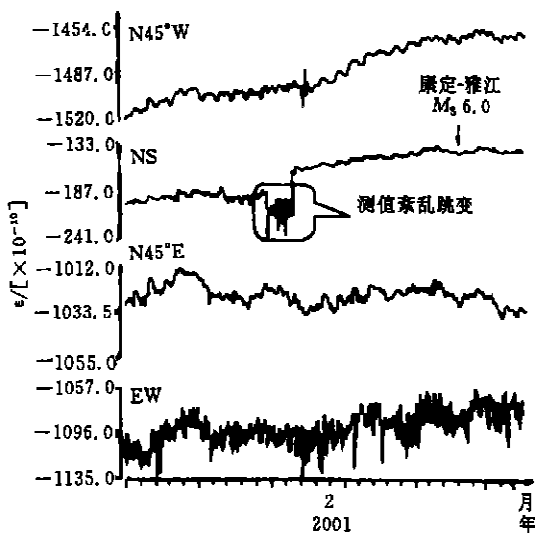


图4 武都应变2001年2月整点值曲线
Fig.4 Curve of hour's value of strain in Wudu station in Feb. 2001.

PRECURSOR ANOMALIES IN WUDU STATION BEFORE KANGDING-YAJIANG $M_s 6.0$ EARTHQUAKE

GAO Shu-de¹, SU Yong-gang¹, GAO Yuan¹, ZHANG Ju-xian², GOU Ya-jiang²

(1. Wudu Seismological Station, Gansu, Wudu 746000, China;

2. Tianshui Seismological Station, Gansu, Tianshui 746000, China)

Abstract: The precursor anomalies of ground resistivity, strain and crustal tilt in Wudu station, which locates near the boundary between Sichuan and Gansu province, before Kangding-Yajiang $M_s 6.0$ earthquake on Feb. 23, 2001 are introduced and analysed.

Key word: Kangding-Yajiang $M_s 6.0$ earthquake; Wudu station; Precursor anomaly