

云南巧家毛椿林水点异常与区域地震关系^{*}

王向梅¹, 贺丽晶², 何德强², 申 玻², 徐家金²

(1. 巧家县防震减灾局, 云南 巧家 654600; 2. 昭通市防震减灾局, 云南 昭通 657000)

摘要: 经多年观测发现, 巧家毛椿林水点的宏观、微观前兆异常变化同该水点 100 km 范围内 5.0 级左右的区域地震具有较高的一致性。通过对选择的部分微观前兆观测资料进行日均值常规处理, 对宏观异常情况进行归类总结, 发现氟离子、钙离子指标异常以及宏观水位变化异常是对应区域地震预测的良好判定指标。

关键词: 前兆资料; 分析处理; 判定指标

中图分类号: P315.72⁺ 文献标识码: A 文章编号: 1000-0666(2009)增刊-0522-05

0 前言

笔者参考刘耀炜^①、张立等 (2009)、万登堡等 (1998)、张双风等 (2005) 的研究成果, 本文重点对 2003 年 11 月 15 日鲁甸 5.1 级地震, 2004 年 8 月 10 日鲁甸 5.6 级地震, 2005 年 8 月 5 日巧家—会泽间 5.3 级地震以及攀枝花 6.1 级地震前毛椿林水点宏观、微观前兆异常进行分析, 发现该水点宏观、微观观测资料异常变化在时间上与地震活动基本同步。选取毛椿林水点 2000~2009 年氟离子、2002~2009 年钙离子的观测资料, 对观测数据进行均方差提取, 并对该水点对应本区域地震时出现的异常进行归类总结分析, 可以发现该水点宏观、微观异常对应区域地震的关系比较明显 (陈立德等, 1992, 1995, 2003), 对应率可达 80%。并以此作为短期地震预报异常指标, 对预报本区域地震时具有较好的参考意义。

1 毛椿林水点基本情况

毛椿林水点位于巧家县城正南方 30 km 的蒙姑乡茶棚村, 处于金沙江岸边, 小江断裂带北段 ($26^{\circ}40'N$, $103^{\circ}01'E$)。该水点形成于晋宁期地壳的强烈运动后促成二迭纪大规模的岩浆喷发形成巨厚的玄武岩层, 出露于小江断裂带东盘。含水层岩性为风化玄武岩、砾石、碎石和砂砾石。地

下水为层间承压水, 平均水温 37.0°C , 属温泉观测点。宏观位置处于断层破碎带宽近 2 000 m、由角砾石形成的洪积扇之上。起初该水点只是用于灌溉, 根据当地村民叙述, 蒙姑地区多次发生中强地震前该水点都出现明显的宏观前兆异常变化情况, 1990 年正式把该水点建设成为地震监测点。建点后观测到 1992 年 2 月 9 日蒙姑信地 4.5 级地震、2003 年 11 月 15 日昭阳—鲁甸 5.1 级地震、2005 年 8 月 5 日巧家—会泽 5.3 级地震以及 2008 年 8 月 30 日攀枝花 6.1 级地震前该水点水位都发生过明显前兆异常变化。微观观测自 1991 年的氟离子观测开始, 2002 年增加钙离子、重碳酸根离子和镁离子观测项目, 2007 年使用 SW-40 型水位记录仪增加水位观测。

2 水点的微观前兆动态特征

2.1 氟离子测值常规处理提取异常指标

巧家毛椿林氟离子测值较稳定, 无明显年变, 不受降雨影响。对氟离子测值进行常规处理中的均方差处理发现, 氟离子对较小地震的前兆反应不够明显。在滇东北 4 次 5.0 级以上地震前, 该测项呈明显的趋势性高值异常, 异常指标明显 (图 1)。

从图 1a、图 1b 可以看出, 氟离子观测值正常值为 1.400 mg/L 。2002 年 12 月出现第一个异常时段, 从正常值 1.25 mg/L 上升到 1.45 mg/L , 异常

* 收稿日期: 2009-09-30.

① 刘耀炜. 2007. 地下流体培训教材.

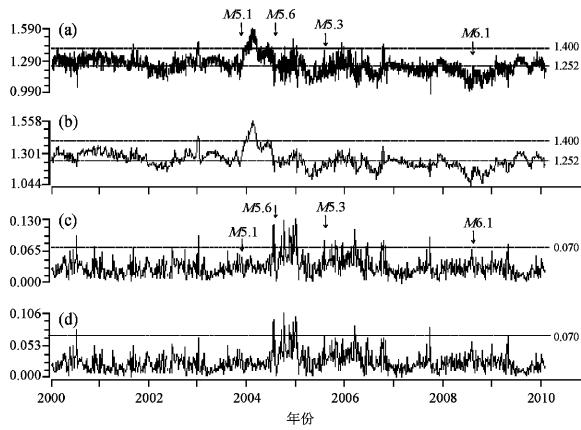


图 1 毛椿林水点氟离子变化曲线图

(a) 日均值曲线图; (b) 5 日均值曲线图; (c) 5 日均值均方差曲线图; (d) 5 日均值相对均方差曲线图

Fig. 1 F^+ curve chart in Maochunlin

(a) day average; (b) 5 days average; (c) 5 days average variance; (d) 5 days relative average variance

幅度高达 16%，出现近 28 d 的高值异常；2003 年 11 月出现第二个异常，测值急剧上升，最高值达到 1.55 mg/L ，异常幅度高达 24%，直至 2004 年 4 月结束，高值持续 180 d；2003 年 12 月出现第三个异常，高峰值超过 1.40 mg/L 。从这三个异常时段分析，测值在第一个异常时段结束后 300 d，在第二个异常时段开始 5 d 发生 2003 年 11 月 15 日昭阳—鲁甸 5.1 级地震，震中距水点 70 km；在第二个异常时段异常结束后 30 d 发生 2004 年 8 月 10 日昭阳—鲁甸 5.6 级地震，震中距水点 72 km；第三个异常时段结束后 120 d，发生 2005 年 8 月 5 日会泽—巧家 5.3 级地震，震中距水点 5 km。2008 年 8 月 30 日攀枝花 6.1 级地震前异常不明显。异常对应率 80%。从图 1c、图 1d 均方差图中可以发现氟离子 5 日均值均方差在 2004 年出现 180 d 超过 0.070 的突出异常，在异常期间发生 2004 年 8 月 10 日昭阳—鲁甸 5.6 级地震；异常恢复后 150 d 发生巧家—会泽 5.3 级地震；在 2008 年 8 月 30 日攀枝花 6.1 级地震前 360 d，出现 5 日均值相对均方差超过 0.070 相对均方差的突出异常，震中距水点超过 100 km，映震效果不好。

由以上分析得出毛椿林水点氟离子观测值在震前的前兆异常指标：日均值出现高值异常，测值幅度超到 1.400 mg/L ，比正常值 1.25 mg/L 高 16%，视为异常；均方差出现高于 0.070，视为异常。总体上，氟离子测值出现异常对应 100 km 范

围内的区域地震概率达 75%。

2.2 钙离子测值常规处理提取异常指标

钙离子多年来测值属平稳变化型，无年变，不受降雨影响。在滇东北 4 次 5.0 级以上地震前，该测项目均值呈明显的低值突跳异常，均方差、相对均方差出现异常指标（图 2）。

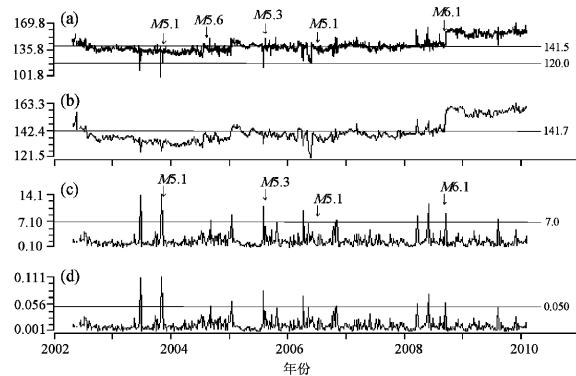


图 2 毛椿林水点钙离子变化曲线图

(a) 日均值曲线图; (b) 5 日均值曲线图; (c) 5 日均值均方差曲线图; (d) 5 日均值相对均方差曲线图

Fig. 2 Ca^+ curve chart in Maochunlin

(a) day average; (b) 5 days average; (c) 5 days average variance; (d) 5 days relative average variance

图 2a 所示，毛椿林水点钙离子观测值的正常值为 141.5 mg/L 。在 2003 年 11 月 15 日昭阳—鲁甸 5.1 级地震前钙离子测值出现 2 次超过 -1.5 倍方差的突跳，第 1 次突跳距发生地震 90 d，第 2 次突跳距发生地震 15 d，异常幅度最高达 41%，震中距水点 70 km。2004 年 8 月 10 日鲁甸 5.6 级地震前 60 d，钙离子测值出现低值异常，恢复正常后发生地震，震中距水点 75 km。2005 年 8 月 5 日的巧家—会泽间 5.3 级地震前 20 d 观测值出现 114.0 mg/L 的低值突跳，异常幅度低达 24%，震中距水点 5 km。2008 年 8 月 30 日攀枝花 6.1 级地震前出现 3 次高值突跳，9 月 3 日测值开始出现大幅度上升，最高突跳值达 165.0 mg/L ，异常幅度高达 17%，震中距水点 105 km。从图 2c、图 2d 可以分析得出，钙离子 5 日均值均方差在这 4 次地震前都一致出现高于基值 7.0 的异常。同时，5 日均值相对均方差也在震前出现高于基值 0.050 的异常。

由以上分析得出毛椿林水点钙离子观测值在震前的前兆异常指标：日均值出现突跳异常，幅度比正常值 141.6 mg/L 高出 15% 视为异常；5 日

均值均方差出现高于 7.0、5 日均值相对均方差出现高于 0.050 视为异常。总体上，氟离子测值出现异常对应 100 km 范围内的区域地震概率达 75%。

3 毛椿林水点震前宏观异常分析

毛椿林水点宏观水位异常在多年的观测中曾出现过多次对应附近区域中强地震的实例。

(1) 据当地村民叙述：1975 年 1 月 22 日蒙姑 4.7 级地震前 1 d 该水点曾出现日流量增大，并溢出地表浇地约 3 分钟，震中距水点 10 km。

(2) 据当地村民叙述：1986 年 3 月 18 日蒙姑新塘湾 4.8 级地震前 3 d 该点又出现流量增大，直至浇满整块地，震中距水点 5 km。

(3) 据当地村民叙述：1992 年 2 月 9 日蒙姑信地一带发生 4.5 级地震前，该水点氟离子升高半年后发震，同时流量在震前也明显增大，震中距水点 15 km。

(4) 据笔者实地调查：2002 年 3 月 18 日水点

流量出现断流，当年 4 月 14 日、4 月 25 日～4 月 28 日、5 月 7 日～5 月 12 日、5 月 19 日～5 月 25 日、6 月 1 日又出现断流、停流的异常现象，当年 6 月 20 日巧家县城发生 4.0 级地震。地震后，水点停流、断流现象仍持续不断，直到 2003 年 11 月 15 日鲁甸发生 5.1 级地震前才恢复流量，恢复后即发生地震，震中距水点 70 km。

(5) 据笔者实地调查：2005 年 8 月 5 日巧家、会泽间发生 5.3 级地震前 10 d 该水点出现流量增大的异常现象，宏观观测员报告后查实，震中距水点 5 km。

(6) 据笔者实地调查：2008 年 8 月 30 日四川攀枝花地震前，7 月 8 日，记录到的水位曲线出现幅度达 3 mm 的连续高频脉冲变化。7 月 26 日至 30 日脉冲幅度明显增大，7 月 31 日后，频次开始减慢直到 8 月 2 日结束。震中距水点 105 km。地震后，2008 年 10 月 14 日，该水点水位曲线又出现台阶式下降，变化幅度达到 1 cm，11 月 30 日逐渐恢复（图 3）。

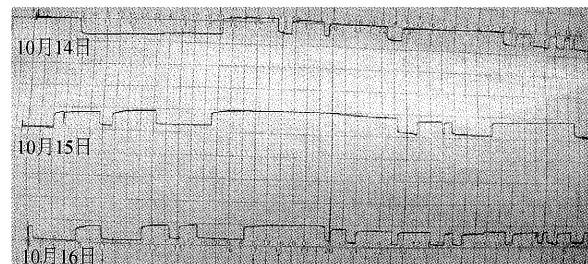
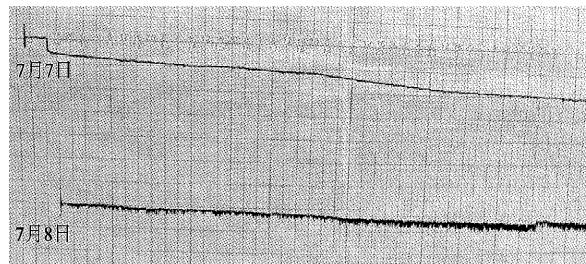


图 3 毛椿林水点水位高频脉冲 (a) 和台阶式变化 (b)

Fig. 3 (a) High frequency pulse changes and (b) The stepped change of Maochunlin observation point' swater

通过对宏观资料对应地震实例分析认为：毛椿林水点水位出现震前的上升和下降的异常变化是由于震前地壳内岩层应力集中和构造运动的一种作用而引起的震前宏观异常；而出现高频脉冲和台阶式变化则是由于在地应力作用下岩层挤压，使泉水中气体含量增加所致。

4 水点宏微观资料对比分析结论

毛椿林水点宏观、微观资料在 4 次中强地震前，均有不同程度的异常变化，主要是由于巧家毛椿林地区的地壳应力受小江断裂的活动控制，

在本区域发生中强地震前，水点的各项地球物理参数将进行大范围的调整，在调整过程中本地区的地壳应力场的大小和方向都会发生变化（路鹏，1998）。毛椿林水点的微观资料在本区域 100 km 范围内发生中强地震前异常持续时间最多可达 180 d，恢复正常值后最短发震时间为 3 d，对应地震的频率达 60%。毛椿林水点的宏观资料发生突升、水位出现阶跃式和高频变化，在不超过 30 d 时间内以巧家为中心，100 km 范围内将会发生 5.0 级以上的中强地震，对应率达 90%。当微观异常出现一段时间后宏观异常也出现，发生中强地震的概率为 90%。当两项指标同时出现异常情

况时, 其后对应地震的震中距会缩短, 发震时间也会较短, 发生中强地震的概率为 95%, 当只出现宏观异常时, 发生中强地震的概率为 85%, 只

出现微观异常时, 对应率 60%。得出这几项预报指标对预报地方中强地震具有较强的指示意义(表 1)。

表 1 宏、微观异常与强震对应表

Tab. 1 The comparation between strong earthquake with macroscopical and microcosmic anomaly

时间地点震级	水位	氟离子	钙离子
1975-01-22 蒙姑 4.7	流量增大, 溢出地表浇地 3 分	没有观测	没有观测
1986-03-18 蒙姑 新塘湾 4.8	流量增大, 溢出地表浇满整块地	没有观测	没有观测
1992-02-09 蒙姑 信地 4.5	流量在震前明显增大	氟离子含量震前 180 d 增大到正常值的 4 倍, 震前 15 d 恢复到正常值	没有观测
2003-11-15 昭阳、鲁甸 5.1	流量出现断流	氟离子含量震前 5 d 开始增大, 异常幅度高达 24%	地震前出现过 2 次超过 -1.5 倍方差的突跳, 第 1 次突跳距发生地震为 90 d, 第 2 次突跳距发生地震为 15 d, 异常幅度最高达 41%
2004-08-10 昭阳、鲁甸 5.6	流量没有突出的异常	氟离子高值异常结束后 30 d 发生地震	钙离子 5 日均值均方差在震时出现高于基值 7.0 的异常, 5 日均值相对均方差也在震前出现高于基值 0.050 的异常
2005-08-05 巧家 蒙姑、会泽间 5.3	水位上升, 流量增大	日均值出现高值异常, 幅度比正常值 1.25 mg/L 高于 20%; 均方差出现 180 d 超过 0.070 的突出异常	震前 90 d 观测值出现 114.0 mg/L 的低值突跳, 异常幅度低达 24%, 5 日均值均方差出现高于 7.0, 5 日均值相对均方差出现高于 0.050
2008-08-30 四川 攀枝花 6.1	近 3 mm 幅度高频率震荡及台阶式变化	震前 90 d 测值降, 异常幅度 23%, 低值异常时间 50 d, 震前 10 d 恢复正常值。	震前 30 d 出现高值突跳值 165.0 mg/L, 异常幅度 17%。5 日均值均方差出现高于 7.0, 5 日均值相对均方差出现高于 0.050

5 结论

(1) 通过对距巧家毛椿林水点 100 km 范围内的 5.0 级左右的区域地震发生的宏观、微观资料综合分析, 认为该水点震前异常突出, 异常分布具有整体性、同步性、集中性的特点。

(2) 毛椿林水点氟离子观测值出现高值异常, 异常幅度超过 16%, 5 日均方差出现高于 0.070 为氟离子前兆异常判定指标。毛椿林水点钙离子观测值出现突跳异常, 异常幅度高于 15%, 5 日均值均方差出现高于 7.0, 5 日均值相对均方差出现高于 0.050 为钙离子前兆异常判定指标。

(3) 毛椿林水点水位出现震前的上升或下降、高频脉冲或台阶式变化的异常变化是震前宏观异常体现。该水位在震前反应较为敏感, 如能安装数字化水位监测仪器对其进行实时监测, 利用总结的判定依据, 对短临地震预报能

起到很大的作用。

参考文献:

- 车用太, 谷元珠, 鱼金子, 等. 2002. 昆仑山口本地震前地下流体的远场异常及其意义 [J]. 地震, 22(4): 107-113.
- 陈立德. 1992. 关于地震预报科学思路、方法论及难点的思考 [J]. 地震研究, 15(2): 186-187.
- 陈立德. 1995. 震后异常与新地震异常的识别方法研究 [J]. 地震, 15(增刊): 125-135.
- 陈立德, 付虹. 2003. 地震预报基础与研究 [M]. 北京: 地震出版社.
- 陈立德, 罗平. 1997. 1995 年 7 月 12 日孟连中缅边界 7.3 级地震中短临预报及前兆异常特征 [J]. 地震研究, 20(2): 151-156.
- 李春洪, 陈益惠, 田竹君. 1990. 井—含水层系统对固体潮的动态影响及其影响因素 [J]. 中国地震, 6(2): 37-45.
- 路鹏. 1998. 地震地下水动态观测 [M]. 北京: 地震出版社.
- 万登堡, 夏菲, 张爱玲, 等. 1998. 滇 01 井水位动态与地震关系的分析研究 [J]. 地震研究, 11(6): 565-578.
- 张立, 赵洪声, 刘耀炜, 等. 2009. 会泽井水位与水温相关关系及其变异的地震预测意义 [J]. 地震研究, 32(3): 228-230.
- 张双风, 苗菊玲, 吕凤章, 等. 2005. 张北 6.2 级地震邯郸地区前兆异常特征研究 [J]. 防灾学院学报, 7(3): 33-37.

The relation between regional earthquake and the anomaly of Maochunlin observation point

Wang Xiang-mei¹, He Li-jing², He De-qiang², Shen Bo², Xu Jia-jin²

(1. *Earthquake Disaster Mitigation Bureau of Qiaojia county, qiaojia 654600, Yunnan, China*)

(2. *Earthquake Disaster Mitigation Bureau of Zhaotong City, zhaotong 657000, Yunnan, China*)

Abstract

After years' observation, we find that the anomaly of Maochunlin observation point is in conformity with regional earthquake about 5.0 in the range of 100 kilometres. In this article, we chose some seismic precursory data to get day average, and at the same time we classify and summarize the macroscopical anomaly. Then we draw a conclusion that the macroscopical water level and the concentration of Ca^+ and F^- are good indicator for regional earthquake forecast.

Key words: precursory data, conventional treatment, criterion