

汶川 8.0 级地震前云南水富井水位长期异常初探*

张立¹, 何德强², 申波², 苏有锦¹

(1. 云南省地震局, 昆明 650224; 2. 昭通市防震减灾局, 云南 昭通 657000)

摘要: 2008年5月12日汶川8.0级特大震发生前, 云南昭通水富井水位测值出现长时间、大幅度趋势下降异常。在排除降雨影响后, 通过异常形态、持续时间、观测点所处构造分析了该异常与汶川地震的关系, 表明了在大震孕震阶段存在水位长期异常。

关键词: 汶川地震; 水位异常; 云南

中图分类号: P315.72+3

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2010)02-0159-05

0 引言

2008年5月12日四川汶川发生8.0级大地震, 震灾惨重。震前到底有无可信的异常, 是什么样的异常, 是必须回答的要害问题。距该地震275 km的云南昭通水富井, 是云南地区距离汶川地震最近的流体观测井, 震前井水位出现长趋势大幅度的下降变化, 其异常的时间和幅度是该井投入观测以来从未出现过的。笔者经过分析研究, 认为这是汶川地震的长期异常变化。

过去, 地震工作者主要讨论流体的短临、中期和中短期异常(刘耀炜, 施锦, 2000; 车用太, 鱼金子, 1997; 邵永新等, 2001; 黄辅琼等, 2002; 张立等, 2003; 陆明勇等, 2005, 2006), 而对长趋势异常鲜有涉及。这与过去观测资料积累时间不够长有关, 也与人们的观念有关。但是, 大量观测资料表明, 大震前确实存在长趋势异常变化。为此, 讨论水富井的异常, 对于丰富地下水前兆的认识, 提高流体方法的预测能力, 都是有益的。

1 水富观测井基本情况

水富井处于云南莲巧断裂(莲峰至巧家)与四川华莹山断裂的交汇部位, 同时也是华莹山断裂的西南端的起始部位(图1)(云南省地震局, 2005)。

井口海拔296 m, 井深361.68 m。含水层岩性为砂岩、石英砂岩、石灰岩、白云质石灰岩。地

下水为层间承压水, 水温20.0℃左右。原为生活用井, 废弃后用于地震观测, 在井深为24.5 m处有一大石头卡在井径变径处(无法处理掉), 如果水位低于此深度就不能测到数据。

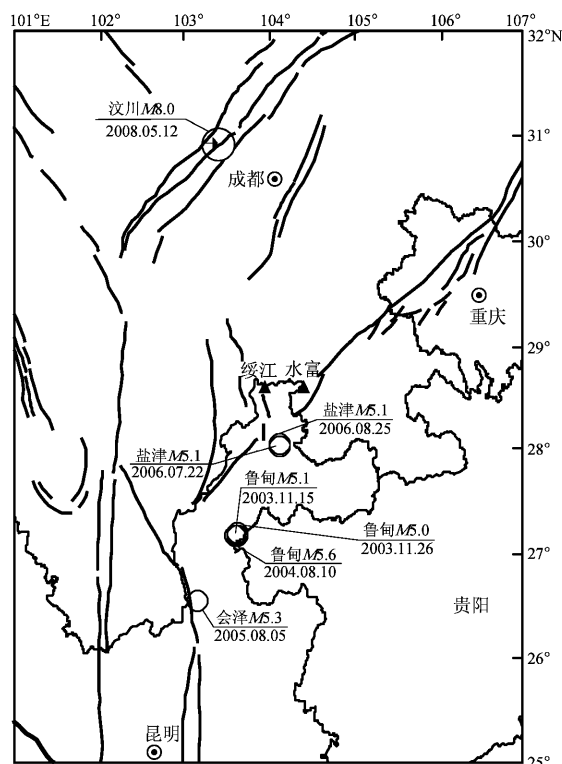


图1 水富井、汶川地震及昭通地区中强地震分布图

Fig. 1 Distribution of the Shuifu well, Wenchuan earthquake and moderate and strong earthquake epicenters around Zhaotong city Yunnan province

* 收稿日期: 2009-07-22.

基金项目: 云南省地震监测预报研究专项(JCYB-20080601-1)和中国地震局2009年度震情跟踪定向工作任务(2009010102)联合资助。

1988年6月1日水富井开始进行静水位观测,使用SW—40型水位仪;1998年9月12日开始使用SWZ—1型测温仪进行高精度水温观测,水温探头放置于距井口20 m深处,始测水温值为19.709 2℃(2007年11月水温仪坏而停测模拟水温)。2006年1月1日在该井使用LN—3型数字化水位仪及SZW—1A型数字测温仪,增加了水位、水温的数字化观测,其数字化水位与模拟水位并行观测,水位探头放置于水下8.0 m处,水温探头与模拟水温为同一探头。2007年水温探头重新放置于距井孔24.50 m深处,始测值为20.932 3℃。

2 水位正常和异常动态变化

2.1 水位正常动态

多年观测研究结果表明,水富井水位、水温的正常年变化主要受降雨影响,形态上为“夏高冬低型”,成因上为“降水补给径流型”。一般每年的2~3月水位为最低值,4~7月水位逐渐上升,8~9月到达最高值,而后逐渐有规律的下降。模拟观测的水位、水温两条曲线有一定程度的相关性,即水温受水位影响呈同步反向变化(图2)。水位变化的气压效应不明显,有固体潮效应。数字化观测资料水位、水温也有同样的关系。

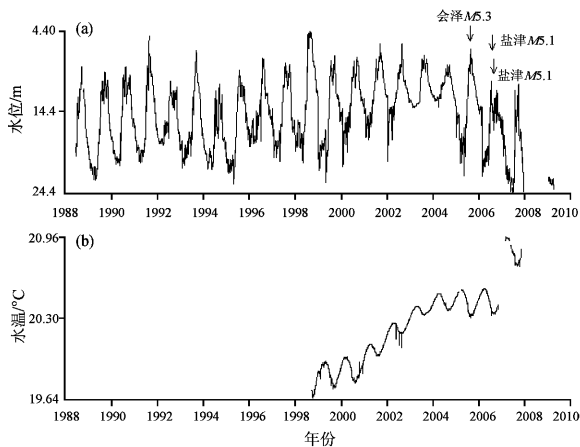


图2 水富井水位(a)、水温(b)模拟观测曲线

Fig. 2 The curve of analog water level (a) and water temperature (b) at Shuifu well

2.2 汶川8.0级地震前水位异常

在汶川8.0级地震前,水富井水位异常主要表现为长趋势大幅度下降。从图3可见,该井水位具有明显的年变化。而在滑动去年周期值曲线上,地震前出现趋势下降变化:2004年7月至2007年

12月10日(2007年12月11日至2009年1月17日由于水位大幅度下降低于24.5 m无法采数导致缺数),持续下降3年多,按照年均值计算,下降幅度达7.8 m。这是该井自1988年投入观测以来水位下降时间最长、幅度最大的变化,其间虽然在该井周围发生了2005年8月5日会泽5.3级地震、2006年7月22日、8月26日盐津两次5.1级地震,但水位下降趋势仍未改变。

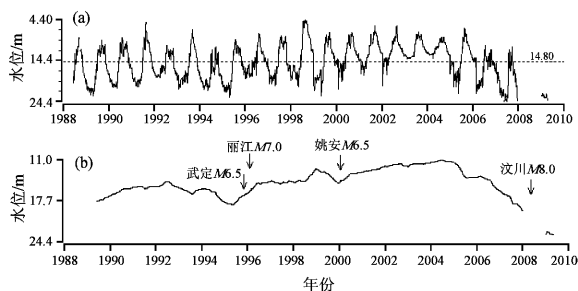


图3 水富井水位模拟观测曲线

(a) 模拟观测日均值; (b) 滑动去年周期值

Fig. 3 The curve of analog water level at Shuifu well

(a) simulation of daily average; (b) past year period value

3 水富水位异常与汶川8.0级地震的关系分析

现从降雨影响、异常特征以及构造活动等方面,分析水位异常与汶川地震的关系。

(1) 因无水富站雨量资料,故使用距其最近(45 km)的绥江站降雨量。水富水位年均值及绥江站年降雨量变化如图4和表1。

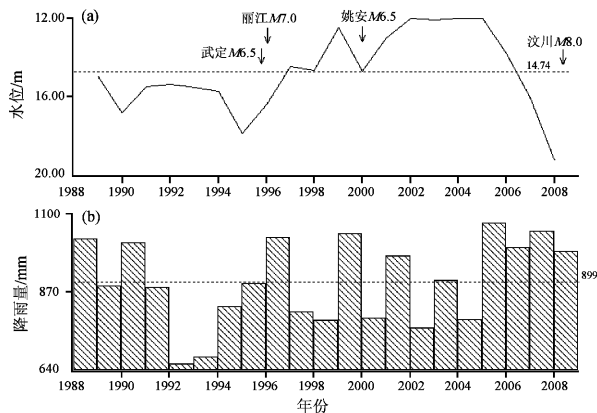


图4 水富井水位模拟观测年均值(a)及绥江站年降雨量曲线图(b)

Fig. 4 The curve of annual mean value of water level at Shuifu well (a) and annual rainfall at Suijiang station (b)

表1 云南水富井水位年均值及绥江站年降雨量统计表

Tab.1 Statistics annual mean value of water level at Shuifu well and annual rainfall at Suijiang station in Yunnan Area									
序号1	年份	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
	水位/m	14.98	16.82	15.47	15.35	15.51	15.72	17.88	16.37
	水位增量/m	-	-1.84	1.35	0.12	-0.16	-0.21	-2.16	1.51
	降雨量/mm	1 026	889	1 015	883	658	678	828	895
序号2	年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	水位/m	14.46	14.66	12.48	14.71	13.00	11.98	12.08	11.42
	水位增量/m	1.92	-0.20	2.18	-2.23	1.71	1.02	-0.1	0.66
	降雨量/mm	1 029	812	786	1 041	793	975	764	903
序号3	年份	2004	2005	2006	2007	2008			
	水位/m	11.46	13.81	16.05	19.26	缺数			
	水位增量/m	-0.04	-2.35	-2.24	-3.21	-			
	降雨量/mm	788	1 073	1 000	1 048	989			

注：① 汶川地震前水位的下降开始于2005年，持续到2008年，因下降幅度过大，致使无法采数，故缺2008年水位的年均值；② 水位增量指前一年水位与当年水位之差。

从图4可清楚看到，自2005年至2008年汶川地震前，水富井水位逐年大幅度下降，2005~2007年水位降幅达7.8m；而在同一时期，降雨量是明显增加的，年降雨量的平均值达到1 040mm，比多年平均值（899mm）高141mm（表2）。可见，水位的趋势下降不是由于雨量减少引起的。

表2 云南水富井水位趋势性下降异常与地震关系表

Tab.2 The relation between the declinable anomaly of long-term trend of groundwater level of Shuifu well and the earthquake in Yunnan Area					
序号	地震	水位下降异常		水位下降年的降雨量/mm	备注
		时间	变化幅度/m		
1	1995年武定6.5级和1996年丽江7.0级	1994	-2.16(1994年与1993年比较)	828(1994年)	1992~1993年平均值668mm
2	2001年姚安6.5级	1999	-2.23(1999年与1998年比较)	1041(1999年)	多年平均值899mm
3	2008年汶川8.0级	2005~2007	-7.8(2007年与2004年比较)	1 040(2005~2007年平均值)	多年平均值899mm

水富井水位年增量与年降雨量关系如图5。图中水位增量指前一年水位与当年水位之差。该图使用的水位和降雨量数据，取自表1。从图5可看出：在大多数年份，随着降雨量增大，水位上升的幅度亦随之增大，这符合正常的动态变化规律；但在一些特殊年份，如1994年、1999年、2005~2008年的降雨量增大，水位却反常下降，且都对应了强烈地震（图4、表2）。要说明的是，1989年水位的下降变化则是一个例外，同年的降雨量（889mm）也是减少的，且低于多年平均值899mm。说明水富井水位的趋势性下降异常与降雨量无关。

（2）汶川8.0级地震前水富井水位的中长期下降异常变化是该井有记录资料以来出现的持续时间最长、变幅最大的一次变化，且与1995年武定6.5级和1996年丽江7.0级、2001年姚安6.5级地震前出现的水位下降异常相似。

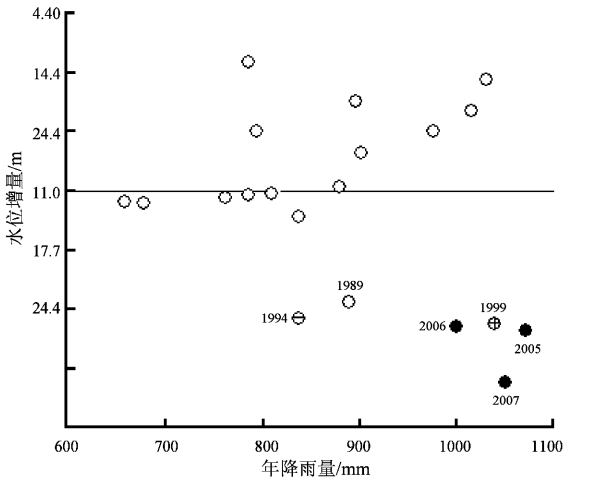


图5 1989~2007年水富井水位年增量与年降雨量关系图

Fig.5 The relation of between annual increment of water level at Shuifu well and annual rainfall at Suijiang station from 1989 to 2007

从图4和表2可见,1989年以来川滇地区发生了3组强烈地震。在每一组地震的前一年或者更长时间,水富井水位都有明显的趋势性下降异常变化;而且,水位下降的年份,当年降雨量都显著增大。当然,就异常形态而言,这3组地震的水位异常图形也不完全相同。2001年1月15日姚安6.5级和2008年5月12日汶川8.0级地震前,水位只出现下降变化,为“下降—发震”类型;而在1995年10月24日武定6.5级和1996年2月3日丽江7.0级地震前,1994年水位下降,1995年则水位回升,为“下降—上升—发震”类型。

(3) 郭增建和秦保燕(1979)给出的地震震级(M_s)与孕震断裂的长度(L)的关系为 $M_s = 3.3 + 2.1 \log L$ 。根据震例统计,地震前兆(源兆)的显示范围(R)是孕震断裂破裂长度的2~3倍(郭增建,秦保燕,1979;车用太,鱼金子,1997;鱼金子等,2000)。按此式计算,汶川8.0级地震的前兆(源兆)的显示范围为519.1 km。水富井,距震中275 km。这就是说,水富井处于汶川8.0级地震的前兆(源兆)显示的区域内,具备产生前兆异常的可能性。

(4) 2003年以来,滇东北的昭通地区分别发生了2003、2004年鲁甸5.1、5.0、5.6级地震,2005年会泽5.3级地震,2006年盐津2次5.1级地震,表明沿着会泽—鲁甸—盐津的这一起应力释放过程是以北东向构造带为主(图1)。而处于北东向构造带上的水富井,其水位呈多年趋势下降,表明该地区应力处于“松弛”状态,这与该构造带的应力释放过程之间,是可以验证的。

汶川地震发生在北东走向龙门山断裂。水富井处于莲巧断裂(莲峰至巧家)与四川华莹山断裂的交汇部位,亦为北东向构造带(图1)。莲巧断裂、华莹山断裂与龙门山断裂带带,同为第四纪活动断层。汶川8.0级地震前,不仅是龙门山断裂带,而且在大范围内的其它断裂带,都出现明显的构造变动。这是我们认为水富水位异常变化与汶川地震有关的理由之一。

综合上述,笔者认为水富井水位的长期异常变化是汶川地震的前兆。

4 结语

通过多方面论证,认为昭通水富井水位长趋势大幅度下降异常是汶川8.0级地震长期前兆。

2008年年度会商时,笔者曾提出2007年水富水位大幅度下降异常,并与昭通地区发生的中强地震前水位变化进行类比,认为该异常指示昭通地区有中强震。汶川地震后,经对各种时间尺度的异常的分析,认为该水位长期异常变化在8级地震前尤为突出,这也表明在强震、大震孕震阶段水位长期异常的存在。水富水位异常的认识过程表明,对于水位的趋势性异常,在震前是可以识别出来的,这对于今后的大震预测是有意义的。

从水富井水位异常的认识过程中,也使我们看到:现在对于水位异常的特征、成因及其与地震的关系,还缺少规律性认识,这正是需要深入开展研究的课题。

参考文献:

- 车用太,刘五洲,鱼金子,等. 2000. 板内强震的中地壳硬夹层孕震与流体促震假设[J]. 地震学报,22(1):93-101.
- 车用太,鱼金子. 1997. 地下流体的源兆、场兆、远兆及其在地震预报中的意义[J]. 地震,17(3):283-288.
- 郭增建,秦保燕. 1979. 震源物理[M]. 北京:地震出版社.
- 黄辅琼,邓志辉,顾瑾平,等. 2002. 张北地震地下流体异常场的研究[J]. 地震,22(4):114-122.
- 蒋骏,李胜乐,张雁滨,等. 2002. 地震前兆信息与软件系统 EIS2000 [M]. 北京:地震出版社.
- 刘耀炜,施锦. 2000. 强震地下流体前兆信息特征[J]. 地震学报,22(1):59-64.
- 陆明勇,牛安福,鲁德顺,等. 2005. 地壳形变与地下水动态异常特征研究进展[J]. 西北地震学报,27(1):89-95.
- 陆明勇. 2006. 地壳形变与地下水相互作用及“双力源”前兆观点[J]. 大地测量与地球动力学,26(1):76-83.
- 邵永新,李君英,田山,等. 2001. 唐山7.8级地震前后地下流体动态异常演化特征[J]. 西北地震学报,23(1):26-29.
- 鱼金子,车用太,王广才,等. 2000. 地震前兆台网监测能力评估方法及其在首都圈地区的试用[J]. 地震,20(4):7-11.
- 云南省地震局. 2005. 云南省地震监测志[M]. 北京:地震出版社.
- 张立,唐采,王世芹,等. 2003. 宁蒗6.2姚安6.5和永胜6.0级地震前地下流体的短期变化[J]. 地震研究,26(1):149-156.