

不同型号仪器水位记震能力对比分析*

廖丽霞¹, 陈昌泳², 倪晓寅¹, 吴楠楠¹

(1. 福建省地震局, 福州 350003; 2. 福州市地震局, 福州 350003)

摘要:通过对地震时不同型号仪器及不同采样率获取的水位观测曲线进行对比分析, 结果显示: 目前我国数字化水位观测的两种主要观测仪器 ADP 系统与 LN-3 (A) 在记震能力上的差别主要是由采样率不同引起的, 与仪器性能及水井的深度关系不大。由于水震波的持续时间一般只有几分钟, 因此只有加大采样率, 才能记录到波型更为完整的水震波和更为丰富的水震波震例。分析认为, 数字化水位观测必须最终向实时记录的方向发展, 才能更真实准确地反映地球内部应力的瞬时变化的真实信息, 不至因采样率不足而使短周期信息遗漏, 同时也更有机会捕捉到前驱波及区域应力场的变化。

关键词: 水震波; 记震能力; 水位; 采样率; 仪器型号

中图分类号: P315.62

文献标志码: A

文章编号: 1000-0666(2009)02-0137-08

0 前言

人们对水位记震能力的研究始于水震波。自 20 世纪 70 年代首先在北京洼里井观测到水震波以来 (陈大庆, 刘耀炜, 2006), 全国越来越多的井孔观测到了这类水位微动态现象, 人们对水震波的认识越来越深刻, 水震波的分析应用范围也越来越广。人们不但在水井的记震能力及影响因素方面取得了许多认识 (张昭栋等, 1999a, 1999b, 2000; 车用太等, 1989, 1990, 1992), 还应用水震波反演各井孔含水层应力变化, 分析全国大区域应力场的时间和空间 (平面) 演化 (张昭栋等, 1994); 在利用水震波图像来求算世界大震的震级方面也做出了探索; 同时尝试用水震波同震效应及震后效应对未来发震地点做一定程度的预测 (黄辅琼等, 2000), 并对井孔记震能力的变化与地震关系做了研究 (陈大庆, 刘耀炜, 2006)。随着新技术新方法的应用, 对水震波的应用开发范围越来越广。目前阻碍水震波研究进展的因素主要有两方面, 一是对映震机理的认识还不够深入, 二是仪器灵敏度和采样率不够高。目前较易开展的工作是对现有仪器进行改进, 提高水震波记录

的灵敏度和采样率, 取得更多且更为完整清晰的可用于分析的水震波图像。

“九五”、“十五”数字化改造以来, 福建流体台网分期分批改造或新建了 20 多个数字化水位观测井, 取得了大量同震效应的震例。由于不同批次仪器型号不同、采样率不同, 导致各水井水位对地震的记震能力及形式存在很大差异。尤其是福州地区选用珠海泰德公司研制的 ADP 数字地震前兆综合观测系统以来, 这种差别更为突显。由于该系统是秒采样, 对多数全球大震都有很好的同震效应。本文中笔者将应用 ADP 数字地震前兆综合观测系统运行以来不同型号仪器及不同采样率取得的水位观测值近年来对国内外多个显著地震事件获取的同震效应作对比分析。以往的文献更多的是对水位异常特征 (中国地震局监测预报司, 2005)、数字化水位与模拟水位记录进行对比分析 (付虹等, 2007) 或数字化水位与形变观测同震效应记录进行对比分析 (高小其等, 2006), 对同是数字化仪器记录的水位的对比分析很少看到, 而对以秒采样数字化仪器记录的水震波进行分析更是少见。笔者将就就此做一分析, 以期能在提高数字化水位记震能力方面做些研究, 提出科学合理的建议。

* 收稿日期: 2008-07-04.

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划 (2006BAC01B02-03-02 和 2006BAC01B02-03-03) 及福建省地震局课题基金 (200801) 项目共同资助。

1 水井数字化改造及建设概况

福建省流体台网的改造和建设经历了 5 个时段：第 1 时段主要是在福州及泉州地区做试点，在 2001 年下半年到 2002 年上半年，新建了福州华林二号井、泉州局一号井、晋江青阳井、南安汤井和惠安城关井；第 2 时段为 2003 年，在泉州地区新建了南安莲塘井、惠安洛阳井，改造了安溪一号井、永春桃东井；第 3 时段为 2004 年，在全省进行全面数字化观测，新建了晋江深沪井、厦门天马井、尤溪音坑井、仙游东屏井、华安汰内二号井、闽侯旗山井，改造了宁德一号井、漳州南靖井；第 4 时段为 2005 年，在泉州地区新建了晋江安海井、南安梅山井、惠安净峰井；第 5 时段为 2006 年，在福州地区新建了连江江南井、福州浦东井、罗源洋后里井、长乐营前井，改造了平潭北雾里井、闽清梅埔井。

目前纳入福建省地震局数据库共享的数字化水位观测井共有 26 口。前 4 个阶段安装的仪器都是 LN-3 或 LN-3A 型，第 5 阶段安装的仪器是珠海泰德公司研制的 ADP 数字地震前兆综合观测系统（表 1）。这些水井沿福建地区 NE 向和 NW 向两组主要的断裂带分布。由于整个华南地区地质史上曾受大规模燕山期花岗岩侵入，其含水岩性主要是燕山期花岗岩，只有极个别水井为火山凝灰熔岩，因此这些水井的水文地质条件较为接近。

2 同震效应震例分析

为了使同震效应具有可比性，本文只选取从 ADP 数字地震前兆综合观测系统运行以来的多次全球大震及中国内陆中强地震，如日本千岛群岛 8.0 级地震、台湾南部海域 7.2 及 6.7 级地震、云南普洱 6.4 级地震、福建顺昌 4.9 及 4.7 级地震、四川汶川 8.0 级地震等展开对比分析。

2.1 记震能力对比分析

2.1.1 不同型号仪器记震能力对比分析

统计 2006 年 11 月 ADP 系统安装运行以来发生的 11 次全球大震及中国大陆中强地震事件，若对采样率不加区别，只要有反应，都算有震例，

则以秒为采样率的 ADP 系统共获取同震效应震例 32 台次，占该系统总观测台项次（66）的 48.5%；而以分钟为采样率的 LN-3A 共获取同震效应震例 28 台次，占该系统总观测台项次（220）的 12.7%。二者的差异很大，显然 ADP 系统在记录地震事件上占有绝对优势。但由于采样率不同，无法判断这一差异是仪器性能引起的还是采样率不同引起的。为此我们将 ADP 系统获取的数据同样用分钟采样率来分析，结果 ADP 系统仅获取 8 台次震例，占该系统总观测台项次（66）的 12.1%，与 LN-3A 几乎相等，由此可见造成二者差异的主要原因与仪器的性能关系不大（表 2）。11 次地震中取得最多震例的为汶川 8.0 级地震，共 18 台项次（图 1、表 2）。

表 1 福建流体观测网水位水井基本情况表
Tab. 1 Situation of water level wells underground water monitoring network in Fujian province

水井名称	起始运行 时间	仪器 型号	井深 /m	在 11 次分析研究的地 震事件中的映震次数
福州华林二号井	2001-07	LN-3	171	0
泉州局一号井	2001-09	LN-3A	130	1
晋江青阳井	2001-05	LN-3	100	0
南安汤井	2001-11	LN-3	120	1
惠安城关井	2001-11	LN-3	100	0
南安莲塘井	2003-02	LN-3	150	1
惠安洛阳井	2003-09	LN-3	151	1
安溪一号井	2003-02	LN-3	102	4
永春桃东井	2003-02	LN-3	5	5
晋江深沪井	2003-09	LN-3	203	1
宁德一号井	2004-02	LN-3	63	1
尤溪音坑井	2004-02	LN-3	63	4
仙游东屏井	2004-02	LN-3	103	3
漳州南靖井	2004-02	LN-3	102	1
闽侯旗山井	2004-02	LN-3	111	3
华安汰内二号井	2004-02	LN-3	150	0
厦门天马井	2004-02	LN-3	103	1
晋江安海井	2005-05	LN-3A	200	2
南安梅山井	2005-05	LN-3A	121	0
惠安净峰井	2005-05	LN-3	130	0
福州浦东井	2006-11	ADP 系统	202	3
连江江南井	2006-11	ADP 系统	100	11
罗源洋后里井	2006-11	ADP 系统	107	5
平潭北雾里井	2006-11	ADP 系统	256	3
长乐营前井	2006-11	ADP 系统	100	1
闽清梅埔井	2006-11	ADP 系统	100	9

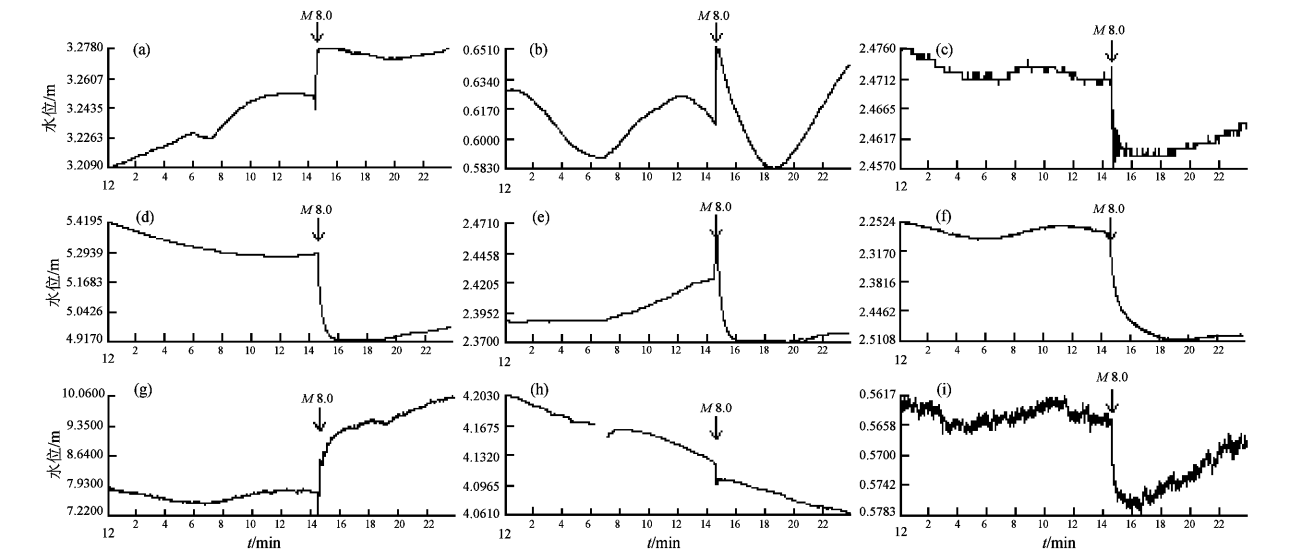


图 1 汶川 8.0 级地震福建水位观测井同震效应典型图（分钟采样率）

Fig. 1 Coseismic effect of $M8.0$ earthquake occurred on May 12, 2008 in Wenchuan recorded by underground water monitoring network in Fujian Province (Minute sampling rate)

(a) 南安莲塘井; (b) 厦门天马井; (c) 闽侯旗山井; (d) 安溪一号井; (e) 尤溪音坑井;
(f) 平潭北雾里井; (g) 永春桃东井; (h) 仙游东屏井; (i) 长乐营前井

表 2 福建省流体观测台网水位同震效应统计表

Tab. 2 Statistics of coseismic effect recorded by underground water monitoring network in Fujian Province

地震事件			不分采样率 出现同震效应的水井名称	不分采样率 映震台次		分钟采样率 映震台次	
时间	地点	震级		APD 系统	LN-3	APD 系统	LN-3
2006-11-15	日本千岛群岛	$M_s8.0$	连江江南井、闽侯旗山井、仙游东屏井、永春桃东井、闽清梅埔井、安溪一号井、尤溪音坑井	2	5	2	5
2006-12-26	台湾南部海域	$M_s7.2$	福州浦东井、连江江南井、平潭北雾里井、闽清梅埔井、罗源洋后里井、闽侯旗山井、漳州南靖井、安溪一号井、仙游东屏井、尤溪音坑井、永春桃东井、晋江安海井	5	7	1	7
2006-12-26	台湾南部海域	$M_s6.7$	福州浦东井、连江江南井、平潭北雾里井、闽清梅埔井、罗源洋后里井	5	无		
2007-03-13	福建顺昌	$M_L4.9$ $M_L4.7$	连江江南井、罗源洋后里井、安溪一号井、尤溪音坑井、永春桃东井	2	3	3	
2007-03-25	洛亚尔提群岛	$M_s7.1$	闽清梅埔井、连江江南井、罗源洋后里井	3	无		
2007-04-20	东海	$M_s6.3$	闽清梅埔井、连江江南井	2	无		
2007-04-20	东海	$M_s6.5$	闽清梅埔井、连江江南井、永春桃东井	2	1	1	
2007-04-20	东海	$M_s6.0$	连江江南井	1	无		
2007-06-03	云南普洱	$M_s6.4$	闽清梅埔井、连江江南井	2	无		
2007-07-16	日本新潟县	$M_s6.8$	闽清梅埔井、连江江南井	2	无		
2008-05-12	四川汶川	$M8.0$	福州浦东井、连江江南井、平潭北雾里井、闽清梅埔井、罗源洋后里井、长乐营前井、仙游东屏井、尤溪音坑井、闽侯旗山井、宁德一号井、泉州局一号井、安溪一号井、永春桃东井、晋江深沪井、惠安洛阳井、南安莲塘井、南安莲塘井、厦门天马井	6	12	5	12

注：由于数据共享及经费所限，目前福建省地震局只要求提供分钟值数据，故日常工作中各种型号的仪器均是分钟采样，只有地震发生后才去补收秒采样或 15 s 采样的数据，有的因为没有及时补收便造成数据丢失，尤其是 LN-3A 型号仪器的数据。故本统计中我们将 LN-3A 与 LN-3 仪器统一归类为 LN-3 计算。

2.1.2 同种仪器不同采样率水位记录对比分析

将 ADP 系统同一时段秒采样率和分钟采样率收取的数据绘图对比分析,发现秒采样率的数据取得的水震波震例大大多于分钟采样率,分钟采样率数据相比秒采样率数据未能取得水震波或水震波不明显。如连江江南井秒采样率的数据在 11 次地震事件中均取得水震波震例,分钟采样率的数据仅取得 3 次水震波震例。多数观测井分钟采样率的数据除汶川地震有记录外,其它地震均无记录。图 2 是 2006 年 12 月 26 日台湾南部海域 7.2 级及 6.7 级两次地震秒采样率组对地震的记录情况,从图中可见均有明显的水震波,而图 3 的分钟采样率组在同一时间段内没有明显的水震波。从地震当天的分钟值走势图(图略)来看,只有连江江南井有不太明显的水震波,平潭北雾里井出现固体潮畸变,其它水井没有异常变化。

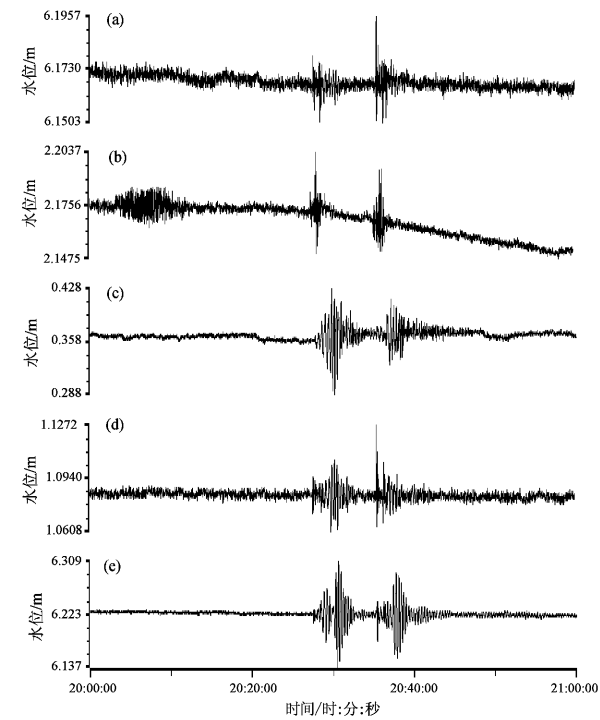


图 2 2006 年 12 月 26 日台湾南部海域 7.2 级及 6.7 级地震福州地区各水井水震波图(秒采样率,全长 1 小时)

Fig. 2 water-level earthquake waves of the M7.2 earthquake and M6.7 earthquake occurred on December 26, 2006 in southern Taiwan Strait recorded by wells in Fuzhou (second sampling rate, 1 hour)

(a) 福州浦东井; (b) 平潭北雾里井; (c) 闽清梅埔井; (d) 罗源洋后里井; (e) 连江江南井

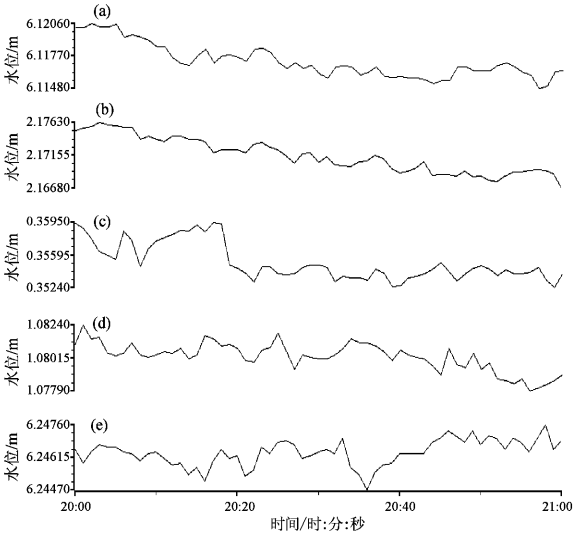


图 3 2006 年 12 月 26 日台湾南部海域 7.2 级及 6.7 级地震福州地区各水井水位分钟值走势图(全长 1 小时)

Fig. 3 Minutes water level curves of the M7.2 earthquake and M6.7 earthquake occurred on December 26, 2006 in southern Taiwan Strait (1 hour) at wells in Fuzhou

(a) 福州浦东井; (b) 平潭北雾里井; (c) 闽清梅埔井; (d) 罗源洋后里井; (e) 连江江南井

进一步对 ADP 系统安装运行以来水位所记录的 11 次全球大震及中国大陆中强地震事件进行统计分析,我们发现在井—含水层系统相近及仪器型号一致的水井,其水震波开始振荡的时间与震中距成反比,震中距越近,开始振荡的时间越早;而振荡的持续时间与震级成正比,震级越大,水震波持续时间越长。但统计的 11 次地震事件中,水震波持续的时间都不长,一般在 1~5 分钟之间,分钟采样的仪器在水震波振荡期间只能记录到 1~5 个数据。这显然无法从图形上完整地显示其振荡过程。因此我们认为,上述统计的两种型号仪器记震能力的差异,主要是采样率不同造成的,与仪器性能关系不大。表 3 是 2006 年 12 月 26 日台湾南部海域 7.2 级及 6.7 级两次地震水震波情况。

2.2 不同型号仪器同震效应波形对比分析

以 2006 年 12 月 26 日台湾南部海域 7.2 级及 6.7 级地震为例,安装秒采样的 ADP 系统的 6 口水井中有 5 口水井取得良好的水震波震例(图 2),且两个地震水震波都较为完整,但安装分钟采样的 LN-3 系统的 20 口水井中只有 5 口水井有反映,其中只有漳州南靖井和闽侯旗山井记录到水

表3 2006年12月26日台湾南部海域7.2及6.7级两次地震水震波情况统计表

Tab. 3 Statistics of water-level earthquake waves of the M7.2 earthquake and M6.7 earthquake occurred on December 26, 2006 in southern Taiwan Strait

井名	震级	震中距/km	水震波时间			水震波落差/m		
			起始时间	结束时间	持续时间	最高	最低	振幅
福州浦东井	7.2	481.623	20:27:29	20:31:09	3分40秒	6.1790	6.1510	0.028
	6.7		20:35:11	20:38:35	3分24秒	6.1957	6.1503	0.0454
平潭北雾里井	7.2	410.234	20:26:55	20:29:23	2分28秒	2.2036	2.1500	0.0536
	6.7		20:35:09	20:37:23	2分14秒	2.1948	2.1510	0.0438
连江江南井	7.2	489.642	20:27:28	20:32:54	5分26秒	6.3086	6.1373	0.1713
	6.7		20:35:15	20:39:44	4分29秒	6.2909	6.1524	0.1385
闽清梅埔井	7.2	510.834	20:27:41	20:33:23	5分42秒	0.4285	0.2876	0.1409
	6.7		20:36:31	20:39:44	3分13秒	0.4135	0.3281	0.0854
罗源洋后里井	7.2	521.513	20:27:31	20:33:06	5分35秒	1.1054	1.0608	0.0446
	6.7		20:35:22	20:38:46	3分24秒	1.1273	1.0639	0.0634

震波，且波形并不完整；仙游东屏井出现固体潮畸变、尤溪音坑井出现震后上升、安溪一号井出现震后下降，这三口井均未捕捉到明显的水震波，而晋江安海井、泉州局一号井等其它以分钟采样水井的水位观测值没有异常反映（图4）。因此仪器采样率对波型的完整性起决定作用。

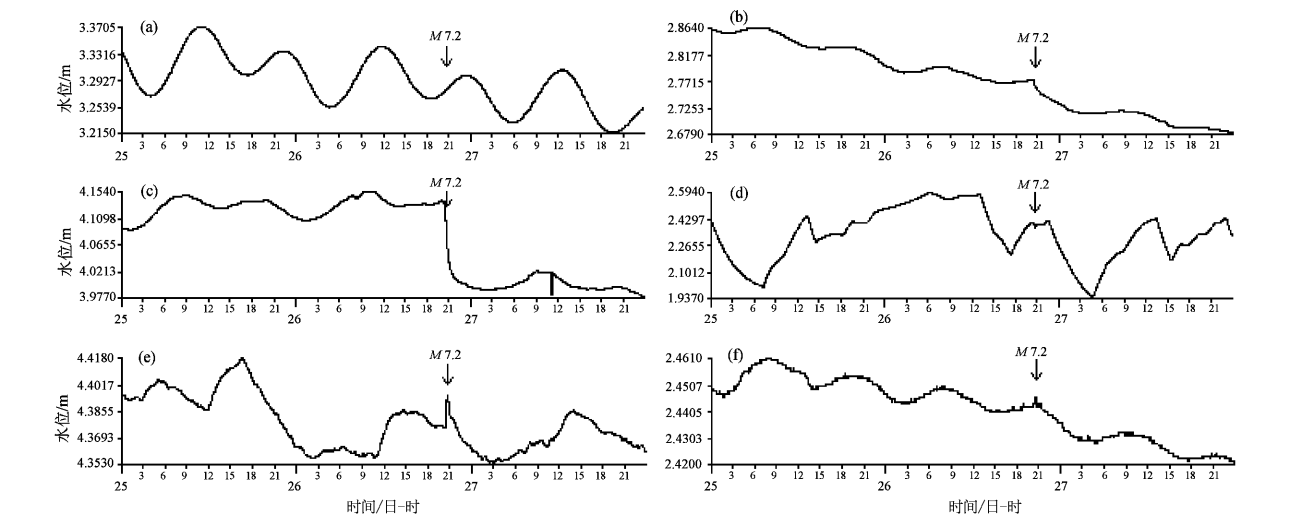


图4 2006年12月25~27日安装LN-3的各水井典型水位分钟值走势图（全长3天）

Fig. 4 Minitutes water level curves at wells with LN-3 during 20061225 - 20061227 (3 days)

(a) 晋江安海井；(b) 仙游东屏井；(c) 安溪一号井；(d) 漳州南靖井；(e) 尤溪音坑井；(f) 闽侯旗山井

2.3 水震波型特征分析

如前所述，由于水震波持续的时间都不长，一般在1~5分钟之间，安装LN-3A观测系统的水井很难记录到完整的水震波，因此笔者只对福州地区6个安装ADP系统的水井记录的水震波进行分析。大量的震例显示，这些水井的水震波主要有3种波型：纺锤型或近似纺锤型，这种波型的水位有一个逐渐升高后又逐渐下降的起伏过程；半

纺锤型，这种波型水位没有一个完整的起伏过程，水位仅有一个逐渐升高或逐渐下降的过程；毛刺型（有时还伴有阶变），这种波型水位呈不规则突跳。从波形特征上看，同一地震在不同水井记录的水震波形状不同，而同一水井记录的由不同地震引起的水震波形状亦不相同。如四川汶川8.0级地震中，闽清梅埔井记录的水震波呈近似纺锤型，水位有一个逐渐升高后又逐渐下降的起伏过程；连

江江南井、罗源洋后里井记录的水震波呈半纺锤型，水位没有一个逐渐升高的过程但有一个逐渐下降的过程；平潭北雾里井记录的水震波则呈毛刺型，同时还伴有阶变。台湾南部海域 7.2 及 6.7 级地震连江江南井记录的水震波呈纺锤型或近似纺锤型，福州浦东井记录的水震波则呈毛刺型。云南普洱 6.4

级地震连江江南井记录的水震波呈半纺锤型，而闽清梅埔井记录的水震波呈毛刺型。福建顺昌 4.9、4.7 级地震所有记录到的波型均呈毛刺型。如图 5 ~ 6。而同期安装的 LN-3A 仪器并没记录到这些地震引起的水震波。因此只有加大采样率才能记录到不同地区的更为丰富的水震波。

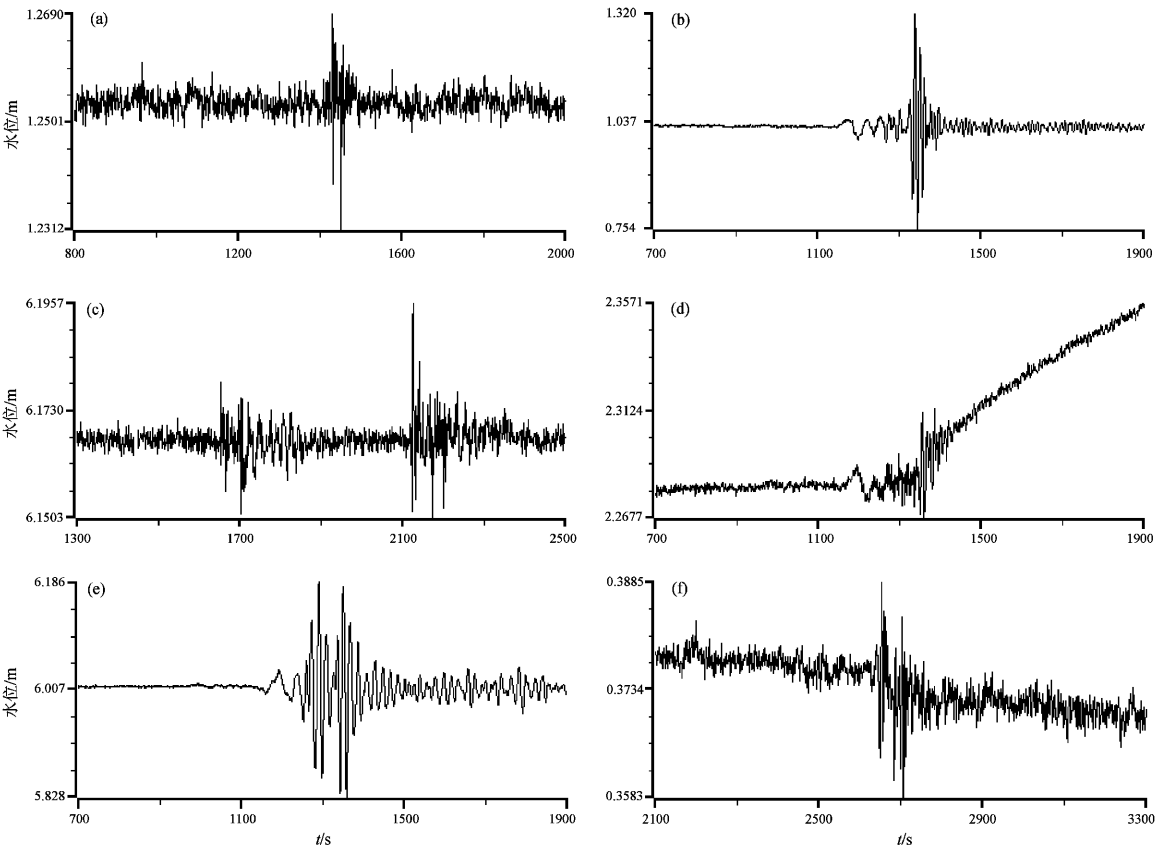


图 5 福州地区各水井记录的不同地震水震波典型图（秒采样率，全长 20 min）
Fig. 5 water-level earthquake waves of different earthquakes recorded by wells in Fuzhou
(second sampling rate, 20 minutes)

(a) 罗源洋后里井记录的福建顺昌 4.9 及 4.7 级地震水震波；(b) 罗源洋后里井记录的四川汶川 8.0 级地震水震波；
(c) 福州浦东井记录的台湾南部海域 7.2 及 6.7 级地震水震波；(d) 平潭北雾里井记录的四川汶川 8.0 级地震水震波；(e) 闽清梅埔井记录的四川汶川 8.0 级地震水震波；(f) 闽清梅埔井记录的云南普洱 6.4 级地震水震波

2.4 不同深度水井对地震记录能力的对比分析

从表 1、表 2 的统计资料可以发现，不同深度的水井均记录过震例，安装了 ADP 观测系统的水井记录地震事件次数多于安装了 LN-3 观测系统的水井。同是 ADP 观测系统，记录地震事件次数最多的是连江江南井，它记录了 11 次地震事件，井深为 100 m；记录地震事件最少的是长乐营前井，仅记录到 1 次地震事件，其井深也是 100 m；该观测系统中最深的平潭北雾里井（深 256 m）和次深

的福州浦东井（深 202 m）都只记录到 3 次地震事件。同是 LN-3 观测系统，记录地震事件次数最多的是永春桃东井，它记录了 5 次地震事件，井深仅为 5 m；其次为尤溪音坑井和安溪一号井，均记录到 4 次地震事件，其井深分别为 63 m 和 102 m；最深的晋江深沪井（深 203 m）仅记录到 1 次地震，次深的晋江安海井（深 200 m）记录到 2 次地震，而井深 171 m 的华林二号井则没有记录到地震。由此可见，水井深度并不是影响水位记震能

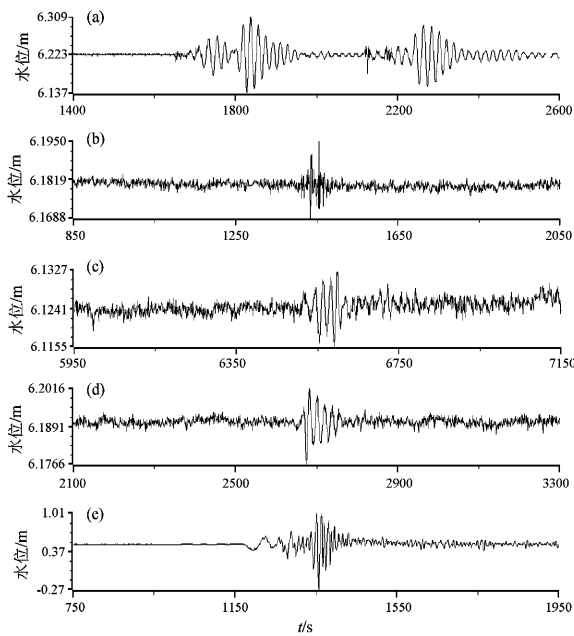


图6 连江江南井记录的不同远震水震波图
(秒采样率, 全长20 min)

Fig. 6 water-level earthquake waves of different
teleseisms recorded by Lianjiangjiangnan well
(second sampling rate, 20 minutes)

(a) 台湾南部海域7.2级及6.7级地震; (b) 福建顺昌
4.9及4.7级地震; (c) 东海6.5级地震; (d) 云南
普洱6.4级地震; (e) 四川汶川8.0级地震

力的主要因素, 除去仪器工作状态、水井结构以及周边环境干扰等因素, 水井的深度与记震能力关系不大。

3 结论

目前我国数字化水位观测的两种主要观测仪器ADP系统与LN-3A在记震能力上的差别主要是由采样率不同引起的, 与仪器性能及水井的深度关系不大。在其它条件相近的情况下, 水位的记

震能力主要取决于采样率。由于水震波的持续时间一般只有几分钟, 因此只有加大采样率, 才能记录到波型更为完整的水震波和形态更为丰富的水震波震例。观测实践证明数字化水位观测只有最终向实时记录的方向发展, 才能更真实准确地反映地球内部应力瞬时变化的真实信息, 不至因采样率不足而遗漏短周期信息, 同时也更有机会捕捉到前驱波及区域应力场的变化。

参考文献:

- 车用太. 1990. 地下水动态观测中映震灵敏条件研究 [J]. 中国地震, 6 (1): 67-73.
- 车用太, 王铁城, 鱼金子. 1989. 我国水震波研究的现状与动向 [J]. 地震, 9 (1): 70-72.
- 车用太, 鱼金子. 1992. 地下水动态映震机制的试验与观测研究 [J]. 地震研究, 15 (2): 171-179.
- 陈大庆, 刘耀炜. 2006. 我国在井—含水量水层系统对地震波同震响应方面的研究进展 [J]. 国际地震动态, (7): 27-31.
- 付虹, 刘强, 郭成栋, 等. 2007. 印尼8.7、8.5级远震对云南地区小震的激发和地下流体异常响应初探 [J]. 地震研究, 30 (2): 7-13.
- 高小其, 陈华静, 杨又陵, 等. 2006. 2004年12月26日印尼8.7级强震新疆地区的同震效应 [J]. 地震地磁观测与研究, 27 (3): 40-45.
- 黄辅琼, 迟恭财, 徐桂明, 等. 2000. 大陆地下流体对台湾南投7.6级地震的响应研究 [J]. 地震, 20 (S1): 119-125.
- 张昭栋, 迟镇乐, 陈会民, 等. 1999a. 水井含水层导水系数及其对地震波的响应 [J]. 内陆地震, 13 (3): 207-214.
- 张昭栋, 迟镇乐, 陈会民, 等. 1999b. 水井的频率特性试验和对地震波的响应 [J]. 地震学报, 21 (3): 329-331.
- 张昭栋, 迟镇乐, 陈会民, 等. 2000. 井水位的振荡与地震波 [J]. 地震研究, 23 (4): 418-425.
- 张昭栋, 赵淑平, 董传富. 1994. 井水位阶变与含水层所受应力之间的定量关系 [J]. 地球物理学报, 37 (增刊1): 222-229.
- 中国地震局监测预报司. 2005. 2004年印度尼西亚苏门答腊8.7级大地震及其对中国大陆地区的影响 [M]. 北京: 地震出版社.

Comparison of the Ability for Recording Earthquakes Using Water level of Different Models Instruments

LIAO Li-xia¹, CHEN Chang-yong², NI Xiao-yin¹, WU Nan-nan¹

(1. *Earthquake Administration of Fujian Province, Fuzhou 350003, Fujian, China*)

(2. *Earthquake Administration of Fuzhou City, Fuzhou 350003, Fujian, China*)

Abstract

This paper aims at the comparison of the observation at different water levels obtained from instruments of different models and sampling ratio when an earthquake occurred, the results show that: the differences of recording earthquake between the ADP system and LN-3 (A), mainly used in our country at present, which are the two main observation apparatus used for Digital water level observing, are mainly caused by the differences of sampling ratio, having nothing to do with the performance of instrument and the depth of wells. We consider that the ability of recording earthquake of the water level is mainly determined by the sampling ratio when the other conditions are close by. Because of the duration of the water level oscillation is only a few minutes, in order to record more complete wave of water level oscillation, and obtain more abundant examples of water level oscillation, we must enlarge the sampling ratio. At last, we indicate that in order to make a true and accurate reflection of the Earth's interior stress changes with the instantaneous changes, the developing direction of real time digital water level observation, only in this way, avoiding the omission of short period information because of lacking of enough sampling ratio, and at the same time, having more chance to catch the precursor wave and the changes of regional stress field.

Key words: water level oscillation; recording earthquake ability; water level; sampling ratio; instrument model