

平凉铁路小区水位上升原因调查分析与讨论^①

张 昱¹, 史继平², 陈 瑶¹, 徐 辉¹, 秦永宏³, 杨晓鹏², 杨 斐², 苗在鹏²

(1. 甘肃省地震局, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省地震局平凉中心地震台, 甘肃 平凉 744000; 3. 甘肃省平凉市地震局, 甘肃 平凉 744000)

摘要:通过对仪器观测系统、仪器供电避雷接地电阻、电源电压检查、水位现场校测, 观测井点降雨与水位资料对比, 周边不同测点水位观测资料对比, 同井不同深度水温观测资料及平凉华能发电厂多年来地下水开采量的对比, 分析了平凉铁路小区水位上升变化的原因。通过周围环境调查后发现, 该小区水位上升是由于平凉华能发电厂使用的分布在市区 13 口抽水井多年来开采量减少引起的, 是地震前兆异常的可能性不大。

关键词: 平凉铁路小区; 水位上升; 水温; 发电厂

中图分类号: P332

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2016)增刊 2-0261-05

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2016.Supp.2.0261

Investigation Analysis and Discussion on the Cause of Water Level Rise in Pingliang Railway District

ZHANG Yu¹, SHI Jiao-ping², CHEN Yao¹, XU Hui¹,
QIN Yong-hong³, YANG Xiao-peng², YANG Fei², MIAO Zai-peng²

(1. Earthquake Administration of Gansu Province, Lanzhou 730000, Gansu, China;

2. Pingliang Seismic Station, Earthquake Administration of Gansu Province, Pingliang 744000, Gansu, China;

3. Earthquake Administration of Pingliang City, Pingliang 744000, Gansu, China)

Abstract: This paper analyzed the reason for the rise of water level in Pingliang Railway district. We calibrated the measurement system, lightning grounding resistance of power supply system, electric source voltage and on-site water level. We also investigated and compared the data of rain-fall and water level at the observation site, the water level data at other observation sites around the district, water temperatures of different depth in the well, the groundwater exploitation amount of Pingliang Huaneng power plant and the environment around the area. We have found that the rise of water level is caused by the decrease of groundwater exploitation of the 13 water wells owned by Huaneng power plant which is distributed over Pingliang area. It is unlikely to be the precursor of earthquake.

Key words: Pingliang railway district; rise of water level; water temperatures; power plant

① 收稿日期: 2016-11-14

作者简介: 张 昱(1963-), 女, 甘肃秦安人, 高级工程师, 主要从事地下流体地震分析预报等研究。E-mail: zhangy@gzdj.gov.cn。
通信作者: 陈 瑶(1971-), 女, 陕西西安人, 高级工程师, 主要从事网络维护、地震分析预报等。

0 引言

地震地下水位的观测与预报研究工作,在我国已有40多年的历史,并且取得了许多宝贵的观测资料和一些震例资料^[1-2]。国内外地震学者曾以大量的观测事实论证了水位动态不仅可以直接反映受力状态变化引起的孔隙压力的变化,而且还可以反映出含水层地下水径流的速度与流量等的变化,因此地下水位观测一直作为地震前兆观测的重要测项^[1]。鉴于地震前兆观测和预报的复杂性,地下水位观测资料的真实性、可靠性显得尤为重要,这就要求我们,当资料发生变化时要尽可能调查清楚引起资料变化的真实原因,这样观测资料才能对地震预报有指导意义,否则,观测资料不但起不到对震情判定的作用,反而会导致在地震预报工作中作出错误的判断。

随着地下流体数字化观测技术的不断发展^[3-4],全国范围内地震地下水动态技术也逐渐由模拟观测向数字化观测发展,甘肃地区经过“九五”和“十五”两次数字化水位观测技术改造,平凉铁路小区水位观测由原来的模拟改为数字化观测。

1 测点概况

平凉铁路小区井位于平凉市兰州铁路局银川铁路分局平凉职工住宅小区内。井点坐标为 35.330°N , 106.400°E ,井深610.27 m,地面海拔为1 340.1 m;主要观测含水层为白垩系砂岩、砾岩孔隙-裂隙承压水层。井点补给区主要为六盘山区,构造上位于六盘山断裂的东侧;地貌上处于泾河南岸Ⅰ级阶地上。井区附近主要河流为泾河,距离井点300 m左右,泾河全长455.1 km,流域面积45 421 km²。

该井于1996年7月开始使用SW-40型水位仪观测模拟水位,1996年8月在井下200 m开始观测水温;2001年2月在该井安装了LN-3型数字水位仪,并在280 m处安装了SZW-1A型数字仪器观测水温,同年10月增设了数字气压、气温等辅助测项。2011年底更换水位、水温仪器,水温探头深度由原来的200 m、280 m变为185 m、250 m,原有的观测仪器全部停测。

2 资料介绍

该井数字化水位观测始于2001年“九五”数字化改造,2011年底更换仪器。至今观测资料超过15年,资料的连续性、稳定性均较好。井水位动态基本

稳定,该井深度较大,含水层封闭性较好,地下水动态不受本区降雨直接影响,水位气压效应明显,记录的固体潮形态清晰,水位对某些大震的同震响应比较明显^[5-6]。以往地震前异常不明显,震例较少。

观测资料自2001年至2012年下半年整体呈下降趋势,2012年底之后持续上升(图1)。虽然该资料对以往地震前异常反映不明显,但当资料变化时,尽可能查明资料的变化原因,是地震预报工作者最基础的工作。

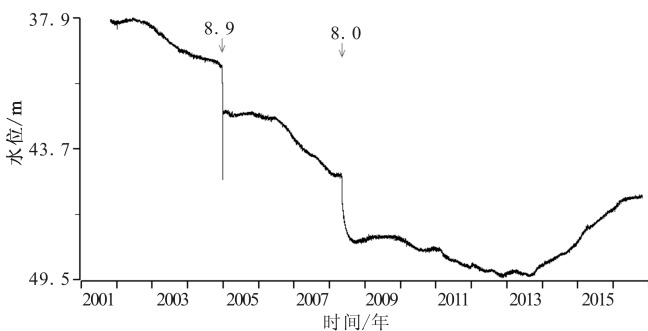


图1 平凉铁路小区水位观测曲线

3 水位上升原因分析与讨论

3.1 观测系统工作状态检查

对于地震分析预报工作者来说,当观测资料发生变化时,第一步应该检查观测仪器的工作状态。因此首先在室内对日常台站工作的日志、标定校测、日常维护记录等进行检查,检查这些环节是否均符合台站观测规范。其次在现场对仪器进行其他检查。

3.1.1 供电、避雷及接地参数检查过程

(1) 供电系统参数检查:测量交流供电:市电电压为223 V(正常范围 $\pm 10\%$),测量值在正常范围之内。

(2) 避雷系统:通过检查避雷器工作正常。

(3) 仪器防护接地:使用接地电阻测试仪检查防护接地端到井口接线,接地正常。

(4) 避雷接地:使用接地电阻测试仪测试,接地电阻 $3.8 \Omega \cdot \text{m}$ (规定小于 $4 \Omega \cdot \text{m}$),接地正常。

3.1.2 现场水位校测

台站观测人员每月中旬对仪器进行标定。8月15日月校测表明仪器观测正常。

为了检查水位仪器工作是否正常,现场进行了水位校测,测钟实测水位与观测仪器换算后的水位值列于表1。现场实测值与仪器观测值符合要求,在正常范围内,说明水位仪器工作正常。

表 1 现场水位校测结果

读数次数	1	2	3	4	5
测钟现场读数/m	45.834	45.832	45.829	45.830	45.829
换算后的水位值/m	45.810 5	45.809 5	45.808 0	45.805 0	45.805 5

3.1.3 前兆电源检查

切断市电,检查水位仪、水温仪前兆电源直流电压为 14.3 V,在正常范围之内。

3.2 气象因素分析

用 2012 年以来该测点降雨资料进行水位降雨对比分析,图 2 为水位与月降水量累计变化图。从图中可以看出,2013 年降雨量最大,其水位测值最低,2014、2015 年水位持续上升,降雨量相差不大,水位变化与降雨量变化时间不一致,也没有滞后效

应,说明该测点水位观测资料基本不受本区降雨影响,因此排除本地降雨对水位观测资料的影响。

3.3 相邻井水位对比分析

距平凉铁路小区观测井 100 km 范围内有 3 口观测井,其中平凉柳湖井在平凉市区,距离平凉铁路小区观测井 2 km,华亭井距离观测井 38 km 左右,平凉静宁威戎井距离观测井 90 km 左右。假若有大面积水位上升现象,则平凉铁路小区水位上升变化是周围环境变化引起的可能性较小。为此,将平凉铁路小区水位资料与相邻台站水位资料进行对比分析(图 3),结果发现只平凉柳湖有井水位同步上升,而其他两井(华亭井和威戎井)水位并未出现同步的上升变化。说明水位上升是局部的。

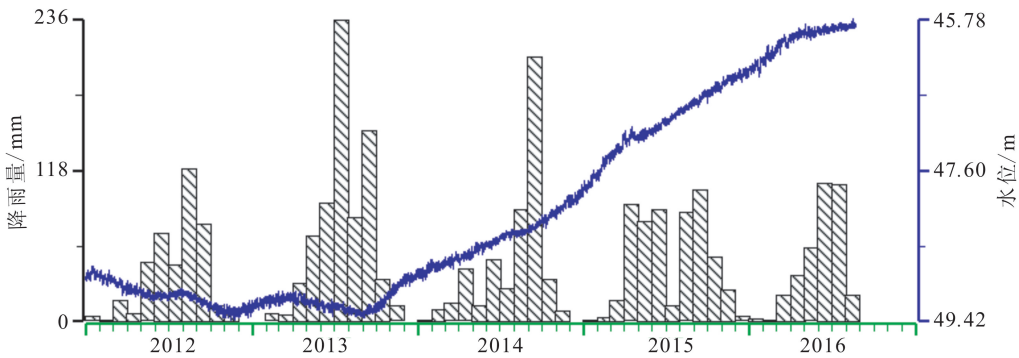


图 2 井水位与降水量月累计变化对比图

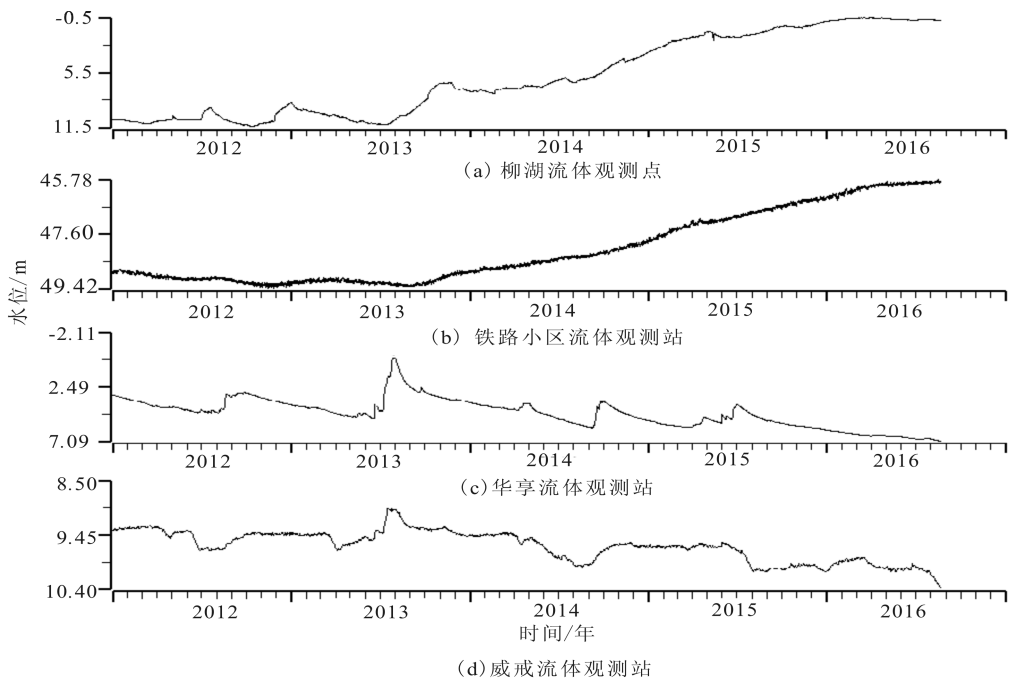


图 3 平凉及其周边井水位观测曲线(静水位)

柳湖井井深 301 m, 原为自流井, 2007 年 6 月之后断流, 断流时间正好是平凉铁路小区井水位下降速率最快的时段, 说明平凉市区在 2007 年前后水位下降明显。2011 年底该井架设水位观测仪器, 2012 年至 2013 年水位平稳, 2013 年下半年水位上升, 与平凉铁路小区水位上升变化时间比较吻合, 这说明平凉铁路小区水位上升可能是市区局部的水位开采量减少引起的, 是前兆异常的可能性较小。

3.4 同井不同测项观测值对比分析

平凉铁路小区水位同井有不同深度的水温观

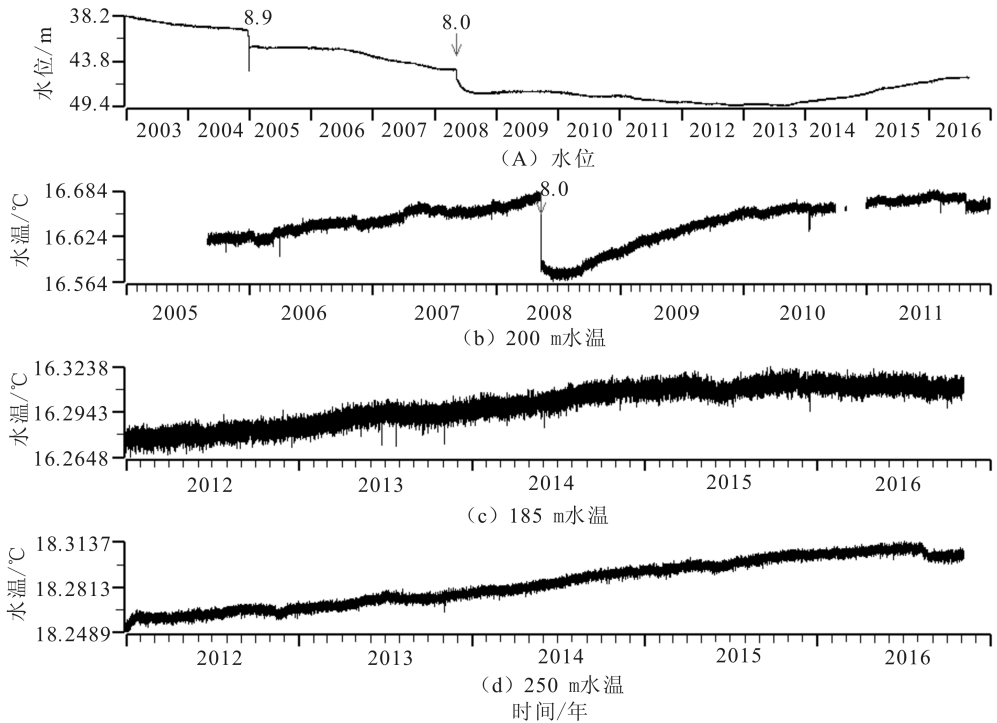


图 4 水位与不同深度水温观测对比图

3.5 平凉华能发电厂用水量调查分析

平凉市华能发电厂位于平凉市区东, 距离观测井点 8.9 km 左右。据调查, 发电厂 2000 年建成投产, 2001 年至 2015 年有 13 口水井供发电厂使用, 2016 年以来 2 口井停用。图 5 为部分抽水井及观测井分布, 井深从 60 m 至 160 m, 部分井深在 200 m 以上(多数井深穿透我们观测井含水层), 抽水井至观测井距离从 300 多米至 5 km 左右。而平凉柳湖水位观测井基本被抽水井包围。据了解, 发电厂自 2009 年开始陆续减产, 2010 年开始通过中水处理使用一部分废水, 适当使用崆峒水库的水, 以减少地下水开采。特别是从 2012 年开始, 发电厂的地下水用量大幅下降。发电厂部分时段用水量数据列于

表 2。将平凉水位观测资料与发电厂年地下水用量进行对比分析, 发现水位转平上升变化时间与发电厂地下水用水量减少时间基本吻合(图 6), 认为 2012 年至 2013 年上半年平凉水位观测资料的转平至 2013 年下半年水位上升变化, 主要是由发电厂地下水用量减少引起的(2004 年及 2005 年只有总用水量, 没有参与绘图)。由于发电厂使用多口水井, 深度不同, 距离观测井点距离不等, 而且没有单口井的抽水量, 不同水井抽水对水位影响不同, 使得个别细节有一些出入。假如水位恢复到一定程度, 有可能保持一种新的平衡状态, 短期内水位完全可能不再上升或下降。

表 2。

将平凉水位观测资料与发电厂年地下水用量进行对比分析, 发现水位转平上升变化时间与发电厂地下水用水量减少时间基本吻合(图 6), 认为 2012 年至 2013 年上半年平凉水位观测资料的转平至 2013 年下半年水位上升变化, 主要是由发电厂地下水用量减少引起的(2004 年及 2005 年只有总用水量, 没有参与绘图)。由于发电厂使用多口水井, 深度不同, 距离观测井点距离不等, 而且没有单口井的抽水量, 不同水井抽水对水位影响不同, 使得个别细节有一些出入。假如水位恢复到一定程度, 有可能保持一种新的平衡状态, 短期内水位完全可能不再上升或下降。



图 5 观测井及部分抽水井位置图

表 2 发电厂年地下水用量

时间/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 (1—8月)
总水量/万吨	1668	1562	1607	1549	1375	1105	1087	1233	932	950	870	567	384
地下水/万吨			1302	1302	1151	972	924	996	661	563	656	430	293

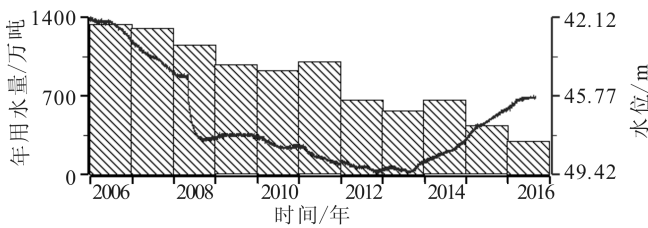


图 6 平凉水位变化与发电厂用水量对照图

4 结论与问题

通过仪器观测系统检查、现场水位标定,气象降雨资料对比分析,周边不同测点水位观测资料对比分析,同一测点不同深度水温观测资料对比分析,周边环境调查、平凉发电厂多年来地下水用量等资料分析总结,可以得出如下结论:

- (1) 平凉铁路小区水位观测系统正常,仪器工作状态稳定。
- (2) 水位上升不受当地降雨影响。
- (3) 除平凉市区距离观测井 2 km 的柳湖井外,周边其他测点水位没有同步变化。同井观测的水温在水位上升前后无明显变化。
- (4) 平凉铁路小区水位上升变化是由于发电厂地下水开采量减少引起的,做为地震前兆异常的可

能性不大。

在平凉中心地震台和平凉市地震局的大力配合下,做了上述工作,但还存在以下问题:

- (1) 该井补给区不在本区,希望收集补给区的水位降雨资料。
- (2) 测点临近泾河,收集泾河水位详细资料对今后该井的水位观测资料分析时有更多的基础资料。
- (3) 有条件的情况下,取该井水样进行气体或离子分析。

参考文献

- [1] 车用太,孔令昌,陈华静,等.地下流体数字化观测技术[M].北京:地震出版社,2002.
- [2] 赵栋,易立新,王广才.等.地下水位中地震前兆信息提取方法研究[J].地震工程学报,2013,35(2):334-341.
- [3] 甘肃省地震局.甘肃省地震监测志[M].兰州:兰州大学出版社,2005.
- [4] 张昱,钟美娇,杨晓鹏,等.平凉 C11 井地下流体数字化水位观测资料的分析[J].地震,2008,28(4):128-135.
- [5] 周志华,黄辅琼,马玉川.中国大陆井水位观测网对甘肃岷县漳县 6.6 级地震同震响应特征分析[J].地震工程学报,2013,35(3):529-534.
- [6] 张昱,李春燕,吴建华,等.印尼 8.6 级地震甘肃地区流体观测资料同震响应分析[J].地震工程学报,2016,38(5):830-837.