

The Causes of the Measured Value's Downward Trend of Ground Resistivity in NS Direction in Hongsibu Station

Xuefeng Yang*, Haikuo Shi, Liheng Zhang, Yongzhong He, Yapeng Zhang

Earthquake Administration of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan Ningxia
Email: *459376830@qq.com

Received: Jun. 8th, 2020; accepted: Jun. 22nd, 2020; published: Jun. 29th, 2020

Abstract

Since November 2016, the measured value of ground resistivity in NS direction in Hongsibu Station has shown a downward trend. On the basis of on-site inspection and observation, the influence of rainfall and irrigation on ground resistivity was analyzed. Research results show that the downward trend was not caused by the above factors, may be associated with the change of regional stress field, etc.

Keywords

Ground Resistivity, Trend Decline, Observation System, Rainfall, Irrigation

红寺堡地电阻率NS向测值趋势下降原因分析

杨学锋*, 师海阔, 张立恒, 贺永忠, 张亚鹏

宁夏回族自治区地震局, 宁夏 银川
Email: *459376830@qq.com

收稿日期: 2020年6月8日; 录用日期: 2020年6月22日; 发布日期: 2020年6月29日

摘要

红寺堡地电阻率NS向测值自2016年11月以来出现下降趋势, 在现场巡查、观测系统检查的基础上, 分析了降雨、灌溉对地电阻率的影响。研究表明, 该趋势下降变化与上述因素并无直接关系, 可能与区域应力场变化等有关。

*通讯作者。

关键词

地电阻率, 趋势下降, 观测系统, 降雨, 灌溉

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地电阻率作为一项重要的地震前兆观测手段, 受到国内外很多科学家的关注。定点地电阻率观测是在观测系统一定的情况下获得的随时间变化的数据, 是一定范围内不同深度地电阻率变化的综合反映[1]。地电阻率观测方法是地震中短期预测的一种有效方法, 在多次大地震、中强地震前均记录到突出的异常现象。预测实践与经验表明, 震前地电阻率异常是客观存在的[2] [3] [4]。大震前震中区及其附近的地电阻率一般显示 2~3 年、幅度为百分之几到百分之十几的趋势变化, 且趋势异常在台站的不同方位测线上幅度不尽相同, 显示出各向异性特征[5]。理论研究表明, 如果不是人为干扰或观测系统故障, 对于固定装置系统, 放置在一个固定探测体上, 观测到的地电阻率变化, 均由介质内部一定部位上、一定强度的真电阻率变化引起[6] [7], 即地电阻率观测的是一定体积内岩石层电性结构随时间的变化。近年, 随着中国经济的发展, 多数地电台站受到不同程度的干扰, 干扰源改变了测区介质电阻率特性, 进而引起地电阻率观测值的变化。要提取地震前兆异常信息, 必须深入分析干扰源对观测的影响, 进而排除干扰。红寺堡地电台是宁夏中部唯一的地电阻率观测台站, 肩负着监测宁夏中部震情形势的重要任务, 其地电阻率 NS 向自 2016 年 11 月以来出现趋势下降, 截止 2019 年 12 月, 累积下降 $0.06 \Omega \cdot \text{m}$, 下降幅度约为 1.3%, 引起广泛关注, 查明其下降变化的影响因素尤为迫切。

2. 台站基本概况

红寺堡地电台位于宁夏回族自治区吴忠市红寺堡区新庄集乡南角湾村, 属中卫地震台管理的子台。该台距离红寺堡区约 10 km, 距吴忠市约 70 km。该台(地区)属内陆干旱沙漠气候, 年温差 28°C 左右, 年平均气温 15.8°C , 年均降雨量约 252 mm, 年蒸发量约 2803 mm。观测场地为引黄灌溉农田, 周围地势平坦开阔。在地质构造上, 该场地位于红寺堡盆地内。红寺堡盆地夹于罗山东麓断裂与烟筒山断裂之间, 长轴呈东北方向展布, 盆地内新近系和古近系的产状平缓, 第四系沉积厚度不大, 地表岩层为粉沙土, 地形高差小于 15 m。场地距离罗山东麓断裂 23.5 km, 距离烟筒山断裂 10 km [8] (图 1)。该台采用对称四极观测装置进行观测, 布设测线 2 道(NS、EW 向), 供电极距约为 1000 m, 测量极距 200 m, 观测仪器为 ZD8M 地电阻率仪。

3. 结果分析

3.1. 观测系统检查

经核实, 认为观测仪器稳定、电极连接良好、外线路杆无损毁。同时测量所有电极接地电阻, 各电极的接地电阻均小于 30Ω , 符合《地震及前兆数字观测技术规范》和《地电台网运行管理细则》要求。检查外线路绝缘情况, 除 EW 测道供电极 A3 极和测量极 M3 极线路绝缘性偏低, 小于 $5 \text{M}\Omega$, 不符合规范要求外, 其他测道均合格, 检查结果见表 1。

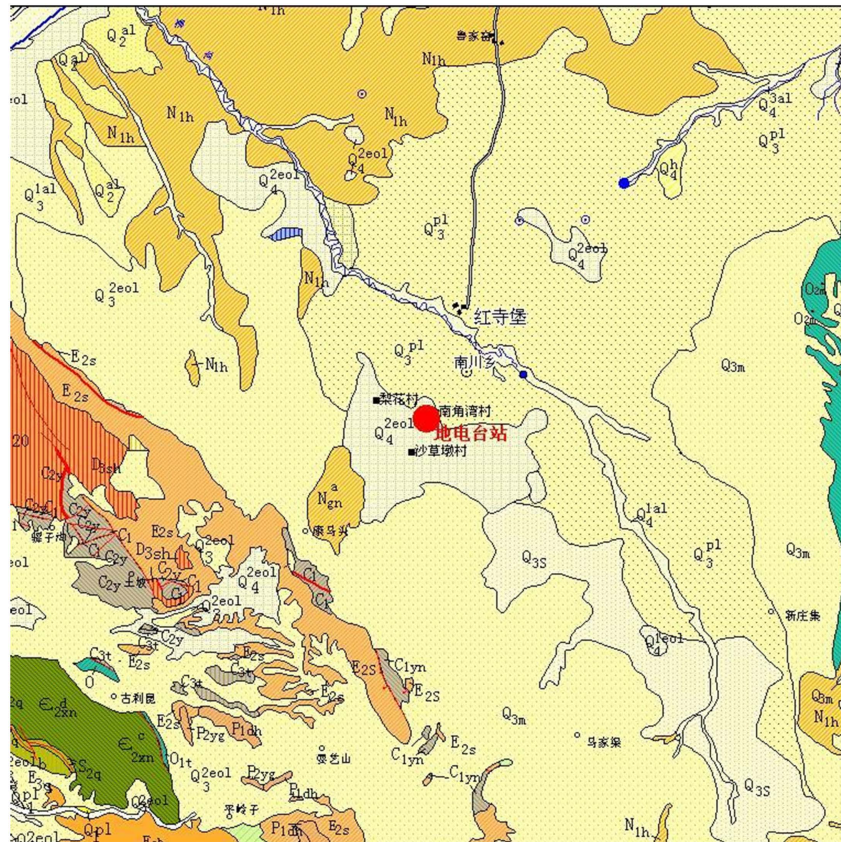


Figure 1. Hongsibu ground resistivity station's tectonic map (1:20000)
 图 1. 红寺堡地电阻率台站地质构造图(1:200000)

Table 1. The test results of Hongsibu ground resistivity's insulation resistance and electrode grounding resistance
 表 1. 红寺堡地电阻率供电线和测量线对地绝缘电阻、电极接地电阻测试结果

布设方位	供电线、测量线绝缘电阻				电极接地电阻			
	A (MΩ)	B (MΩ)	M (MΩ)	N (MΩ)	A (Ω)	B (Ω)	M (Ω)	N (Ω)
NS	500	500	500	90	12.7	28.9	26.5	18.1
EW	1	50	3	500	16.4	16.3	28.3	15.4

结果表明测量仪器校检、稳流电源性能检测合格；NS 向供电线、测量线绝缘检测合格，EW 向部分供电线、测量线绝缘检测结果不理想，存在漏电情况，经对观测系统的了解和向相关专家咨询，EW 向的外线路漏电与 NS 向的观测并无直接关系。各电极接地电阻稳定，符合观测要求。课题组成员对观测仪器、避雷系统及观测室内的线路进行了检查，未发现问题。随后对外线路进行了详细的巡查，结果显示外线路情况良好、电极连接正常。因此，认为 NS 向的趋势下降与观测系统无关。

3.2. 观测环境巡查

红寺堡地电台测区周围地形较为开阔，北边和西北方向有一片新农村建设的居民，其它方位均为农田，自建设以来周边农田主要种植作物为玉米。有一条乡村公路横穿测区，路面水泥硬化。测区西南方有一条排水沟，沟深约 14 m，宽约 20~30 m，常年干旱。测区为引黄灌溉区，无抽水井。经走访调查，未发现存在明显干扰源。

3.3. 降雨影响分析

降雨是引起地电阻率观测数据变化的主要影响之一，对地电阻率的影响也比较复杂。本文获取了距离测点较近的中宁县城的降雨量月均值数据，对比了红寺堡地电阻率从图中可以看出(图 2)，红寺堡地电阻率整体上表现出较为显著“夏高冬低”的年变形态，与我国大多数台站地电阻率“夏低冬高”的年变形态相反。每年的地电阻率高值时段与该地区的雨季基本吻合，这说明降雨会对地电阻率造成升高影响[9]。近五年该地区的年降雨量基本持平，与 NS 向电阻率持续下降的趋势变化并不相关。

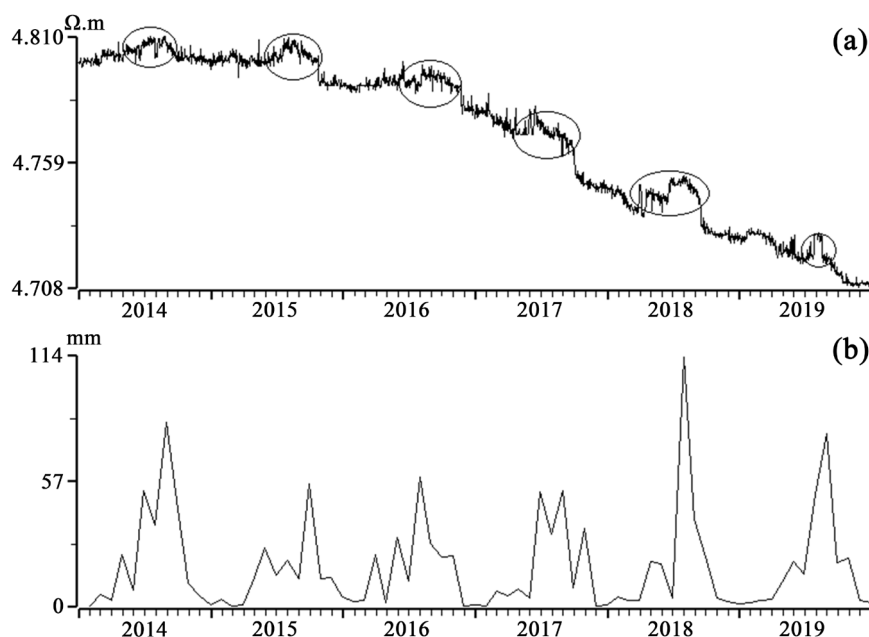


Figure 2. The contrast curve of Hongsibu ground resistivity (a) and precipitation data (b) (20140101-20191231)
图 2. 红寺堡地电阻率(a)与降水量数据对比曲线(b) (20140101-20191231)

3.4. 灌溉影响分析

红寺堡地电阻率测区为扬黄灌溉农田。测区农田灌溉时间集中在 6~9 月份。农田灌溉可以导致地表湿度增加及浅层地下水位的上升，进而引起地电阻率变化。在夏季农田灌溉期，测值整体偏高，说明农田灌溉对地电阻率的测值变化也有一定范围内的影响。对比近五年来区域的灌溉量发现(图 3)，红寺堡地电阻率测值在每年的灌溉期(6~9 月份)均有显著变化，说明电阻率与灌溉同步相关，即灌溉期地电阻率测值相对较高。除 2019 年灌溉量略高外，其余几年基本持平，因此红寺堡地电阻率自 2016 年 11 月以来的趋势性下降与灌溉无直接的关系。根据研究[10]，短期局部范围的抽水活动对地电阻率观测没有明显影响，而持续性的大量抽水灌溉活动会对地电阻率的观测结果产生显著影响。测区灌溉用水来自黄河，不是区域地下抽水。因此抽水灌溉活动虽然与地电阻率的变化具有同步相关性，但不会引起地电阻率产生明显的趋势变化。

3.5. 震例分析

由于多年测值离差较大，因此采用小波变换的方法获取了多年测值的低频信息，去除台阶变化发现(图 4)，自观测以来，该测向测值每年“夏高冬低”年变动态显著，2017 年在加速下降的过程中年变动态消失，2018 年和 2019 年以来年变动态再次恢复。异常持续期间测点周边发生两次地震显著事件，分别

是发生九寨沟 7.0 级地震(震中距 500 km)和阿拉善左旗 5.0 级地震(震中距 240 km),地震后测值恢复年变动态但仍然存在趋势下降,需进一步跟踪。

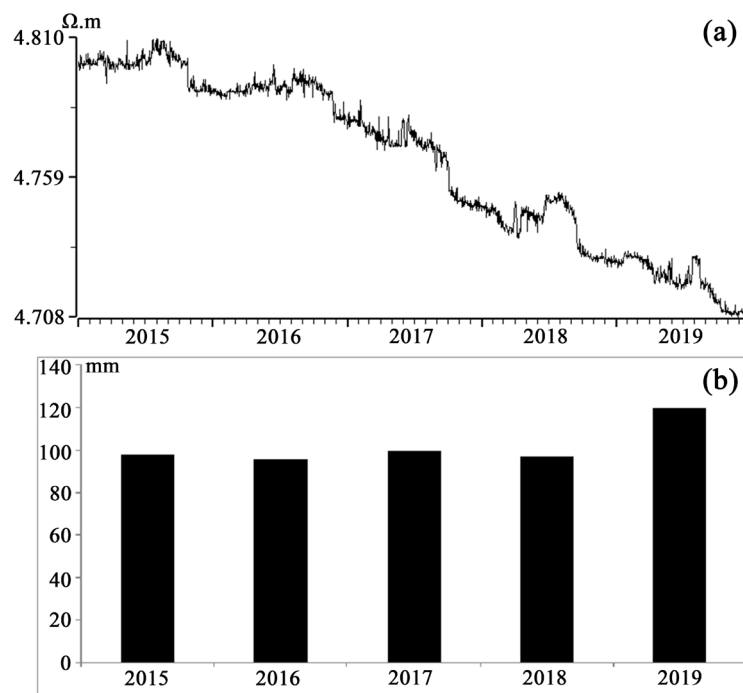


Figure 3. The contrast analysis between Hongsibu ground resistivity (a) and irrigation quantity (b)
图 3. 红寺堡地电阻率(a)与灌溉量(b)对比分析

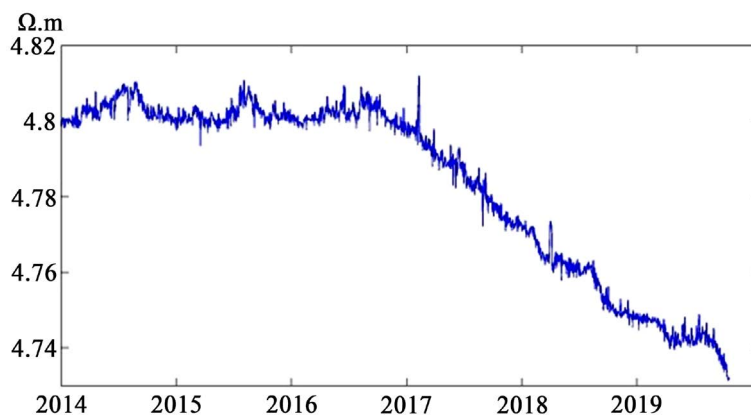


Figure 4. The wavelet transform results of Hongsibu ground resistivity
图 4. 红寺堡地电阻率小波变换结果

4. 结论

基于红寺堡地电阻率的趋势下降异常,对红寺堡地电阻率观测系统检查、环境巡查的基础上,结合降雨、灌溉等资料的定性定量分析,认为 NS 向地电阻率趋势性下降变化未受上述因素直接影响。据研究表明,地下水位的趋势变化、区域应力场的变化和构造的微动态活动都有可能引起地电阻率的趋势变化[11]。此次异常持续期间,虽然发生了两次显著地震,但测值至今未恢复,因此仍存在前兆异常的可能性。

5. 讨论

红寺堡地电阻率 NS 测向自 2013 年观测以来, 测值较低, 均值仅为 $4.7 \Omega \cdot \text{m}$ 左右, 小于观测规范要求的 $10 \Omega \cdot \text{m}$, 因此, 异常信度较低, 暂时作为 C 类异常继续跟踪。后续可结合区域电测深曲线、水文地质和钻孔柱状图等资料, 开展区域电性结构研究, 对此次趋势下降的原因进行深入探讨。

致 谢

感谢宁夏回族自治区地震局卫定军高工、李新艳工程师对本文章的指导。

基金项目

宁夏地震科研专项基金课题: “红寺堡地电阻率 NS 向测值趋势下降原因分析”(NX201910); 宁夏地震局科技创新团队“地下流体监测与应用研究创新团队”(CX2019-2)。

参考文献

- [1] 毛先进, 李志祥, 杨玲英. 台址下表层介质电阻率变化对视电阻率观测值影响特征的初步研究[J]. 地震研究, 2003(4): 38-42.
- [2] 钱复业, 赵玉林. 地震前地电阻率变化十例[J]. 地震学报, 1980(2): 78-89.
- [3] 张学民, 李美, 关华平. 汶川 8.0 级地震前的地电阻率异常分析[J]. 地震, 2009(1): 112-119.
- [4] 肖武军, 关华平. 汶川 8.0 级地震以及其它大震前的地电阻率异常特征[J]. 西北地震学报, 2009, 31(4): 349-354+384.
- [5] 钱家栋. 与大震孕育过程有关的地电阻率变化研究[J]. 中国地震, 1993(4): 55-64.
- [6] 赵和云, 张文孝, 杨明芝. 地电阻率观测中一类反常年变化的分析讨论[J]. 西北地震学报, 1985(1): 4-11.
- [7] 钱家栋, 赵和云. 地电阻率的数值模拟和多极距观测系统[J]. 地震学报, 1988(1): 77-89+114.
- [8] 宁夏地震局. 宁夏回族自治区地震监测志[M]. 北京: 地震出版社, 2005.
- [9] 张学民, 郑慰坤. 降雨对地电阻率干扰的分析[J]. 华北地震科学, 1996(4): 71-75.
- [10] 马世虎, 王秋宁, 王西平, 赵洁. 抽水灌溉对宝鸡地电阻率观测的影响[J]. 西北地震学报, 2011, 33(3): 295-298.
- [11] 中国地震局监测预报司. 地震电磁学理论基础与观测技术[M]. 北京: 地震出版社, 2014.