

雷晴, 颜龙, 史勇军. 基于数据跟踪分析的新疆区域电磁仪器环境干扰特征分析[J]. 地震工程学报, 2020, 42(6): 1507-1516. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2020.06.1507
LEI Qing, YAN Long, SHI Yongjun. Environmental Interference Characteristics of Electromagnetic Instruments in Xinjiang Area Based on Data Tracking Analysis[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2020, 42(6): 1507-1516. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2020.06.1507

基于数据跟踪分析的新疆区域电磁仪器 环境干扰特征分析

雷 晴, 颜 龙, 史勇军

(新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 本文基于 2008—2018 年数据跟踪分析产品, 通过分类归纳总结, 分析新疆区域电磁仪器的 8 类环境干扰因素。通过对干扰成因的分析, 列举具体典型事件, 分析各类环境干扰事件的数据曲线形态及变化特征, 为新疆区域有相同手段的台站在数据跟踪分析中提供有效事例和参考。同时, 根据新疆区域 8 类环境干扰因素的成因和数据曲线变化特征, 为进一步提取地震前兆异常信息, 分析和应用电磁观测资料进行地震预报提供可靠依据和参考价值。

关键词: 数据跟踪分析; 前兆观测; 环境干扰; 电磁仪器; 典型事件

中图分类号: P315

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2020)06-1507-10

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2020.06.1507

Environmental Interference Characteristics of Electromagnetic Instruments in Xinjiang Area Based on Data Tracking Analysis

LEI Qing, YAN Long, SHI Yongjun

(Earthquake Agency of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: This study analyzes and summarizes eight types of environmental factors disturbing electromagnetic instruments in the Xinjiang region based on measurements obtained from data tracking and analysis products from 2008 to 2018. After analyzing the interference causes, specific typical events are determined, and the data curve shape and variation characteristics of various environmental interference events are investigated. This study provides effective examples and references for data tracking analysis at stations using the same observational means in the Xinjiang region. Furthermore, the causes of the eight environmental disturbance factors and the characteristics of data curve changes in the Xinjiang area can be used as a reliable base and as a reference for the further extraction of earthquake precursor anomaly information and earthquake predictions.

Keywords: data tracking analysis; precursory observation; environmental interference; electromagnetic instrument; typical events

收稿日期: 2019-06-20

基金项目: 新疆地震局科学基金项目: “基于 Matlab 软件的数学算法对新疆区域地磁观测资料干扰分析及去噪处理”(201814); 国家自然科学基金项目: “超大型储气库注采对区域应力与地震活动影响的实测研究”(41574081)

第一作者简介: 雷 晴(1986—), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要从事地震前兆监测工作。E-mail: leiqingxjdjz@126.com。

0 引言

新疆地震监测区域分布着电磁、形变和地下流体等多项监测项目,前兆台网观测台站主要沿南北天山地震带布设,目前向国家中心报送数据的在运行台站 58 个,153 套观测仪器。2010 年,中国地震前兆台网观测数据跟踪分析工作起步探索^[1],目前已正式步入常态化和规范化的工作阶段。地震前兆台网观测数据跟踪分析工作以质量监控与产出应用为研究重点,研制相应软件,产出了大量的跟踪分析产品,为预测预报与科学研究提供了坚实的技术支撑^[2-3]。2011 年,新疆区域地震前兆台网根据中国地震局《地震前兆台网观测数据跟踪分析工作约定(试行)》的要求成为第一批试点单位,逐渐展开数据跟踪分析工作。数据跟踪分析工作以事件为单位,分析记录了各类事件,并将其入库保存。2015 年,新疆区域地震前兆台网完成了省局历史数据跟踪分析(2008—2015)的事件提取工作,形成了第一个新疆区域数据跟踪分析观测资料数据库,为地震监测提供了可靠依据和参考价值。截止到 2018 年,新疆区域数据跟踪分析已积累了大量的数据资料,形成了较为完善的数据库,为发掘地震前兆异常提供了平台,更好地服务于地震预报。

在电磁数据的日常观测中,易受到不同程度的外界环境干扰。新疆区域电磁仪器对地磁进行长年监测,观测数据具有多年连续性和稳定性特点,积累了大量的电磁观测资料,电磁数据资料较齐全。但是,随着铁路、公路、轨道交通、电网等国家基础设施的建设和高速发展^[4],使得新疆区域的电磁观测资料亦夹杂着环境干扰等各类干扰事件。

本文基于新疆区域数据跟踪分析数据产品,统计分析新疆区域电磁仪器观测资料中出现的各类环境干扰情况。针对新疆区域电磁仪器观测资料中出现的各类干扰进行辨识,并有效利用这些先验知识,根据实际干扰因素和数据曲线变化特征,为地震预报提供可靠依据和参考,发挥电磁观测数据在防震减灾及科学研究方面的作用。

1 新疆区域电磁台站及电磁观测资料概况

新疆区域共有 8 个台站 16 套仪器对电磁观测资料进行数据跟踪分析工作,8 个台站分别为乌鲁木齐台、红浅观测点、温泉老台、乌什台、柯坪台、喀什栏杆乡、和田台和且末台。其中,乌鲁木齐台、喀什台和且末台为地磁观测资料的基准台站。这些台

站的 16 套电磁仪器所记录的观测资料组成了整个新疆区域的电磁观测资料库。电磁观测台站分布于新疆区域中部、西部和南部,分别采用自动化地磁台站系统 FHDZ-M15、磁通门磁力仪 GM-4、磁通门磁力仪 FGM-01、质子矢量磁力仪 FHD-2、OVERHAUSER 磁力仪以及人工观测磁通门经纬仪 MINGEO 和 CTM-DI、质子旋进式磁力仪 GSM-19T 和 G856AX、地电场仪 ZD9A-II 和电阻率仪 ZD8MI 对电磁数据进行长期监测。新疆区域电磁观测台站的分布见图 1 所示。

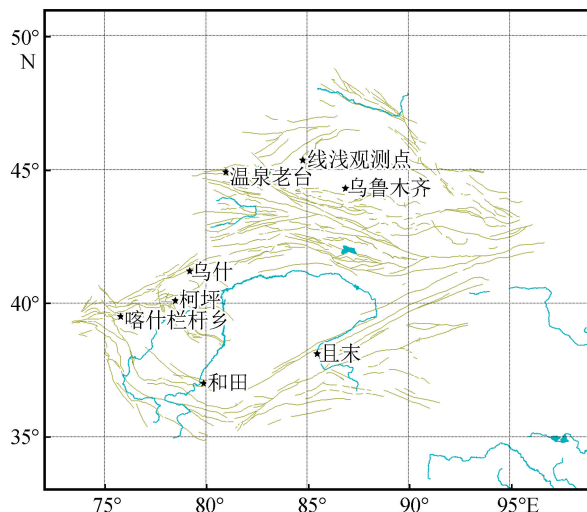


图 1 新疆区域电磁观测台站分布点

Fig.1 Distribution of electromagnetic observation stations in Xinjiang area

自 2011 年数据跟踪分析工作推进以来,新疆区域的地磁台站按照要求进行数据跟踪分析工作,建立了自 2008—2018 年的数据跟踪分析产品信息数据库。在数据跟踪分析的产品信息数据内,涵盖了新疆区域 10 年的电磁观测资料变化情况。在数据跟踪分析的电磁数据库内,详实地记载了电磁观测资料变化事件的起始时间、变化幅度和变化形态,记录和分析了造成数据变化的成因、过程及结果,同时阐述了采取的措施与达到的效果。通过分类、归纳、总结各类事件,新疆区域已积累了大量的电磁观测资料典型事件及变化特征,形成了较为完善的电磁数据资料库。

本文立足于新疆区域数据跟踪分析产品内 10 年的电磁观测资料,以环境干扰事件为例,分析各类环境干扰事件的曲线动态变化,总结归纳了 8 类环境干扰事件事例,为地震预报提供可靠依据和参考。同时,以避免和减少后续错误类型的归类,更加精准的建立新疆区域电磁产品数据库奠定基础,间接提

高新疆区域电磁观测资料质量。

2 电磁观测资料环境干扰类型

2008—2018 年数据跟踪分析产品电磁类数据库中,新疆区域的 8 个电磁台站 16 套仪器共记录到电磁观测数据形态非正常变化的环境干扰事件 486 条。其中,受自然环境影响的事件记录 247 条,场地环境影响的事件记录 239 条。电磁观测数据的环境

干扰事件为风扰、降雨降雪、雷电、融雪、车辆干扰、抽水、基建工程施工、灌溉、设备漏电、高压直流输电这 10 类事件记录。其中,基建工程施工和车辆干扰类、灌溉和抽水类均属于同种成因造成的干扰,本文将其归为同类干扰事件进行分析。因此,本文分别对新疆区域电磁仪器的 8 类环境干扰事件进行分别分析。2008—2018 年新疆区域电磁仪器受到环境干扰事件类型、测项和比例情况如表 1 所列。

表 1 2008—2018 年新疆区域电磁仪器环境干扰事件信息

Table 1 Environmental interference event information of electromagnetic instrument

干扰类型	测项	干扰比例	干扰类型	测项	干扰比例
降雨降雪	地电场、地电阻率	26.57%	基建工程施工和车辆干扰	相对地磁、地电场	23.86%
雷电	地电场、地电阻率	17.08%	灌溉和抽水	地电场	16.05%
设备漏电	地电场	7.82%	融雪	地电场	4.94%
风扰	地电场	2.47%	高压直流	相对地磁、地电场	1.03%

根据 2008—2018 年期间新疆区域电磁仪器受到的环境干扰事件类型和比例情况来看,降雨降雪干扰、基建施工干扰和车辆干扰、雷电和灌溉抽水对电磁仪器影响比例较大。结合新疆区域地理、环境、气候等因素的影响,每年地电场仪都会受到春季融雪以及大风干扰对数据曲线造成的影响。2018 年 11 月由于昌宣线高压直流输电线路的影响,乌鲁木齐台地电场仪和地磁仪器数据曲线受到无法避免的场地环境干扰,电磁数据受到高压直流输电的影响。新疆区域电磁仪器受到的以上因素的影响较为显著,以下针对电磁仪器这 8 类环境干扰事件的成因和数据变化形态进行分析,并列举典型事例,对干扰进行快速归类和辨识。

2.1 降雨降雪干扰

降雨降雪对地电场和地电阻率的干扰在新疆区域电磁仪器干扰中所占的比例较大。由于降雨和降雪积雪等事件发生后,使得测区内的环境发生明显变化,引起周边土壤介质或者地下水流速等发生改变^[5],使得埋设在地下的电极极化电位发生了改变,从而影响到地电场观测数据。

典型事例 1:2017 年 7 月 3 日 20:56 至 7 月 10 日 23:44 和田台地电场仪因受到了测区内连续降雨的影响,6 测道数据曲线出现同步阶跃变化。结合当地气象情况表明 7 月 3 日和田地区连续降雨,5 日降雨结束,降雨量达到了 0.5 mm。降雨影响了和田台地电场仪的观测资料,数据曲线出现畸变,待大幅降雨结束后数据曲线仍会有连续的波动变化,见图 2 所示。

典型事例 2:2018 年 6 月 16 日 22:00 至 17 日

17:00 柯坪台地电阻率仪因降雨天气干扰,造成北南向和东西向数据出现快速上升变化。北南向由 16 日的 $43.59\ \Omega\cdot\text{m}$ 快速上升至 17 日的 $44.26\ \Omega\cdot\text{m}$,上升幅度达 $0.67\ \Omega\cdot\text{m}$;东西向由 16 日的 $39.60\ \Omega\cdot\text{m}$ 快速上升至 17 日的 $40.01\ \Omega\cdot\text{m}$,上升幅度达 $0.41\ \Omega\cdot\text{m}$;均方差北南向、均方差东西向、自然电位差东西向背景噪声达标,未受影响,变化趋势正常。因降雨使得柯坪台测区的环境受到变化,降雨后的数据曲线仍具有一定的波动性,见图 3 所示。

因降雨降雪的影响,使得地电场仪和地电仪的各测项产生同步变化趋势。在数据曲线形态上表现为时间同步的向上或向下大幅阶跃变化,待雨雪天气过后各分量数据曲线仍会出现不同程度的连续小幅波动,之后数据最终恢复到降雨前的变化范围。

2.2 基建工程施工和车辆干扰

基建施工车辆干扰主要是电磁观测环境周边的车辆、大型机械工程中的铁磁性物体造成的干扰。这类铁磁性物质在距离电磁仪器较近处运动会产生脉冲干扰,使得电磁数据中常伴有随机噪声和不同形态的脉冲干扰,尤其对场地环境要求较高的地磁仪器会产生较为明显的影响。典型事例:2014 年 11 月 1 日 08:00 至 11 月 2 日 20:55 乌鲁木齐台自动化地磁台站系统 FHDZ-M15 因受场区内环境基础设施升级改造,大型机械在测区内施工造林,距离地磁观测室约 50 m,M15 各分量数据曲线出现了不同程度的阶跃变化,Z、H、D、F 中最大变幅达到 $43.1\ \text{nT}$,干扰时段内曲线有较为明显的连续畸变、阶变的现象,见图 4 所示。

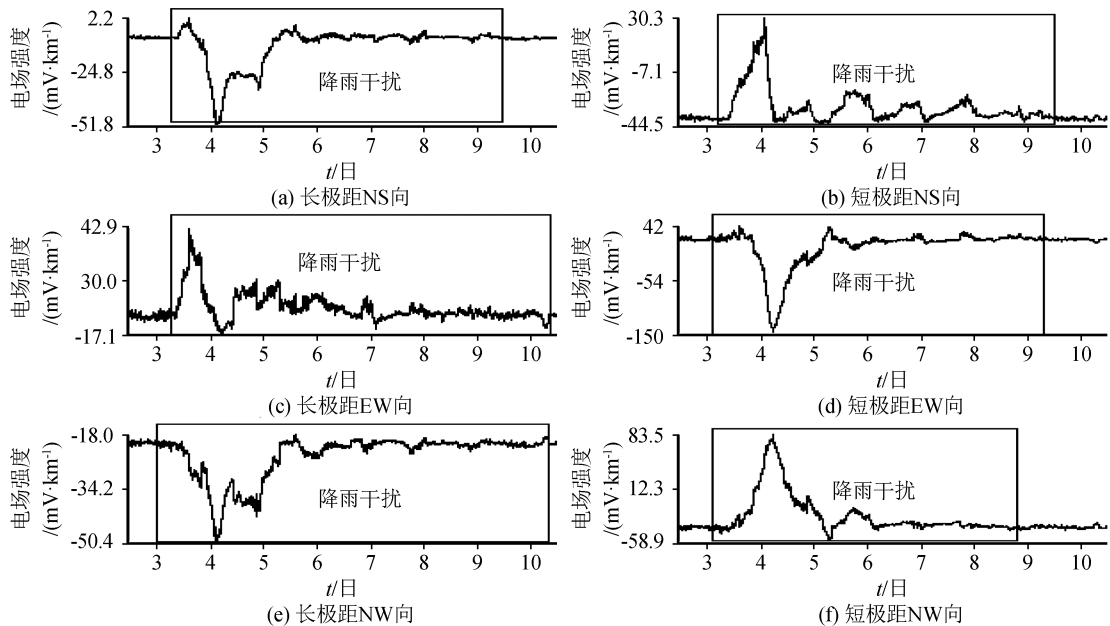


图 2 和田台地电场受降雨干扰的数据曲线图(2017-07-03—2017-07-10)

Fig.2 Geoelectric observation curves disturbed by rainfall in Hetian station (2017-07-03—2017-07-10)

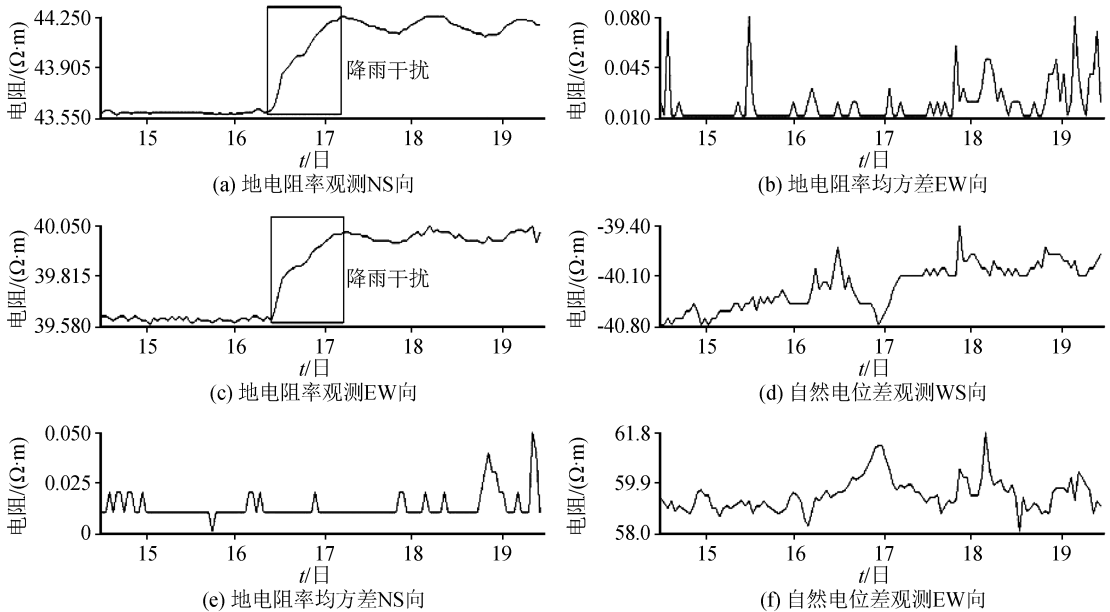


图 3 柯坪台地电阻率受降雨干扰的数据曲线图(2018-06-16—2018-06-17)

Fig.3 Data curves of earth resistivity interfered by rainfall in Kepin station (2018-06-16—2018-06-17)

基建施工车辆类的干扰较为容易辨识,当施工进行或车辆经过测区时数据曲线会发生较为明显的畸变现象。在测区内,由于铁磁性物体的本身电磁属性会在电磁仪器数据上叠加干扰,观测数据曲线的形态表现为较为粗糙的曲线,且毛刺突跳尖峰畸变均集中在车辆施工阶段。虽然数据曲线变化形态与正常曲线变化一致,但数据观测值已失真,待施工结束或车辆驶离,数据形态即可恢复正常曲线形态。

2.3 雷电干扰

雷电对于地电场和地电阻率的干扰,是由于雷击放电时产生的瞬间电流会破坏相对稳定的自然电动态体系,从而使得测区的电场分布环境遭到干扰。雷电发生时,大气中带有大量电荷的离子与自由电子和地面土壤导电率界面会发生激烈放电,这种测区内的电场改变从而引起了大地电场观测数据的畸变现象。典型事例:2017 年 8 月 26 日 23:21 至 27

日 01:15 乌什台地电场仪受雷阵雨影响,各测道数据曲线出现大幅掉格畸变。同台辅助测项的气压值记录到了本次雷电的气压变化情况:26 日同一时期的气压值由 20:37 的 854.7 hPa 持续上升到 23:28 的 857.8 hPa 之后转为急速下降变化到 23:35 的

857.2 hPa,之后呈波动变化。同台辅助测项降水量记录到 26 日降雨量达到 18.5 mm、27 日降雨量达到 0.2 mm。雷电天气过后,地电场数据曲线恢复正常,见图 5 所示。

雷电干扰对地电场和地电阻率数据曲线造成影响

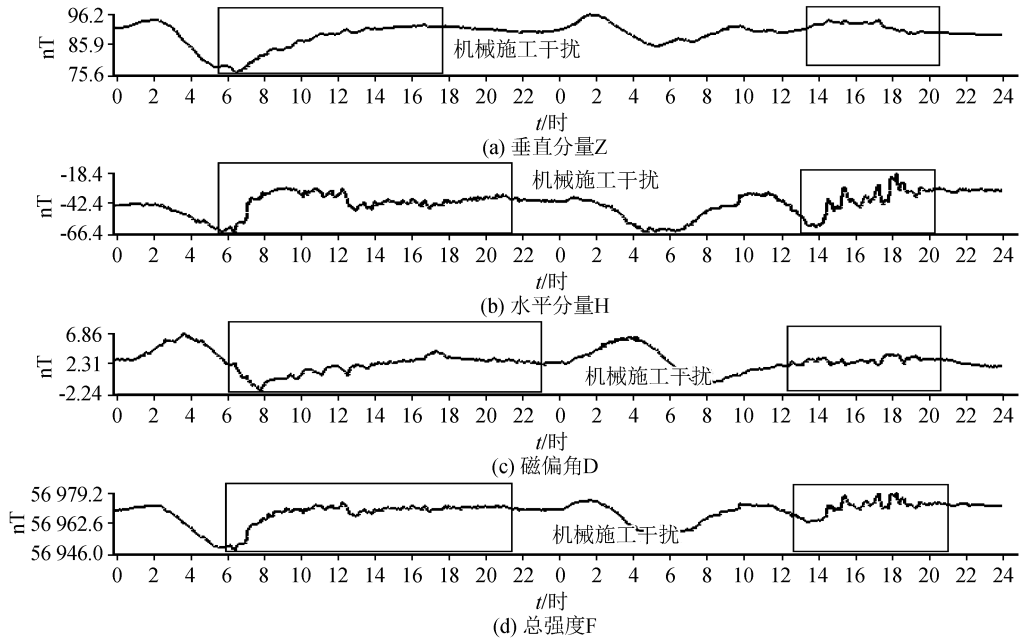


图 4 乌鲁木齐台 FHDZ-M15 受工程施工干扰的数据曲线图(2014-11-01—2014-11-02)
Fig.4 Data curves disturbed by engineering construction in Urumqi station (2014-11-01—2014-11-02)

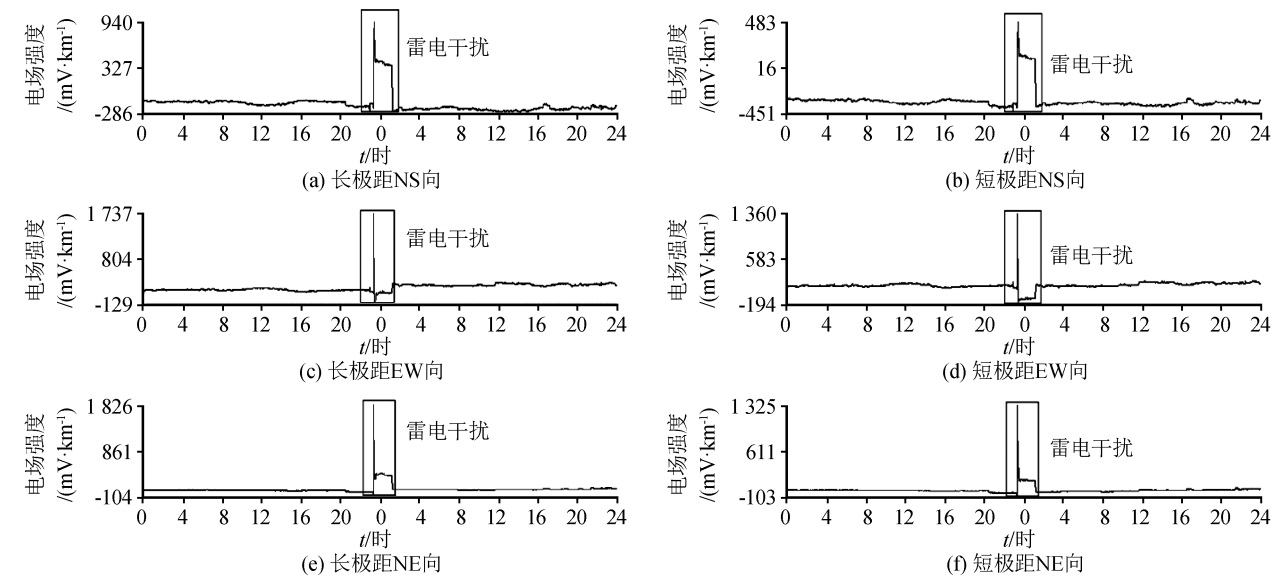


图 5 乌什台地电场受雷电干扰的数据曲线图(2017-08-26—2017-08-27)
Fig.5 Geoelectric observation curves disturbed by lighting in Wushi station (2017-08-26—2017-08-27)

响较为明显的特征是瞬间出现大幅突跳或尖峰现象。这是由于雷电天气放电时会使测区内的电压瞬间很高,随着雷电产生的放电场电压的强弱,地电场数据曲线响应幅度会随之改变。雷电天气过后,这

种大气电场和大地电场间的势能达到相对稳定,数据恢复正常观测。

2.4 灌溉、抽水干扰

场区周边的灌溉和抽水干扰事件,是由于测区

内的水电流分布环境发生了改变^[6],从而对地电场数据曲线造成了影响。因地电场或地电阻率仪的电极周边土壤介质或地下水流速过程发生改变,从而引起观测电极的极化电位发生变化,造成地电场观测数据的畸变。典型事例:2018 年 7 月 7 日 18:22~18:29 温泉老台东西长极短极、北东长极短极受灌溉

干扰,曲线出现阶变,最大台阶量为 $12.930\text{ mV}\cdot\text{km}^{-1}$ 。现场查看并调查发现离东西长极距约 25 m 出的水渠有灌溉,与正常曲线对比,浇灌时受影响测道出现较明显的阶变,每日到老台查看仪器外线路、电极坑、接地、避雷装置均正常,因此判定数据曲线出现的台阶由灌溉影响造成,见图 6 所示。

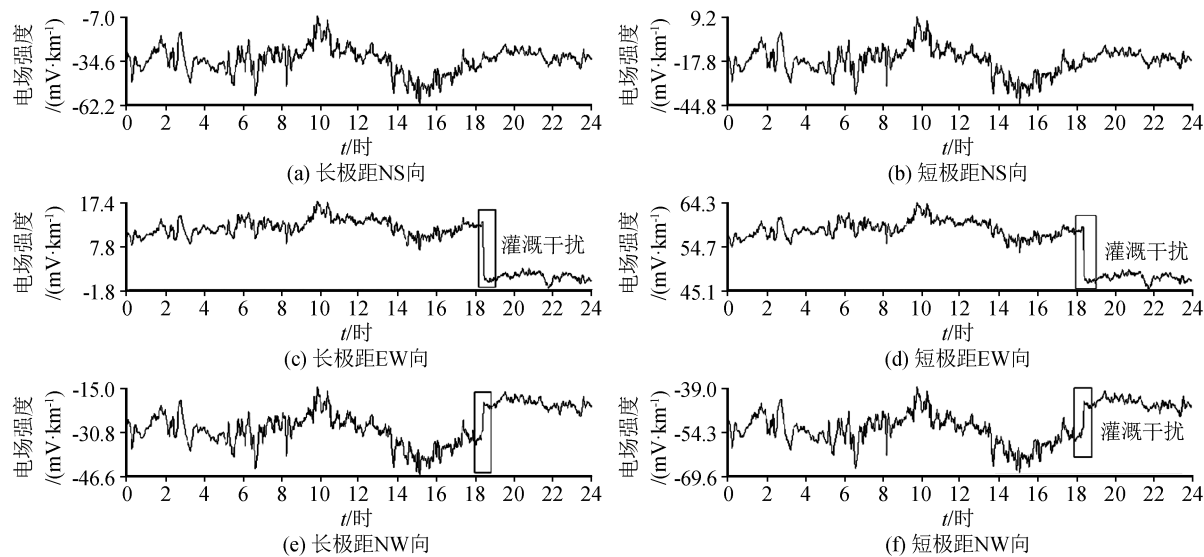


图 6 温泉老台地电场受灌溉干扰的数据曲线图(2018-07-07)

Fig.6 Geoelectric observation curves disturbed by irrigation in Wenquan station (2018-07-07)

灌溉抽水类的干扰数据形态表现为大幅的上升或下降的台阶变化,明显偏离正常观测值,持续较短时间后逐渐恢复至正常变化。这类干扰和雷电类干扰不同,各测道不一定出现同步的变化,而是需要根据灌溉和抽水的位置来判定各测项分量数据形态变化的原因。

2.5 设备漏电

设备漏电干扰是测区内或周边居民、工业用电设备漏电从而引起的干扰。由于测区内大功率用电设备的漏电,对地面产生了入地电流,从而影响到埋设在土壤里的地电观测仪器电极间的电场^[7-8]。典型事例:2015 年 6 月 3 日 12:19—21:05 温泉老台地电场仪东西长、短极距出现突跳数据,最大突跳幅度达到 $20.93\text{ mV}\cdot\text{km}^{-1}$ 。现场查看距离东西短极距约 50 m 处有一条电源线垂直穿过,电源线是水泵从水渠抽水到老台测区院内供水生活使用的线路,经核查时间段与数据突跳时间段相符,判定东西向两测道数据曲线受扰突跳是此原因所致。将电源线转移后,数据曲线恢复正常,见图 7 所示。

设备漏电的干扰在数据形态主要以阶跃突跳变化为主,变化的幅度与外部设备的功率、距离和漏电电位有关。地电场各测道数据曲线变化与干扰源的

位置有关,在外部电流的干扰下,地电场仪数据曲线出现阶跃突跳的形态,漏电设备停止工作后,数据恢复到正常变化。

2.6 融雪干扰

融雪干扰是新疆区域地电仪器会出现的干扰事件。由于每年春季时观测区内因温度上升较快,大量冬季积雪融化,使得测区内的水电流分布环境发生了改变。因电极坑周边积雪融化,地表形成水流,从而影响了地电观测仪器电极间的电场,使得地电数据受到扰动。典型事件:2016 年 3 月 20 日 13:25 至 21 日 11:40 温泉老台地电场仪受春季融雪干扰,各测道曲线有畸变或阶变现象。据气象资料表明 2016 年 3 月 20 日 09:00 至 12:30 有降雪,降雪量为 1.0 mm 。现场查看接地、避雷装置、内外线路及其绝缘性、接头、闸刀开关均正常,因春季观测区内因温度上升较快,造成测区融雪,各电极坑有水流流过,各测道数据受扰,见图 8 所示。

融雪干扰造成地电场数据曲线主要以趋势阶变、多个阶变或畸变突跳的变化形态为主。由于白天温度上升开始融雪、晚上降温开始结冰,与正常曲线对比各测道数据曲线有明显的畸变或多个阶变现象。融雪干扰对地电场观测数据造成影响的持续时

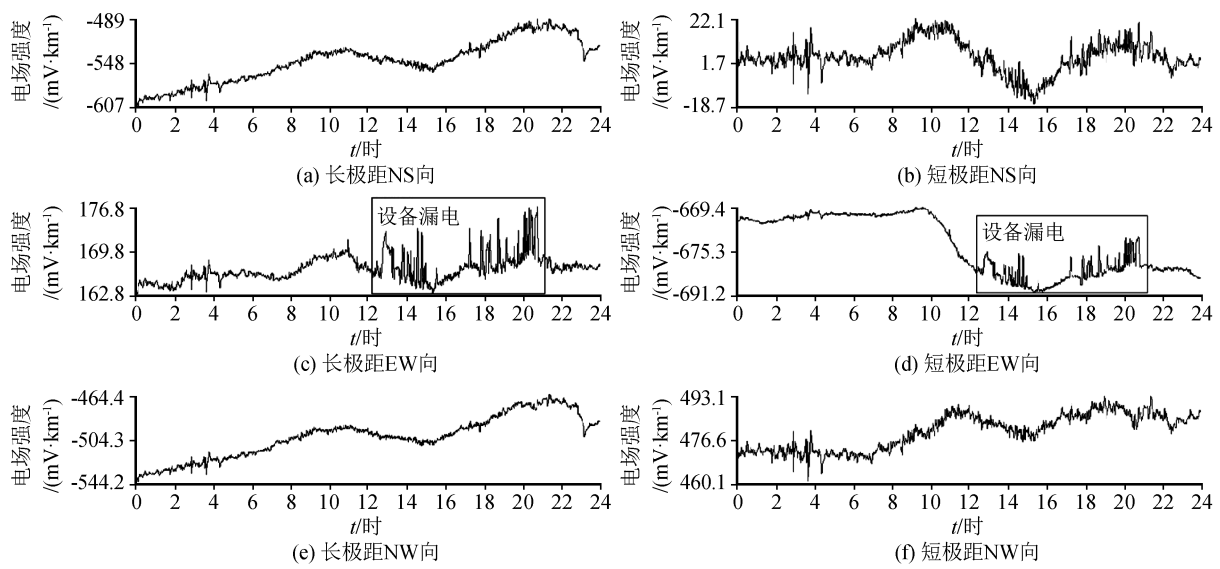


图 7 温泉老台地电场受设备漏电干扰的数据曲线图(2015-06-03)

Fig.7 Geoelectric observation curves disturbed by equipment leakage in Wenquan station (2015-06-03)

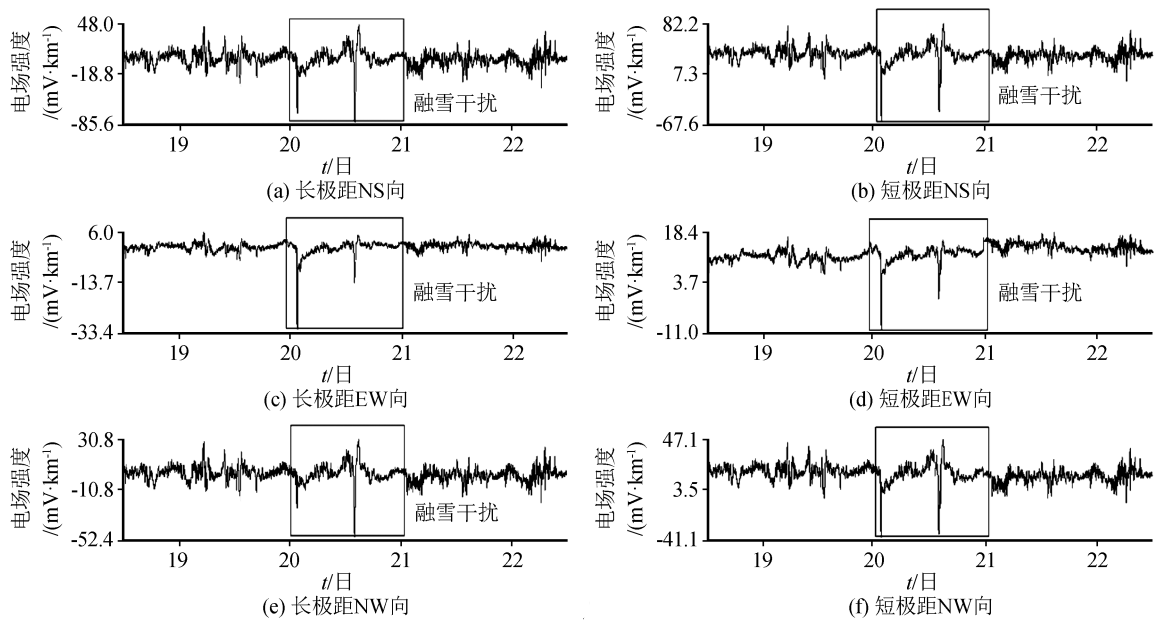


图 8 温泉老台地电场受融雪干扰的数据曲线图(2014-03-05—2014-03-23)

Fig.8 Geoelectric observation curves disturbed by snow melting in Wenquan station (2014-03-05—2014-03-23)

间随天气变化情况而定,待天气回暖稳定后,数据恢复正常观测。

2.7 风扰

大风干扰对新疆区域地电场有较为明显的影响。在强风的作用下,空气对流和地面气压的快速移动影响了测区内地电场的电场,从而影响地电场观测数据。典型事例:2015 年 4 月 27 日 02:10 至 23:02 温泉老台地电场仪各测道受强风干扰数据出现突跳、畸变或台阶,最大畸变量为 $-128.700 \text{ mV} \cdot \text{km}^{-1}$ 。据气象资料表明 2015 年 4 月 27 日

02:10 至 23:02 风力最高达到 8 级,各测道受大风干扰数据曲线见图 9 所示。

根据 10 年新疆区域电磁资料信息来看,大风干扰对地电场数据曲线形态变化趋势无固定的规律。通常,地电场各测道的数据曲线在风扰过程中会有明显的阶变、突跳或锯齿状阶跃现象,与正常数据曲线相比出现明显畸变的现象。但由于辅助测项中无风力测项,需结合当地气象资料进行分析和综合判定。大风过后,数据恢复至大风干扰前的数据变化范围。

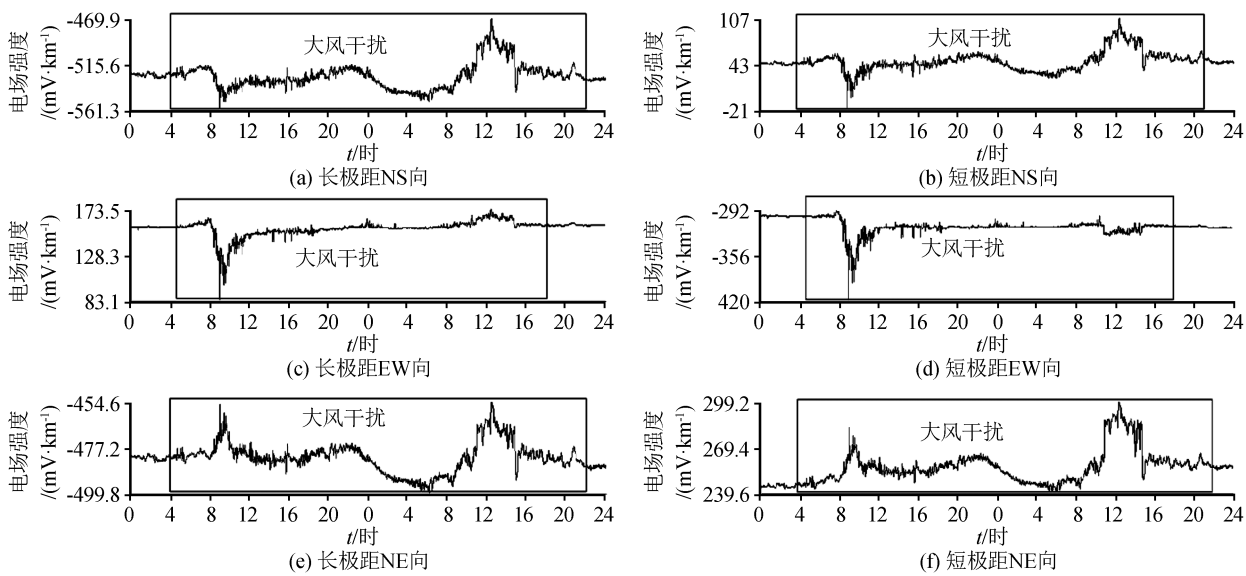


图 9 温泉老台地电场受大风干扰的数据曲线图(2015-04-27)

Fig.9 Geoelectric observation curves disturbed by high wind in Wenquan station (2015-04-27)

2.8 高压直流干扰

高压直流干扰是乌鲁木齐台电磁仪器最新出现的干扰类型。由于 2018 年昌宣线高压直流输电线路的架设,最高电压达到千伏,乌鲁木齐台地电场仪和地磁仪器观测数据受到显著影响。高压直流输电是利用大地作为回路输送电力^[9],电流以通过接地极注入大地的方式形成回路,从而完成送电的过程。在满负荷运行时的过程中,流经大地回路的较高电流会影响到测区内地电观测数据。根据毕奥-萨伐尔定量可知^[10],由于高压直流输电的影响,引起地磁

观测台站磁感应强度的改变量,磁场改变量的方向以右手螺旋法则确定。高压直流输电在输电线及换流站周围产生的干扰磁场会影响正常的电磁观测^[11]。

典型事例 1:2018 年 12 月 19 日 11:06 至 12:44 乌鲁木齐台地电场仪各分量数据出现突跳和台阶,最大幅度约 $3.15 \text{ mV} \cdot \text{km}^{-1}$ 。经与其他地电台站沟通,并查看相关网站信息,此数据变化时段与昌宣线高压直流输电干扰时段相同,因此判断为昌宣线高压直流输电对数据造成影响,此干扰无法避免,见图 10 所示。

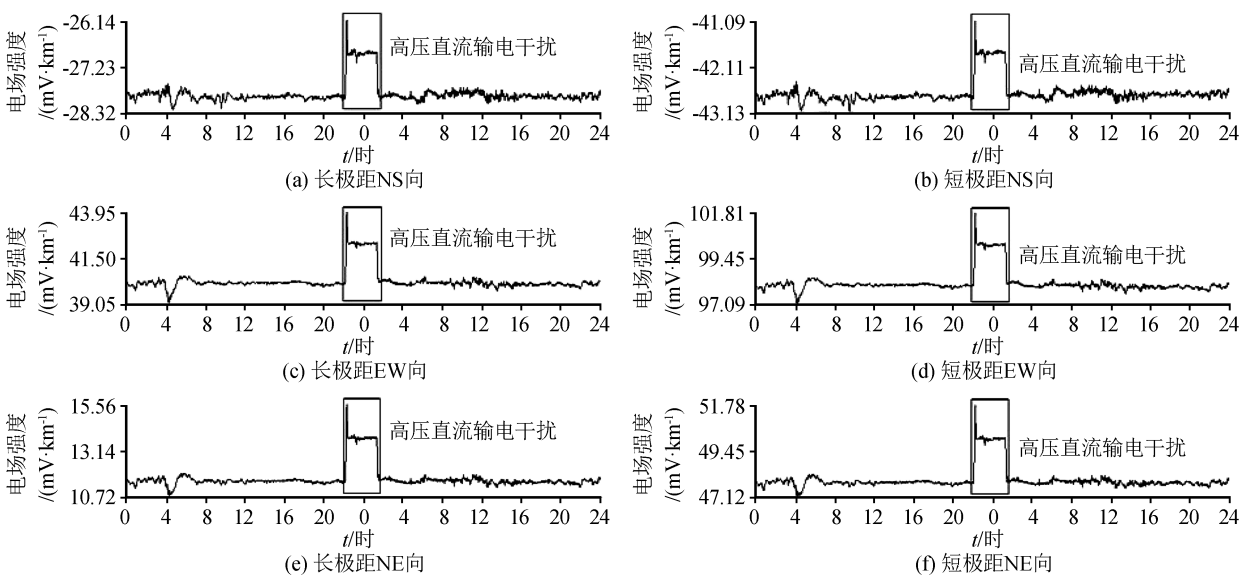


图 10 乌鲁木齐台地电场受高压直流输电干扰数据曲线图(2018-12-19)

Fig.10 Geoelectric observation curves disturbed by high-voltage direct current transmission in Urumqi station (2018-12-19)

典型事例 2:2018 年 12 月 19 日 03:06 至 04:44 乌鲁木齐台 GM4 受高压直流干扰的影响,各分量预处理分值数据出现较为明显的台阶现象。地磁数据为世界时间,与上图地电数据的北京时间相差 8 小时,同一观测场地的地磁数据与地电数据均受到了高压直流输电干扰。数据变化时段与昌宣线高压直流输电干扰时段相同,地磁数据受扰变化见图 11。

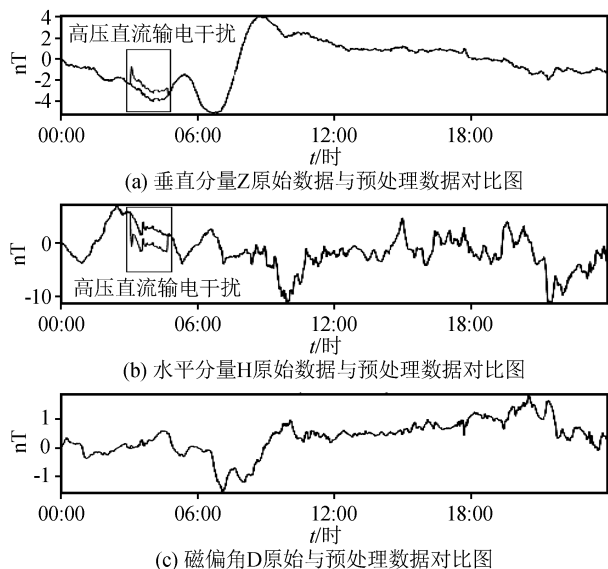


图 11 乌鲁木齐台地磁 GM4 数据受高压直流输电干扰数据曲线图(2018-12-19)

Fig.11 Geomagnetic GM4 data curves disturbed by high-voltage direct current transmission in Urumqi station (2018-12-19)

高压直流输电期间,会产生较大的不平衡电流,影响了正常的地电场和地磁场观测环境,对电磁仪器产生干扰。高压直流输电干扰形态多为方波型台阶。在受扰的相同时段内,地电各测道的数据形态表现为类似的台阶式变化,变化形态明显突出。同样,对地磁观测数据曲线的干扰形态也表现为台阶,在时域上表现为同步的变化,但各要素受扰程度不同,有的分量受扰明显,有的未受影响。根据查阅文献可知,高压直流输电干扰事件对磁场各分量影响与线路布设有关,受扰最为明显的为垂直分量 Z,而水平分量 H 和磁偏角 D 所受干扰较小甚至没有干扰;但若线路布设形成与水平方向大角度时,其他分量也会受到不同程度的影响。综上,在判断高压直流输电干扰时,地电场和地磁场最为明显的特征为同期方波型台阶变化;再可根据相关网站信息,查阅数据变化时段与高压直流输电干扰时段是否相符,进而判定为高压直流输电干扰,至高压输电干扰停

止,数据恢复正常观测。

3 结论与讨论

基于新疆区域电磁仪器 10 年的数据跟踪分析观测资料,对新疆区域电磁仪器 8 类环境干扰事件进行分析。分别阐述各类干扰识别的原理、属性和特征,列举典型事件记录,分析干扰时段前后的数据曲线形态,为将来同类干扰事件记录的发生提供事例参考,也为快速识别和快速判定干扰类型提供技术支持。

通过对新疆区域电磁仪器 8 类环境干扰事件进行分析,对于干扰的规避和注意事项得出以下认识和讨论:(1)电磁仪器环境干扰中类似降雨降雪、雷电、融雪等因天气原因造成的干扰是不可避免的。可通过在电磁观测场内增加气象三要素的辅助观测测项、避开雷电敏感区、完善避雷技术等手段快速识别和规避这类干扰。(2)基建工程施工、车辆干扰、设备漏电等因外界因素造成的干扰类型可在后续升级改造时,通过选择平坦开阔人员稀少的观测场地、远离用电设备、深埋电极等手段减少和规避干扰。

通过数据跟踪分析产品信息库,新疆区域电磁观测资料得到了更好的认识和发展。通过数据跟踪分析的事件记录,可直接反映出新疆区域电磁仪器对前兆观测的监测效能和数据质量情况,为更好地排除干扰和地震异常判定提供了大量的参考依据。

参考文献(References)

- [1] 李正媛,熊道慧,刘高川,等.基于大数据挖掘的地震前兆台网观测数据跟踪分析[J].地震地磁观测与研究,2016,37(3):1-6.
LI Zhengyuan, XIONG Daohui, LIU Gaochuan, et al. The Application of Large Data Mining Techniques in Earthquake Precursory Network Observation Data Tracking Analysis[J]. Seismological and Geomagnetic Observation and Research, 2016, 37(3): 1-6.
- [2] 王建国,刘高川,李正媛,等.地震前兆台网数据跟踪分析质量监控与产出应用研究[J].中国科技成果,2015,20(3):29-32.
WANG Jianguo, LIU Gaochuan, LI Zhengyuan, et al. Research on Quality Monitoring and Output Application of Data Tracking Analysis of Earthquake Precursor Network[J]. China Science and Technology Achievements, 2015, 20(3): 29-32.
- [3] 王建国,刘高川,闫丽莉,等.天津地震前兆台网典型事件跟踪分析[J].中国科技成果,2015,15(3):42-46.
WANG Jianguo, LIU Gaochuan, YAN lili, et al. Tracking Analysis of Typical Events of Tianjin Earthquake Precursor Network[J]. China Science and Technology Achievements, 2015,

15(3):42-46.

[4] 谢凡.地磁观测中干扰抑制方法的发展及展望[J].地球物理学进展,2012,27(3):967-976.

XIE Fan.Method and Application on Reducing Man-made Electromagnetic Noise in Geomagnetic Field Observation[J].Progress in Geophysics,2012,27(3):967-976.

[5] 李希亮,王峰,徐溶.山东地电场观测干扰特征分析[J].地震工程学报,2015,37(增刊2):164-169.

LI Xiliang,WANG Feng,XU Rong.Analysis of Interference in Geoelectric Observations in Shandong Province[J].China Earthquake Engineering Journal,2015,37(Supp2):164-169.

[6] 王倩,韩小宾.河北昌黎地电场数据与固体潮的初步研究[J].地震工程学报,2017,39(增刊1):117-120.

WANG Qian,HAN Xiaobin.Preliminary Study of Geoelectric Field Data and Earth Tide at Changli Station[J].China Earthquake Engineering Journal,2017,39(Supp1.):117-120.

[7] 席继楼,赵家骝,关歆莹,等.地电场观测中的工频干扰抑制方法研究[J].地震,2015,35(4):53-63.

XI Jilou,ZHAO Jialiu,GUAN Xinying.Methods for Restraining Power Frequency Interferences in Geo-electric Field Observation[J].Earthquake,2015,35(4):53-63.

[8] 胡小静,毕青,付虹.大地电磁观测中干扰变化的特征分析[J].地震,2017,37(2):157-166.

HU Xiaojing,BI Qing,FU Hong.Characteristics of Interference on Observation Data of Geoelectric Field in Yunan Area[J].Earthquake,2017,37(2):157-166.

[9] 方炜,张国强,邵辉成.高压直流输电对地电场观测的影响[J].地震地质,2010,32(3):434-441.

FANG Wei,ZHANG Guoqiang,SHAO Huicheng.Study on the Impact of HVDC to Geoelectric Field Observation[J].Seismology And Geology,2010,32(3):434-441.

[10] 方炜,宴锐,邵辉成,等.高压直流输电对地磁场观测的影响[J].地震地质,2012,34(1):138-144.

FANG Wei,YAN Rui,ZHANG Guoqiang,et al.The Impact of HVDC on Geomagnetic Field Observation[J].Seismology And Geology,2012,34(1):138-144.

[11] 蒋延林,张秀霞,杨冬梅,等.高压直流输电对地磁观测影响的特征分析[J].地震,2014,34(3):132-139.

JIANG Yanlin,ZHANG Xiuxia,YANG Dongmei,et al.Influnce Charactersistics of High Voltage Direct Current Transmission on Geomagnetic Observation[J].Earthquake,2014,34(3):132-139.