

菏泽电磁台地磁场观测环境测试与分析

蔡璐 陈亚红 张军 申茂正 冯梁乐

山东省地震局菏泽地震监测中心站 山东菏泽 274000

摘要: 本文通过对菏泽电磁台拟选地磁相对观测场地开展环境噪声和磁场梯度的测试, 结果显示菏泽电磁台背景噪声在地方时00h~04h之间, H、Z、D各分量的峰峰值均不超过0.2nT, RMS值均不超过0.07nT, 满足规范要求, 观测环境较好。但地磁梯度分布不均匀, 部分地方未达到地磁观测室建设的规范要求。在排除可能受场地内含磁性物质影响后, 初步认为地磁梯度的异常变化可能与土壤中磁性元素含量有关。

关键词: 地磁台站; 观测环境; 背景噪声; 地磁梯度

引言:

地磁台站观测环境的好坏直接影响到产出数据的质量, 因此, 高质量、专业性、技术性强的地磁观测环境就是理想的地磁台站应该具备的必要条件^[1]。近年来, 随着国家经济建设的迅猛发展, 特别是电气化铁路的密集建设, 对国家的经济发展发挥了巨大作用, 但同时也对地震观测环境造成了一定影响^[2]。本文通过对菏泽电磁台拟选地磁相对观测场地开展环境噪声和磁场梯度的测试, 判断菏泽台背景噪声和磁场梯度是否符合地磁观测室建设的规范要求。

一、台站地质环境概况

菏泽电磁台位于聊考断裂带的东侧, 台基为第四代松散沉积, 地质图见图1。该区地层结构自上而下依次发育有第四系、新近系、奥陶系和寒武系。其中第四系厚约900m, 岩性以浅黄、灰黄色粉砂质粘土与粉砂互层为主, 下部含有较多的钙质结核和铁锰豆, 区内新近系为黄骅群, 自上而下分为明化镇组和馆陶组, 与下伏奥陶系呈不整合接触, 其底板埋深为900~1000m。

二、现场勘选

菏泽电磁台在最初选台时, 根据以上规范要求, 已开展了地磁场观测环境技术指标等相关的场地勘选工作, 均符合规范要求。现根据《地理式地磁台建设方案》, 针对地理式地磁观测拟选场地开展环境噪声和磁场梯度的测试。

基金项目: 山东省地震局一般科研项目(项目编号: YB2330)

作者简介: 蔡璐(1989年生), 女, 助理工程师, 获理学硕士学位, 主要从事地磁台站数据管理与分析研究工作。

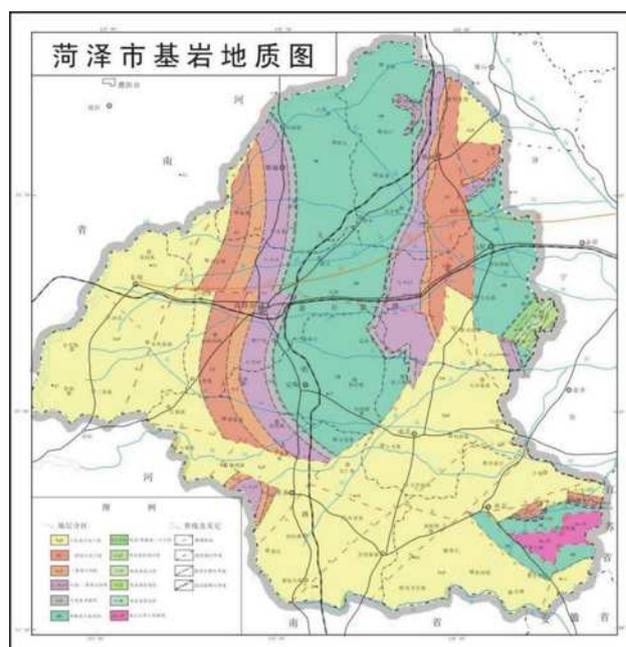


图1 台站地质图

三、电磁环境背景噪声分析

地磁数据背景噪声是判断观测资料质量的一个重要依据^[3]。2022年8月24日-27日, 将磁通门磁力仪放置在磁场梯度测量坑南15米处, 对拟选观测场地开展地磁场背景噪声测试。依据地磁场变化, 对选取的数据段计算测试点背景噪声。在地方时00h~04h之间的数据中随机选取5段连续的10s数据, 计算其峰峰值和均方根RMS, 并计算5组峰峰值和RMS的平均值, 即为此时测试点的峰峰值和RMS背景噪声, 结果见表1至表3。

由表1至表3, 对拟选观测场地开展的地磁场背景噪声测试结果可见, 在地方时00h~04h之间, H、Z、D各分量的峰峰值均不超过0.2nT, RMS值均不超过0.07nT, 满足规范要求, 说明菏泽电磁台背景噪声水平符合规范

表1 H分量噪声计算

时间	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	峰峰值	RMS
H ₁ /nT	-0.59	-0.62	-0.60	-0.58	-0.61	-0.58	-0.62	-0.64	-0.62	-0.57	0.07	0.02
H ₂ /nT	0.16	0.18	0.20	0.19	0.19	0.24	0.22	0.26	0.24	0.25	0.10	0.03
H ₃ /nT	0.60	0.62	0.64	0.62	0.55	0.57	0.54	0.54	0.53	0.53	0.11	0.04
H ₄ /nT	1.59	1.57	1.63	1.66	1.60	1.65	1.61	1.62	1.63	1.64	0.09	0.03
H ₅ /nT	5.00	5.02	5.10	5.07	5.04	5.01	4.96	5.01	4.99	5.01	0.11	0.04
均值											0.12	0.03

表2 Z分量噪声计算

时间	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	峰峰值	RMS
Z ₁ /nT	-0.59	-0.62	-0.60	-0.58	-0.61	-0.58	-0.62	-0.64	-0.62	-0.57	0.07	0.02
Z ₂ /nT	5.44	5.44	5.43	5.45	5.44	5.48	5.48	5.47	5.52	5.51	0.09	0.03
Z ₃ /nT	6.07	6.09	6.14	6.13	6.15	6.15	6.15	6.19	6.18	6.17	0.12	0.04
Z ₄ /nT	7.73	7.68	7.65	7.74	7.81	7.75	7.72	7.77	7.73	7.72	0.16	0.04
Z ₅ /nT	9.34	9.38	9.39	9.38	9.43	9.36	9.40	9.42	9.41	9.35	0.08	0.03
均值											0.10	0.12

表3 D分量噪声计算

时间	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	10s	峰峰值	RMS
D ₁ /nT	4.55	4.56	4.59	4.57	4.58	4.60	4.57	4.56	4.57	4.58	0.04	0.01
D ₂ /nT	2.98	2.98	3.00	3.00	2.97	2.98	3.00	2.99	3.01	3.02	0.05	0.01
D ₃ /nT	3.86	3.87	3.89	3.90	3.91	3.91	3.95	3.96	3.96	3.98	0.13	0.04
D ₄ /nT	1.71	1.72	1.73	1.71	1.73	1.74	1.72	1.74	1.74	1.70	0.04	0.01
D ₅ /nT	-0.52	-0.53	-0.52	-0.53	-0.56	-0.54	-0.55	-0.55	-0.53	-0.51	0.05	0.02
均值											0.05	0.02

要求，观测环境较好。

四、磁场梯度测试分析

2022年6月15日，经过讨论研究，决定以电磁台院东南角为起点，向北、西、西北向测量，测量方式为1米测量一次，测量距离为50米。经过初步测量结果选定测量位置，并在挖掘前对地平面进行测量。在观测场地5m×5m范围内，沿东西和南北方向以1m线距布设测线。

根据计划，在选定位置分别进行地表平面、地下20cm、地下50cm、地下100cm、地下150cm的磁场梯度测量。

用观测值F_i减去日变站相近时刻的观测值F_t，即可得到每个测点消除时间变化后的观测值ΔF_i'，用公式表示为：ΔF_i' = F_i - F_t^[4]。地磁梯度测量及地磁通化数据如表4中所示。

通过对测量数据进行通化，发现场地内地磁场梯度

表4 观测区磁场梯度观测结果

测点	时间	F/nT			测点 /nT	日变站 /nT	Δ F	备注
		1	2	3				
1	18: 08	52491.90	52492.20	52491.90	52492.00	52487.40	4.60	
2	18: 08	52492.40	52492.90	52492.10	52492.47	52487.40	5.07	
3	18: 09	52492.60	52493.20	52492.30	52492.70	52487.00	5.70	
4	18: 09	52493.70	52493.10	52492.60	52493.13	52487.00	6.13	
5	18: 10	52493.40	52493.30	52493.30	52493.33	52487.00	6.33	
6	18: 10	52493.40	52494.30	52493.80	52493.83	52487.00	6.83	
7	18: 11	52493.90	52493.40	52494.70	52494.00	52486.70	7.30	
8	18: 12	52494.60	52494.20	52495.10	52494.63	52486.60	8.03	
9	18: 12	52494.50	52495.30	52494.60	52494.80	52486.60	8.20	
10	18: 13	52495.00	52494.80	52494.80	52494.87	52486.70	8.17	

极其不均匀,大多大于 2nT/m ,有些点位地磁场梯度甚至大于几十 nT/m 。2007年,在该场地内建设FHD观测室时也发现存在同样的问题,当时为确保观测室内磁场梯度满足规范要求,采取了将观测室地基抬高,并采用木质结构建筑的方式予以解决。

对观测场地内进行排查,未发现含磁性物质,且周边台站均无此类情况发生,仅在资料中查阅到湖北省应城台在地磁场环境测试时出现过类似情况,该地区土层磁性较强,应城台的磁场梯度变化与当地的地质环境有很大关系^[5]。

五、结论与讨论

通过对菏泽电磁台拟选相对地磁场地开展环境噪声和磁场梯度测试分析,得出以下结论:

1. 菏泽台地磁相对观测场地的选择应避开局部磁异常区,菏泽台除高压直流线路影响范围广而无法避开外,暂无其他干扰源,能够保持长期连续有效的地磁观测工作。

2. 对拟选观测场地开展的地磁场背景噪声测试结果可见,在地方时00h~04h之间,H、Z、D各分量的峰值均不超过 0.2nT ,RMS值均不超过 0.07nT ,满足规范要求,说明菏泽电磁台背景噪声水平符合规范要求,观测环境较好。

3. 通过对地磁梯度测量数据进行通化处理,发现场

地内地磁场梯度变化极不均匀,差值大多大于 2nT/m ,有些点位甚至大于几十 nT/m ,且随测量深度的改变,垂直梯度变化明显。

综上所述,菏泽电磁台背景噪声较好,但地磁梯度变化极不均匀,对观测场地内进行排查,未发现含磁性物质,且周边台站均无此类情况发生,初步认为地磁梯度的异常变化可能与土壤中磁性元素含量有关,下一步将继续对测区土壤进行分析,以期找出影响磁场梯度变化的具体原因。

参考文献:

[1]李勇,陈楠,陈南,等.大连九龙地磁台观测环境的初步分析[J].防灾减灾学报,2011,27(2):60-66

[2]毕金孟,马永,马朝晖.徐庄子地震台地磁观测干扰因素剖析[J].地震地磁观测与研究,2020,41(2):130-137

[3]何宇飞,赵旭东,杨冬梅,等.地磁观测台网参考背景噪声指标及应用[J].地震地磁观测与研究,2019,40(4):65-73

[4]高玉芬,周锦屏,等译.地磁测量与地磁台站工作指南[M].北京:地震出版社,1999:21-22

[5]李德前,陈慧杰,魏贵春,等.应城地磁台电磁观测环境测试[J].大地测量与地球动力学,2015,35(2):356-359