

高精度磁测在城市工程勘察中的应用

颜廷杰, 薛建, 曾昭发, 田钢, 王者江

(吉林大学 地球探测科学与技术学院, 吉林 长春 130026)

摘要:随着新测量方法的开发和利用以及新的数据处理和资料解释技术的提高,使得磁法勘探可用于城市工程与环境中的电磁干扰相对较小的区域,且高分辨地探测地表及近地表磁异常。实例表明,垂直梯度磁异常测量相对于 ΔT 磁异常测量具有较好的抗干扰能力,同时欧拉反褶积和场源参数成像方法增强了异常的区别和分离能力。结合共偏移距道集地震方法可以给出异常体埋深信息。

关键词:高精度磁法;共偏移距道集地震;数据处理和解释

中图分类号:P631.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5589(2002)04-0368-04

磁法勘探在金属矿产勘查、地质填图、石油天然气勘查中发挥着巨大的作用,在城市工程与环境中的应用却非常有限,其原因是城市环境中复杂的电磁干扰影响了磁法勘探的精度。但是,近年来城市工程与环境领域的发展扩展了地面磁法的应用领域,诸如利用高分辨率地面磁法探测金属管道、垃圾场地污染程度、废弃井位置和其它环境灾害。新的测量方法的开发和利用,如梯度测量、张量测量等可高分辨地突出地表及近地表磁性体的异常;新的数据处理和资料解释技术的提高,如欧拉反褶积^[1]、SPITM^[2]自动解释方法等为磁测数据解释提供了快速、准确的处理结果。因此,测量方法和解释技术的发展极大地提高了磁法勘探的分辨率和成果精度,使得磁法勘探可用于城市工程与环境中的电磁干扰相对较小的区域且高分辨地探测地表及近地表磁异常。以地面磁法勘探哈尔滨某建筑工程场地废弃钢渣和铁渣在地下的分布为例,讨论磁法勘探在城市工程物探中的应用,该技术为工程地质与建筑基础施工设计提供了可靠的数据。

1 地质条件

哈尔滨某建筑小区原址为废弃的冶炼厂区,场区的地下遗留了大量的钢渣或铁渣以及废弃桩基础。这些废弃物呈零散的堆积状或条带状分布在地表下 1~3 m 深处。使得工程地质钻探设备安全和桩基础施工受到极大的影响。为了保证工程进度和设备安全,必须查明地下钢渣、铁渣和弃桩基础的分布,以便在工程施工前进行清除。由于钢渣或铁渣以及废弃桩基础分布不集中,其规模不等,采取大面积挖掘清除的方法显然是不可取的,应先采用物探方法查明废弃钢渣和桩基础的分布,然后有目的地挖掘,可提高工程进度和降低挖掘成本。

2 地球物理方法的选择和观测系统设计

在物探方法的选择上,考虑到地质雷达和共偏移距道集地震方法可探测出地下集中分

收稿日期:2002-06-10

作者简介:颜廷杰(1977-),男,山东省郯城县人,硕士生,主要从事工程与环境地球物理勘探研究。

布的钢渣和废弃桩基础,但场区中地表建筑垃圾较多,使得地质雷达或浅层地震工作的开展有较大的难度,而钢渣以及废弃桩基础中分布的钢筋所具有的强磁性为利用磁法勘探查明其分布提供了良好的地球物理条件。因此,可以用地面磁法进行面积普查,然后用共偏移距道集地震方法确定异常体的埋深。

地面磁法勘探观测系统的设计采取 S—N 测线,线距 10 m,测点距 1 m。在每个观测点上完成地磁总场(T)和垂直梯度场两个参数的测量。图 1 为物探测线分布图,其中 L1—L14 为磁测测线,虚线为设计的楼房,S1—S3 为共偏移距道集地震测线。

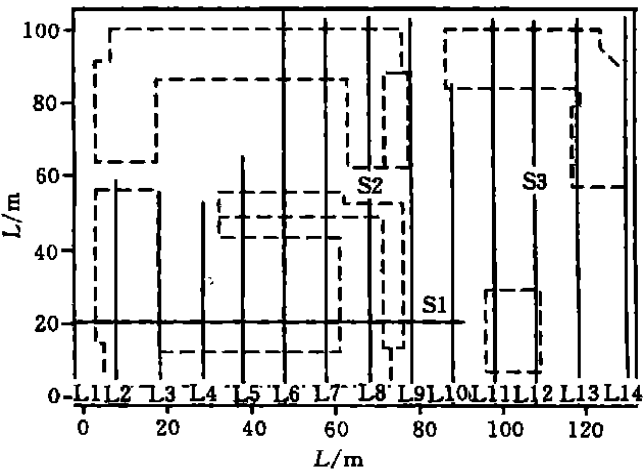


图 1 哈尔滨某建筑小区地球物理测线分布图

Fig.1 The geophysical survey lines in the constructure district of Haerbin

3 测量结果处理和解释

3.1 高精度地磁测量结果

根据地磁野外测量结果,进行多项处理如日变校正、滤波和灰度变换等,得到 ΔT 异常图(图 2)和垂直梯度磁异常图(图 3)。

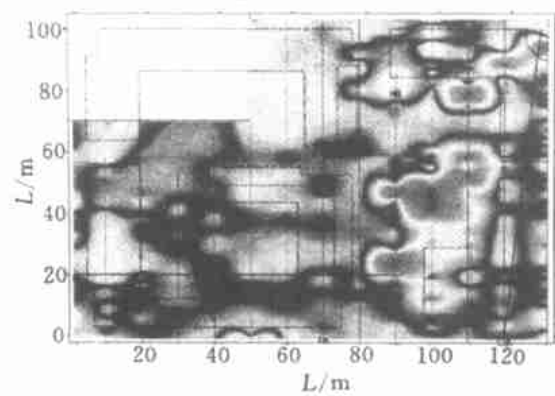


图 2 ΔT 异常图

Fig.2 The anomalies of ΔT

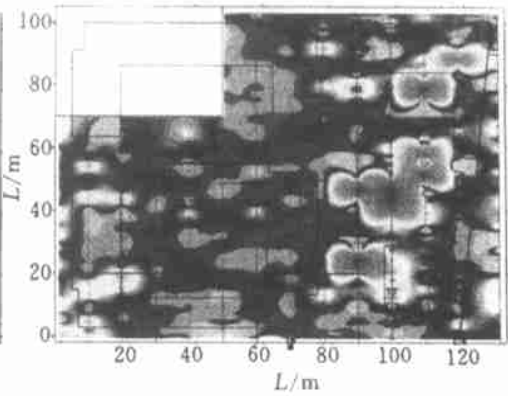


图 3 垂直梯度磁异常图

Fig.3 The gradient anomalies

从图 2 和图 3 可见, 地磁和梯度磁异常具有如下分布规律: (1) 异常体形态多为等轴状和近等轴状的异常, 异常大小不一, 小的异常为 1~ 2 m, 大的异常超过 40 m; (2) ΔT 和梯度异常重合较好, 而且梯度异常范围较 ΔT 异常小, 异常数量多。这一特点在理论上解释是由于垂向梯度异常是 ΔT 异常的垂向变化率, 相对于 ΔT 异常它突出的是更浅层的磁源体异常, 即对浅部磁源体异常具有较高的分辨率。与 ΔT 异常比较, 在理论上垂向梯度异常必然是数量多, 梯度比较大, 单个异常圈闭小, 这一点与实际测量结果是相一致的; (3) 在已知的铁渣上方, 地磁异常和梯度磁异常的异常值较高。从图 2、图 3 中可以看出异常体边缘比较清晰, 特征也很突出, 易于解释和圈定, 其中白色亮圈所圈定的范围为高异常区, 其余的代表背景场值。

根据以上规律, 分别采用欧拉反褶积和 $iSPI^{\text{TM}}$ 方法来确定磁性体的边缘, 其成像结果如图 4 和图 5 所示。比较两个结果, 有一定的差异。从图 4 可见, 大的异常体边界比较清楚, 而小的异常体边界连续性差。而图 5 中较大的异常体出现在异常体较小和较乱的部位。这说明欧拉反褶积方法抗干扰能力相对较弱。

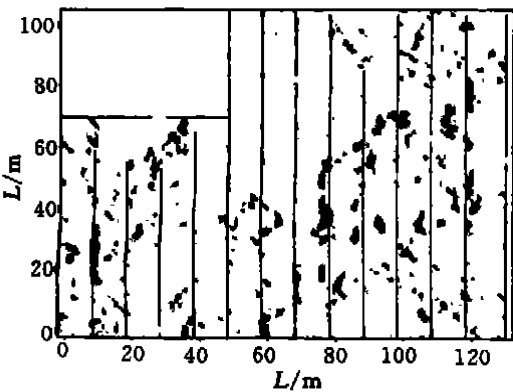


图 4 $iSPI^{\text{TM}}$ 方法确定的异常体边界
Fig. 4 The boundary confirmed by $iSPI^{\text{TM}}$

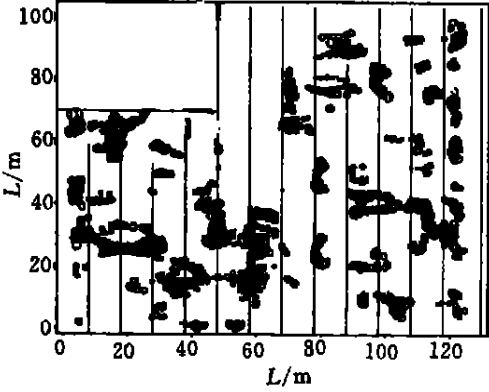


图 5 欧拉反褶积方法确定的异常体边界
Fig. 5 The boundary by Euler deconvolution

图 6 为场地开挖后异常体的分布图。共确定出由于地下铁渣产生的异常共 11 处, 最大异常位于 9~ 13 线之间, 为原厂的建筑地基区, 内有许多钢筋, 并埋有许多铁渣, 因而形成了较大的 3 处异常。异常较连续, 呈南北向分布。而其它异常较小, 分布范围较大。解释结果获得了工程的验证, 说明了地磁和地磁梯度测量的准确性。

3.2 共偏移距道集地震测量结果

在工程场地中满足开展浅震工作的区域, 共布设了 3 条地震测线(测线分布见图 1)。这 3 条地震测线分别通过了该区内各类磁异常。为使测量结果更加明显和易于解释, 我们对地

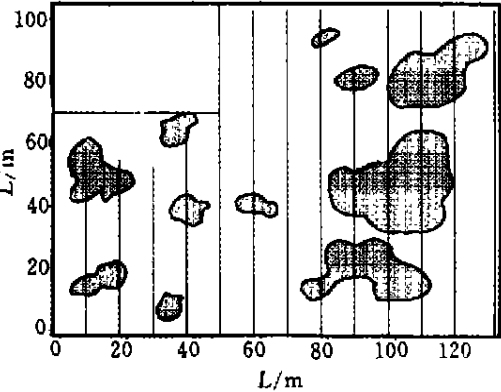


图 6 推断的并由工程验证的异常体边界
Fig. 6 The boundary confirmed by engineering test

震记录进行了相应的处理。结果显示,异常形态呈现为抛物线形。按地震波在介质中传播速度计算,异常体埋深大约在 1.5~ 2.5 m 范围处,工程开挖的结果证实了共偏移距地震结论的正确性。

4 结 论

(1) 通过该区的地磁和梯度磁测量,并结合共偏移距道集地震测量,查清了该区遗留的铁渣或其它磁性体的分布,异常体的深度根据共偏移距道集地震结果得出。

(2) 从方法的应用效果来看,垂向梯度测量的抗干扰能力明显高于 ΔT 异常的测量,因此在磁干扰较大的地域进行磁测最好的选择是进行磁梯度测量。

(3) 随着数据处理和解释技术的提高,如欧拉反褶积和场源参数成像方法的应用,增强了区别和分离异常的能力,使磁法勘探的优势可用于解决城市工程与环境中的地球物理问题。

参考文献:

- [1] REID A B, ALLSOP J M, GRANSER H, et al. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution[J]. *Geophysics*, 1990, **55**: 80 - 91.
- [2] SMITH R S, THURSTON J B, DAI T F, et al. iSPITM—— the improved source parameter imaging method[J]. *Geophysical Prospecting*, 1998, **46**(2): 141 - 151.

The Application of High Resolution Magnetic Method in Engineering Geophysics

YAN Ting jie, XUE Jian, ZENG Zhao-fa, TIAN Gang, WANG Zhe-jiang

(College of Geo- Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026, China)

Abstract: With the development and adaptation of new survey methods and the improvement of data processing and interpretation, It's possibility that the magnetic method can be used to detect the surface or near- surface magnetic abnormality, in the area where magnetic perturbation is comparably small. The case showed that the vertical gradient magnetic measurement has better resolution than ΔT , at the same time, Euler deconvolution and iSPITM enforce the separating ability of abnormality. Combined with common offset gather method, the depths of abnormality were obtained.

Key words: high resolution magnetic method; common offset gather method; data process and interpretation