

探地雷达在地下防空洞探测中的应用

谷 松

(辽宁地质工程职业学院, 辽宁 丹东 118008)

摘 要:本文简述了探地雷达技术的基本原理及其在阜新高德东山探测防空洞的应用。通过探地雷达对目标体的检测,分析了地下空洞的雷达波组异常特征,准确地探测出了防空洞的具体位置。经开挖验证,与地下空洞实际位置相吻合,为确保建楼地基的稳定提供了技术支持。

关键词:地质雷达;防空洞;介电常数

中图分类号:P634.33

文献标识码:A

文章编号:1009-282X(2011)02-0023-02

1 引言

防空洞是属于比较大的洞体隐患,其最大截面积在 600cm^2 左右,最小截面积也在 1cm^2 以上。较大规模洞体顶部介质承载能力相对较弱,在上部荷载作用下,通常会形成局部下沉,甚至塌陷,给工程带来隐患。不同的洞体隐患,具有不同的特点,要有效治理防空洞隐患,就必须从研究防空洞的内部结构、构造入手。

2 防空洞特征

防空洞结构的特点是:①洞径较大,在洞中心部位一般为较大洞室,而洞体通道截面不小于 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 。②穴道密布,防空洞通常密集分布于某一区域。③穴道走向变化频繁,当探测线距较大时,则很难推断异常之间的连续关系。④防空洞的地下通道网络状分布,增加了探测难度。⑤防空洞实际上是充满空气的近于水平的不规则柱状体,空气的物性参数与土体物性参数存在明显差异。如防空洞通道有部分崩塌,其内部土体也很疏松、含水量极低,原地道上覆土层被扰动迹象明显。

当前应用于探测防空洞的检测方法主要有:常规视电阻率测深法、高密度电法、自然电场法、浅层地震方法、探地雷达方法等。其中,如电法勘探、浅层地震勘探等常受到客观因素的干扰和场地条件的制约,在应用范围和精度等方面存在不足。根据对防空洞介质物探特征和防空洞结构特征研究、探测防空洞结构的场地作业条件等方面综合因素的考虑,故对地下防空洞的无损检测,首选探测方法为探地雷达。

3 探地雷达探测原理及方法

3.1 探地雷达探测原理

探地雷达利用高频电磁波(主频为数十至数千

MHz),以宽频带短脉冲形式,由地面发射天线送入地下,被地下介质界面反射后返回地面,由另一天线接收。电磁波在介质中传播时,其路径、电磁场强度与波形将随着所通过的介质的电性质及几何形态变化而变化。因此根据接收到的旅行时(双程走时)、幅度与波形资料,通过图像处理和分析,可推断地下界面或目标体的空间位置或结构。

探地雷达测量的是地下界面的反射波的走时,为了获取地下界面的深度,必须要有介质的电磁波传播速度,其值为:

$$v = \frac{\omega}{\alpha} = \left[\frac{\mu\epsilon}{2} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \right)^2} + 1 \right) \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

绝大多数岩石介质属非磁性、非导电介质,常常满足 $\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \leq 1$,于是可得:

$$v = c / \sqrt{\epsilon_r} \quad (2)$$

式中: c ——真空中电磁波传播速度, $c=0.3\text{m/ns}$;

ϵ_r ——相对介电常数。

上式表明对大多数非导电、非磁性介质来说,其电磁波传播速度 v 主要取决于介质的介电常数。

因此如果知道介质的介电常数,从雷达剖面图上可以直接读出电磁波的双程走时,就可以利用公式:

$$D = v \times \frac{\Delta t}{2} = c \times \frac{\Delta t}{2\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

求得反射界面的深度 D ,从而确定地下界面的空间分布及分层情况。

3.2 探地雷达探测方法

(1)使用仪器

本次探测采用意大利出产的 IDS-2Ka 型探地雷达探测系统。

收稿日期:2010-11-10

作者简介:谷松(1970—),女,工程师,主要从事矿产普查与勘探和工程物理勘探的教学和科研工作, E-mail: gusong1818@163.com。

(2) 天线选择

本次勘查目标体深度不确定,根据电磁波理论可知探地雷达的探测分辨率以及探测的深度与天线的主频率有关,即在相同的地质条件下主频率越高,探测的分辨率愈高,其探测深度也愈浅,而且只有当被探测目标体的尺寸不小于所激发主频率的电磁波半个波长时才能够分辨出来。为排除场地高压线的干扰,根据本场区的地质条件以及探测目的和临场试验,探测采用主频率为 400MHz。

(3) 参数设置

时窗选择:160ns、300ns

采样率:512

软件:IDSGRESWIN2.0

野外的布线方式是探地雷达建筑地基进行横向和竖向扫描,之后把扫描所获得的信息经过去除开始时间,去除背景噪声,进行频率域的带通滤波,线性增益和平滑增益等图像处理,得到清晰的雷达剖面图。

4 工程实例与分析

4.1 工程概况

阜新高德东山拟建住宅楼,开槽过程中,发现了地下防空洞。防空洞是建国初期人工开挖,由于无任何图纸资料可查,防空洞的分布范围、规模未知,延伸方向不明,且部分防空洞进行了回填,所以给探测带来了更大的难度。通过探地雷达对高德东山防空洞进行探测,找出防空洞所在的具体位置,为给建筑施工提供可靠资料。

4.2 探测结果分析

通过对现场雷达探测图像进行解释和数据处理后,防空洞通道的异常特征表现为反射波频率较低,波幅变强或很强,均有比较对称的弧形同相轴形态,见图 1。

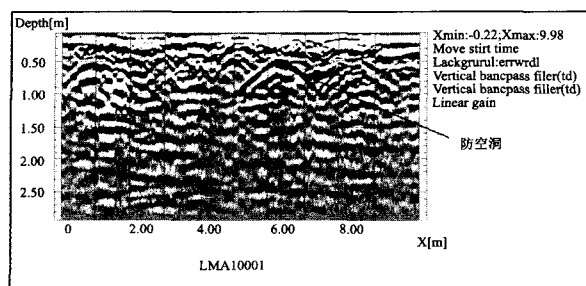


图1 400MHz 雷达探测剖面图(未回填)

这是由于防空洞周围介质—土体与防空洞介质—空气有较大的介电常数差,而且电阻率有较大差异所致,防空洞周围介质均匀,且防空洞未进行过

工回填,探地雷达测线的布置与防空洞通道走向垂直。

当防空洞被人工进行回填,弧形异常特征则不明显,见图 2。

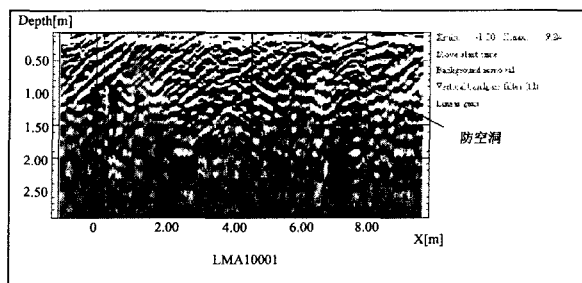


图2 400MHz 雷达探测剖面图(回填)

经开挖结果验证:地下防空洞埋藏于地面以下约 0.5 m 处,周围介质均为土体,通道宽约 1.2 m,基本完好,部分防空洞被土回填。可见通过探地雷达的探测能够明显地揭示地下空洞异常物,并可以基本查明其在测区内的走向,发现地质隐患。

5 结语

地质雷达作为一种新型的工程勘测手段,正被越来越广泛应用于各工程领域。通过上述理念探讨与实际探测清楚地表明,地质雷达探测地下防空洞具有良好的地球物理前提和明显的应用效果。在进行探测前,应了解洞体与围岩的介电常数差异,采用合适的工作方法,选取最佳设置参数。另外,目前的测试结果多采用人工判读,结果常受主观因素影响,地质雷达的地质解释模型需进一步完善,应朝智能化方向发展。对于复杂环境工程探测,在使用探地雷达进行测试工作时,必须根据测试现场的具体条件,综合分析作出判断。

参考文献:

- [1] 胡晓光. 探地雷达在工程地质勘察中查寻土洞的应用效果[J]. 物探与化探, 1994, 18(6).
- [2] 兰樟松, 张虎生, 张炎孙, 等. 浅淡地质雷达在工程勘察中的干扰因素及图像特征[J]. 物探与化探, 2000, 24(5).
- [3] 李大心. 探地雷达方法及应用[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [4] 李伟和, 邱庆程. 地质雷达在不同岩性介质中的应用[J]. 物探与化探, 2001, 25(4).
- [5] 刘传孝. 探地雷达空洞探测机理研究及应用实例分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(2).
- [6] 叶琛. RIS-K2 型探地雷达系统及应用[J]. 市政技术, 2005, 23(6).