

探地雷达在桥隧工程检测中的应用性研究

Application of Ground Penetrating Radar in Bridge and Tunnel Engineering Detection

许恒

Heng Xu

四川佳岳检测咨询有限公司 中国·四川 雅安 625000

Sichuan Jiayue Testing Consulting Co., Ltd., Ya'an, Sichuan, 625000, China

摘要: 桥隧工程检测是针对其安全性与健康状况评估的重要一环, 为进一步提升桥隧工程检测的效果, 论文以探地雷达为基础, 对其发展与重要性作了简单分析, 并对其体现出的技术优势和改进方向进行了阐述。桥隧结构的主体部分是相对比较隐蔽的, 因此想要对其进行精确地质量检测非常困难, 但是对桥隧的质量和运营情况的检测是保证它安全工作的必要前提。论文通过对桥隧质量检测及探地雷达发展现状, 研究现有的桥隧工程检测手段, 认为目前探地雷达法是适合桥隧质量检测的有效手段之一。相较于其他检测技术, 探地雷达更具有高效、精准、更易操作等特性, 另外在工程检测过程中, 检测成本、检测速度、成果数据直观性也较其他检测方式更有优势。

Abstract: Bridge and tunnel engineering detection is an important part of its safety and health evaluation. In order to further improve the effect of bridge and tunnel engineering detection, this paper briefly analyzes its development and importance based on ground penetrating radar, and expounds its technical advantages and improvement direction. The main part of the bridge and tunnel structure is relatively hidden, so it is very difficult to accurately detect its quality, but the detection of the quality and operation of the bridge and tunnel is a necessary prerequisite to ensure its safe work. This paper studies the existing bridge and tunnel engineering detection methods through the development status of bridge and tunnel quality detection and GPR, and believes that the GPR method is one of the effective methods suitable for bridge and tunnel quality detection. Compared with other detection technologies, the bottom detection radar is more efficient, accurate and easy to operate. In addition, in the process of engineering detection, the detection cost, detection speed and intuitive result data are also more advantageous than other detection methods. This paper discusses the basic principle and method of GPR, and analyzes the application research in bridge and tunnel engineering detection combined with engineering examples for reference.

关键词: 探地雷达; 桥隧; 工程检测

Keywords: ground penetrating radar; bridge and tunnel; engineering inspection

DOI: 10.12346/etr.v4i7.6644

1 引言

论述了探地雷达的基本原理和方法, 结合工程实例分析桥隧工程检测中的应用性研究, 以供参考。

2 探地雷达的发展及其在桥隧检测中的应用研究现状

2.1 探地雷达的发展与应用

探地雷达在其他国家起源, 1910年, Letmbach 和 Lowy

在一项德国专利中提出, 用埋设在一组钻孔中的偶极天线探测地下相对高导电性质的区域, 将地质雷达概念正式提出。自此, 地质雷达的应用范围迅速扩张, 现已覆盖到公路及桥隧的工程检测、资源勘探、土地勘查、历史考古、建筑结构调查等众多的领域, 并开发了可用于地面、钻孔与航空领域上的探地雷达技术^[1]。中国 70 年代初期, 开始对探地雷达技术的研究 90 年代由于大量其他国家仪器引进, 更加推广

【作者简介】许恒 (1986-), 男, 中国四川乐山人, 硕士, 工程师, 从事桥梁工程研究。

了探地雷达在众多领域的广泛应用,过程中还开展了大量的理论研究及工程实践,并取得了非常多的优秀成果。

2.2 探地雷达在桥隧工程检测中的研究现状

探地雷达具有无损、分辨率高、操作便捷等特点,在各种工程领域广泛应用,探地雷达又被称为脉冲雷达或者透视雷达,主要是对混凝土内部管道和钢筋进行探测的无损检测技术,这一技术是通过不同介质在电磁属性上的差异造成雷达反射回波,在波形、波幅上产生相应变化这一原理,把反射波呈现的信息通过电脑处理计算形成直观图像,最终得到内部检测主体的检测结果^[2]。探地雷达在中国主要运用在实际工程的应用探索之中,并通过大量的实践检验,取得了长足的发展,在铁道桥隧的工程检测中,也体现出非常强大的优势。从探地雷达的原理上来看,利用探地雷达进行物探最基础的环节是进行数据采集和,能否将理想、清晰地数据采集倒是顺利完成后续工作的基础,只有在采集之前将采集参数设置合理,才有利于精准获取雷达数据,其中必须考虑到探测深度分辨率的影响,目前的探地雷达对于浅层探测的效果较好,但是想要对深层目标体进行探测,还存在很大的限制条件^[3]。

2.3 探地雷达检测桥隧工程的优势

探地雷达是一种新型的桥隧工程检测技术,与其他检测技术相比较来说,虽然仍存在一些不足,但在检测成果的准确性、数据图像直观性和检测的速度以及成本方面有非常大的优越性。

①检测效率高。探地雷达的天线无需和地面有直接接触,整个仪器从数据采集到处理成像一系列可以进行一体化操作,过程相对简单,因此检测效率相对较高^[4]。

②无损检测。探地雷达是通过高频电磁波来进行目标主体检测,因此这种探测形式不具有破坏性。

③干扰能力强。探地雷达天线通常是封装与只对接触面开口的金属壳内,只能接收接触面直达波和来自接触面以下的回波信号,其他来自外部的电磁很难进入系统进行干扰,故其工作相对稳定。

④使用灵活便捷。探地雷达的体积和重量都较小,且携带方便,操作简单,它的使用也极为灵活^[5]。

⑤频带宽。探地雷达由于发射接收基带脉冲、非调制信号,具有较宽的频带,可以通过信号处理技术提高分辨能力和检测能力。雷达反射电磁波的主频越宽,那么它的空间分辨率就会越高,从信号分析的理论可以得知,频率越宽,所对应的时间域、空间域上的信号越窄,越窄的信号它们的空间、时间上的分辨率就会越高。

3 探地雷达工作原理及特性

3.1 探地雷达系统组成

3.1.1 发射机

发射机的作用是利用控制电路通过储存能量的短时释放形

式,脉冲或单周期雷达信号经分离器后传输给天线,再由天线将此电磁波定向辐射入探测物。此类高频的电磁脉冲在离开天线之后,便成了发射信号,信号经过空气到达探测物的表面时,一部分发射信号会透射过探测物的表面,持续向下继续传播,而另外一部分信号则沿着不同的方向形成反射^[6]。

3.1.2 接收机

把接收天线接收到的电磁波信号转换成电信号并以数字信息方式进行存贮。

3.1.3 分离器

分离器的作用在于保护接收机的输入元件,使其不被发射机的高能输出破坏。发射机和天线之间有分离器连接,保障射频发射流畅。短期发射后,分离器会切断发射机和天线之间的连接,并且把接收机和天线连接起来。

3.1.4 计算机与信号处理机

探地雷达中计算机主要用于数据的采集、储存、处理、显示与分析。信号处理机则用于处理所接收到的反射信号。计算机中的图像软件,对已经采集到的信号经过归一化和叠加的处理操作后,按照反射信号的能量大小,采用高分辨率、高精度的彩色图像将探测物的分布状况更直观地展现出来。接收天线接收到高频信号,会在信号处理机中放大、滤波,通过脉冲取样技术,把重复接收到的波形变成低速信号,并在低频放大电路中将这些低速信号进行模拟信号处理。

3.2 探地雷达的工作原理

发射天线在地表发射宽频带的短脉冲电磁波,电磁波在地层中传播时,在存在着电性差异的地层界面或目标体都发生反射,返回地面,由接收天线接收,进一步获取地下介质的电性参数和几何形态的信息,继而确定地下界面或者目标体的结构和空间位置,后期对数据的处理是探地雷达系统工作的关键所在,由于反射回波得到的是雷达剖面,并非地下结构的直接成像,所以我们不能获得非常直观的解释结果。数据采集的质量遭到严重下降的原因多半是地下介质具有复杂性以及各类其他干扰的存在,我们必须通过更加高效的数据处理方式保证数据解释工作得以高质量完成^[7]。

3.3 探地雷达技术电磁波传播特性

在探地雷达应用于桥隧工程检测时,选择正确的相关参数异常重要,当需要进行实地检测时,必须以所处环境和具体的目标体性质进行判断和分析,选择对应参数,其中就包括雷达天线中心频率、信号脉冲宽度、采样的频率等等,一系列参数的选择都必须建立在电磁波与不同介质中传播有不同特性这一认识的基础之上,多次试验表明,频率越大,衰减越大,是电磁波在地下介质中传播出现的必然现象,并且在频率一定的情况下,湿度越大的介质其损耗就会越大^[8]。

4 探地雷达在隧道质量检测中的影响因素研究

4.1 探地雷达法检测桥隧质量的原理

探地雷达检测是在结构面安装天线,并且向结构面发射

通常为 10~1000MHz 的电磁脉冲信号,进而获取一系列反射波信号。当结构面存在结构断层或者水界面等现象的时候,由于断层的电介质存在差异,因此一部分电磁波会被反射。当探地雷达的接收天线获取被反射回来的电磁波信号时,可以通过时间差等参数来判断断层情况和具体位置。想要完成对整个目标断层区域的绘制工作,还可以利用调整天线的位置参数和指向,这一方法可以使整个系统的运行质量得到进一步提升^[9]。

4.2 探地雷达检测结果影响因素

人们一直非常关心探地雷达工程检测的精准度能否达到之前既定的要求。但是将探地雷达应用在桥隧的工程检测中,其精准度经常会受到不同介质特性、电磁波、参数设置等多方面影响。另外一方面,除了仪器自身的误差之外,现场检测和进行室内分析时也有可能使检测结果本身产生误差。可能影响现场检测结果准确度和精度的主要因素有,检测作业车的速度控制、目标体表面平整度、桥隧内障碍物或者仪器参数的设置等等,这些都会对现场检测的结果造成很大影响。在进行室内数据处理时,正确处理介质介电常数、反射界面回波等参数是得到精准探测结果的必要前提,想要不断提高工程检测的精度和准确度,就必须进行正确的操作、仪器的合理使用以及进行准确综合分析。

4.3 桥隧工程检测中减小误差的方法与措施

桥隧工程检测条件相对复杂,一般体现出进度快、要求高、工期短的特点,通常不会按照正常情况让工程检测有充足的条件和时间去进行。在这样的情况下,我们就必须不断地进行经验积累,通过无数次实践去提高工程检测结果的准确度。为进一步得到更加准确的桥隧工程检测结果,减少来自各方因素的数据误差,可以采用以下措施:

①在开始桥隧的工程检测之前,要首先对参数进行调试,选择好恰当的天线,并调整好波形,对于中心频率、测点距等方面都合理安排,以便于工程检测最终获得最佳的信息反馈。

②里程标记中间的距离是内插得出的,所以我们必须尽可能地将检测车的速度控制好,运行保持匀速状态,减少里程内插误差。

③进一步结合隧道的设计、施工等各方面资料,加强对桥隧渗漏水、裂缝等病害现象的观测记录,有益于提升图像的判释精度。

④室内进行数据分析时,要采用相关分析法来抑制干扰波或者杂波,消除强噪声的干扰,消除因环境温度和天线接地情况造成的零点漂移现象,依据分析结果确定各类滤波器的相关参数,完成滤波处理,必要时要进行振幅谱频率谱分析,用来突出有效反射波压制无效干扰波^[10]。

5 结语

论文通过对桥隧工程检测中探地雷达的应用进行分析与研究,得出以下结论:

第一,探地雷达在桥隧工程检测方面具有良好的应用价值,无损、快速、传递信息量大等都是其优势,也是进行普查性工程检测更合适的选择。

第二,探地雷达工程检测技术有效率高、判断准确、速度快,等特点,更加适合长大隧道的快速无损检测。相关资料必须经过处理,才能用于解释,当我们进行数据解释时,还要把单道雷达图形与完整的雷达图形结合起来,有助于更加精确的判断。

第三,在使用探地雷达针对性地对桥隧进行检测之前,必须对桥隧结构足够了解,还要清楚围岩的电性参数以及工程检测的目的,从而制定合理的检测实施计划,选取适合的天线,并在检测过程中清晰标注波速、标记检测里程。

第四,经过大面积的、多次桥隧工程检测,可以获得大量的桥隧检测一手资料,从这些检测结果中我们可以分析出桥隧出现质量问题的主要原因,并通过系统成像,更加直观地得出检测数据,推动检测技术的更新与发展,这些成果都可以为后期的同类桥隧检测工程,提供很大帮助。

参考文献

- [1] 潘海结.探地雷达在桥梁工程检测中的应用研究[D].重庆:重庆交通大学,2012.
- [2] 刘胜峰.地质雷达应用于公路隧道衬砌无损检测的实验研究[D].长沙:长沙理工大学,2007.
- [3] 杨进.隧道衬砌质量评价与探地雷达无损检测模型试验研究[D].长沙:长沙理工大学,2008.
- [4] 徐莹,徐宏武.探地雷达和超声波法在混凝土结构检测中的应用[J].土木工程与管理学报,2012(2901):97-101.
- [5] 吕凡.探地雷达在隧道质量检测中的应用研究[D].西安:长安大学,2007.
- [6] 路士义.声波层析成像在桥梁混凝土质量检测中的试验研究[D].沈阳:沈阳大学,2018.
- [7] 李保俊.试验检测技术在道路桥梁检测中的应用[J].科技与创新,2018(14):160-161.
- [8] 李腾.道路桥梁检测中无损检测技术的应用分析[J].工程技术研究,2019(408):48-49.
- [9] 耿新雷.道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用简述[J].安徽建筑,2019(2610):215-217.
- [10] 罗利.基于无损检测技术的桥梁检测与损伤评估[J].四川建材,2020(4609):31-32.