

探地雷达法在道路空洞检测中的应用探究

李 兰

北京国电经纬工程技术股份有限公司 北京 100085

摘要: 目前,我国市政道路空洞事故频发,居民正常生活受到影响,人民财产和生命安全受到损失。探地雷达作为一种地质勘探探测技术,可以在不破坏地质表层结构的情况下,快速准确地判断地球浅层结构的土壤环境。因此,它已逐渐发展成为检测道路疾病的有效测量方法。

关键词: 探地雷达;道路空洞;应用

引言:道路空洞的检测是道路维护工作中的一个非常重要的环节,为了保障人民出行的安全,减少交通事故的发生,提高道路安全性,对道路空洞的检测工作十分迫切。为了解决这一问题,道路空洞检测中的探地雷达法应运而生。

1 探地雷达技术的应用原理

探地雷达(Ground Penetrating Radar,简称GPR)是一种非侵入式的地下勘探技术,常用于地质环境勘探、建筑物结构、花石纹的发现、道路桥梁检测、金属水管检测以及探寻历史文物等领域。GPR技术的应用原理基于电磁波的反射、折射和漏泄原理。探地雷达技术基于电磁波的工作原理。在使用GPR检测仪器时,一台调制器会发送高频电磁波到地下,频率范围一般为10MHz到5GHz之间。这些电磁波沿着地下传播,碰到地下的物体时,在物体周围会发生三种现象:反射、折射和漏泄。

(1)反射:反射是指电磁波碰到地下物体表面时,一部分电磁波发生反弹并沿着原来的路径返回到GPR探头。因为反射返回的电磁波被地下物体所影响,所以这种方式能够提供关于地下物体大小、深度和形状等信息。(2)折射:折射是指电磁波在穿透媒介时的偏转现象,由于地下物体介电常数等特性的不同,导致电磁波在穿透媒介时会发生折射。因此,通过地下物体对于电磁波的折射能够得出地下物体的具体密度和介质性质。(3)漏泄:漏泄是指电磁波在穿透地下某些介质时,一部分电磁波散射并穿透到地层表面。这种方式也称为地滑波(ground-coupled wave)。地滑波可以提供地下物体的粗略测量结果。(4)结论:通过检测仪器的分析和计算,我们可以对反射、折射和漏泄的信号进行分析,并得到一系列图像和数据。这个过程可以直接提供地下的深度、地下物体的大小、形状、密度等相关信息。因为各种物质对电磁波的反射和吸收有着各自的特征,因此通过分析这些信号,我们能够准确判断探测到的地下物体

或化石的类型^[1]。

2 探地雷达法在道路空洞检测中的优缺点分析

(1)优点:1)非破坏性:探地雷达法是一种非破坏性的检测方法,对于道路路面以及地下管线等构建不会造成破坏和影响。相较于传统的勘探方式,如开挖或钻取,探地雷达法可以减少劳动力成本以及减少造成的环境污染,且不会破坏周围环境和设施。2)检测速度快:探地雷达法可以在很短的时间内进行大量数据采集和处理,不仅大幅减少了检测时间,且数据采集后可以自动生成与道路空洞有关的图像和报告,以便于分析和查看以及后续处理的决策。3)面积覆盖范围大:探地雷达法可以较为轻松地对宽面积范围进行检测。较大的检测面积可以通过控制雷达的覆盖区域来完成,大大提高了数据的准确率和采集效率。4)探测深度高:探地雷达法可以检测到地下深度不同的地物(包括道路空洞),检测深度在10米以内,具有高精度。

(2)缺点:1)仅适用于特定条件下使用:在某些基地下构造比较复杂的情况下,探地雷达法的检测精度可能受到限制,如土层厚度和导电率不同,难以准确确定空洞大小和深度以及密度。2)收到环境因素的影响较大:不同环境下,探地雷达法的数据采集与处理精度可能会受到较大的影响。例如,潮湿的气候或雨天会使传感器的运行受到影响,导致数据准确性下降。3)线性探测不足:探地雷达法进行探测时,通常只能进行线性探测,也就是说如果存在更复杂的道路空洞情况,可能需要多个探头或者有更先进的控制硬件电路才可以实现相应的探测。4)数据处理复杂度较高:探地雷达法的数据采集有时需要对不同的地质情况进行更为细致的处理,需要进行比较复杂的数据处理。这需要设备的应用者在数据处理方面具有专业技能和经验,否则可能会影响检测结果的准确性。

3 控制探地雷达法在道路空洞检测中的影响因素和

误差分析

3.1 影响控制探地雷达法的因素

(1)地下构造：地下构造的材料类型、厚度、电导率等因素，会对探地雷达法的反射影响产生显著的影响。这些因素通常被称为地下构造的介电性质，会对雷达信号的传输和接收产生显著的影响。(2)反射路径：雷达信号在探测中会遇到道路空洞以及另一侧的地下构造，会造成强烈的反射，会产生第一个峰值、二次反射等误差，进而影响到数据的准确性。(3)探测系统的参数和效果：探地雷达的探头参数、电缆和放大器、环境噪音等参数，都会对控制探地雷达法的效果产生影响。放大器和电缆的选择也必须仔细考虑，以确保数据处理的合理性和准确性。(4)噪声：在空旷的道路区域内，噪声将成为占主导的信号，使得探地雷达法难以提取有效信号，并对空洞的探测精度产生极大的影响。

3.2 控制探地雷达法误差的分析

(1)地下构造对数据的影响：地下构造可能对雷达信号的传输和接收产生显著的影响，使得数据的准确性受到很大的影响。在探空操作中，应对地下构造及其特性进行全面清晰的了解，以便在数据解释阶段准确识别和排除相关误差因素。(2)噪声：噪声可能会对控制探地雷达法的数据探测结果产生显著影响。为了减少噪声对数据采集的影响，探测可以在夜间进行，轻易的声源遮挡控制以及环路控制噪声等，来优化探测效果。(3)探地雷达系统的效果：探地雷达的系统效果将对数据误差产生显著的影响，并可能导致错误结果的产生。因此，在控制探地雷达法的过程中，需要确保探头、电缆和放大器等设备的设定参数一致，且在整个探测工作全过程中保持稳定。以便使得控制探地雷达法产生的误差降低到最小^[2]。

4 探地雷达法在道路空洞检测中的应用

4.1 道路调查和预设异常区域

在进行探地雷达法检测之前，首先需要对目标区域进行调查和预设异常区域。道路空洞检测一般会选择路面出现明显的坑洞、裂缝等区域进行预设，以此来减少检测范围，并提高检测效率和准确度。

4.2 参数设置

在目标区域确定之后，就需要对探测工具进行参数设置，以保证获取到高效率、高准确度的检测数据。也就是说，探地雷达法需要根据已知的材料特性、目标深度及探测机器等要素，设定雷达发射波形、接收波形、探测深度、波形采样及处理的方法，以及图像输出等参数。

4.3 进行实际测量

当参数设置完成之后，就可以进行实际的测量工作

了。在测量过程中，探测工具会发出电磁波，当这些电磁波穿透路面后，被地下的空隙、洞穴、管道等物体反射并返回到探测工具，根据探地雷达法技术原理可以生成图形数据。

4.4 处理和分析数据

在测量完成之后，需要通过数据处理软件对数据进行处理和分析，得到最终的图形和结论。这项工作通常交由专业人员来完成，使用专业的数据分析软件来产生矢量图形和数据报告。此数据报告一般呈现为彩色三维图形，清晰地显示出空洞和其他地下结构。

4.5 结果报告

对于得到的结果和数据，也需要开展精细分析，得出实际的结论。这些结论可以用于制定针对性的补救方案，修补路面空洞等异常情况。对于不同类型的道路以及道路之间的差异，也需要根据实际情况进行分析，制定相应的探测方案。最终形成报告，给路政管理部门和其他有关单位提供参考。

5 探地雷达法在道路空洞检测中的应用案例

5.1 案例一：道路空洞检测与修补工程案例

本案例位于某城市南区，由于下暴雨的长时间侵蚀，对环行道路所在的地下综合排水管道产生了沉降，管道内部出现了裂缝和破损，导致路面出现了明显的空洞。

首先，通过专业人员对环行道路空洞区域进行勘测、标注和定位。确定空洞位置后，持续对该区域进行控制，在一定时间内多次开展探地雷达的检测，以获得更为细致和客观的检测结果。探地雷达设备能够将探头向地下自动发射电磁波进行检测，在检测时要注意标定地质界面，才能确保数据的可靠性。经过多次检测发现，路面空洞部分下方约为3米处出现了地下综合排水管道的故障，有水渗入到路面中，形成了空洞。然后，检测人员有针对性地探测了这个区域，进而对管道损坏的程度和位置进行标注。探测数据分析后，发现管道损坏位置的大小大约为30*30平方厘米，厚约2厘米。确定了张裂口的具体位置后，工作人员对该区域进行了彻底清理。在清理结束后，进行方案记录、设计维护方案施工。维修方案最终确定了选择打孔进行修补。维修过程中，为保障最终修补效果，探地雷达技术一再使用，通过实时监测修补效果，确保修补顺利完成。最后，按照最终修补方案将机械设备带到井下，利用纵向开辟管道进入钢丝和弹性体的介质打进高压泡沫水泥悬浮于介质中，形成桥梁效应，使其表面平滑，固定牢固。最后，对修补完成后的管道进行了再次探测和验证，证实管道状态良好，风险大大降低。

在这个案例中,探地雷达技术可以被广泛应用于道路空洞检测,并成功实现地下综合排水管道问题的准确定位和修复。探地雷达法能够提供非侵入性的检测解决方案,可在道路管理中为工程师们提供更准确、更详细和更可靠的信息,以便于设计出更多元化的策略,进而实现更加高效的检测和维修效果。此外,通过监测,工程师能够及时了解整个维修过程中细微的变化,提供了有效的改进方法,保证了道路空洞修复的顺利进行和升级,提高了道路安全性,为行人和车辆提供了更好的保障和帮助。这也说明了探地雷达技术在道路空洞检测和管道维修方面的巨大潜力和优越性。探地雷达技术可以在使用方面非常方便,不需要对道路进行任何破坏,能够准确且快速地获取实时的检测数据,提高了工程师们的工作效率和准确性,也大大降低了维修成本和时间。总结来说,探地雷达技术在道路空洞检测和管道维修中的应用非常重要。其能够非破坏性检测地下问题,提供实时的维修数据,方便工程师进行问题识别和修补方案的设计。同时,探地雷达技术高效、便捷、准确,为道路的安全和通行保驾护航。探地雷达技术的应用前景十分广阔,在城市规划、地铁建设以及地下管道维护等方面应用广泛,对于提高城市建设和管理水平将发挥至关重要的作用^[3]。

5.2 案例二:应用探地雷达法定位并且检修地下综合排水管道的故障

在本案中,探地雷达法被用来检测地下综合排水管道的故障。使用探地雷达设备,可以在非侵入性的情况下检测管道内部损坏情况,并确定管道损坏程度的相关数据。在本案例中,经过多次探测分析后,地下综合排水管道损坏位置被定位在管道多个弯曲的交接处。首先,需要确定探测/检修区域,这通常可以通过现场勘测和图纸分析进行确定。然后,需要准确地测量和标记检测/检修区域,在确定好的区域内进行反复检测,以获得最准确的数据和结果。根据数据分析和评估,定位管道损坏的具体位置和程度,并制定相应的维修方案。随后,根据管道损坏程度和位置,维修方案被制定为更换管道损坏区域的环节。具体地,先进行表层土壤清理,把堆积物和外来杂物清除干净。接着,用明锤挖掘地面,清除掉老管道,将新管道与老管道相接并且接口

处密封胶粘贴,使其更牢固,并加固支撑支架。最后,再在维修部位周边运用压路机压实,以确保路面平整。维修过程中,探地雷达技术仍然被广泛应用,通过实时检测和监测管道维修的整个过程,以确保修补的质量和效果。到最后,测试人员再次使用探地雷达技术检测和验证管道状态,证实管道已经完全恢复正常。因此,本案例中,探地雷达技术成功地影响了整个道路维护的过程,找到并成功修复了地下综合排水管道的故障。本案例表明了探地雷达技术在道路空洞检测和管道维修方面非常重要。探地雷达技术不仅迅速、有效地定位了地下管道故障,还能够非破坏性地提供实时检测数据和为管道维修方案提供精确和准确的支持。同时,探地雷达技术的高效性可以降低修补成本和时间,为道路安全和通行保驾护航。在城市维护和管理中,探地雷达技术将发挥越来越重要的作用,提高城市建设的水平和质量。

结束语

探地雷达技术在道路空洞检测中起着至关重要的作用。其高效性、便捷性和准确性可以为工程师们提供更加详细和可靠的数据,方便了道路空洞的定位和修复。本文运用案例详细介绍了探地雷达技术在道路空洞检测和管道维修中的应用,强调了探地雷达技术在道路维护和管理中的巨大优势和发展前景。探地雷达技术的广泛应用将大大提高城市维护的效率和质量,为城市的可持续发展提供了重要的技术支持。为了更好地实现城市发展目标,我们应该不断加强探地雷达技术的应用,提高其的全面性、可靠性和高效性,发挥其在城市管理中的重要作用,以推动可持续城市发展的实现。

参考文献

- [1]许泽善,简世凯,覃谭,等.探地雷达在道路脱空空洞病害检测中的应用[J].工程地球物理学报,2019,16(1):116-125.
- [2]张华,郑彬彬,李苗鑫,等.无损检测技术在道路工程隐性病害中的研究进展[J].黑龙江交通科技,2019,42(6):37-39+41.
- [3]郭士礼,段建先,许磊.GPS在探地雷达探测城市道路空洞隐患中的应用研究[J].地球物理学进展,2020,35(3):1135-1140.