

探地雷达技术在道路检测中的应用

陈威

重庆正道路桥工程质量检测中心有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i1.6437

[摘要] 探地雷达技术是一种高效率、无损伤、非接触并且具有高分辨率的检测技术，能够为地质勘察、建筑工程等提供有效的检测。在应用探地雷达技术进行道路检测时，可以对路面结构、路面损伤、隧道、地下管线等进行全面检测，了解道路结构是否存在异常，周围环境会对道路工程造成何种影响。为了保证探地雷达技术在道路检测中应用合理，工作人员还需要做好探地雷达设备选择、检测方案规划等多项工作，提升道路检测的准确性。

[关键词] 探地雷达技术；道路检测；应用

Application of ground-penetrating radar technology in road detection

Chen Wei

Chongqing Zhengdao Road and Bridge Engineering Quality Testing Center Co., LTD

[Abstract] Ground exploration radar technology is a kind of high efficiency, no damage, non-contact and high resolution detection technology, can provide effective detection for geological survey, construction engineering, etc. When applying ground penetrating radar technology for road detection, the road surface structure, pavement damage, tunnel and underground pipeline can be comprehensively detected to understand whether there is any abnormality in the road structure and the impact that the surrounding environment will cause on the road engineering. In order to ensure the reasonable application of GPR technology in road detection, the staff also needs to do a good job in the selection of GPR equipment, detection scheme planning and other work, to improve the accuracy of road detection.

[Key words] ground-penetrating radar technology; road detection; application

道路检测是了解道路质量与安全性的重点工作，在检测中运用探地雷达技术能够比较快速、准确的得出检测结果，为道路情况分析提供可靠依据。探地雷达技术是一种利用电磁波进行检测的技术条件，能够在非接触、无损伤的条件下对工程结构进行检测，在道路工程检测中有着较高的应用价值。探地雷达技术在实际应用时，需要考虑其数据处理要求，分析检测任务的相关条件，结合道路工程实际合理的运用检测技术，能更好的满足道路检测的需要。

一、探地雷达技术分析

1、探地雷达技术原理

探地雷达是运用电磁波进行检测的技术，主要利用了电磁波传输、反射、回波等技术。探地雷达可通过探测设备发出电

磁波信号，电磁波信号在经地面反射后由探测仪器接收并进行数据处理，随后得出物体信息。探地雷达可用于地质勘察和建筑物工程检测，能够将电磁波信号转化为可视化数据，进而了解被测物体的结构与物质信息^[1]。随着技术的发展，探地雷达在土壤探测、地下建筑探测、道路检测等方面都有良好的应用，可以保证检测的准确性。

2、探地雷达数据处理

探地雷达技术在应用时可通过数字滤波、背景消除、偏移处理、静校正切除等方式进行数据处理，保证数据结果的可靠性。探地雷达在接受数据时，除了接收反射的电磁波外还会接收到其他干扰信号，而数字滤波技术可以分离不同频率的谐波，经算法处理后去除频率范围外的波，突出目标信号，保证

检测结果的准确性。探地雷达在采集背景噪音后，可通过背景消除技术消除干扰信号，突出检测目标信号，从而提升探测准确度^[2]。当探测地下介质交界处时，部分反射点距离测点有一定距离，容易产生信号位置的偏移，而探地雷达数据处理可以通过偏移处理技术进行处理，提高其分辨率与准确性。静校正切除可以切除雷达波在空气中运行的相关参数，保证收集到结构信息的准确性与完整性。

3、探地雷达技术的优势

探地雷达具有高效率的特点，运用专业的雷达仪器设备接收反射电磁波，能够在短时间内获取大量数据，满足工程结构检测的需求，整个检测过程方便快捷，检测效率较高。探地雷达具有高分辨率的特点，随着技术的不断发展，探地雷达能够对各类数据进行精准分析，清晰的显示地下物体特征，通过数据处理技术排除各种干扰因素，得出更加准确的检测结果。探地雷达具有无损伤的特点，在实际工作中探地雷达通过非接触方式进行探查，能够避免传统检测过程中对物体带来的损伤，也能够减少很多探测中的误差，具有较高的应用价值^[3]。

二、探地雷达技术在道路检测中应用

1、路面结构检测

探地雷达可用于道路路面结构检测，了解路面与基础层的深度、构造、强度等参数，评估路面结构质量，保证路面的安全性与可靠性。探地雷达在路面结构检测中应用，能够对路面结构层厚度进行检测，通过电磁波在路面结构层传播的时间以及不同面波结构层传播速度，计算路面结构层的厚度。探地雷达除了可以了解路面结构层差异外，还可以识别路面基层脱空等情况^[4]。道路在长期使用过程中可能由于自然、人为等多种因素影响，而产生基层与填土层之间的脱空，路面下空洞会严重影响道路的寿命和使用质量，而探地雷达可以通过检测技术的应用，判断基层与填土层之间的脱空，分析路面结构下层空洞，对沥青剥落情况进行分析等，准确了解路面结构变化，给路面结构评价提供更准确的数据。

2、路面损伤检测

探地雷达可对路面损伤进行检测，能够准确测得路面裂缝、空洞等情况，了解道路是否存在安全隐患。不同路面结构的裂缝情况不同，裂缝发育特征也存在差异，探地雷达可以在非接触的条件下，利用超声波探查道路裂缝损伤，判断张拉型、挤压型、错动型裂缝的不同情况^[5]。探地雷达在进行路面裂缝分析时，可以结合探查的地质条件，综合评估裂缝特征，通过天线频率的调整以及反射波轴线的探讨，获得更加准确的裂缝

数据。除了裂缝数据外，探地雷达还可以对路面蜂窝式损坏、剥落情况、风化层状态等进行判断。利用探地雷达获取足够多的道路损伤信息，为后续道路修复与改造提供可靠依据。

3、隧道检测

探地雷达可用于隧道内部结构检测，节约隧道检测的人力物力资源，提升检测准确性。工作人员可以通过探地雷达对隧道内部展开电磁波检测，根据获取的声波速度，了解隧道岩土层厚度、地形形状、水位变化等各项信息，为隧道建设以及隧道的使用安全性提供良好指导。探地雷达在隧道内部结构检测中应用，还可通过探测技术检查隧道内裂缝、腐蚀等情况，精准定位隧道内裂缝的位置，分析裂缝程度，并对隧道腐蚀等情况进行评估，及时发现隧道的安全隐患，便于进行隧道安全管理。

4、地下管线探测

利用探地雷达进行道路检测时，可以对地下管线情况进行检测，测量管道的深度、位置等，绘制地下管道的信息，便于道路改造工作的进行。探地雷达在进行地下管线检测时，可根据管道反射波组判断管道所在的位置，对管道埋藏深浅进行分析。探地雷达在地下管线探测时，可以对金属管道、非金属管道进行探测，适用性更广，能准确探知道路结构下方的塑料管道、混凝土管道等情况。探地雷达的探测深度比较大，能够在非侵入的情况下实现地下50—100米的探测，能够准确了解管道分布情况，为道路路基施工等提供可靠的数据。

5、地下水位监测

探地雷达在地质勘查中应用使其能够为道路检测提供准确的水文地质情况勘查，通过对地下水位的监测以及地下水情况的分析，获取准确的地质信息，便于道路工程开工建设。道路工程建设会受到水文地质因素影响，探地雷达可以对地质情况进行勘查，能够测量地下水位的位置，了解地下水位变化，并配合其他勘探技术分析地下水情况，对道路工程施工建设条件进行分析，辅助工作人员制定科学的施工方案，提高道路建设的质量。

三、探地雷达技术的应用要点

1、规划检测内容

探地雷达技术在道路检测中应用，应该做好检测内容的规划，根据道路工程的实际情况制定科学的检测计划，确保探地雷达技术应用的合理性。工作人员在应用探地雷达检测前，要对道路工程的具体情况进行分析，收集汇总道路工程的各项数据资料，对路基工程、软基处理、桥涵工程、路面工程等不同

结构的基本资料进行分析,结合其工程量表等数据内容,规划本次探地雷达检测的主要任务。此外,还需要提前汇总工程所在地的地形地貌条件、自然气候条件、工程地质条件等信息,尽可能丰富检测前的各项资料,应对检测中可能出现的问题,在检测数据处理时能更好的降低误差,提高检测的准确性^[6]。

2、选择检测设备

探地雷达检测在道路工程中应用时,需要根据道路工程的特点选择合适的检测设备。工作人员需要提前规划好探地雷达主机、组合天线等设备,确保其能够在道路检测中发挥良好的作用。探地雷达主机的技术指标需要满足道路工程检测需求,其系统增益需达 120dB 以上,信噪比应在 60dB 以上,信号叠加次数可根据实际情况任意选择,采样时间间隔应在 0.5ns 以内。探地雷达主机的实时滤波功能、位置标记功能、现场数据处理功能等应该完善,满足探测道路结构的需求。在准备探地雷达设备时,要对其组合天线的性能进行检查,确保探地雷达组合天线具备屏蔽功能,天线最大探测深度不小于 2m,垂直方向分辨率应在 2cm 以上,更好的满足检测工作的需求。除此以外,还要注意探地雷达设备的适应性情况分析,确保探地雷达装置能够在对应温度、湿度条件下工作,避免由于温度过高等因素导致设备出现异常。

3、现场检测准备

为保证探地雷达能够对道路进行准确检测,还需要对被检工程场地进行调研和准备,尽可能全面的记录各项信息,确保探地雷达技术检测结果准确。工作人员在开始检测前要广泛收集道路工程的设计与施工资料,需要对现场环境条件进行调研,尤其注意特殊施工段结构物的标记,在应用探地雷达检测时应格外注意相应位置的检查。对工程现有病害问题进行调查和记录,并根据相关资料确定病害所在位置,便于后续应用探地雷达详细了解病害情况。对道路情况进行综合分析,采用测量轮对道路基础数据进行采集,并在检测开始前进行测线布置。工作人员可通过纵向布线方法布置测线,对所有车道沿纵向布置测线,部分具有代表性的低段还需要横向布线,病害严重部位可对测线进行加密,并根据缺陷目标情况设置专门测线。检测开始前还需要标定现场的结构层材料等介质参数,注意若检测长度在 10km 以上,需要适当增加标定点数。

4、现场检测要求

检测开始后根据提前制定的方案开始进行现场各项参数的测定,应用探地雷达时要根据目标特征为依据设定检测参

数,包括天线中心频率、时窗、采样率、测点距离等,不同检测参数在应用时需要根据公式条件进行测算。探地雷达测量点之间距离应使目标体至少有 5 条扫描道通过,可应用测量轮进行距离的连续测量和采集,特殊地段还需进行点测。现场检测工作要完成测线位置、测线编号、天线行进方向、标记点间距离、天线类型等记录,确保记录的准确与完整。检测过程中工作人员要加强对仪器设备的控制,保证探地雷达天线匀速、稳定沿直线前行,检测时减少天线晃动,避免不必要的绕行,移动时速度不宜过快,避免数据丢失,保证检测的稳定性。检测过程中要密切注意雷达图像的变化,记录道路检测中的异常段,在后续进行复检或加密检测。工作人员需要随时记录可能影响探测结果的障碍物,对障碍物形态、类型等进行记录,便于后续数据分析处理。检测完成后需要进行数据处理分析,工作人员要确保数据清晰、完整,选用专业化数据处理软件进行数据的分析,选择适宜的处理参数去除干扰信号、保证信噪比,获得准确的处理剖面图,进而评估道路工程的具体情况。

结束语:

探地雷达技术在道路检测中有着良好的应用价值,操作方便、快捷,检测准确率高,能够避免传统检测中的各种误差。在应用探地雷达技术时,需要认真分析道路检测的工作要求,结合路面结构特点与检测任务要求,选择合适的设备条件,开展路面结构、路面损伤、地下管线等各项检测,保证检测工作顺利进行,提高检测结果的准确性,为道路质量评估提供可靠的依据。

[参考文献]

- [1]李枫.探地雷达技术在道路检测中的应用[J].交通世界, 2022, 14 (35): 58-60+63.
- [2]陈光谋.探地雷达技术在道路检测中的应用[J].交通世界, 2022, 25 (27): 106-108.
- [3]王晓鹏.探地雷达技术在道路检测中的应用[J].中国高新科技, 2020, 11 (14): 106-107.
- [4]陈运飞, 刘士海, 李东海.基于探地雷达技术的道路检测探究及应用[J].市政技术, 2018, 36 (01): 20-22.
- [5]陈军.地质雷达技术在道路验收检测中的应用[J].中国市政工程, 2010, 09 (06): 4-5+75.
- [6]杨建金.基于探地雷达技术的道路检测探究[J].中国新技术新产品, 2010, 24 (21): 12.