

地质雷达在隧道工程无损检测中的应用

郝 烁

北京铁城检测认证有限公司 北京 102600

【摘 要】：工程质量检测是隧道施工过程中非常重要的部分，在质量检测工作开展的过程中最常用的就是地质雷达法，这种方法便于操作，且不会对施工造成影响，因此被广泛的应用于隧道检测工作中。本篇文章主要对地质雷达检测技术的作用原理进行详细的阐述，并对地质雷达无损探测技术在隧道质量检测工作中的应用进行研究与分析，以此来提高技术水平以及应用效果，促进检测工作顺利进行。

【关键词】：隧道；地质雷达无损探测

Application of Geological Radar in NDT of Tunnel Engineering

Shuo Hao

Beijing Tiecheng Testing and Certification Co. Ltd. Beijing 102600

Abstract: Engineering quality testing is a very important part of the process of tunnel construction, in the process of quality testing work is the most commonly used is the geological radar method, this method is easy to operate, and will not affect the construction, so it is widely used in the tunnel detection work. This article mainly expounds the action principle of the geological radar detection technology in detail, and studies and analyzes the application of the geological radar damage-free detection technology in the tunnel quality detection work, so as to improve the technical level and the application effect, and promote the smooth progress of the detection work.

Keywords: Tunnel; Geological radar non-destructive detection

随着经济与科技的快速发展，我国的交通运输行业随之快速发展起来，地质雷达无损探测技术在实际应用的过程中非常高效，同时不会对隧道造成一定损伤，因此被广泛的应用于隧道无损检测工作中，已经取得了一定的成就。通过该技术的应用，有效的提高隧道检测工作的质量与效率，从而使得隧道更加的安全。但是根据实际情况来看，检测工作在开展的过程中能够还存在一定的问题，对隧道的质量造成影响，因此为了保证隧道安全的运行，施工人员必须要定期的对隧道进行维修与养护工作。

1 地质雷达无损检测技术介绍

1.1 地质雷达无损检测技术介绍

当前，我国交通行业快速发展起来，各种设备设施也逐渐的完善，对于隧道而言，隧道质量是重中之重。在以往的隧道建设工作中，一般都是采用了爆破的方法进行开发，从而导致隧道在后续施工工作中存在非常多的安全隐患问题，对施工造成严重的影响，容易引发各种事故问题。

1.2 地质雷达无损检测技术主要条件

对于地质雷达无损探测技术而言，主要是利用天线来回传输的信号强弱来对隧道的损伤问题进行检测。工作人员通过对信号的全面分析来对隧道的实际情况进行充分的了解，在此基础上对隧道的质量进行进一步的判断，找出隧道内部存在问题的具体位置，该技术的应用不会对隧道造成影响，因此被称为无损探测技术。介质不同，电磁波传递的速度也具有一定的

差异性，根据研究可以发现，介质中的含水量对介质有着直接的影响，通过该技术的应用，能够有效的解决以往使用技术中存在的问题，避免了传播介质对质量检测造成的影响，使得检测结果更加的准确可靠，同时也有效的提高了检测的质量与效率。

1.3 地质雷达无损检测技术的基本原理

在隧道质量检测工作开展的过程中采用地质雷达无损探测技术，不仅能够有效的提高检测工作的质量与效率，还能够使得检测结果更加的准确，该技术在实际应用的过程中主要是通过发射以及接收电磁波，并对各种相关的数据信息进行全面分析与处理，以此能够判断出隧道的实际情况。接收信号控制器以及信号天线在该技术应用过程中起着非常中啊哟的作用，通过控制器的应用能够有效的对信号进行控制，从而能够将信号传递给天线装置，之后再利用天线装置来将接收到的信号传递出去，并接收传递的电磁波。在地质雷达无损探测技术实际应用时，就是通过天线装置来将电磁波发射出去，并随着隧道内部的衬砌或者是其他的介质中进行传递，在传递的过程中如果电磁波遇到了缝隙等，则信号就会出现折射的情况，经过折射之后的电磁波会被重新的搜集，并对其进行处理，利用显示屏将这些波纹显示出来。一般情况下，信号传递的时间越长，则信号反射也需要花费较长的时间，如果隧道内部并没有缝隙等各种问题，则反射出来的信号强度就会越强，在检测工作开展的过程中就是以此内容开展。

2 地质雷达无损检测技术在隧道质量检测工作中的应用

在某地区的隧道工程项目中,隧道的宽度在11米左右,隧道的高度在5米左右。该隧道埋入的深度比较浅,主要经过了粉砂岩以及泥岩,其中风化层的厚度比较大。通过对实际情况的全面分析,选择在隧道质量检测工作开展的过程中选用地质雷达无损探测技术,通过该技术的应用能够有效的提高检测工作的质量与效率,具有巨大的优势,其次,在技术实际应用的过程中必须要重点关注以下几个要点问题。

2.1 准备工作

为了能够促进检测工作顺利开展,充分的发挥出地质雷达无损探测技术的作用,必须要在实际工作开展之前提前做好准备工作,结合实际情况选用合理的设备以及仪器。在对天线进行选择的过程中,必须要保证天线能够与探测工作中的目标以及隧道的深度相互符合,具有较高频率的天线能够探测较浅的隧道,且具有非常高的分辨率,具有较低频率的天线能够探测深度较深的隧道,且分辨率比较低,一般情况下在隧道的检测工作开展的过程中应当选择频率在600兆赫兹作用的天线。不同的频率的天线能够探测的隧道深度是不同的,因此在质量检测工作开展的过程中,必须要结合实际情况来选择天线等各种设备仪器,保证设备能够与隧道的实际情况相互适应,以此才能够充分的发挥出设备仪器的作用。

2.2 要点问题

(1) 支护混凝土厚度的检测

在隧道质量检测工作开展的过程中需要加强支护厚度的检测,该工作是非常重要的部分,在该工作开展的过程中应用地质雷达无损探测技术,在检测工作开展的过程中需要从多个角度出发进行不断的优化设计,一般情况下天线发射雷达波的速度是非常快的,首先能够接受到的为空气直达波,之后为表面直达波,最终为反射波。围岩以及混凝土之间物性的差异性会对反射波造成一定的影响,雷达波在传递的过程中经过混凝土以及围岩时,会出现较为明显的振幅,在此基础上能够全面的了解混凝土的厚度。

(2) 衬砌混凝土厚度的检测

在隧道智联检测工作开展的过程中采用地质雷达无损探测技术,在该技术实际应用的过程中必须要加强对二次衬砌混凝土厚度的检测力度。一般情况下,围岩与一次以及二次衬砌之间具有较大的差异性,主要表现与物理性质存在较大的差异性,在此条件下,这三者之间的介电常数也具有一定的差异性,围岩以及衬砌的体现的更加的明显,反射波的振幅出现明显增加的情况,视频率就会很大程度的减少,电磁脉冲在各个结构层页面中会出现反射的情况,在不同的结构层中,电磁脉冲传递的速度具有较大的差异,通过对发射的时间以及反射的速度

进行全面的分析,利用相应的计算公式能够准确的对隧道结构层中混凝土的厚度情况进行准确的计算。

(3) 脱空区的检测

在对脱空区进行检测的过程中需要采用地质雷达无损探测技术,根据实际情况来看,空气与混凝土是完全不同的两种物质,两者之间物性具有较大的差异性,同时两者的介电常数也是不同的,如果隧道中的衬砌混凝土的回填密度无法满足实际的要求,同时围岩以及混凝土之间如果存在裂缝,那么电磁波在穿过空气以及混凝土的界面时就会出现信号反射的情况,如果隧道内部脱空区较大,在图像中围岩界面也更加的清晰,在经过一定实践之后,反射波就会出现增加的情况。

2.3 设备仪器的选择以及检测工作

隧道质量检测工作开展的过程中,地质雷达无损探测技术发挥着非常重要的作用,目前该技术实际应用的过程中所选用的地质雷达一般都是来自于国外的,在实际工作开展的过程中会结合隧道的实际情况来选择合适的设备仪器,不同的隧道条件下,所选用的设备以及仪器类型也是不同的。在隧道质量检测工作开展的过程中,一般都会对三项内容进行检测,第一是对隧道内衬砌层的厚度进行全面的检测,第二是对衬砌以及围岩层的密实性进行检测,第三是对各个岩体之间的电性进行检测,对这些内容进行全面的检测,通过检测工作所获取的各种相关的数据信息能够了解隧道的质量情况,判断隧道内部是否存在缝隙等各种质量问题。利用发射天线将脉冲电磁波输送到地下,电磁波在隧道内部传递的过程中如果遇到电性差异较大的结构成就会出现反射等情况,处理与分析接收到的反射波信号,并利用电脑来将反射波的实际情况详细的记录。工作人员将采集到的各种相关数据信息进行进一步的处理与分析,能够根据反射波的传递的时长、传递的速度、反射波的波形等各方面情况,对隧道具体结构、分布情况进行准确的判断。

2.4 数据信息的采集

在地质雷达无损探测技术应用的过程中最主要的工作内容就是采集并分析相关的数据信息,技术实际应用的过程中必须要保证使用的天线发射信号能够与隧道内部的衬砌很好的结合,工作人员必须要严格的按照地质雷达技术检测的规定与标准开展检测工作,按照设定好的路线将地质雷达进行滑动,通过雷达发射的信号来对隧道内部的信号情况进行一定的认识与了解。一般情况下,雷达在发射出脉冲信号之后,发射的区域中会有五十个左右的监测点,在实际工作开展的过程中,工作人员必须要保证采集数据信息的准确性,在此基础上才能够对隧道的实际情况有准确的认识,判断出隧道是否存在各种问题,从而能够有效的提高隧道的安全性。在雷达检测工作开展的过程中,需要安设测点,在测点安设的过程中需要对隧道的长度进行充分的考虑,以此来保证测点位置更加的合理。

在隧道质量检测工作中需要采用地质雷达无损探测技术，工作人员在应用该技术时对天线信号与隧道衬砌之间的吻合性非常关注，因此在实际工作开展的过程中，工作人员必须要严格的按照检测的规定与要求，保证地质雷达能够按照设定好的线路滑动。在雷达发出相应的信号之后工作人员必须要关注隧道内部信号的实际情况，并搜集好相关的信息。一般情况下，雷达发出脉冲信号的频率大约在 60hz/s，在信号发出之后发射的区域内会有大约 50 个左右的监测点，工作人员需要保证检测工作不会对隧道造成损伤，同时还需要保证搜集到的数据信息准确、可靠，对隧道的实际情况进行一定的分析，之后再利用搜集到的数据信息来对隧道中存在的各种安全隐患问题进行准确的判断。在检测工作开展之前，工作人员必须要对需要进行检测部位的介电常数有一定的了解，具体的流程为以下内容：

(1) 在检测工作开展之前，工作人员需要对支护混凝土的介电常数进行标定，并且对每一处都需要进行反复多次的检测，取每一次检测结果的平均值来作为隧道最终的介电常数。对于长度较长的隧道来说，需要根据实际情况适当的增加标定点。

(2) 在标定的过程中一般可以采用以下几种方法：第一种为钻孔检测法；第二种是在隧道的洞口处使用天线直达波的方法来进行测量。

(3) 在对参数进行确定的过程中，必须要保证目标体的厚度超过 15 厘米。

2.5 数据信息的处理与分析

地质雷达在实际应用的过程中主要采用了电磁脉冲技术，而采集的数据信息一般是以反射波的主要特点为依据。但是在实际应用的过程中隧道的环境条件会对雷达的运行造成一定的干扰，为了避免干扰问题造成的影响，保证检测结果更加的可靠、准确，必须要对原始的数据信息进行整合与处理，这就要求工作人员能够对采集的数据信息进行全面分析。对于数据信息的处理工作来说主要可以分为两个步骤，通过第一个步

骤的数据分析，能够对隧道内部存在的问题进行一定的分析，并且能够通过图像中所显示的频率、位置等各方面，对搜集的数据信息进行判断，从而能够准确的判断出隧道存在的安全隐患问题；第二个步骤主要是利用了相应的软件来已经整理过的数据信息进行处理，并依靠反射波的实际情况，来对隧道内部的实际情况有充分的认识与了解。以支护混凝土的厚度检测以及密实性检测为例：

数据信息分析与解释：

(1) 如果支护混凝土密实：发射的信号强度相对来说会比较弱，显示的图像中反射页面不够明显；

(2) 对于不密实而言：发射的信号强度相对来说会比较强，且图像会较为散乱。

(3) 钢筋：反射的信号会比较强，并且图像会呈现出连续的双曲线。

3 注意事项

目前地质雷达无损检测技术已经被广泛的应用于隧道质量检测工作中，在实际工作开展的过程中必须要对可能存在的问题进行重点关注，比如支护表面如果不平整就对导致检测结果不准确；隧道内部使用的各种机电设备会对雷达发射的电波造成一定的干扰，对数据信息的采集、处理以及分析工作造成严重的影响，因此必须要保证天线能够与衬砌表面具有较好的贴合性，满足实际要求，同时在检测工作开展的过程中必须要控制好雷达滑动的速度，在必要的情况下可以采取相应的措施来保证数据信息的准确性。

4 结语

隧道检测工作涉及到非常多的内容，具有一定的复杂性，地质雷达无损探测技术是目前最常用的技术，该技术能够在不损伤隧道、不影响隧道正常运行的情况下实现质量检测。通过该技术的应用能够对衬砌存在的问题，以及钢筋等各种设施分布的情况进行全面的分析，能够提高隧道检测工作的效率，保证检测结果的准确性。

参考文献：

- [1] 林有贵,周德存,易强,等.路面基层注浆加固质量评价的无损检测方法应用研究[J].西部交通科技,2021(02):8-11+184.
- [2] 牟勇,赵睿.地质雷达在高速公路隧道无损检测中的应用分析[J].黑龙江交通科技,2021,44(02):149+153.
- [3] 薛鹏.无损检测技术在隧道工程质量检测中的应用[J].交通世界,2020(35):123—124+126.
- [4] 祝婕.基于教学能力大赛的道路工程测量教学设计与实施[J].中国教育技术装备.2019(20)
- [5] 赵二龙.道路工程测量在施工过程中的应用探究[J].智能城市. 2020(12)
- [6] 屈晓飞.工程测量在公路上的应用[J].中国住宅设施.2019(09)
- [7] 张杰.关于数字化测绘技术与港航工程测量发展的探讨[J].城市地理.2015(12)
- [8] 赵正林.试论工程测量在路桥施工中的重要性[J].民营科技.2012(04)