

基于探地雷达的沥青路面厚度检测分析

吴忠辉

(长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 在湖南永吉(永顺—吉首)高速公路上选取试验段,运用探地雷达对其沥青路面厚度进行检测,通过探地雷达检测数据和钻孔取芯检测结果的相互比较,验证探地雷达用于现代道路工程结构检测的实用性。

关键词: 公路;探地雷达;沥青路面;路面厚度

中图分类号:U418.6

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2017)04-0093-02

依据中国现阶段路面使用情况,大多数路面正接受严峻考验,路面检测已成为道路运营后养护与维修中不可或缺的一部分。随着中国公路建设的飞速发展,路面的各项性能指标愈加规范,对道路质量检测技术的要求也越来越高,探地雷达作为一种新型检测技术,在道路工程检测中得到普及应用。该文结合湖南永吉(永顺—吉首)高速公路试验段质量检测,分析探地雷达在沥青路面结构层厚度检测中的应用。

1 探地雷达的测试原理

探地雷达是顺应时代的新要求而开发的一种较为新颖的检测仪器,可探测地面以下的构造和形态特征,实现道路无损检测,且使用中不会引起路面其他形式破坏。其主要功能和特点为:1)路面缺陷的各项指标可精确定位;2)可实现无损检测;3)可完整地进行路面检测;4)方便快捷,不受周边环境因素的影响。

1.1 探地雷达的基本原理

探地雷达一般由电脑、发射机、接收机和控制面板等组成(见图1),其工作原理见图2。当探地雷达接收天线的位置移动时,探地雷达反射波瀑图的信号会不间断地显示在仪器上。图3为典型的探地雷达3层路面结构雷达反射波瀑图。

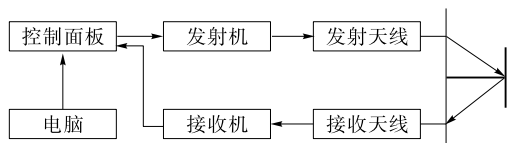


图1 探地雷达的组成

1.2 探地雷达在道路工程中的测试原理

沥青路面检测时,探地雷达采集数据的主要仪

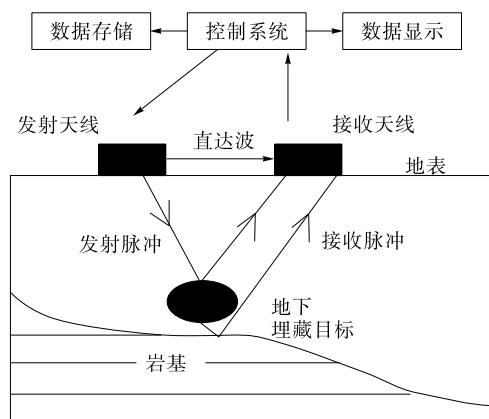


图2 探地雷达的工作原理示意图

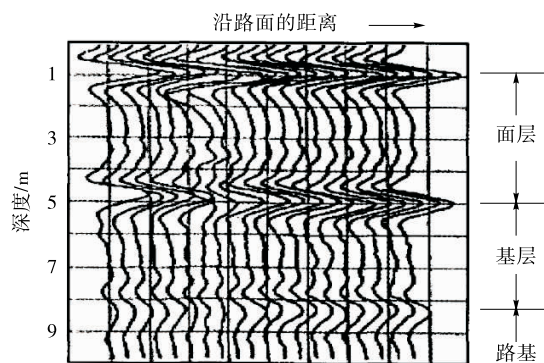


图3 典型的3层路面结构雷达反射波瀑图

器是计算机及A/D转换器。由于数字信号本身相对较小,每个模拟—数字转换器需具备一个参考转换模拟标准。成像系统主要由图像处理软件构成,它能形象地反映探地雷达的信号处理过程,并将检测结果以彩色图像的形式显示出来。

探地雷达检测主要是基于电导率和介电常数等电磁特性指标。探地雷达通过发射天线向地下发射高频电磁波,电磁波在地下介质中传播时遇到存在

电性差异的分界面时发生反射,接收天线接收反射回地面的电磁波,根据接收到的电磁波的波形、振幅强度和时间的变化等特征推断地下介质的空间位置、结构、形态和埋藏深度。探地雷达检测的电磁特性差异效应取决于对象和媒介。一般探地雷达检测的电磁特性差异越大,检测效果越好。其中电磁特性主要由两个参数的相对介电常数和电导率组成。在公路工程实际应用中,探地雷达使用的频率最多,雷达检测路面各项病害的技术也日渐成熟。

2 道路结构层厚度检测

2.1 检测原理

路面结构层厚度是公路工程路面质量评价的一个关键指标。路面结构由许多土体构成,每一层土体的配合比设计、土体用量均可由地质雷达电磁特征显示出来,对其差异性进行分析可判断路面厚度。对于典型的3层路面结构,沥青路面结构层厚度 h 按式(1)计算,第一层(面层)厚度 h_1 按式(2)计算,第二层(基层)厚度 h_2 按式(3)计算。

$$h = vt \quad (1)$$

式中: v 为电磁波在介质中的传播速度; t 为时间。

$$h_1 = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{r1}}} \frac{\Delta t_1}{2} \quad (2)$$

$$h_2 = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{r2}}} \frac{\Delta t_2}{2} \quad (3)$$

式中: c 为光速, $c=3 \times 10^8$ m/s; ϵ_r 为介质的相对介电常数。

2.2 工程实例分析

在永吉高速公路上选取试验段,采用 No-qqln100 探地雷达对其路面厚度进行检测。为验证探地雷达对路面厚度测试结果的精度,同时采用钻孔探法取样进行测试。探地雷达与钻孔取芯检测结果对比见表1和图4。从图4可看出:探地雷达与钻孔取芯检测结果的平均误差较小,探地雷达检测结果的准确性和可信度高。

需注意的是,地质雷达的使用频率不同,路面厚度检测精度会不一样,频率会显著影响探地雷达的准确性,高频雷达检测中不可应用低分辨率。

3 结语

鉴于传统检测技术已很难满足现代公路工程建设需要,越来越多的新兴检测技术得到应用,以探地雷达为代表的检测技术给中国迅速发展的道路行

表1 永吉高速公路路面厚度雷达检测与钻孔取芯结果对比

位置	点号	桩号	路面厚度/cm		误差/%
			钻孔取芯	探地雷达	
超车道	1	K9+611	22.95	21.6	-1.35
	2	K19+655	19.20	20.0	0.80
	3	K29+708	28.23	27.5	-0.73
左幅行车道	4	K39+765	27.08	26.2	-0.88
	5	K51+600	25.48	25.2	-0.28
	6	K60+930	27.28	27.7	0.42
右幅行车道	7	K69+895	27.55	27.0	-0.55
	8	K40+200	23.29	23.2	-0.09

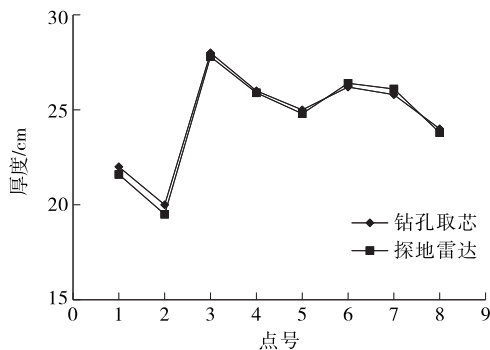


图4 永吉高速公路路面基层厚度检测结果对比

业注入了新的血液。该文结合工程实例,对探地雷达在沥青路面厚度检测中的应用进行分析,与钻芯取样结果对比,其检测精度高,检测结果准确。

参考文献:

- [1] 郑健龙.基于结构层寿命递增的耐久性沥青路面设计新思想[J].中国公路学报,2014,27(1).
- [2] 孙壮心.沥青路面厚度及弯沉检测技术研究[D].大连:大连海事大学,2009.
- [3] 赵燕峰,娄海.道路探地雷达在高速公路检测技术中的应用[J].河南师范大学学报:自然科学版,2004,32(2).
- [4] Daniels D J, Gunton D J, Scott H F. Introduction to subsurface radar[J]. IEE Proceedings, 1988, 135(4).
- [5] 王惠谦.探地雷达概论:暨专辑序与跋[J].地球科学:中国地质大学学报,1993(3).
- [6] 刘恒.路用探地雷达在道路工程中的应用研究[D].大连:大连理工大学,2009.
- [7] 张淑荣,徐涛,朱德强.地质雷达在公路上的应用概述[J].黑龙江交通科技,2005(1).
- [8] 张淑荣,徐涛,朱德强.地质雷达在公路上的应用概述[J].黑龙江交通科技,2005(1).