

地质雷达在深圳机场围堰隔堤抛石深度检测中的应用

Application of Geological Radar in Detection of Riprap Depth in Shenzhen Airport Cofferdam

熊清林

Qinglin Xiong

深圳市建设综合勘察设计院有限公司, 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Construction Survey and Design Institute Co. Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

【摘要】论文介绍了探地雷达检测方法在深圳机场填海围堰工程抛石深度检测中的应用,包括探地雷达检测法的工作原理、工作方法和现场检测工作的布置,并得出了该工程检测的结果,通过与钻探结果对比,证明检测结果可靠,值得推广使用。

【Abstract】This paper introduces the application of GPR detection method in the detection of rock dump depth in reclamation works at Shenzhen Airport, including ground penetrating radar detection method working principle, working method and arrangement of on-site inspection work, and obtained the results of the project inspection, through comparison with the drilling results, it is proved that the test results are reliable and worthy of promotion.

【关键词】探地雷达;软基;抛石深度

【Keywords】ground penetrating radar; soft ground; riprap depth

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i7.940>

1 引言

深圳机场扩建项目位于深圳宝安国际机场的西侧,珠江口伶仃洋东侧,原地貌为海域和鱼塘,规划总占地面积 16.23 平方公里,本期工程占地 13.23 平方公里,其中填海面积超过 10 平方公里。场地普遍覆盖 5.0~12.0m 厚的高含水量、低强度的第四系海相沉积淤泥,软弱地基必须经过处理后才能适应上部结构的建设,本工程采用抛石爆破挤淤及抛石挤淤方法进行软基处理,形成以填石为主的围堰和隔堤。为了查明抛石爆破挤淤处理后海堤填石的深度,判断其是否达到设计要求,并对围堰爆破挤淤效果进行评价,本次填堤围堰工程采用了地质雷达进行了检测。

2 地质雷达使用的原理和方法

地质雷达与对空雷达原理基本相同,都是利用高频电磁波探测技术,地质雷达与对空雷达工作的原始为频率高达数十兆甚至数千兆赫兹,在不同介质之间存在电磁参数的差异。在地面上通过发射天线向地下发射高频电磁波,当电磁波在向下传播的过程中遇到具有电磁差异的介质分界面时,就会有部分电磁波被反射回来,利用接收天线接收反射波,并记录反射波到达时间,这样沿地面逐点扫描,就可以确定反射界面

的深度和形态^[1]。如图 1 所示,设脉冲电磁波从发射天线到接收天线行程需时为 $T(\text{ns})$,则有: $T = \sqrt{4h^2 + x^2} / v$,式中 h 为目的体或界面的深度(m), x 为两天线之间的距离(m), v 为电磁波在地下介质中传播的速度(m/ns)。可见当地下介质中的电磁波波速 v 为已知时,可根据实际测到的精确 T 值,由上式求出界面的深度 h 。 v 可用宽角法直接测量,也可根据公式: $v \approx c / \sqrt{\epsilon}$ ($c=0.3\text{m/ns}$)计算得到^[2],本次工作是通过宽角法试验测量得到 v 值,通过宽角法计算,该工区的平均速度为 0.1m/ns。

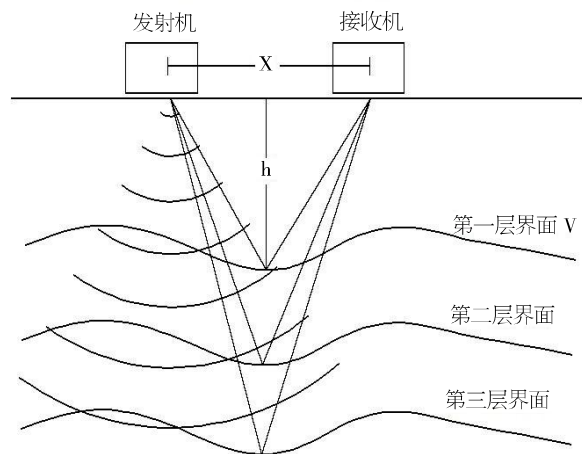


图 1 探地雷达工作原理图

3 现场检测

3.1 检测仪器和参数

本项目使用了加拿大生产的 Pulse EKKO IV 型探地雷达,同时配备较为先进的 IBM 便携式微机进行数据现场采集。根据电磁波理论,雷达的垂直方向分辨率约等于电磁波长的 1/4,也就是说当地层厚度大于电磁波长一半时,就可以为雷达图像识别,而测量时的点距决定了水平分辨率,电磁波的吸收大小决定了雷达探测深度。根据精度及深度的要求,本次检测选用了中心频率为 50MHz 的天线,点距为 1 米,采样间隔 800ps,采用 128 次垂向叠加平均,天线间距为 1 米,发射脉冲电压为 1000V,时间窗口 1000ns。

3.2 检测点布置

根据设计情况,本次检测为 50m 一个断面,围堰断面宽度为 30m 左右,因此,本次检测的断面点距确定为 1 米。

3.3 检测精度

雷达的探测精度取决于天线频率,天线频率越高探测精度越高,但天线频率越高,探测深度越小。根据场地的实际情况和同类工程经验,本次检测采用 50m 天线,探测深度可以达到 25 米,精度误差可控制在 10% 以内。

4 检测结果及分析解释

4.1 解释依据

4.1.1 雷达解释的地球物理条件

填石与其下卧地层(淤泥或黏性土层)具有非常大的电性差异,是探地雷达检测必备的地球物理条件,也为雷达解释提供了重要依据。

4.1.2 填石层及其底界面的波形特征

在填石层的内部,由于石块大小不一,又夹杂少量的泥土或空气,所以波形反映强且杂乱,与其下伏地层有着明显的强反射。在淤泥或黏土的内部介质比较均匀,没有强反射,其中淤泥对电磁波的吸收较强。

4.2 数据处理和结果

户外采集的原始数据,经过增益、滤波、叠加、反褶积、偏移等多种繁琐的技术处理后,才能得到相对清晰的雷达剖面图见图 2。根据上述依据标准,对各雷达剖面图进行了解释,获得了各剖面的解释结果(见表 1)。

表 1 中数据为各断面用地质雷达实测的和钻探测的抛石深

度数据,两者误差要小于 5%,才能满足工程计量的精度要求。

表 1 实测结果与钻探深度对比表(m)

断面里程	水平位置(m)				差值	误差
	9		14			
	实测	钻探	实测	钻探		
R64(K3+600)	11.60	11.40			0.20	1.8%
R70(K3+900)	11.68	11.80			0.12	1.0%
R37(K2+250)			12.32	12.20		
R41(K2+450)			11.68	11.50		
R102(K5+500)					7.32	7.70
					0.38	4.9%
R108(K5+800)					8.88	8.50
					0.38	4.5%

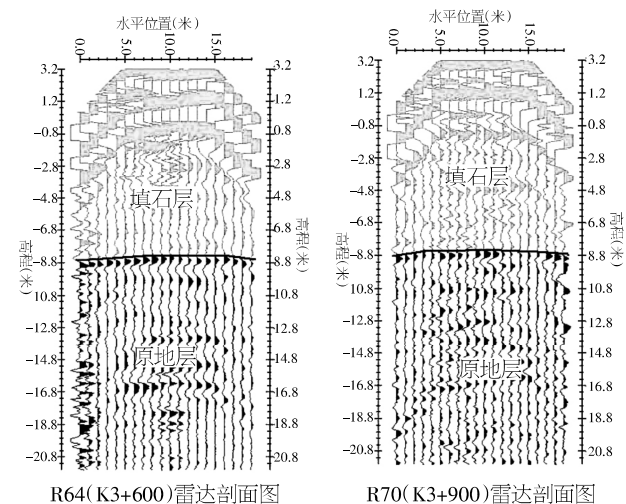


图 2 地质雷达深度剖面图

图 2 为经过转化后的地质雷达深度剖面图。

5 结语

此次雷达探测表明,该方法能较准确地探测出分界面,查明抛石爆破挤淤处理后海堤填石的深度,并与钻探结果基本吻合。另外利用探地雷达技术探测堤坝抛石一方面要满足工程计量精度要求,同时还要结合快速、无损、连续的特点,在同类工程中进行推广应用。

参考文献

- [1]刘康和.探地雷达及其应用[J].水利水电工程设计,1998(4):38-39.
- [2]杨天春,吕绍林,王齐仁.探地雷达检测道路厚度结构的应用现状及进展[J].物探与化探,2003,27(1):79-82.