



地质雷达在海堤围堰 爆破挤淤施工效果检测中的应用

朱瑞虎¹, 郑金海¹, 杨永清²

(1. 河海大学 港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学 土木与交通学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 结合连云港连云新城金海三期东围堰工程, 探讨采用地质雷达方法评估围堰爆破挤淤的效果。通过对雷达图像的分析和解释, 获得围堰抛石的具体范围及深度, 为爆破挤淤的效果提供评价依据, 表明地质雷达对爆破挤淤的探测是行之有效的, 提出的介电常数选取范围可供类似工程借鉴。

关键词: 地质雷达; 爆破挤淤; 围堰抛石; 评价

中图分类号: P 656 文献标志码: B 文章编号: 1002-4972(2015)11-0030-03

Application of ground penetrating radar in construction effect detection of blasting toe-shooting

ZHU Rui-hu¹, ZHENG Jin-hai¹, YANG Yong-qing²

(1. College of Harbor Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. College of Civil and Transportation Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: This paper analyzes the ground penetrating radar (GPR) method in detection of cofferdam blasting toe-shooting effect based on a real example of Jinhai phase III east cofferdam engineering in Lianyung new city, Jiangsu province. According to the explanation and analysis of the radar image, we can obtain the specific scope and depth of the cofferdam riprap. It provides the basis for evaluation of the blasting toe-shooting effect and the reference for the subsequent construction. It shows that GPR is an effective method in the detection of blasting crowded silting effect.

Keywords: GPR; blasting toe-shooting; cofferdam riprap; evaluation

地质雷达系统以其非破坏性探测、抗干扰性强、分辨率高、操作方便等优势, 广泛应用于道路、隧道质量检测 and 地质灾害调查^[1-2], 然而, 地质雷达在爆破挤淤^[3-5]效果检测中的应用鲜见报道。本文结合连云港连云新城金海三期东围堰工程的施工过程, 采用地质雷达进行了施工效果检测。

1 工程概况和检测围堰

连云港连云新城金海三期工程位于临洪河口以东、金海二期以西, 金海三期东围堰工程总长度为 2 579.68 m, 自北向南桩号为 SDWY0+000 ~

SDWY2+579.68, 滩面高程为 3.15 ~ 4.90 m, 淤泥底面高程为 -6.39 ~ -9.99 m。围堰地基处理采用爆破挤淤, 结构形式为抛石斜坡堤, 堤心石规格为 10 ~ 100 kg 开山石混合石料, 堤顶高程 6.5 m (当地理论深度基准面)。

围堰爆破挤淤施工主要包括堤头爆和侧爆——堤头爆控制爆炸深度, 侧爆控制爆炸断面形状。因本工程内侧为吹填区, 侧爆只进行外侧侧向爆填。根据爆炸处理软基的特点与抛填要求, 本次抛填参数如下。1) 堤头爆: 堤头高程为 8.5 m; 单循环抛填长度为 8 m; 堤顶宽度为 10 m (外侧 7 m, 内侧 3 m)。2) 侧爆 (围堰外侧抛填): 堤顶爆前抛

填高程为 8 m; 堤顶爆前抛填宽度为 10 m; 堤顶爆后抛填高程为 6.5 m; 堤顶爆后抛填宽度为 6 m (轴线内侧 3 m, 外侧 3 m); 单循环抛填长度为 50 m。堤头爆和侧爆爆破参数相同, 均为: 单药包质量 20 kg、药包间距 2 m、布药宽度 14 m、单炮药包总质量 160 kg, 埋药深度根据淤泥层厚度确定。

检测按纵横断面布置测线, 纵断面 3 条, 分别布置在堤顶(A)、内坡(B)、外坡(C)上(图 1); 横断面沿长度方向全程布设, 断面间距 20 m(图 2), 地质雷达检测测点间距 40 cm。检测过程中采用 GPS 定位桩号确定断面位置。

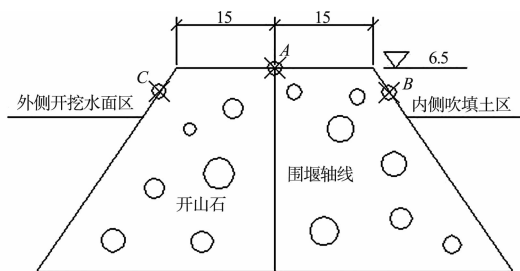


图 1 路堤断面 (单位: m)

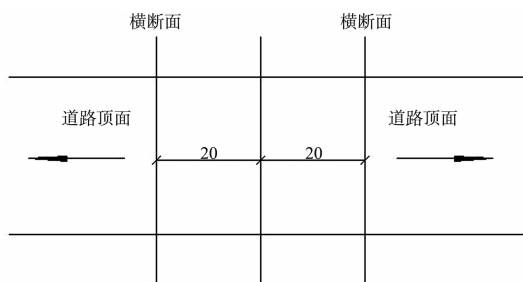


图 2 横断面布置 (单位: m)

2 仪器设备及参数设置

检测采用美国 GSSI 地质雷达超强地面耦合系统, 包括 SIR-3000 主机、40 兆天线 (即 RTA 天线) 及电缆等相关配件。探测方式采用沿剖面布点测量。地质雷达现场探测技术参数根据实际情况及探测经验选取。探测深度要求电磁波能够穿透到地下 20 m 的位置且能够被接收到, 故选择发射功率为 12 kHz, 记录长度 500 ~ 600 ns; 场地崎岖泥泞无法连续测量, 故测量模式选为点测; 采样点数过大, 电磁波能量很难达到, 采样点数过少会造成有用信息的丢失, 故选采样点数为 512;

根据最大探测深度, 增益设置为 5 点自动增益; 叠加次数设置 32, 叠加次数太大会造成采样效率低, 叠加次数太小不能有效去掉干扰。

3 数据处理与效果分析

3.1 数据处理

地质雷达数据的处理经过了零点校正、剔除直达波、增益、频谱分析、滤波、水平叠加、反褶积及地形校正等步骤。零点校正就是为了剔除地表附近的直达波能量干扰, 使电磁波从地表开始计算。增益处理设置为 16 点手动增益处理, 可以根据各个地段不同的干扰情况对有效波进行放大, 压制干扰波, 以达到整体能量均衡的效果。频谱分析主要是选择该采集范围内的主频谱范围, 为后续的滤波处理做准备, 从而使不同地段的滤波范围根据实际情况进行调整, 而不是采用统一频率范围的滤波。水平叠加主要是针对现场场地不够平整、连续性不够好的地方进行叠加处理, 从而增强水平方向有效波的能量与连续性, 尤其是对于异常的水平追踪具有比较重要的意义。反褶积主要是针对多次反射干扰较为严重的区域进行的反滤波处理, 在多次反射波严重的情况下会强烈覆盖掉其下方的有效信息, 从而影响有效探测深度。地形校正的目的是使图像上表面与地表起伏一致, 使探测成果更加直观。对于处理好的数据分析对比, 主要有能量转换、相位变反等基本处理方式, 最终对数据进行综合解释。

3.2 介电常数的确定

介电常数是地质雷达探测数据分析中的一个重要物理量, 它与探测介质的材料属性及含水率密切相关, 同时还是分析抛石深度的主要依据之一。介电常数的测定关系到探测结果的解释, 也决定着探测结果的准确性。因此在正式检测开始前根据钻孔资料在围堰进行介电常数率定试验。介电常数确定的具体步骤如下: 在检测区域范围内, 取一钻孔位置布置互相垂直的两条测线进行测量, 测线穿过钻孔; 对测量数据进行处理, 获得雷达的深度剖面图; 与钻孔资料进行对比, 调

整介电常数值的大小,使得深度剖面图与钻孔的深度一致。根据钻孔与雷达深度剖面图分段确定介电常数。

通过对测区内全部钻孔资料与雷达深度剖面图对比分析,最终确定连云新城金海三期东围堰介电常数为 14~18。测区内介电常数不完全相同是由于抛填体内部介质的不均匀及围堰各段湿度不同造成,一般情况下,同一介质含水率越高,其介电常数越大。

3.3 检测结果分析

经过上述步骤数据处理之后,得到地质雷达检测结果(图 3~5)。地质雷达探测成果的解译是一个比较复杂的过程,特别是地质雷达探测原理的多解性给雷达效果的判定带来了很大的困难,因此雷达检测成果图的解译更多是依赖钻孔资料的验证和分析者的大量现场经验。总体来讲,抛石体反射能量较强、淤泥反射能量较弱。值得注意的是,在探测过程中会存在部分干扰信号,如图 3 中抛石体两侧的多次强反射是由于淤泥上表面铺设含水率较高的石料造成,这层石料是为了方便检测人员及设备铺设的,如果对现场情况不了解很容易将其误判为抛石。因此,地质雷达图像的解译结果是综合分析钻孔资料、现场情况和雷达图像得到的。

图 3、4 中虚线框内为抛石体,横虚线为淤泥层与亚黏土层的分界线。通过检测看出,大部分断面爆破挤淤施工效果较好(图 3),抛石已完全或大部分落在亚黏土层上,排淤比较充分,达到了预期的施工效果。另外,部分断面由于爆破挤淤的效果很难控制,导致爆破排淤不充分,使得堤基有淤泥层存在(图 4),从而导致围堰存在工后沉降大及抗滑稳定性差的风险,应在后期使用过程中加强安全监测。

图 5K0+180 处纵断面 A 55 m 处与图 4 横断面 K0+180 顶面中心位置重合,即此处为横纵断面的交叉位置。两幅图对比可以看出,K0+180 断面顶面中心位置抛石深度均为 13.5 m,且抛石层与黏土层之间均有 2 m 左右的淤泥抛石混合层。

两幅效果图交叉位置的一致性进一步验证了雷达探测的可靠性。

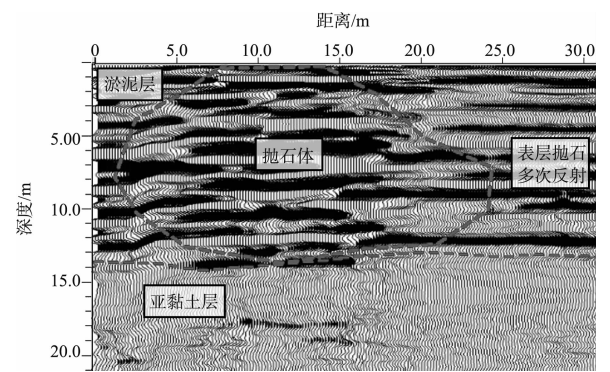


图 3 横断面 K1+040 检测结果

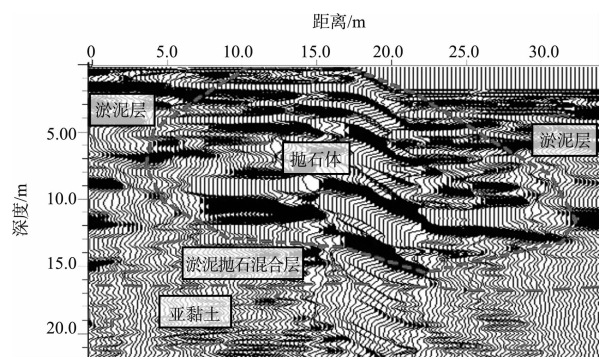


图 4 横断面 K0+180 检测结果

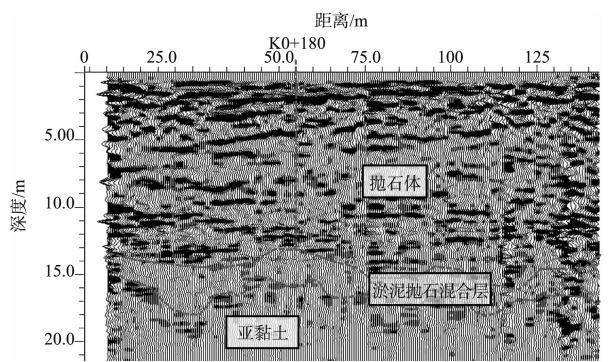


图 5 K0+180 处纵断面 A 检测结果

4 结语

- 1) 结合连云港连云新城金海三期东围堰工程的施工过程,采用地质雷达对爆破挤淤施工效果进行了检测,通过对雷达图像的分析与解译,得到了抛石的深度及形状,为后期施工提供了参考。
- 2) 雷达作为工程物探的一种常用方法,其本身具有一定的模糊性和多解性,在有条件的情况要进行适量的钻孔配合分析。