

水下混凝土表面缺陷综合检测技术分析

郑向荣¹ 富天生² 刘凯坤³

- (1. 葫芦岛市水利工程建设质量与安全监督站, 辽宁 葫芦岛 125000;
2. 辽宁江河水利水电新技术设计研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110003;
3. 东港市白云闸工程管理处, 辽宁 东港 118300)

【摘要】 马前寨拦河水闸工程底板疑似发生破坏,需要进行水下混凝土表面缺陷检测。为此,采用精密水下回声测深仪和探地雷达两种仪器检测,通过数据分析,了解了混凝土表面缺陷情况,可为类似工程缺陷检测提供参考。

【关键词】 水下;检测;表面缺陷;回声测深仪;探地雷达;技术分析

中图分类号: TV698.2

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)07-067-05

Analysis on comprehensive detection technology of underwater concrete surface defects

ZHENG Xiangrong¹, FU Tiansheng², LIU Kaikun³

- (1. Huludao Water Conservancy Project Construction Quality and Safety Supervision Station, Huludao 125000 China;
2. Liaoning Jianghe Water Conservancy and Hydropower New Technology Design and Research Institute Co., Ltd., Shenyang 110003, China;
3. Donggang Baiyun Sluice Project Management Office, Donggang 118300, China)

Abstract: The foundation plate of Maqianzhai River sluice is suspected to be damaged, which requires the surface defect detection of underwater hydraulic concrete. Therefore, two instruments of precision underwater echo sounder and ground penetrating radar (GPR) are adopted in the paper for comprehensive detection. The data after detection is analyzed for understanding concrete surface defects, thereby providing reference for defect detection in similar projects.

Key words: underwater; detection; surface defect; echo sounder; ground penetrating radar; technical analysis

马前寨拦河水闸工程为钢筋混凝土结构,消力池底板尺寸为25.0m×30.0m(顺水流方向×垂直水流方向),底板表面以上水深1.2~3.5m,在冬季运行期间发现有部分水面出现长时间不结冰现象,疑似底板发生破坏,可能存在渗水区域,为准确确定其渗水区域范围,需对底板进行水下检测。本次采用精密水下回声测深仪及探地雷达综合检测该底板混凝土表面状况。

1 仪器设备及原理

精密水下回声测深仪:分辨率0.01m,精度±0.5%,工作温度-25℃~60℃。精密水下回声测深仪系统并不直接测量深度或距离,实际测量所显示的是时间,这一时间是从所发射的精密水下回声测深仪脉冲离开换能器阵在介质中传播到目的体,然后回到换能器的时间,通过时间计算出目的体的深度^[1]。

探地雷达:天线频率 200MHz,扫描速度 850 扫/s,探测时窗 4 ~ 25600snec,采样点数 128 ~ 8192 点,最大叠加数 32768,动态范围 > 160dB,信噪比 > 160dB,分辨率 5psec,AD 转换:16bt,工作温度 - 15℃ ~ 40℃,防水标准 IP65。探地雷达系统是利用一个天线发射高频宽频带电磁波,另一个天线接收来自介质面的反射波,



图1 待检测区运行期间现状

电磁波在介质中传播时,其路径、电场强度和波形将随着通过介质的电性质和几何形态而变化,根据接收到的波的旅行时间(亦称双程走时)、幅度与波资料推断介质的结构^[2]。

待检测区运行期间现状如图1所示。

2 测线布置

依据《水利水电工程物探规程》(SL326—2005)的规定:测网布置应根据任务要求、探测方法、探测目的体的规模与埋深等因素综合确定,测网和工作比例尺的选择应能反应探测的目的体,并可在平面图上清楚地标识出其位置和形态^[3]。

结合构筑物尺寸、风速、水流流速等现场实际情况,采用剖面法网格格式布置测线。垂直水流方向测试 25 条测线,测线顺序为测线 1 至测线 25,方向均由左岸向右岸,测线间距 1.0m,顺水流方向测试 29 条测线,测线顺序为测线 1 至测线 29,方向均由上游向下游,测线间距 1.0m。详细测线布置如图2所示。

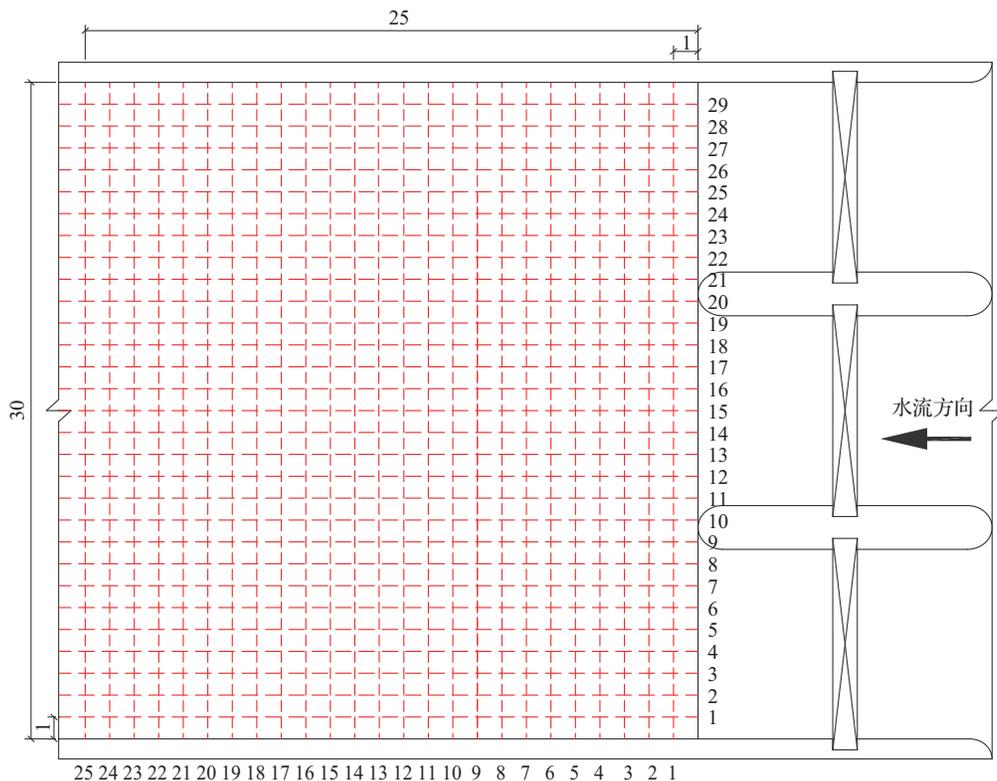


图2 测线布置示意图(单位:m)

3 数据分析

本次实际综合采集数据 108 条测线。精密水下回声测深仪测线条数 54 条,剖面分析成果图 54 张,探地雷达测线条数 54 条,剖面分析成果图 54 张,两设备测线位置一一对应。下面对部分检测成果进行对比分析。

3.1 底板正常情况

以垂直水流方向测线 3 为例:图 3 为精密水下回声测深仪测线 3 分析处理后的检测结果图,由图 3 可清晰读出,水深 2.00m 位置明显层位线,界面平直,无明显异常,推断此处底板平直,数据成果见表 1;图 4 为探地雷达测线 3 分析处理后检测结果图。水深 2.00m 位置明显界面线,推断此处底板无塌陷。为确保检测结果,经水准尺三等分点法测水深,并采用内窥镜触点法查看底板情况,实测数据与检测结果相符。数据成果见表 2。

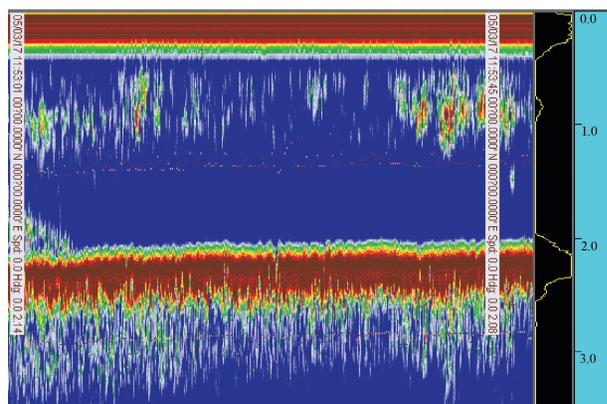


图 3 精密水下回声测深仪测线 3 检测结果 (单位:m)

表 1 精密水下回声测深仪测线 3 垂直水流水面深度结果 (单位:m)

里 程	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水面深度	1.99	1.98	2	2.01	1.99	2.01	2	1.98	1.99	2.01
里 程	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
水面深度	2.02	2.01	2.04	2.06	2.02	2.06	2.01	1.99	1.98	1.99
里 程	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
水面深度	2.03	2.04	2.01	2.09	2.02	2.01	2.05	2.06	2.02	

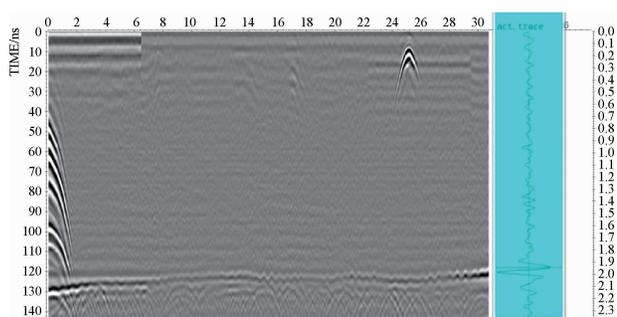


图 4 探地雷达测线 3 检测结果 (单位:m)

表 2 探地雷达测线 3 垂直水流水面深度结果

(单位:m)

里 程	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水面深度	1.92	1.95	1.99	2.01	1.97	2.01	1.99	2.01	2.02	1.98
里 程	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
水面深度	1.99	1.97	2.01	1.99	2.02	2.01	1.95	1.96	2.01	1.97
里 程	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
水面深度	2.02	1.99	1.98	2.01	1.96	1.98	2.02	2.06	1.99	

3.2 底板轻微起伏情况

以垂直水流测线 13 为例:图 5 为精密水下回声测深仪测线 13 分析处理后的检测结果图,由图中可清晰读出,左岸水平位置 0.0~8.0m,右岸 37.0~42.0m,水深 2.8m 明显层位线,界面平直,无明显异常,推断此处未塌陷;水平位置 8.0~37.0m,水深 2.5~2.8m 不规则变化,推断此处底板轻微破坏。图 6 为探地雷达测线 13 检测结果图,检测结果与精密水下测深仪结果基本吻合,但当处于此水深时,探地雷达 200MHz 天线已经达到分辨率界限。因两侧拉力不均,及此时风速较大,影响水平长度较大。经实际验证,底板轻微破碎。

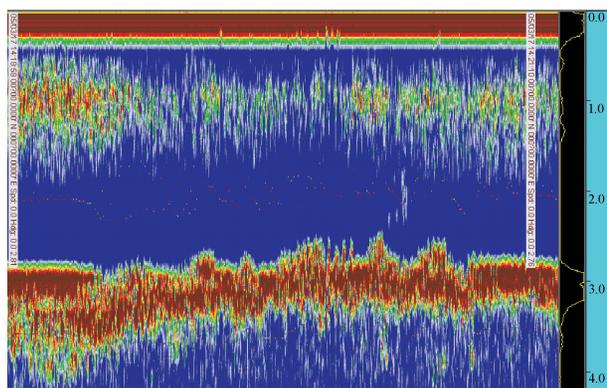


图 5 精密水下回声测深仪测线 13 检测结果 (单位:m)

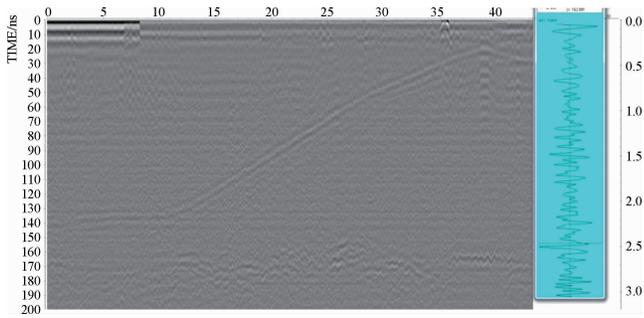


图6 探地雷达测线13检测结果(单位:m)

3.3 底板明显起伏不平情况

以垂直水流测线14为例:图7为精密水下回声测深仪测线14分析处理后的检测结果图,图中可清晰读出,左岸6.0~11.0m逐渐倾斜塌陷,11.0~12.0m为塌陷最低处,水深1.2m渐变至1.7m;12.0~18.0m倾斜,水深1.7m渐变至1.2m;18.0~24.0m底板正常,水深1.2m;24.0~28.0m渐变成塌陷坑,28.0~32.0m底板正常,水深1.2m。图8为探地雷达测线14分析处理后检测结果图,检测结果与精密水下测深仪吻合。经实际验证,底板塌陷,起伏不平。

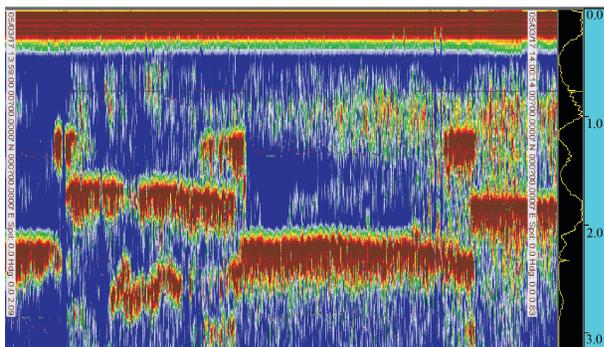


图7 精密水下回声测深仪测线14检测结果(单位:m)

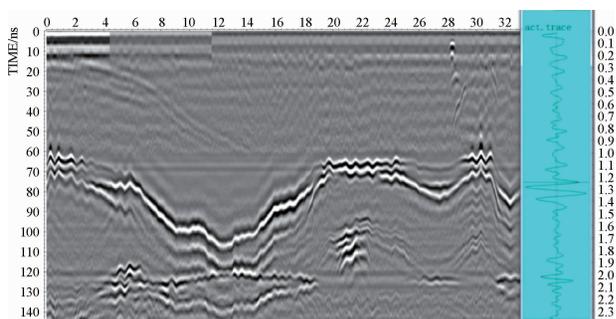


图8 探地雷达测线14检测结果(单位:m)

3.4 底板出现井状结构物情况

以垂直水流测线16为例:图9为精密水下回声测深仪测线16分析处理后的检测结果图,由图中可读出水平位置3.0m开始出现6个竖井状结构物,井深1.0m,井壁厚度在0.2m,井内径宽度为2.0m,井底凹凸不平。图10为探地雷达测线16分析处理后检测结果图,检测结果与精密水下测深仪吻合。经实际验证,综合检测结果与实际相符,内窥镜查看到井状结构物底有抛石类物体。

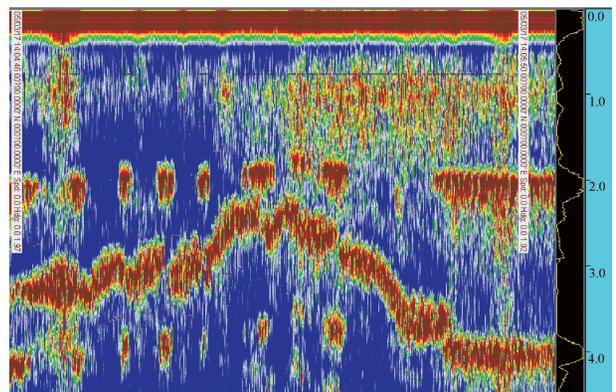


图9 精密水下回声测深仪测线16检测结果(单位:m)

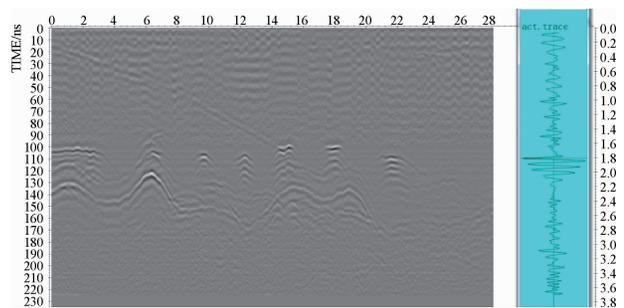


图10 探地雷达测线16检测结果(单位:m)

4 检测结果

该消力池底板确实存在大范围破坏区域。由水平及垂直测线统计结果,绘制破坏区域示意图如图11所示。图中阴影部分为破坏影响范围,井字结构疑似原设计排水类结构。

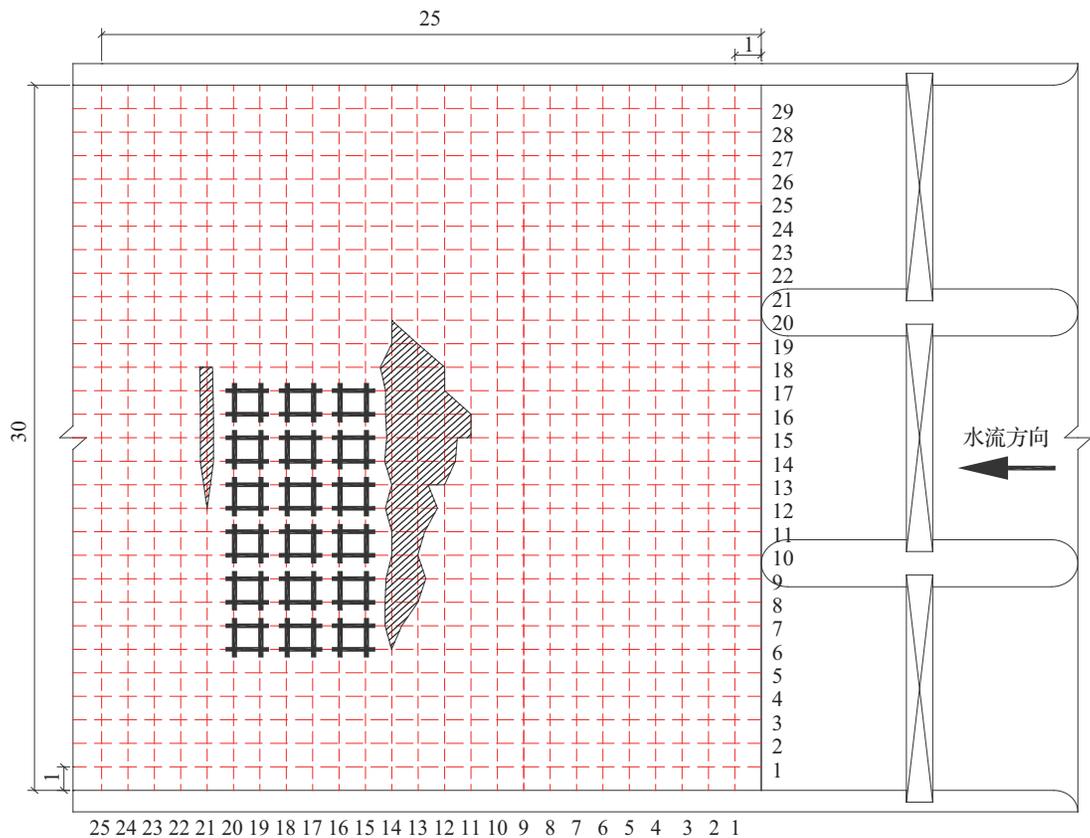


图 11 底板破坏区域综合检测结果示意图 (单位:m)

5 结 论

依据本次检测结果可以得出:精密水下回声测深仪系统与探地雷达系统均能准确地检测出水下大范围的混凝土表面缺陷。但仍存在一些不足,④由于操作面在水上受环境限制,各系统采用时间采集模式,图像长度与实际原长有误差,在准确定位缺陷大小时,每条测线采用等比例推算,会有偏差,如果采用留铅芯标记,工作量较大。⑤采用船测方式,两侧的拉力非匀速运动,图像上横向距离误差会增加。⑥受风向及水流流速的影响,测线长度及位置同时会形成偏向下流的弧线。从整体数据读出,精密水下回声测深仪系统在全程探测过程中均能测到底板表面,但偶尔受船浆滑动的影响,对图像采集质量干扰较大,图像分辨率

差。而探地雷达系统 200MHz 天线在水深超过 2.5m 时,底部信号已不明显,但在水深较浅时雷达系统图像比精密水下回声测深仪系统分辨率更高。

本次综合检测结果与实测数据相符,有利于该项技术推广应用,可为以后类似工程质量的检测,提供良好的技术支持。◆

参考文献

- [1] 李大新. 探地雷达方法与应用[M]. 北京:地质出版社, 1994.
- [2] 肖柏勋,蔡加兴,王波,等. 水利水电工程物探规程[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.
- [3] 王金禄. 侧扫精密水下回声测深仪和多波速技术应用浅析[J]. 科技论坛,2013(20).