

物探技术在某船厂路面脱空探查中的应用

吴岳源 罗加荣

(中船勘察设计研究院有限公司,上海 200062)

【摘要】 上海某船厂港池东侧附近地面发现了塌陷现象,通过调查周边环境、了解地表水来源;采用相应的物探技术对路面脱空情况进行物探调查,以查明塌陷处附近是否还存在较大脱空,可能存在脱空的范围、脱空深度等,并分析形成原因,为船厂的安全生产消除隐患。

【关键词】 物探技术;地震法;注水法;路面脱空

【中图分类号】 TU 196.1

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2015.04.010

Explore the Road Collapse of Shipyard Using Geophysical Technology

Wu Yueyuan Luo Jiarong

(China Shipbuilding Industry Institute of Engineering Investigation and Design Co., Ltd, Shanghai 200062, China)

【Abstract】 The ground near the east of harbor was found collapse phenomenon in a shipyard of Shanghai. By surveying the surrounding environment and understanding the source of surface water, we used the corresponding geophysical technology to explore the road collapse of shipyard. It can help us to determine the scope of collapse and the depth of collapse. By analyzing the cause of formation, it can eliminate the hidden dangers of safety production for shipyard.

【Key words】 geophysical technology; seismic method; water storage method; road collapse

0 引言

在 2014 年 1 月做过东侧轨道及地坪测量,报告显示:600 t 轨道间砼地坪不均匀沉降,主要集中在自水泵房向北 20~100 m 的区段范围内,且表现为西侧低东侧高、坞口低坞尾高。其中 20~50 m 测量区段范围内,地坪下方存在明显的大空洞,混凝土地坪与下方自然地面最大的脱空高度达到 120 cm,自然地面严重整体沉降。经现场踏勘,发现港池周边地表沉降及塌陷现象(见图 1)。本次主要是通过调查周边环境,了解地表水来源;采用相应的物探技术^[1-5]探查路面下方脱空程度、分布范围,判断地表水的流向、路径及形成原因分析,为今后港池后方土体修复施工处理提供依据,以确保港池的正常安全使用。



图 1 塌陷现场照片

1 船厂区域水文地质与工程地质情况

根据水文资料统计:历年最高潮位为 5.67 m (均为吴淞高程系统,以下同);历年最低潮位为 -0.19 m。平均高潮位为 3.31 m;平均低潮位为 0.89 m;平均潮位为 2.41 m。最大潮差 4.42 m;最小潮差 0.04 m。大汛平均高潮位 3.72 m;大汛平均低潮位 0.67 m。

根据设计资料,在港池区工程范围内,除港池、吊车梁、地沟及平台等已有主体结构以外的所有厂区地坪标高均为 5.80 m,地坪结构设计自上而下依次为:8 cm 厚 C50 高强连锁块、10 cm 厚粗砂垫层、30 cm 厚碎石垫层。垫层以下的回填土或原状土必须碾压密实,压实系数不低于 94 %。

本场地陆域和近岸处属河口、砂岛、砂嘴和潮滩地貌类型,水域为河床地貌。根据地质资料,勘察所揭示拟建场地标高约 -71.12 m 以上深度范围内的地基土均属第四纪上更新世 Q_3 至全新世 Q_1 沉积物,主要由饱和粘性土、粉土和砂土组成。

作者简介: 吴岳源,1981 年生,男,汉族,湖南岳阳人,工程师,主要从事岩土工程监测、检测及物探工作。

E-mail: wuyueyuan_270002@163.com

2 物探原理及工作方法

2.1 地震法

地震法^[6-7]是通过人工激发震动波,震动波在地下介质传播过程中,遇到不同介质的分界面时,产生一定能量的反射波并返回地面,经置于地面中的检波器接收到输入地震仪,再通过地震仪进行信号放大和采样后将波形数据记录下来,通过计算机对接收到的地震信息进行分析处理和解释,计算出各层介质的速度和埋深。地震法资料处理流程见图2。

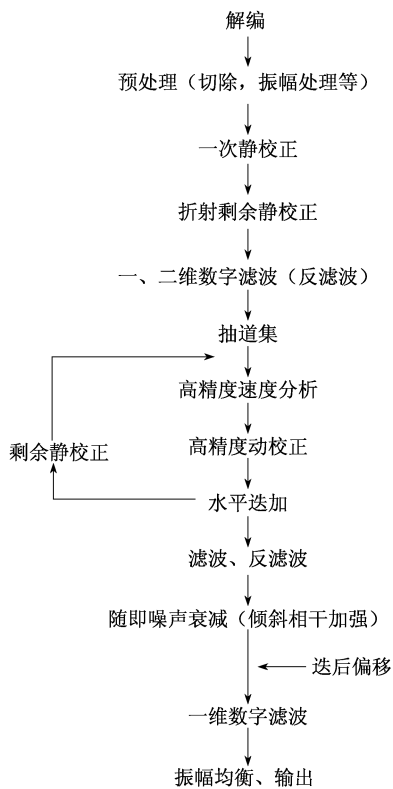


图2 地震法资料处理基本流程

2.2 注水法

初步分析地下水的去向可能存在两条路线,一是水在池壁下部发生渗漏流入减压排水井;二是沿水泵房出水井方向流出船坞尾部地面。本次探测采用注水试验法^[8]测定地下水流向。不同时间分别在变电站后方的坑洞和塌陷处注黑色水,在空洞内观察水量、颜色变化和流向,判断确定水到空洞的大致通道。同时观察减压排水井是否有黑色水流出。

3 物探成果

3.1 实地调查成果

在600 t轨道之间,距离水泵房12.4 m,路面塌陷,长度7 m,宽约4 m,最深处到地面6 m,底部标高约-0.2 m,见图3。



图3 路面塌陷

向港池东侧观察,发现600 t与45 t轨道之间,宽9 m的路面全部脱空,高约85 cm,从水泵房向坞尾方向延伸约30 m,端处脱空约0.2~0.3 m,见图4。

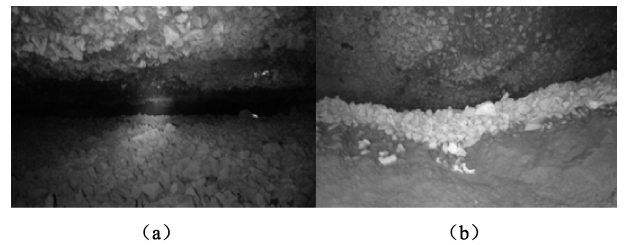


图4 道路下方脱空

在廊道下面存在脱空,底部全部为沙,靠近塌陷处脱空约50 cm,沙较硬,往池壁方向脱空较大约有70 cm,沙较软,湿润,在坞口方向没有延伸,向坞尾延伸约11 m,地势较低些。线状痕迹较多,且有流纹。(见图5)

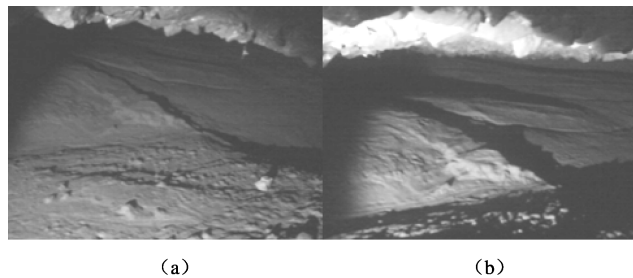


图5 廊道下方脱空

通过实地调查,脱空范围见图6。

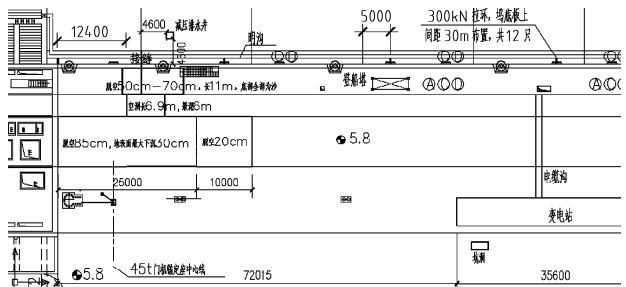


图6 实地调查脱空分布图

3.2 地震法探测成果

根据本次探测区域地物及建筑物分布的特点,结合场地工作条件,本次物探采用地震法进行探测,主要测线顺道路方向布置,在异常区域垂直道路方向布置测线,物探测线横向间距控制为1~3 m左右,共布置测线169条,测线总长度约11.3 km。

港池东侧塌陷区域附近及减压排水井附近港池底板、港池西侧港池底板及西侧沉陷部位采用地震法探测,共布置测线34条,测线总长度1025.6 m。

1) 港池底板情况

根据现场场地条件允许,本次对港池东侧底板的减压井15 m范围布置了地震测线。对本次探测数据成果与2013年10月探测成果进行比较分析,可以判断目前减压井附近的底板下方脱空情况与2013年10月份脱空情况无明显变化。(见图7)

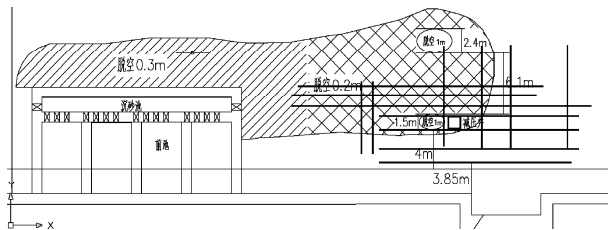


图7 港池底板探测情况

2) 港池东侧情况

根据现场调查路面下方脱空情况及场地条件布置地震测线,发现路面下浅部存在脱空,距地面6~10 m存在地层异常。结合现场调查情况,从水泵房至变电站区域存在异常,长度约72 m,见图8。

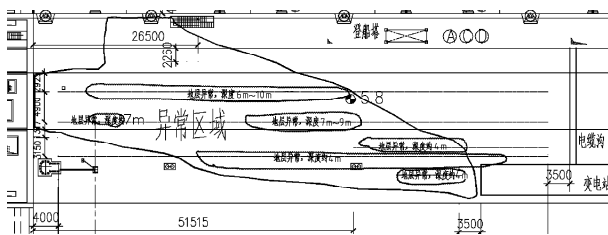


图8 港池东侧探测情况

3.3 注水试验成果

为了调查地下水流流向,分别在塌陷处和变电站后方进水口处进行注水试验,在减压井观测水体颜色变化。

第1次在塌陷处利用 $\phi 15$ mm的水管注入带黑色的自来水,25 min后在减压井内水体开始变黑,可以判断塌陷处与港池坞底形成了通道,见图9。

第2次在变电站后方坑洞注入带黑色的自来水,40 min后发现减压井水体变黑,同样可以认为变电站后方坑洞与港池坞底形成了通道,见图10。



(a) (b)

图9 第1次注水试验



(a) (b)

图10 第2次注水试验

通过以上两次注水试验,可以判断变电站后方坑洞、塌陷处、港池坞底三者之间形成连通通道,见图11。

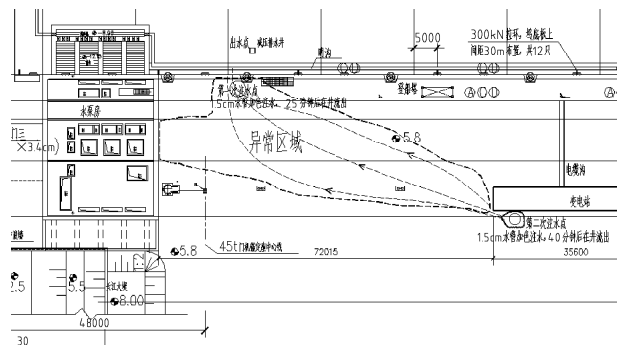


图11 注水试验示意图

3.4 试验结论及建议

1) 根据注水试验,可以判断变电站后方坑洞进水口与港池底板下方存在水力联系,由地坪塌陷处附近流入港池。

2) 现场调查塌陷处周边路面下脱空0.2~0.85 m。

3) 地层异常深度4~10 m,疑似渗水通道。

4) 通过现场调查、物探成果综合分析,在变电站后方坑洞进水口至地坪塌陷处和廊道下方到排水井存在水通道,观测地坪塌陷最深处无水,则此水通道至少在地面6 m以下。

5) 东侧塌陷周边修复之后,建议对修复区域进行注水试验,检测修复后的透水性能。并定期对该区域进行检测,重视该段路面在生产过程中的变化。

4 结语

1) 通过现场调查、物探成果综合分析,在变电站

后方坑洞进水口至地坪塌陷处和廊道下方到排水井存在水通道。从而可以推测由于道路以下存在渗水通道,水将泥沙带入排水井,经过长时间的水土流失,造成道路下方严重脱空,导致路面坍塌。

2) 根据注水试验,可以判断变电站后方坑洞进水口与港池底板下方存在水力联系,由地坪塌陷处附近流入港池。结合现场调查,得知塌陷处周边路面下脱空 0.2~0.85 m。通过物探手段,判断地层异常深度 4~10 m,疑似渗水通道。

3) 路面脱空是船厂安全的严重隐患,如未及时查明原因及脱空范围,容易引发事故,造成巨大的损失。物探技术属于无损检测,对地形条件要求较低,实施起来较勘探等手段方便,不影响船厂正常的生产。物探技术应用于路面脱空探测效果明显,成本低,速度快。

参 考 文 献

- [1] 孙洪星,康永华,耿德庸,等. 煤层采空区浅层地震法探测效果[J]. 工程勘察,1998(4): 66-68.
- [2] 葛双成,江 影,颜学军. 综合物探技术在堤坝隐患探测中的应用[J]. 地球物理学进展,2006,21(1): 263-272.
- [3] 何展翔,王永涛,刘云祥,等. 综合物探技术新进展及应用[J]. 石油地球物理勘探,2005,40(1):108-112.
- [4] 李军辉. 物探技术在预防西山地面塌陷灾害中的应用[J]. 方法应用,2008,3(3):30-33.
- [5] 张胜业,潘玉玲. 应用地球物理学原理[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [6] 苗庆库,李 玮,朱旭东. 高密度地震法在工程勘察中的应用[J]. 物探装备,2002,12(2):132-133.
- [7] 牟 义,黎 灵,张永超,等. 浅层地震法探测浅煤层采空区试验研究[J]. 煤炭技术,2014,33(6):69-71.
- [8] 张明山,张贝贝,宋宪存. 注水法在煤层气排采中的应用[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2009,28(6):891-893.
- [9] Lutenegeger A J, Timian D A. Reproducibility of borehole shear test results in marine clay[J]. Geotechnical Testing Journal,1987,10(1):13-18.
- [10] Handy R L, Schmertmann J H, Lutenegeger A J. Borehole shear tests in a shallow marine environment[J]. ASTM Special Technical Testing Publication 883, 1985, 140-153.
- [11] Lutenegeger A J, Remmes B D, Handy, R L. Borehole shear tests for stiff soil[J]. Journal of Geotechnical Engineering Division, 1978(104): 1403-1407.
- [12] Miller G A, Azad S, Hassell C E. Iowa borehole shear testing in unsaturated soil[C]. Geotechnical Site Characterization, Rotterdam, 1998.
- [13] White D J, Handy R L. Preconsolidation pressures and soil moduli from borehole shear tests[C]. Proceedings of In-situ 2001, Bali, Indonesia, 2001.
- [14] Tice J A, Sams C E. Experiences with landslide instrumentation in the southeast[J]. Transportation Research Record, 1974, 482: 18-29.
- [15] 娄奕红,俞三溥. 土的钻孔剪切试验及其工程应用[J]. 交通科技与经济,2002,(4):6-8.
- [16] APAGEO. Phicometer operating instructions [Z]. 2011.
- [17] Handy R L. Borehole Shear Test Manual[Z]. Handy geotechnical instruments, Inc., Madrid, Iowa, 2009.

收稿日期:2015-03-16

(上接第 172 页)

收稿日期:2015-04-09