

探讨单波束测深系统在水上地震映像法的应用

马天勤

核工业南京工程勘察院

DOI:10.12238/gmsm.v4i3.1095

[摘要] 地震映像技术,也就是高密度地震勘探,本质上是以反射波中最佳偏移距技术为基础,进而改进而成的一种浅层勘探模式。一般来说,该技术大多适用于洞穴勘测、岩面起伏判断以及水上测控等环境。水上地震映像探测系统主要组成部分有施工船、震源、GPS、工程地震仪及漂浮电缆(水上检波器),本文基于在水上地震映像原理的介绍,探讨在原有探测系统的基础上增加单波束测深仪提高水上地震映像的准确度。

[关键词] 测量; 地震映像; 特点

中图分类号: P201 文献标识码: A

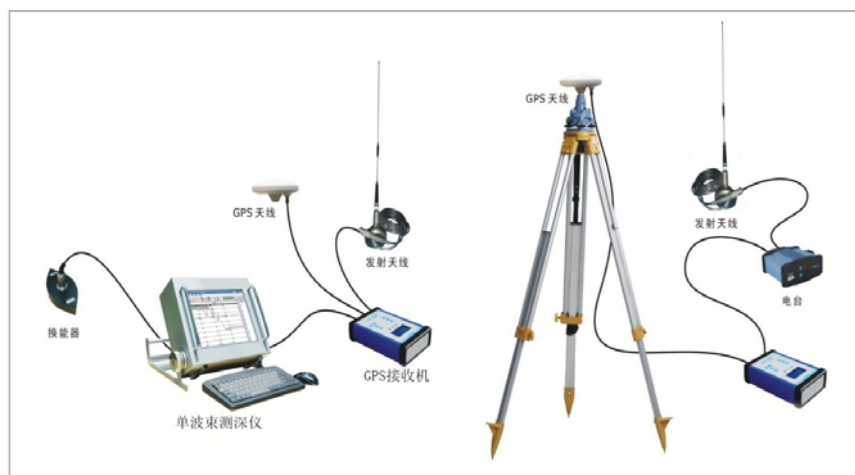
引言

伴随经济发展水平的稳步提升,国内工程建设领域逐步将重心转移到港口、桥梁、码头等区域的建设之中,而水工建筑物建设的第一工作就是要地质勘测。在传统的地质勘测中,受场地情况及经济的制约,只能根据建筑物的布置走向,按照规范要求适当的布置一些钻孔,了解地质状况。水上地震映像近年发展出来的新型物探方法,可以获得由点到线,通过与钻孔的对比,对获取的数据进行解释查明基岩面埋藏特征及起伏变化。水上地震映像已经广泛地应用在工程勘察工作中,是钻探资料的有力补充。

1 工程概况

**核电厂厂址位于某某村南侧海岸边,东临辽东湾。在海工施工过程中,现场施工提出海工二标段勘察成果与现场施工不符的问题,主要在大件码头和排水明渠分段三水域处在岸边小山脊向海域延伸处,基岩起伏大,变化复杂,需要对原有勘察成果及施工单位扫海进行复核与补充。

根据勘探技术要求,在大件码头(包括大件码头的停泊及回旋水域)和排水明渠分段三水域处在岸边小山脊向海域延伸处进行,测线布置如下:大件码头范围:物探测线采用 20×20 m网格状布置。物探测线总长:10.84km。排水明渠分段



三范围:由于该海域中间有施工围堰存在,物探横测线无法施工,故物探测线按纵方向以间距13m方式平行布置。物探测线总长:7.425km。

2 地震映像的定义及特点

地震映像技术是以反射波中最佳偏移距技术为核心,通过改进优化生成的浅层探测方式,也是目前主流的勘探技术。其优势在于:可以高速获取数据信息,同时能够借助不同波信息完成分析。通常情况下,水上地震映像技术采用反射波进行相关数据处理。整体来看,地震映像技术探勘效果优良,打破传统勘探方式中单一、无法横向发展的限制。

3 地震映像及单波束水深测量的原理

3.1 地震映像的原理

底层结构组成的时期、岩性都有所差异,因此可以近似看做为弹性层状介质。如果地震波扩散过程中接触到相邻介质间界面,其中部分能量会发生发射现象,余下能量会穿透界面达到介质中,也就是波在界面上出现反射和投射两种情况。反射波携带有反射界面的空间位置信息,利用反射波作为信息载体的地震勘探方法称为地震反射勘探。

通过大量目标系统的反射波信息能够保证由不同反射点偏移距引起的地震波均被如实记录。操作过程中可以利用覆盖技术优化发射波中的信噪比,有助于获取弱信号,进而提高勘探质量,更好的掌握地质参数。

此次作业的海域海水比较浅、大件码头测区内基岩面高程最低大约为-6~-8m,排水明渠分段三测区内围堰外基岩面高程最低在9m左右,围堰内基岩面高程最低大约为-6~-8m。

3.2 单波束水深测量的原理

测探设备本质上是通过超声波在差异化介质表面出现的不同发射状态进行信息采集,借助超声波探头可以测定超声波发出和发射的时间节点,进而能够精确测定时间差。

单波束测深系统组成:

(1)系统组成:单波束测深仪、单波束换能器、全球定位系统(GPS)、测量导航软件。

(2)地面RTK基准站:提供实时差分信号,为测量工作提供高精度定位保障。

(3)测量船:提供测量平台。

4 工作方法及参数

本次勘察采用走航式高速采集多道数字映像剖面方法技术,为提高勘探深度与精度,采用机械式大能量船载连续冲击震源,测量定位采用差分动态GPS导航。

首先根据测区地形条件合理布置设计航线,并输入导航程序中。根据实时差分GPS进行测线导航,使得震源船只及水上接收传感器沿着计划测线前进,同时采用测深仪进行水下地形测量。

本项目进行水上勘探测量工作时选用SDE-28单波束测深设备,其是由南方测绘仪器公司研发制造,并辅以GPS—RTK装置进行位置确定。

利用工程地震仪获取测量信息,该设备搭载有12个高速信息采集通道,同船载连续冲击协调配合可以达到预期的测量要求。通常陆域震源使用锤击法生成,而水域震源则选用传统的机械锤击方式,能够产生高强能量的震动波,主频一般约为400Hz,与测量船马达产生的干扰波存在明显的差异。

实现高速密点距采集地震波场记录的方法。工作中,设置12通道采集,有利于在具有波场特征记录上识别有效反射波、多次反射波、锤击声波、马达噪声等各种类型的波(水上地震映像采用

的是反射波),并且可以在数据处理过程中进行噪声消除、水平叠加等处理技术,提高成果质量。

接收采用12道专用轻便漂浮电缆及高灵敏度、宽频水上检波器,水上检波器的频率范围为10Hz—2000Hz,震源为船载连续冲击震源船,可产生高强能量的震动波,主频一般约为400Hz,与测量船马达产生的干扰波存在明显的差异。

5 成果解释

水域探测区主要分布三种物质成分:海水、覆盖层、基岩,覆盖层分为淤泥、淤泥质黏土、粉砂、粉质黏土、中粗砂等。

水域物探的主要目的是对划分海水与覆盖层之间界线、基岩与覆盖层之间的界线。覆盖层与基岩相比波速值为低;随着基岩风化强~弱的变化,波速值也随之增大,基岩裂隙发育区或破碎带波速也为低值。综上所述,基岩与覆盖层之间存在明显的波阻抗和波速差异,基岩不同风化程度岩体之间存在明显的波阻抗和波速差异。

海上地震映像技术尚无法获取相关速度指标,所以只能利用已知钻孔进行速度参数标定。而我们本次项目采用单波束测量系统+水上地震映像采集系统,能够准确地确定水的声速,进而采集精确的水下地形数据。每次施工前后都要量取水温,及查阅当天的含盐量,进而数据计算出声速。

6 声速求算

数据采集前,要使用对比板进行测量声速对比,得到正确的声速值。声速对比时,应选择水面波动较小,风平浪静的区域进行。声速对比板应垂直下放至测深仪换能器正下方,确定对比板未因为海流影响偏离换能器正下方,并且测深仪实测读数稳定后进行对比。

当实测区域水深较大时,应根据实际情况,在不同深度处对比出若干个声速值进行平均值求算,保证声速精度。

水中声速应按式计算。

$$C=1450+4.206t-0.0366t^2+1.137(S-35)$$

式中C—水中声速(m/s),可根据

水温、含盐量由图表查的;

t —水温;

S—含盐量(%)。本项目施工期间为冰封雪地的辽东湾,海面上不时有浮冰飘过,水温接近零度。

根据水温,含盐量查表而得水中声速为 $C=1415$ (m/s)

淤泥及淤泥及粘土波速为1360m/s,中细砂波速为1700m/s,强风化花岗岩的波速则2300m/s,根据速度资料进行计算,就可以推断出下部地层各个地层的剖面资料。

利用单波束测深系统可以查清水下的地形地貌,通过各个测线反射时间剖面图,技术人员从同相轴上没有看到错断现象,从而可以推断出测区内没有明显的不良地质现象。剖面分析主要是根据地震反射剖面图进行地质分层。由于探测区基岩为花岗斑岩等岩浆岩,岩体内部无明显的分层,局部可能存在岩体风化差异界面,故在分析过程中将最深的强反射界面作为基岩与覆盖层之间的分界面;覆盖层内部分层基本上呈现水平层状分布,成分主要包括淤泥、淤泥质黏土、粉砂、粉质黏土等。

7 结语

水上地震映像法采用了单波束测深系统和数字地震仪及船载持续冲击震源相互协调,可以利用单波束测深系统的声速求算及深度改正计算提高水下地形测量的精度,完成高密度点距不间断地采集野外数据,室内通过对原始数据的解释处理,对其主要岩土层做了更加准确的分布,查清楚测区覆盖层的实际情况可以达到相关目的。

[参考文献]

[1]胡庆国,朱建伟.地震映像法在水运工程地质勘察中的应用[J].中国水运(下半月),2019,(11):1.

[2]姚道平,宁刚,唐圣松,等.高密度地震映像法在海上工程地质勘察中的应用[J].东华理工大学学报(自然科学版),2008,31(2):162-166.

[3]宁刚.高密度水域地震映像在海上造船厂勘察中的应用[J].工程地球物理学报,2009,6(004):436-440.