

DOI:10.3969/j.issn.1004-4701.2018.03.15

# 侧扫声呐在海底管线路由规划中的应用

罗宗杰<sup>1</sup>,张卓<sup>2</sup>,张顺洋<sup>3</sup>

(1. 浙江华东建设工程有限公司,浙江 杭州 310030;2. 福建省港航管理局勘测中心,福建 福州 350009;  
3. 中国冶金地质总局厦门地质勘查院,福建 厦门 361000)

**摘要:**海底管线路由规划的前期调查手段主要可以通过侧扫声呐、浅地层剖面仪进行海底地貌及浅地层普查.本文通过 Klein4900 侧扫声呐对福清核电厂海底管线路由规划调查区域进行了海底地貌普查.根据调查结果,调查区域内主要包含礁石、沙波、冲刷沟槽、浅滩自然地貌要素,人工障碍物有养殖区、渔栅及水下残留绳索.依据调查结果绘制障碍区分布图,可以对路由规划进行调整,减少或避免与障碍区重合.

**关键词:**侧扫声呐;路由规划;海底地貌;海底管线

**中图分类号:**P756.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-4701(2018)03-0218-04

## 0 引言

海底管线路由规划之前,需进行海底地貌及浅地层普查,为路由规划设计及施工提供基础资料.本次进行海底地貌普查主要是为了圈定出调查区内的障碍区,尽量避免或减少海底管线的铺设与障碍区重合,降低管线铺设的施工难度.本文利用 Klein4900 侧扫声呐对福清核电厂海底管线路由规划调查区域进行海底地貌普

查,明确圈定出了障碍区,为路由规划的设计提供基础数据.调查区域位于福清市福清核电厂近岸一侧附近海域,地理位置如图1所示.

## 1 侧扫声呐的工作原理及数据处理

侧扫声呐是一种利用回声测深原理探测海底地貌和水下物体的设备.侧扫声呐系统工作状态下,换能器基阵向两侧沿倾斜方向(一定的开角)发射脉冲声波,并接收海底目标体和地貌的反向散射声波,形成声图图像.图像色调随接收声信号强弱变化而存在差异,反映具有灰度反差的目标或地貌图像.

本次采用的是 Klein4900 侧扫声呐系统,具有一定的优点:

(1)具备 455 kHz 与 900 kHz 两种频率,可以同步采集,兼备了高分辨率和宽量程的要求;

(2)具有 CW 波脉冲传输模式和先进的宽频 CHIRP 信号处理技术,结合了 Klein 的独有的逆行算法,提供了超长、高分辨率的海底图像;

(3)可在 300 m 水深以内的海域作业,适用的海域范围更广;

(4)与其它单波束侧扫声呐相比,本系统对海床和海床上的目标可获得更易于分析的图像.

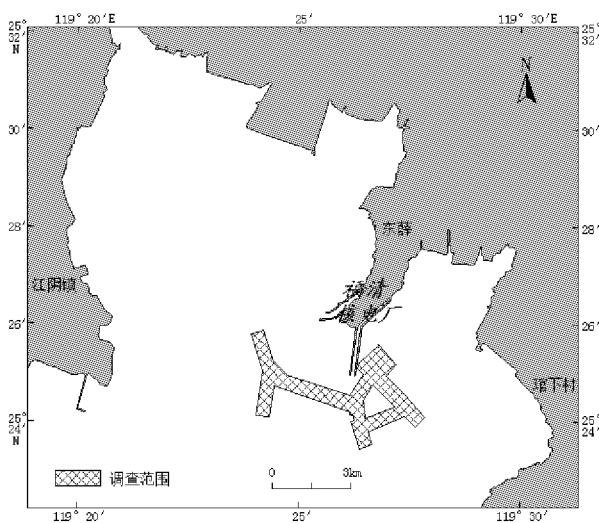


图1 调查区域图

收稿日期:2018-02-23

作者简介:罗宗杰(1990-),男,硕士,工程师.

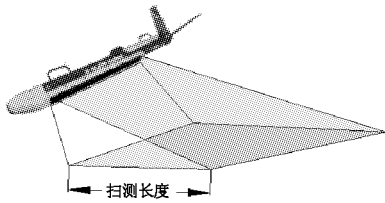


图2 侧扫声呐原理示意图

声呐原始数据采集后需进行数据处理,本项目采用 SonarWiz 7 进行数据的后处理及解释。一般的处理解释流程如图3所示:

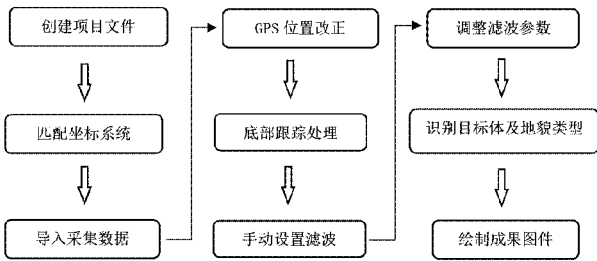


图3 声呐数据处理解释流程图

## 2 侧扫声呐系统的安装与探测实施

### 2.1 设备安装与调试

由于调查区的水深较浅,养殖渔具较多, Klein4900 拖体采用拖曳式测量风险较大,本次采用固定在测量船中间位置,左舷一侧。拖体入水深度为 1.5 m 左右, GPS 天线安装在 Klein4900 拖体正上方。

设备安装完毕后,使探测船以小航速(不大于 4 knot)稳步航行,对整套设备进行接通测试,确保各单元设备运转正常,各项参数合适。

### 2.2 探测实施

正式探测前,在调查区内进行多次试测。采用采集软件调节设备收发参数,以使采集到的声学图像能够清晰可见,从而获得辨别度高的优质数据。

在探测过程中,调查船航行速度不大于 4 knot。实时评估采集声学图像的清晰度及可辨识度,当信号质量不稳定时,及时调整发射与接收单元的参数,使信号质量处于稳定状态。声学图像质量不满足后处理要求等情况时及时进行修正。

## 3 调查结果分析

根据路由设计的需要,需对目标图像和地貌图像进

行解释分析,以探明路由海域的海底面状况以及自然的或人为的海底障碍物,为设计提供基础资料。根据地貌、地物的特征与声图所表现的特征进行对比分析,对调查区内的水下自然地貌及地物进行判定、识别。

### 3.1 水下自然地貌

根据处理后的声呐数据分析,调查区内自然地形地貌主要有水下浅滩、沙波、礁石、潮流冲刷槽等。

水下浅滩:由于潮流、波浪等动力因素的影响,使水体中的悬浮物质淤积形成了大面积的平坦地形。调查区内大部分区域海底为淤泥质或砂质的平坦水下浅滩,如图4所示,水深介于 -5.00 ~ -7.00 m 之间,地形较为平坦,属于水下浅滩的典型特征。

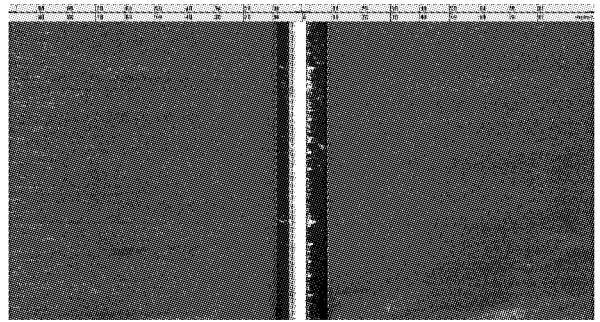


图4 浅滩声呐图像

沙波:调查区内由于波浪和潮流作用,冲积形成了一定范围的水下沙波,近似呈垂直潮流方向的条带状分布。沙波的声呐图像特征表现为海底面呈波浪状的起伏形态,如图5所示,主要分布于调查区中、南部。

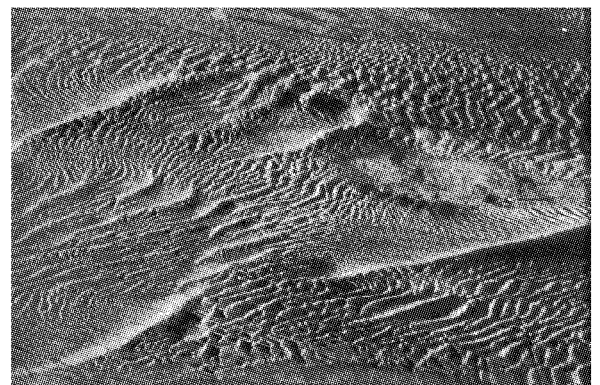


图5 沙波声呐图像

礁石:礁石在声呐图像上的显示特征为,明显高出海底面、凸起部分呈不规则形状、在凸起较高的位置后方常伴随阴影出现。调查区内的礁石声图如图6所示,具有典型的礁石声图特征。礁石区主要在路由规划区

内的西北部、中部及东部分布。其中西北部的面积最大,分布相对较为零散;中部、南部及北部礁石区的整体性较好,零散礁石数量相对较少。

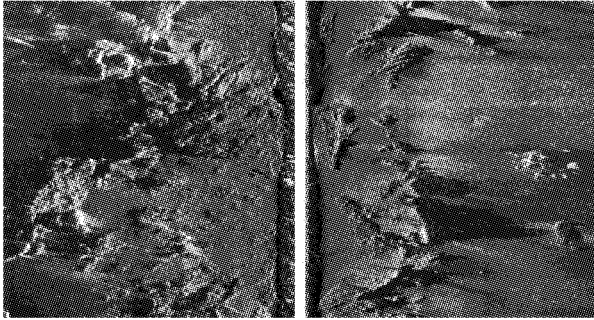


图6 礁石群声呐图像

冲刷槽:调查区中部区域为兴化湾纳潮通道,由于潮流的冲刷作用,水深较周围浅滩明显加深,且海底较为崎岖,底质多为砂质,偶有硬底质出露。其声图如图7所示,被冲刷的沟槽与周围浅滩相比,亮度有明显的明暗差异,暗部呈沟槽状分布,属冲刷槽的典型声图特征。

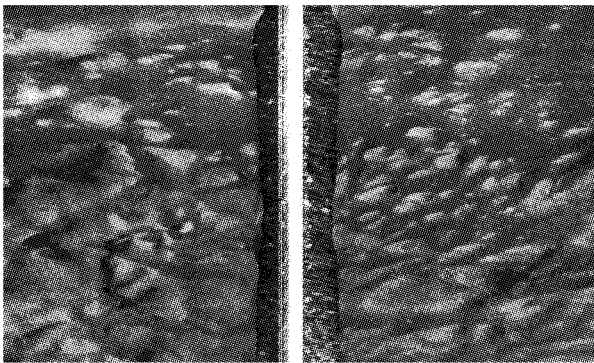


图7 冲刷槽声呐图像

### 3.2 人工障碍物

除自然地貌外,人为因素中造成的障碍物体有养殖区、渔栅。

养殖区:养殖区主要分布在调查区的西部,调查区东南部及中部有少量养殖区存在。养殖区在声呐图像上的显示特征为:清晰的养殖绳索形态,绳索排列规则紧密,平行分布,整体呈矩形。

另外,在调查区东部,虽然大部分养殖用具已经拆除,但在水下残留了大量的养殖网绳,部分绳索漂浮于水体中,对管线的铺设也存在一定的障碍。

渔栅:渔栅是由竹竿及渔网所围成的封闭区域,是借助潮汐作用进行捕捞的一种方式。主要在调查区的东北部分布。渔栅在声呐图像上的显示特征有两种:

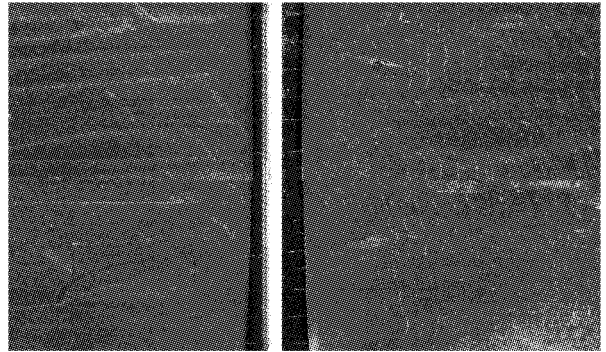


图8 养殖区声呐图像

(1)外围规则排列的亮点及在亮点的两侧有绳索牵引;

(2)整体呈规则排列的亮点并经常伴随阴影出现。独立的亮点即为竹竿的回声影像。

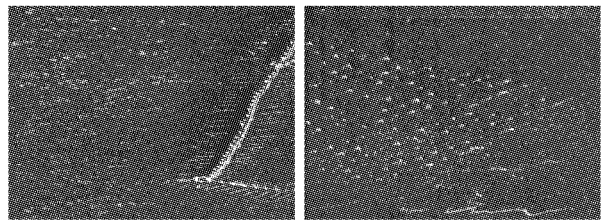


图9 渔栅声呐图像

## 4 经验及总结

根据侧扫声呐图像镶嵌结果分析,调查区内大部分海底比较平坦,底质多为淤泥质、砂质,少部分区域海底基岩出露,形成水下暗礁或适淹礁。根据调查结果绘制出障碍区分布图(见图10)。

从图中可以得出:

(1)礁石区主要位于调查区的西北部,中部及东部次之,对路由规划设计的阻碍最大;

(2)养殖区及废弃的养殖区分布范围较广,其中以西侧面积最大,东侧分布位置最零散;

(3)渔网、渔栅区仅在调查区的东北侧分布,由于此处的水深较浅,低潮时出露,清障工作相对较易;

(4)海底残留绳索主要分布在调查区的东部,是由于东部一些养殖区拆除后残留下来的。

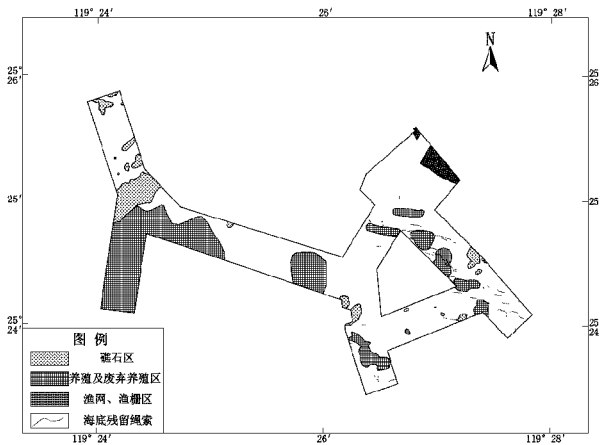


图10 障碍区分布图

## 5 探测过程中的注意事项

- (1) 水深较浅的调查区,宜采用固定式安装拖体,可以确保仪器的安全;
- (2) 水深较大的区域,脉冲发射间隔可以适当调大一些,确保底跟踪准确;
- (3) 调查船航速尽量保持匀速,且速度不宜过大,一般3~5 knot;
- (4) 航线尽量避免转弯,否则对声图影响较大,不利于镶嵌拼接。

## 6 结语

侧扫声呐在海底管线路由规划设计中非常适用,可以大面积的普查调查区内的障碍物分布情况,对设计及施工阶段有很好的指导作用,有效地减少了设计的时间及施工成本。

此外,如将多波束与侧扫声呐相结合,既可获取高精度的水深数据、又可获得高分辨率的海底地貌声图像,则在近海海洋工程中的应用会更加广泛、调查效率更快、准确性更好。

### 参考文献:

- [1] 罗深荣. 侧扫声呐和多波束测深系统在海洋调查中的综合应用[J]. 海洋测绘, 2003, 23(1): 22~24.
- [2] 许枫, 丛鸿文. 侧扫声呐声图判别[J]. 海洋测绘, 2001(1): 58~61.
- [3] 冯京, 赵铁虎, 杨源, 等. 侧扫声图镶嵌技术分析[J]. 测绘通报, 2014(9): 66~69.
- [4] 温志坚, 何志敏. 应用侧扫声呐的海底目标探测技术研究[J]. 科技创新导报, 2017(22): 28~29.
- [5] 王志光, 孙新轩, 刘强, 等. 侧扫声呐系统在海底障碍物扫测中的应用[J]. 海洋测绘, 2012, 32(6): 48~50.
- [6] 潘国富, 付晓明, 苟净慷, 等. 侧扫声呐在海底光缆维护工程中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2004, 1(5): 389~394.

编辑: 张绍付

## Application of side sonic sonar in route planning of submarine pipeline

LUO Zongjie<sup>1</sup>, ZHANG Zhuo<sup>2</sup>, ZHANG Shunyang<sup>3</sup>

(1. Zhejiang HuaDong Constructions Engineering CO. LTD, Hangzhou 310030, China;

2. Surveying Center of Fujian Port and Waterway Administrative Bureau, Fuzhou 350009, China;

3. Xiamen Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geology Bureau, Xiamen, Fujian 361000, China)

**Abstract:** The preliminary investigation means of submarine pipeline routing planning can be mainly carried out by side scan sonar and shallow stratigraphic profiler to survey the seabed geomorphology and shallow strata. In this paper, Klein4900 side scan sonar is used to survey the submarine geomorphology in the survey area of the submarine pipeline routing planning of Fuqing nuclear power plant. According to the survey results, the survey area mainly includes natural elements such as reef, sand waves, scour grooves and shoals. Artificial barriers include aquaculture area, fishing fence and underwater residual rope. According to the results of the survey, draw the map of the obstacle area, and can adjust the route planning to reduce or avoid the overlap with the obstacle area. The application of side scan sonar in submarine pipeline routing planning has a very wide space.

**Key words:** Side scan sonar; Routing planning; Submarine geomorphology; Submarine pipeline

翻译: 罗宗杰