

声学探测技术在海底管道外检测中的应用*

张建兴^{1,2},宋永东^{1,2},栾振东^{1,2**},马小川^{1,2},阎军^{1,2}

(1.中国科学院海洋研究所,中国科学院海洋地质与环境重点实验室,山东青岛 266071;2.中国科学院海洋大科学研究中心,山东青岛 266071)

摘要:在海底管道的外检测过程中,为明确海底管道的真实赋存状态,常使用工程物探和潜水摸探对其进行调查,其中声学探测技术的应用最为广泛。本文以 SONIC 2024 多波束测深系统、SES 2000 参量阵浅地层剖面系统、KLEIN 3000 侧扫声呐系统为例,系统介绍传统声学探测技术在北部湾某单点系泊(SPM)海底输油管道外检测中的应用。在此基础上,结合扫描声呐、合成孔径声呐等声学探测技术,探讨各类声学探测技术的优劣性及适用条件,指出海管外检测技术的发展方向。多种声学探测技术的综合运用是准确评价海底管道状态的基础,海底管道外探测方案的选择应综合考虑海域条件、设备优缺点、作业载体、工作成本等因素。海管外检测技术向着设备集成化、检测精细化、识别智能化的方向发展。

关键词:声学探测技术 海底管道 检测评估 海底地形地貌 单点系泊 北部湾

中图分类号:P756 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2020)03-0217-08

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20200707.005



微信扫一扫,与作者在线交流(OSID)

0 引言

随着海洋石油资源的大力开发,海底输油管道作为一种连续、快捷、输送量大的高效原油运输手段,已成为海上油气田开发过程中油气运输的主要方式^[1]。由于海底输油管道安全与否对海洋生态环境具有重大影响,因此其铺设竣工后的定期检测评估成为海底输油管道工程中不可或缺的工作内容。海底输油管道调查方法主要包括工程物探和潜水摸探两类。工程物探基于声学或磁力探测方法,通常用于前期大面积调查,具有效率高、成本低的特点,而潜水摸探主要

用于小范围的详查和检修^[2-3]。近年来,许多专家学者对海底输油管道的调查技术及应用方面进行大量研究,主要集中在地形地貌数据高精度处理、管道状态定量识别表征、多技术综合应用等方面^[4-10]。

声学探测因其快速高效的特点,目前仍是海底管道外检测中应用的主流技术^[11-13]。本文系统介绍了多波束测深、浅地层剖面、侧扫声呐等主流探测技术在海底管道外检测中的应用效果,同时结合前人在扫描声呐、合成孔径声呐等技术的应用成果,分析各类声学探测技术的优缺点和适用环境,指出管道外探测技术的发展趋势,为后期海底管道的持续监测、安全

* 中国科学院战略性先导科技专项(XDA19060201)和中国科学院海洋地质与环境重点实验室开放基金项目(MGE2019KG16)资助。

【作者简介】

张建兴(1990—),男,工程师,主要从事海洋声学探测、海底地形地貌研究,E-mail:zhangjx@qdio.ac.cn。

【**通信作者】

栾振东(1976—),男,教授级高级工程师,主要从事深海探测技术及海底地形地貌研究,E-mail:luan@qdio.ac.cn。

【引用本文】

张建兴,宋永东,栾振东,等.声学探测技术在海底管道外检测中的应用[J].广西科学,2020,27(3):217-224.

ZHANG J X,SONG Y D,LUAN Z D,et al. Application of Acoustic Detection Technology in the External Detection of Submarine Pipeline [J]. Guangxi Sciences,2020,27(3):217-224.

运营分析以及海洋生态环境的维护提供理论支撑。

1 海底管道状态及检测技术分类

海底管道在海底的赋存状态包括埋藏、裸露、悬空、移位等基本类型^[2],根据具体埋深情况又可分为完全埋藏、浅埋藏、部分裸露、完全裸露、悬空等类型^[14]。海底管道埋设方式的选取,通常需要综合考虑水深、地形地貌、底质、水动力条件等因素的影响。在浅海区,海洋水动力条件较强,海底地质作用活跃,加之人类活动比较频繁,海底管道设计埋藏较深,深度通常要达到管道直径的1—1.5倍^[2];在深海区,波浪、潮流等因素影响较小,海管埋藏深度较浅,甚至直接铺设在海床之上^[2-3]。

海底管道检测通常分为内检测和外检测两类^[15]。内检测,顾名思义即对管道内部进行检测,主要采用清管器和智能检测器等设备进行检测;外检测主要是针对管道所处位置、海域地质水文环境、管道赋存状态、外部腐蚀损伤等内容进行检测。从海底管道检测技术的发展现状来看,外检测技术主要包括声学探测、磁法探测、潜水摸探技术等。外检测技术的要点是确定海底管道的埋藏状态及空间展布特征,而声学探测技术因其快速高效、经济便捷等特点,成为海底管道外检测的主流技术。基于声学原理并常用于海管外探测的技术包括单波束/多波束测深、侧扫声呐、浅地层剖面、扫描声呐、合成孔径声呐等多项内容。

2 传统声学探测技术

传统声学探测技术包括单波束/多波束测深、侧扫声呐、浅地层剖面探测等3项主要技术。目前,SONIC 2024多波束测深系统、SES 2000参量阵浅地层剖面系统、KLEIN 3000侧扫声呐系统在海底管道外检测过程中应用最广泛。多波束数据主要用于展示研究区水深、地形地貌分布特征,侧扫声呐数据可以直观地显示管道周围的自然或人工地貌,浅地层剖面数据可以查明海底底质状况、管道埋深情况。具体工作时,可根据外业调查获得的调查数据,首先利用Caris 9.1、SonarWiz 5.0、ISE 2.0等软件对多波束、侧扫声呐、浅地层剖面数据进行处理,进而通过Surfer、GoobalMapper、Arcgis等绘图软件对研究区水深、地形地貌、管道状态进行成图;在此基础上,综合各类声学探测技术数据分析结果,取长补短,优势互补,对调查区管道赋存状态进行综合评估。

2.1 测线布设原则

在执行海管外调查作业任务前,需设计调查方案,完成测线布设工作。测线布设应根据调查区域环境、调查目的及调查区范围确定。通常来讲,将整个海底管道调查工程划分为近岸段、路由段、近平台段等进行分区作业。近岸段水深较浅,潮汐作用强,渔业活动频繁,存在冲刷潜在危害;近平台段海底环境复杂,海底工程设施复杂,涡流影响大。因此,近岸段和近平台段属于重点调查区段,测线布置时要适当提高密度。

主测线按照一定间距平行海管中轴线布设,与等深线和岸线垂直,用于多波束测量和侧扫声呐测量;垂直管道路由的测线为横测线或联络测线,主要用于海底浅地层剖面探测。在北部湾某单点系泊海底输油管道测量中,为满足多波束和侧扫声呐全覆盖的测量要求,结合单点系泊系统的实际现状,以海管路由为中心,平行管道路由方向,均匀布设多波束和侧扫声呐测线(Z_i);垂直于管道路由方向,布设浅地层剖面横向测线(SBP_i)。为保证测线调查质量,每条测线应对适当提前上线、延迟下线。为查明单点系泊管汇区的地形地貌特征,可围绕单点系泊布设环形测线(S_i)。测线具体布设示意图如图1所示。

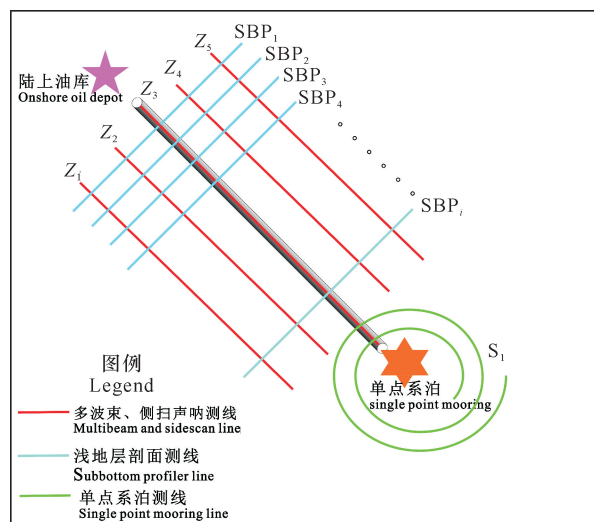


图1 海底管道调查测线布设示意图

Fig. 1 Schematic diagram of survey and survey line layout of submarine pipeline

2.2 多波束测深

多波束测深系统主要用于海底地形的测量,能够方便地获取海底管道路由区及平台区的水深地形资料,宏观反映海底管道走向、出露或悬空管道特征。多波束测深系统基本原理是向海底发射一个由数百个单波束组成的扇形波束,波束到达海底后发生反

射、散射等过程,回波被换能器接收,利用传播时长、声速等参数计算距海底的距离,通过走航式调查方法实现对水深的连续观测,利用 Caris 等软件对水深数据进行处理,制作三维地形图,从而直观地反映海底地形特征^[16-17]。SONIC 2024 多波束测深系统频率为 200—400 kHz,频率在线连续可调;波束数目为 256 个,覆盖宽度在 10°—160°内连续可调;最大测深量程达 500 m,可完全满足海底管道调查过程中的水深、海底地形测量精度要求。

图 2 清晰展示了 SONIC 2024 多波束测深系统在海底管道路由区的调查效果。多波束测深系统调

查结果表明,在北部湾某单点系泊海底输油管道系统中,自登陆点至单点系泊(SPM)的管道路由调查区,海底地形整体平坦、水深没有剧烈变化,同时还反映出管沟、土垅、锚链沟、礁石等人工和自然地貌类型。在近岸登陆段,受潮流、人工开挖管沟的影响,海底起伏凹凸不平,表现为崎岖海底地形(图 2a);在中间段,海底地形平坦,海底管道基本处于埋藏状态(图 2b);在近单点系泊处,在管沟一侧发现有未回填形成的高土垅(图 2c)。此外,在锚链的影响下,海底底部形成了数条锚沟,海底地形局部有较大起伏变化(图 2d)。

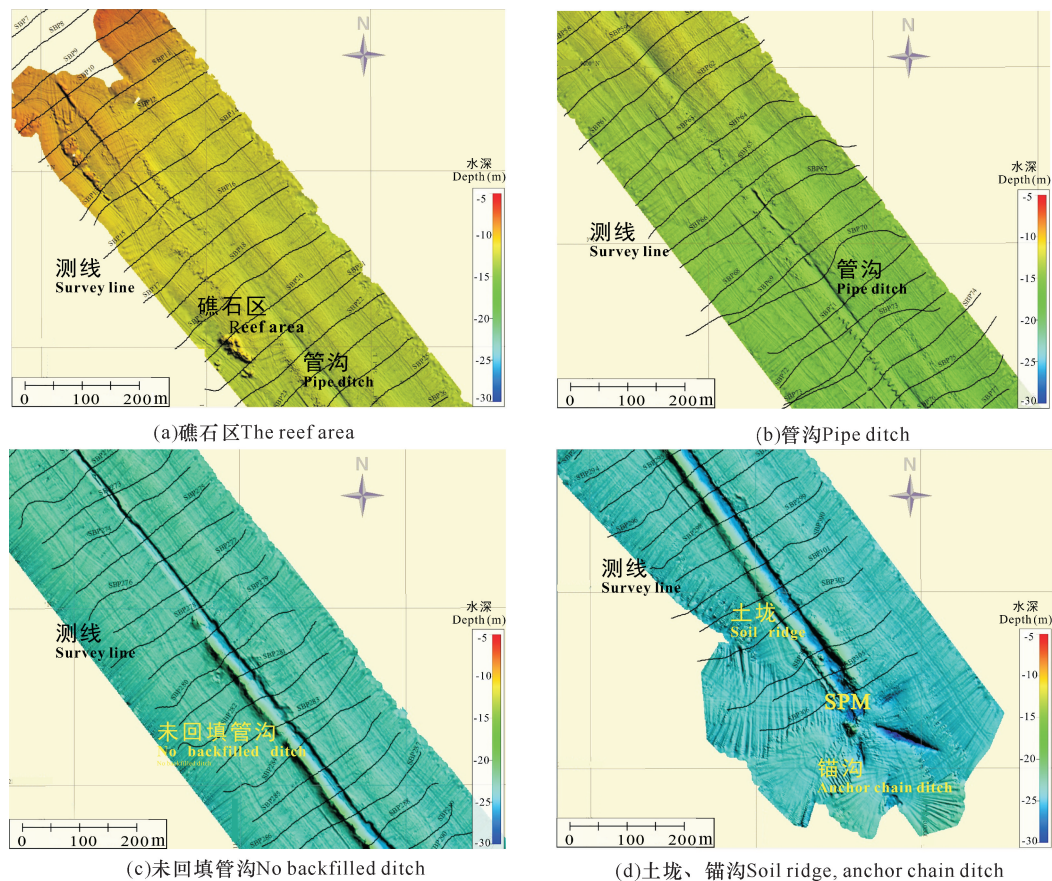


图 2 SONIC 2024 多波束测深系统显示管道区海底地形地貌特征

Fig. 2 Characteristics of submarine topography in the pipeline area by SONIC 2024 multibeam sounding system

2.3 侧扫声呐

侧扫声呐用于获得海底表面的声反射信息,形象直观地显示海底管道的出露、悬空情况。其基本原理是,换能器发射出的高频声波信号在到达海底后发生反射,目标面向换能器的一侧声波信号将被反射,换能器将接收到的海底反射信号按信号强度的强弱还原,以图像形式表现出来,形成具有地理参照,形象直观的高分辨率声呐图像^[18]。KLEIN 3000 侧扫声呐系统频率为 100, 500 kHz,单频脉冲,波束开角水平

0.7°(100 kHz)/0.21°(500 kHz),垂直 40°;波束倾角向下 5°、10°、15°、20°、25°可调,最大距离在 100 kHz 时达 600 m,在 500 kHz 时达 150 m,额定深度 1 500 m,是目前国内外常用的侧扫声呐系统。

研究发现,KLEIN 3000 侧扫声呐系统对海底管道调查区中的回填碎石、管道管沟、软泥区等地貌类型的探测精度高、探测效果显著。通过对侧扫声呐图像进行分析,结合多波束调查结果,可以确定管道路由区内的自然地貌形态和人工地貌形态(图 3)。

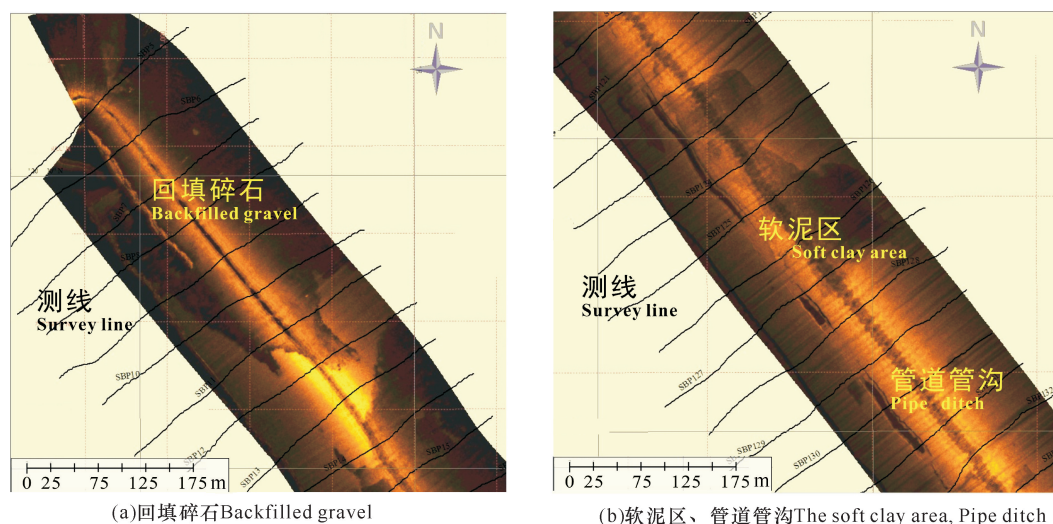


图3 KLEIN 3000 侧扫声呐系统显示管道区海底地形地貌特征

Fig. 3 Characteristics of submarine topography in the pipeline area by KLEIN 3000 side-scan sonar system

2.4 浅地层剖面

浅地层剖面系统能够反映海底浅层地层结构信息,确定海底管道的平面位置和埋藏深度,对查明管道的埋藏、出露、悬空情况均适用。系统基于声波反射原理,在沿着与海底管道轴向垂直的测线方向上进行走航式测量,仪器探头发出的高频声波脉冲信号在海底沉积物与管道之间的界面上形成反射,换能器接收反射信号后,以模拟或数字信号的方式存储输出。在地层剖面上,海底管道会呈现出规则的、开口向下的抛物线状记录,抛物线的顶点即为海底管道的顶部,基于这种特性,地层剖面可以清晰地展现出管道在海底地层中的相对位置和埋藏情况^[5,18]。SES 2000 参量阵浅地层剖面系统的换能器发射两组频率不同的高频声波,由于高声压条件下声波传播的非线性,这两组声波互相作用,产生一种新的、频率低、穿透性强的声波,称为次频(4,5,6,8,10,12,15 kHz),参量阵技术就是利用这种次频来穿透地层,提供高分辨率和强地层穿透性的剖面数据。SES 2000 参量阵浅地层剖面系统探测精度较高,目前在海底管道外检测中得到了广泛应用。

根据调查区海底管道的技术参数和铺设施工完工方法定义,完全埋藏型管道埋藏深度大于 0.5 m,浅埋藏型管道埋藏深度小于 0.5 m,裸露型管道埋藏深度为 0 m,管道部分或是全部裸露在海底。根据 SES 2000 参量阵浅地层剖面系统测量分析结果,考虑到管道直径大小和埋藏方式的不同,在研究区识别出完全埋藏型、浅埋藏型和裸露型 3 种管道赋存状态(图 4)。

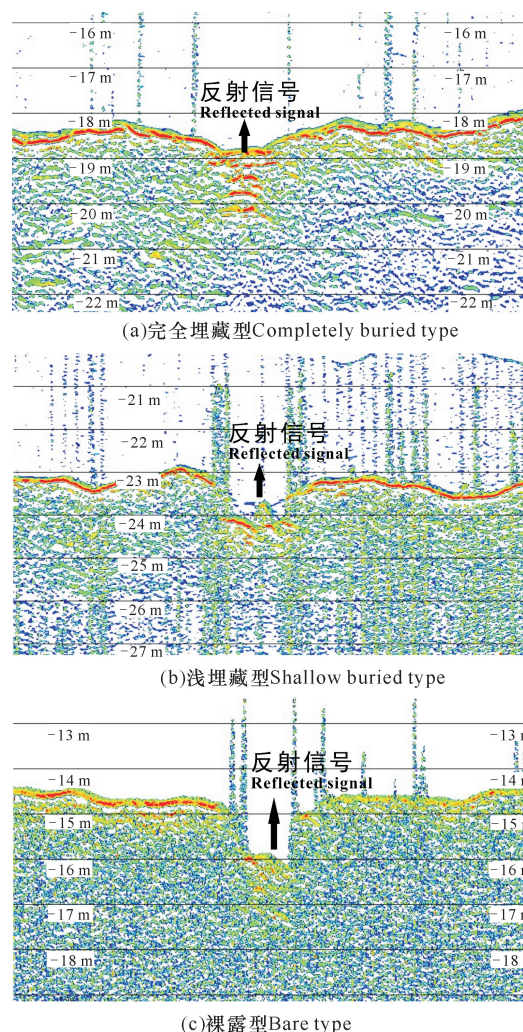


图4 SES 2000 浅地层剖面系统显示管道埋藏状态

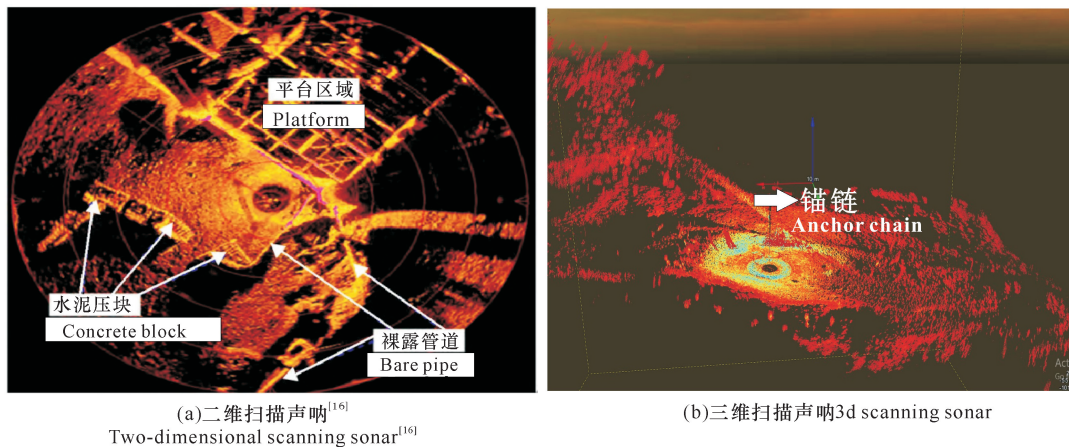
Fig. 4 Buried state of pipeline by SES 2000 sub-bottom profiling

3 其他声学探测技术

3.1 扫描声呐

扫描声呐是目前比较先进的用于海底管道检测的声学探测技术,其采用海底支架静态布放测量的方式,具有实时探测、操作简单、成像清晰的特点。其工作原理是利用换能器发射声脉冲,通过对回波信号的接收和处理形成图像,然后定点旋转探头,重复发射接收的过程,形成完整、清晰、精确的海底图像^[16,19-22]。扫描声呐包括二维扫描声呐、三维扫描声

呐,如 Kongsberg 公司的 MS1000 二维扫描声呐、Blueview 公司的 BV5000 三维扫描声呐。图 5 展示 MS1000 二维扫描声呐^[16]、BV5000 三维扫描声呐在海底管道外检测中的应用效果。扫描声呐对海底裸露管道、锚链等具有非常直观的显示,成图清晰、识别准确,能清晰展示探测目标的水下三维结构,在海洋平台、单点系泊等附近区域以及海水浑浊、能见度低的海水区域的管道探测发挥了重要作用,具有很好的推广性和适用性。



(a)二维扫描声呐^[16]
Two-dimensional scanning sonar^[16]

(b)三维扫描声呐3d scanning sonar

图 5 扫描声呐在海底管道检测中的应用

Fig. 5 Application of scanning sonar in submarine pipeline detection

3.2 合成孔径声呐技术

作为一种高分辨率水下探测成像技术,合成孔径声呐已成为国际上的研究热点。其基本原理是小孔径基阵及其匀速直线运动形成虚拟的等效大孔径,通过合成的大孔径波束形成回波过程,实现高分辨率成像。根据其基本原理,合成孔径声呐具有很高的横向空间分辨率,并且分辨率与声呐工作频率、作业距离无关^[23-25]。合成孔径声呐甚至可以在低于 30 kHz 频率下工作,可以很好地穿透地层探测海底埋藏目标。低频合成孔径声呐被认为是掩埋物探测最有潜力、最可行的手段,在海底管道检测中具有得天独厚的优势。双频合成孔径声呐具有高低频同步成像的优点,可以用于海底管道埋藏状态的识别。低频信号用于埋藏目标的探测,高频信号进行高分辨率表面成像。假如高频图像中不显示海底管道,低频图像中显示海底管道,表明管道处于埋藏状态(图 6)。

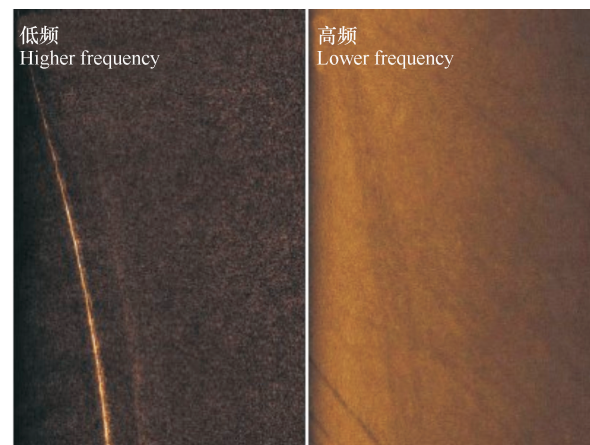


图 6 合成孔径声呐埋藏管道成像效果^[23]

Fig. 6 Imaging effect of buried pipelines by synthetic aperture sonar^[23]

4 技术对比分析

多波束测深技术、侧扫声呐技术只能对海底裸露或悬空状态的管道进行检测,无法对埋藏状态的管道

进行检测;扫描声呐虽具成图直观准确、连续监测能力强等优点,但同样无法对埋藏管道状态进行检测,并且通常缺少有效的定位坐标信息;浅地层剖面系统横切管道,具有很好的垂向探测效果,但是探测不连

续,导致空白段判断难度增大,同时受底质、海况等多种环境因素的影响较大;合成孔径声呐技术是海底管道检测的理想技术,但目前也存在管道埋深定性判断、设备价格高、性价比低等劣势(表1)。

表1 海底管道常用声学探测技术对比

Table 1 Comparison of common acoustic detection technologies for submarine pipeline

技术名称 Technical name	常用设备 Common equipment	适用类型 Applicable type	缺点 Defect	影响因素 Influence factor
多波束测深 Multibeam sounding	R2SONIC-SONIC 2024 Reson-seabat 7125	裸露型、悬空型 Bare, suspended	无法探测完全埋藏的管道,水深的增大会导致分辨率降低 Unable to detect completely buried pipelines, the resolution would be lower with the increasing of water depth	水深、波束开角等 Water depth and beam opening angle, etc
侧扫声呐 Sidescan sonar	L3-KLEIN 3000/ 2000/5000 EdgeTech-Edgetech 4200/4125	裸露型、悬空型 Bare, suspended	无法探测完全埋藏的管道,位置精度较低 Unable to detect completely buried pipeline, the location accuracy is low	声波掠射角,水流对拖体的高度、姿态的影响等 Acoustic wave grazing angle, the influence of water flow on the height and attitude of the towing body
浅地层剖面 Sub-bottom profiler	Innomar-SES 2000 GeoPuls 3.5/14 kHz	裸露型、悬空型、埋藏型 Bare, suspended, buried	盲探工作量大,效率低,细管径识别效果差 Blind detection, heavy workload, low efficiency, poor identification effect of fine pipe diameter	海底底质、噪音、海况等 Bottom quality, noise, sea conditions, etc
扫描声呐 Scanning sonar	Kongberg-MS1000 BlueView-BV5000 CodaOctopus-Echo-Scope	裸露型、悬空型 Bare, suspended	无法探测完全埋藏的管道,位置精度较低 Unable to detect completely buried pipeline, the location accuracy is low	水流对姿态的影响等 The influence of water flow on attitude, etc
合成孔径声呐 Synthetic aperture sonar	EdgeTech-EdgeTech 4400 KONGSBERG-HISAS 1030 中国科学院声学研究所双频合成孔径声呐 Dual frequency synthetic aperture sonar of IACAS	裸露型、埋藏型 Bare, buried	成本高,目前以定性分析为主 High cost, mainly based on qualitative analysis at present	海底底质、噪音、海况等 Bottom quality, noise, sea conditions, etc

我国渤海海域海底管道水深一般不超过 30 m,东海海底管道水深在 100 m 左右,南海海底管道水深在数十米至上千米不等^[16]。通常情况下,在水深较浅(小于 30 m)的条件下,采用多波束测深、侧扫声呐、浅地层剖面系统等传统声学探测技术进行海底管道探测,该探测技术组合基本满足探测精度需求,作业效率高、成本低。在靠近平台或者单点系泊处,为保障已建设施、船舶、人员及设备的安全,可以使用扫描声呐进行探测;在 100 m 水深的海底管道,管道路由区同样采用传统声学探测技术的组合进行探测;在靠近平台或者单点系泊处,宜采用遥控无人潜水器(ROV)搭载探测设备进行探测。如果水深在几百米甚至上千米的海域,海底管道通常不进行掩埋处理,建议使用 ROV 搭载探测设备进行作业。当然,在成

本允许的前提下,也可以使用合成孔径声呐代替侧扫声呐进行海底管道探测。总之,海底管道探测方案的选择应综合考虑水深、海域条件、设备优缺点、作业载体、工作成本等因素,确定有效、高效、经济、适用的探测方案。

5 展望

(1)声学探测技术是海底管道外检测过程中应用最广泛的探测技术,多波束测深、侧扫声呐、浅地层剖面目前仍是海底管道外检测过程中的主流探测技术。扫描声呐、合成孔径声呐等技术手段的应用,有助于提高海底管道赋存状态的准确识别和表征。

(2)各类声学探测设备都有优缺点,在外业调查过程中应尽量减小或避免干扰因素的影响,提高测量

精度。海底管道外检测方案的选择应综合考虑海域环境等多种因素,多种技术取长补短、互相验证,才能为海底管道的安全稳定运行提供基础保障条件。

(3)双探头多波束系统^[26]、双频合成孔径声呐等设备的研发应用,以及同一设备实现多类型参数的检测、传输、分析的一体化,表明海底管道探测设备向集成化方向发展^[27]。用于海底管道三维重建的点云技术^[28]、三维扫描声呐系统等新技术的广泛应用以及许多专家学者对于各种声学探测设备基本原理及精度影响因素的探讨^[29-30],体现了海底管道的检测精细化、识别智能化发展方向。综上所述可认为,海管外检测技术向着设备集成化、检测精细化、识别智能化的方向发展。

参考文献

- [1] 金伟良,张恩勇,邵剑文,等.海底管道失效原因分析及其对策[J].科技通报,2004,20(6):529-533.
- [2] 张彦昌,郑佳.海底管线调查综合物探作业方法研究[J].海洋技术,2010,29(1):78-81.
- [3] 隋海琛,韩德忠,伊冬云,等.海底管线调查方法和资料处理[J].水道港口,2006,27(S1):2-8.
- [4] 栾振东,范奉鑫,李成钢,等.地貌形态对海底管线稳定性影响的研究[J].海洋科学,2007,31(12):53-58.
- [5] 刘臻,曹立华,童思友,等.高频浅地层剖面技术在海底管道探测中的应用[J].海洋地质前沿,2015,31(7):66-70.
- [6] 胡梦涛,李太春,廖荣发,等.参量阵浅剖探测技术在海底管线探测中的应用[J].海洋测绘,2019,39(5):30-34.
- [7] 姜小俊,刘仁义,刘南,等.强潮地区海底管线状态检测方法研究——杭州湾海底管线状态检测[J].浙江大学学报:工学版,2009,43(9):1739-1742.
- [8] 戚玉红,冯百全.声学探测技术在海底管线调查中的应用[J].港工技术,2015,52(1):97-99.
- [9] 李近元,马小川,阎军.海底管线维护中底床表层稳定粗化层的构建[J].海洋科学,2018,42(9):10-16.
- [10] 亢保军,孔改红,孙立东.海底管线探测数据处理及自动化研究[J].港工技术,2018,55(4):116-120.
- [11] 金翔龙.海洋地球物理研究与海底探测声学技术的发展[J].地球物理学进展,2007,22(4):1243-1249.
- [12] 吕邦来.海底管线的地球物理探测技术探讨[J].水运工程,2009(7):146-150.
- [13] 张永明,石晓伟,毕建强,等.声波探测技术在海底输油管道检测中的应用[J].海洋测绘,2014,34(1):65-67.
- [14] 庄丽华,阎军,李成钢.海底管道悬空防护与治理措施浅谈[J].海洋科学,2016,40(11):65-73.
- [15] 孙长保.海底管道检测最新技术及发展方向[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(14):43-44.
- [16] 刘振方,朱友生,陈冠军.海底管道探测技术应用[J].中国海洋平台,2019,34(3):1-7,54.
- [17] 来向华,马建林,潘国富,等.多波束测深技术在海底管道检测中的应用[J].海洋工程,2006,24(3):68-73.
- [18] 周兴华,姜小俊,史永忠.侧扫声纳和浅地层剖面仪在杭州湾海底管线检测中的应用[J].海洋测绘,2007,27(4):64-67.
- [19] 李斌,金利军,洪佳,等.三维成像声纳技术在水下结构探测中的应用[J].水资源与水工程学报,2015,26(3):184-188,192.
- [20] 李东德,郑震生,熊爱成.定点扫描声纳在海底管道维护治理工程工效评价中的应用[J].现代测绘,2019,42(5):44-47.
- [21] 时振伟,刘翔,张建峰,等.三维成像声纳 BV5000 在水下测绘领域中的应用[J].气象水文海洋仪器,2013,30(3):48-52.
- [22] 杨志,王建中,范红霞,等.三维全景成像声纳系统在水下细部结构检测中的应用[J].水电能源科学,2015,33(6):59-62,47.
- [23] 刘纪元.合成孔径声呐技术研究进展[J].中国科学院院刊,2019,34(3):283-288.
- [24] 杨敏,宋士林,徐栋,等.合成孔径声呐技术以及在海底探测中的应用研究[J].海洋技术学报,2016,35(2):51-55.
- [25] 于灏,王培刚,段康弘,等.合成孔径声呐技术在海底管道探测中的应用进展[J].海洋测绘,2015,35(3):20-23.
- [26] 熊春宝,李志,孙轩,等.基于声波探测的海底管道非掩埋状态检测方法[J].河海大学学报:自然科学版,2017,45(5):425-431.
- [27] 王金龙,何仁洋,张海彬,等.海底管道检测最新技术及发展方向[J].石油机械,2016,44(10):112-118.
- [28] 刘哲,张万远,黄晓霜,等.海底管道检测与三维点云重建算法[J].海洋测绘,2019,39(3):36-40.
- [29] 严天赦,孟宪阔,孟祥勇.交叉海底管道探测方法研究[J].港工技术,2017,54(3):108-112.
- [30] 陶常飞,徐永臣,周兴华,等.起伏地形条件下侧扫声呐探测存在的问题及改进方法——以海底管道检测为例[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2019,49(5):71-77.

Application of Acoustic Detection Technology in the External Detection of Submarine Pipeline

ZHANG Jianxing^{1,2}, SONG Yongdong^{1,2}, LUAN Zhendong^{1,2}, MA Xiaochuan^{1,2}, YAN Jun^{1,2}

(1. Key Laboratory of Marine Geology and Environment, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong, 266071, China; 2. Center for Ocean Mega-Science, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong, 266071, China)

Abstract: In the external detection process of submarine pipelines, in order to clarify the true existence status of submarine pipelines, engineering geophysical exploration and diving exploration are often used to investigate them, and acoustic detection technology is the most widely used. Taking a single point mooring (SPM) and submarine oil pipeline in Beibu Gulf as an example, the application of SONIC 2024 multi-beam sounding system, SES 2000 parametric sub-bottom profile, KLEIN 3000 side scan sonar system and other traditional acoustic detection equipment in the detection of submarine pipelines was systematically introduced. And on this basis, combined with acoustic detection technologies such as scanning sonar, synthetic aperture sonar, the advantages, disadvantages and applicable conditions of various acoustic detection technologies were discussed, and the technology development direction of external detection of submarine pipeline was pointed out. The comprehensive application of a variety of acoustic detection technologies is the basis for accurate evaluation of the state of submarine pipeline. The selection of submarine pipeline detection scheme should comprehensively consider factors such as the sea area conditions, advantages and disadvantages of equipment, operation carrier, work costs. And the detection technology of submarine pipeline is developing towards the direction of equipment integration, detection refinement and recognition intelligent.

Key words: acoustic detection technology, submarine pipeline, detection and evaluation, submarine topography, single point mooring, Beibu Bay

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>