

埕岛油田海底管道漏磁检测与安全评估*

初新杰^{1,2}

(1. 中国海洋大学工程学院 山东青岛 266000;

2. 中国石化集团胜利石油管理局钻井工艺研究院 山东东营 257017)

摘要 提出了埕岛油田海底管道内缺陷漏磁检测需解决的主要问题,研发了 $\varnothing 325$ mm管道内缺陷漏磁检测装置,确定了海底管道漏磁检测工艺流程,配套了管道检测发射装置、接受装置等相关设施,实现了海底管道的漏磁检测、缺陷分析和安全评估。

关键词 海底管道 漏磁检测 工艺流程 安全评估

Chengdao Oilfield Submarine Pipeline Magnetic Flux Leakage Testing and Safety Assessment

CHU Xinjie^{1,2}

(1. School of Engineering, Ocean University of China Qingdao, Shandong 266000)

Abstract This paper raises some problems to be solved in Chengdao Oilfield submarine pipeline defects magnetic flux leakage testing, studies the magnetic flux leakage testing installations and determines the technological processes of testing, in which the pipeline testing emission and receiving devices are suited. Meanwhile it is realized submarine pipeline magnetic flux leakage testing, defects analyses and safety assessment.

Key Words submarine pipeline magnetic flux leakage testing technological process safety assessment

0 引言

我国渤海海域的滩浅海区域蕴藏着丰富的油气资源,已经形成超过2 000万t石油的生产能力,铺设了数百万米的海底管道,并且管网规模日益增大。由于海底表层地基的不稳定、介质腐蚀、浪流冲刷及海上意外事故等原因,海底管道易产生缺陷和损伤,严重时可能发生油气泄漏,从而造成巨大的经济损失与生态环境灾难^[1]。

世界各海洋石油生产国对海底管道的在线检测十分重视,进行了大量的研究工作。国家经贸委2000年4月颁布的17号令《石油天然气管道安全监督与管理暂行规定》中明确规定“新建石油管道投产3年后必须进行全面的检测,以后需进行定期全面的检测”。

胜利海上埕岛油田自投入开发以来,主要采用以“卫星平台—海底管线—中心平台—海底管线—陆地接转站”全天候生产为主的生产方式^[2],先后建成投产了129条海底管线,总长222.8 km。作为油气输送关键的海底管线设计使用寿命为15年,目前已有30%接近设计寿命,如何对海底管线进行检测

和安全评估,是胜利浅海油田保持产能持续上升的迫切需要。

1 漏磁检测技术原理与海底管道缺陷检测需解决的问题

1.1 漏磁检测技术原理

利用漏磁原理进行海底管道腐蚀缺陷检测^[3],是目前常用的检测方法之一,适用于薄壁和中壁厚管道。将磁极放置于铁磁性钢材料海底管道壁的表面,在管道壁内产生沿管道轴向的磁化场,当磁场足够强时管道壁处于饱和磁化状态;如海底管道无缺陷存在,则磁场集中于管壁内,置于管道内表面的磁传感器不会检测到磁场信号;如果海底管道壁内存在缺陷,则由其造成的管道壁局部变薄将使得原本集中分布在海底管道壁内的磁场有一部分泄漏出管道壁的内外表面,泄漏的磁场就被传感器检测到,从而获知缺陷的存在。

1.2 海底管道缺陷漏磁检测需要解决的主要问题

由于海底管道内检测器需要穿越立管、水平管,对检测器速度控制要求比陆地长输管道检测器要求高。另外,由于海底环境复杂,海底管道缺陷的精确

* 基金项目:国家“863”资助项目——海底管线检测与水下结构物修复关键技术(2011AA0903)。

判别和定位明显不同于陆地管道的检测^[4-5]。原先铺设的海底管道不规范,转弯半径小,没有考虑海底管线检测装置的投放、回收工艺流程和相关配套设施,使海上管线检测操作难度大。

如果要将陆地管道内漏磁检测技术用于海底管道的检测,需要解决一些技术问题。

(1)研发合适的缺陷漏磁检测装置,提高其在海底管线内的环境适应能力、过弯能力和耐冲击能力。

(2)配套管道变形检测装置,保证管道变形满足缺陷漏磁检测装置的通过要求。

(3)配套管道检测发射装置、接收装置以及检测工艺。

2 $\varnothing 325$ mm 海底管道缺陷漏磁检测器研制

结合海底单层和双层油气输送管道工程实际,研发了 $\varnothing 325$ mm 管道缺陷漏磁检测器,可通过油压差驱动实现在线检测和离线分析,能够检测管道缺陷,并确定初步位置。研发的管道缺陷检测器工程机实物照片见图 1。



图 1 管道缺陷检测器工程机实物照片

管道缺陷漏磁检测器工程机的主要性能参数为:①海底管道内径: $\varnothing 297$ mm;②管道内介质温度: $5 \sim 60$ $^{\circ}\text{C}$;③转弯能力:不小于 3 D;④壁厚测量误差: < 0.5 mm;⑤检测最小腐蚀面积: $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$;⑥最大允许管道变形:管道直径的 $\pm 2.5\%$ 。

3 海底管线漏磁检测方案与工艺流程

3.1 检测项目概况

中心二号至 CB22C 海底管线复线于 2004 年投产建成并投入使用,目前输送介质为天然气。

管线为双层管结构型式,外管:外径 $\varnothing 426$ mm,内径 $\varnothing 402$ mm;内管:外径 $\varnothing 325$ mm,内径 $\varnothing 297$ mm,材质 X52;两管中间夹层包覆泡沫黄夹克保温层,厚度为 38.5 mm。

根据海上安全管理工作要求,亟需对该管线实施内管无损检测,并对海底管线安全性进行评估。

3.2 检测方案与工艺流程

(1)海底管道发射、接收两端的改造。由于原先铺设的海底管道没有预设检测器发射装置和接受装置,需要进行发射端与接收端改造。

在中心二号平台上,将原有海底管道切断,增加了三通阀门,接入检测器发射装置;在 CB22C 平台上,将原有海底管道切断,增加了三通阀门,接入检

测器接收装置。

(2)清管器清洗管线。将清管器送入检测器发射装置,启动水泵供水,依靠清管器前后的水压差作为动力,推动清管器在管线内向前移动,刮削管壁污垢,将堆积在管线内的污垢及杂物推出检测器接收装置外。

(3)管道变径检测。将变形检测器送入检测器发射装置,启动水泵供水;变形检测器通过水压差驱动在管线内部运行,当通过管线有形变时,检测器在线记录该形变量;然后离线分析确定变形尺度及初步位置,判断管道缺陷漏磁检测器能否安全通过。

如果检测管线变形大于直径的 2.5%,则不能进行管线腐蚀缺陷漏磁检测,需要对变形管道进行维修,然后进行管道缺陷漏磁检测。

(4)海底管道缺陷漏磁检测。将漏磁检测工程机送入检测器发射装置,启动水泵供水;漏磁检测工程机通过水压差驱动在管线内部运行的同时,实时采集检测到的管线数据并存储;待管线检测完成后,将工程机从管道内取出,通过计算机导出所存信息;通过管线缺陷评价系统进行信息处理。

4 管道缺陷分析与安全评估

按流程完成海底管线复线检测,检测设备完好无损,各项检测信息完整,云图清晰。通过管线缺陷评价系统对海底管线复线漏磁检测信息进行分析。

4.1 检测特征信息

检测特征信息见表 1。

表 1 检测特征信息

特征类型	金属损失	有金属材料接触	安装附件信息
数量	6	4	9

4.2 缺陷分析

管线检测后,发现 6 处金属损耗特征。缺陷的深度范围为壁厚的 10%~11%,最深处的缺陷点为壁厚的 11%,位于 62.177 m 处。缺陷特征及分布见表 2。

4.3 安全评估

根据检测数据,计算各个缺陷的维修系数(ERF)值^[5]。计算得到最大的 ERF 值为 0.85,其金属损失缺陷出现在离起始点距离 424.980 m 处和 80.353 m 处。两处缺陷均为原管道加工缺陷。ERF < 1 ,为可接受区域,无失效性缺陷。因此,该海底管线是安全的。

5 结语

针对埕岛油田海底管道检测工程确定了海底管
(下转第 78 页)

区域中村的改造有了较为实效的方案措施,施工单位针对不规则巷道宽度也能因地制宜地加以解决。

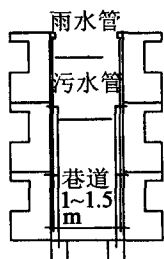


图3 巷道宽度为1.0~1.5 m时排水管道布置

在村内避风塘河道北侧排洪渠上部分沿渠而建的建筑物的散排污水管道后设置一根 DN150 的 UPVC 排水横干管,将该部分出户管集中到这根横管上后,再跨排洪渠接入对面新设计的污水管线内,横管的起始端及转弯段要设清扫口,实际运行后效果良好,

不再有生活污水直排入雨水排洪明渠的情况。

排水管道改造必须做到每栋建筑物污水有出路。在建成区埋设排水管,必然要损坏现有道路路面、雨水口、化粪池及电缆沟等设施,因此在施工中应做好沿线各种管线的保护工作,如有损坏,均需修复。

4 结语

城中村排水系统完善改造工程是一项非常繁杂而有意义的工作。通过近两年的设计和施工服务,深圳盐田区的污水完善改造工程大都已竣工验收或进入验收阶段,许多城中村已达到雨水污水完全分流要求,获得“排水达标小区”称号。

作者简介 郑坚,男,硕士,给排水高级工程师,现从事给排水专业工程设计。

(由稿日期:2011-06-13)

(上接第20页)

表2 缺陷特征及分布

序号	缺陷名称	距起始点的距离/m	管道壁厚/mm	缺陷长度/mm	缺陷宽度/mm	缺陷深度占壁厚比例/%
1	均匀腐蚀	424.980	14.275	53	203	10
2	均匀腐蚀	80.353	14.275	43	69	10
3	蚀损斑	62.177	14.275	33	23	11
4	周向槽	915.142	14.275	30	94	10
5	周向槽	69.111	14.275	25	56	10
6	周向槽	423.888	14.275	20	89	10

道漏磁检测工艺流程,配套了管道检测发射装置、接收装置等相关设施,通过水压差驱动实现管道缺陷的检测和评估分析,从而基本掌握了海底管道漏磁检测设备的关键技术、检测流程和相关配套设施,打破了国外的技术垄断,降低了管道检测成本。下一步将研究系列化的海底管道内缺陷漏磁检测装置,提高检测装置的通过能力和检测精度,为海底管道的安全运行提供技术支持。

参考文献

[1]王金英,赵冬岩.渤海海底管道工程的现状特点和存在问题[J].中国海上油气(工程),1992,4(1):1-6.

[2]刘福顺,汤明.无损检测基础[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002:31-45.

[3]孙永泰.油气输送管线检测准确度影响因素分析[J].石油机械,2010(2):70-73.

[4]黄辉,何仁洋,熊昌胜,等.漏磁检测技术在管道检测中的应用及影响因素分析[J].管道技术与设备,2010(3):46-49.

[5]The ASME Committee. ASME B31G-2009[S]. New York: The American Society of Mechanical Engineers,2009:8-17.

作者简介 初新杰,在读博士,高级工程师,现任胜利油田海洋工程实验室主任。

(收稿日期:2011-03-18)