

南海 A 平台导管架阴极保护监测结果讨论与分析

陈胜利¹, 王秀通², 宋积文¹, 兰志刚¹, 李言涛², 朱庆军²

(1. 中海油能源发展股份有限公司 北京分公司, 北京 100027; 2. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 通过对南海 A 平台导管架阴极保护监测结果的分析, 研究了该平台下水一年后导管架的阴极保护状态。结果表明, 该平台下水后, 导管架各节点电位及牺牲阳极电位均达到保护, 阴极保护状态良好。阴极保护监测系统运行稳定, 双电极探头未发现损坏, 所得监测结果翔实可靠, 对该海域新建平台导管架监测系统有着重要的借鉴价值。

关键词: 深海腐蚀; 腐蚀监测; 海洋石油平台; 导管架阴极保护

中图分类号: TG172.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)10-0026-04

doi: 10.11759/hyqx20131029001

目前, 海洋中的油气资源越来越得到了世界范围的重视, 而各种形式海洋石油平台是实现海洋油气开采的重要设施。在我国, 导管架是目前应用范围最广的海洋平台, 由于其处于苛刻的海洋腐蚀环境, 阴极保护是对导管架水下部位进行防护最常用和有效的防腐蚀手段。海洋石油平台导管架的阴极保护状况通过在线的阴极保护监测技术进行实时监测。阴极保护监测系统是海洋平台防腐蚀系统的重要组成部分, 通过监测数据的实时采集、处理、分析等直观的反映导管架当前的腐蚀状态, 即时提供平台水下导管架的阴极保护状态, 节省人工和 ROV 检测费用, 对确保平台导管架的安全生产有着重要的意义, 并为该海域新平台的阴极保护系统的建立提供数据支持。

近 10 余年来, 海洋平台导管架阴极保护监测在我国多个海域平台投入使用, 起到了良好的监测、保护效果。中科院福建物质结构研究所^[1]是国内较早开展海洋构筑物阴极保护监测研究的机构, 并在海洋平台开展了应用; 中国科学院海洋研究所^[2-3]与中海油能源发展股份有限公司^[4-5], 针对我国不同海域的海洋石油平台的阴极保护系统做了大量的研究, 开发了低功耗的初始极化监测记录仪等多套设备, 在渤海和南海等多个平台开展了应用; 胜利油田海洋石油开发公司^[6]等也对钢结构的腐蚀监测技术进行了深入的研究。总体来说, 我国海洋石油平台的阴极保护监测的应用已经获得较大发展, 但是目前对于我国南海深水海域的阴极保护监测系统, 目前的研究尚未有系统的研究与进一步的探索。特别

是在南海海域, 由于深海海域的腐蚀环境与浅海域的腐蚀环境有着极大的不同, 腐蚀环境尤为苛刻, 所开发的阴极保护监测系统在深海中的稳定性及数据的准确性都有着更高的要求, 对其性能也需要进一步的研究与讨论。本文通过对南海深水海域 A 平台上阴极保护监测系统下水一年的数据分析, 研究了该平台的腐蚀状况与阴极保护监测系统运行状况。

1 监测系统开发

南海 A 平台, 位于南海东部珠江口盆地海域, 油田范围内海域平均水深约 132 m, 水上采用组块化建造, 水下采用导管架式结构, 共有 8 条导管腿, 水下部位采用牺牲阳极进行腐蚀防护。为实现对导管架阴极保护系统的实时和长期监测, 该平台安装了阴极保护监测系统, 该系统由水上与水下两部分组成, 水下部分为监测电流、电位探头及监测电缆, 在 A2 和 A4 桩腿上分别安装了 8 个电位探头和 4 个电流探头, 水上部分为数据采集设备, 由工控机和数据采集器及解码器组成, 实现 24 h 不间断连续性监测。阴极保护监测系统中最重要的设备为电位探头和电流探头。

收稿日期: 2013-10-29; 修回日期: 2014-01-20

基金项目: 科技部国际科技合作项目(2010DFR50860)

作者简介: 陈胜利(1982-), 男, 河南许昌人, 硕士, 研究方向: 海洋石油天然气工程的腐蚀与防护, 电话: 010-84525764, E-mail: chensh12@cnooc.com.cn; 王秀通, 通信作者, 电话: 0532-82898735, E-mail: wangxiutong@qdio.ac.cn

1.1 电位探头

双电极电位探头用来测量海洋石油平台导管架局部位置的阴极保护电位。每一个探头均由 Ag/AgCl 电极和 Zn 电极组成，它具有长效防污损生物附着功能，且具备抗强烈冲击和振动能力，并能承受平台水深相应压力。组成探头的两种电极材料在海水中进行为期 1a 的长期稳定性能测试。结果表明，Ag/AgCl 电极在海水中 1 a 内其电极电位的漂移值 ± 2 mV; Zn 电极在海水中 3 a 内其电极电位漂移值 ± 20 mV。

1.2 电流探头

牺牲阳极输出电流探头用于检测牺牲阳极输出电流的大小，是基于欧姆定律原理设计的直流电流测试装置。其结构同样要求具有抗强烈冲击、振动和耐压性能。从理论上讲，由于在牺牲阳极输出测量探头内设置了取样标准电阻，且其本身存在测量回路电阻，两者在阳极输出电流通过时产生的 IR 降减少了阳极驱动电压，使测量到的阳极输出电流值小于实际输出电流值。经过对电流探头的实际测试，发现取样电阻的存在对电流测量值的影响低于 1%，可以忽略不计，因此可以认为通过该电流探头测量的电流就是阳极的实际发生电流。

2 数据处理与分析

A 平台分别在 A2 桩腿 8 个节点部位-7、-15、-41、-55、-83、-100、-118、-130 m 处和 A4 桩腿的 8 个节点部位-15、-28、-41、-50、-69、-83、-100、-118 m 处安装了双电极电位探头和电流探头，探头在导管架上安装位置如图 1 所示。为了保证测试数据的代表性，在不同的深度、不同的节点位置和牺牲阳极位置布置了相应的探头。同时考虑到导管架的

对称性的机构，在 A2 和 A4 两条桩腿可以选择具有代表性的监测点，从而实现对整个平台整体阴极保护状况的在线监测与评估。

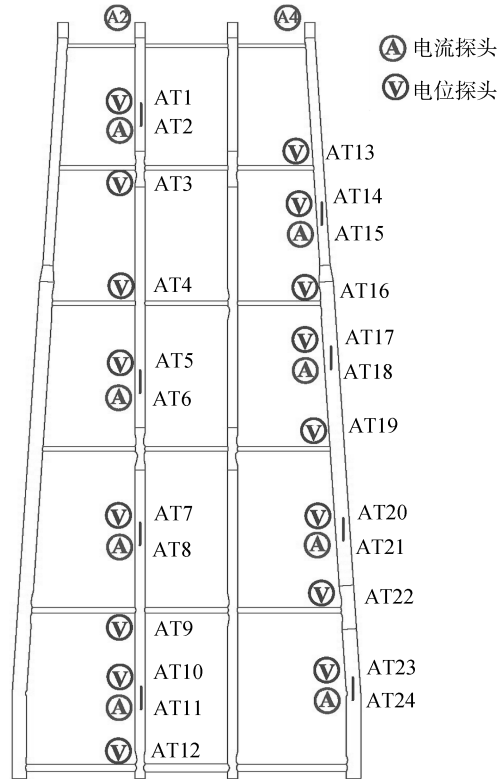


图 1 监测探头布局示意图

Fig.1 Corrosion sensor distribution on the platform

阴极保护监测系统于 2011 年 9 月完成水下导管架和水上组块的海上对接调试工作，9 月 8 日正式运行。至 2012 年 6 月 14 日已经累计取得 10 个月的监测数据，将这两个时间点的监测数据以及变化趋势进行对比，考虑到监测节点和牺牲阳极所处位置都是设计所关注的关键监测点，将节点结构和牺牲阳极位置的电位数据分布进行对比，如表 1、2 所示。

表 1 节点结构电位数据表

Tab.1 Structure potential data

探头	位置(m)	高纯锌电极电位(V) vs SCE		Ag/AgCl 电极电位(V) vs SCE	
		2011-09-08	2012-06-14	2011-09-08	2012-06-14
AT3	A2 桩腿-15	-0.930	-0.962	-0.975	-0.906
AT4	A2 桩腿-41	-0.943	-0.986	-0.933	-1.029
AT9	A2 桩腿-100	-1.013	-1.012	-1.033	-1.045
AT12	A2 桩腿-130	-1.009	-1.022	-1.026	-1.035
AT13	A4 桩腿-15	-0.936	-0.949	-1.006	-1.011
AT16	A4 桩腿-41	-0.967	-1.005	-0.976	-0.906
AT19	A4 桩腿-69	-0.996	-1.021	-1.006	-1.011
AT22	A4 桩腿-100	-1.018	-1.016	-0.042	-0.019

表 2 牺牲阳极电位数据表

Tab.2 Sacrifice anode potential data

探头	位置(m)	高纯锌电极电位(V) vs SCE		Ag/AgCl 电极电位(V) vs SCE	
		2011-09-08	2012-07-09	2011-09-08	2012-06-14
AT1	A2 桩腿-7	-0.964	-0.981	-1.006	-1.011
AT5	A2 桩腿-55	-0.960	-0.987	-0.991	-0.960
AT7	A2 桩腿-83	-0.952	-1.009	-0.932	-1.026
AT10	A2 桩腿-118	-1.010	-1.043	-1.033	-1.045
AT14	A4 桩腿-28	-0.950	-0.973	-0.935	-0.998
AT17	A4 桩腿-50	-0.987	-1.002	-1.033	-1.040
AT20	A4 桩腿-83	-1.008	-1.011	-1.007	-1.011
AT23	A4 桩腿-118	-0.993	-1.028	-1.025	-1.036

表 1 中, 在 A2、A4 桩腿关键节点部位的电位达到了阴极保护标准($-0.85V$ 相对于 SCE)。2012 年 6 月的导管架结构节点电位均低于 2011 年 9 月份的节点电位, 表明随着导管架极化时间的增加阴极保护电位在降低。从监测数据来看, 大部分位置的电位在比较合理的范围内, 在 AT22 位置, 其 Ag/AgCl 电极测得的电位明显偏离结构电位, 而对应的锌电极测得的电极电位比较合理, 可以判断此处的 Ag/AgCl 电极可能由于打桩或其他原因造成失效。各个节点的电位-时间图如图 2 所示。

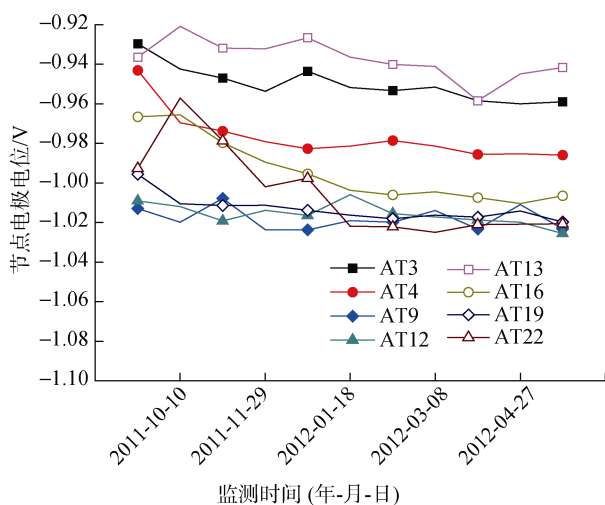


图 2 结构节点电位-时间图

Fig.2 Structure knot potential-date

通过对导管架不同深度的阴极保护情况分析, 无论是在平台下水的初期还是经过长期极化之后, 可以发现在较深的水深位置, 电位相对较负, 比如 -100 m 和 -130 m 处, 比 -41 m 处的电位偏负约 60 mV 。但桩腿的电位并不是随着水深的不同保持同一趋势的变化, 这是因为在桩腿上局部节点的电位主要受

到附近结构复杂程度和阳极布置位置和数量的影响, 由于不同节点处的结构条件差异, 使得节点电位有明显不同。导管架整体电位能在较短的时间内达到保护电位, 说明导管架总体牺牲阳极布置的数量和位置较为合理。

在本研究中, 牺牲阳极的电位指的是靠近牺牲阳极位置钢桩的监测电位, 尽管从整体来讲, 距离阳极较近的位置电位会偏负, 但由于阳极附近的位置会产生屏蔽或者分布不均匀的情况, 因此牺牲阳极附近的电位监测也是非常必要的。

从表 2 中可以看出, 所有牺牲阳极处的电极电位都已经达到了阴极保护标准(-0.85 V 相对于 SCE), 随着时间的增加牺牲阳极处的电极电位也随之降低。其中锌电极所测电位相对比较稳定, 随时间变化的规律明显; 个别 Ag/AgCl 电极电位则出现异常, 其中 AT5 电位的变化表明该电极可能出现电位漂移, 从而导致该处电位显示变正。从电位的变化来看, 目前平台还处于持续极化的阶段, 直至完全极化后电位将稳定在某一数值。

另外, 本研究还对平台牺牲阳极的发生电流进行了监测, 由于本平台在入水后较快的达到了保护电位, 因此牺牲阳极发生电流比较微弱, 无明显变化。

3 结论

本研究在南海某平台开发安装了具有电位和电流测量功能的阴极保护监测系统, 并获得了平台下水后的阴极保护系统的监测数据。结果分析表明, 该系统能成功的对平台阴极保护电位和牺牲阳极发生电流进行持续、长期的监测。平台下水 10 个月的监测数据证明, 平台在下水后较短时间内达到了阴极保护的阴极保护电位, 平台的关键节点和靠近牺牲阳极的位置都处于被保护状态, 而且保护电位在一段时

间内随着时间的变化不断变负, 直至达到结构的完全极化。

参考文献:

- [1] 熊信勇, 许川壁, 姚植忠, 等. 海洋平台阴极保护监测系统的研制及应用[J]. 热带海洋学报, 2003, 1: 70-75.
- [2] 孙宁松, 路国章, 孙虎元. 海洋采油平台新型腐蚀监测系统的研究[J]. 中国海洋平台, 2002, 17(2): 38-40.
- [3] Wang Xiutong, Lan Zhigang, Song Jiwen, et al. Multichannel cathodic protection monitoring system for offshore structures[J]. Marine Technology Society Journal, 2013, 47(1), 96-100.
- [4] 兰志刚, 侯保荣, 王在峰, 等. 基于边界元技术的导管架阴极保护数值仿真研究[C]//2010 年度海洋工程学术会议论文集. 中国造船工程学会近海工程学术委员会. 2010: 7.
- [5] 陈胜利, 兰志刚, 宋积文. 海洋石油平台的腐蚀监测技术[J]. 全面腐蚀控制, 2010, 6: 22-25.
- [6] 邱文德, 杨永春, 王海涛. 胜利浅海钢结构石油平台腐蚀监测研究[J]. 中国海洋平台, 2005, 20(5): 45-50.

Analysis of cathodic protection monitoring system on offshore Jacket in South China Sea

CHEN Sheng-li¹, WANG Xiu-tong², SONG Ji-wen¹, LAN Zhi-gang¹, LI Yan-tao², ZHU Qing-jun²

(1. CNOOC Energy Technology & Services Limited, Beijing Branch, Beijing 100027, China; 2. Institute of Oceanology Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Oct., 29, 2013

Key words: deepwater corrosion; corrosion monitoring; offshore jacket; cathodic protection

Abstract: The data obtained from the cathodic protection monitoring system on the jacket platform in South China Sea was analyzed and discussed in this paper. The potentials of the joints and the sacrificial anodes have reached the protective potential one year after launching into water. The corrosion sensors are in good conditions and the monitoring results have an important value on the design and construction of offshore structures.

(本文编辑: 康亦兼)