

海水管道内壁外加电流系统棒状辅助阳极 保护距离探讨

亓云飞^{1,2}

(1.青岛钢研纳克检测防护技术有限公司, 山东 青岛 266071;

2.钢铁研究总院 青岛海洋腐蚀研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 目的 研究不同管径海水管道在静态及不同海水流速环境中外加电流系统棒状辅助阳极对管道内部腐蚀防护的规律。方法 模拟海水管道实海环境, 对管道施加棒状辅助阳极外加电流阴极保护, 连续测定管道不同部位保护电位, 由此得到防护规律。结果 静态试验中, 随管径变小, 最大保护距离越短, 当管径直径 ≤ 100 mm时, 棒状辅助阳极基本起不到保护作用, 不适宜用此种方法保护。动态试验中, 同一管径的管道, 流速越大, 保护效果越差, 但影响不大, 流速在2~4 m/s之间保护距离差异不大; 不同管径, 仍如静态实验结果相似, 随管径变小, 保护距离越短。结论 棒状辅助阳极在海水管道中的保护距离有限, 且不适合小管径管道, 要想提供管道长距离稳定的保护效果需考虑其他方式。

关键词: 海水管道; 外加电流系统; 棒状辅助阳极; 保护距离

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2017.06.008

中图分类号: TJ07; TG172 .5

文献标识码: A

文章编号: 1672-9242(2017)06-0033-05

Protection Distance of Impressed Current System Rod-shaped Auxiliary Anode in Seawater Pipe

QI Yun-fei^{1,2}

(1.Qingdao NCS Testing & Corrosion Protection Technology Co., Ltd, Qingdao 266071, China;

2.Qingdao Research Institute for Marine Corrosion, Qingdao 266071, China)

ABSTRACT: Objective To study corrosion protection rules of impressed current system bar-shaped auxiliary anode in different diameter seawater pipes based on the static and dynamic environments. **Methods** The marine environment of seawater pipes were simulated, the seawater pipe was protected with rod-shaped auxiliary anode and cathode and the protection potential on different position of the pipe was measured to obtain the rules of corrosion protection. **Results** In static test, the smaller the diameter, the shorter the maximum protection distance. When the pipe diameter was less than or equal to 100 mm, the rod-shaped anode almost did not work. This protection method was unsuitable. In dynamic test, in case the pipes of the same diameter, the greater the flow velocity, the worse the protection effect. But the influence was not significant. There was little different in protection distance when the flow velocity was between 2 m/s and 4m/s; in case of different pipe diameter, the result was also similar to that of static test. The smaller the diameter, the shorter the protection distance. **Conclusion** The protection distance of rod-shaped auxiliary anode is limited, and it is unsuitable for small diameter pipes. It needs to consider other ways to provide uniform protection effect of long distance for pipe.

KEY WORDS: seawater pipe; impressed current system; rod-shaped auxiliary anode; protection distance

海水管道是海洋工程装备必不可少的部件,其用途广泛,担任着冷却主辅机、循环水、清洗、消防等任务^[1-3],对于保证海洋工程装备动力装置、辅助机械和设备的正常工作具有重要的作用^[4-6]。海水管道所处环境恶劣,容易腐蚀穿孔影响整体设备运行^[7-9]。文中选用海洋工程装备常用的五种海水管道为试验材料,探讨海水管道在实海静态与动态环境下常规的外加电流阴极保护技术的保护效果及规律,旨在为工程应用提供可靠依据。

1 实验

1.1 材料

实验材料为:碳钢管 DN250, DN200, DN125, DN100, DN80, 每段管的长度为其管径的 10 倍; $\phi 2$ mm $\times$ 12 mm MMO 棒状辅助阳极一支;自制 40 路线型参比电极;恒电位仪;多通道电位采集器;IH 泵(离心泵);流量计。

1.2 实验过程

实验用五段钢管通过法兰变径连接,管壁开孔内部接入棒状辅助阳极及自制线型参比电极。将棒状辅助阳极与钢管连接到恒电位仪的阳极和阴极,多通道电位采集器采集参比电极反馈的钢管保护电位。

静态实验通过离心泵抽取海水注入管道,关闭管道末端阀门,保持管内处于静态海水环境中。接通恒电位仪,对棒状辅助阳极施加稳定的直流电流,观察并记录各管道保护电位分布情况。

动态实验通过离心泵抽取海水注入管道,打开管道末端阀门,保持管道处于流动海水环境,通过流量计控制管道海水流速。接通恒电位仪,对棒状辅助阳极施加稳定的直流电流,观察并记录各管道保护电位分布情况。

1.3 实验装置

如图 1 所示,五段不同管径管道通过法兰绝缘连



图 1 试验装置

接,末段管道装有阀门,海水由离心泵抽取注入管道内。每段管道端口设孔,可安装棒状辅助阳极。两端管道开口的孔内装入线型参比电极,使线型参比电极平直于管道内部,可在线监测管道内壁不同距离保护电位的变化。流量计、恒电位仪、多通道电位采集器位于中控室。

2 结果与分析

2.1 静态实验结果

管道充满海水时, DN250 在 1.5 A 极化电流作用下,辅助阳极附近区域电位负移^[10-11],参照 DNV-RP-B401,碳钢的电位(vs.高纯锌)在 0~250 mV 之间,即处于阴极保护状态。由图 2 可知, DN250, DN200, DN125, DN100, DN80 管的极化电流分别为 1, 1, 0.8, 0.5, 0.5 A,处于保护状态的管道距离辅助阳极的范围分别为 900, 900, 600, 300, 200 mm,即外加电流阴极保护法可以保护到上述五种管的长度分别为管径的 4.5, 4.5, 4.8, 3, 2.5 倍。

2.2 动态实验结果

DN250 海水管道动态实验结果如图 3 所示。动态环境中, DN250 在 2, 3 m/s 流速下,调整输入的极化电流,测得能保护的最大距离大约为 300 mm, 4 m/s 流速下最大保护距离为 200 mm。在棒状辅助阳极相同距离的点,流速越大,电位越正。说明流速越大,保护距离越短,保护效果越差。

DN200 海水管道动态实验结果如图 4 所示。动态环境中, DN200 在 2, 3 m/s 流速下,能保护的最大距离约为 600 mm; 4 m/s 流速下最大保护距离为 500 mm。同样的,在棒状辅助阳极相同距离的点,流速越大,电位越正。

DN125 海水管道动态实验结果如图 5 所示。动态环境中, DN125 在 2, 3, 4 m/s 流速下,能保护的最大距离约为 500 mm。在棒状辅助阳极相同距离的点,流速越大,电位越正。

DN100 海水管道动态实验结果如图 6 所示。在动态环境中, 2 m/s 流速下,能保护的最大距离大于 200 mm; 3 m/s 流速下,保护距离大约为 200 mm; 4 m/s 流速下,保护距离大于 200 mm。结果出现波动,但影响不是很大。

DN80 海水管道动态实验结果如图 7 所示。在动态环境下,保护距离均达不到 200 mm,但可呈现相同位置,流速越大,电位越正的规律。也说明流速越大,越影响阳极的保护效果。

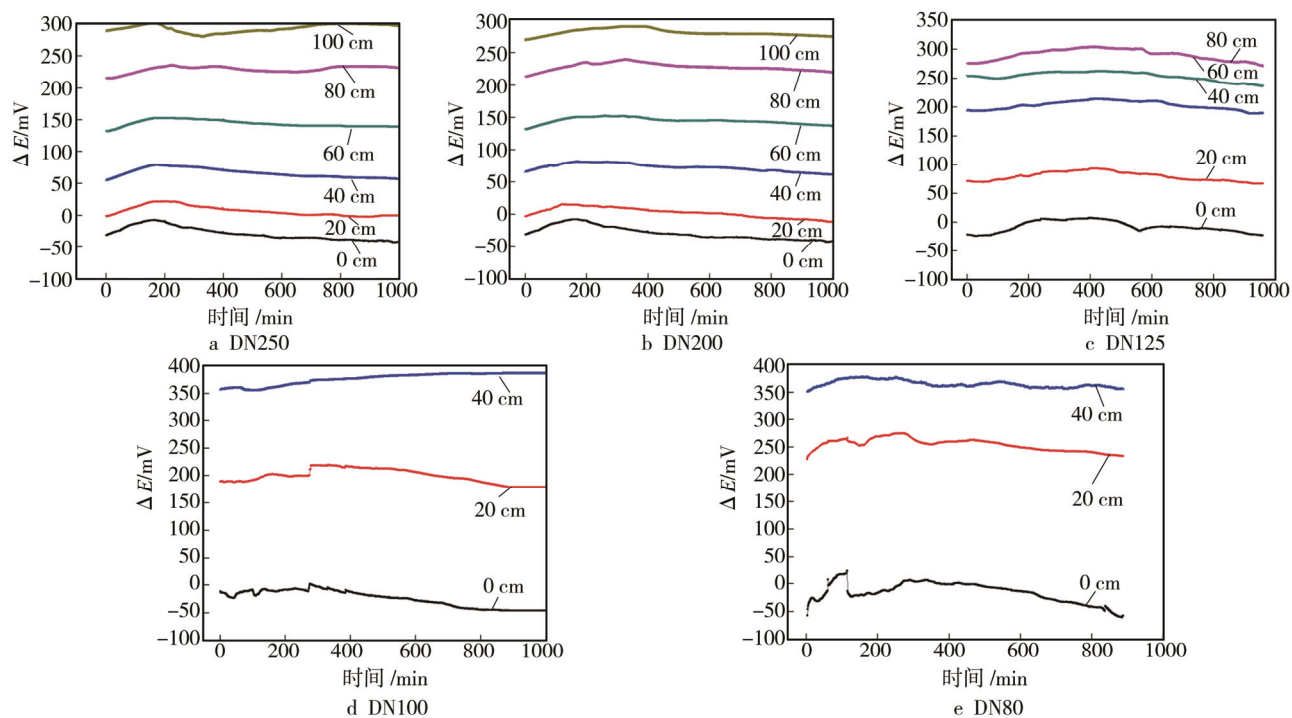


图2 恒电流阴极极化测得管道径向电位变化曲线 (vs.高纯 Zn)

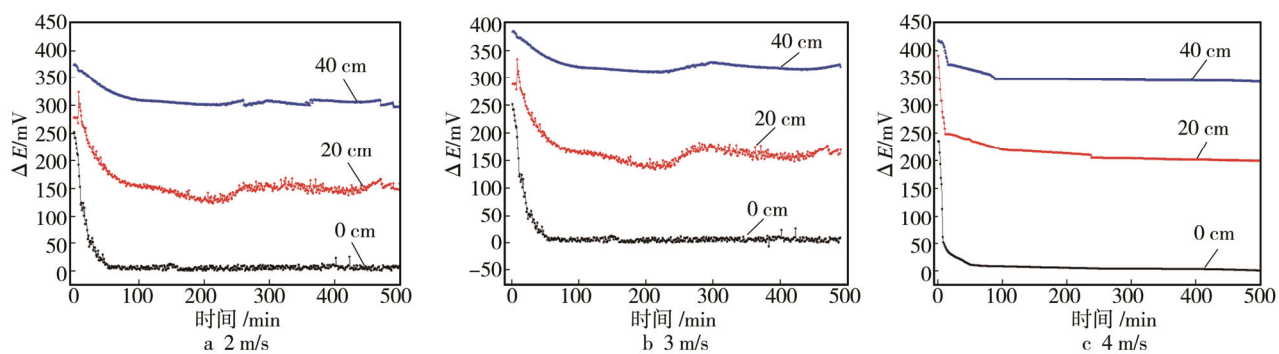


图3 DN250 海水管道在不同海水流速时的管道径向电位变化曲线 (vs.高纯 Zn)

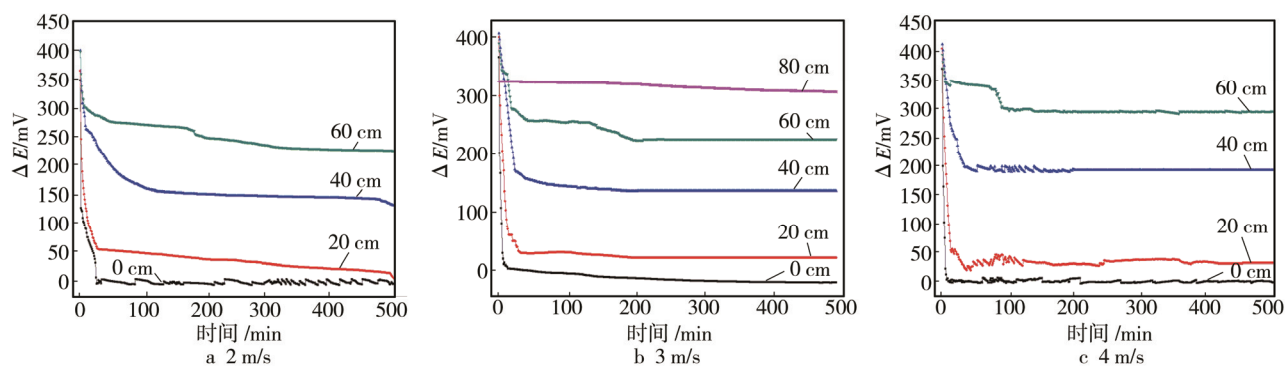


图4 DN200 海水管道在不同海水流速时的管道径向电位变化曲线 (vs.高纯 Zn)

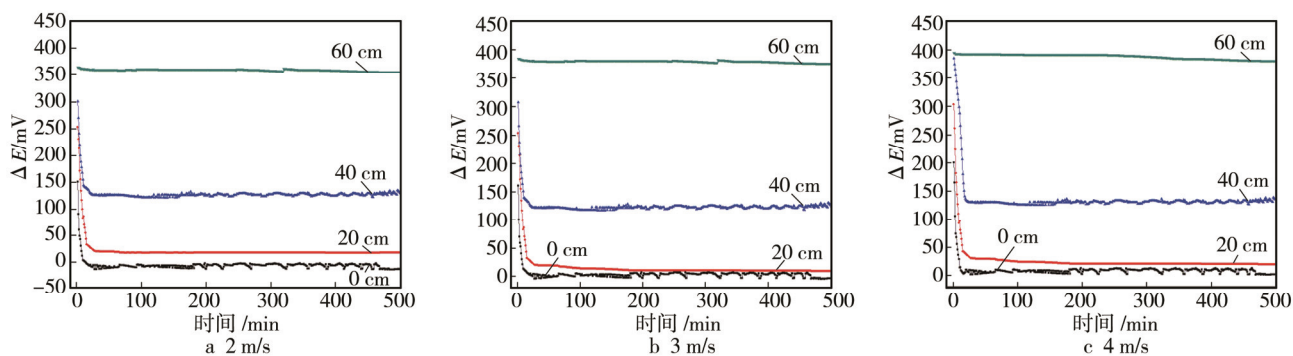


图5 DN125 海水管道在不同海水流速时的管道径向电位变化曲线 (vs.高纯 Zn)

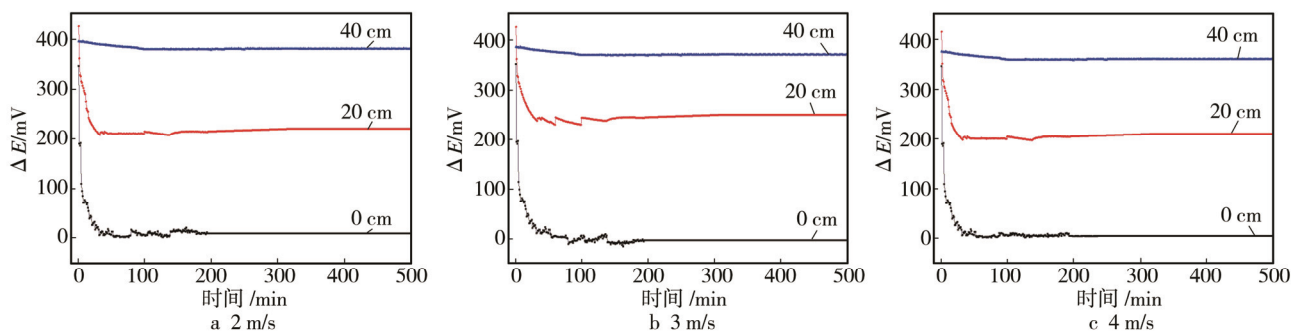


图6 DN100 海水管道在不同海水流速时的管道径向电位变化曲线 (vs.高纯 zn)

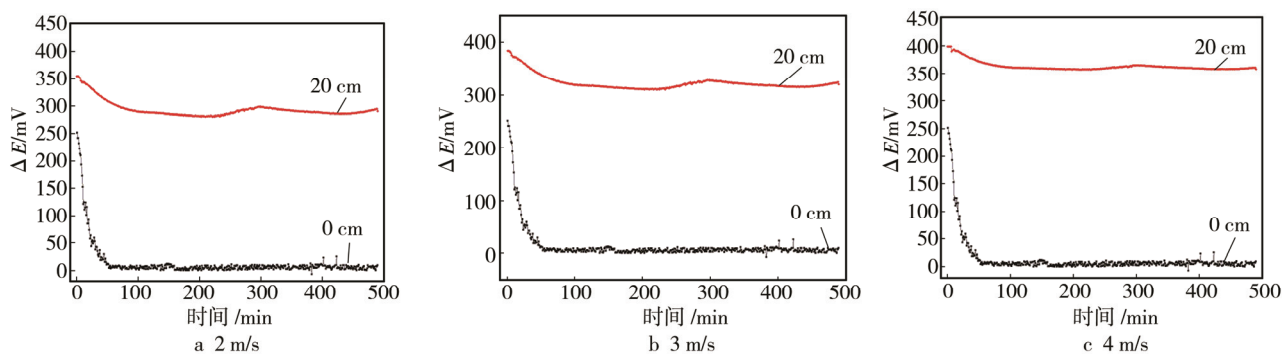


图7 DN80 海水管道在不同海水流速时的管道径向电位变化曲线 (vs.高纯 Zn)

2.3 分析

由实验数据可知, DN250 管道实验结果不符合所述规律, 原因是 DN250 为首段管道, 管道口有遮蔽部位, 影响阳极的保护效果。

静态实验结果: 管径越小, 最大保护距离越短, 当管径直径 ≤ 100 mm 时, 棒状阳极基本起不到保护作用。这是因为管径越小, 单位长度的溶液电阻越大, 不同管径的管路中, 距离阳极等长的各阴极点管径越小, 其阴、阳极回路间的电阻越大, 流经此阴极点的电流也就越小。因此, 实验结果表明, 随着管径的减小, 阴极保护距离也随之减小。比 DN100 管径小的管路, 由于保护距离过短, 不适宜用棒状阳极外加电流的方法进行阴极保护。

动态实验结果: 同一管径的管道, 流速越大, 保护效果越差, 但影响不大。流速在 2~4 m/s 之间, 保护距离差异不大。不同管径, 仍与静态实验结果相似, 随管径越小, 保护距离越短。分析其原因, 看阴极的保护效果, 主要看保护部位能否被极化到所需的保护电位, 而极化情况取决于电流密度的大小, 不同的电流密度, 造成不同的阴极表面状态。如阴极电流大的区域, 表面阴极反应速率较大, 致使电极表面的氧浓度降低、阴极产物浓度增加, 进而影响了阴极反应中氧扩散、电荷转移等步骤的速率。动态实验中同一管径的管道, 流速是主要影响因素, 流速越大, 会增加阴极区域电流分散的阻力, 使电流由阳极流经海水到达阴极的过程阻力变大, 因此使电流分散能力降低, 保护效果越差。不同管径的管道, 管道内径的大小, 电流的遮蔽作用起主要的影响作用, 在距离阳极近的

管端电流密度很大,随距离管端越远,电流密度越小,保护效果越差,管段直径越小,遮蔽作用越严重。

3 结论

1) 由海水管道实海静态试验研究可知,小管径海水管道棒状阳极保护效果有限,且保护效果在管道不同部位显示状态有差异。实验规律为随管径变小,保护距离变短。

2) 由海水管道动态环境试验研究可知,管道内海水流速对外加电流保护效果影响不大,管道遮蔽作用仍起到主导作用。因此,管道内部做好涂衬耐蚀绝缘涂层,增加管板和管端表面层的电阻,使电流分布均匀,提高极化能力。

3) 海水管道内壁外加电流系统棒状阳极保护试验指出,外加电流棒状辅助阳极防护手段只适用于局部腐蚀,使局部腐蚀状态减弱,若想对管道进行整体腐蚀防护应进行其他腐蚀防护方式的研究。

参考文献:

- [1] 周国平. 对接国家战略推进上海海洋工程产业创新发展[J]. 船舶与海洋工程, 2014, 11(2): 1—8.
- [2] 杨宁, 于发奋. 船舶海水管系的腐蚀及其防护[J]. 湖南农机, 2011, 10(9): 65—66.
- [3] 张敏丽. 船舶海水管系的腐蚀及其防护[J]. 涂装与电镀, 2010, 4(1): 16—19.
- [4] 侯淑芳, 周志军. 船舶海水管系的腐蚀问题及防止措施[J]. 南通航运职业技术学院学报, 2008, 32(4): 76—79.
- [5] 周枫, 赵晓栋, 施勤龙, 等. 海洋环境下钢铁腐蚀的影响因素及腐蚀机理研究进展[J]. 科学时代, 2010, 6(4): 69—71.
- [6] 翟东, 刘振国, 李连红, 等. 外加电流阴极保护技术在海水管线防腐中的应用[J]. 中国造船, 2010, 51(2): 653—654.
- [7] 陈光章, 王洪仁. 海洋结构中的阴极保护防腐技术[J]. 腐蚀与防护, 2008, 29(5): 17—18.
- [8] 王建雷, 耿铂. 集输管道的内壁腐蚀与控制[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2008, 12(5): 42—44.
- [9] 韩思厚, 陈建敏, 宿彦京, 等. 海洋工程结构与船舶的腐蚀防护现状与趋势[J]. 中国材料进展, 2014, 33(2): 67—68.
- [10] 杜建强, 杜敏. 不锈钢在海水中阴极保护研究现状[J]. 表面技术, 2016, 45(5): 26—32.
- [11] 谢建丽, 金凯峰, 蒋晓斌, 等. 带锈碳钢在稀NaCl溶液中的腐蚀行为[J]. 表面技术, 2014, 43(2): 55—59.