

Discussion on Corrosion and Anticorrosion Technology of Ship Seawater Pipe System

Yan Huang

Wuchang Shipbuilding Industry Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430060, China

Abstract

The sea itself contains a large amount of salt, so it is highly corrosive. For ships that are drifting at sea all year round, seawater erosion is inevitable, especially in the pipe of the seawater pipe system, there will be quite serious corrosion. In this case, it may affect the operational safety of the ship and it is necessary to do a good job of anticorrosion work. Based on the corrosion of marine water pipe system, this paper studies and discusses its anticorrosion technology, and hopes to provide some reference for the protection and safe use of seawater pipe system.

Keywords

Ships; seawater pipe system; pipe corrosion; anticorrosion technology

船舶海水管系管材腐蚀及防腐技术探讨

黄艳

武昌船舶重工集团有限公司, 中国·湖北 武汉 430060

摘要

海水本身含有大量的盐分,因此腐蚀性较强,对于常年漂泊在海上的船舶而言,海水的侵蚀不可避免,尤其是海水管系中的管材,更是会出现相当严重的腐蚀,在这种情况下,可能会给船舶的运行安全造成影响,需要切实做好防腐工作。本文从船舶海水管系管材腐蚀的原因出发,就其防腐技术进行了研究和探讨,希望能够为海水管系的保护和安全使用提供一些参考。

关键词

船舶;海水管系;管材腐蚀;防腐技术

1 引言

船舶中存在的所有海水管系在使用过程中都会出现腐蚀问题,而在一些特殊部位,腐蚀现象更加严重,如阀门、出口、分流、拐角等,如果没有做好相应的防腐处理,则在腐蚀作用下,管材可能会出现破坏,影响其功能的正常发挥,严重的甚至可能影响船舶运行安全。因此,做好船舶海水管系管材的防腐工作非常重要。

2 船舶海水管系管材腐蚀原因

导致船舶海水管系管材腐蚀的根本原因,是海水本身所具备的腐蚀性,在海水中,存在各种各样的可溶性盐,盐度能够达到37.5%,其中所蕴含的氯离子会对金属钝化产生相应的妨碍和破坏,而各类海生物会使得海水含氧量增加,产生大量二氧化碳气体,进一步加快海水管系的腐蚀速度。

船舶海水管系管材腐蚀的现象大致可以分为四种:一是电偶腐蚀,也称接触腐蚀,主要是两种不同金属在导电介质中直接接触后,出现的宏观电池腐蚀问题,或者因为金属材料本身不均匀,在多个微电池阳极区域产生的电化学腐蚀现象;二是晶间腐蚀,指金属微粒周围发生的腐蚀问题,有着巨大的危害性,其所引发的应力集中可能导致应力腐蚀开裂^[1],或者在金属表面引发片状、粉状剥落;三是缝隙腐蚀,这种腐蚀发生在金属结构的缝隙位置,包括铆钉接头位置、焊接缝位置等,具有普遍性腐蚀特征的同时,也会产生极大的危害性;四是积物腐蚀,可以分为固体积物腐蚀和液体积物腐蚀两种,例如,在船舶海水管系中,可能会附着有海水、泥沙、海藻尸体以及海生物等,这些残留物的不均匀分布可能会在海水管系的不同位置引发不同程度的腐蚀问题。

另外,因为船舶本身处于动态环境中,因此还需要面临

很多动态因素引发的腐蚀问题：一是冲击腐蚀，当金属结构表面存在电化学腐蚀问题时，管系内部高速流动的流体会在管系内部产生冲击力，导致其内部保护层的磨损或者剥离，在这种情况下，金属表面会直接暴露在腐蚀介质中，导致腐蚀速度的加快^[1]；二是应力腐蚀，当金属结构处于腐蚀环境中时，会受到应力的作用，可能是内部应力，也可能是外部应力，而在应力的影响下，金属很容易出现开裂问题，腐蚀的存在还可能导致裂缝的进一步发展，产生更加巨大的危害；三是空泡腐蚀，空泡腐蚀是由气蚀引起的，流体在高速流动时，会引发紊流，导致管道内部负压区的气泡受压破裂，造成连续锤击，而与其共同作用的腐蚀会对管路造成破坏；四是疲劳腐蚀，当金属受到腐蚀和应力的反复作用时，会出现疲劳现象，导致其强度的降低，继而产生腐蚀或者破坏。

船舶海水管系本身也可能会导致管材腐蚀问题，一是管材材质。海水关系中管材的材质是否具备良好的耐腐蚀性，是其是否容易出现腐蚀问题的关键所在，而比较常见的海水管系材料中，依照耐腐蚀性从大到小，依次为铜镍合金、铝青铜、镀锌钢及钢材等；二是环境因素。当船舶海水管系运行时，海水的流动会对其产生冲刷，而即便未使用，海水管系也会在海水侵蚀以及潮湿大气作用下产生腐蚀^[1]。

3 船舶海水管系管材防腐技术

针对船舶海水管系管材腐蚀的原因，相应的防腐对策有几种，如对管材材料进行合理选择，做好设备结构的优化设计等，开展电化学保护或者进行表面改性处理等，理论上，这些措施都能够取得较好的防腐效果。但是在实践中，受技术发展和成本条件的限制，海水管系中管道的材料并没有很多选择，一般都是以铜合金为主，在一些关键部门，可能会采用更加耐腐蚀的钛合金管路；海水管系结构的设计则会因为设备本身、安装空间以及整体布局等的局限性，缺乏选择余地，因此现阶段在对船舶海水管系进行设计优化时，关注的重点体现在海水管路绝缘技术上^[4]。在这种情况下，船舶海水管系管材防腐技术主要体现在两个方面：

3.1 防腐保护技术

3.1.1 电化学保护技术

电化学保护技术在海洋环境中的金属结构腐蚀保护中有着相当广泛的应用，其大致可以分为两种，一种是外加电流阴

极保护技术，其基本原理，是利用外部电源，将需要保护的材

料强制性变成阴极，确保其不会因为失去电子而产生腐蚀；另一种是牺牲阳极阴极保护技术，该技术从电偶腐蚀的原理出发，将被保护材料与电负性牺牲阳极材料进行电连接，借助牺牲电负性材料，保护管路免受腐蚀。

在实践中，外加电流阴极保护技术很少被应用到船舶海水管系的腐蚀防护中，分析原因，主要是因为海水管系内部空间相对狭小，存在比较严重的电流屏蔽效应，保护距离有限，在对辅助阳极进行安装时，存在一定难度^[5]。现阶段，管路和冷却设备的阴极保护使用的多数都是牺牲阳极保护技术，比较常用的牺牲阳极材料有锌合金、铁合金牺牲阳极，其中，锌合金塞式牺牲阳极通常被用于淡水环境下的铜热水管路腐蚀防护，虽然也可以将其应用到铜质海水管理的腐蚀保护中，但是因为两种材料之间存在较大的电位差，会导致材料消耗速度的加快，一般使用寿命不会超过半年。不仅如此，在船舶航行的过程中，锌合金塞式牺牲阳极的更换难度大，阳极底座和丝堵材料是有脱成分腐蚀敏感性的H59-1黄铜，在发生腐蚀后，可能会在压力的作用下崩出，引发重大安全事故。与之相比，铁合金牺牲阳极的工作电位能够满足铜和铜合金阴极保护电位的需求，而且使用寿命更长，在铜质海水管路腐蚀防护中有着良好的适用性，其基本材料为纯铁或者普通碳钢。中国中船重工第725研究所曾经就纯铁和普通碳钢溶解性差、电流效率低的问题进行了研究，制作出了一种专门针对船舶铜质海水管路环式结构的铁合金牺牲阳极，能够对以往存在的铜质海水管路电化学阴极保护问题进行解决，经过实践应用，取得了良好的腐蚀保护效果^[6]。

3.1.2 表面改性处理技术

在面对船舶海水管系的表面腐蚀问题时，具备良好适用性的表面改性处理技术有很多，如化学镀技术、涂塑技术等。化学镀技术不需要借助外部电流，而是依靠溶液中的还原剂，为金属离子提供电子，以此来确保耐腐蚀性金属能够在管道内表面沉积。相比较电镀技术，化学镀技术的优势更加明显，一是镀层厚度更加均匀，镀液的分散力可以接近100%，不存在明显的边缘效应，甚至可以看作是对基层形态的复制，在一些形状复杂的构件中有着良好的适用性，相比较而言，电镀法受不均匀分布的电力线的影响，很难做到这一点；二是借助相应的前处理技术（活化、敏化等），化学镀能够作用于非导电材

料,电镀法则仅适用于导电材料;三是化学镀能够借助基材的自催化活性起渡,结合力强于电镀,而且镀层外觀光亮致密,孔隙率较低,部分镀层还能够具备特殊的物理化学性质。当前技术条件下,比较成熟的化学镀工艺有镀镍、镀锌等,作为一种非常重要的表面处理手段,镍磷镀在石油化工、航天、机械等诸多领域都得到了广泛应用,涂层本身较高的硬度和耐腐蚀性使得其同样能够被用于船舶海水管系的防腐处理^[7]。

涂塑技术的基本原理,是在管路内表面均匀涂上一层高分子防腐粉末,形成致密且光滑的塑料涂层,借此来对金属管道的耐腐蚀性进行强化。涂塑符合管道同时具备了金属材料良好的力学性能以及高分子材料的耐化学腐蚀性能,对于海水腐蚀有着极强的抵抗能力,而且不会出现结垢问题,耐高压,抗刮擦,可以显著提升船舶海水管系的使用寿命,保证管道的运行安全。

3.2 保养维护技术

从船员的角度,应该加强对于船舶海水管系的日常保养维护,这样能够有效减少腐蚀作用,确保管道的正常使用。在对管道进行安装前,工作人员必须做好相应的防腐处理,如镀锌、涂刷防锈漆等,管道安装完成后还需要对其进行定期防锈和补漆处理,及时清除管道上的附着物,以此来减缓管道腐蚀的速度。如果需要对管系中的局部构件进行更换,则必须确保其与原本的管道材质相同,这样能够避免不同材料电位差引发的腐蚀问题^[8]。

4 结语

总而言之,在船舶海水管系中,腐蚀问题无法完全避免,

因为其是由多方面原因导致的,而一旦管道出现严重的腐蚀破坏,就可能会影响船舶的运行安全。因此,在对船舶海水管系进行防腐处理的过程中,应该立足其腐蚀的原因,做好选材和设计工作,借助先进的防腐技术以及有效的保养维护,尽可能提升管道的耐腐蚀性,通过设计、建造和使用单位的相互配合,对船舶海水管系中存在的腐蚀问题进行防范。同时,在当前的技术条件下,船舶海水管系防腐技术依然存在不少问题,如操作难度大、应用成本高等,研究人员需要做好更加深入的研究,推动防腐技术的发展,促进其防腐效果的提高。

参考文献

- [1] 董艳冲. 船舶腐蚀与保护方法 [J]. 化工管理, 2019,(06):173-174.
- [2] 信世堡. 舰船海水管路腐蚀与防护技术研究进展 [J]. 装备环境工程, 2018,15(11):98-101.
- [3] 张维,姚玉南,王春萍,焦文健,卢嘉伟. 含内腐蚀的船舶海水管道换管周期预测 [J]. 中国修船, 2018,31(02):36-40.
- [4] 何继锋. 船舶艉轴腐蚀原因及船机管理方面应注意的问题 [J]. 中国修船, 2018,31(01):28-30.
- [5] 蔡复新. 船舶海水管系腐蚀的原因及防腐措施 [J]. 珠江水运, 2017,(16):38-39.
- [6] 孙爱平,雷丹,董林兵,薛艳,高文平,李婷,梁伟,王雅倩,李丹平,王星. 某平台海管腐蚀原因分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2016,30(08):64-69.
- [7] 杨元龙. 流动冷却水对船舶管路的冲刷加速腐蚀机理 [J]. 船海工程, 2015,44(04):82-87.
- [8] 宗明珍,肖海忠. 船舶海水管系腐蚀的原因及防腐措施 [J]. 船舶设计通讯, 2011,(02):44-49.