

牺牲阳极的阴极保护电位的测定与比较

黄燕滨, 宋高伟, 丁华东, 刘学斌, 边飞龙

(装甲兵工程学院 装备再制造工程系, 北京 100072)

摘要: 采取连续实车监测的方法, 对安装不同材料牺牲阳极的两栖车辆的车体电位进行了采集。通过数据整理和分析得出, 五元和六元牺牲阳极保护方案都不能够为车辆提供足够的保护电位, 但是五元要比六元牺牲阳极的极化速度慢。与五元牺牲阳极相比较, 六元牺牲阳极更适合应用于干湿交替特点的两栖车辆。

关键词: 车体电位; 牺牲阳极; 极化速度

中图分类号: TE980 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)03-0082-04

Measurement and Comparison of Cathodic Protection Potential of Different Sacrificial Anode Material

HUANG Yan-bin, SONG Gao-wei, DING Hua-dong, LIU Xue-bin, BIAN Fei-long

(Department of Equipment Remanufacture Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: Body potential of amphibian vehicle with different sacrificial anode material was measured with continuous measure method. It was proved by measuring data that quinary and hexahydroxy alloy anode both cannot provide enough protection potential for amphibian vehicle; the polarization rapidity of quinary alloy anode is slower than hexahydroxy one; The hexahydroxy anode is suited for amphibian vehicles better.

Key words: body potential; sacrificial anode; polarization rapidity

两栖车辆主要的服役环境是高温、高湿、高盐雾和高日照的恶劣海洋环境。两栖车辆在海上作业时, 具有周期性干湿交替的特点, 腐蚀较为严重。为了有效防止车体的腐蚀, 实践证明, 除了采用涂层防护外, 牺牲阳极保护也是一种有效的保护方法, 具有工艺简单、费用低等优点^[1-2]。

近年来, 随着新型车辆的出现, 车体结构和材料有了很大程度的改进, 但对牺牲阳极保护方案还没有针对性的研究, 只是执行老型号两栖车辆牺牲阳极保护设计与安装保护方案。因此, 检验原牺牲阳极保护方案在新车辆上使用的可靠性、准确性和有效性是十分必要的。

收稿日期: 2010-11-05

作者简介: 黄燕滨(1961—), 男, 北京人, 教授, 主要研究方向为腐蚀综合控制技术。

1 测试方案

1.1 测试对象

× × 型号新型两栖车辆 A 和 B, 车辆 A 的车体上安装原来的 Al-Zn-In-Mg-Ti 五元阳极块, 车辆 B 的车体上安装 Al-Zn-In-Mn-Ga-Mg 新型六元阳极块, 为新研制材料。安装方式和位置均为原牺牲阳极保护方案, 阳极块具体布置如图 1 所示。



图 1 阳极安装位置

Fig. 1 Fixing position of anode

Al-Zn-Mg-In-Ti 材料的电化学性能如下: 开路电位为 $-1.0 \sim -1.18$ V (文中所涉及电位都是相对于海水银/氯化银参比电极); 工作电位为 $-0.9 \sim -1.03$ V; 实际电容量 ≥ 2400 A·h/kg; 电流效率 $\geq 85\%$; 驱动电位为 0.25 V^[3]。

Al-Zn-In-Mn-Ga-Mg 六元合金牺牲阳极为针对两栖车辆设计的新型阳极材料, 其电化学性能参数如下: 开路电位为 $-1.07 \sim -1.21$ V; 工作电位为 $-1.03 \sim -1.11$ V; 实际电容量 ≥ 2637 A·h/kg; 电流效率 $\geq 92\%$; 驱动电位为 0.25 V。

1.2 测试仪器

测试的仪器主要有: 725CCY-1 海水银/氯化银参比电极, 725CPM-1 型阴极保护状态自动测量仪 (14 路)。

1.3 测试点的布置

考虑到测试的目的主要是考察阳极材料的活化性能和被保护结构的电位平衡时间, 测试点的位置选择以下几个区域: 阳极附近区域、两个阳极的中间区域、裙板区域。由于阳极安装位置比较隐蔽, 无法将参比电极安装在阳极附近。具体安装位置如图 2 所示。

1.4 测试方式

利用 725CPM-1 型阴极保护状态自动测量仪,



图 2 测试点布置位置

Fig. 2 The position of measuring

采取连续监测的方式对车体电位进行采集, 无需人员跟车, 不影响正常作业。试验完毕后用计算机将数据取出, 并采用计算机处理, 自动形成图表。

2 测试结果与分析

2.1 数据采集结果

根据车辆下海作业的时间和周期, 选择测试周期为 30 min。设定 725CPM-1 型阴极保护状态自动测量仪的测量频率为 1 次/min, 1 个周期采集 30 组数据, 由于篇幅限制, 下面只列出部分采集结果, 见表 1、表 2。

2.2 数据分析

根据阴极保护状态自动测量仪对车辆车体电位的测试数据, 获得了车体各个部位电位随时间的变化规律, 如图 3、图 4 所示。从图 3 中可以看出, 在测试开始时和测试结束时, 由于车辆下水和上岸时, 所有测试点的测试值波动都比较大, 车辆完全进入水上状态后, 车体电位值经过 10~12 min 才达到稳定。在测试周期内, 测试车辆在水中保持正常行进状态时, 测试的各个点电位较稳定, 车体电位在 -770 mV 左右波动, 在进水口附近由于水流原因, 导致参比电极摆动, 因此电极电位 (6#, 9# 测试点) 有波动。

从图 4 可以看出, 在测试开始时车体各点的电位同样出现较大波动。由于此次训练时间的延长, 在测试周期结束时, 车辆还在正常作业, 测试结果没有像车辆 A 那样出现较大波动; 车辆进入水上状

表1 五元牺牲阳极车体电位采集结果

Table 1 The measuring result of body potential with quinary alloy anode

mV

序号	探头1	探头2	探头3	探头4	探头5	探头6	探头7	探头8	探头9	探头10	探头11	探头12	探头13	探头14
1	-707	-692.8	-712.8	-707.2	-683.6	-663.1	-686.7	-674.9	-672.8	-692.6	-693.1	-662.4	-603	-697.5
2	-655.8	-637	-656	-651.6	-643.2	-632.9	-660.5	-673	-637.4	-649.9	-674.8	-629	-670.7	-679.7
3	-714.1	-703	-714.1	-719.9	-705.1	-695.6	-719.9	-711.4	-699.3	-713.9	-721.1	-687.9	-692.1	-720.7
12	-767.6	-768.4	-767.3	-777.9	-765.7	-761.3	-784.7	-770.7	-767	-775	-774.3	-742.8	-755.4	-769.7
15	-762.5	-769.3	-758.5	-772.3	-761.2	-768.4	-781.1	-767	-766.8	-771.4	-768.6	-735.1	-762	-757.4
29	-778.1	-773.5	-774.3	-776.3	-761.6	-745.7	-764	-755.1	-755.3	-774.2	-772	-741.8	-764.8	-781.1
30	-792.3	-747.5	-755	-739.3	-693.5	-707.7	-688.1	-702.7	-709	-746.5	-767.2	-715.4	-780.4	-814.8
31	-822.6	-661	-696.8	-661.5	-561.6	-649.8	-528.8	-635.1	-649.6	-698.5	-768.6	-648.1	-796.1	-872

表2 六元牺牲阳极车体电位采集结果

Table 2 The measuring result of body potential with hexahydroxy alloy anode

mV

序号	探头1	探头2	探头3	探头4	探头5	探头6	探头7	探头8	探头10	探头11	探头12	探头13
1	-753.6	-713.2	-707.9	-713.5	-712.3	-708.5	-689.5	-619.7	-720.8	-712.6	-691.4	-715.1
2	-755.3	-716.4	-710.9	-716.3	-714.6	-711.3	-706	-650.6	-722.8	-715.4	-694	-718.7
3	-756.9	-719.4	-713.5	-718.7	-716.7	-713.9	-717.8	-666.6	-725	-717.7	-696.4	-721.4
12	-799.4	-757	-751	-752.1	-737.4	-633.1	-741.6	-663.4	-760.2	-750.8	-732.7	-761.9
15	-803.7	-762.3	-756.7	-758.3	-752.6	-630.2	-750.5	-679.5	-763.7	-753.9	-736	-766.3
28	-796.3	-755.3	-750.8	-755.5	-750.5	-745.5	-739.1	-562.6	-764.9	-759.1	-736.1	-759.7
29	-794.1	-758.3	-752.6	-757.5	-752	-747.9	-754.5	-680.5	-766.3	-760.1	-737.5	-762
30	-782.6	-747.6	-747.9	-759.3	-753.4	-750.3	-758	-715.3	-767.1	-759.9	-921.8	-938.2

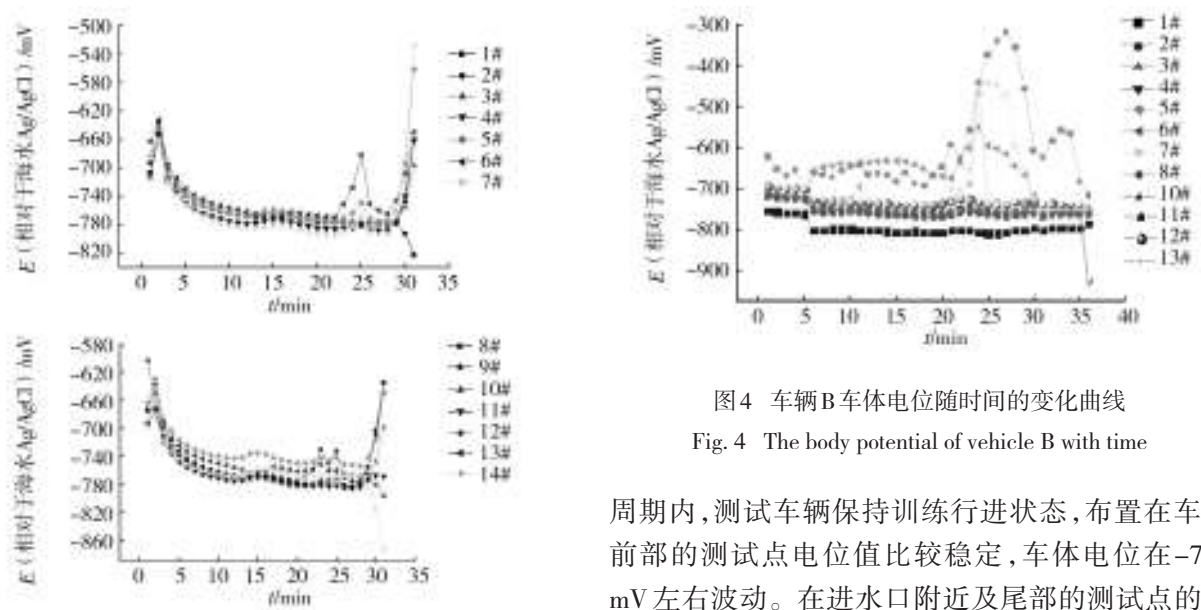


图3 车辆A车体电位随时间变化曲线

Fig. 3 The body potential of vehicle A with time

图4 车辆B车体电位随时间的变化曲线

Fig. 4 The body potential of vehicle B with time

态后,车体电位值在5 min内就达到稳定。在测试周期内,测试车辆保持训练行进状态,布置在车体前部的测试点电位值比较稳定,车体电位在-750 mV左右波动。在进水口附近及尾部的测试点的电位值(6#,7#,8#测试点)有较为明显的波动,可能与车辆在水中挡水板和后滑行板的收放状态及在水中的行进速度有关(参比电极9#和14#因为损坏,没有收集到数据)。

3 结果对比与讨论

从车体实测电位随时间的变化曲线可以看出, 新型六元牺牲阳极和五元牺牲阳极给车体提供的阴极保护电位值差别不大, 分布在 $-750 \sim -780$ mV 之间, 电位较为稳定。不过, 车体材料 7A52 铝合金阴极保护电位要求在 $-860 \sim -1\ 060$ mV 之间^[4], 两者都没有达到最低阴极保护电位 -860 mV 的要求。阴极保护方案需要在阳极块数量和位置上进行重新设计。

两栖车辆属于干湿交替作业, 并且浸水时间较短, 要求牺牲阳极极化性能较好, 能使车体电位在最短时间里达到稳定。通过电位随时间变化曲线可以看出, 安装五元牺牲阳极的车辆 A 的车体达到平衡电位需要 10~12 min 时间, 而安装新型六元牺牲阳极的车辆 B 在 5 min 内车体电位就达到平衡。六元牺牲阳极在极化性能上明显优于五元牺牲阳极, 能使车体在较短时间内电位稳定, 六元牺牲阳极更适合应用在两栖车辆上。

4 结语

两栖车辆作业主要面向沿海环境, 属于干湿交替作业, 要求阴极保护用牺牲阳极不仅能够提供车

体足够负的电位, 还要能使车体在较短时间内电位平衡。通过对安装不同材料牺牲阳极车辆车体电位的测试得出:

1) 五元和六元牺牲阳极保护电位都不能满足要求, 需要在阳极块数量上进行重新设计;

2) 新型六元牺牲阳极极化速度较五元牺牲阳极提高了 2~3 倍, 新型六元牺牲阳极更适合应用于干湿交替作业的两栖车辆。

参考文献:

- [1] 赵麦群, 雷阿丽. 金属的腐蚀与防护[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008: 172.
- [2] 黄燕滨, 刘学斌, 丁华东, 等. 海洋环境 Al-Zn-Mg-In-Ti 牺牲阳极腐蚀防护研究[J]. 装备环境工程, 2010, 7(5): 46—48, 72.
- [3] GJB 5832—2006, 两栖装备牺牲阳极保护设计与安装[S].
- [4] 贝克曼 W V, 施文克 W, 普林兹 W, 等. 阴极保护手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 47.
- [5] ZHAO Chuan-dong. Analysis on the Properties of a Coupled Planar Dipole UWB Antenna [J]. Antennas and Wireless Propagation Letters, 2004, 3(1): 317—320.
- [6] AGRAWALL N P, KUMAR G, RAY K P. Wide-band Planar Monopole Antennas [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1998, 46(2): 294—295.
- [7] AMMANN M J, CHEN Zhi-ning. Wideband Monopole Antennas for Multi-band Wireless Systems [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2003, 45(2): 146—150.
- [8] 李伟, 邱景辉, 林澍, 等. 一种新型三角形组合振子超宽带天线[J]. 装备环境工程, 2008, 5(1): 78—80.
- [9] ZHONG Ling-ling, SUN Bo, QIU Jing-hui, et al. Study of a Circular Disc Monopole Ultrawide-band Miniature Antenna [C]//Progress in Electromagnetics Research Symposium, PIERS2008. Hangzhou, 2008.
- [1] 穆丹, 姜弢. 一种矩形分形超宽带天线的研究[J]. 装备环境工程, 2008, 5(1): 84—87.
- [2] 杨莘元, 殷潜, 毕晓艳, 等. 基于解相关算法的直扩超宽带系统路径间干扰抑制[J]. 宇航学报, 2007, 28(5): 1278—1282.
- [3] DEDERER J, CHARTIER Feger S T, et al. Highly Compact 3.1–10.6 GHz UWB LNA in SiGe HBT Technology[C]// The 2nd European Microwave Integrated Circuits Conference. Munich, Germany, 2007.
- [4] KUMAR Nishant, BUEHRER R. MICHAEL. The Ultra Wideband Wimedia Standard[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2008, 25(5): 115—119.

(上接第 75 页)

实际应用价值。

参考文献: