



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111879695 A

(43) 申请公布日 2020.11.03

(21) 申请号 202010573154.5

(22) 申请日 2020.06.22

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

(72) 发明人 张达威 靳露露 马菱薇 裴梓博
李晓刚

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理
有限公司 11401

代理人 皋吉甫

(51) Int. Cl.

G01N 17/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种涂层失效的实时监测方法及腐蚀监测传感器

(57) 摘要

本发明提供了一种涂层失效的实时监测方法及腐蚀监测传感器,涉及金属腐蚀防护技术领域,能够在腐蚀监测传感器上设置涂层并放置于服役环境中来监测传感器表面涂层的腐蚀程度;该方法步骤包括S1、对腐蚀监测传感器进行预处理;S2、在预处理后的腐蚀监测传感器的表面制备待监测的涂层;S3、将表面制备有涂层的腐蚀监测传感器置于服役环境中,并将腐蚀监测传感器与微电流采集设备电性连接,通过微电流采集设备采集到的电流数据表征涂层的失效状态。本发明提供的技术方案适用于不同服役环境下涂层失效监测的过程中。



1. 一种涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述实时监测方法的步骤包括:
 - S1、对腐蚀监测传感器进行预处理;
 - S2、在预处理后的腐蚀监测传感器的表面制备待监测的涂层;
 - S3、将表面制备有涂层的腐蚀监测传感器置于服役环境中,并将腐蚀监测传感器与监测设备电性连接,通过监测设备采集到的数据表征涂层的失效状态。
2. 根据权利要求1所述的涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述涂层的厚度为60 μm -100 μm 。
3. 根据权利要求2所述的涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述涂层制备好后需在50 $^{\circ}\text{C}$ -78 $^{\circ}\text{C}$ 的环境中烘干20h-24h。
4. 根据权利要求1所述的涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述预处理包括对所述腐蚀监测传感器的表面粗糙度进行调整以及对所述腐蚀监测传感器进行清洗。
5. 根据权利要求4所述的涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述腐蚀监测传感器的表面粗糙度为Ra 0.1a-0.2a;
对所述腐蚀监测传感器进行清洗的过程包括:先用乙醇对所述腐蚀监测传感器进行清洗,再在55 $^{\circ}\text{C}$ -70 $^{\circ}\text{C}$ 烘干条件下烘干2h-5h。
6. 根据权利要求1所述的涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述监测设备为微电流监测设备时,所述腐蚀监测传感器与所述监测设备在大气环境下连接的初始电流值为0nA-0.5nA。
7. 一种腐蚀监测传感器,其特征在于,所述腐蚀监测传感器用于实现如权利要求1-6任一所述的涂层失效的实时监测方法;
所述腐蚀监测传感器包括探头和腔体,所述探头设于所述腔体内;所述腔体包括至少一个阳极部、至少一个阴极部和至少一个绝缘部,所述阳极部和所述阴极部交替分布,且相邻的阳极部和阴极部之间设有所述绝缘部;所述阳极部和所述阴极部分别通过引导线与监测设备的正负极输入端连接。
8. 根据权利要求7所述的腐蚀监测传感器,其特征在于,两个以上所述阳极部之间呈串联形态,再通过引导线与监测设备连接;两个以上所述阴极部之间呈串联形态,再通过引导线与监测设备连接。
9. 根据权利要求7所述的腐蚀监测传感器,其特征在于,所述腐蚀监测传感器还包括管状结构的固定座,所述阳极部和所述阴极部均通过绝缘填充物被固定于所述固定座中。
10. 根据权利要求9所述的腐蚀监测传感器,其特征在于,所述填充物为环氧树脂;所述阳极部的材料为Q235钢,所述阴极部的材料为石墨。

一种涂层失效的实时监测方法及腐蚀监测传感器

【技术领域】

[0001] 本发明涉及金属腐蚀防护技术领域,尤其涉及一种涂层失效的实时监测方法及腐蚀监测传感器。

【背景技术】

[0002] 为减少金属材料带来的腐蚀,许多工程项目采用涂层防护的方法提高金属的耐腐蚀性能。但涂层会受到外力损伤、紫外辐射、盐雾侵蚀、干湿交替等问题,从而失去对金属的防护性能,出现涂层老化失效的问题。然而,涂层的局部损伤难以用肉眼观察,造成涂层失效现象的逐渐加剧,存在一定的安全隐患。因此,对涂层失效进行监测,提前预判诊断涂层的防护性能,具有重要意义。

[0003] 此外,CN108827868A中采用的腐蚀监测探头包括探头腔体、探头内芯、探头腔体下端的底板和外引导线等,其中探头内芯是由工作电极、参比电极、辅助电极组成,工作电极、辅助电极、参比电极均设置在底板上。监测方法是通过将三电极的监测探头与阻抗测试仪连接,计算测得某时刻的阻抗模值和相位角。电化学阻抗测试得到的阻抗模值和相位角有效地评价了涂层的防护性能和老化失效程度。但阻抗测试技术只能反映某一时刻涂层的防护性能,并不能实时监测涂层防护性能变化的过程,同时这种方法需要浸入电解质的电极,应用范围受限,无法快速直接地判断涂层的防护情况。

[0004] 因此,有必要研究一种涂层失效的实时监测方法来应对现有技术的不足,以解决或减轻上述一个或多个问题。

【发明内容】

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种涂层失效的实时监测方法及腐蚀监测传感器,能够通过腐蚀监测传感器上设置涂层并放置于服役环境中来监测传感器表面涂层的腐蚀程度,可以实时监测涂层在多种服役工况下的失效情况,操作方便,应用范围广。

[0006] 一方面,本发明提供一种涂层失效的实时监测方法,其特征在于,所述实时监测方法的步骤包括:

[0007] S1、对腐蚀监测传感器进行预处理;

[0008] S2、在预处理后的腐蚀监测传感器的表面制备待监测的涂层;

[0009] S3、将表面制备有涂层的腐蚀监测传感器置于服役环境中,并将腐蚀监测传感器与监测设备电性连接,通过监测设备采集到的数据表征涂层的失效状态。

[0010] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述涂层的厚度为60 μm -100 μm 。

[0011] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述涂层制备好后需在50 $^{\circ}\text{C}$ -78 $^{\circ}\text{C}$ 的环境中烘干20h-24h。

[0012] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述预处理包括对所述腐蚀监测传感器的表面粗糙度进行调整以及对所述腐蚀监测传感器进行清洗。

[0013] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述腐蚀监测传感器的表面粗糙度为Ra 0.1a-0.2a;表面粗糙度的调整可采用打磨的方式;

[0014] 对所述腐蚀监测传感器进行清洗的过程包括:先用乙醇对所述腐蚀监测传感器进行清洗,再在55℃-70℃烘干条件下烘干2h-5h。

[0015] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述监测设备为微电流监测设备时,所述腐蚀监测传感器与所述监测设备在大气环境下连接的初始电流值为0nA-0.5nA。

[0016] 另一方面,本发明提供一种腐蚀监测传感器,其特征在于,所述腐蚀监测传感器用于实现如上任一所述的涂层失效的实时监测方法;

[0017] 所述腐蚀监测传感器包括探头和腔体,所述探头设于所述腔体内;所述腔体包括至少一个阳极部、至少一个阴极部和至少一个绝缘部,所述阳极部和所述阴极部交替分布,且相邻的阳极部和阴极部之间设有所述绝缘部;所述阳极部和所述阴极部分别通过引导线与监测设备的正负极输入端连接。

[0018] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,两个以上所述阳极部之间呈串联形态,再通过引导线与监测设备连接;两个以上所述阴极部之间呈串联形态,再通过引导线与监测设备连接。

[0019] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述腐蚀监测传感器还包括管状结构的固定座,所述阳极部和所述阴极部均通过绝缘填充物被固定于所述固定座中。

[0020] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述填充物为环氧树脂;所述阳极部的材料为Q235钢,所述阴极部的材料为石墨。

[0021] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述阳极部、所述阴极部和所述绝缘部均为片状结构。

[0022] 与现有技术相比,本发明可以获得包括以下技术效果:通过在腐蚀监测传感器上设置涂层并放置于服役环境中来监测传感器表面涂层的腐蚀程度,可以监测涂层在大气环境、海水环境、盐雾环境、干湿交替环境等服役工况下的失效情况,操作方便,应用范围广。

[0023] 当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

【附图说明】

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0025] 图1是本发明一个实施例提供的涂层失效监测方法的流程图;

[0026] 图2是本发明一个实施例提供的环氧涂层在浸泡环境下监测电流随时间的趋势图;

[0027] 图3是本发明一个实施例提供的聚氨酯涂层在干湿交替环境下监测电流随时间的趋势图;

[0028] 图4是本发明一个实施例提供的添加缓蚀剂环氧涂层和未添加缓蚀剂环氧涂层在浸泡环境下监测电流随时间的趋势图。

【具体实施方式】

[0029] 为了更好的理解本发明的技术方案,下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

[0030] 应当明确,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 在本发明实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本发明。在本发明实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。

[0032] 本发明提供一种通过腐蚀监测传感器和微电流计实时监测涂层防护性能的方法。采用一种腐蚀监测传感器,将待监测涂层制备于腐蚀监测传感器上,放置于所需监测的环境中,将监测传感器与微电流计电性连接实现监测。本方法可以实时监测不同涂层在多种服役环境下的失效老化状态,灵敏度高,准确性高,操作灵活,应用范围广。

[0033] 一种用于不同服役环境下实时监测涂层失效性能的方法,包括:

[0034] (1) 采用一种电偶式腐蚀监测传感器,腐蚀监测传感器可放置于服役环境中用来监测传感器表面的材料的腐蚀程度;

[0035] (2) 对腐蚀监测传感器的表面进行预处理,再在腐蚀监测传感器表面刷涂待检测涂层,将腐蚀监测传感器与微电流计电性连接,通过微电流计监测处于实际腐蚀环境的传感器表面的电偶腐蚀电流,进而反映待监测涂层的屏蔽性能,即其对传感器表面金属防护性能的变化,实时判断涂层的失效程度。监测传感器表面制备的涂层厚度为 $60\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$,再对涂层进行烘干,涂层烘干时烘箱温度为 50°C - 78°C ,烘干时间 20h - 24h 。适用于金属表面常用的各种涂层,比如环氧涂层、聚氨酯涂层以及添加和不添加缓蚀剂的环氧涂层等。

[0036] 在传感器表面制备涂层前,腐蚀监测传感器的表面粗糙度范围需达到 $Ra\ 0.1a$ - $0.2a$,并采用乙醇对传感器进行清洗。在腐蚀监测传感器表面清洗完成后,将传感器置于 55°C - 70°C 烘箱中烘干,烘干时间 2h - 5h 。腐蚀监测传感器完成清洗烘干后,与微电流计连接在大气环境下的初始电流值为 0nA - 0.5nA 。微电流计用于实时表征监测传感器表面的腐蚀情况和涂层的防护程度。微电流计的电流范围为 0nA - 50mA ,测量精度为 1nA ,测量时间间隔为 1min - 2min 。

[0037] 腐蚀监测传感器包括探头、腔体和外引导线,探头设置于腔体内部。其中,腔体包括至少一个阳极材料、至少一个阴极材料和至少一个绝缘隔片,其中:阳极材料、阴极材料和绝缘隔片均具有片状结构,至少一个阳极材料和至少一个阴极材料交替排布,每个绝缘隔片放置于相邻阳极材料和阴极材料之间;串联至少一个阳极材料的引导线的端部为阳极导线端,串联至少一个阴极材料的引导线的端部为阴极导线端。腐蚀监测传感器还包括固定座,阳极材料与阴极材料均固定于固定座中。固定座具有管状结构,阳极材料与阴极材料通过填充物固定于固定座中。

[0038] 填充物为环氧树脂。阳极材料选用Q235钢,阴极材料选用石墨。

[0039] 将腐蚀监测传感器的阳极导线端和阴极导线端与微电流计电性连接;相邻阳极材料和阴极材料发生电偶腐蚀后,腐蚀监测传感器与微电流计之间形成闭合的回路,产生电流。

[0040] 微电流计可具有显示屏,用于显示电流值。进一步的,微电流计可以集成处理器和储存器,用于储存处理电流数据。

[0041] 为了验证微电流计对于涂层防护性能的监测,可将腐蚀监测传感器与阻抗测试仪电性连接进行验证。其中,将阳极导线端作为工作电极,阴极导线端作为辅助电极和参比电极,连接交流阻抗测试仪测定某时刻下阻抗模值数据,验证电流示数的变化。

[0042] 实施例1:

[0043] 本实施例采用了一种涂层失效监测传感器,该传感器用于监测传感器表面涂层的腐蚀防护性能。

[0044] 本实施例选用环氧涂层作为待检测涂层。

[0045] 首先用150#、400#砂纸打磨探头的工作面,然后用乙醇将传感器表面洗涤并干燥,将传感器放置在平整的玻璃板上。采用刮棒将制备好的环氧涂层刮涂到平整的传感器表面,将刷涂好的传感器放入烘箱中,24h烘干。涂层厚度控制为80 μm 。将有完整涂层保护的传感器放置于3.5wt.%的NaCl溶液中,将传感器的阳极导线段和阴极导线段与显示电流值的微电流计相连接,通过微电流计和传感器的内芯形成回路,实时监测涂层对于传感器表面阳极金属件的防护性能。

[0046] 需要进一步说明的是,如图2所示,在浸泡的初始阶段,完整的环氧涂层很大程度阻隔了氧气、离子等接触到传感器表面,阳极金属件和阴极金属件未形成电回路,此时微电流计监测到电流值为0nA,说明涂层防护性能完好。随着浸泡时间的延长,电解质溶液和氧气逐渐通过涂层的微孔缝隙渗透到涂层/基底界面,即传感器的表面。此时,在传感器的表面形成电解质液膜,相邻的Q235钢和石墨之间发生电偶腐蚀,进而该腐蚀传感器与微电流计之间形成闭合的回路,产生电流,微电流计监测到电流约为140nA,随着电解质溶液不断渗透穿过涂层,电偶腐蚀面积增大,电流再次升高至约280nA。因此采用该涂层腐蚀监测传感器,可以高精度地反映涂层的防护性能,同时实时监测涂层失效的过程。

[0047] 实施例2:

[0048] 本实施例选用聚氨酯涂层作为待检测涂层。

[0049] 首先用150#、400#砂纸打磨传感器的工作面,然后用乙醇将传感器表面洗涤并干燥,将传感器放置在平整的玻璃板上。采用刮棒将制备好的聚氨酯涂层刮涂到平整的传感器表面,将刷涂好的传感器放入烘箱中,24h烘干。涂层厚度控制为80 μm 。烘干后采用刻刀在聚氨酯涂层表面人为加工出的“一”字划痕,划痕长度约为100 μm 。将有划口聚氨酯涂层的传感器放置于可进行干湿交替实验的装置中。其中溶液环境为3.5wt.%的NaCl溶液,干燥环境为298K、RH50%,其中40min浸泡,20min干燥,交替周期为1h。将传感器的阳极导线段和阴极导线段与显示电流值的微电流计相连接,通过微电流计和传感器的内芯形成回路,实时监测涂层对于传感器表面材料的防护性能。

[0050] 需要进一步说明的是,腐蚀监测传感器处于周期性的下浸和干燥环境中,干湿交替的环境导致了聚氨酯涂层对于腐蚀监测传感器的防护性能发生周期性的变化。如图3所示,下浸过程中,由于腐蚀监测传感器处于溶液环境中,电解质溶液迅速通过涂层的微孔缝隙和破损处渗透到涂层基底界面,传感器表面形成电解质膜,相邻的Q235钢和石墨之间发生电偶腐蚀,进而该腐蚀传感器与微电流计之间形成闭合的回路,产生电流。随着腐蚀监测传感器在溶液环境中逐渐稳定,由于氧扩散受阻,传感器表面的电偶腐蚀受到氧浓度的影

响,腐蚀逐渐减缓,电流示数下降。当传感器完成下浸周期开始烘干,由于传感器表面仍存在电解质液膜,电偶腐蚀仍在进行,同时随着烘干过程中氧气浓度升高,电偶腐蚀在充足氧气的条件下发生轻微加剧,电流示数略显升高。随着烘干周期结束,腐蚀监测探头重新下浸,腐蚀再次加剧,电流重新迅速升高,周期重复。聚氨酯涂层在干湿交替作用下易发生失效,由此所形成的微孔缺陷会促进电解液在涂层内的渗透过程。因此采用该涂层腐蚀监测传感器,可以敏感地反映涂层在干湿周期交替的环境下的防护性能,同时实时监测涂层失效的过程。

[0051] 实施例3:

[0052] 本实施例选用添加缓蚀剂的环氧涂层和未添加缓蚀剂的环氧涂层作为待检测涂层,并进行对照。

[0053] 首先用150#、400#砂纸打磨传感器的工作面,然后用乙醇将传感器表面洗涤并干燥,将传感器放置在平整的玻璃板上。首先制备添加5%磷酸类缓蚀剂的环氧涂料和无缓蚀剂添加的环氧涂料,采用刮棒将制备好的环氧涂层刮涂到平整的传感器表面,将刷涂好的传感器放入烘箱中,24h烘干。涂层厚度控制为80 μm 。烘干后采用刻刀在添加缓蚀剂和未添加缓蚀剂的涂层表面人为加工出相同尺寸的“一”字划痕。将有破损涂层保护的传感器放置于3.5wt.%的NaCl溶液中,将传感器的阳极导线段和阴极导线段与显示电流值的微电流计相连接,通过微电流计和传感器的内芯形成回路,实时监测电流变化,观察添加缓蚀剂的涂层和未添加缓蚀剂的涂层对于传感器表面阳极金属件的防护性能。

[0054] 为进一步说明该实施例中电流计对涂层防护性能的监测,将涂层监测传感器与交流阻抗测试仪电连接,作为验证。具体实施如下:将涂层监测传感器的阳极金属Q235导线端作为工作电极,将阴极石墨导线段作为辅助电极和参比电极,与交流阻抗测试仪连接,其中电化学阻抗测量频率范围为: 10^5 - 10^{-2} Hz,正弦波激励信号的振幅为10mV。选定某时间测定该时刻涂层的阻抗模值和相位角,通过电化学阻抗数据进一步说明涂层防护性能的变化,验证说明涂层监测传感器的可靠性和灵敏性。

[0055] 需要进一步说明的是,如图4所示,在浸泡的初始阶段,由于涂层表面存在人工破损,电解质溶液易于渗透到传感器表面,阳极金属件和阴极金属件形成电回路,产生电偶电流,此时电流示数均为300nA左右。随着浸泡时间的延长,未添加缓蚀剂的环氧涂层腐蚀逐渐加剧,电解质溶液不仅通过人工破损区横向扩散,同时通过涂层的裂纹和微孔纵向渗透,增大了电偶腐蚀面积,电流示数呈现逐渐上升的趋势,在浸泡24h达到650nA。添加缓蚀剂的环氧涂层随着电解质溶液在涂层中渗透,缓蚀剂逐渐释放,释放的磷酸类物质与阳极金属钢底材反应生成难溶的磷酸盐,沉积在腐蚀位置,封住腐蚀区形成了隔离层,减缓了传感器表面的腐蚀,电流示数有略微下降,整体为维持稳定的状态,在浸泡24h时达到210nA,添加缓蚀剂的环氧涂层的电流在一定程度上提高了涂层的防护性能。结合阻抗可发现,在浸泡初期,添加缓蚀剂的环氧涂层和未添加缓蚀剂的涂层在溶液中稳定后的阻抗值分别为 $4.38 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 和 $8.25 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}^2$,在浸泡24h小时之后,两者的阻抗模值分别为 $1.45 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 和 $1.20 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 。添加缓蚀剂的环氧涂层在浸泡的过程中阻抗模值有微小程度的上升或维持不变,但未添加缓蚀剂的环氧涂层由于腐蚀介质不断渗入,阻抗值发生明显下降,与本发明的监测结果一致。因此采用该涂层腐蚀监测传感器,可以敏感地反映不同涂层的防护性能的变化,实现了涂层防护性能的实时监测。

[0056] 本发明的有益效果如下：

[0057] (1) 本申请提供的涂层腐蚀监测方法,通过应用腐蚀监测传感器可以监测涂层在大气环境、海水环境、盐雾环境、干湿交替环境等服役工况下的失效情况,操作方便,应用范围广;

[0058] (2) 本申请提供的涂层腐蚀监测方法,通过连接微电流计可以实时监测涂层防护性能,评价涂层的老化失效程度,操作方便,灵敏度高。

[0059] 以上对本申请实施例所提供的一种涂层失效的实时监测方法,进行了详细介绍。以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

[0060] 如在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解,硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求书并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求书当中所提及的“包含”、“包括”为一开放式用语,故应解释成“包含/包括但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。说明书后续描述为实施本申请的较佳实施方式,然所述描述乃以说明本申请的一般原则为目的,并非用以限定本申请的范围。本申请的保护范围当视所附权利要求书所界定者为准。

[0061] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的商品或者系统不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的商品或者系统中还存在另外的相同要素。

[0062] 应当理解,本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0063] 上述说明示出并描述了本申请的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本申请并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述申请构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本申请的精神和范围,则都应在本申请所附权利要求书的保护范围内。

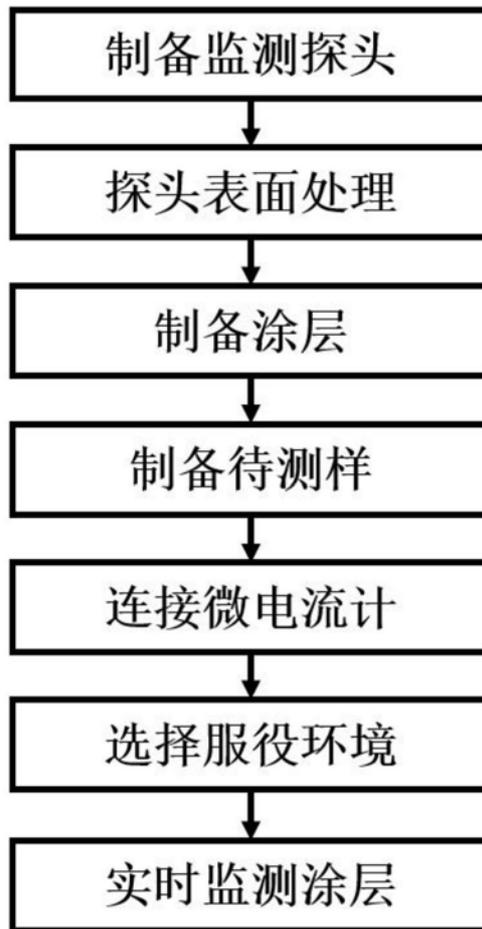


图1

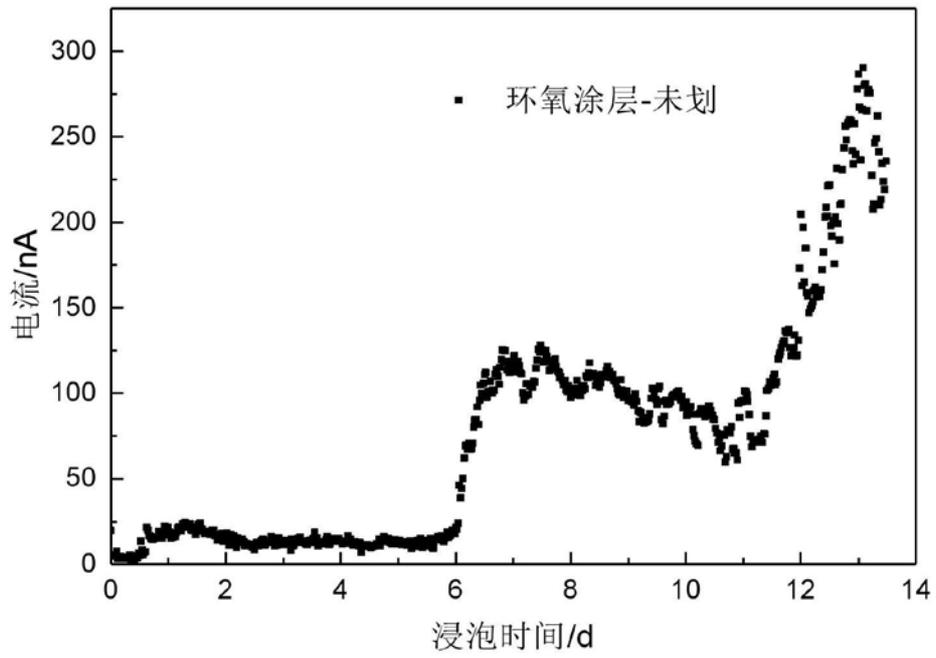


图2

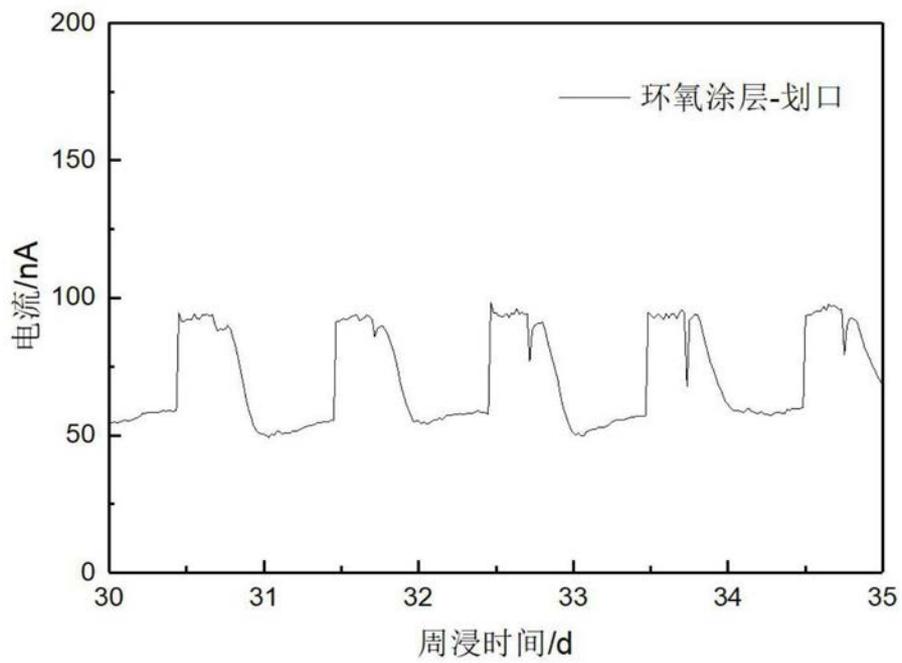


图3

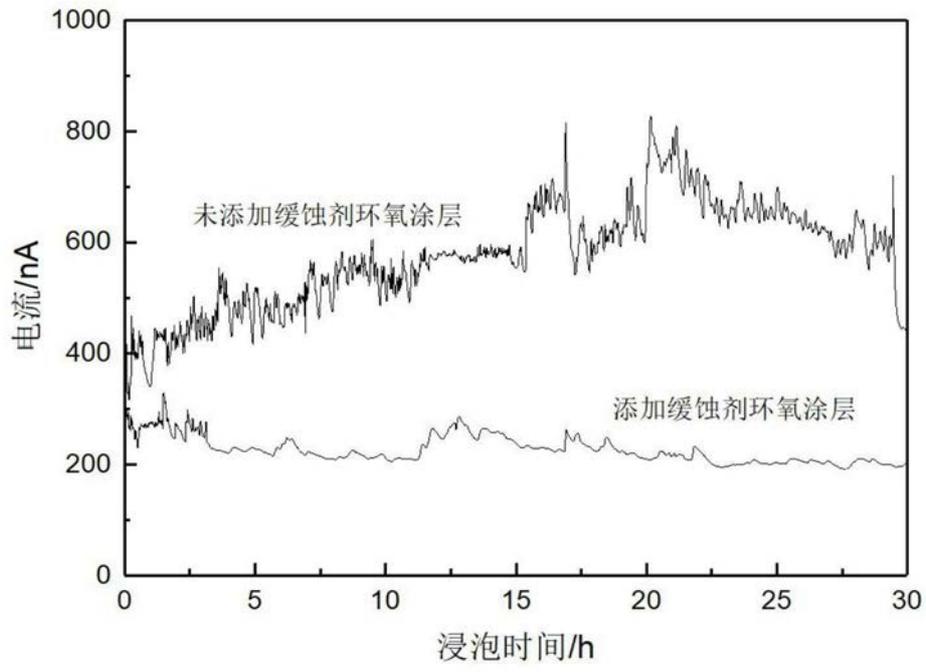


图4