



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110361428 A

(43)申请公布日 2019.10.22

(21)申请号 201910795233.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.08.27

G01N 27/26(2006.01)

(71)申请人 国网重庆市电力公司电力科学研究院

地址 401123 重庆市渝北区黄山大道中段  
80号

申请人 国网重庆市电力公司  
国家电网有限公司

(72)发明人 张海兵 吴海涛 谢刚文 宋伟  
张午阳 包健康 陈俊吉 岳鑫桂  
黄会贤 邓帮飞 肖前波 周庆

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 纪志超

权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法

(57)摘要

本发明提供了一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,包括以下步骤:a)分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值;b)对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a)相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a)中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。该表征方法能够科学量化评价阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态,有效提高对在役架空地线剩余寿命的估计,具有精准可靠、高效、经济环保等优点,为在役钢绞线维修、更换提供科学依据。

A

8

110361428

CN

1. 一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,包括以下步骤:

a) 分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值;

b) 对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a) 相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a) 中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。

2. 根据权利要求1所述的表征方法,其特征在于,步骤a) 中所述阳极性镀层钢绞线包括单股镀锌钢绞线、多股镀锌钢绞线、单股铝包钢绞线或多股铝包钢绞线。

3. 根据权利要求1所述的表征方法,其特征在于,步骤a) 中所述不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的腐蚀程度包括无腐蚀、轻度腐蚀和重度腐蚀;根据阳极性镀层钢绞线表面腐蚀产物堆积情况来判断,具体为:

无或微量腐蚀产物的阳极性镀层钢绞线为无腐蚀程度;

少量腐蚀产物并伴有红色点蚀锈状出现的阳极性镀层钢绞线为轻度腐蚀;

大量腐蚀产物、颜色呈深红色并出现整片锈蚀状的阳极性镀层钢绞线为重度腐蚀。

4. 根据权利要求1所述的表征方法,其特征在于,步骤a) 中所述电化学参数测试采用三电极系统,通过电化学工作站进行测试;

所述三电极系统以阳极性镀层钢绞线为工作电极。

5. 根据权利要求4所述的表征方法,其特征在于,所述三电极系统包括:

电解质溶液;

分别设置在所述电解质溶液中相互不接触的工作电极、辅助电极和参比电极;

所述电解质溶液选自含咪唑啉的质量分数为3.5%的氯化钠溶液、含咪唑啉的饱和硫酸钠溶液或含咪唑啉的饱和氯化钾溶液;

所述辅助电极为铂网;

所述参比电极为Ag/AgCl电极。

6. 根据权利要求4所述的表征方法,其特征在于,所述通过电化学工作站进行测试的过程具体为:

将三电极系统用导线连接电化学工作站,使用TAFEL-Tafel Plot方法进行测试,得到Tafel曲线;其中,电化学参数初始电位为-10.0V~+10.0V,终止电位为-10.0V~+10.0V,扫描速度为0.0001V/s~50V/s,等待时间为0s~6000s。

7. 根据权利要求6所述的表征方法,其特征在于,计算自腐蚀电流密度的过程具体为:

根据Tafel曲线画出Tafel阳极极化曲线与阴极极化曲线直线区,并延长两直线交于一点,该点对应的电流为金属腐蚀达到稳定状态的电流,得到自腐蚀电流密度。

8. 根据权利要求1所述的表征方法,其特征在于,步骤a) 中所述自腐蚀电流密度为平均自腐蚀电流密度;通过对每种腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线设置多组样本获得多个对应的自腐蚀电流密度,从而计算得到平均自腐蚀电流密度。

9. 根据权利要求1~8任一项所述的表征方法,其特征在于,所述进行电化学参数测试前,还包括:

对阳极性镀层钢绞线进行预处理;

所述预处理的过程具体为：

软刷清理阳极性镀层钢绞线的表面污物，然后置于脱脂溶液中超声除油，再冷风干燥；测试前，封住阳极性镀层钢绞线的截面。

10. 根据权利要求1~8任一项所述的表征方法，其特征在于，还包括：

对电化学参数测试后的阳极性镀层钢绞线进行后处理；

所述后处理的过程采用绿色、生物型防护溶液；所述绿色、生物型防护溶液为包括麦冬草、地果和肾蕨提取物中的一种或多种的水溶液。

## 一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及架空地线腐蚀程度定性评估技术领域,更具体地说,是涉及一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法。

### 背景技术

[0002] 架空地线是输电线路有效防范雷击和稳定运行的关键,其存在可降低架空输电线路雷电袭击损坏率。由于架空地线在输送电力方面不作用,则对导电率和导线界面要求不高,镀锌钢绞线良好的耐蚀性能使其成为我国架空地线材质的首选。然而架空地线在高温、高湿、重污秽环境下仍会发生加速腐蚀,造成巡检、维修工作量大等问题,特别是在役时间长的钢绞线其腐蚀状态难以单凭肉眼或者其他简单测量来判断。

[0003] 目前,评估电力架空地线的腐蚀状态主要通过人工巡线的方式进行检测,这种方式存在检测效率低,巡线周期长、评价标准主观等问题,给输电线路的安全运行留下巨大的安全隐患。因此,建立适宜架空地线腐蚀状态评价的电解质体系,形成专门的阳极性镀层钢绞线科学准确的测试方法,得到可量化评价钢绞线腐蚀状态的科学参数极为必要。形成阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态测试及量化评价方法,对保障电力系统的安全稳定运行,避免因架空地线腐蚀导致的各种电力事故有着重要的理论与工程意义。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,该表征方法能高效准确的判断阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态,为在役钢绞线维修、更换提供科学依据。

[0005] 本发明提供了一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,包括以下步骤:

[0006] a) 分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值;

[0007] b) 对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a) 相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a) 中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。

[0008] 优选的,步骤a) 中所述阳极性镀层钢绞线包括单股镀锌钢绞线、多股镀锌钢绞线、单股铝包钢绞线或多股铝包钢绞线。

[0009] 优选的,步骤a) 中所述不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的腐蚀程度包括无腐蚀、轻度腐蚀和重度腐蚀;根据阳极性镀层钢绞线表面腐蚀产物堆积情况来判断,具体为:

[0010] 无或微量腐蚀产物的阳极性镀层钢绞线为无腐蚀程度;

[0011] 少量腐蚀产物并伴有红色点蚀锈状出现的阳极性镀层钢绞线为轻度腐蚀;

[0012] 大量腐蚀产物、颜色呈深红色并出现整片锈蚀状的阳极性镀层钢绞线为重度腐蚀。

- [0013] 优选的,步骤a)中所述电化学参数测试采用三电极系统,通过电化学工作站进行测试;
- [0014] 所述三电极系统以阳极性镀层钢绞线为工作电极。
- [0015] 优选的,所述三电极系统包括:
- [0016] 电解质溶液;
- [0017] 分别设置在所述电解质溶液中相互不接触的工作电极、辅助电极和参比电极;
- [0018] 所述电解质溶液选自含咪唑啉的质量分数为3.5%的氯化钠溶液、含咪唑啉的饱和硫酸钠溶液或含咪唑啉的饱和氯化钾溶液;
- [0019] 所述辅助电极为铂网;
- [0020] 所述参比电极为Ag/AgCl电极。
- [0021] 优选的,所述通过电化学工作站进行测试的过程具体为:
- [0022] 将三电极系统用导线连接电化学工作站,使用TAFEL-TafelPlot方法进行测试,得到Tafel曲线;其中,电化学参数初始电位为-10.0V~+10.0V,终止电位为-10.0V~+10.0V,扫描速度为0.0001V/s~50V/s,等待时间为0s~6000s。
- [0023] 优选的,计算自腐蚀电流密度的过程具体为:
- [0024] 根据Tafel曲线画出Tafel阳极极化曲线与阴极极化曲线直线区,并延长两直线交于一点,该点对应的电流为金属腐蚀达到稳定状态的电流,得到自腐蚀电流密度。
- [0025] 优选的,步骤a)中所述自腐蚀电流密度为平均自腐蚀电流密度;通过对每种腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线设置多组样本获得多个对应的自腐蚀电流密度,从而计算得到平均自腐蚀电流密度。
- [0026] 优选的,所述进行电化学参数测试前,还包括:
- [0027] 对阳极性镀层钢绞线进行预处理;
- [0028] 所述预处理的过程具体为:
- [0029] 软刷清理阳极性镀层钢绞线的表面污物,然后置于脱脂溶液中超声除油,再冷风干燥;测试前,封住阳极性镀层钢绞线的截面。
- [0030] 优选的,还包括:
- [0031] 对电化学参数测试后的阳极性镀层钢绞线进行后处理;
- [0032] 所述后处理的过程采用绿色、生物型防护溶液;所述绿色、生物型防护溶液为包括麦冬草、地果和肾蕨提取物中的一种或多种的水溶液。
- [0033] 本发明提供了一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,包括以下步骤:a)分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值;b)对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a)相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a)中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。该表征方法能够科学量化评价阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态,有效提高对在役架空地线剩余寿命的估计,从而有效避免了传统镀层钢绞线人工巡检中工作量大、电解质昂贵、污染严重、主观判断差异明显等问题,具有精准可靠、测试简便、高效、人工成本低、经济环保、易于推广应用的优点,为在役钢绞线维修、更换提供科学依据,在预防在役钢绞线出现严重恶化腐蚀方面提供重要参考。

[0034] 此外,本发明提供的表征方法采用环保、高效型电解质溶液,在此基础上选择适合的电极系统及测试方法,科学客观,能有效提高阳极性镀层钢绞线腐蚀状态评价准确性和可靠性。

[0035] 另外,本发明提供的表征方法还可以使用绿色、生物型防护溶液后处理阳极性镀层钢绞线,为架空地线安全运行提供保障。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明实施例提供的三电极体系及其与电化学工作站的连接关系的示意图;

[0037] 图2为本发明实施例1中不同腐蚀状态单股阳极性镀层钢绞线Tafel曲线图;

[0038] 图3为本发明实施例2中不同腐蚀状态多股阳极性镀层钢绞线Tafel曲线图。

## 具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 本发明提供了一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,包括以下步骤:

[0041] a) 分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值;

[0042] b) 对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a) 相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a) 中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。

[0043] 本发明首先分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值。在本发明中,所述阳极性镀层钢绞线优选包括单股镀锌钢绞线、多股镀锌钢绞线、单股铝包钢绞线或多股铝包钢绞线,更优选为单股镀锌钢绞线或多股镀锌钢绞线。本发明优选采用工具截取的方式获得用于进行电化学参数测试的阳极性镀层钢绞线;所述工具优选为本领域技术人员熟知的切割机;所述截取的长度优选为5cm~20cm,更优选为15cm。

[0044] 在本发明中,所述不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的腐蚀程度优选包括无腐蚀、轻度腐蚀和重度腐蚀;所述不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的腐蚀程度根据阳极性镀层钢绞线表面腐蚀产物堆积情况来判断,优选具体为:

[0045] 无或微量腐蚀产物的阳极性镀层钢绞线为无腐蚀程度;

[0046] 少量腐蚀产物并伴有红色点蚀锈状出现的阳极性镀层钢绞线为轻度腐蚀;

[0047] 大量腐蚀产物、颜色呈深红色并出现整片锈蚀状的阳极性镀层钢绞线为重度腐蚀。

[0048] 本发明优选对每种腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线设置多组样本,从而通过对多组

样本测试后取平均值，保证测试准确、可靠。

[0049] 在本发明中，所述进行电化学参数测试前，优选还包括：

[0050] 对阳极性镀层钢绞线进行预处理。在本发明中，所述预处理的过程优选具体为：

[0051] 软刷清理阳极性镀层钢绞线的表面污物，然后置于脱脂溶液中超声除油，再冷风干燥；测试前，封住阳极性镀层钢绞线的截面；

[0052] 更优选为：

[0053] 软刷在流动水中轻刷，清理阳极性镀层钢绞线的表面污物，然后置于脱脂溶液中超声除油5min～15min，再用吹风机冷风干燥；测试前，采用绝缘胶封住阳极性镀层钢绞线的截面。

[0054] 在本发明中，所述脱脂溶液优选选自水、乙醇和丙酮中的一种或多种，更优选为水和乙醇。

[0055] 在本发明优选的实施例中，所述阳极性镀层钢绞线为多股热镀锌钢绞线，测试前，除进行上述封住阳极性镀层钢绞线的截面外，优选还包括：

[0056] 采用绝缘胶带缠紧钢绞线上下小部分区域以固定多股钢绞线防止松散。

[0057] 在本发明中，所述电化学参数测试优选采用三电极系统，通过电化学工作站进行测试；所述三电极系统优选以阳极性镀层钢绞线为工作电极。

[0058] 在本发明中，所述三电极系统优选包括：

[0059] 电解质溶液；

[0060] 分别设置在所述电解质溶液中相互不接触的工作电极、辅助电极和参比电极。

[0061] 在本发明中，所述电解质溶液优选选自含咪唑啉的质量分数为3.5%的氯化钠溶液、含咪唑啉的饱和硫酸钠溶液或含咪唑啉的饱和氯化钾溶液，更优选为含咪唑啉的饱和硫酸钠溶液。在本发明优选的实施例中，所述电解质溶液为含咪唑啉的饱和硫酸钠溶液，其配置方法优选具体为：

[0062] 配制饱和硫酸钠溶液，添加0.001mmol/L～0.01mmol/L的咪唑啉，混合均匀得到电解质溶液；

[0063] 更优选为：

[0064] 配制饱和硫酸钠溶液，添加0.001mmol/L的咪唑啉，混合均匀得到电解质溶液。在本发明中，所述电解质溶液为环保、高效型电解质溶液，在此基础上选择适合的电极系统及测试方法，科学客观，能有效提高阳极性镀层钢绞线腐蚀状态评价准确性和可靠性。

[0065] 得到所述电解质溶液后，本发明将配制好的电解质溶液倒入电解池中，优选直至池中溶液到杯口下1cm处。

[0066] 在本发明中，所述电解质溶液中分别设置有相互不接触的工作电极、辅助电极和参比电极。在本发明中，所述工作电极为阳极性镀层钢绞线；在完成上述预处理过程后，本发明将阳极性镀层钢绞线垂直插入电解池液面下3cm～5cm，优选为4cm，作为工作电极。

[0067] 本发明根据上述特定种类的电解质溶液选择适合的辅助电极和参比电极；所述辅助电极优选为铂网；所述参比电极优选为Ag/AgCl电极；其中，辅助电极垂直放置在工作电极对面，参比电极放在两者中间靠近工作电极表面的一侧，同时三者位置形成一个三角，相互不接触，形成三电极系统；其示意图参见图1所示。

[0068] 本发明采用上述三电极系统，通过电化学工作站进行测试；所述通过电化学工作

站进行测试的过程优选具体为：

[0069] 将三电极系统用导线连接电化学工作站,使用TAFEL-TafelPlot方法进行测试,得到Tafel曲线;其中,电化学参数初始电位为-10.0V~+10.0V,终止电位为-10.0V~+10.0V,扫描速度为0.0001V/s~50V/s,等待时间为0s~6000s;

[0070] 更优选为：

[0071] 将三电极系统用导线连接电化学工作站,使用TAFEL-TafelPlot方法进行测试,得到Tafel曲线;其中,电化学参数初始电位为-2.5V,终止电位为0.0V,扫描速度为0.01V/s,等待时间为0s。

[0072] 在本发明中,所述三电极系统与电化学工作站的连接关系的示意图参见图1所示。在本发明中,所述电化学工作站即为能够进行电化学参数测试的电化学测试仪;本发明对此没有特殊限制。

[0073] 将三电极系统用导线连接电化学工作站后,在进行测试前,优选还包括:

[0074] 预热所述电化学工作站30min。

[0075] 本发明设置好上述电化学测试参数后,开始测试,得到Tafel曲线。在本发明中,所述Tafel曲线为软件得出的电化学测试结果,该测试结果可用于计算数据中的自腐蚀电流密度和自腐蚀电位。

[0076] 本发明根据上述测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度。在本发明中,计算自腐蚀电流密度的过程优选具体为:

[0077] 根据Tafel曲线画出Tafel阳极极化曲线与阴极极化曲线直线区,并延长两直线交于一点,该点对应的电流为金属腐蚀达到稳定状态的电流,得到自腐蚀电流密度。

[0078] 在本发明中,所述自腐蚀电流密度优选为平均自腐蚀电流密度;通过对每种腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线设置多组样本获得多个对应的自腐蚀电流密度,从而计算得到平均自腐蚀电流密度。

[0079] 本发明通过不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,能够实现量化不同腐蚀状态阳极性镀层钢绞线电化学参数特征;本发明以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值。

[0080] 之后,本发明对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a)相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a)中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。

[0081] 本发明以不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线为工作电极,在环保、高效型电解质溶液体系中,采用三电极系统导线连接电化学工作站,对不同腐蚀状态阳极性镀层钢绞线进行电化学参数测试并根据测试结果计算得到不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,通过自腐蚀电流密度量化评价未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态,并合理估计该单股钢绞线的剩余寿命。

[0082] 另外,本发明在测试完毕后,优选还包括:

[0083] 对电化学参数测试后的阳极性镀层钢绞线进行后处理;所述后处理能够使钢绞线耐蚀性能得到提高。在本发明中,所述后处理的过程优选采用绿色、生物型防护溶液;所述绿色、生物型防护溶液优选为包括麦冬草、地果和肾蕨提取物中的一种或多种的水溶液。本发明提供的表征方法还可以使用绿色、生物型防护溶液后处理阳极性镀层钢绞线,为架空

地线安全运行提供保障。

[0084] 该表征方法能够科学量化评价阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态,有效提高对在役架空地线剩余寿命的估计,从而有效避免了传统镀层钢绞线人工巡检中工作量大、电解质昂贵、污染严重、主观判断差异明显等问题,具有精准可靠、测试简便、高效、人工成本低、经济环保、易于推广应用的优点,为在役钢绞线维修、更换提供科学依据,在预防在役钢绞线出现严重恶化腐蚀方面提供重要参考。

[0085] 本发明提供了一种阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的表征方法,包括以下步骤:a) 分别对不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的进行电化学参数测试,根据测试结果计算出不同腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,并以此作为判定阳极性镀层钢绞线腐蚀状态的电化学值;b) 对未知腐蚀状态的阳极性镀层钢绞线进行与步骤a) 相同的电化学参数测试,并计算出该阳极性镀层钢绞线的自腐蚀电流密度,将其与步骤a) 中的电化学值作对比,表征出该阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态。该表征方法能够科学量化评价阳极性镀层钢绞线的腐蚀状态,有效提高对在役架空地线剩余寿命的估计,从而有效避免了传统镀层钢绞线人工巡检中工作量大、电解质昂贵、污染严重、主观判断差异明显等问题,具有精准可靠、测试简便、高效、人工成本低、经济环保、易于推广应用的优点,为在役钢绞线维修、更换提供科学依据,在预防在役钢绞线出现严重恶化腐蚀方面提供重要参考。

[0086] 此外,本发明提供的表征方法采用环保、高效型电解质溶液,在此基础上选择适合的电极系统及测试方法,科学客观,能有效提高阳极性镀层钢绞线腐蚀状态评价准确性和可靠性。

[0087] 另外,本发明提供的表征方法还可以使用绿色、生物型防护溶液后处理阳极性镀层钢绞线,为架空地线安全运行提供保障。

[0088] 为了进一步说明本发明,下面通过以下实施例进行详细说明。本发明以下实施例所用的电化学工作站为上海辰华仪器提供的型号为CHI660E的电化学测试仪。

#### [0089] 实施例1

[0090] 用切割机切下无腐蚀、轻度腐蚀、重度腐蚀三种不同腐蚀程度(腐蚀程度根据钢绞线表面腐蚀产物堆积情况来判断:无或微量腐蚀产物的钢绞线为无腐蚀程度;少量腐蚀产物并伴有红色点蚀锈状出现为轻度腐蚀;大量腐蚀产物、颜色呈深红色并出现整片锈蚀状为重度腐蚀)的单股热镀锌钢绞线15cm各三根,软刷在流动水中轻刷上述热镀锌钢绞线表面杂质,并置于乙醇溶液中超声10min,吹风机冷风吹干备用;

[0091] 配制饱和硫酸钠溶液,添加0.001mmol/L的咪唑啉,混合均匀得到环保、高效型电解质溶液;然后将配制好的电解质溶液倒入电解池中;

[0092] 采用绝缘胶封住单股热镀锌钢绞线下截面,垂直插入电解池液面下4cm,作为工作电极,铂网作为辅助电极垂直放置在钢绞线工作电极对面,Ag/AgCl电极作为参比电极放在两者中间靠近工作电极表面的一侧,同时三者位置形成一个三角,相互不接触;然后将三电极用导线连接电化学工作站,参见图1所示;

[0093] 启动电化学工作站预热30min,选择电化学工作站中“Technique”选项,点击“TAFEL-TafelPlot”,电化学参数初始电位:-2.5V,终止电位:0.0V,扫描速度:0.01V/s,等待时间:0s;测试完毕后,将电化学工作站绘制完成的Tafel曲线(图2)画出Tafel阳极极化曲线与阴极极化曲线直线区,并延长两直线交于一点,读出金属腐蚀达到稳定状态的电流,

即为该金属的腐蚀电流  $i_{corr}$  (如图2中所示进行数据分析)；

[0094] 记录每种腐蚀状态的单股钢绞线平均自腐蚀电流密度,将不同自腐蚀密度对应不同的腐蚀程度,如表1所示;表1中三根同种腐蚀程度钢绞线的自腐蚀电流密度的平均值即作为钢绞线该腐蚀程度的电化学值来判定其他未知钢绞线的腐蚀程度。

[0095] 表1单股热镀锌钢绞线在环保型电解质溶液中测试的电化学参数

[0096]

类型	腐蚀程度	Ecorr (mV vs.SCE)	bc (mV dec <sup>-1</sup> )	ba (mV dec <sup>-1</sup> )	Icorr (A cm <sup>-2</sup> )
单股镀锌钢绞线	无腐蚀1#	-1395	-171	120	0.710*10 <sup>-3</sup>
	无腐蚀2#	-1376	-185	142	0.802*10 <sup>-3</sup>
	无腐蚀3#	-1382	-154	143	0.793*10 <sup>-3</sup>
	轻腐蚀1#	-1068	-167	354	3.927*10 <sup>-4</sup>
	轻腐蚀2#	-1083	-169	383	4.049*10 <sup>-4</sup>
	轻腐蚀3#	-1092	-152	304	4.063*10 <sup>-4</sup>
	重腐蚀1#	-1232	-200	225	6.523*10 <sup>-9</sup>
	重腐蚀2#	-1190	-204	205	9.970*10 <sup>-9</sup>
	重腐蚀3#	-1123	-211	205	7.895*10 <sup>-9</sup>

[0097] 重新任意选取一根未知腐蚀状态的单股钢绞线,重复上述步骤,计算得出该未知腐蚀状态单股钢绞线自腐蚀电流密度,将该电流密度与已知腐蚀状态单股钢绞线腐蚀电流密度作对比,量化评价该单股钢绞线的腐蚀状态,并合理估计该单股钢绞线的剩余寿命;结果参见表2所示。

[0098] 表2未知腐蚀程度单股热镀锌钢绞线量化评价表

[0099]

类型	腐蚀程度	Ecorr (mV vs.SCE)	Icorr (A cm <sup>-2</sup> )	量化腐蚀状态	剩余寿命预测
单股镀锌钢绞线	未知	-510	2.902*10 <sup>-5</sup>	轻腐蚀	8年

[0100] 此外,测试完毕后的钢绞线使用绿色、生物型防护溶液进行后处理,使钢绞线耐蚀性能得到提高;结果参见表3所示。

[0101] 表3无腐蚀单股热镀锌钢绞线后处理前后电化学数据表

[0102]

类型	腐蚀程度	Ecorr	bc	ba	Icorr
----	------	-------	----	----	-------

[0103]

		(mV vs.SCE)	(mV dec <sup>-1</sup> )	(mV dec <sup>-1</sup> )	(A cm <sup>-2</sup> )
单股镀锌钢绞线	无腐蚀1#	-1395	-171	120	0.710*10 <sup>-3</sup>
	无腐蚀2#	-1376	-185	142	0.802*10 <sup>-3</sup>
	后处理1#	-1068	-898	462	5.036*10 <sup>-5</sup>
	后处理2#	-1015	-842	448	2.538*10 <sup>-5</sup>

[0104] 由表3可看出,涂覆上生物型防护溶液后钢绞线的腐蚀电流密度有明显降低,其耐蚀性能明显增强。

[0105] 实施例2

[0106] 用切割机切下无腐蚀、轻度腐蚀、重度腐蚀三种不同腐蚀程度(腐蚀程度根据钢绞线表面腐蚀产物堆积情况来判断:无或微量腐蚀产物的钢绞线为无腐蚀程度;少量腐蚀产物并伴有红色点蚀锈状出现为轻度腐蚀;大量腐蚀产物、颜色呈深红色并出现整片锈蚀状为重度腐蚀)的多股热镀锌钢绞线15cm各两根,软刷在流动水中轻刷上述热镀锌钢绞线表面杂质,并置于乙醇溶液中超声15min,吹风机冷风吹干备用;

[0107] 配制饱和硫酸钠溶液,添加0.001mmol/L的咪唑啉,混合均匀得到环保、高效型电解质溶液;然后将配制好的电解质溶液倒入电解池中;

[0108] 采用绝缘胶带缠紧钢绞线上下小部分区域以固定多股钢绞线防止松散,并用绝缘胶封住多股热镀锌钢绞线下截面,垂直插入电解池液面下4cm,作为工作电极,铂网作为辅助电极垂直放置在钢绞线工作电极对面,Ag/AgCl电极作为参比电极放在两者中间靠近工作电极表面的一侧,同时三者位置形成一个三角,相互不接触;然后将三电极用导线连接电化学工作站,参见图1所示;

[0109] 启动电化学工作站预热30min,选择电化学工作站中“Technique”选项,点击“TAFEL-Tafel Plot”,电化学参数初始电位:-2.0V,终止电位:0.0V,扫描速度:0.01V/s,等待时间:0s;测试完毕后,将电化学工作站绘制完成的Tafel曲线(图3)画出Tafel阳极极化曲线与阴极极化曲线直线区,并延长两直线交于一点,读出金属腐蚀达到稳定状态的电流,即为该金属的腐蚀电流*i<sub>corr</sub>*(如图3中所示进行数据分析);

[0110] 记录每种腐蚀状态的多股钢绞线平均自腐蚀电流密度,将不同自腐蚀密度对应不同的腐蚀程度,如表4所示;表4中两根同种腐蚀程度钢绞线的自腐蚀电流密度的平均值即作为钢绞线该腐蚀程度的电化学值来判定其他未知钢绞线的腐蚀程度。

[0111] 表4多股热镀锌钢绞线在环保型电解质溶液中测试的电化学参数

[0112]

类型	腐蚀程度	Ecorr (mV vs.SCE)	bc (mV dec <sup>-1</sup> )	ba (mV dec <sup>-1</sup> )	Icorr (A cm <sup>-2</sup> )
多股镀锌钢绞线	无腐蚀1#	-1396	159	290	2.033*10 <sup>-3</sup>
	无腐蚀2#	-1380	162	266	3.902*10 <sup>-3</sup>
	轻腐蚀1#	-1035	-768	401	1.045*10 <sup>-5</sup>
	轻腐蚀2#	-908	-622	783	4.697*10 <sup>-5</sup>
	重腐蚀1#	-1260	183	229	8.115*10 <sup>-9</sup>
	重腐蚀2#	-1456	210	254	1.157*10 <sup>-9</sup>

[0113] 重新任意选取一根未知腐蚀状态的多股钢绞线,重复上述步骤,计算得出该未知腐蚀状态多股钢绞线自腐蚀电流密度,将该电流密度与已知腐蚀状态多股钢绞线腐蚀电流密度作对比,量化评价该多股钢绞线的腐蚀状态,并合理估计该多股钢绞线的剩余寿命;结果参见表5所示。

[0114] 表5未知腐蚀程度多股热镀锌钢绞线量化评价表

[0115]

类型	腐蚀程度	Ecorr (mV vs.SCE)	Icorr (A cm <sup>-2</sup> )	量化腐蚀状态	剩余寿命预测
多股镀锌钢绞线	未知	-900	2.490*10 <sup>-9</sup>	重度腐蚀	0.5年

[0116] 此外,测试完毕后的钢绞线使用绿色、生物型防护溶液进行后处理,使钢绞线耐蚀性能得到提高。

[0117] 所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

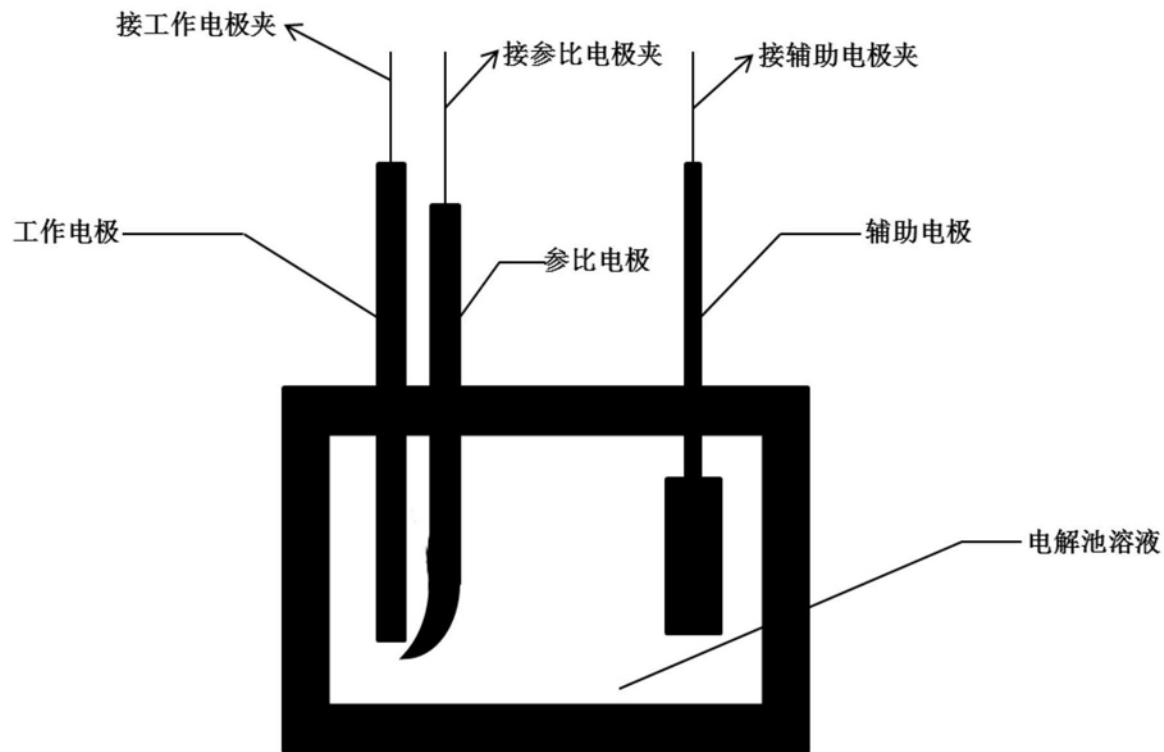


图1

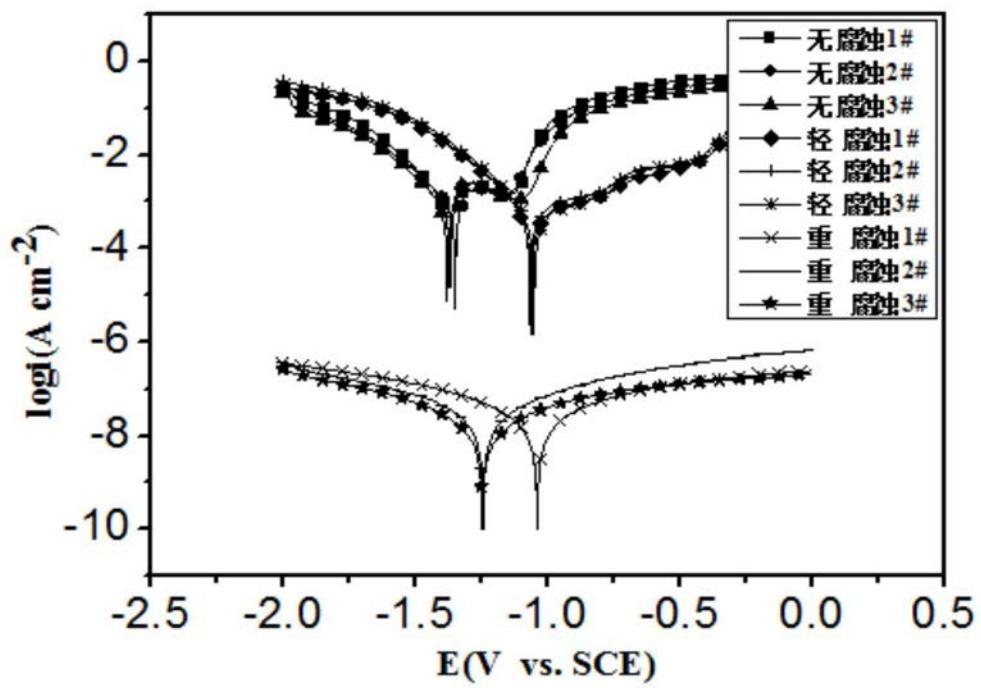


图2

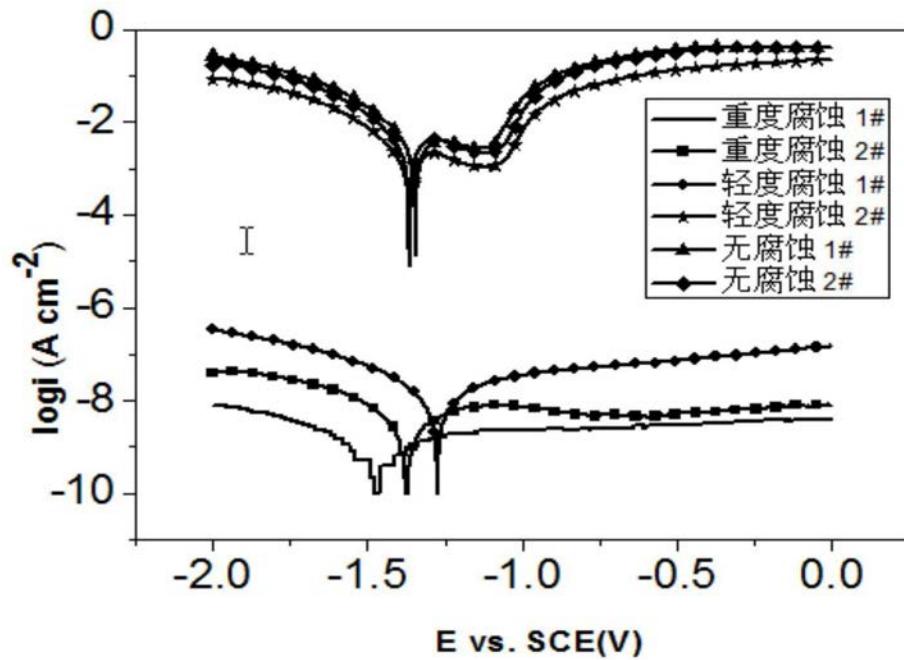


图3