



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112782256 A

(43)申请公布日 2021.05.11

(21)申请号 201911077869.5

(22)申请日 2019.11.06

(71)申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22号

申请人 中国石油化工股份有限公司青岛安  
全工程研究院

(72)发明人 谢守明 叶成龙 韩磊 屈定荣

黄贤滨 兰正贵 张艳玲 冯煜

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限

公司 11283

代理人 肖冰滨 王晓晓

(51) Int. Cl.

G01N 27/416(2006.01)

G01N 27/30(2006.01)

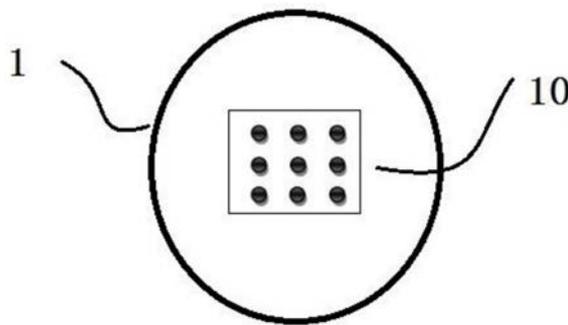
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

用于腐蚀监测的多参数探头、腐蚀检测系统

(57)摘要

本发明实施例提供用于腐蚀监测的多参数探头,所述多参数探头包括:电化学噪声电极单元,包括工作电极组、参比电极组以及辅助电极组,所述工作电极组、所述参比电极组以及所述辅助电极组用于在目标区域发生腐蚀的情况下,输出三组电信号;其中,所述工作电极组包括3个工作电极,所述参比电极组包括3个参比电极,所述辅助电极组包括3个辅助电极;所述三个工作电极、所述3个参比电极以及所述3个辅助电极以设定的3\*3矩阵式排列,通过设定的3\*3矩阵式排列的方式布置探头中的电极,以避免电极将出现短路的问题。



1. 一种用于腐蚀监测的多参数探头,其特征在于,所述多参数探头包括:

电化学噪声电极单元,包括工作电极组、参比电极组以及辅助电极组,所述工作电极组、所述参比电极组以及所述辅助电极组用于在目标区域发生腐蚀的情况下,输出三组电信号;

其中,所述工作电极组包括3个工作电极,所述参比电极组包括3个参比电极,所述辅助电极组包括3个辅助电极;

所述三个工作电极、所述3个参比电极以及所述3个辅助电极以设定的3\*3矩阵式排列。

2. 根据权利要求1所述的多参数探头,其特征在于,所述3个工作电极包括第一工作电极(W1)、第二工作电极(W2)以及第三工作电极(W3);

所述3个参比电极包括第一参比电极(R1)、第二参比电极(R2)以及第三参比电极(R3);

所述3个辅助电极包括第一辅助电极(A1)、第二辅助电极(A2)以及第三辅助电极(A3);

所述3\*3矩阵式排列包括以下排列方式:

$$\begin{bmatrix} R1 & A1 & W1 \\ W2 & R2 & A2 \\ A3 & W3 & R3 \end{bmatrix}。$$

3. 根据权利要求1所述的多参数探头,其特征在于,所述多参数探头设置在所述目标区域,其中所述目标区域为炼油装置塔顶露点区域和/或铵盐腐蚀易发部位的水箱中。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的多参数探头,其特征在于,所述多参数探头还包括以下至少一者:

氯离子检测电极;

PH值检测电极;

对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极;以及

温度检测电极,

其中上述各电极在目标区域发生腐蚀的情况下,分别输出电信号。

5. 一种腐蚀检测系统,其特征在于,所述系统包括:

权利要求1-4任一项所述的多参数探头;

传感器,与所述多参数探头连接,用于根据所述多参数探头提供的电信号分别提取设定电信号中的电流信号和电压信号,并根据所提取的所述电流信号和所述电压信号计算以下一者或多者:

目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息、氯离子浓度、PH值或温度值。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述传感器包括电流计、电压计;

其中,所述根据所述多参数探头提供的电信号分别提取设定电信号中的电流信号和电压信号包括:

所述电流计根据所述多参数探头中的工作电极组和辅助电极组以及所述温度检测电极提供的电信号分别输出所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述温度检测电极输出电流的电流信息;以及

所述电压计根据所述多参数探头中的工作电极组和参比电极组、所述氯离子检测电极、所述PH值检测电极,以及所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的

独立参比电极提供的电信号分别输出所述工作电极组和所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的参比电极组之间的电压信息、所述氯离子检测电极和所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息,以及所述PH值检测电极与所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息。

7. 根据权利要求6所述的多参数探头,其特征在于,所述传感器还包括:

计算单元,分别与所述电流计和所述电压计连接,用于执行以下操作:

根据所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述工作电极组和所述参比电极组之间的电压信息计算所述目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息;

根据所述氯离子检测电极和所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息以及预存电位-氯离子浓度标定曲线确定所述目标区域的氯离子浓度;

根据所述PH值检测电极与所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息以及预存的电位-氢离子浓度标定曲线确定所述目标区域的PH值;

根据所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述温度检测电极输出电流的电流信息计算工作电极组的电阻值,并根据所计算的所述电阻值以及预存的电阻-温度曲线确定所述目标区域的温度值。

8. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

数据处理平台,与所述传感器连接,用于将所述传感器提供的所述目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息、所述目标区域的氯离子浓度、所述目标区域的PH值,以及所述目标区域的温度值输入预存的腐蚀预测模型,并通过所述腐蚀预测模型输出相应的腐蚀风险动态评估结果。

## 用于腐蚀监测的多参数探头、腐蚀检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及腐蚀监测技术领域，具体地涉及一种用于腐蚀监测的多参数探头、腐蚀检测系统。

### 背景技术

[0002] 炼油装置低温腐蚀问题十分普遍和严重，尤其以塔顶系统的露点腐蚀、铵盐腐蚀等最为突出，但是一直没有很好解决，一些炼油厂甚至发生常压塔顶塔壁腐蚀穿孔。

[0003] 目前炼油装置常用的腐蚀监测技术有失重挂片、电阻探针、电感探针、FSM(电场指纹)、超声和声发射、氢通量、LPR(传统电化学)和EN(电化学噪声)等技术，上述各技术在时效性、灵敏度、适用的腐蚀类型(均匀腐蚀或局部腐蚀)以及监测环境等方面都各有一定的优势或不足。其中不乏出现监测探头的电极间出现短路，或通过绝缘片进行相邻的电极以避免电极间短路的问题，可以确定是，该检测探头的电极分布存在较大问题。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例的目的是提供一种用于腐蚀监测的多参数探头、腐蚀检测系统，其中该多参数探头中通过设定的3\*3矩阵式排列的方式布置探头中的电极，以避免电极将出现短路的问题。

[0005] 为了实现上述目的，本发明实施例提供一种用于腐蚀监测的多参数探头，所述多参数探头包括：

[0006] 电化学噪声电极单元，包括工作电极组、参比电极组以及辅助电极组，所述工作电极组、所述参比电极组以及所述辅助电极组用于在目标区域发生腐蚀的情况下，输出三组电信号；

[0007] 其中，所述工作电极组包括3个工作电极，所述参比电极组包括3个参比电极，所述辅助电极组包括3个辅助电极；

[0008] 所述三个工作电极、所述3个参比电极以及所述3个辅助电极以设定的3\*3矩阵式排列。

[0009] 可选的，所述3个工作电极包括第一工作电极(W1)、第二工作电极(W2)以及第三工作电极(W3)；

[0010] 所述3个参比电极包括第一参比电极(R1)、第二参比电极(R2)以及第三参比电极(R3)；

[0011] 所述3个辅助电极包括第一辅助电极(A1)、第二辅助电极(A2)以及第三辅助电极(A3)；

[0012] 所述3\*3矩阵式排列包括以下排列方式：

[0013] 
$$\begin{bmatrix} R1 & A1 & W1 \\ W2 & R2 & A2 \\ A3 & W3 & R3 \end{bmatrix}。$$

[0014] 可选的,所述多参数探头设置在所述目标区域,其中所述目标区域为炼油装置塔顶露点区域和/或铵盐腐蚀易发部位的水箱中。

[0015] 可选的,所述多参数探头还包括以下至少一者:

[0016] 氯离子检测电极;

[0017] PH值检测电极;

[0018] 对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极;以及

[0019] 温度检测电极;

[0020] 其中上述各电极在目标区域发生腐蚀的情况下,分别输出电信号。

[0021] 本发明实施例提供一种腐蚀检测系统,所述系统包括:

[0022] 权利要求1-4任一项所述的多参数探头;

[0023] 传感器,与所述多参数探头连接,用于根据所述多参数探头提供的电信号分别提取设定电信号中的电流信号和电压信号,并根据所提取的所述电流信号和所述电压信号计算以下一者或多者:

[0024] 目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息、氯离子浓度、PH值或温度值。

[0025] 可选的,所述传感器包括电流计、电压计;

[0026] 其中,所述根据所述多参数探头提供的电信号分别提取设定电信号中的电流信号和电压信号包括:

[0027] 所述电流计根据所述多参数探头中的工作电极组和辅助电极组以及所述温度检测电极提供的电信号分别输出所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述温度检测电极输出电流的电流信息;以及

[0028] 所述电压计根据所述多参数探头中的工作电极组和参比电极组、所述氯离子检测电极、所述PH值检测电极,以及所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极提供的电信号分别输出所述工作电极组和所述多参数探头中的参比电极组之间的电压信息、所述氯离子检测电极和所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息,以及所述PH值检测电极与所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息。

[0029] 可选的,所述传感器还包括:

[0030] 计算单元,分别与所述电流计和所述电压计连接,用于执行以下操作:

[0031] 根据所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述工作电极组和所述参比电极组之间的电压信息计算所述目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息;

[0032] 根据所述氯离子检测电极和所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息以及预存电位-氯离子浓度标定曲线确定所述目标区域的氯离子浓度;

[0033] 根据所述PH值检测电极与所述对应于所述氯离子检测电极和/或所述的PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息以及预存的电位-氢离子浓度标定曲线确定所述目标区域的PH值;

[0034] 根据所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述温度检测电极输出电流的电流信息计算工作电极组的电阻值,并根据所计算的所述电阻值以及预存的电阻-温度曲线确定所述目标区域的温度值。

[0035] 可选的,所述系统还包括:

[0036] 数据处理平台,与所述传感器连接,用于将所述传感器提供的所述目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息、所述目标区域的氯离子浓度、所述目标区域的PH值,以及所述目标区域的温度值输入预存的腐蚀预测模型,并通过所述腐蚀预测模型输出相应的腐蚀风险动态评估结果。

[0037] 通过上述技术方案,将该多参数探头设置在目标区域实时监测该目标区域是否发生腐蚀情况,其中,该多参数探头中的所述3个工作电极、所述3个参比电极以及所述3个辅助电极以设定的3\*3矩阵式排列,可以避免电极之间短路的情况下,同时电极间无需夹衬绝缘薄片进行绝缘处理,节省了该多参数探头的监测成本;同时采集了三组电化学噪声信号,相比传统的单一信号,通过统计处理,可以提高监测数据的准确性。

[0038] 本发明实施例的其它特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

## 附图说明

[0039] 附图是用来提供对本发明实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明实施例,但并不构成对本发明实施例的限制。在附图中:

[0040] 图1是本发明实施例一提供的多参数探头的结构示意图;

[0041] 图2是本发明实施例一提供的电化学噪声电极单元的电极排列方式示意图;

[0042] 图3是本发明实施例二提供的多参数探头的结构示意图;

[0043] 图4是本发明实施例三提供的腐蚀监测系统的结构示意图;

[0044] 图5是本发明实施例三提供的数据传输示意图。

[0045] 附图标记说明

[0046]	1	多参数探头	2	传感器
[0047]	3	数据处理平台	W1	第一工作电极
[0048]	W2	第二工作电极	W3	第三工作电极
[0049]	R1	第一参比电极	R2	第二参比电极
[0050]	R3	第三参比电极	A1	第一辅助电极
[0051]	A2	第二辅助电极	A3	第三辅助电极
[0052]	10	电化学噪声电极单元	20	氯离子检测电极
[0053]	30	对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极		
[0054]	40	PH值检测电极	50	温度检测电极

## 具体实施方式

[0055] 以下结合附图对本发明实施例的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明实施例,并不用于限制本发明实施例。

[0056] 实施例一

[0057] 图1示出了本发明实施例一提供的多参数探头的结构示意图,如图1所述,该多参数探头1可以包括电化学噪声电极单元10,该电化学噪声电极单元10可以包括三个电极组,该三个电极组分别为工作电极组、参比电极组和辅助电极组,所述工作电极组包括3个工作

电极,所述参比电极组包括3个参比电极,所述辅助电极组包括3个辅助电极。当探头上出现凝结露的情况时,各电极组的三个电极之间被液膜覆盖而导通进而可以分别输出三组电信号。其中,在多参数探头1实时监测过程中,为避免电极之间短路,将所述三个工作电极、所述3个参比电极以及所述3个辅助电极以设定的3\*3矩阵式排列,通过该设定的3\*3矩阵式排列避免了电极之间短路,在保证检测灵敏度的情况下,提高了多参数探头1的检测稳定性。

[0058] 图2示出了,本发明实施例一提供的电化学噪声电极单元10的电极排列方式示意图,如图2所示,所述3个工作电极包括第一工作电极(W1)、第二工作电极(W2)以及第三工作电极(W3);所述3个参比电极包括第一参比电极(R1)、第二参比电极(R2)以及第三参比电极(R3);所述3个辅助电极包括第一辅助电极(A1)、第二辅助电极(A2)以及第三辅助电极(A3);所述3\*3矩阵式排列包括以下排列方式:

$$[0059] \begin{bmatrix} R1 & A1 & W1 \\ W2 & R2 & A2 \\ A3 & W3 & R3 \end{bmatrix}。$$

[0060] 优选地,每个电极直径为 $\Phi 2\text{mm}$ ,间距约2mm按照上述排列方式排列,并用耐高温的环氧树脂进行封装,这种排布方式能有效的间断分布电极,避免电极间短路,保证检测灵敏度的情况下,提高检测稳定性。电化学噪声电极单元10由紧密排列的同种材料电极组成,材料选择与所测部位相同或相近的材质,以便真实反映塔顶设备或管道腐蚀情况。

[0061] 在炼油装置塔顶含水油气初凝区管道开孔,可以通过焊接短接、法兰的固定方式,将多参数探头1置于炼油装置塔顶露点区域和/或铵盐腐蚀易发部位的水箱中。

[0062] 实施例二

[0063] 所述多参数探头1还包括以下至少一者:氯离子检测电极20、PH值检测电极40、温度检测电极50、以及对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30;其中上述各电极在目标区域发生腐蚀的情况下,分别输出电信号。

[0064] 图3示出了本发明实施例二提供的多参数探头的结构示意图,如图2所示,该多参数探头1还包括氯离子检测电极20、PH值检测电极40、温度检测电极50、和对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30,多参数探头直径为 $\Phi 30\text{mm}$ ,电化学噪声矩阵电极单元10、氯离子检测电极20、pH值检测电极40、温度检测电极50和对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30均匀分布,用耐高温的环氧树脂封装。

[0065] 实施例三

[0066] 本发明实施例三提供一种腐蚀检测系统,该检测系统可以包括上述多参数探头和传感器,该传感器与所述多参数探头连接,用于根据所述多参数探头提供的电信号分别提取设定电信号中的电流信号和电压信号,并根据所提取的所述电流信号和所述电压信号计算以下一者或多者:目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息、氯离子浓度、PH值或温度值。

[0067] 图4示出了本发明实施例三提供的腐蚀监测系统的结构示意图,如图4所示,该传感器2分别与电化学噪声电极单元10的第一工作电极(W1)、第二工作电极(W2)、第三工作电极(W3)、第一参比电极(R1)、第二参比电极(R2)、第三参比电极(R3)、第一辅助电极(A1)、第

二辅助电极 (A2) 以及第三辅助电极 (A3) 连接;还分别与氯离子检测电极20、对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30、PH值检测电极40以及温度检测电极50连接。该传感器2包括电流计、电压计和计算单元,优选地,该电流计可以为零阻电流计,该电压计可以为高阻电压计。其中所述电流计根据所述多参数探头中的工作电极组和辅助电极组以及所述温度检测电极提供的电信号分别输出所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述温度检测电极输出电流的电流信息;所述电压计根据所述多参数探头1中的电化学噪声矩阵电极单元10的工作电极组和参比电极组、所述氯离子检测电极20、所述PH值检测电极40,以及所述对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30提供的电信号分别输出所述工作电极组和多参数探头1中的参比电极组之间的电压信息、所述氯离子检测电极20和所述对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30之间的电压信息,以及所述PH值检测电极40与所述对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30之间的电压信息。计算单元,分别与所述电流计和所述电压计连接,用于执行以下操作:根据所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述工作电极组和所述参比电极组之间的电压信息计算所述目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息;根据所述氯离子检测电极和所述对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息以及预存电位-氯离子浓度标定曲线确定所述目标区域的氯离子浓度;根据所述PH值检测电极与所述对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极之间的电压信息以及预存电位-氢离子浓度标定曲线确定所述目标区域的PH值;根据所述工作电极组与所述辅助电极组之间的电流信息以及所述温度检测电极输出电流的电流信息计算工作电极组的电阻值,并根据所计算的所述电阻值以及预存的电阻-温度曲线确定所述目标区域的温度值。

[0068] 如图4所示,该系统还可以包括数据处理平台3,与所述传感器2连接,用于将所述传感器2提供的所述目标区域的腐蚀速率及局部腐蚀倾向信息、所述目标区域的氯离子浓度、所述目标区域的PH值,以及所述目标区域的温度值输入预存的腐蚀预测模型,并通过所述腐蚀预测模型输出相应的腐蚀风险动态评估结果。

[0069] 图5示出了本发明实施例三提供的数据传输示意图,如图5所示,各电极工作原理如下:

[0070] (1) 电化学噪声电极矩阵组由三个电极组(参比电极组-工作电极组-辅助电极组)组成,分别用零阻电流计测量工作电极组与辅助电极组之间的电流,用高阻电压计测量工作电极组-参比电极组之间的电压。经A/D转换器得到三组电位噪声信号和三组电流噪声信号,并根据传感器的计算单元计算出噪声电阻 $R_n$ 、点蚀指数LI、电位和电流信号的偏度 $S_k$ 和峰度 $K_u$ ,其中利用 $R_n$ 并配合其他参数可反映均匀腐蚀速率,LI、 $S_k$ 和 $K_u$ 的变化规律可用来反映局部腐蚀倾向。

[0071] 电化学噪声参数都是基于对电位电流信号进行统计分析的结果。其中噪声电阻根据以下公式计算:

$$[0072] \quad R_n = \frac{\sigma_E}{\sigma_I},$$

[0073]  $\sigma_E$ 和 $\sigma_I$ 为电位或电流信号的标准偏差。通常 $R_n$ 与均匀腐蚀速率呈反比,并与极化

阻力 $R_p$ 接近。

[0074] 其中,腐蚀电流 $i_{corr}$ 与极化阻力 $R_p$ 呈反比:

$$[0075] \quad i_{corr} = \frac{B}{R_p}$$

[0076] 其中B为一个常数值;

[0077] 腐蚀速率CR正比于腐蚀电流 $i_{corr}$ :

$$[0078] \quad CR = A \cdot i_{corr} = \frac{A \cdot B}{R_p}$$

[0079] 其中A为一个常数值

[0080] 以 $R_n$ 取代 $R_p$ ,带入上式即可获得腐蚀速率数值。

[0081] 点蚀指数:

$$[0082] \quad LI = \frac{\sigma_I}{RMS_I},$$

[0083]  $\sigma_I$ 为电流信号的标准偏差, $RMS_I$ 为电流信号的均方根。一般认为,LI接近1时,表明局部腐蚀的产生;而LI接近0则意味着电极表面出现均匀腐蚀或保持钝化状态。

[0084] 偏度:

$$[0085] \quad Sk = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (x_i - \bar{x})^3}{\sigma^3},$$

[0086]  $x_i$ 为实测电位或电流值, $\bar{x}$ 为平均值, $\sigma$ 为电位或电流的标准偏差, $n$ 为采样点数。偏度描述了噪声数据分布形态的对称性,偏度=0时分布形态关于均值对称。均匀腐蚀的噪声信号偏度接近0。

[0087] 峰度:

$$[0088] \quad Ku = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (x_i - \bar{x})^4}{\sigma^4},$$

[0089]  $x_i$ 为实测电位或电流值, $\bar{x}$ 为平均值, $\sigma$ 为电位或电流的标准偏差, $n$ 为采样点数。峰度描述了噪声数据分布形态的陡缓程度,峰度=3时分布形态与正态分布的陡缓程度相同。均匀腐蚀的噪声信号峰度接近3。

[0090] (2) 氯离子检测过程中,通过高阻电压计采集氯离子检测电极20 (Ag/AgCl工作电极) 与对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30 (石墨参比电极) 之间的电位差,传感器2根据电位-氯离子浓度标定曲线,通过计算单元将该电位差转化为氯离子浓度数据。具体过程如下:

[0091] Ag/AgCl工作电极至于塔顶水相中,其液-膜将产生一特定的电位响应值,根据能斯特方程:

$$[0092] \quad E = E_0 - \frac{RT}{F} \ln \alpha_{Cl^-}$$

[0093]  $\alpha_{Cl^-}$  为氯离子活度

[0094] 其中  $\alpha_{Cl^-} = \gamma C_{Cl^-}$   $\log \gamma = \text{常数} \sqrt{I}$

[0095]  $C_{Cl^-}$  为氯离子浓度,  $I$  为离子强度。

[0096] 在固定离子强度的条件下, 可以得到:

$$[0097] \quad E = E_0' - \frac{RT}{F} \ln C_{Cl^-}$$

[0098] 由此可知氯离子检测电极的电位和氯离子浓度的对数成线性关系, 只要事先标定测出不同的氯离子浓度下的电极的电位, 作出  $E - \ln C_{Cl^-}$  图, 计算单元就可通过氯离子测量电极和对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30之间的电位信号, 计算得出氯离子浓度。

[0099] (3) pH值检测过程中, 高阻电压计可以通过采集PH值检测电极40 (Ir/IrO<sub>2</sub>工作电极) 与对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30 (石墨参比电极) 之间的电位差, 传感器2根据电位-氢离子浓度标定曲线, 通过计算单元将该电位差转化为氢离子浓度数据, 传输至数据处理平台3。

[0100] Ir/IrO<sub>2</sub>工作电极至于塔顶水相中, 其液-膜将产生一特定的电位响应值, 同理可以得到:

$$[0101] \quad E = E_0' - \frac{RT}{F} \ln C_{H^+}$$

[0102] 事先标定测出不同的氢离子浓度下的电极的电位, 作出  $E - \ln C_{H^+}$  图, 计算单元就可通过pH值测量电极40和对应于氯离子检测电极和/或PH值检测电极的独立参比电极30之间的电位信号, 计算得出pH值。

[0103] (4) 多参数探头1中的温度测量电极50可以采用PTC热敏电阻材料制成, 通过传感器的计算单元将检测到的电信号转换成温度值, 传输至数据处理平台3。

[0104] 传感器2通过测量计算得到PTC热敏电阻电极的电阻值, 根据预存的电阻-温度曲线从而确定多参数探头1所处环境(目标区域)的温度值。

[0105] 传感器2将平均腐蚀速率、局部腐蚀系数、氯离子浓度、pH值、温度等数据实时传输至数据处理平台3, 数据处理平台3根据多参数探头1的放置位置确定将传感器2提供的上述信息输入至何种腐蚀预测模型, 具体地, 该多参数探头1设置在炼油装置塔顶露点区域的情况下, 将传感器2提供的上述信息输入至露点腐蚀预测模型; 该多参数探头1设置在铵盐腐蚀易发部位的水箱中的情况下, 将传感器2提供的上述信息输入至铵盐腐蚀预测模型, 在炼油装置塔顶露点区域和铵盐腐蚀易发部位的水箱中均设置有多参数探头1的情况下, 则根据多参数探头1的设置位置, 分别将相应信息输入至相应的预测模型中。进而该预测模型根据平均腐蚀速率、局部腐蚀系数、氯离子浓度、pH值、温度等数据输出动态塔顶腐蚀风险评估结果、实现塔顶腐蚀风险动态评估与预警功能。

[0106] 存储器可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器,随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式,如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM),存储器包括至少一个存储芯片。

[0107] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0108] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0109] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0110] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0111] 在一个典型的配置中,计算设备包括一个或多个处理器(CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

[0112] 存储器可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器,随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式,如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)。存储器是计算机可读介质的示例。

[0113] 计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括,但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带,磁带磁磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质,可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定,计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体(transitory media),如调制的数据信号和载波。

[0114] 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过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,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过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括要素的

过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0115] 以上仅为本申请的实施例而已,并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的权利要求范围之内。

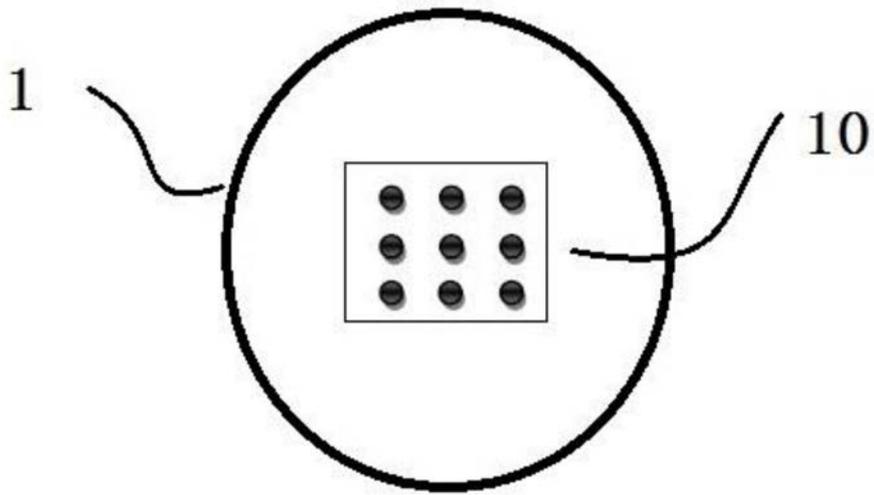


图1

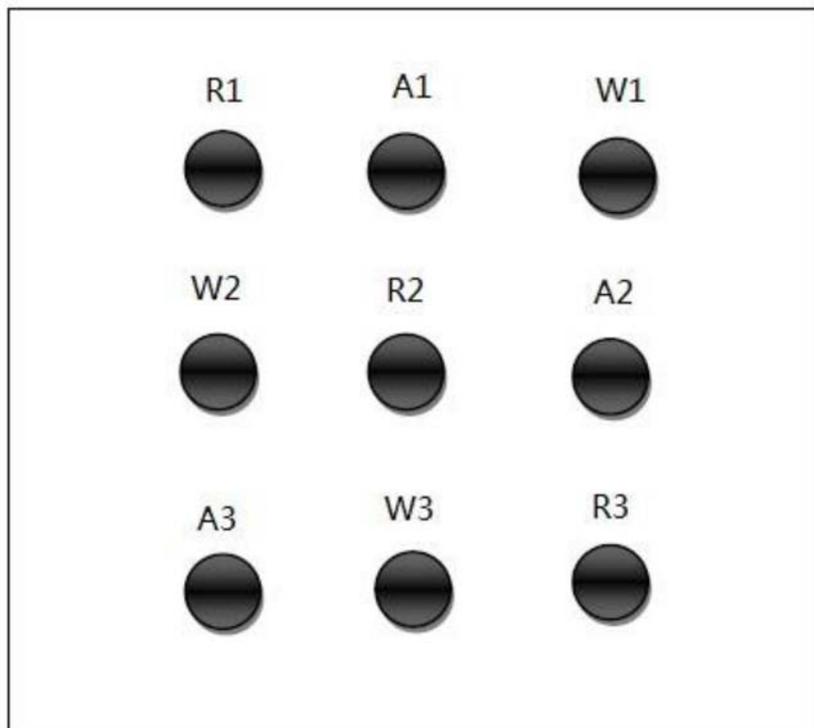


图2

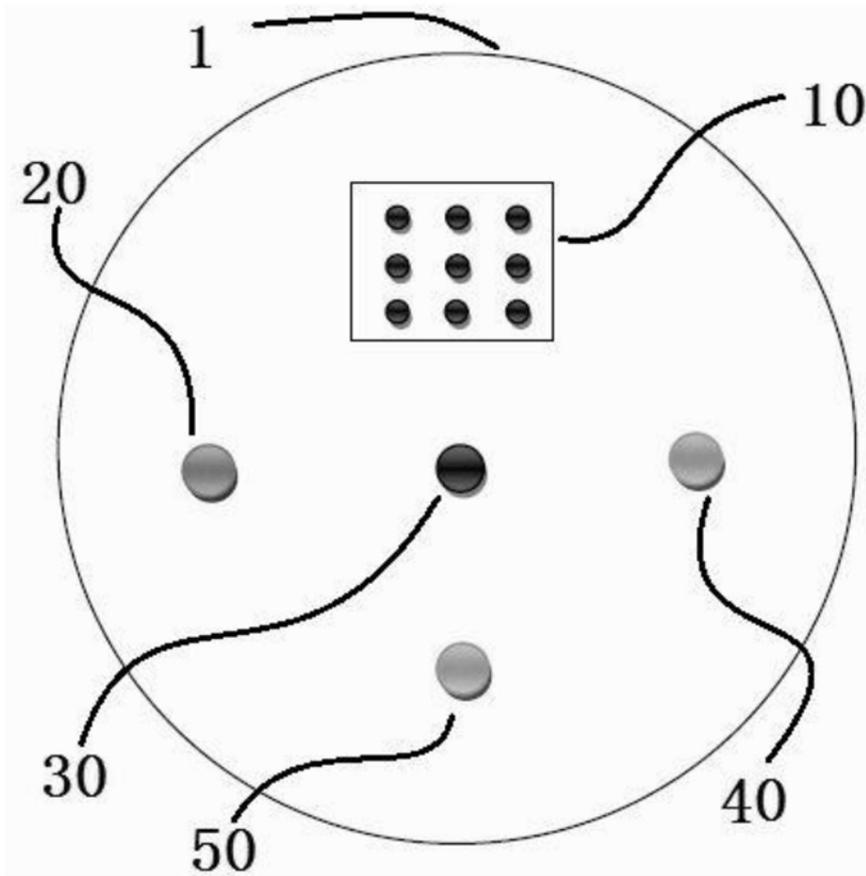


图3

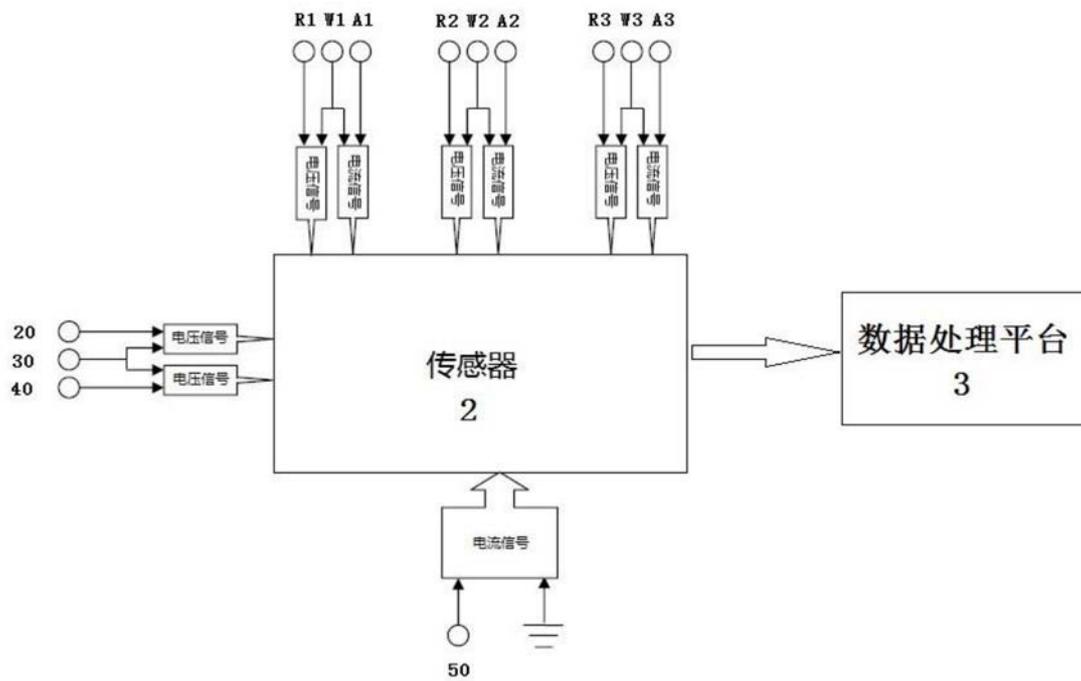


图4

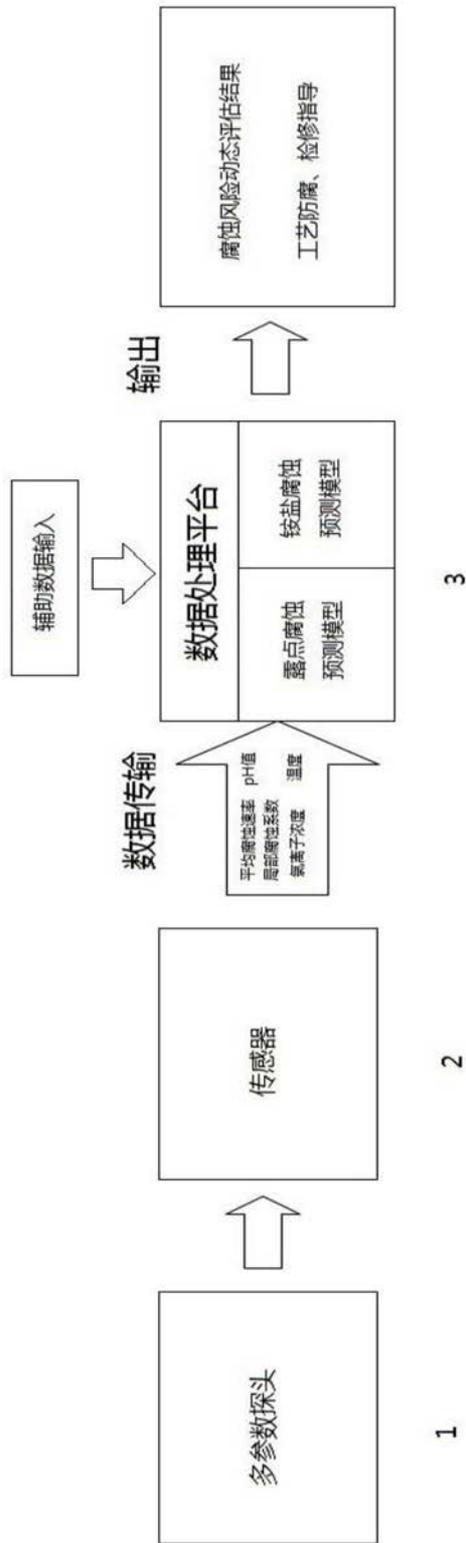


图5