



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105866017 B

(45)授权公告日 2018.05.22

(21)申请号 201610500149.5

(22)申请日 2016.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105866017 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(73)专利权人 云南交投集团公路建设有限公司  
地址 650032 云南省昆明市西山区安瑞路  
101号  
专利权人 重庆交通大学

(72)发明人 李国锋 周建庭 王高 严恒  
张洪 张元恒 廖棱 赵瑞强

(74)专利代理机构 重庆辉腾律师事务所 50215  
代理人 侯懋琪 侯春乐

(51)Int.Cl.  
G01N 17/00(2006.01)  
G01N 17/02(2006.01)  
G05B 19/042(2006.01)  
G05D 9/12(2006.01)

(56)对比文件

US 4861453 A,1989.08.29,  
US 2011100841 A1,2011.05.05,  
EP 2102626 B1,2012.10.03,  
CN 205826485 U,2016.12.21,  
CN 101620217 A,2010.01.06,  
CN 103528942 A,2014.01.22,  
CN 105259101 A,2016.01.20,  
CN 203811236 U,2014.09.03,  
CN 204882325 U,2015.12.16,  
P. Montoya et al..An study on  
accelerated corrosion testing of  
weathering steel.《Materials Chemistry and  
Physics》.2013,第142卷第220-228页.  
滕海文.地铁工程结构耐久性加速模拟试验  
研究.《地下空间与工程学报》.2010,第6卷(第增  
刊1期),第1404-1407页.

审查员 王丽

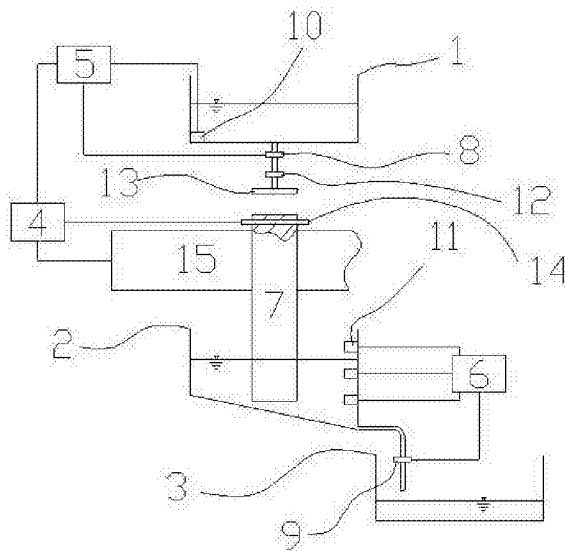
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

智能电化学加速锈蚀装置及其控制方法

(57)摘要

一种智能电化学加速锈蚀装置,所述智能电  
化学加速锈蚀装置由储液槽、集液槽、废水槽、程  
控电源、计算机、控制器、覆盖物、第一电磁阀、第  
二电磁阀、液位传感器、三个水位传感器、调节  
阀、喷头和电极棒组成;基于前述装置,本发明还  
提出了一种智能电化学加速锈蚀装置的控制方法;  
本发明的有益技术效果是:提供了一种智能  
电化学加速锈蚀装置,该装置成本较低,能够较  
好地模拟出自然锈蚀的状态。



1. 一种智能电化学加速锈蚀装置的控制方法,所涉及的硬件为智能电化学加速锈蚀装置,所述智能电化学加速锈蚀装置由储液槽(1)、集液槽(2)、废水槽(3)、程控电源(4)、计算机(5)、控制器(6)、覆盖物(7)、第一电磁阀(8)、第二电磁阀(9)、液位传感器(10)、三个水位传感器(11)、调节阀(12)、喷头(13)和电极棒(14)组成;

所述储液槽(1)设置于金属构件上方,储液槽(1)底部通过管道与喷头(13)连通,第一电磁阀(8)和调节阀(12)设置于储液槽(1)与喷头(13)之间的管道上;金属构件周向上待加速锈蚀的环形区域记为锈蚀区,喷头(13)的出水口位于锈蚀区正上方;所述液位传感器(10)设置于储液槽(1)的底部;

所述集液槽(2)设置于金属构件下方,集液槽(2)的位置与锈蚀区匹配;废水槽(3)的高度低于集液槽(2)底部,集液槽(2)底部的侧壁上设置有排水管,排水管的出水口延伸至废水槽(3)上方;所述第二电磁阀(9)设置于排水管中部;所述水位传感器(11)设置于集液槽(2)的内壁上,三个水位传感器(11)高度不同;

所述覆盖物(7)缠绕在金属构件上,覆盖物(7)所覆盖的区域与锈蚀区匹配,覆盖物(7)的下端延伸至集液槽(2)内靠近集液槽(2)底部的位置处;

所述电极棒(14)嵌入在金属构件上方的覆盖物(7)内,电极棒(14)和金属构件之间通过覆盖物(7)隔离;电极棒(14)通过导线与程控电源(4)的负极连接;金属构件端部通过导线与程控电源(4)的正极连接;

所述第一电磁阀(8)、液位传感器(10)和程控电源(4)均与计算机(5)电气连接;所述水位传感器(11)和第二电磁阀(9)均与控制器(6)电气连接;

所述储液槽(1)内盛放有氯化钠溶液;

所述覆盖物(7)采用棉质材料制作;

其特征在于:所述控制方法包括:

1) 在计算机(5)上设定程控电源(4)输出的电流值大小和通电时长,然后,通过计算机(5)控制第一电磁阀(8)开启,手动调节调节阀(12)的开度,使储液槽(1)内的氯化钠溶液通过喷头(13)持续滴灌在覆盖物(7)上,当锈蚀区周围的覆盖物(7)被氯化钠溶液完全浸润后,通过计算机(5)控制程控电源(4)启动;程控电源(4)启动时,同时启动控制器(6);

2) 程控电源(4)启动后,计算机(5)开始计时,达到设定的通电时长后,计算机(5)控制第一电磁阀(8)和程控电源(4)关闭;

通电过程中,计算机(5)实时采集程控电源(4)上的电压值,并根据采集到的电压值和设定的电流值实时计算出阻抗值,从而获得阻抗值变化时间曲线;通电过程中,计算机(5)还通过液位传感器(10)对储液槽(1)内的氯化钠溶液余量进行检测,若在设定的通电时长结束之前,储液槽(1)内的氯化钠溶液已经排空,则计算机(5)控制第一电磁阀(8)和程控电源(4)关闭;

通电过程中,控制器(6)通过水位传感器(11)对集液槽(2)内的液位进行检测:三个水位传感器(11)从上至下依次记为传感器一、传感器二和传感器三,当集液槽(2)内的液位高度达到传感器一的位置处时,传感器一、传感器三、控制器(6)与液体形成一个电气通路,触发控制器(6)控制第二电磁阀(9)开启;当集液槽(2)内的液位低于传感器二的位置处时,传感器二、传感器三、控制器(6)与液体形成一个电气断路,触发控制器(6)控制第二电磁阀(9)关闭。

## 智能电化学加速锈蚀装置及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种锈蚀试验装置,尤其涉及一种智能电化学加速锈蚀装置及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 钢材锈蚀是钢结构和钢筋混凝土结构性能劣化的主要原因之一,为研究钢材锈蚀对结构力学性能的影响,首要前提是获取到与自然锈蚀的锈蚀程度相似的试件。

[0003] 为了缩短试验周期,现有技术一般采用加速锈蚀方法来加快钢材的锈蚀进度;据发明人所了解,现有技术中具备实用性的加速锈蚀方法有如下两种:

[0004] 一种是将钢材浸泡在电解池,通过电解方式来使钢材快速锈蚀;这种方法存在如下缺陷:为了容纳钢材,电解池的大小须与钢材匹配,对于大型构件而言,需要建造较大的电解池,成本巨大;另外,由于构件浸泡在电解液中,初步锈蚀产物缺乏与空气的充分接触,后续锈蚀的发展方式与自然锈蚀的发展方式差异较大,最终获得的试件上的损伤与自然锈蚀造成的损伤差异较大。

[0005] 另一种是通过水泵将电解液循环浇灌在钢筋混凝土构件上,从而使钢筋混凝土构件与外界形成气液循环;这种加速锈蚀方法虽然能够使锈蚀产物与空气充分接触,但仍然需要较大的水池来防止电解液流失,并且整套装置还存在结构复杂的问题。

### 发明内容

[0006] 针对背景技术中的问题,本发明提出了一种智能电化学加速锈蚀装置,其结构为:所述智能电化学加速锈蚀装置由储液槽、集液槽、废水槽、程控电源、计算机、控制器、覆盖物、第一电磁阀、第二电磁阀、液位传感器、三个水位传感器、调节阀、喷头和电极棒组成;

[0007] 所述储液槽设置于金属构件上方,储液槽底部通过管道与喷头连通,第一电磁阀和调节阀设置于储液槽与喷头之间的管道上;金属构件周向上待加速锈蚀的环形区域记为锈蚀区,喷头的出水口位于锈蚀区正上方;所述液位传感器设置于储液槽的底部;

[0008] 所述集液槽设置于金属构件下方,集液槽的位置与锈蚀区匹配;废水槽的高度低于集液槽底部,集液槽底部的侧壁上设置有排水管,排水管的出水口延伸至废水槽上方;所述第二电磁阀设置于排水管中部;所述水位传感器设置于集液槽的内壁上,三个水位传感器高度不同;

[0009] 所述覆盖物缠绕在金属构件上,覆盖物所覆盖的区域与锈蚀区匹配,覆盖物的下端延伸至集液槽内靠近集液槽底部的位置处;

[0010] 所述电极棒嵌入在金属构件上方的覆盖物内,电极棒和金属构件之间通过覆盖物隔离;电极棒通过导线与程控电源的负极连接;金属构件端部通过导线与程控电源的正极连接;

[0011] 所述第一电磁阀、液位传感器和程控电源均与计算机电气连接;所述水位传感器和第二电磁阀均与控制器电气连接;

[0012] 所述储液槽内盛放有氯化钠溶液；

[0013] 所述覆盖物采用棉质材料制作。

[0014] 本发明的原理是：储液槽内的氯化钠溶液通过喷头持续滴灌在覆盖物上，随着氯化钠溶液将覆盖物浸润（多余的氯化钠溶液和锈蚀产生的废液会顺着覆盖物滴落至集液槽内），氯化钠溶液就在覆盖物内侧面上与金属构件接触，并且由于覆盖物是缠绕在金属构件上的，金属构件腹部也能与氯化钠溶液接触，当程控电源输出电流时，覆盖物与金属构件接触的区域就会形成电解环境，从而使金属构件被局部锈蚀，由于覆盖物采用棉质材料制作，覆盖物表面疏松多孔，锈蚀过程中，空气就能与锈蚀产物充分接触，极好地模拟出了自然锈蚀的环境；另外，本发明中还采用了液位传感器和水位传感器来分别对储液槽和集液槽内的水位进行检测，当储液槽内氯化钠溶液不足时，计算机可自动停止滴灌操作以及关闭程控电源，当集液槽内水位较高或较低时，控制器可通过控制第二电磁阀的开、关实现集液槽的自动排水，大大的提高了装置的自动化程度。之所以要在集液槽内保持一定的水位，是因为：流入集液槽中的液体中既含有氯化钠又有含有锈蚀产物，液体中的杂质会沉淀在集液槽底部，覆盖物的下端浸泡在集液槽内的液体中时，就能利用覆盖物的物理结构所形成的毛细效应，将集液槽内干净的氯化钠溶液的吸附至锈蚀区，提高氯化钠溶液的利用率；

[0015] 与现有技术相比，本发明不需要体积较大的水池来放置金属构件，尤其适合对大型金属构件进行加速锈蚀处理，锈蚀过程中，锈蚀区域既能与电解液良好接触，又能与空气良好接触，使得锈蚀的发展方式与自然锈蚀具有较好的相似度，有利于后续的结构力学分析；本发明的消耗更小，仅用少量氯化钠溶液就能完成锈蚀处理；本发明的自动化程度较高，可在无人值守的情况下，由设备自动完成加速锈蚀操作；另外，本发明所需的硬件设备简单、成本较低。

[0016] 优选地，所述集液槽的底部为斜面，排水管设置在靠近斜面最低点的位置处。此优选方案有利于锈蚀产生的废渣从排水管向外排出。

[0017] 为了便于本领域技术人员实施，本发明还公开了一种智能电化学加速锈蚀装置的控制方法，所涉及的硬件为智能电化学加速锈蚀装置，智能电化学加速锈蚀装置的结构如前所述；具体的控制方法为：

[0018] 1) 在计算机上设定程控电源输出的电流值大小和通电时长，然后，通过计算机控制第一电磁阀开启，手动调节调节阀的开度，使储液槽内的氯化钠溶液通过喷头持续滴灌在覆盖物上，当锈蚀区周围的覆盖物被氯化钠溶液完全浸润后，通过计算机控制程控电源启动；程控电源启动时，同时启动控制器；

[0019] 2) 程控电源启动后，计算机开始计时，达到设定的通电时长后，计算机控制第一电磁阀和程控电源关闭；

[0020] 通电过程中，计算机实时采集程控电源上的电压值，并根据采集到的电压值和设定的电流值实时计算出阻抗值（即根据公式 $R=U/I$ ，计算出阻抗 $R$ ， $U$ 为电压， $I$ 为电流），从而获得阻抗值变化时间曲线；通电过程中，计算机还通过液位传感器对储液槽内的氯化钠溶液余量进行检测，若在设定的通电时长结束之前，储液槽内的氯化钠溶液已经排空，则计算机控制第一电磁阀和程控电源关闭；

[0021] 通电过程中，控制器通过水位传感器对集液槽内的液位进行检测：三个水位传感器从上至下依次记为传感器一、传感器二和传感器三，当集液槽内的液位高度达到传感器

一的位置处时,传感器一、传感器三、控制器与液体形成一个电气通路,触发控制器控制第二电磁阀开启;当集液槽内的液位低于传感器二的位置处时,传感器二、传感器三、控制器与液体形成一个电气断路,触发控制器控制第二电磁阀关闭。

[0022] 本发明的有益技术效果是:提供了一种智能电化学加速锈蚀装置,该装置成本较低,能够较好地模拟出自然锈蚀的状态。

### 附图说明

[0023] 图1、本发明的结构示意图;

[0024] 图中各个标记所对应的名称分别为:储液槽1、集液槽2、废水槽3、程控电源4、计算机5、控制器6、覆盖物7、第一电磁阀8、第二电磁阀9、液位传感器10、水位传感器11、调节阀12、喷头13、电极棒14。

### 具体实施方式

[0025] 一种智能电化学加速锈蚀装置,其创新在于:所述智能电化学加速锈蚀装置由储液槽1、集液槽2、废水槽3、程控电源4、计算机5、控制器6、覆盖物7、第一电磁阀8、第二电磁阀9、液位传感器10、三个水位传感器11、调节阀12、喷头13和电极棒14组成;

[0026] 所述储液槽1设置于金属构件上方,储液槽1底部通过管道与喷头13连通,第一电磁阀8和调节阀12设置于储液槽1与喷头13之间的管道上;金属构件周向上待加速锈蚀的环形区域记为锈蚀区,喷头13的出水口位于锈蚀区正上方;所述液位传感器10设置于储液槽1的底部;

[0027] 所述集液槽2设置于金属构件下方,集液槽2的位置与锈蚀区匹配;废水槽3的高度低于集液槽2底部,集液槽2底部的侧壁上设置有排水管,排水管的出水口延伸至废水槽3上方;所述第二电磁阀9设置于排水管中部;所述水位传感器11设置于集液槽2的内壁上,三个水位传感器11高度不同;

[0028] 所述覆盖物7缠绕在金属构件上,覆盖物7所覆盖的区域与锈蚀区匹配,覆盖物7的下端延伸至集液槽2内靠近集液槽2底部的位置处;

[0029] 所述电极棒14嵌入在金属构件上方的覆盖物7内,电极棒14和金属构件之间通过覆盖物7隔离;电极棒14通过导线与程控电源4的负极连接;金属构件端部通过导线与程控电源4的正极连接;

[0030] 所述第一电磁阀8、液位传感器10和程控电源4均与计算机5电气连接;所述水位传感器11和第二电磁阀9均与控制器6电气连接;

[0031] 所述储液槽1内盛放有氯化钠溶液;

[0032] 所述覆盖物7采用棉质材料制作。

[0033] 进一步地,所述集液槽2的底部为斜面,排水管设置在靠近斜面最低点的位置处。

[0034] 一种智能电化学加速锈蚀装置的控制方法,所涉及的硬件为智能电化学加速锈蚀装置,所述智能电化学加速锈蚀装置由储液槽1、集液槽2、废水槽3、程控电源4、计算机5、控制器6、覆盖物7、第一电磁阀8、第二电磁阀9、液位传感器10、三个水位传感器11、调节阀12、喷头13和电极棒14组成;

[0035] 所述储液槽1设置于金属构件上方,储液槽1底部通过管道与喷头13连通,第一电

磁阀8和调节阀12设置于储液槽1与喷头13之间的管道上;金属构件周向上待加速锈蚀的环形区域记为锈蚀区,喷头13的出水口位于锈蚀区正上方;所述液位传感器10设置于储液槽1的底部;

[0036] 所述集液槽2设置于金属构件下方,集液槽2的位置与锈蚀区匹配;废水槽3的高度低于集液槽2底部,集液槽2底部的侧壁上设置有排水管,排水管的出水口延伸至废水槽3上方;所述第二电磁阀9设置于排水管中部;所述水位传感器11设置于集液槽2的内壁上,三个水位传感器11高度不同;

[0037] 所述覆盖物7缠绕在金属构件上,覆盖物7所覆盖的区域与锈蚀区匹配,覆盖物7的下端延伸至集液槽2内靠近集液槽2底部的位置处;

[0038] 所述电极棒14嵌入在金属构件上方的覆盖物7内,电极棒14和金属构件之间通过覆盖物7隔离;电极棒14通过导线与程控电源4的负极连接;金属构件端部通过导线与程控电源4的正极连接;

[0039] 所述第一电磁阀8、液位传感器10和程控电源4均与计算机5电气连接;所述水位传感器11和第二电磁阀9均与控制器6电气连接;

[0040] 所述储液槽1内盛放有氯化钠溶液;

[0041] 所述覆盖物7采用棉质材料制作;

[0042] 其创新在于:所述控制方法包括:

[0043] 1)在计算机5上设定程控电源4输出的电流值大小和通电时长,然后,通过计算机5控制第一电磁阀8开启,手动调节调节阀12的开度,使储液槽1内的氯化钠溶液通过喷头13持续滴灌在覆盖物7上,当锈蚀区周围的覆盖物7被氯化钠溶液完全浸润后,通过计算机5控制程控电源4启动;程控电源4启动时,同时启动控制器6;

[0044] 2)程控电源4启动后,计算机5开始计时,达到设定的通电时长后,计算机5控制第一电磁阀8和程控电源4关闭;

[0045] 通电过程中,计算机5实时采集程控电源4上的电压值,并根据采集到的电压值和设定的电流值实时计算出阻抗值,从而获得阻抗值变化时间曲线;通电过程中,计算机5还通过液位传感器10对储液槽1内的氯化钠溶液余量进行检测,若在设定的通电时长结束之前,储液槽1内的氯化钠溶液已经排空,则计算机5控制第一电磁阀8和程控电源4关闭;

[0046] 通电过程中,控制器6通过水位传感器11对集液槽2内的液位进行检测:三个水位传感器11从上至下依次记为传感器一、传感器二和传感器三,当集液槽2内的液位高度达到传感器一的位置处时,传感器一、传感器三、控制器6与液体形成一个电气通路,触发控制器6控制第二电磁阀9开启;当集液槽2内的液位低于传感器二的位置处时,传感器二、传感器三、控制器6与液体形成一个电气断路,触发控制器6控制第二电磁阀9关闭。

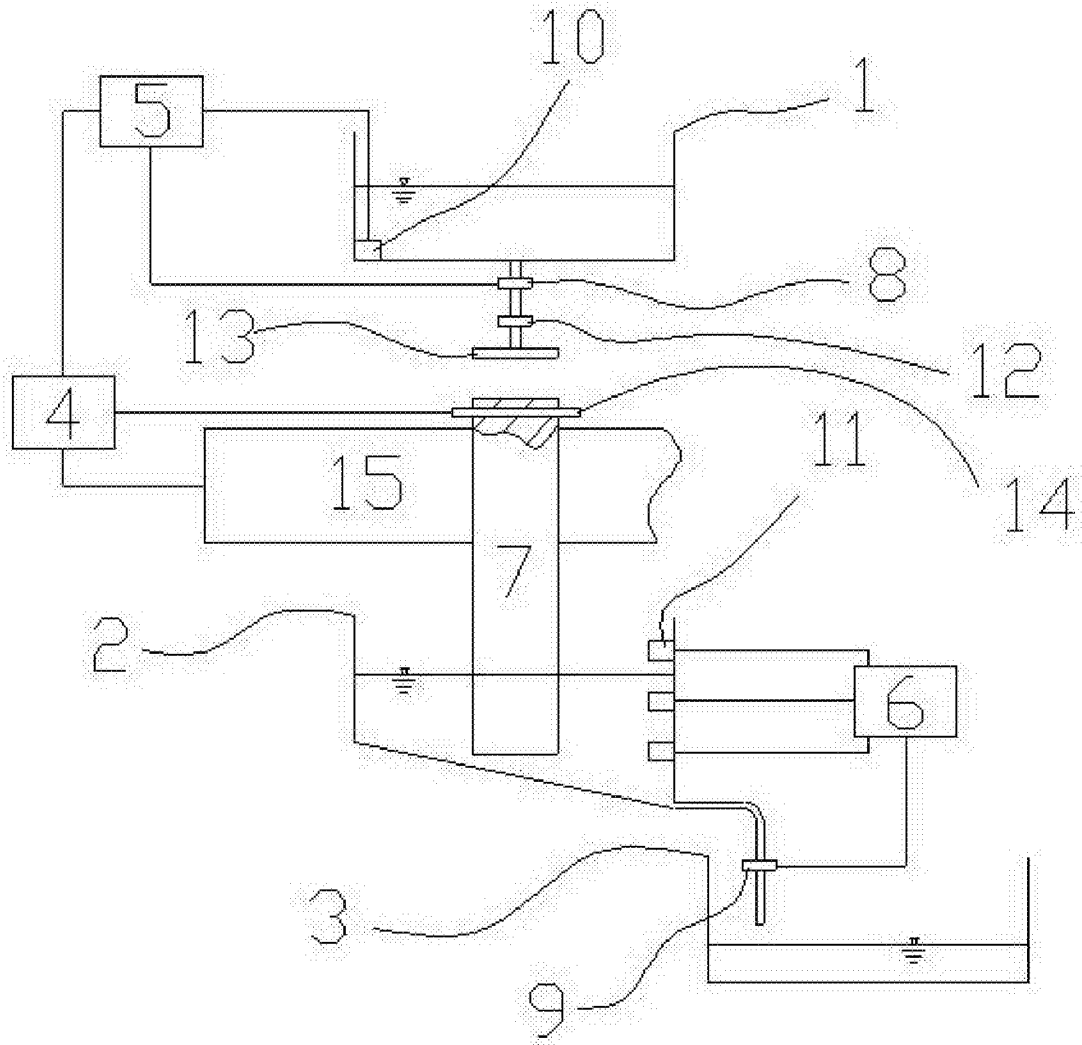


图1