



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116024584 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 25

(21) 申请号 202211610322.9

C25B 9/70 (2021.01)

(22) 申请日 2022.12.12

C25B 9/60 (2021.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C25B 15/02 (2021.01)

申请公布号 CN 116024584 A

C25B 15/023 (2021.01)

(43) 申请公布日 2023.04.28

C25B 15/00 (2006.01)

(73) 专利权人 三碳(安徽)科技研究院有限公司

G01N 33/00 (2006.01)

地址 241000 安徽省芜湖市弋江区高新技术产业开发区科技产业园5号楼第16-18层

B08B 3/08 (2006.01)

(72) 发明人 徐晓亮 晋川川 马明 陈奇

(56) 对比文件

CN 213570777 U, 2021.06.29

CN 110420926 A, 2019.11.08

CN 112593258 A, 2021.04.02

(74) 专利代理机构 芜湖思诚知识产权代理有限公司 34138

审查员 李茂营

专利代理师 项磊

(51) Int. Cl.

C25B 1/23 (2021.01)

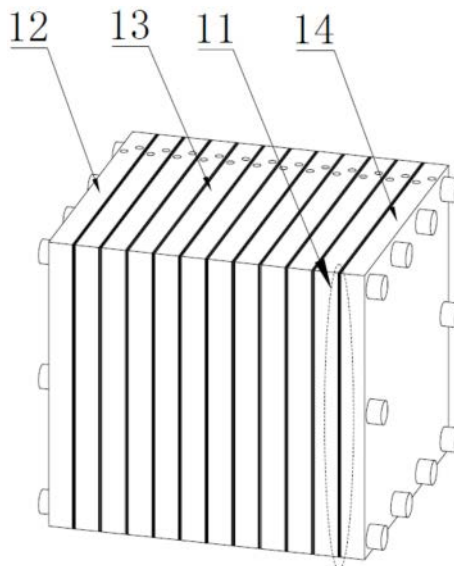
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置

(57) 摘要

本发明公开了一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,包括控制模块、清洗模块、检测模块和至少两个电解模块,每个电解模块的气路结构的进气端通过进气侧三通阀分别连接二氧化碳气源和清洗模块,气路结构的出气端通过出气侧三通阀分别连接检测模块和清洗液回收装置;清洗模块包括酸性清洗液供应源、清水供应源、氮气气源和电控四通阀、检测模块包括与电解模块一一对应的气体分析仪器,酸性清洗液供应源、清水供应源和氮气气源分别连接到电控四通阀的三个进口端,各个电解模块的气路结构并联连接到电控四通阀的出口。本发明实现通过电解模块在工作状态和清洗状态的在线自动切换,由此结合在线清洗的清洗系统。



1. 一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:包括控制模块、清洗模块、检测模块和至少两个电解模块,每个电解模块的气路结构的进气端通过进气侧三通阀分别连接二氧化碳气源和清洗模块,所述气路结构的出气端通过出气侧三通阀分别连接检测模块和清洗液回收装置,每个电解模块的液路结构两端分别连接电解液供应源和输出液体产物的管路;所述清洗模块包括酸性清洗液供应源、清水供应源、氮气气源和电控四通阀(7)、所述检测模块包括与电解模块一(8)一一对应的气体分析仪器,所述酸性清洗液供应源、所述清水供应源和所述氮气气源分别连接到所述电控四通阀(7)的三个进口端,各个电解模块的气路结构并联连接到所述电控四通阀(7)的出口,所述控制模块用于接收各个气体分析仪器的检测数据并判定各个电解模块是否进行清洗,根据判定结果和清洗反馈信号控制所述进气侧三通阀、所述出气侧三通阀实现对应电解模块在工作状态和清洗状态间的转换,以及在清洗状态下控制清洗模块完成清洗过程;

每个电解模块包括采用GDE技术的电解单元(11)、进气管、出气管、进液管、出液管和相应的供电电路,所述电控四通阀(7)的出口端连接清洗总管,若干清洗支管并联连接到所述清洗总管的出口,每个电解模块的进气管对应连接有一个进气侧三通阀的出口端,若干二氧化碳支管并联连接到所述二氧化碳气源,所述二氧化碳支管和所述清洗支管一一对应,每个进气侧三通阀的两个进口端分别连接到一个二氧化碳支管和一个清洗支管,每个出液管分别连接到对应的一个出气侧三通阀的进口端,每个出气侧三通阀的两个出口端分别连接到对应的气体分析仪器和对应的清洗液回收管,所述气体分析仪器连接有气体产物输出管输出气体产物,所述清洗液回收管连接到清洗液回收装置,所述进液管连接电解液供应源并设有进液开关阀,所述出液管向外输出液体产物和氧气并设有出液开关阀。

2. 根据权利要求1所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:所述控制模块包括检测判断单元、通路切换单元和清洗控制单元,

所述检测判断单元,用于接收气体分析仪器输出的数据,计算一氧化碳与二氧化碳的浓度比值并与设定阈值比较,并用于在所述浓度比值低于设定比值时判定相应气体分析仪器对应的电解模块需要转换为清洗状态,输出判定结果;

所述通路切换单元,用于根据判定结果和清洗反馈信号通过进气侧三通阀和出气侧三通阀改变对应电解模块的气路结构,同时控制相应电解模块的供电电路的通断,以及通过进液开关阀和出液开关阀控制对应电解模块的液路结构的开闭,由此实现相应电解模块在工作状态和清洗状态间的切换;

所述清洗控制单元,用于在通路切换完成后依次开闭清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门,并控制电控四通阀(7)依次选择对应的进口端打开,实现向处于清洗状态的电解模块的气路结构中依次输入酸性清洗液、清水和氮气的效果,并在完成清洗后向所述通路切换模块发送清洗反馈信号。

3. 根据权利要求1所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:所述电解模块为复极式电解槽并包括若干个电解单元(11),同一电解模块中的各个电解单元(11)并联连接到该电解模块的气路结构和液路结构中,同时各个电解单元(11)串联连接到该电解模块的供电电路中。

4. 根据权利要求1所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:所述酸性清洗液供应源、所述清水供应源和所述氮气气源分别对应设有清洗液阀门、清水阀

门和氮气阀门,所述清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门采用开关阀和/或流量调节阀,所述清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门均受控制模块控制。

5. 根据权利要求1所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:两个电解模块的出液管并联连接到液体产物总管,所述液体产物总管连接到气液分离器(10)的进口,所述气液分离器(10)的气路出口和液路出口分别向外输出氧气和液体产物。

6. 根据权利要求3所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:所述二氧化碳电催化装置在运行过程中的清洗方法包括下列步骤:

步骤一、采集检测数据,气体分析仪器检测得到相应电解模块输出的气体产物中一氧化碳与二氧化碳的浓度数据,并将这些浓度数据输送到检测判断单元;

步骤二、判定各个电解模块是否需要清洗,所述检测判定单元接收到的浓度数据,分别计算各个电解模块输出的一氧化碳与二氧化碳的浓度比值,当一氧化碳与二氧化碳的浓度比值低于设定阈值时,判定对应电解模块需要进行清洗,完成所有电解模块的判定后将结果汇集为最终的判定结果输出到通路切换单元;

步骤三、控制通路切换将相应电解模块从工作状态转换为清洗状态,通路切换单元根据判定结果确定需要转换为清洗状态的电解模块,打开对应电解模块连接到清洗模块和清洗液回收装置的通路,关闭对应电解模块到二氧化碳气源和气体分析仪器的通路,同时关闭对应的供电电路、进液开关阀和出液开关阀,停止对应电解模块的运行,向清洗控制单元输出信号;

步骤四、清洗对应电解模块的阴极区域,清洗控制单元接收到通路切换单元的信号后,按酸性电解液供应源、清水供应源到氮气气源的顺序依次打开并对应切换电控四通阀(7)的进口端的连通对象,对需要清洗的电解模块依次输入酸性清洗液、清水和氮气完成清洗步骤,之后发送清洗反馈信号到通路切换单元;

步骤五、控制通路切换将相应电解模块从清洗状态转换为工作状态;通路切换单元根据清洗反馈信号关闭清洗状态的电解模块连接到清洗模块和清洗液回收装置的通路,打开对应电解模块到二氧化碳气源和气体分析仪器的通路,同时打开对应的供电电路、进液开关阀和出液开关阀,本次流程结束。

7. 根据权利要求6所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,其特征在于:所述步骤二中还包括第二判断步骤,当确定各个电解模块是否需要清洗的判定结果后,再对需要清洗的电解模块数量是否等于全部电解模块数量进行判定,如果判定为是则选择浓度比值最高的电解模块暂不转换为清洗状态,否则将所有需要清洗的电解模块转换为清洗状态,之后再据此输出最终的判定结果。

## 一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于电催化技术领域,具体涉及一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置。

### 背景技术

[0002]  $\text{CO}_2$ 电催化还原制备合成气是 $\text{CO}_2$ 资源化利用实现碳中和的有效途径之一,其中气体扩散电极(GDE)技术可以突破气体溶解度限制,在二氧化碳电还原领域逐渐兴起。使用中性或碱性介质并结合气体扩散电极设计的膜电极电解槽在工作时可以实现百毫安级电流密度,达到实用水平。其电解单元由阴极一侧到阳极一侧依次包括有阴极板、工作电极(阴极)、碱性离子交换膜、对电极(阳极)和阳极板,工作电极和对电极上涂布有催化剂实现电催化还原反应、阴极板和阳极板二者内侧相对,同时二者的内侧分别设有对应的阴极流道和阳极流道,前者用于通入 $\text{CO}_2$ 气体而后者用于通入反应用的电解液。

[0003] 采用上述结构的电催化装置进行二氧化碳电催化还原反应时,电解液中的少量 $\text{K}^+$ 等阳离子会通过离子交换膜进入阴极区域,而该技术中阴极区域没有电解液,因此会形成碳酸钾、碳酸氢钾等盐结晶,析出的盐结晶附着在阴极板和工作电极上,影响气体流动和工作电极表面的有效催化面积,从而降低二氧化碳的催化还原反应效率。现有技术大多是将具有析盐问题的电解装置拆卸,再取出阴极板和工作电极进行清洗处理。这样不仅拆卸和清洗过程繁琐耗时,而且多次拆卸清洗容易损坏工作电极表面的催化层或造成装置的其他部件损坏,减少了电催化装置的使用寿命。最后现有技术没有将上述析盐问题的检测判断和电催化装置的清洗、恢复运行结合起来实现自动化运行,不仅难以及时发现反应效率的问题,导致装置以较低效率运行,也无法及时清洗装置并恢复装置运行,导致电催化装置的整体工作效率较低,同时反应过程的监测和装置的清洗拆装方面也耗费了操作者较多精力。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,用于解决现有技术中电解单元内阴极区域的析盐问题难以在不停止二氧化碳反应和不拆卸电解模块的情况下进行清洗,以及无法自动化完成清洗及电解模块在清洗状态和正常工作状态转换的技术问题,从而克服整个清洗拆装过程需要复杂的人工操作、耗时长、易损伤装置部件、并且整个装置无法实现二氧化碳还原处理的持续工作的缺陷。

[0005] 所述的一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,包括控制模块、清洗模块、检测模块和至少两个电解模块,每个电解模块的气路结构的进气端通过进气侧三通阀分别连接二氧化碳气源和清洗模块,所述气路结构的出气端通过出气侧三通阀分别连接检测模块和清洗液回收装置,每个电解模块的液路结构两端分别连接电解液供应源和输出液体产物的管路;所述清洗模块包括酸性清洗液供应源、清水供应源、氮气气源和电控四通阀、所述检测模块包括与电解模块一一对应的气体分析仪器,所述酸性清洗液供应源、所述清水供

应源和所述氮气气源分别连接到所述电控四通阀的三个进口端,各个电解模块的气路结构并联连接到所述电控四通阀的出口,所述控制模块用于接收各个气体分析仪器的检测数据并判定各个电解模块是否进行清洗,根据判定结果和清洗反馈信号控制所述进气侧三通阀、所述出气侧三通阀实现对应电解模块在工作状态和清洗状态间的转换,以及在清洗状态下控制清洗模块完成清洗过程。

[0006] 优选的,每个电解模块包括采用GDE技术的电解单元、进气管、出气管、进液管、出液管和相应的供电电路,所述电控四通阀的出口端连接清洗总管,若干清洗支管并联连接到所述清洗总管的出口,每个电解模块的进气管对应连接有一个进气侧三通阀的出口端,若干二氧化碳支管并联连接到所述二氧化碳气源,所述二氧化碳支管和所述清洗支管一一对应,每个进气侧三通阀的两个进口端分别连接到一个二氧化碳支管和一个清洗支管,每个出液管分别连接到对应的一个出气侧三通阀的进口端,每个出气侧三通阀的两个出口端分别连接到对应的气体分析仪器和对应的清洗液回收管,所述气体分析仪器连接有气体产物输出管输出气体产物,所述清洗液回收管连接到清洗液回收装置,所述进液管连接电解液供应源并设有进液开关阀,所述出液管向外输出液体产物和氧气并设有出液开关阀。

[0007] 优选的,所述控制模块包括检测判断单元、通路切换单元和清洗控制单元。

[0008] 所述检测判断单元,用于接收气体分析仪器输出的数据,计算一氧化碳与二氧化碳的浓度比值并与设定阈值比较,并用于在所述浓度比值低于设定比值时判定相应气体分析仪器对应的电解模块需要转换为清洗状态,输出判定结果。

[0009] 所述通路切换单元,用于根据判定结果和清洗反馈信号通过进气侧三通阀和出气侧三通阀改变对应电解模块的气路结构,同时控制相应电解模块的供电电路的通断,以及通过进液开关阀和出液开关阀控制对应电解模块的液路结构的开闭,由此实现相应电解模块在工作状态和清洗状态间的切换。

[0010] 所述清洗控制单元,用于在通路切换完成后依次开闭清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门,并控制电控四通阀依次选择对应的进口端打开,实现向处于清洗状态的电解模块的气路结构中依次输入酸性清洗液、清水和氮气的效果,并在完成清洗后向所述通路切换模块发送清洗反馈信号。

[0011] 优选的,所述电解模块为复极式电解槽并包括若干个电解单元,同一电解模块中的各个电解单元并联连接到该电解模块的气路结构和液路结构中,同时各个电解单元串联连接到该电解模块的供电电路中。

[0012] 优选的,所述酸性清洗液供应源、所述清水供应源和所述氮气气源分别对应设有清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门,所述清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门采用开关阀和/或流量调节阀,所述清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门均受控制模块控制。

[0013] 优选的,两个电解模块的出液管并联连接到液体产物总管,所述液体产物总管连接到气液分离器的进口,所述气液分离器的气路出口和液路出口分别向外输出氧气和液体产物。

[0014] 优选的,所述二氧化碳电催化装置在运行过程中的清洗方法包括下列步骤:

[0015] 步骤一、采集检测数据,气体分析仪器检测得到相应电解模块输出的气体产物中一氧化碳与二氧化碳的浓度数据,并将这些浓度数据输送到检测判断单元;

[0016] 步骤二、判定各个电解模块是否需要清洗,所述检测判定单元接收到的浓度

数据,分别计算各个电解模块输出的一氧化碳与二氧化碳的浓度比值,当一氧化碳与二氧化碳的浓度比值低于设定阈值时,判定对应电解模块需要进行清洗,完成所有电解模块的判定后将结果汇集为最终的判定结果输出到通路切换单元;

[0017] 步骤三、控制通路切换将相应电解模块从工作状态转换为清洗状态,通路切换单元根据判定结果确定需要转换为清洗状态的电解模块,打开对应电解模块连接到清洗模块和清洗液回收装置的通路,关闭对应电解模块到二氧化碳气源和气体分析仪器的通路,同时关闭对应的供电电路、进液开关阀和出液开关阀,停止对应电解模块的运行,向清洗控制单元输出信号;

[0018] 步骤四、清洗对应电解模块的阴极区域,清洗控制单元接收到通路切换单元的信号后,按酸性电解液供应源、清水供应源到氮气气源的顺序依次打开并对应切换电控四通阀的进口端的连通对象,对需要清洗的电解模块依次输入酸性清洗液、清水和氮气完成清洗步骤,之后发送清洗反馈信号到通路切换单元;

[0019] 步骤五、控制通路切换将相应电解模块从清洗状态转换为工作状态;通路切换单元根据清洗反馈信号关闭清洗状态的电解模块连接到清洗模块和清洗液回收装置的通路,打开对应电解模块到二氧化碳气源和气体分析仪器的通路,同时打开对应的供电电路、进液开关阀和出液开关阀,本次流程结束。

[0020] 优选的,所述步骤二中还包括第二判断步骤,当确定各个电解模块是否需要清洗的判定结果后,再对需要清洗的电解模块数量是否等于全部电解模块数量进行判定,如果判定为是则选择浓度比值最高的电解模块暂不转换为清洗状态,否则将所有需要清洗的电解模块转换为清洗状态,之后再据此输出最终的判定结果。

[0021] 本发明具有以下优点:本方案在装置中设置了至少两个电解模块,每个电解模块能独立完成对二氧化碳的还原处理,同时设置了在线清洗系统,通过对存在析盐问题的电解单元的阴极区域先后依次输入酸性清洗液清洗盐结晶、输入清水冲洗酸性清洗液和输入氮气风干残留水分等一系列清洗动作完成对对应电解模块的清洗。同时本装置通过管路系统设计以及对涉及清洗系统的电控四通阀和若干电控三通阀的设置,利用控制模块实现了在不同电解模块在清洗前的管路切换,使相应电解模块能在清洗状态下切换到连接清洗系统及连通清洗液的回收装置,由此实现通过电解模块在工作状态和清洗状态的在线自动切换,由此结合在线清洗的清洗系统,让本装置能够在不需要人为拆装电解模块的情况下,通过控制模块完成电解模块在清洗状态和工作状态的在线自动切换并完成在线自动清洗,因此不仅保证了较好的清洗效率并且保持整个装置对二氧化碳的持续处理,大大提升了整个装置的工作效率。同时整个切换清洗过程通过对气体产物的在线监测自动启动运行,自动化程度高,减少人力消耗和人工监控产生的人为失误。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置中电解模块的结构示意图。

[0023] 图2为图1所示结构中部的一个电解单元的结构示意图。

[0024] 图3为本发明一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置的结构示意图。

[0025] 图4为图3所示的二氧化碳电催化装置的控制系统的模块连接图。

[0026] 图5为图3所示的二氧化碳电催化装置的清洗方法的流程图。

[0027] 附图中的标记为:1、电控三通阀一,2、电控三通阀二,3、电控三通阀三,4、电控三通阀四,5、气体分析仪器一,6、气体分析仪器二,7、电控四通阀,8、电解模块一,9、电解模块二,10、气液分离器,11、电解单元,12、阴极板,13、双极板,14、阳极板,15、阴极流道,16、工作电极,17、绝缘垫片,18、碱性离子交换膜,19、对电极。

### 具体实施方式

[0028] 下面对照附图,通过对实施例的描述,对本发明具体实施方式作进一步详细的说明,以帮助本领域的技术人员对本发明的发明构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解。

[0029] 如图1-5所示,本发明提供了一种具有自清洗功能的二氧化碳电催化装置,包括控制模块、清洗模块、检测模块和至少两个电解模块,每个电解模块的气路结构的进气端通过进气侧三通阀分别连接二氧化碳气源和清洗模块,所述气路结构的出气端通过出气侧三通阀分别连接检测模块和清洗液回收装置,每个电解模块的液路结构两端分别连接电解液供应源和输出液体产物的管路;所述清洗模块包括酸性清洗液供应源、清水供应源、氮气气源和电控四通阀7、所述检测模块包括与电解模块一8一一对应的气体分析仪器,所述酸性清洗液供应源、所述清水供应源和所述氮气气源分别连接到所述电控四通阀7的三个进口端,各个电解模块的气路结构并联连接到所述电控四通阀7的出口,所述控制模块连接控制电解模块、清洗模块和检测模块。

[0030] 每个电解模块包括采用GDE技术的电解单元11、进气管、出气管、进液管、出液管和相应的供电电路,所述电控四通阀7的出口端连接清洗总管,若干清洗支管并联连接到所述清洗总管的出口,每个电解模块的进气管对应连接有一个进气侧三通阀的出口端,若干二氧化碳支管并联连接到所述二氧化碳气源,所述二氧化碳支管和所述清洗支管一一对应,每个进气侧三通阀的两个进口端分别连接到一个二氧化碳支管和一个清洗支管,每个出液管分别连接到对应的一个出气侧三通阀的进口端,每个出气侧三通阀的两个出口端分别连接到对应的气体分析仪器和对应的清洗液回收管,所述气体分析仪器连接有气体产物输出管输出气体产物,所述清洗液回收管连接到清洗液回收装置,所述进液管连接电解液供应源并设有进液开关阀,所述出液管向外输出液体产物和氧气并设有出液开关阀,所述控制模块用于接收各个气体分析仪器的检测数据并判定各个电解模块是否进行清洗,根据判定结果和清洗反馈信号控制所述进气侧三通阀、所述出气侧三通阀和所述供电电路实现对应电解模块在工作状态和清洗状态间的转换,以及在清洗状态下控制清洗模块完成清洗过程。

[0031] 本实施例中电解模块有两个分别为电解模块一8和电解模块二9。对应的,所述进气端三通阀分别为电控三通阀一1和电控三通阀二2,所述出气侧三通阀分别为电控三通阀三3和电控三通阀四4,两个电解模块的供电电路对应为电解电路一和电解电路二,两个气体分析仪器分别为气体分析仪器一5和气体分析仪器二6。酸性清洗液供应源、清水供应源和氮气气源分别由清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门控制是否开启及供应流量,所述清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门均受控制模块控制。两个电解模块的出液管并联连接到液体产物总管,所述液体产物总管连接到气液分离器10的进口,所述气液分离器10的气路出口

和液路出口分别向外输出氧气和液体产物。

[0032] 所述电解模块为复极式电解槽并包括若干个电解单元11,所述电解模块的极板包括双极板13以及分设于两端的阴极板12和阳极板14,若干所述双极板13设于所述阴极板12与阳极板14之间,所述极板串联连接到所述供电电路;相邻的极板之间从阴极一侧到阳极一侧依次设有作为阴极的工作电极16、绝缘垫片17、碱性离子交换膜18、绝缘垫片17和对电极19,两侧的极板、工作电极16、绝缘垫片17、碱性离子交换膜18、绝缘垫片17和对电极19组成一个电解单元11。

[0033] 阴极流道15设于所述阴极板12的内侧和双极板13朝向阳极一侧,阳极流道设于所述阳极板14的内侧和所述双极板13朝向阴极一侧,所述进气管包括进气总管和并联连接到所述进气总管的若干进气支管,所述出气管包括出气总管和并联连接到所述出气总管的若干出气支管,所述进液管包括进液总管和并联连接到所述进液总管的若干进液支管,所述出液管包括出液总管和并联连接到所述出液总管的若干出液支管。每个阴极流道15的进口和出口分别连通对应进气支管和对应出气支管,进液开关阀设于进液总管上,出液开关阀设于出液总管上。每个阳极流道的进口和出口分别连通对应进液支管和对应出液支管,两个电解模块的进气总管对应连接到电控三通阀一1和电控三通阀二2,两个电解模块的出气总管对应连接到电控三通阀三3和电控三通阀四4,所述进液总管均连接到电解液供应源,各个出液总管并联连接到液体产物总管。上述结构中,同一电解模块中的各个电解单元11并联连接到该电解模块的气路结构和液路结构中,同时各个电解单元11串联连接到该电解模块的供电电路中。

[0034] 所述气体分析仪器可以采用红外光谱仪或其他能检测处气体产物中一氧化碳与二氧化碳的浓度的检测装置,针对出气管输送的气体成分进行分析检测,输出一氧化碳与二氧化碳的浓度到控制模块。所述控制模块包括检测判断单元、通路切换单元和清洗控制单元,所述检测判断单元用于接收气体分析仪器输出的数据,计算一氧化碳与二氧化碳的浓度比值并与设定阈值比较,并用于在所述浓度比值低于设定比值时判定相应气体分析仪器对应的电解模块需要转换为清洗状态对阴极区域中的析盐进行清洗。所述通路切换单元连接控制各个供电电路、进液开关阀、出液开关阀、进气侧三通阀和出气侧三通阀,所述通路切换单元用于根据判定结果和清洗反馈信号通过进气侧三通阀和出气侧三通阀改变对应电解模块的气路结构,同时控制相应电解模块的供电电路的通断,以及通过进液开关阀和出液开关阀控制对应电解模块的液路结构的开闭,由此实现相应电解模块在工作状态和清洗状态的切换。所述清洗控制单元连接控制清洗液阀门、清水阀门、氮气阀门和电控四通阀7,所述清洗控制单元用于在通路切换完成后依次开闭清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门,并控制电控四通阀7依次选择对应的进口端打开,实现向处于清洗状态的电解模块的气路结构中依次输入酸性清洗液、清水和氮气的效果,并在完成清洗后向所述通路切换模块发送清洗反馈信号。

[0035] 本装置在运行过程中的清洗方法具体包括下列步骤:

[0036] 步骤一、采集检测数据。工作过程中,两个电解模块均处于工作状态,电解模块通电,进气管通过进气侧三通阀从二氧化碳气源输入二氧化碳,二氧化碳进入各个电解单元11的阴极流道15中接触工作电极16并在催化剂作用下完成电催化还原反应,产生的气体产物从出气管流出,经出气侧三通阀进入对应的气体分析仪器并排出,此过程中气体分析仪



器检测得到相应电解模块输出的气体产物中一氧化碳与二氧化碳的浓度数据,并将这些浓度数据输送到检测判断单元。

[0037] 步骤二、判定各个电解模块是否需要清洗。所述检测判定单元接收到的浓度数据与电解模块存在对应关系,分别计算各个电解模块输出的一氧化碳与二氧化碳的浓度比值,当一氧化碳与二氧化碳的浓度比值低于设定阈值10%时,判定对应电解模块需要进行清洗以洗去反应析出的盐结晶,完成所有电解模块的判定后将结果汇集为最终的判定结果输出到通路切换单元,判定结果包含需要转换为清洗状态的所有电解模块的编号。如在本实施例中:只有气体分析仪器一5的浓度数据得到一氧化碳与二氧化碳的浓度比值低于10%的情况下,则判定结果电解模块一8需要转换为清洗状态。

[0038] 该步骤中还可以设置第二判断步骤,即当确定各个电解模块是否需要清洗的判定结果后,再对需要清洗的电解模块数量是否等于全部电解模块数量进行判定,如果判定为是则选择浓度比值最高的电解模块暂不转换为清洗状态,否则将所有需要清洗的电解模块转换为清洗状态,之后再输出最终的判定结果。如此能保证整个二氧化碳点催化装置中至少有一个电解模块能够工作,从而避免整个系统的运行完全停止,影响整个系统的稳定性。

[0039] 步骤三、控制通路切换将相应电解模块从工作状态转换为清洗状态。这里通路切换单元根据判定结果确定需要转换为清洗状态的电解模块,将这些电解模块对应的进气侧三通阀中连接二氧化碳气源的进口端关闭而将连接清洗支管的进口端开启,同时将对应的出气侧三通阀中连接气体分析仪器的出口端关闭而将连接清洗液回收管的出口端开启,与此同时关闭对应的供电电路、进液开关阀和出液开关阀,停止对应电解模块的运行。如在本实施例中:将电控三通阀一1切换为将清洗支管连通到进气管准备输入酸性清洗液,将电控三通阀三3切换为将出气管连通到清洗液回收管,同时关闭电解电路一、进液开关阀一和出液开关阀一。完成状态转换后通路切换单元向清洗控制单元发出信号。

[0040] 步骤四、清洗对应电解模块的阴极区域。清洗控制单元接收到通路切换单元的信号后,按酸性电解液供应源、清水供应源到氮气气源的顺序依次打开并对应切换电控四通阀7的进口端的连通对象,对需要清洗的电解模块依次输入酸性清洗液、清水和氮气完成清洗步骤,之后发送清洗反馈信号到通路切换单元。

[0041] 清洗流程具体包括:先将电控四通阀7切换为连通酸性清洗液供应源和清洗总管,然后开启清洗液阀门向需要清洗的电解模块中各个电解单元11的阴极区域输送酸性清洗液,酸性清洗液一般为稀盐酸或草酸等弱酸性的清洗液,酸性清洗液进入阴极流道15并接触工作电极16后,与二者表面的盐结晶反应使之溶解后从排气管排出,并经清洗液回收管进入清洗液回收装置。经过设定的第一时间后,清洗控制单元将电控四通阀7切换为连通清水供应源和清洗总管,同时关闭清洗液阀门并打开清水阀门,清水随之输入各阴极区域将其中残留的酸性清洗液冲洗到清洗液回收装置。接着经过设定的第二时间后,清洗控制单元将电控四通阀7切换为连通氮气气源和清洗总管,同时关闭清水阀门并打开氮气阀门,将氮气持续输送到阴极区域,之前清洗后残留在阴极区域的清水被氮气风干,氮气也不会影响催化剂或电解液,含有水汽的氮气最后从清洗液回收装置排出。最后经过设定的第三时间后,清洗控制单元关闭氮气阀门并向通路切换单元发出清洗反馈信号表示清洗完成。

[0042] 上述清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门采用开关阀和/或流量调节阀,如在本实施

例中:由于清洗状态只对一个电解模块进行清洗以保证整个系统对二氧化碳连续进行还原处理,因此每次进行清洗的电解模块均为一个,清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门均采用开关阀。其他实施例中,若电解模块超过两个,则处于清洗状态的电解模块的数量会在一到多个之间变化,为了保证在相同时间阈值内对各个清洗模块的清洗效果,清洗总管中提供的各物质的流量也要适应性变化。对这些实施例,清洗液阀门、清水阀门和氮气阀门均采用能调节流量的流量调节阀,所述清洗控制单元启动后会根据需要清洗的电解模块的数量调节各个流量调节阀的开度控制清洗液、清水和氮气的流量以满足在设定时间内的清洗要求。

[0043] 步骤五、控制通路切换将相应电解模块从清洗状态转换为工作状态。通路切换模块在收到清洗反馈信号后,对连接清洗支管的进口端开启的进气侧三通阀进行控制,关闭其连接清洗支管的进口端并打开其连接二氧化碳气源的进口端,同时将对应的出气侧三通阀中连接气体分析仪器的出口端打开而将连接清洗液回收管的出口端关闭,之后开启对应的供电电路、进液开关阀和出液开关阀,回复对应电解模块的运行使其转换为工作状态。如在本实施例中:将电控三通阀一1切换为将二氧化碳气源连通到进气管输入二氧化碳,将电控三通阀三3切换为将出气管连通到气体分析仪器一5,同时开启电解电路一、进液开关阀一和出液开关阀一。本次清洗电解模块及恢复工作的流程结束。

[0044] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的发明构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明保护范围之内。

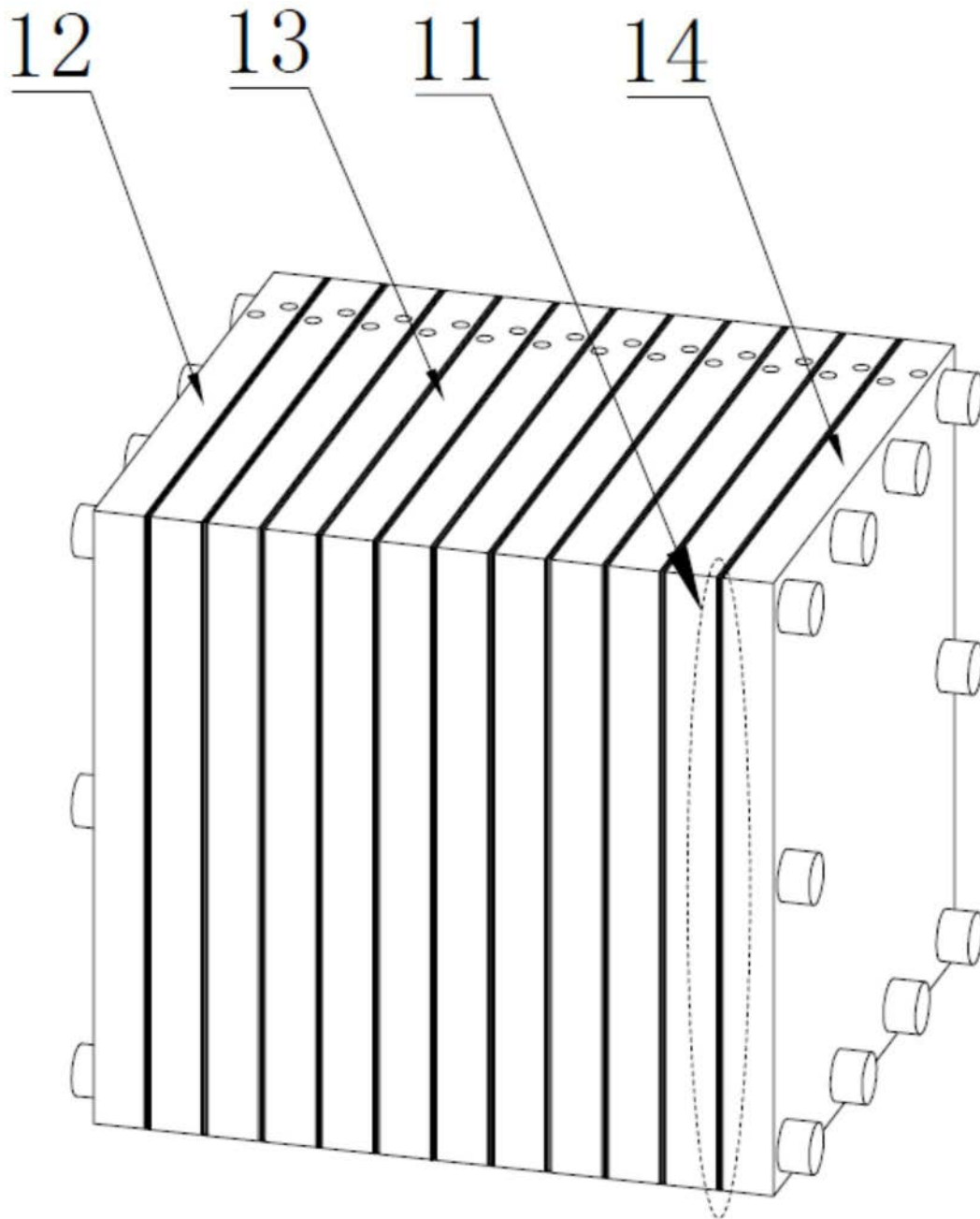


图1

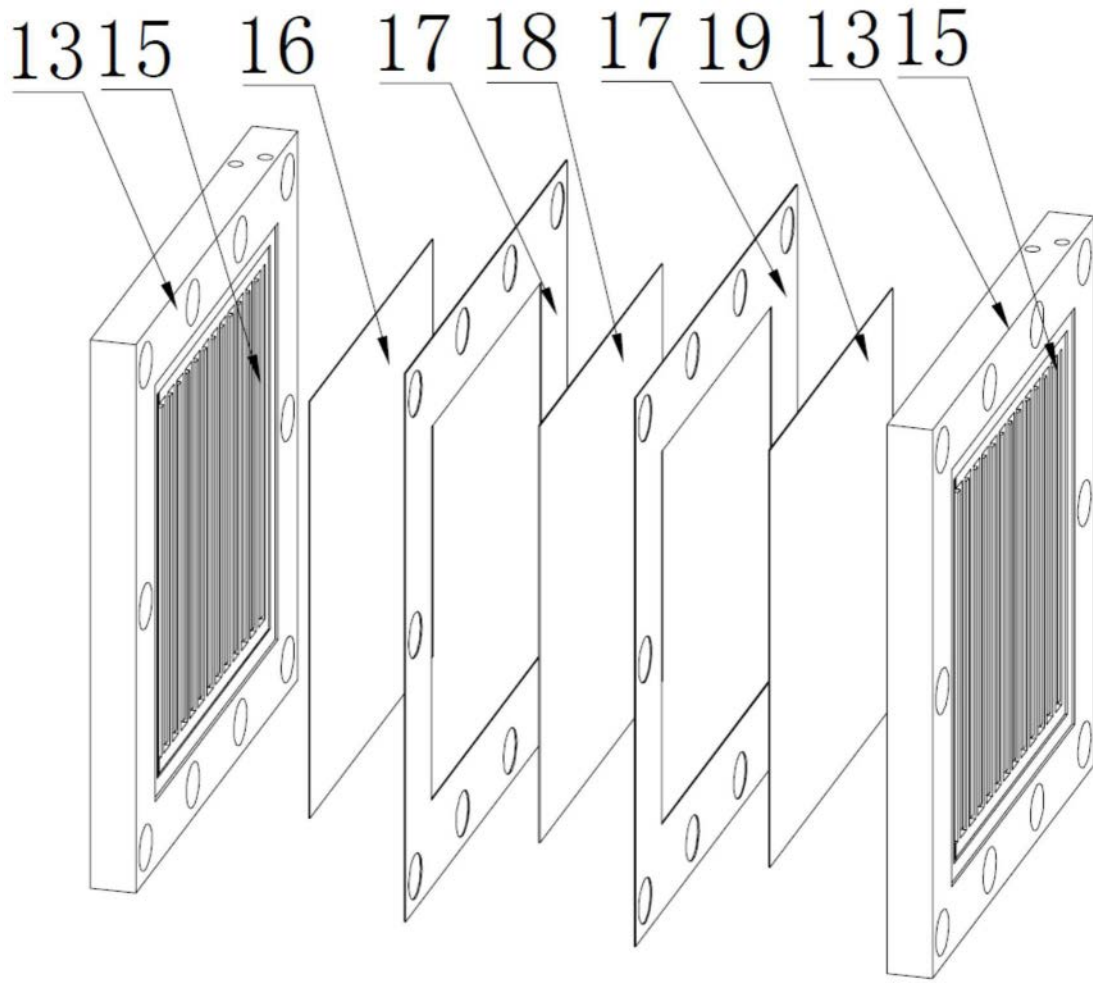


图2

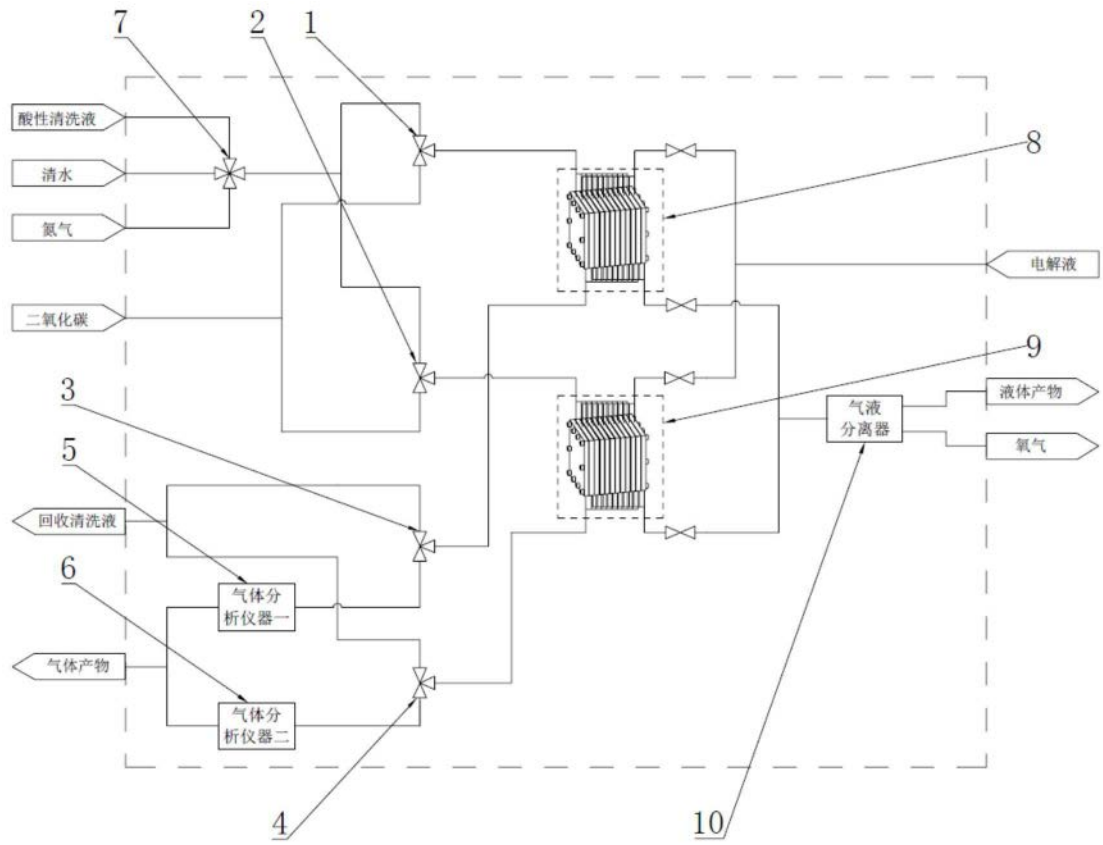


图3

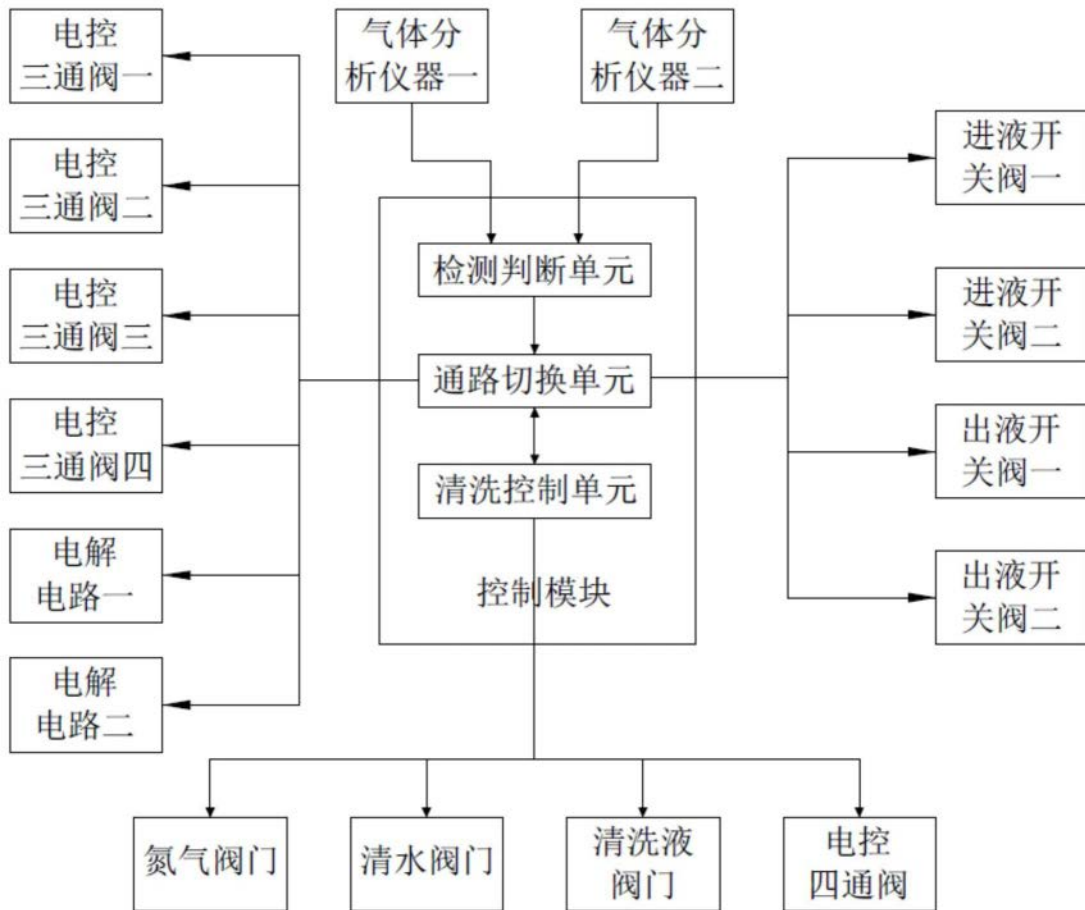


图4

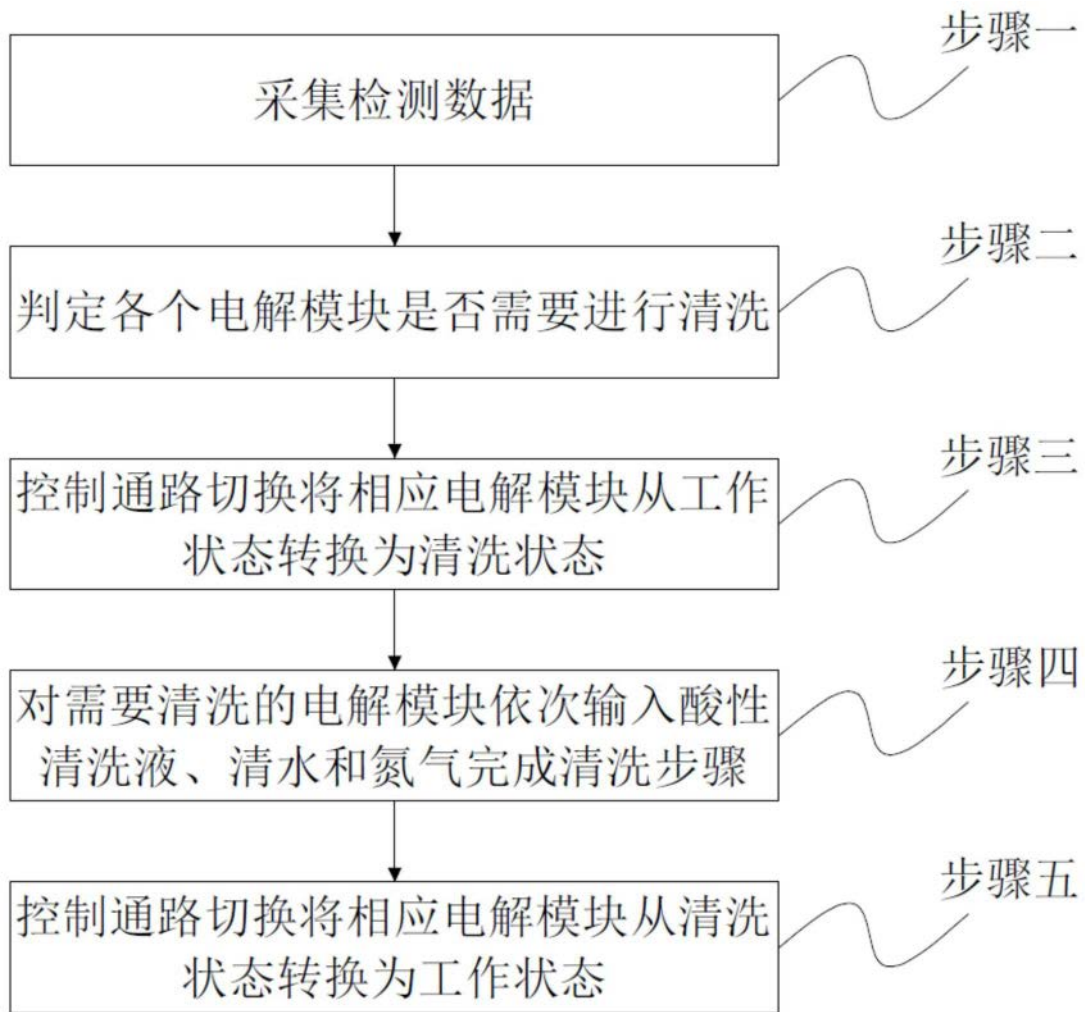


图5