



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110783604 A

(43)申请公布日 2020.02.11

(21)申请号 201910913122.2

(22)申请日 2019.09.25

(71)申请人 潍柴动力股份有限公司

地址 261061 山东省潍坊市高新技术产业
开发区福寿东街197号甲

(72)发明人 仝玉华 吕宪勇 宋国梁 魏倩雯
胡永慧

(74)专利代理机构 北京辰权知识产权代理有限
公司 11619

代理人 何家鹏

(51)Int.Cl.

H01M 8/04298(2016.01)

H01M 8/0438(2016.01)

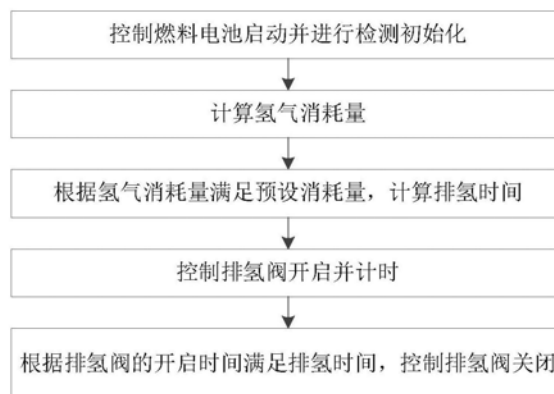
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

燃料电池排氢阀控制方法

(57)摘要

本发明属于燃料电池技术领域,具体涉及一种燃料电池排氢阀控制方法,该燃料电池排氢阀控制方法包括控制燃料电池启动并进行检测初始化,计算氢气消耗量,根据氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢时间,控制排氢阀开启并计时,根据排氢阀的开启时间满足排氢时间,控制排氢阀关闭,根据发明实施例的燃料电池排氢阀控制方法,氢气消耗量可反映氢气管路中杂质的含量,根据杂质的含量进行排氢,降低排氢时间不合理造成氢气浪费或者氢气浓度不足导致的电堆故障的频率。



1. 一种燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,包括:
控制燃料电池启动并进行检测初始化;
计算氢气消耗量;
根据所述氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢时间;
控制排氢阀开启并计时;
根据所述排氢阀的开启时间满足所述排氢时间,控制所述排氢阀关闭。
2. 根据权利要求1所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述计算氢气消耗量包括:
根据公式 $H2_{used}=N*I/4F$,计算氢气消耗速率;
根据公式 $m=\int_0^t H2_{used}*dt$,计算所述氢气消耗量;
其中, $H2_{used}$ 为氢气的消耗速率, N 为所述燃料电池的电池单体的数量, I 为所述电池单体的输出电流, F 为法拉第系数, m 为氢气消耗量, dt 为计算的运行周期。
3. 根据权利要求1所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述根据所述氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢时间包括:
根据运行周期内的所述氢气消耗量获取第一修正系数;
根据公式 $t1=\int_0^t fac1*dt$,计算所述排氢时间;
其中, $t1$ 为排氢时间, $fac1$ 为第一修正系数, dt 为计算的运行周期。
4. 根据权利要求1所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述根据所述排氢阀开启时间满足所述排氢时间,控制所述排氢阀关闭包括:
根据所述排氢阀开启时间满足排氢时间,所述氢气消耗量和所述排氢时间清零;
控制所述排氢阀的开启次数累加;
控制所述排氢阀关闭。
5. 根据权利要求1所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,还包括:
控制所述燃料电池进入吹扫模式;
根据所述排氢阀的状态,控制所述燃料电池完成排氢;
根据排氢完成,计算所述燃料电池的吹扫次数;
根据所述燃料电池吹扫满足所述吹扫次数,控制所述排氢阀关闭。
6. 根据权利要求5所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述根据所述排氢阀的状态,控制所述燃料电池完成排氢包括:
根据所述燃料电池进入吹扫模式前所述排氢阀处于关闭状态,计算并更新所述氢气消耗量和所述排氢时间;
根据所述燃料电池进入吹扫模式前所述排氢阀处于开启状态,所述排氢时间不变;
控制所述排氢阀开启;
根据所述排氢阀的开启时间满足所述排氢时间,控制所述排氢时间清零;
控制所述排氢阀的开启次数累加。
7. 根据权利要求6所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述根据排氢完成,计算吹扫次数包括:
根据环境温度获取第二修正系数;
根据所述开启次数获取第三修正系数;

根据公式 $n_2 = n_2' * fac_2 * fac_3$;

其中, n_2 为吹扫次数, n_2' 为修正前的吹扫次数, fac_2 为第二修正系数, fac_3 为第三修正系数。

8. 根据权利要求5所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述控制所述燃料电池进行吹扫包括:

控制所述排氢阀关闭,并开始计时;

根据所述排氢阀的关闭时间满足第一预设时间值,控制计时器清零;

控制所述排氢阀开启,并开始计时;

根据所述排氢阀的开启时间满足第二预设时间值,控制所述计时器清零。

9. 根据权利要求5所述的燃料电池排氢阀控制方法,其特征在于,所述控制所述燃料电池进入吹扫模式包括:

控制所述燃料电池中的电堆以所述吹扫模式所需的功率运行。

燃料电池排氢阀控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于发动机技术领域,具体涉及一种燃料电池排氢阀控制方法。

背景技术

[0002] 本部分提供的仅仅是与本公开相关的背景信息,其并不必然是现有技术。

[0003] 氢燃料电池中的氢气通过调压阀和开关阀输入电堆阳极,在阳极参与反应,随着反应,阳极氢气管路中逐渐积累氮气和水蒸气等杂质,等杂质积累到一定量,需要开启氢气管路中的排氢阀,排出杂质,防止出现氢气浓度不足造成阳极饥饿,发生副反应等。

[0004] 目前排氢电磁阀的控制中,开启时刻、开启时间及吹扫时间均为固定值,不能反应管路中杂质含量,存在开启时刻不合适、开启时间不合理的情况,排氢阀开启时刻过早或开启时间过长会造成氢气的浪费,而开启时刻过晚或开启时间过短则会造成杂质过多,影响氢气浓度,甚至造成电堆水淹,影响电堆性能。

发明内容

[0005] 本发明的目的是至少解决排氢阀开启时刻不合适、开启时间不合理的问题。该目的是通过以下技术方案实现的:

[0006] 本发明的第一方面提出了一种燃料电池排氢阀控制方法,包括:

[0007] 控制燃料电池启动并进行检测初始化;

[0008] 计算氢气消耗量;

[0009] 根据所述氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢时间;

[0010] 控制排氢阀开启并计时;

[0011] 根据所述排氢阀的开启时间满足所述排氢时间,控制所述排氢阀关闭。

[0012] 根据本发明实施例的燃料电池排氢阀控制方法,氢气消耗量可反映氢气管路中杂质的含量,当运行周期内的氢气消耗量较多时,说明杂质较多,所需要的排氢时间较长,当运行周期内的氢气消耗量较少时,说明杂质较少,所需要的排氢时间较短,因此以氢气消耗量决定了排氢阀的开启时刻和开启时间,由氢气消耗量反应杂质含量,考虑了杂质的积累过程,而非一个工况点,若只考虑功率或电流的瞬态值,可能会导致电堆功率较小时不能排氢的情况,降低排氢时间不合理造成氢气浪费或者氢气浓度不足导致的电堆故障的频率。

[0013] 另外,根据本发明实施例的燃料电池排氢阀控制方法,还可具有如下附加的技术特征:

[0014] 在本发明的一些实施例中,所述计算氢气消耗量包括:

[0015] 根据公式 $H_2\text{used}=N*I/4F$,计算氢气消耗速率;

[0016] 根据公式 $m=\int_0^t H_2\text{used}*dt$,计算所述氢气消耗量;

[0017] 其中, $H_2\text{used}$ 为氢气的消耗速率, N 为所述燃料电池的电池单体的数量, I 为所述电池单体的输出电流, F 为法拉第系数, m 为氢气消耗量, dt 为计算的运行周期。

[0018] 在本发明的一些实施例中,所述根据所述氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢

时间包括：

[0019] 根据运行周期内的所述氢气消耗量获取第一修正系数；

[0020] 根据公式 $t_1 = \int_0^1 \text{fac}_1 * dt$ ，计算所述排氢时间；

[0021] 其中， t_1 为排氢时间， fac_1 为第一修正系数， dt 为计算的运行周期。

[0022] 在本发明的一些实施例中，所述根据所述排氢阀开启时间满足所述排氢时间，控制所述排氢阀关闭包括：

[0023] 根据所述排氢阀开启时间满足排氢时间，所述氢气消耗量和所述排氢时间清零；

[0024] 控制所述排氢阀的开启次数累加；

[0025] 控制所述排氢阀关闭。

[0026] 在本发明的一些实施例中，还包括：

[0027] 控制所述燃料电池进入吹扫模式；

[0028] 根据所述排氢阀的状态，控制所述燃料电池完成排氢；

[0029] 根据排氢完成，计算所述燃料电池的吹扫次数；

[0030] 根据所述燃料电池吹扫满足所述吹扫次数，控制所述排氢阀关闭。

[0031] 在本发明的一些实施例中，所述根据所述排氢阀的状态，控制所述燃料电池完成排氢包括：

[0032] 根据所述燃料电池进入吹扫模式前所述排氢阀处于关闭状态，计算并更新所述氢气消耗量和所述排氢时间；

[0033] 根据所述燃料电池进入吹扫模式前所述排氢阀处于开启状态，所述排氢时间不变；

[0034] 控制所述排氢阀开启；

[0035] 根据所述排氢阀的开启时间满足所述排氢时间，控制所述排氢时间清零；

[0036] 控制所述排氢阀的开启次数累加。

[0037] 在本发明的一些实施例中，所述根据排氢完成，计算吹扫次数包括：

[0038] 根据环境温度获取第二修正系数；

[0039] 根据所述开启次数获取第三修正系数；

[0040] 根据公式 $n_2 = n_2' * \text{fac}_2 * \text{fac}_3$ ；

[0041] 其中， n_2 为吹扫次数， n_2' 为修正前的吹扫次数， fac_2 为第二修正系数， fac_3 为第三修正系数。

[0042] 在本发明的一些实施例中，所述控制所述燃料电池进行吹扫包括：

[0043] 控制所述排氢阀关闭，并开始计时；

[0044] 根据所述排氢阀的关闭时间满足第一预设时间值，控制计时器清零；

[0045] 控制所述排氢阀开启，并开始计时；

[0046] 根据所述排氢阀的开启时间满足第二预设时间值，控制所述计时器清零。

[0047] 在本发明的一些实施例中，所述控制所述燃料电池进入吹扫模式包括：

[0048] 控制所述燃料电池中的电堆以所述吹扫模式所需的功率运行。

附图说明

[0049] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述，各种其他的优点和益处对于本领域普通

技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0050] 图1为本发明实施例的燃料电池排氢阀控制方法在正常模式下的流程示意图;

[0051] 图2为图1所示的计算氢气消耗量的流程示意图;

[0052] 图3为图1所示的根据所述氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢时间的流程示意图;

[0053] 图4为图1所示的根据所述排氢阀开启时间满足所述排氢时间,控制所述排氢阀关闭的流程示意图;

[0054] 图5为本发明实施例的燃料电池排氢阀控制方法在吹扫模式下的流程示意图;

[0055] 图6为图5所示的根据所述排氢阀的状态,控制所述燃料电池完成排氢的流程示意图;

[0056] 图7为图5所示的根据排氢完成,计算吹扫次数的流程示意图;

[0057] 图8为图5所示的控制所述燃料电池进行吹扫的流程示意图;

[0058] 图9为本发明实施例的燃料电池原理图。

[0059] 附图标记:

[0060] 1、空气管路;11、电动空压机;12、电子节气门;

[0061] 2、氢气管路;21、开关阀;22、调压阀;23、排氢阀;

[0062] 3、热管理管路;31、加热器;32、散热器;33、电动三通阀;

[0063] 4、电堆。

具体实施方式

[0064] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施方式。虽然附图中显示了本公开的示例性实施方式,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反,提供这些实施方式是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0065] 应理解的是,文中使用的术语仅出于描述特定示例实施方式的目的,而无意于进行限制。除非上下文另外明确地指出,否则如文中使用的单数形式“一”、“一个”以及“所述”也可以表示包括复数形式。术语“包括”、“包含”、“含有”以及“具有”是包含性的,并且因此指明所陈述的特征、步骤、操作、元件和/或部件的存在,但并不排除存在或者添加一个或多个其它特征、步骤、操作、元件、部件、和/或它们的组合。

[0066] 尽管可以在文中使用术语第一、第二、第三等来描述多个元件、部件、区域、层和/或部段,但是,这些元件、部件、区域、层和/或部段不应被这些术语所限制。这些术语可以仅用来将一个元件、部件、区域、层或部段与另一区域、层或部段区分开。除非上下文明确地指出,否则诸如“第一”、“第二”之类的术语以及其它数字术语在文中使用时并不暗示顺序或者次序。因此,以下讨论的第一元件、部件、区域、层或部段在不脱离示例实施方式的教导的情况下可以被称作第二元件、部件、区域、层或部段。

[0067] 为了便于描述,可以在文中使用空间相对关系术语来描述如图中示出的一个元件或者特征相对于另一元件或者特征的关系,这些相对关系术语例如为“内部”、“外部”、“内侧”、“外侧”、“下面”、“下方”、“上面”、“上方”等。这种空间相对关系术语意于包括除图中描

绘的方位之外的在使用或者操作中装置的不同方位。例如,如果在图中的装置翻转,那么描述为“在其它元件或者特征下面”或者“在其它元件或者特征下方”的元件将随后定向为“在其它元件或者特征上面”或者“在其它元件或者特征上方”。因此,示例术语“在……下方”可以包括在上和在下的方位。装置可以另外定向(旋转90度或者在其它方向)并且文中使用的空间相对关系描述符相应地进行解释。

[0068] 图9为燃料电池原理图,燃料电池包括电堆4,空气管路1,氢气管路2和热管理管路3,空气管路1与电堆4连接,用于向电堆4中输送空气,氢气管路2与电堆4连接,用于向电堆4中输送氢气,热管理管路3与电堆4连接,用于对电堆4进行温度调节。

[0069] 空气和氢气分别由空气管路1和氢气管路2进入电堆4的阴极和阳极,在电堆4内反应输出电能,同时热管理管路3中的冷却液流经电堆4带走多余热量,保证电堆4工作稳定。

[0070] 热管理管路3包括加热器31、散热器32和电动三通阀33,加热器31和散热器32均与电动三通阀33连接,通过检测电堆4的温度,来决定电动三通阀33与加热器31连接还是与散热器32连接,以实现电堆4的加热和冷却。

[0071] FCU(Fuelcell Control Unit燃料电池控制器)对空气、氢气以及热管理管路3进行控制,其中,空气管路1通过调节电动空压机11的转速和电子节气门12的开度控制空气的流量和压力,氢气管路2通过开关阀21、调压阀22和空气循环泵调节跟随空气管路1的压力变化并保证压差在规定范围内,并控制排氢阀23的开启时刻及开启时间,排除氢气中的杂质,热管理管路3确保电堆4入口温度及进出口温差、冷却水入口的压力满足要求。

[0072] 如图1-图9所示,根据本发明一个实施例的燃料电池排氢阀23控制方法,包括:

[0073] 控制燃料电池启动并进行检测初始化;

[0074] 计算氢气消耗量;

[0075] 根据氢气消耗量满足预设消耗量,计算排氢时间;

[0076] 控制排氢阀23开启并计时;

[0077] 根据排氢阀23的开启时间满足排氢时间,控制排氢阀23关闭。

[0078] 根据本发明实施例的燃料电池排氢阀23控制方法,先控制排氢阀23关闭,使燃料电池处于正常工作状态,并计算氢气消耗量,根据氢气消耗量满足预设消耗量,计算氢气消耗量所对应的排氢时间,计算完成后,控制排氢阀23开启进行排氢,根据排氢阀23的开启时间满足排氢时间,说明排氢已完成,氢气消耗量和排氢时间清零,等待下一次排氢,在燃料电池的正常工作模式中,氢气消耗量可反映氢气管路2中杂质的含量,当运行周期内的氢气消耗量较大时,说明杂质较多,所需要的排氢时间较长,当运行周期内的氢气消耗量较小时,说明杂质较少,所需要的排氢时间较短,对于相同含量的杂质的排出速度与氢气的流量有关,流量大时,排氢时间较短,反之,则较长,因此以氢气消耗量决定了排氢阀23的开启时刻和开启时间,由氢气消耗量反应杂质含量,考虑了杂质的积累过程,而非一个工况点,降低排氢时间不合理造成氢气浪费或者氢气浓度不足导致的电堆4故障的频率。

[0079] 本发明中的燃料电池除了正常工作模式,还具有启动模式,在启动模式中,先控制排氢阀23开启一段时间再关闭,排出氢气管路2中残留的杂质,提高氢气管路2中的氢气浓度,启动模式下排氢阀23的开启不做限制,根据实际情况或燃料电池的功率决定。

[0080] 在本发明的一些实施例中,计算氢气消耗量包括根据公式 $H_{2used} = N * I / 4F$,计算氢气消耗速率,根据公式 $m = \int_0^t H_{2used} * dt$,计算氢气消耗量,其中, H_{2used} 为氢气的消耗速

率, N为燃料电池的电池单体的数量, I为电池单体的输出电流, F为法拉第系数, m为氢气消耗量, dt为计算的运行周期, 先计算氢气消耗速率, 再对氢气消耗速率进行积分获得运行周期内的氢气消耗量, 氢气消耗量代表着氢气中杂质的含量, 用氢气消耗量来修正排氢阀23的开启时间和开启时刻, 可以实现开启时间和开启时刻的精确控制, 降低排氢时间不合理造成氢气浪费或者氢气浓度不足导致的电堆4故障的频率, 根据积分计算出的氢气消耗量大于预设消耗量, 控制排氢阀23开启, 根据排氢阀23开启时间满足排氢时间, 说明排氢已完成, 控制排氢阀23关闭。

[0081] 在本发明的一些实施例中, 根据氢气消耗量满足预设消耗量, 计算排氢时间包括根据运行周期内的氢气消耗量获取第一修正系数, 根据公式 $t_1 = \int_0^t \text{fac}_1 * dt$, 计算排氢时间, 其中, t_1 为排氢时间, fac_1 为第一修正系数, dt为计算的运行周期, 用氢气消耗量来修正排氢时间, 运行周期内的氢气消耗量即为氢气流量, 具体的, 通过氢气消耗量查表获得第一修正系数, 在计算排氢时间时, 将第一修正系数作为修正部分, 降低排氢时间不合理造成氢气浪费或者氢气浓度不足导致的电堆4故障的频率。

[0082] 其中, 排氢时间和预设消耗量通过查询燃料电池的功率表获得, 第一修正系数通过查询氢气流量表获得。

[0083] 燃料电池处于正常工作模式下, 由燃料电池的电流和电池单体的数量计算氢气消耗速率, 对氢气消耗速率进行积分可得氢气消耗量, 由氢气消耗量反应氢气管路2中杂质含量, 由杂质含量按需控制排氢阀23的开启时刻及开启时间, 降低排氢时间不合理造成氢气浪费或者氢气浓度不足导致的电堆4故障的频率, 通过氢气消耗量控制排氢阀23的启闭, 实现杂质积累过程的控制, 而非只考虑单工况造成的排氢阀23开启时刻、时间不准确情况。

[0084] 在本发明的一些实施例中, 根据排氢阀23开启时间满足排氢时间, 控制排氢阀23关闭包括根据排氢阀23开启时间满足排氢时间, 氢气消耗量和排氢时间清零, 控制排氢阀23的开启次数累加, 控制排氢阀23关闭, 排氢阀23开启次数的累加可反映氢气中杂质的含量, 累加次数越多, 说明氢气中含有的杂质越多, 可提醒工作人员对氢气的质量进行检测和更换。

[0085] 本发明中的燃料电池除了正常工作模式和启动模式, 还具有吹扫模式, 燃料电池处于吹扫模式下时, 处于低功率运行状态, 即以较低的功率运行, 并不指完全关机状态, 以下对吹扫模式进行说明。

[0086] 在本发明的一些实施例中, 控制燃料电池进入吹扫模式, 即控制燃料电池中的电堆以吹扫模式所需的功率运行, 该需求功率无需过大, 只是为了进行检测, 使燃料电池处于工作状态, 根据排氢阀23的状态, 控制燃料电池完成排氢, 根据排氢完成, 计算燃料电池的吹扫次数, 控制燃料电池进行吹扫, 根据燃料电池吹扫满足吹扫次数, 控制排氢阀23关闭, 现有技术中, 燃料电池进行吹扫时的总时间是定值, 吹扫时间累加到定值, 停止吹扫, 该种设置方式容易造成最后一次吹扫不完全、杂质残留, 在燃料电池的吹扫模式中, 计算吹扫次数, 根据吹扫次数进行吹扫, 满足吹扫次数, 吹扫结束, 最后一次能够实现吹扫完全, 排出氢气管路2中的杂质, 降低关机后管路中残留水分、低温下管路结冻、造成燃料电池故障的频率, 吹扫完成后关机。

[0087] 在本发明的一些实施例中, 根据排氢阀23的状态, 控制燃料电池完成排氢包括根据燃料电池进入吹扫模式前排氢阀处于关闭状态, 计算并更新氢气消耗量和排氢时间, 根

据燃料电池进入吹扫模式前排氢阀处于开启状态,排氢时间不变,控制排氢阀23开启,根据排氢阀23的开启时间满足排氢时间,控制排氢时间清零,控制排氢阀23的开启次数累加,排氢阀23在不同状态下所对应的排氢时间不同,具体的,根据排氢时间为零,说明排氢阀23处于关闭状态,氢气正在处于消耗状态,即氢气消耗量正在积累,对于氢气消耗量和排氢时间需要重新计算并更新,控制排氢阀23开启进行排氢,根据满足排氢时间,说明排氢完成,排氢时间清零,根据排氢时间不为零,说明排氢阀23处于开启状态,即正处于排氢状态,此时的排氢时间不变,根据满足排氢时间,说明排氢完成,排氢时间清零,根据不同的状态赋值给排氢阀23的排氢时间以不同数值,排氢完成后开始吹扫,在排氢的过程中排氢阀23的开启次数累计。

[0088] 在本发明的一些实施例中,根据排氢完成,计算吹扫次数包括根据环境温度获取第二修正系数,根据开启次数获取第三修正系数,根据公式 $n_2 = n_2' * fac_2 * fac_3$,其中, n_2 为吹扫次数, n_2' 为修正前的吹扫次数, fac_2 为第二修正系数, fac_3 为第三修正系数,现有技术中,吹扫时间固定,本发明中,吹扫时间不再限制,只限制吹扫次数,根据满足吹扫次数,吹扫完成,具体的,吹扫次数与环境温度和排氢阀23的开启次数有关,温度影响气体的流动速度,排氢系数越多说明杂质残留越多,吹扫次数也需要增加,根据环境温度表查询第二修正系数,根据排氢阀23的开启次数查询第三修正系数。

[0089] 在本发明的一些实施例中,排氢阀23关闭一次开启一次为一次吹扫,计算吹扫次数后,开始吹扫过程,控制排氢阀23关闭,关闭排氢阀23的时间满足第一预设时间值,计时器清零,控制排氢阀23开启,开启排氢阀23的时间满足第二预设时间值,计时器清零,以上完成一次吹扫,完成一次吹扫后,吹扫次数累加,根据累加至满足吹扫次数,说明吹扫完成,若不满足吹扫次数,不断循环排氢阀23关闭至次数累加的过程,其中,计算吹扫次数和排氢阀23的关闭不限定先后顺序,因在吹扫的过程中,燃料电池的需求功率较低,第一预设时间值和第二预设时间值不再进行系数修正,仅通过查询燃料电池的功率表获得,吹扫次数同样是通过查询燃料电池的功率表获得。

[0090] 燃料电池处于吹扫模式下,电堆4功率固定,即氢气流量固定且较小,为解决杂质积累过慢导致吹扫过程结束时不能吹扫完全的问题,定时控制排氢阀23的开启、关闭时刻,设定吹扫次数,并考虑正常工作中的排氢阀23的开启次数作为修正,确保彻底排出杂质,不再只考虑总的吹扫时间,可能会出现最后一次吹扫不完全,管路杂质排出不完全的情况。

[0091] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

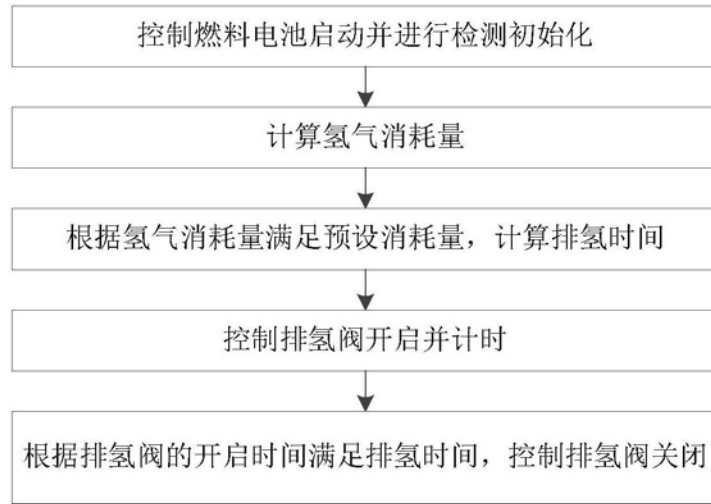


图1

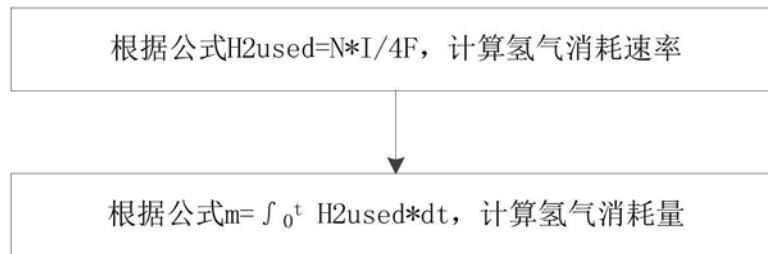


图2

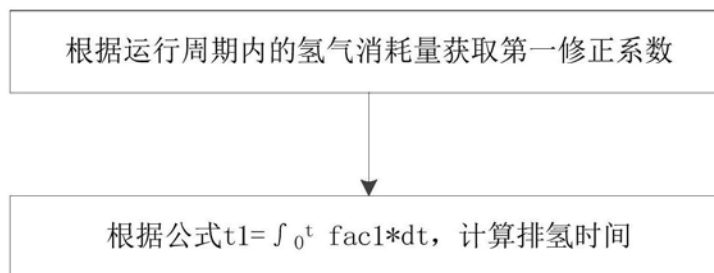


图3

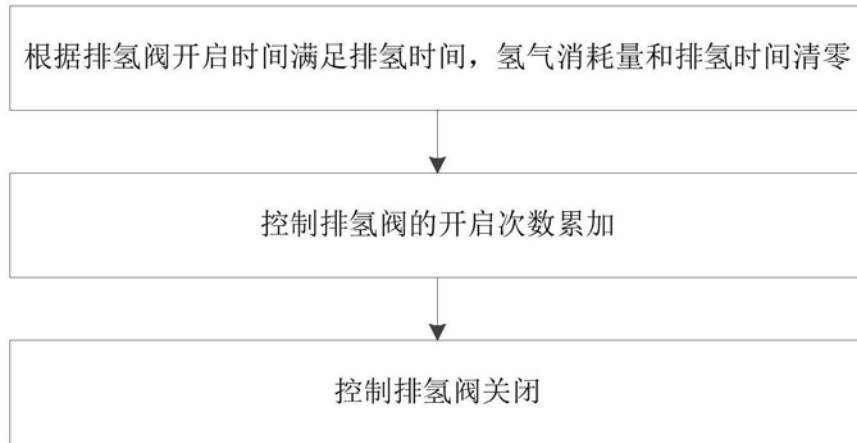


图4

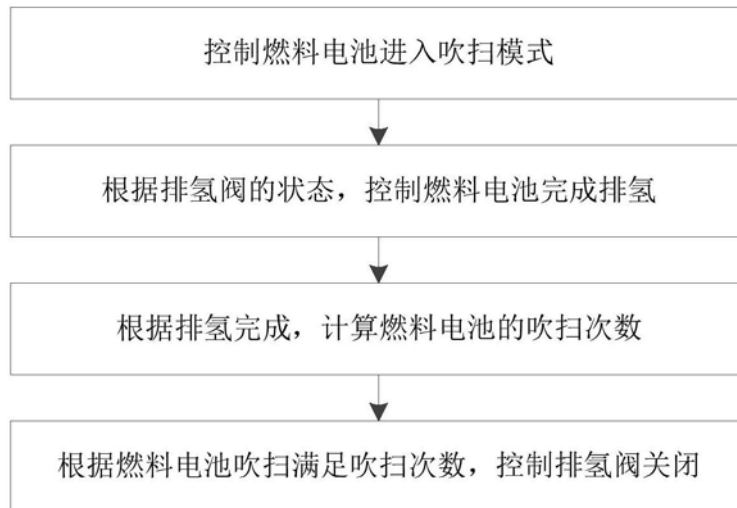


图5

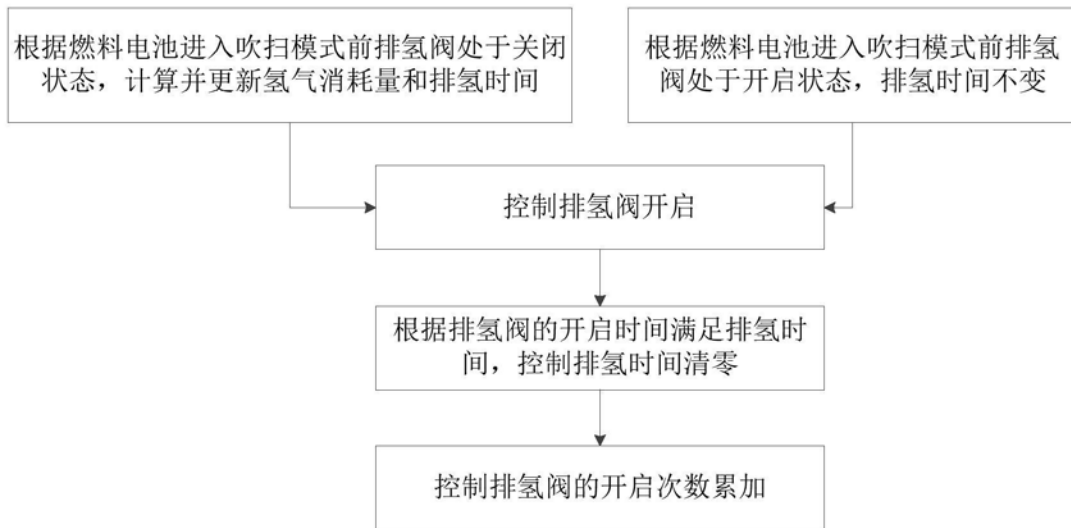


图6

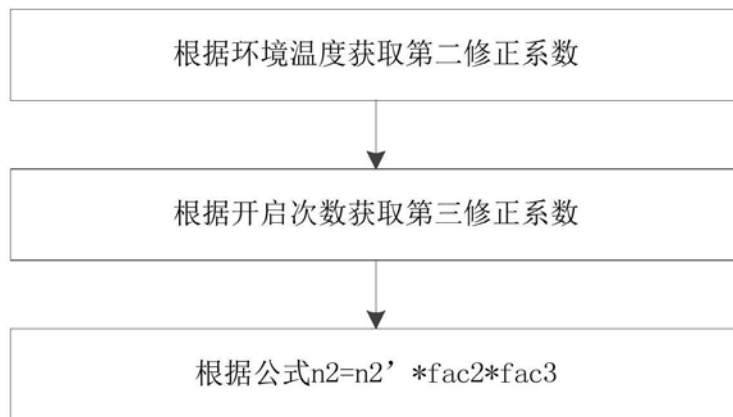


图7

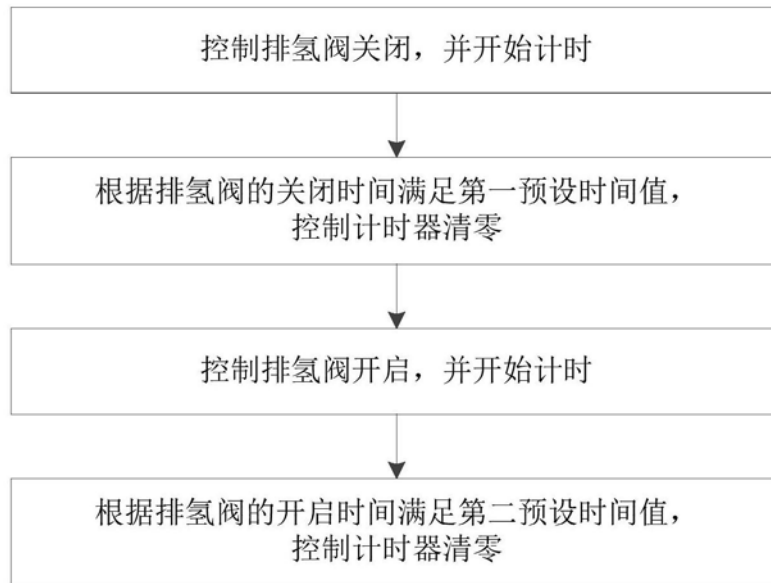


图8

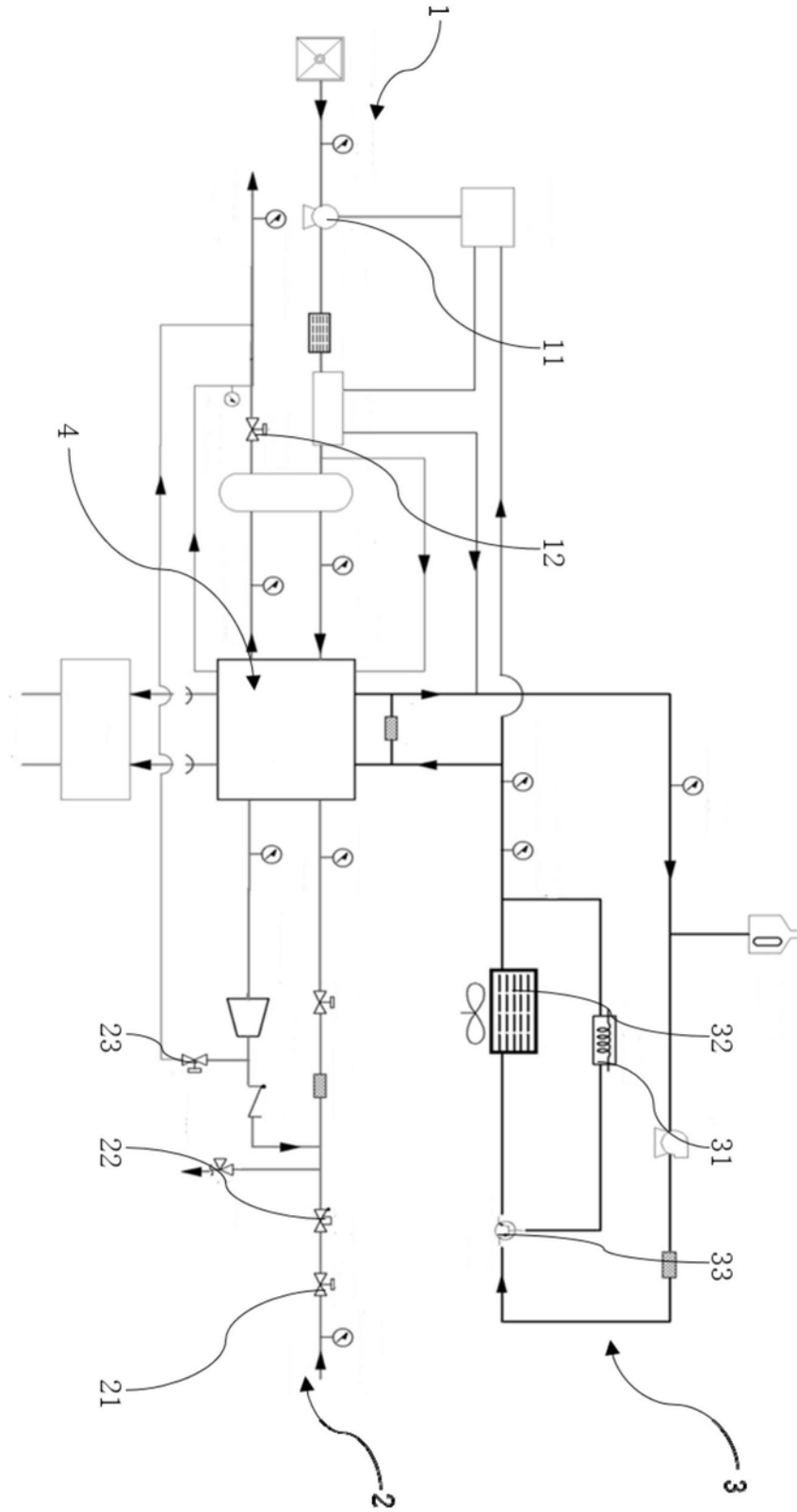


图9