



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117423863 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 19

(21) 申请号 202311402071.X

H01M 8/04992 (2016.01)

(22) 申请日 2023.10.26

(71) 申请人 北京亿华通科技股份有限公司

地址 100080 北京市海淀区西小口路66号
中关村东升科技园B-6号楼C座七层
C701室

(72) 发明人 吕腾飞 滕玉松 赵兴旺 槐佳
王鹏

(74) 专利代理机构 上海微略知识产权代理有限
公司 31498

专利代理师 郭青

(51) Int. Cl.

H01M 8/04119 (2016.01)

H01M 8/0438 (2016.01)

H01M 8/04746 (2016.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种燃料电池喷雾增湿系统及控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种燃料电池喷雾增湿系统及控制方法,包括一种燃料电池喷雾增湿系统,包括:喷雾增湿模块,通过喷雾蒸发腔和分水件对入堆空气进行增湿;喷雾蒸发腔内部设置有喷头,喷雾蒸发腔出气口连接中冷器,中冷器连接分水件,分水件连接电堆进气口,分水件和电堆之间设置有压力传感器;控制模块发出控制信号改变喷头开度实时调节喷雾量大小。控制方法包括,电堆获取入堆空气湿度后将期望空气湿度值输入控制模块中,控制模块根据事先标定好的湿度控制模型计算喷雾量数值,随后发出PWM控制信号驱动喷头调节喷雾量。本发明以期望入堆空气湿度为目标,将空气流量、空气入堆压力和排水量作为系数添加到模型中,实时控制喷头开度调节入堆空气湿度。

1. 一种燃料电池喷雾增湿系统,其特征在于,包括:

喷雾增湿模块,所述喷雾增湿模块包括喷雾蒸发腔和分水件,所述喷雾增湿模块用于对入堆空气进行增湿;

所述喷雾蒸发腔内部设置有喷头,所述喷头通过PWM信号控制开度大小实时调整喷雾量,调节入堆空气的湿度大小;

所述喷雾蒸发腔的出气口连接中冷器,所述中冷器连接所述分水件,所述分水件通过测量液位计算分水件中的凝结水含量,调节排水量大小;

所述分水件连接电堆的进气口,所述分水件和所述电堆之间设置有压力传感器,所述压力传感器用于检测入堆压力;

控制模块,所述控制模块根据所述电堆反馈的运行状态计算期望空气湿度,发出控制信号改变所述喷头的开度实时调节喷雾量大小,对入堆空气进行增湿。

2. 根据权利要求1所述的一种燃料电池喷雾增湿系统,其特征在于,还包括:进气模块,供水模块和排气模块,所述进气模块用于将空气输送至所述喷雾蒸发腔中,所述供水模块用于将液体输送至所述喷头中,所述排气模块用于将所述电堆产生的尾气排放到大气环境中;

所述进气模块包括空气流量计,所述空气流量计两侧连接有空气滤清器和空压机,所述空气流量计测量进入系统的空气流量,通过所述空气滤清器去除空气中的杂质和颗粒物,通过所述空压机将空气压缩后从进气口进入所述喷雾蒸发腔中;

所述供水模块包括恒温储水罐和水泵,所述恒温储水罐集成有恒温装置,所述恒温储水罐通过水泵将水泵入所述喷雾蒸发腔内部的所述喷头中;

所述排气模块包括节气门,所述节气门输入端接所述电堆的空气尾气出口,所述节气门输出端接大气环境排放尾气。

3. 根据权利要求1所述的一种燃料电池喷雾增湿系统,其特征在于,所述控制模块和所述空气流量计,所述喷雾蒸发腔,所述分水件,所述压力传感器,所述电堆电性连接,所述控制模块通过传回的空气流量值,空气入堆压力和排水量计算喷雾量大小。

4. 根据权利要求1所述的一种燃料电池喷雾增湿系统,其特征在于,所述分水件集成有液位传感器和排水阀,所述液位传感器设置于所述分水件内壁一侧,所述排水阀设置于所述分水件底部;

所述分水件通过所述液位传感器计算水含量,当液位到达设定值时,所述分水件通过所述排水阀进行排水。

5. 一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,其特征在于,具体步骤包括:

S1, 发动机开机运行后,电堆获取入堆空气湿度后将期望空气湿度值输入控制模块中;

S2, 控制模块判断是否需要调节喷头开度,若是,则进入S3, 若否,则进入S5;

S3, 控制模块将空气流量计,分水件和压力传感器传回的实时数据输入事先标定好的湿度控制模型中,得出采用该进气增湿系统将入堆空气加湿至期望空气湿度对应的喷头喷雾量;

S4, 控制模块根据计算出的喷雾量数值查表得到开度值大小,随后发出PWM控制信号驱动喷头调节喷雾量,对入堆空气进行增湿;

S5, 电堆再次获取入堆空气湿度,判断是否达到期望空气湿度值,若是,则进入S6, 若

否,则重新返回S3;

S6,入堆空气湿度达到目标湿度,结束本周期的湿度调整,控制模块发出信号驱动喷头调节开度为最低值,随后处于待机检测状态,准备进行下一周期的湿度调整。

6.根据权利要求5所述的一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,其特征在于,喷雾量A的计算方法为:

$$A = 3.6 * k * \frac{f}{\omega} + 0.277 * j * m$$

其中,k通过压力传感器传回的空气入堆压力值标定后查表得出,f为空气流量计传回的空气流量值; ω 为期望空气湿度,j与m相关,表示分水件排出的水中需额外补充所占的比例,m表示未排水时分水件的分水量。

7.根据权利要求6所述的一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,其特征在于,喷头开度大小与控制模块发出的PWM控制信号相对应,PWM控制信号的占空比0-1对应喷头开度值5%-95%。

8.根据权利要求6所述的一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,其特征在于,期望空气湿度 ω 由电堆根据当前运行状态计算阻抗特性得到并发送给控制模块,具体范围在30%-80%。

9.根据权利要求6所述的一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,其特征在于,分水件的分水量m的计算方法为:

$$\text{未排水时 } m = \frac{G}{\Delta t}, \text{排水时, } m = m_0;$$

其中,G为分水件中的含水量, Δt 为采集周期, m_0 为上一时刻的值。

10.根据权利要求9所述的一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,其特征在于,分水件中的含水量G的计算方法为:

$$G = 0.5 * h * s * \rho$$

其中,h为分水件中的液位高度,s为分水件的底面积, ρ 为水的密度。

一种燃料电池喷雾增湿系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池技术领域,尤其涉及一种燃料电池喷雾增湿系统及控制方法。

背景技术

[0002] 氢燃料电池是一种利用氢气和氧气反应产生电能的能源转化技术,而燃料电池发动机是基于燃料电池技术的发动机系统,它将燃料电池堆直接连接到车辆或机械设备的动力系统中。相比传统的内燃机发动机,燃料电池发动机的能量转化效率可达到50%以上,且只产生水和热,因此相比传统的燃烧过程,氢燃料电池对环境的影响更小,具有较高的可靠性和稳定性。

[0003] 燃料电池通过电堆内部的氢氧反应得到所需的电能,而空气湿度对该电化学反应有重要的影响:当空气湿度过低时,会导致质子交换膜过于干燥,进而阻碍氢离子由阳极侧向阴极侧的转移,进而使氢氧反应的速率降低,影响燃料电池的性能;当空气湿度过高时,凝结的水珠可能积聚在电堆和气体通道中,阻塞了气体的正常流动路径,导致气路堵塞,进而使氢氧反应的速率降低并可能导致停机。

[0004] 目前使用最广泛的增湿系统为喷淋式进气增湿系统,通过在空压机后加一个喷雾蒸发腔并使用喷头向其内部喷洒水雾,干燥气体流经喷雾蒸发腔时会被降温加湿,整个系统结构简单,且成本较低。其中,常采用超声波雾化喷头对压缩空气进行加湿,但其水流量较小,因此需要安装多个喷头才能达到所需的增湿效果。但是当喷水量较大时,容易导致喷出的水雾相互碰撞凝结,进而堵塞流道;当喷水量较小时,质子交换膜湿度太小,导致燃料电池工作性能下降。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有技术中存在的缺点,而提出的一种燃料电池喷雾增湿系统及控制方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:一种燃料电池喷雾增湿系统,包括:喷雾增湿模块,所述喷雾增湿模块包括喷雾蒸发腔和分水件,所述喷雾增湿模块用于对入堆空气进行增湿;

[0007] 所述喷雾蒸发腔内部设置有喷头,所述喷头通过PWM信号控制开度大小实时调整喷雾量,调节入堆空气的湿度大小;

[0008] 所述喷雾蒸发腔的出气口连接中冷器,所述中冷器连接所述分水件,所述分水件通过测量液位计算分水件中的凝结水含量,调节排水量大小;

[0009] 所述分水件连接电堆的进气口,所述分水件和所述电堆之间设置有压力传感器,所述压力传感器用于检测入堆压力;

[0010] 控制模块,所述控制模块根据所述电堆反馈的运行状态计算期望空气湿度,发出控制信号改变所述喷头的开度实时调节喷雾量大小,对入堆空气进行增湿。

[0011] 作为上述技术方案的进一步描述,还包括:进气模块,供水模块和排气模块,所述进气模块用于将空气输送至所述喷雾蒸发腔中,所述供水模块用于将液体输送至所述喷头中,所述排气模块用于将所述电堆产生的尾气排放到大气环境中;

[0012] 所述进气模块包括空气流量计,所述空气流量计两侧连接有空气滤清器和空压机,所述空气流量计测量进入系统的空气流量,通过所述空气滤清器去除空气中的杂质和颗粒物,通过所述空压机将空气压缩后从进气口进入所述喷雾蒸发腔中;

[0013] 所述供水模块包括恒温储水罐和水泵,所述恒温储水罐集成有恒温装置,所述恒温储水罐通过水泵将水泵入所述喷雾蒸发腔内部的所述喷头中;

[0014] 所述排气模块包括节气门,所述节气门输入端接所述电堆的空气尾气出口,所述节气门输出端接大气环境排放尾气。

[0015] 作为上述技术方案的进一步描述,所述控制模块和所述空气流量计,所述喷雾蒸发腔,所述分水件,所述压力传感器,所述电堆电性连接,所述控制模块通过传回的空气流量值,空气入堆压力和排水量计算喷雾量大小。

[0016] 作为上述技术方案的进一步描述,所述分水件集成有液位传感器和排水阀,所述液位传感器设置于所述分水件内壁一侧,所述排水阀设置于所述分水件底部;

[0017] 所述分水件通过所述液位传感器计算水含量,当液位到达设定值时,所述分水件通过所述排水阀进行排水。

[0018] 一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,具体步骤包括:

[0019] S1,发动机开机运行后,电堆获取入堆空气湿度后将期望空气湿度值输入控制模块中;

[0020] S2,控制模块判断是否需要调节喷头开度,若是,则进入S3,若否,则进入S5;

[0021] S3,控制模块将空气流量计,分水件和压力传感器传回的实时数据输入事先标定好的湿度控制模型中,得出采用该进气增湿系统将入堆空气加湿至期望空气湿度对应的喷头喷雾量;

[0022] S4,控制模块根据计算出的喷雾量数值查表得到开度值大小,随后发出PWM控制信号驱动喷头调节喷雾量,对入堆空气进行增湿;

[0023] S5,电堆再次获取入堆空气湿度,判断是否达到期望空气湿度值,若是,则进入S6,若否,则重新返回S3;

[0024] S6,入堆空气湿度达到目标湿度,结束本周期的湿度调整,控制模块发出信号驱动喷头调节开度为最低值,随后处于待机检测状态,准备进行下一周期的湿度调整。

[0025] 作为上述技术方案的进一步描述,喷雾量A的计算方法为:

$$[0026] \quad A = 3.6 * k * \frac{f}{\omega} + 0.277 * j * m$$

[0027] 其中,k通过压力传感器传回的空气入堆压力值标定后查表得出,f为空气流量计传回的空气流量值; ω 为期望空气湿度,j与m相关,表示分水件排出的水中需额外补充所占的比例,m表示未排水时分水件的分水量。

[0028] 作为上述技术方案的进一步描述,喷头开度大小与控制模块发出的PWM控制信号相对应,PWM控制信号的占空比0-1对应喷头开度值5%-95%。

[0029] 作为上述技术方案的进一步描述,期望空气湿度 ω 由电堆根据当前运行状态计算

阻抗特性得到并发送给控制模块,具体范围在30%-80%。

[0030] 作为上述技术方案的进一步描述,分水件的分水量 m 的计算方法为:

[0031] 未排水时 $m = \frac{G}{\Delta t}$, 排水时, $m = m_0$;

[0032] 其中, G 为分水件中的含水量, Δt 为采集周期, m_0 为上一时刻的值。

[0033] 作为上述技术方案的进一步描述,分水件中的含水量 G 的计算方法为:

[0034] $G = 0.5 * h * s * \rho$

[0035] 其中, h 为分水件中的液位高度, s 为分水件的底面积, ρ 为水的密度。

[0036] 本发明具有如下有益效果:

[0037] 1、本发明通过电堆反馈期望空气湿度,将空气流量、空气入堆压力和排水量作为系数添加到模型中,通过控制模块发出不同占空比的PWM控制信号控制喷头开度,进而影响喷雾蒸发腔内的水雾浓度,实时调节入堆空气湿度,避免了现有技术液滴进堆后造成流道堵塞的问题。

附图说明

[0038] 图1为本发明中热管理系统的结构示意图;

[0039] 图2为本发明控制方法的流程示意图。

[0040] 图例说明:

[0041] 1、喷雾增湿模块;11、喷雾蒸发腔;111、喷头;12、分水件;13、中冷器;2、电堆;3、压力传感器;4、控制模块;5、进气模块;51、空气流量计;52、空气滤清器;53、空压机;6、供水模块;61、恒温储水罐;62、水泵;7、排气模块;71、节气门;8、大气环境。

具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中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。

[0043] 参照图1,本发明提供一种燃料电池喷雾增湿系统的实施例,具体结构包括,喷雾增湿模块1,喷雾增湿模块1包括喷雾蒸发腔11,中冷器13和分水件12,喷雾增湿模块1用于实现自动化的水量控制和排水功能,通过对凝结水含量的控制,为入堆空气提供稳定的湿化效果,提高电堆2运行的稳定性和可靠性。

[0044] 其中,喷雾蒸发腔11内部安装有喷头111,水流通过喷头111上细小的孔径将水喷射成微小的水雾,形成悬浮在空气中的水颗粒,当入堆空气流经喷雾蒸发腔11时,与水雾发生接触,由于水的蒸发和气体的吸热作用,空气被降温并加湿。需要说明的是,喷头111的开度可通过PWM信号调节实时调整喷雾量,从而根据需求快速响应,并精确调节入堆空气的湿度。

[0045] 请继续参阅图1,喷雾蒸发腔11的出气口连接中冷器13,中冷器13主可以对进入分水件12之前的高温高压的空气进行冷却,以确保温度在适宜范围内。入堆空气进入分水件12后,分水件12通过测量液位计算凝结水含量,调节排水量大小。在本实施例中,分水件12

集成有液位传感器和排水阀,其中,液位传感器设置于分水件12内壁一侧,排水阀设置于分水件12底部,分水件12通过液位传感器计算水含量,当液位到达设定值时,分水件12通过排水阀自动进行排水。此外,分水件12连接电堆2的进气口,分水件12和电堆2之间的连接管道上设置有压力传感器3,用于检测入堆压力,随后将入堆压力值反馈后用于调整喷头111的喷雾量。

[0046] 请继续参阅图1,进气模块5用于确保喷雾增湿模块1接收到干净、压缩过的空气。其中,进气模块5包括空气流量计51、空气滤清器52和空压机53。当空气从大气环境8中进入空气滤清器52中,空气滤清器52中能够有效过滤空气中的灰尘、细菌、病毒和其他污染物,保证进入喷雾蒸发腔11的空气较为纯净;过滤后的空气通过空气流量计51的排气口进入空压机53进行加压处理,加压后的干燥气体进入喷雾蒸发腔11内部进行增湿处理。

[0047] 请继续参阅图1,供水模块6用于将液体输送至喷雾蒸发腔11的喷头111中。其中,供水模块6包括恒温储水罐61和水泵62,恒温储水罐61集成了恒温装置,保证罐内水体处于恒定温度,随后通过水泵62将水体送入喷雾蒸发腔11内部的喷头111中。

[0048] 请继续参阅图1,排气模块7用于将电堆2产生的尾气安全地排放到大气环境8中。该模块包括节气门71,其输入端连接到电堆2的空气尾气出口,输出端连接到大环境8,以实现尾气的排放。

[0049] 请参阅图1和图2,在本实施例中,控制模块4和空气流量计51,喷雾蒸发腔11,分水件12,压力传感器3,电堆2电性连接,控制模块4通过电堆2反馈的运行状态计算出期望空气湿度,随后根据空气流量计51传回的空气流量值,压力传感器3传回的空气入堆压力和分水件12传回的排水量计算喷雾量大小,并发出控制信号改变喷头111的开度实时调节喷雾量大小,对入堆空气进行增湿,具体可参考图1和图2,一种燃料电池喷雾增湿的控制方法,具体步骤包括:

[0050] S1,发动机开机运行后,电堆2获取入堆空气湿度后将期望空气湿度值输入控制模块4中;

[0051] S2,控制模块4判断是否需要调节喷头111开度,若是,则进入S3,若否,则进入S5;

[0052] S3,控制模块4将空气流量计51,分水件12和压力传感器3传回的实时数据输入事先标定好的湿度控制模型中,得出采用该进气增湿系统将入堆空气加湿至期望空气湿度对应的喷头111喷雾量;

[0053] S4,控制模块4根据计算出的喷雾量数值查表得到开度值大小,随后发出PWM控制信号驱动喷头111调节喷雾量,对入堆空气进行增湿;

[0054] 在本实施例中,喷雾量A(L/h)的计算方法为: $A = 3.6 * k * \frac{f}{\omega} + 0.277 * j * m$;

[0055] 其中,k通过压力传感器3传回的空气入堆压力值标定后查表得出;

[0056] f为空气流量计51传回的空气流量值(g/s);

[0057] ω 为期望空气湿度,由电堆2根据当前运行状态计算阻抗特性得到并发送给控制模块4,具体范围在30%-80%;

[0058] j与m相关,表示分水件12排出的水中需额外补充所占的比例,范围在0到1之间,随着排出水的增多j会逐渐减小;

[0059] m表示未排水时分水件12的分水量(g/s),分水量m的计算方法为:

[0060] (1) 未排水时, $m = \frac{G}{\Delta t}$;

[0061] (2) 排水时, $m = m_0$ 。

[0062] 其中, G 为分水件12中的含水量 (g), Δt 为采集周期 ($0.5s$), m_0 为上一时刻的值;

[0063] 而分水件12中的含水量 $G(g)$ 的计算方法为: $G = 0.5 * h * s * \rho$;

[0064] 其中, h 为分水件12中的液位高度 (cm), s 为分水件12的底面积 (cm^2), ρ 为水的密度 (g/cm^3)。

[0065] 需要说明的是, 喷头111开度大小与控制模块4发出的PWM控制信号相对应, PWM控制信号的占空比0-1对应喷头111开度值5%-95%。

[0066] S5, 电堆2再次获取入堆空气湿度, 判断是否达到期望空气湿度值, 若是, 则进入S6, 若否, 则重新返回S3;

[0067] S6, 入堆空气湿度达到目标湿度, 结束本周期的湿度调整, 控制模块4发出信号驱动喷头111调节开度为最低值, 随后处于待机检测状态, 准备进行下一周期的湿度调整。

[0068] 通过上述技术方案, 燃料电池发动机在开机运行后, 通过电堆2内部运行状态反馈期望空气湿度值, 将空气流量、空气入堆压力和排水量等参数作为重要系数添加到模型中, 随后通过控制模块4发出不同占空比的PWM控制信号, 精确地控制喷头111的开度大小, 进而调整喷雾蒸发腔11内的水雾浓度, 实时多轮次调节入堆空气的湿度, 避免了传统技术中液滴进堆后导致流道堵塞的问题。

[0069] 最后应说明的是: 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明, 对于本领域的技术人员来说, 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换, 凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

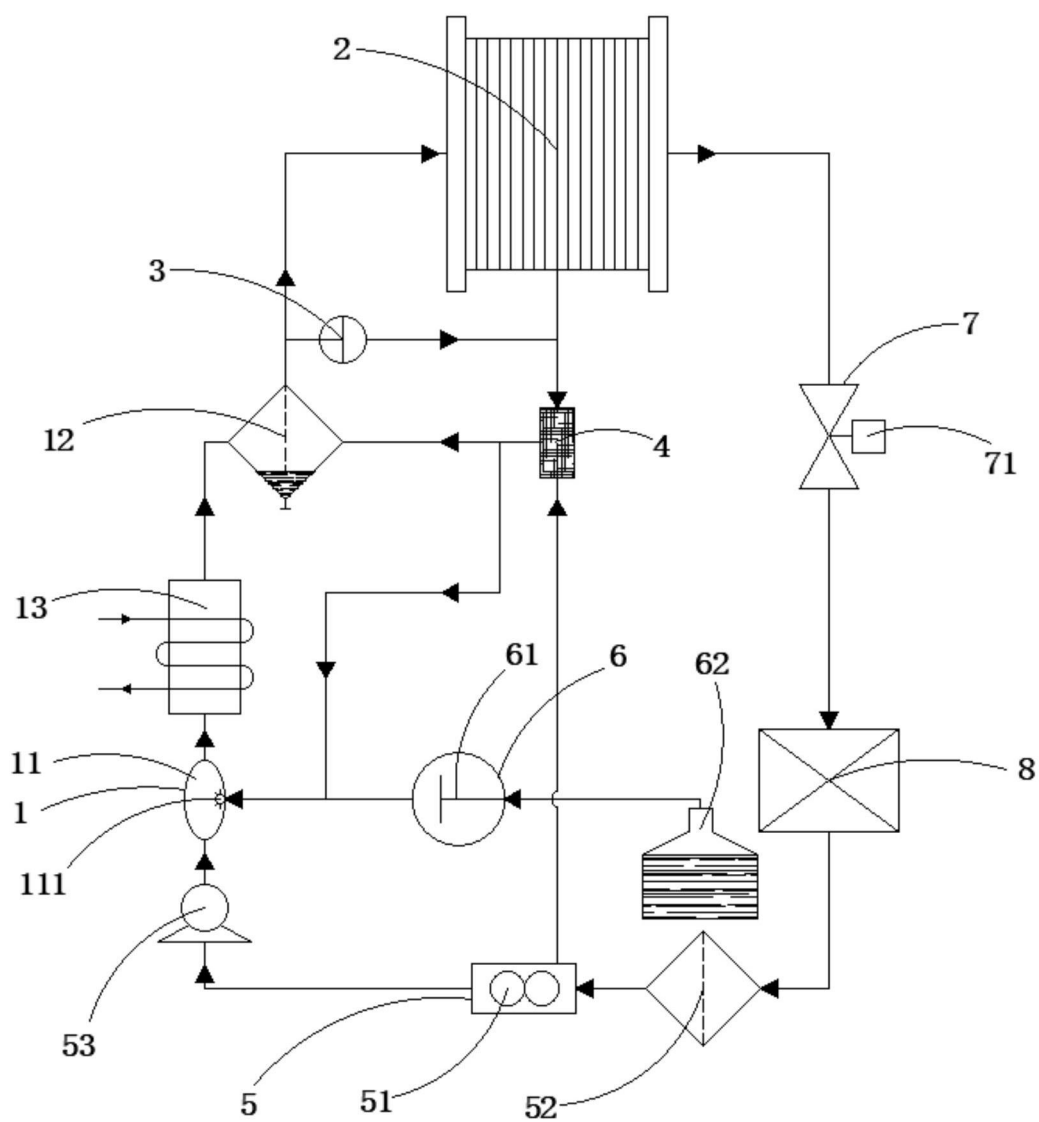


图1

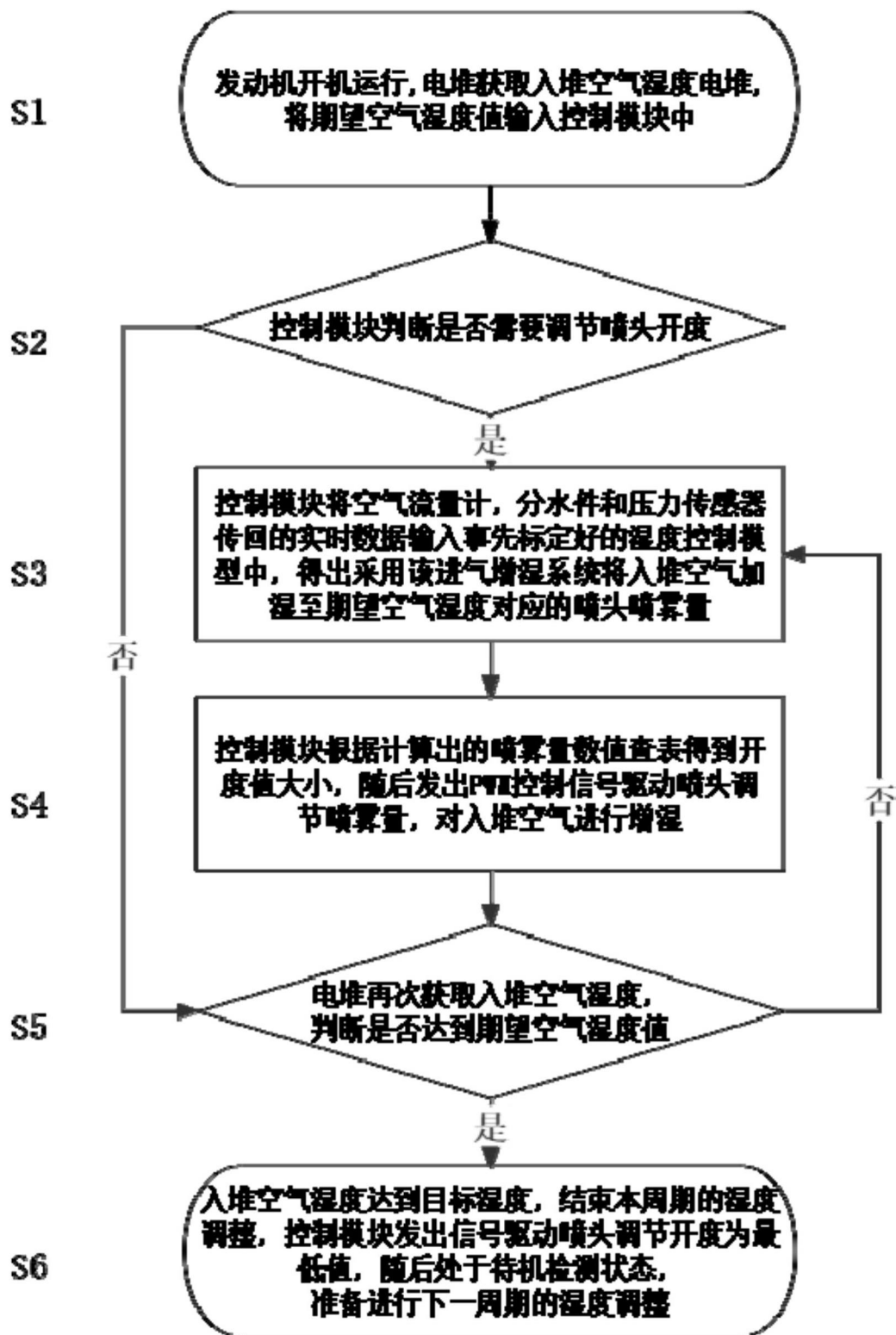


图2