



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110690478 A

(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201910969302.2

(22)申请日 2019.10.12

(71)申请人 中国科学院大连化学物理研究所  
地址 116000 辽宁省大连市沙河口区中山  
路457号

(72)发明人 陶铁男 邵志刚 林永俐 孙树成  
耿江涛

(74)专利代理机构 大连东方专利代理有限责任  
公司 21212

代理人 毛薇 李馨

(51)Int.Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04225(2016.01)

H01M 8/04302(2016.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种多燃料电池模块联用的热管理系统和  
方法

(57)摘要

本发明提供一种依靠燃料电池热量作为液氧汽化动力的多燃料电池模块联用的热管理系统和方法。本发明适用于采用静态排水技术的燃料电池系统。液氧不能被燃料电池利用,需要热量将其汽化成氧气后方可利用。采用静态排水技术的燃料电池模块,要求氧气通路与水路压力差保持稳定且精准可控。为保证多模块联用情况下各模块水路压力不互相干扰,本发明将每个燃料电池模块与两个单独的热交换器串联后组成单模块级别的一级热循环回路,每个模块所串联的两个热交换器再分别组成两个二级热循环回路,即将燃料电池的热量分为了两部分,一部分用于液氧汽化,另一部分通过散热器散掉。

1. 一种燃料电池系统的热管理系统,其特征在于,包括燃料电池模块、热交换器1#、热交换器2#、水箱1#、水箱2#、水箱3#、温度调节器、调速水泵、液氧系统、散热器、循环水泵;

所述燃料电池模块、热交换器1#、温度调节器、热交换器2#、水箱1#连接成一级热循环回路;燃料电池模块的水路出口通过管路与热交换器1#热介质入口连接,热交换器1#热介质出口与温度调节器入口通过管路连接,温度调节器低温出口与水箱1#的入口通过管路连接,水箱1#的出口与燃料电池模块的水路入口通过管路连接;温度调节器高温出口与热交换器2#热介质入口通过管路连接,热交换器2#热介质出口与水箱1#的入口通过管路连接;

所述一级热循环回路为 $n$ 个; $n \geq 2$ , $n$ 为整数;所述 $n$ 个一级热循环回路中的热交换器1#、水箱2#、调速水泵和液氧系统依次串联形成二级热循环回路I;第一个热交换器1#的冷介质出口与第二个热交换器1#的冷介质入口连接,最后一个热交换器1#的冷介质出口与水箱2#的入口通过管路连接,水箱2#的出口与调速水泵的入口通过管路连接,调速水泵的出口与液氧系统的水路入口通过管路连接,液氧系统的水路出口与第一个热交换器1#的冷介质入口通过管路连接;

所述 $n$ 个一级热循环回路的热交换器2#、水箱3#、循环水泵、散热器依次串联形成二级热循环回路II;第一个热交换器2#冷介质出口与第二个热交换器2#的冷介质入口连接,最后一个热交换器2#的冷介质出口与水箱3#入口通过保温连接,水箱3#出口与循环水泵入口通过管路连接,循环水泵出口与散热器入口通过管路连接,散热器出口与第一个热交换器2#的冷介质入口通过管路连接;

所述液氧系统氧气输出口输出的氧气分别进入 $n$ 个燃料电池模块;液氧汽化后的氧气为燃料电池模块工作提供氧化剂;燃料电池模块工作产生的热量使一级热循环回路的水温升高,热交换器1#被加热,热交换器中的循环水进入液氧系统,为液氧系统内液氧的汽化提供热量。

2. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述系统还包括缓冲罐和减压器,所述液氧系统汽化后的氧气先经过缓冲罐后经减压器减压后再进入燃料电池模块。

3. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述管路为保温水管。

4. 一种以液氧为氧化剂的燃料电池的热管理方法,其特征在于,使用权利要求1-3任意一项所述的系统;

(1) 燃料电池启动初期,通过液氧自身的蒸发气实现至少一个燃料电池的启动及低功率运行;

(2) 燃料电池低功率运行产生的热量使一级热循环回路的水温升高,进而使每个热交换器都被加热;

(3) 启动二级循环回路中的调速水泵,将一级循环回路中的热量传递至二级循环回路中加热液氧系统;

(4) 被加热的液氧系统释放氧气,通过调速水泵启停或转速变化实现液氧汽化速度和燃料电池氧气需求量的匹配;

(5) 启动循环水泵,将整系统中的多余热量通过散热器散掉;

(6) 燃料电池停车,关闭调速水泵。

## 一种多燃料电池模块联用的热管理系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于燃料电池领域,具体涉及一种以液氧为氧化剂的多燃料电池联用系统热管理系统和方法。

### 背景技术

[0002] 随着石油等传统能源的日益枯竭,新能源的使用与开发受到了社会广泛的关注,尤其是质子交换膜燃料电池,它作为新一代的能源动力,具有静音、环保、高能量密度等诸多优点,可广泛应用于航天、航海、汽车、电站、军事等领域,被视作人类下一代的主要动力能源之一。

[0003] 质子交换膜燃料电池利用氢气和氧气发生化学反应而发电。液氧具有超高的储氧能量密度,尤其适用于储能需求较高的燃料电池系统,如航海、电站、航天等技术领域所使用的燃料电池系统。

[0004] 液氧汽化需要热量,传统的电加热方法虽然可以满足液氧的汽化,但消耗电能源、且由于引入了电器加热而存在安全隐患。质子交换膜燃料电池的工作效率约为50%,即在工作过程中有近50%的废热需要处理掉。将二者结合,即可充分的利用各自特点,集成成为一种高效的热电联供的能源动力系统。

[0005] 燃料电池系统作为新型的动力型能源,输出功率一般较大,一般性的大功率燃料电池系统都是由n个燃料电池模块联合组成的。特别对于采用静态排水技术的燃料电池模块,要求其模块自身的水路压力非常稳定,且实时可根据自身需求调节压力变化,多模块联用的情况下,各燃料电池模块自身需求不同,继而导致所需水路压力不同。如何能在保证各模块水路压力能够满足自身需求的前提下,实现燃料电池的热量为液氧提供汽化动力,实现各模块组成的整系统多余热量的统一处理即具备了必要的现实意义。

### 发明内容

[0006] 基于以上的背景技术,如何将燃料电池产生的废热高效率的转移至液氧系统,如何实现多燃料电池模块系统与液氧系统匹配。如何控制液氧系统的汽化速度以满足燃料电池系统变工况而引起的氧气需求量变化是本发明的重点。本发明的目的在于提供一种高效利用燃料电池热量的多燃料电池模块联用的热管理系统和方法。本发明适用于采用静态排水技术的燃料电池模块,液氧不能被燃料电池利用,需要热量将其汽化成氧气后方可利用。采用静态排水技术的燃料电池模块,要求水路压力稳定且精准可控。为保证多模块联用情况下各模块水路压力不互相干扰。

[0007] 本发明一方面提供一种燃料电池系统的热管理系统,包括燃料电池模块、热交换器1#、热交换器2#、水箱1#、水箱2#、水箱3#、温度调节器、调速水泵、液氧系统、散热器、循环水泵;

[0008] 所述燃料电池模块、热交换器1#、温度调节器、热交换器2#、水箱1#连接成一级热循环回路;燃料电池模块的水路出口通过管路与热交换器1#热介质入口连接,热交换器1#

热介质出口与温度调节器入口通过管路连接,温度调节器低温出口与水箱1#的入口通过管路连接,水箱1#的出口与燃料电池模块的水路入口通过管路连接;温度调节器高温出口与热交换器2#热介质入口通过管路连接,换热器2#热介质出口与水箱1#的入口通过管路连接;

[0009] 所述一级热循环回路为 $n$ 个; $n \geq 2$ , $n$ 为整数;所述 $n$ 个一级热循环回路中的热交换器1#、水箱2#、调速水泵和液氧系统依次串联形成二级热循环回路I;第一个热交换器1#的冷介质出口与第二个热交换器1#的冷介质入口连接,最后一个热交换器1#的冷介质出口与水箱2#的入口通过管路连接,水箱2#的出口与调速水泵的入口通过管路连接,调速水泵的出口与液氧系统的水路入口通过管路连接,液氧系统的水路出口与第一个换热器1#的冷介质入口通过管路连接;

[0010] 所述 $n$ 个一级热循环回路的热交换器2#、水箱3#、循环水泵、散热器依次串联形成二级热循环回路II;第一个热交换器2#冷介质出口与第二个热交换器2#的冷介质入口连接,最后一个热交换器2#的冷介质出口与水箱3#入口通过保温连接,水箱3#出口与循环水泵入口通过管路连接,循环水泵出口与散热器入口通过管路连接,散热器出口与第一个热交换器2#的冷介质入口通过管路连接;

[0011] 所述液氧系统氧气输出口输出的氧气分别进入 $n$ 个燃料电池模块;液氧汽化后的氧气为燃料电池模块工作提供氧化剂;燃料电池模块工作产生的热量使一级热循环回路的水温升高,热交换器被加热,热交换器中的循环水进入液氧系统,为液氧系统内液氧的汽化提供热量。

[0012] 温度调节器相当于两位三通开关,有三个接口,分别为入口、低温出口和高温出口。燃料电池的工作温度是 $60^{\circ}\text{C}$ ,当温度低于 $60^{\circ}\text{C}$ 时,温度调节器入口与低温出口接通,高温出口关闭;当温度 $>60^{\circ}\text{C}$ 后,温度调节器入口与高温出口连同,低温出口关闭。根据系统一级热循环水温的不同,一级热循环管路的连同位置也不同,所以出现了描述内容中的连接顺序。多个模块联用的热管理方法包含两个二级热循环回路。即二级热循环回路I和二级热循环回路II,燃料电池的热量可以通过二级热循环回路I提供给液氧系统汽化氧气,然而热量过多,多余的热量需要通过二级热循环回路II散掉。

[0013] 所述液氧系统内的液氧汽化后由燃料电池的氧气入口进入燃料电池模块,为燃料电池模块的工作提供氧化剂;燃料电池模块工作产生的热量使一级循环管路的水温升高,热交换器被加热,启动调速水泵,热交换器中的循环水通过调速水泵进入液氧系统,为液氧系统内液氧的汽化提供热量。

[0014] 基于以上技术方案,优选的,所述系统还包括缓冲罐和减压器,所述液氧系统汽化后的氧气先经过缓冲罐后经减压器减压后再进入燃料电池模块。

[0015] 基于以上技术方案,优选的,所述管路为保温水管。

[0016] 本发明还提供了一种依靠燃料电池热量作为液氧汽化动力的多燃料电池模块系统的热管理方法,使用上述的系统:

[0017] (1) 燃料电池启动初期,通过液氧自身的蒸发气实现至少一个燃料电池启动的低功率运行;

[0018] (2) 燃料电池低功率运行产生的热量使一级热循环管路的水温升高,进而使热交换器被加热;

[0019] (3) 启动二级循环回路中的调速水泵,将一级循环回路中的热量传递至二级循环回路中加热液氧系统;

[0020] (4) 被加热的液氧系统释放氧气,通过调速水泵实现液氧气化速度和燃料电池氧气需求量的匹配;

[0021] (5) 燃料电池停车,关闭调速水泵。

[0022] 质子交换膜燃料电池利用氢气和氧气的化学反应发电,液氧具有超高的能量密度,是燃料电池氧气供给的绝佳选择,尤其适用于储能较大的燃料电池系统。燃料电池系统是利用燃料电池工作过程中产生的热量作为液氧汽化所需的动力;利用燃料电池工作过程中产生的热量作为液氧汽化所需的动力,是将液氧系统置于燃料电池的二级热循环回路中;液氧系统置于燃料电池二级热循环回路中,可根据燃料电池所需氧气量的变化实时改变对液氧系统的热量供应;液氧系统置于燃料电池二级热循环回路中,尤其适用于以液氧为氧化剂的多燃料电池模块并联的燃料电池系统热管理;实时改变对液氧系统的热量供应是通过调速循环泵增减流量或启动停止来控制的。

[0023] 有益效果

[0024] (1) 本发明将液氧系统置于燃料电池二级热循环回路中,利用热交换器将燃料电池一级热循环回路中的热量传输到二级热循环回路中,此种方法可不影响燃料电池自身的热管理控制。

[0025] (2) 利用调速循环泵实现二级循环的水流量变化,继而实现液氧汽化所需的热量变化。

[0026] (3) 根据燃料电池变工况所需的氧气变流量供应,通过氧气缓冲罐的压力传感器实时采集燃料电池入口端氧气压力变化,控制调速循环泵的工作电流以及启停动作,实现液氧系统与燃料电池的紧密配合。

[0027] (4) 对于多燃料电池模块并联的燃料电池系统,将每个燃料电池模块的二级热循环与液氧系统串连,可实现单液氧系统与多燃料电池模块联动,多个燃料电池模块可根据需要同时启动或间歇启动。

[0028] (5) 本发明能量利用率高,特别适用于航天、航海等领域;安全性高,整个热量传输过程,全部凭借水载体,具有较高安全性;集成度高,由于将液氧系统和燃料电池系统的热管理回路合并,集成度较高;可靠性高,热管理采用热交换器和温度调节器,全部是机械结构,较比电加热具有更高的可靠性。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明多燃料电池模块与液氧系统联动的热管理示意图。

## 具体实施方式

[0030] 下面将结合附图实施例对本发明作进一步说明。

[0031] 实施例

[0032] 图1中表示的是多燃料电池模块与液氧系统联动的热管理系统,以三个燃料电池模块为例,但不仅局限于三个。

[0033] 图中第一个燃料电池模块的水路出口通过保温管路与热交换器1#热介质入口连

接,热交换器1#热介质出口与温度调节器入口通过保温管路连接,温度调节器低温出口与水箱1#的入口通过保温管路连接,水箱1#的出口与燃料电池模块的水路入口通过保温管路连接,温度调节器高温出口与热交换器2#热介质入口通过保温管路连接,换热器2#热介质出口与水箱1#的入口通过保温管路连接,以上组成一个一级热循环回路。

[0034] 本发明包括3个一级热循环回路,第一个一级热循环回路中的热交换器1#的冷介质出口与第二个一级热循环回路中的热交换器1#的冷介质入口连通,第二个一级热循环回路中的热交换器1#的冷介质出口与第三个一级热循环回路中的热交换器1#的冷介质入口连通,,第三个一级热循环回路中的热交换器1#的冷介质出口与水箱2#的入口通过保温管路连接,水箱2#的出口与调速水泵的入口通过保温管路连接,调速水泵的出口与液氧系统的水路入口通过保温管路连接,液氧系统的水路出口与第一个换热器1#的冷介质入口通过保温管路连接,上述的连接组成二级热循环回路I,级热循环回路I用于为液氧汽化。

[0035] 3个一级热循环回路的热交换器2#冷介质出入口通过保温管路依次串联后,第一个一级热循环回路中的热交换器2#的冷介质出口与第二个一级热循环回路中的热交换器2#的冷介质入口连通,第二个一级热循环回路中的热交换器2#的冷介质出口与第三个一级热循环回路中的热交换器2#的冷介质入口连通,第三个一级热循环回路中的热交换器2#的冷介质出口与水箱3#入口通过保温管路连接,水箱3#出口与循环水泵入口通过保温管路连接,循环水泵出口与散热器入口通过保温管路连接,散热器出口与第一个热交换器2#的冷介质入口通过保温管路连接,组成二级热循环回路II用于处理系统中多余的热量。

[0036] 燃料电池启动初期,液氧自身的蒸发气,通过氧气缓冲罐缓冲后经减压器减压进入单个或多个燃料电池模块,实现单个或多个燃料电池启动;燃料电池启动后继续利用液氧蒸发气进行低功率运行,产生的热量使一级热循环管路的水温升高,进而使热交换器1#和2#被加热;启动二级循环回路中的调速水泵,将一级循环回路中的热量传递至二级循环回路中加热液氧系统;被加热的液氧系统释放氧气,通过调速水泵实现液氧气化速度和燃料电池氧气需求量的匹配;当3各一级热循环中的任一水温 $>60^{\circ}\text{C}$ 后,启动循环水泵,将整个系统中的多余热量通过散热器散掉;当系统需要停车时,关闭调速水泵,停止向液氧系统的热量供应,热惯性产生的多余氧气存放于缓冲罐内。

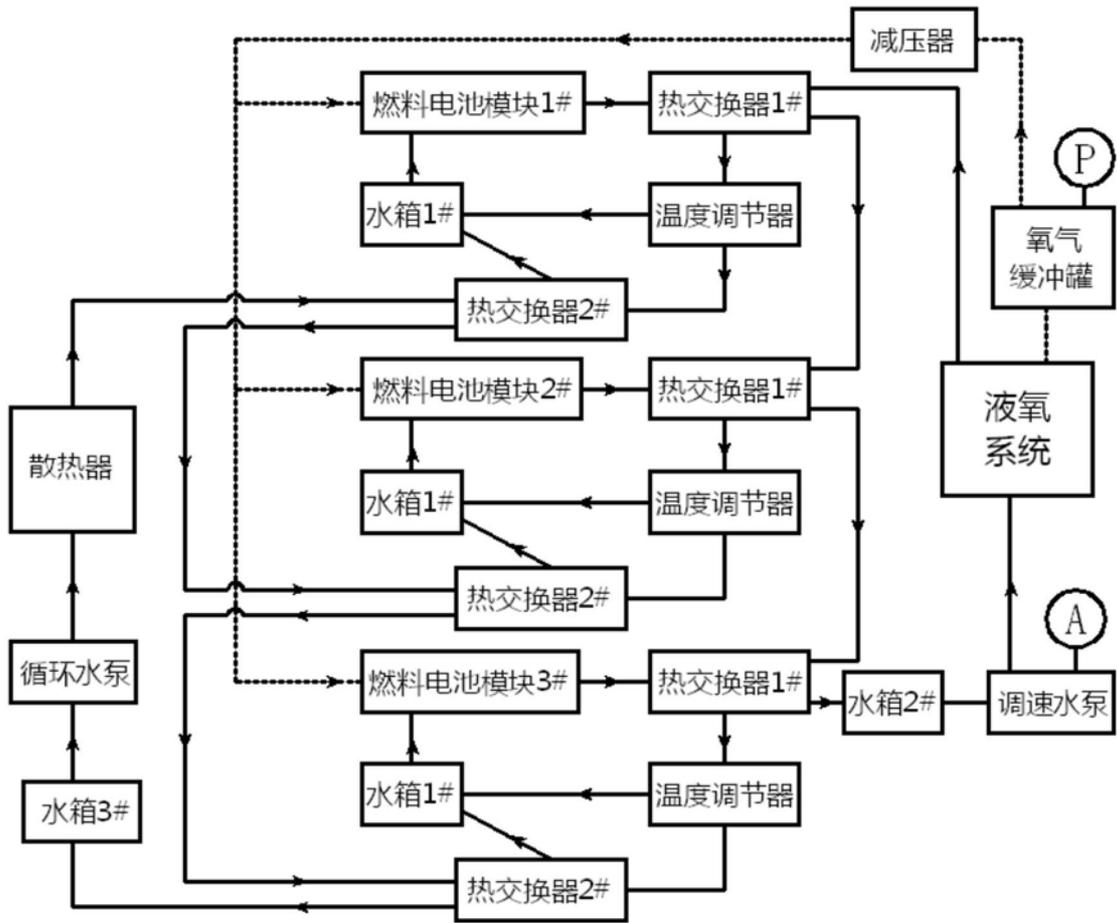


图1