



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108123162 A

(43)申请公布日 2018.06.05

(21)申请号 201611056763.3

(22)申请日 2016.11.26

(71)申请人 中国科学院大连化学物理研究所  
地址 116023 辽宁省大连市中山路457号

(72)发明人 陶铁男 周利 邵志刚

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 马驰

(51)Int.Cl.

H01M 8/22(2006.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04089(2016.01)

H01M 8/04225(2016.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统

(57)摘要

本发明涉及一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统,特别是质子交换膜燃料电池发电系统,包括质子交换膜燃料电池模块、液氢储罐、缓冲罐、水箱、热交换器、控制阀、散热器、循环水泵、循环水管路、以及监控单元和控制模块。以燃料电池自身热量为液氢储罐提供热源实现液氢气化,进而为燃料电池提供气态氢作为燃料。本发明与传统的高压气瓶储氢、金属储氢等方式相比,具有储氢量大、重量轻、体积小、工作压力低、安全可靠、燃料加注速度快、燃料加注方式简单等优点,尤其适用于有长航时需求的燃料电池发电系统。

1. 一种以液氢为燃料的燃料电池发电装置,包括燃料电池、氢气供给系统和热管理系统,氢气供给系统包括液氢储罐、缓冲罐、控制阀及氢气管路,液氢储罐内的液氢经气化后进入缓冲罐,通过氢气管路再由控制阀控制流量与压力由燃料电池氢气入口进入到燃料电池,为燃料电池工作提供燃料;

热管理系统,是将燃料电池自身产生的热量通过循环水输入至液氢储罐,为液氢气化提供热源,包括带水加热管路的液氢储罐(1)、水箱(9),水箱(9)通过循环水管路经循环水泵(6)与液氢储罐(1)的加热水入口相连,液氢储罐(1)的加热水出口与水箱(9)相连;水箱(9)内设有热交换器,质子交换膜燃料电池(7)的水出口通过管路与热交换器水入口相连,热交换器水出口经散热器与质子交换膜燃料电池(1)的水入口相连。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:液氢储罐(1)的水加热管路缠绕于储罐外壁面上或外壁面内或储罐内。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:热交换器为置于水箱(9)内的换热管。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:热循环水从燃料电池流出,经热交换器将水箱内的水加热,流经散热器后流回燃料电池;循环水泵将水箱内的水循环经过液氢储罐,水箱内的监控单元监视温度由控制模块调节循环水泵输出水流量,监控单元为一温度传感器,控制模块为一温度控制器,循环水泵和温度传感器均与温度控制器电连接。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:缓冲罐要求能够承受与液氢储罐一样的内压,用于存储气化后的氢气,满足燃料电池工作需要;所述的水箱是液氢储罐气化过程所需热循环水的水源,要求具有一定的容积,容积大小根据液氢气化所需热量具体而定,为避免热量损失,该水箱应做保温处理;

所述的热交换器,将燃料电池内循环与液氢系统所需循环水分隔,通过热交换器,将燃料电池排出的热量传递到水箱内;

所述的循环水泵,为循环水流经液氢储罐提供动力来源,要求水泵具有转速可调功能,进而调节水流量大小;

所述的循环水管路,是液氢储罐所需的热水循环管路,要求具有一定的保温性。

## 一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统,特别涉及以液氢为燃料的质子交换膜燃料电池发电系统。

### 背景技术

[0002] 燃料电池与传统意义的电池不同,它是一种将储存在燃料和氧化剂中的化学能通过电化学反应转化为电能的高效发电装置。与传统的内燃机不同,它虽然同内燃机一样需要燃料和氧化剂,但不需要经过燃烧,可在低温条件下完成化学反应实现发电功能。燃料电池有很多类型,按照电解质不同可分为碱性燃料电池、质子交换膜燃料电池、磷酸燃料电池、熔融碳酸盐燃料电池和固体氧化物燃料电池等。其中,质子交换膜燃料电池与其他类型燃料电池相比,具有高功率密度、高能量转换效率、低温启动和运行、低噪音、无污染等优点,因此,在交通、军事、清洁能源等领域中有着广泛的应用。

[0003] 质子交换膜燃料电池以氢气为燃料,以氧气为氧化剂。传统的储氢方式以高压气态储氢和金属储氢为主。高压气态储氢,通过压缩气态氢气,存于高压气瓶内,受压力限制,储氢量有限(重量百分比可达10%),且高压带来的安全隐患不容忽视,高压、易爆带来的安全隐患不容忽视。且高压氢气加注速度极慢,需要增压设备等一系列的外部保障方可实现。金属储氢方式则利用金属储氢材料储存氢气,储存量有限且储氢材料过于沉重(重量百分比仅达2%),在对燃料电池系统重量和体积有要求的条件下无法使用。液氢作为一种新型的燃料电池供氢方式,具有体积小、压力低、加注速度快、储氢量大等优点,等体积或等重量的储氢系统,液氢有着绝对的储氢量优势(重量百分比可达20%)。尤其适用于质子交换膜燃料电池发电系统。

[0004] 然而,液态氢不能直接用于燃料电池发电,需要将液态氢气化后使用,气化过程需要外环境提供热量。而燃料电池的工作过程是一个发热过程,需要将自身产生的热量排出,正好可以将此部分热量提供给液氢系统实现其气化过程。液氢系统与质子交换膜燃料电池系统之间有着绝对的互补优势,因此,以液氢为燃料的质子交换膜燃料电池发电系统可以具有高集成度、高效率、高比能量输出等诸多优点。

### 发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统,以燃料电池自身多余热量作为液氢气化的热源。通过水箱、热交换器、循环水泵、缓冲罐等内的控制元件将液氢系统的气化速度控制在燃料电池工作所需氢气量的范围之内。

[0006] 实现本发明目的的技术方案是:一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统,包括燃料电池模块,控制阀件,缓冲罐,液氢储罐,循环水管路,循环水泵,监控单元,热交换器,水箱,散热器,氧气供应系统。液氢系统的热管理以水为介质,通过热交换器与燃料电池模块进行热交换。燃料电池模块自带水循环系统,称之为内循环,为液氢提供热量的水循环称之为外循环,以下同。内循环与外循环相对独立,操作压力可以不同,且不会污染电池。当燃料

电池模块处于启动准备状态时,循环水泵工作,将常温水带入液氢储罐,此过程可气化少量氢气,氢气存入缓冲罐内,达到所需压力后可进行燃料电池启动过程。随燃料电池运行,水箱内的水温逐渐升高,随之,液氢储罐内的液氢气化速度加快,进入缓冲罐内的氢气量逐渐增多,待燃料电池模块达到恒定工作温度范围内,水箱内的温度也随之达到热平衡,此时可根据水箱内部的监控单元监控温度,通过控制模块调节循环水泵电流,可控制水流量变化,实现液氢气化速度可控。缓冲罐内置压力监测单元,与水箱内的温度监测单元,共同调节水泵电流,进而实现燃料电池变工况等相关动作。当燃料电池准备停车时,将循环水泵关闭,停止热量供给后,液氢储罐气化氢气速度将大大减弱,遂通过缓冲罐实现燃料电池停车处理。水箱和循环水管路可做保温处理,以免热量散失严重,导致液氢气化速度降低。缓冲罐需能承受一定内部压力,最大压力需等同于液氢储罐的内部压力,需要有一定的容积,容积大小需根据燃料电池模块的具体参数而定。

[0007] 本发明的工作原理是:充分利用燃料电池的自身特点,利用自身生成热,为液氢气化提供热量,液氢气化后的氢气,又作为燃料电池工作的燃料,保证燃料电池连续工作同时又产生了热量,二者相辅相成互为补充。

[0008] 本发明与现有技术相比,其显著优点是:

[0009] 1. 能量密度高,同体积与重量的燃料电池发电系统,本发明可持续发电更久。

[0010] 2. 系统集成度高,结构接凑,相比高压储氢、金属储氢等其它供氢方式,体积更小,重量更轻。

[0011] 3. 与高压储氢瓶(35-70MPa)相比,工作压力低,基本在1MPa以内,更安全。

[0012] 4. 能量利用率高,燃料电池产生的热量有相当一部分提供给液氢作为气化热源,实现热量耦合。

[0013] 5. 本发明所用管路、管件及减压器等零部件均为低压产品,成本低,可靠性高。

[0014] 6. 燃料加注速度快、加注方式简单。

## 附图说明

[0015] 图1是以液氢为燃料的燃料电池系统实施例1流程示意图。

[0016] 图2是以液氢为燃料的燃料电池系统实施例2流程示意图。

## 具体实施方式:

[0017] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。

[0018] 实施例1:

[0019] 一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统实施例1流程示意图如图1所示:本流程适用于静态排水技术的质子交换膜燃料电池系统。该实施例主要考虑到燃料电池静态排水技术的自身特点,将燃料电池自身热管理和液氢系统热管理分隔开来,利用热交换器实现热能的过度。

[0020] 结合图1,本发明是由燃料电池模块1,控制阀件2(如:电磁阀),缓冲罐3,液氢储罐4,循环水管路5,循环水泵6,监控单元7,热交换器8,水箱9,散热器10,氧气供应系统11组成。

[0021] 燃料电池模块1、热交换器8和散热器10构成了燃料电池模块自身热管理的回路。

水箱9、循环水泵6、循环水管路和液氢储罐4构成了液氢系统的热管理回路。二者通过热交换器8在水箱9内由介质水完成热量交换。具体实施步骤如下：

[0022] 1. 当燃料电池处于启动准备状态时，循环水泵6工作，将水箱9内的水循环通过液氢储罐4，此时水温接近室温，可为液氢储罐4内的液氢提供少量热能，气化产生少量氢气，该部分氢气进入缓冲罐3后积蓄压力，待压力达到要求时即可启动燃料电池，作为燃料电池初始低功率工作的燃料。

[0023] 2. 燃料电池启动后，随着时间的推移，自身温度将不断升高，这就使在水箱9内的热交换过程越发的激烈，促使液氢气化出更多的氢气，可供燃料电池进行发电。待燃料电池温度通过自身热管理模块控制恒定在60℃左右时，水箱9内也逐渐接近恒温。

[0024] 3. 当燃料电池变工况工作时，需求不同流量的氢气，而此时水箱9内的水温已接近恒温，此条件下，可通过控制循环水泵6电流实现水流量变化，继而实现供给给液氢系统的热量发生变化，最终实现产生氢气量的变化。

[0025] 实施例2：

[0026] 一种以液氢为燃料的燃料电池发电系统实施例2流程示意图如图2所示：本流程适用于动态排水技术的质子交换膜燃料电池系统。考虑燃料电池动态排水技术的自身特点，将燃料电池自身热管理水路与液氢系统热管理水路相结合，系统将省略掉实施例1中的热交换器8，且所有水循环管路皆为常压管路，系统更加简单。具体实施步骤如下：

[0027] 结合图2，本发明是由燃料电池模块1，控制阀件2（如：电磁阀），缓冲罐3，液氢储罐4，循环水管路5，循环水泵6，监控单元7，水箱9，散热器10，氧气供应系统11组成。

[0028] 与实施例1不同，如图2所示：该流程图没有了热交换器，燃料电池模块1和液氢储罐4共用一套水路循环。具体操作步骤与实施例1相同。

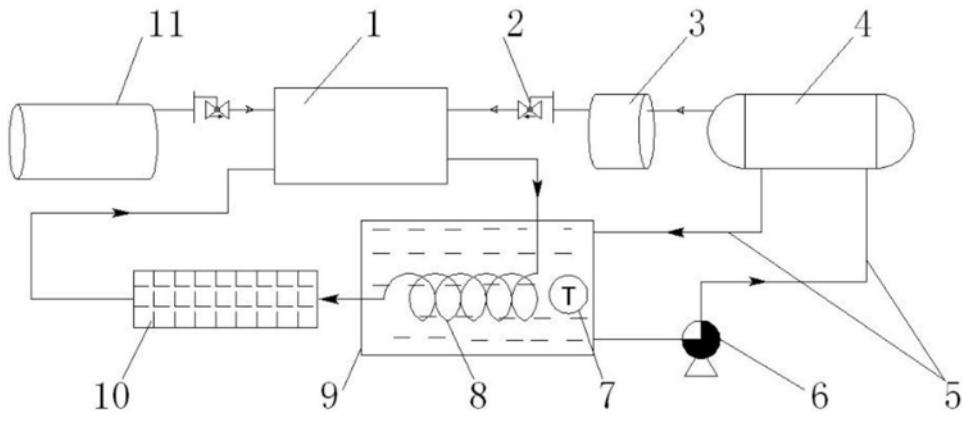


图1

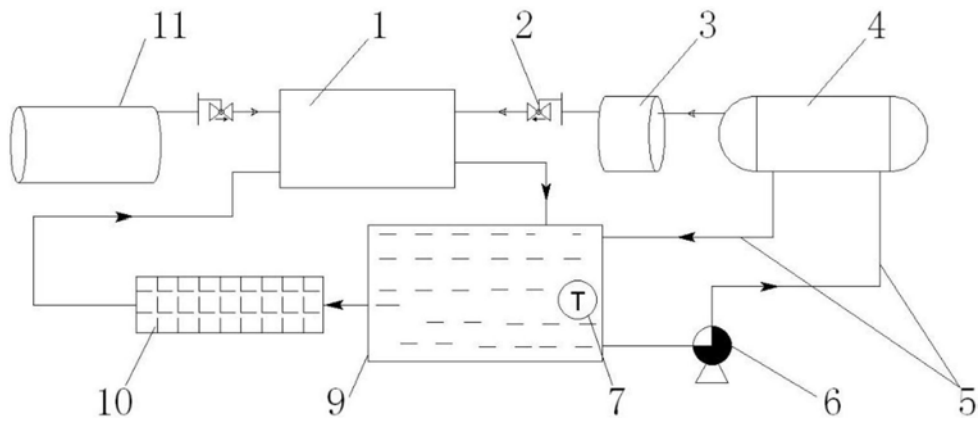


图2