



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109686997 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201811622793.5

H01M 8/04223(2016.01)

(22)申请日 2018.12.28

H01M 8/1011(2016.01)

(71)申请人 中科军联(张家港)新能源科技有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市金港镇德积工业开发区天霸路1号中科军联(张家港)新能源科技有限公司

(72)发明人 胡华冲 汪晔 魏伟 孙公权 李山

(74)专利代理机构 无锡中瑞知识产权代理有限公司 32259

代理人 王道林

(51)Int.Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04186(2016.01)

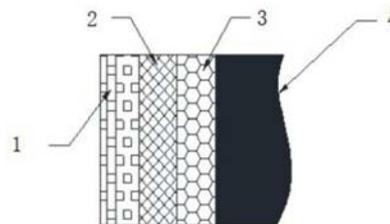
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法

(57)摘要

本发明公开了一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,按照燃料电池的低温贮存和控制燃料电池阴极散热器温度步骤进行:燃料电池的阴极散热器上设临界温度控制装置,燃料电池在-40℃低温环境中运行时,控制散热器在工作时温度不低于25℃~35℃的临界温度。本发明的优点是燃料电池贮存和运行是均在保温装置内,保温装置由柔性保温材料和自发热相变复合保温材料制作,避免燃料电池在-40℃下长时间贮存后内部液体发生凝固,正常启动后可在低温工作时正常通风;临界温度控制装置对燃料电池阴极散热器的温度进行控制保证散热器中部的温度不低于临界温度,维持正常水热管理,保证阴极气路通畅和水分的正常回收,操作便捷,技能要求低。



1. 一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于,按照如下步骤进行:

步骤一燃料电池的保温:

将燃料电池置于保温装置内,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下长时间贮存时内部溶液不发生凝固;

步骤二控制燃料电池阴极散热器的温度:

燃料电池运行时仍置于保温装置内,在燃料电池的阴极散热器上设置临界温度控制装置,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境中运行时,控制散热器温度不低于临界温度,避免阴极内部水分过分冷却发生凝固导致气路堵塞,所述临界温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

2. 根据权利要求1所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述步骤一中的保温装置为贮存燃料电池的封闭腔体,所述封闭腔体包括由外到内依次设置的包装层、第一保温层和第二保温层,所述封闭腔体上设有可开关的通气窗口。

3. 根据权利要求2所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述第一保温层的厚度为 $3.5\text{mm}\sim 4.5\text{mm}$ ,第一保温层由柔性保温材料制作,所述柔性保温材料的热导系数为 $0.040\sim 0.045\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

4. 根据权利要求2或3所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述第二保温层由自发热相变复合保温材料制作,所述自发热相变复合保温材料包括相变材料、铁粉、吸水材料、活性炭、萤石;所述相变材料的用量为 $0.25\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 5\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ,相变温度为 $2\sim 10^{\circ}\text{C}$ ;铁粉的用量为 $0.1\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 4\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;吸水材料的用量为 $0.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 2\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;活性炭的用量为 $0.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 5\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;萤石的用量为 $0.03\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 3\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石分别由憎水性膜热封成型或相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水混合后由憎水性膜热封成型。

5. 根据权利要求1所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述步骤二中临界温度控制装置包括温度检测装置,所述温度检测装置设在阴极散热器中部。

6. 根据权利要求5所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述步骤二中临界温度控制装置还包括加热装置,所述加热装置设于第二保温层内侧。

7. 根据权利要求6所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述加热装置设在第二保温层与阴极散热器的相对位置上。

8. 根据权利要求5所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述步骤二中临界温度控制装置还包括纯甲醇输液泵,当阴极散热器温度低于临界温度时,增大纯甲醇输液泵功率,使甲醇水溶液浓度增大,提高电堆温度。

9. 根据权利要求5所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述步骤二中临界温度控制装置还包括阳极甲醇水溶液进料泵控制电路,当阴极散热器温度低于临界温度时,增大甲醇水溶液进料泵功率,增大甲醇水溶液进料,提高电堆温度。

10. 根据权利要求6至9中任意项所述一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特征在于:所述步骤二中临界温度控制装置还包括风扇控制电路,所述风扇控制电路连接温度检测装置、风扇,所述风扇控制电路设置风扇启停的临界温度或转速。

## 一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于燃料电池领域,尤其涉及一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法。

### 背景技术

[0002] 直接甲醇燃料电池系统是将甲醇燃料的化学能直接转变为电能的一种电化学反应装置。甲醇在阳极催化剂的作用下氧化生成二氧化碳,并释放出电子和质子,其中质子经电解质膜传导至阴极区,电子则通过外路做功放电,并传递至阴极区,在阴极区电子和质子与氧气在阴极电催化剂的作用下发生电化学反应,并生成水。直接甲醇燃料电池属于液体燃料电池,其中阳极燃料不能直接使用甲醇进行发电,需将其稀释至一定浓度后才可进入电堆使用,因此甲醇燃料电池系统电堆及内部流道中含有大量水分。

[0003] 直接甲醇燃料电池系统在常温常压环境下其最佳工作温度在 $60^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间,启动时间约 $10\text{min}\sim 15\text{min}$ ,至电堆温度达到 $60^{\circ}\text{C}$ 以上时才能进入最佳供电状态。当温度过低时,系统内部热量散失快,难以保证最佳的工作温度,导致电堆电压大幅度下降,利用率低或无法正常工作。目前直接甲醇燃料电池系统低温贮存温度通常最低为 $1^{\circ}\text{C}$ ,当其在经过 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境长时间贮存后,系统内部溶液中的大量水分极易发生凝固,导致系统启动困难,甚至凝固后会损坏电堆中的关键组件,使系统失效。此外当系统在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境启动后工作时,由于产品启动温度低,升温跨度大,系统中的液体在贮存时发生凝固,热量损失快,水热管理功能维持困难,温度持续降低将会导致水热管理失衡,直至系统停机或故障报警。

[0004] 现有技术中,针对直接甲醇燃料电池的低温工作,大部分研究着重于甲醇燃料电池系统的低温启动性能,研究方向多是系统的内部改进,主要包括两大方向:一方面,开发新型燃料介质,将其添加至直接甲醇燃料电池系统的燃料中,降低混合溶液的冰点,防止内部液体发生凝固(美国Odgaard专利2010/0310954);例如通过添加冰点抑制剂可以避免甲醇溶液在低温 $-40^{\circ}\text{C}$ 下发生凝固,目前该技术的操作方法是在低温贮存前预先加入冰点抑制剂,但所使用的冰点抑制剂在燃料中均会参与反应,影响系统性能,所以在低温贮存后,使用常规缓冲溶液替换掉系统中带冰点抑制剂的溶液,并用惰性气体清洗,才能进行系统启动,否则会对系统性能产生不可恢复的影响,该方法操作复杂,使用要求严格,难以满足大批量或紧急状况下使用;另一方面,进行直接甲醇燃料电池系统的热管理优化,在系统内部集成加热装置,对流体进行预热,使其在低温启动时快速提升电堆温度,该技术的主要路线是将加热装置集成在热管理模块中,通过电控调节,在启动时对燃料进行加热,实现快速升温启动,同时运行过程中对反应后流体的热量进行回收利用,提高运行效率,该技术增加了部分装置,提高了产品成本,可以实现低温快速启动,但仅适用于 $-10^{\circ}\text{C}$ 较低温度贮存后的情况,不能解决直接甲醇燃料电池系统在 $-40^{\circ}\text{C}$ 下长时间贮存后内部液体凝固的现象。

### 发明内容

[0005] 为克服现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种燃料电池低温环境水热平衡

管理方法,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下长时间贮存后内部溶液不发生凝固,在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境中正常启动运行时能够维持稳定的水热平衡,持续对外输出供电。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特点是按照如下步骤进行:

[0008] 步骤一燃料电池的保温:

[0009] 将燃料电池置于保温装置内,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下长时间贮存时内部溶液不发生凝固;

[0010] 步骤二控制燃料电池阴极散热器的温度:

[0011] 燃料电池运行时仍置于保温装置内,在燃料电池的阴极散热器上设置临界温度控制装置,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境中运行时,控制散热器温度不低于临界温度,避免阴极内部水分过分冷却发生凝固导致气路堵塞,所述临界温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

[0012] 进一步的,所述步骤一中的保温装置为贮存燃料电池的封闭腔体,所述封闭腔体包括由外到内依次设置的包装层、第一保温层和第二保温层,所述封闭腔体上设有可开关的通气窗口。

[0013] 进一步的,所述第一保温层的厚度为 $3.5\text{mm}\sim 4.5\text{mm}$ ,第一保温层由低热导的柔性保温材料制作,所述柔性保温材料的热导系数为 $0.040\sim 0.045\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

[0014] 进一步的,所述第二保温层由自发热相变复合保温材料制作,所述自发热相变复合保温材料包括相变材料、铁粉、吸水材料、活性炭、萤石;所述相变材料的用量为 $0.25\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 5\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ,相变温度为 $2\sim 10^{\circ}\text{C}$ ;铁粉的用量为 $0.1\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 4\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;吸水材料的用量为 $0.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 2\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;活性炭的用量为 $0.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 5\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;萤石的用量为 $0.03\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 3\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;把相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水放在一起使用,由于相变材料储热量不高,铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水的反应生成的热量由相变材料吸收并贮存,在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下首先为保温装置提供热能并储存在相变材料内,待封闭腔室内的温度低于相变温度后相变材料释放热能;相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石的组合有两种方式,第一种是相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水分别由憎水性膜热封成型;第二种是将相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水混合后由憎水性膜热封成型。

[0015] 进一步的,所述步骤二中临界温度控制装置包括温度检测装置,所述温度检测装置设在阴极散热器中部。

[0016] 进一步的,所述步骤二中临界温度控制装置还包括加热装置,所述加热装置设于第二保温层内侧,当阴极散热器温度低于临界温度时,开启加热装置,保持阴极处于临界温度以上,避免阴极内部水分过分冷却发生凝固导致气路堵塞;所述温度检测装置为K型热电偶或具有相同功能的热电偶、热电阻。

[0017] 进一步的,所述加热装置设在第二保温层与阴极散热器的相对位置上。

[0018] 进一步的,所述步骤二中临界温度控制装置还包括纯甲醇输液泵,当阴极散热器温度低于临界温度时,增大纯甲醇输液泵功率,使甲醇水溶液浓度增大,提高电堆温度。

[0019] 进一步的,所述步骤二中临界温度控制装置还包括阳极甲醇水溶液进料泵控制电路,当阴极散热器温度低于临界温度时,增大甲醇水溶液进料泵功率,增大甲醇水溶液进料,提高电堆温度。

[0020] 进一步的,所述步骤二中临界温度控制装置还包括风扇控制电路,所述风扇控制电路与温度检测装置和风扇连接,所述风扇控制电路设置风扇启停的临界温度或转速。

[0021] 与现有技术相比,本发明的优点是:燃料电池贮存和运行时均设在保温装置内,保温装置的蓄热保温功能采用低热导的柔性保温材料与相变材料相结合实现,相变材料的作用是在相变温度之上进行储能,存储铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水反应产生的热能或电堆内部散失的热量,利用其相变温度的稳定性,对系统在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温贮存时进行保温防护,利用相变材料的高热焓及相变时的恒温特性,使其在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下产品表面温度维持在相变材料的相变温度,避免燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 下长时间(10h左右)贮存后内部液体发生凝固,因此可以使燃料电池在此工况下贮存后正常启动,同时保温装置具有通气窗口,实现低温工作时的正常通风;相比使用新型燃料介质、增加加热装置和管理系统两种方法来说,该发明不仅能够实现 $-40^{\circ}\text{C}$ 长时间贮存,保证产品正常启动,同时还不改变原系统的任何状态,简化了系统构成,使用时操作快速便捷;增加临界温度控制装置对燃料电池阴极散热器的温度进行控制,在系统工作过程中,当阴极散热器温度过高或者需要回收水时,控制风扇制冷,进行水分回收;当检测到阴极散热器温度低于临界温度时,停止吹风或降低风扇转速,通过调节风扇的工作状态保证散热器中部的温度不低于临界温度,避免阴极散热器过冷而导致内部带水汽凝固发生堵塞,在不改变原系统的状况下,维持正常的水热管理,保证阴极气路通畅和水分的正常回收,与保温装置一起使系统可以在 $-40^{\circ}\text{C}$ 环境下正常工作,保证产品电堆温度稳定,水分回收正常,技能要求低,可满足低温运行需求。

## 附图说明

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0023] 图1是本发明保温装置结构示意图。

[0024] 图2是本发明风扇控制电路逻辑控制示意图。

[0025] 图中:1-包装层 2-第一保温层 3-第二保温层 4-燃料电池。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0027] 实施例1

[0028] 一种燃料电池低温环境水热平衡管理方法,其特点是按照如下步骤进行:

[0029] 步骤一燃料电池的保温:

[0030] 将燃料电池置于保温装置内,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下长时间贮存时内部溶液不发生凝固;

[0031] 步骤二控制燃料电池阴极散热器的温度:

[0032] 燃料电池运行时仍置于保温装置内,在燃料电池的阴极散热器上设置临界温度控制装置,燃料电池在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境中运行时,控制散热器温度不低于临界温度,避免阴极内部水分过分冷却发生凝固导致气路堵塞,临界温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

[0033] 步骤一中的保温装置为贮存燃料电池的封闭腔体,封闭腔体包括由外到内依次设置的包装层、第一保温层和第二保温层,封闭腔体上设有可开关的通气窗口。

[0034] 第一保温层的厚度为 $3.5\text{mm}\sim 4.5\text{mm}$ ,第一保温层由低热导的柔性保温材料制作,

热导系数为 $0.040\sim 0.045\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

[0035] 第二保温层由自发热相变复合保温材料制作,所述自发热相变复合保温材料包括相变材料、铁粉、吸水材料、活性炭、萤石;所述相变材料的用量为 $0.25\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 5\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ,相变温度为 $2\sim 10^{\circ}\text{C}$ ;铁粉的用量为 $0.1\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 4\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;吸水材料的用量为 $0.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 2\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;活性炭的用量为 $0.05\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 5\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;萤石的用量为 $0.03\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 3\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;把相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水放在一起使用,由于相变材料储热量不高,铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水的反应生成的热量由相变材料吸收并贮存,在 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温环境下首先为保温装置提供热能并储存在相变材料内,待封闭腔室内的温度低于相变温度后相变材料释放热能;相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石的组合有两种方式,第一种是相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水分别由憎水性膜热封成型;第二种是将相变材料与铁粉、吸水材料、活性炭、萤石和水混合后由憎水性膜热封成型。

[0036] 步骤二中临界温度控制装置包括温度检测装置和加热装置,温度检测装置设在阴极散热器中部,加热装置设于第二保温层内侧,当阴极散热器温度低于临界温度时,开启加热装置,保持阴极处于临界温度以上,避免阴极内部水分过分冷却发生凝固导致气路堵塞。加热装置可以设在第二保温层与阴极散热器的相对位置上。

[0037] 实施例2

[0038] 在本发明实施例1的基础上,在步骤二中临界温度控制装置还设置纯甲醇输液泵,当阴极散热器温度低于临界温度时,增大纯甲醇输液泵功率,使甲醇水溶液浓度增大,提高电堆温度。实际使用时实施例1中的加热装置和本实施例中的纯甲醇输送泵可择一使用。

[0039] 实施例3

[0040] 在本发明实施例1或实施例2的基础上,在步骤二中临界温度控制装置还设置阳极甲醇水溶液进料泵控制电路,当阴极散热器温度低于临界温度时,增大甲醇水溶液进料泵功率,增大甲醇水溶液进料,提高电堆温度。解决阴极散热器温度低于临界温度的问题可以择一选择解决方案。

[0041] 实施例4

[0042] 在本发明实施例1、实施例2、实施例3的基础上,在步骤二中临界温度控制装置还设置风扇控制电路,风扇控制电路与温度检测装置和风扇连接,所述风扇控制电路设置风扇启停的临界温度或转速。温度检测装置为K型热电偶或具有相同功能的热电偶、热电阻。

[0043] 多种组合方案一同作用保证阴极温度处于临界温度以上,避免阴极内部水分过分冷却发生凝固导致气路堵塞。

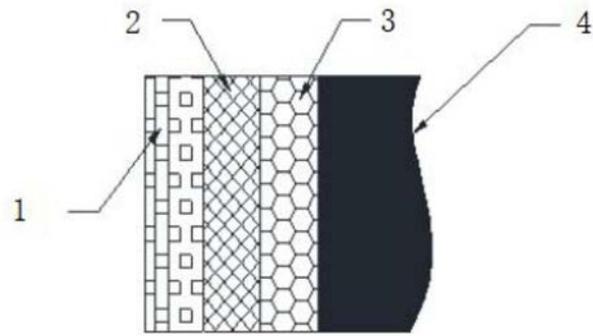


图1

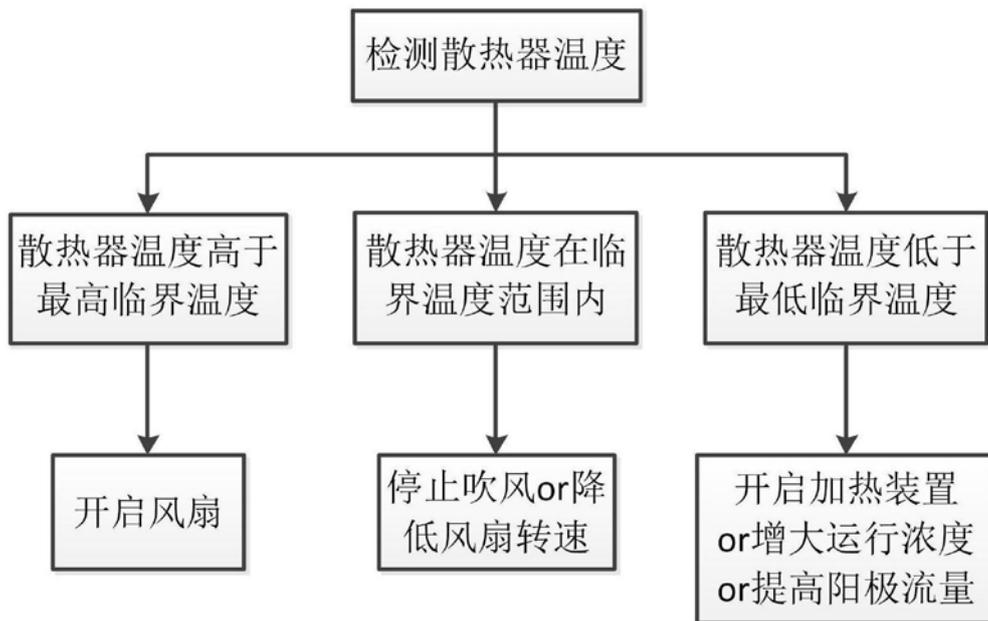


图2