



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104934619 A

(43) 申请公布日 2015.09.23

(21) 申请号 201510215700.7

(22) 申请日 2015.04.30

(71) 申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号西南交通大学

(72) 发明人 赵兴强 李艳昆 刘志祥 陈维荣
李奇 戴朝华 张雪霞

(74) 专利代理机构 成都弘毅天承知识产权代理
有限公司 51230

代理人 杨保刚 徐金琼

(51) Int. Cl.

H01M 8/04(2006.01)

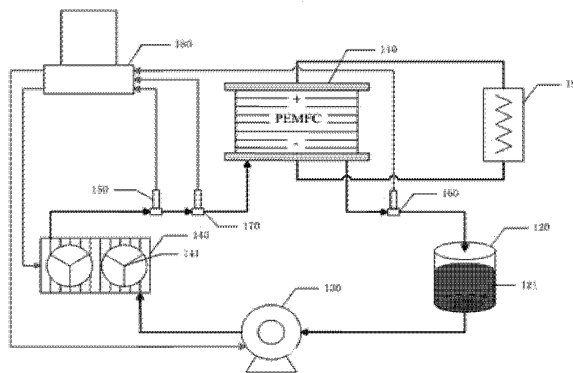
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供了一种简单有效的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统及其控制方法,热管理系统主要包括:电堆、带有加热装置的水箱、冷却水循环泵、散热器、冷却水入堆温度传感器、冷却水出堆温度传感器、冷却水入堆压力传感器、热管理系统的控制器。控制方法上,针对传统的控制策略跟踪温度的变化造成的滞后、超调量大、系统耦合等缺点,提出一种跟随压力变化的控制方法。其中,散热器主要用于控制电堆冷却水入口温度,主要是根据燃料电池电堆冷却水入口温度来控制散热风扇的转速;冷却水循环泵主要用于控制整个热管理系统中的冷却水流量,主要根据燃料电池电堆冷却水入口压力来控制循环泵的转速。



1. 一种简单有效的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统, 其特征在于: 包括电堆(110), 设置有加热装置的水箱(120), 冷却水循环泵(130), 散热器(140) 冷却水入堆温度传感器(150),

电堆(110) 的冷却水出口连接水箱(120) 入口, 水箱(120) 出口连接冷却水循环泵(130) 的入口, 冷却水循环泵(130) 的出口与散热器(140) 的冷却水入口, 散热器(140) 的冷却水出口连接电堆的冷却水入口,

还包括用于测量电堆(110) 入口与出口冷却水的温度的温度传感器(150, 160), 测量电堆入口冷却水的压力的压力传感器(170);

还包括热管理系统的控制器(180) 与温度传感器(150, 160)、压力传感器(170)、散热器(140)、冷却水循环泵(130) 连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种简单有效的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统的制方法,

1) 解耦, 以冷却水入口压力和空气入口压力差值的设定值为, 控制循环泵, 调节冷却水流速, 使冷却水入口压力随电堆空气入口压力的变化而变化; 以冷却水入口温度的设定值为目标值, 控制散热器风扇, 调节风量, 使冷却水入口温度满足设定值

2) 控制, 器风扇的旋转速度与电堆入口冷却水的温度成比例调节, 冷却水循环泵的旋转速度与电堆入口冷却水的压力成比例调节;

电堆入口冷却水温度高于阈值温度, 则散热器风扇转速将会加快, 使较高流量的冷空气经过散热器;

电堆入口冷却水温度低于阈值温度, 则散热器风扇转速减慢, 使较低流量对冷空气经过散热器;

电堆入口冷却水压力高于阈值压力, 则冷却水循环泵旋转将会减慢, 使较低流量的冷却水流入燃料电池电堆;

电堆入口冷却水压力低于阈值压力时, 则冷却水循环泵转速将会加快, 使较高流量的冷却水流入燃料电池电堆。

3. 根据权利要求 2 所述的一种简单有效的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统的制方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

1) 设置电堆冷却水入口温度阈值, 设置电堆冷却水入口压力阈值;

2) 测量电堆冷却水入口的压力和温度以及电堆出口温度; 通过所述的压力、温度传感器将电堆冷却水的压力、入口温度、出口温度转换为电信号, 传输给控制器;

3) 控制器运算处理; 所述控制器接收来自 2) 中的数据, 采用 PID 控制算法进行处理, 并将运算结果输出给所述散热器和冷却水循环泵;

4) 散热器工作; 所述散热器接收 3) 中的数据, 控制所述散热器风扇转速, 调节空气流量从而控制电堆冷却水入口温度;

5) 冷却水循环泵工作; 所述循环泵接收 3) 中的数据, 控制循环泵转速, 调节冷却水流量, 从而控制电堆冷却水入口压力。

4. 根据权利要求 3 所述的一种简单有效的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统的制方法, 其特征在于: 步骤 2) 中的电堆冷却水入口温度高于 / 低于温度阈值时, 上述步骤 3) 中所述的控制器给散热器高 / 低转速工作信号, 调节散热器风扇的转速升高 / 降低, 使高

/ 低流量的冷空气经过散热器,降低 / 升高所述电堆冷却水入口温度。

5. 根据权利要求 3 所述的一种简单有效的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统的制方法,其特征在于:在上述步骤 2)中电堆冷却水入口压力高于 / 低于压力阈值时,控制器给散热器低 / 高转速工作信号,调节冷却水循环泵转速降低 / 升高,使低 / 高流量的冷却水流过电堆,降低 / 升高电堆冷却水入口压力。

一种水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水冷型燃料电池电堆的热管理系统结构及其控制方法,具体是指一种为控制水冷型质子交换膜燃料电池电堆温度的简单有效的热管理系统以及控制方法。

背景技术

[0002] 燃料电池是一种将燃料的化学能直接转换为电能的发电装置,其中以质子交换膜燃料(PEMFC)电池运用最为广泛。PEMFC 具有高效、清洁、环境友好特点,可用于电动汽车、分布式发电站、航空、军工、民用等各个领域,具有十分广阔的应用的前景。

[0003] PEMFC 在发电过程中会产生与电能相当的热能,如果不能及时有效的排除产生的热能将会导致电堆温度升高,高温虽然能够提高电极反应,提高催化活性,但是过高的温度会导致质子交换膜干燥,降低膜的性能,从而降低 PEMFC 的输出特性和使用寿命,更进一步,如果温度失控,将会威胁系统以及工作人员的安全。因此对燃料电池的热管理系统及其控制方法的研究是及其重要的。

[0004] 传统的热管理系统结构如图 4 所示,主要由电堆 410、散热器 420、三通阀 430、冷却循环泵 440、分流阀 450、温度传感器 460、系统控制器 470、负载 480 组成。

[0005] 传统的热管理系统的工作原理是测定燃料电池电堆的出口的冷却水温度,如果冷却水温度超过设定的目标值,则打开三通阀散热器所在的通路。通过散热器温度降低的冷却水与直接流向三通阀温度几乎不变的冷却水混合后,形成温度适当的混合冷却水,在冷却水泵的带动下进入电堆,进入下一个循环。

[0006] 在传统的热管理技术中,为了保证进入电堆的冷却水具有一个合适的温度,需要精确控制三通阀与散热器风扇。即通过控制散热器风扇使温度较高的冷却水经过散热器后温度降低,同时通过控制三通阀使从散热器侧流动的温度较低的冷却水和从分流阀直接流向三通阀的冷却水按一定比例分配,充分混合。从而得到满足要求的冷却水。由于需要两种不同温度的冷却水混合,为了保证最终冷却水进堆温度适当,首先就要保证冷却水的混合比例是否恰当,其次是考虑温度混合的物理响应时间,否则将会导致冷却水难以保持适当的温度。

[0007] 中国专利 [CN 103872357A],提出了经过改善的结构简单的热管理系统,主要由具备 COD 整合的散热器;冷却泵、电堆以及温度传感器。

[0008] 其主要工作原理是测定从电堆排出的冷却水温度,根据温度运行加热器,再根据温度调节冷却水泵,使冷却水流入电堆。当冷却水温度低于目标温度时,加热器运行加热冷却水,同时调节冷却泵,以低转速驱动而使低流量冷却水流入电堆。当冷却水温度高于目标温度时,通过调节冷却水泵,以高转速驱动而使高流量的冷却水流入电堆。

[0009] 虽然相对于传统的热管理系统系统而言,该系统只需控制通过冷却泵的冷却水流量即可控制堆的温度而更加简单地实施燃料电池堆的热管理。但是不论是传统的系统还是改良的系统主要关注的对冷却水出堆温度的精确控制,而忽略的对冷却水进堆温度的精确控制;其次在热管理系统自动控制过程中散热器风扇和冷却水循环泵之间的控制存在耦合

现象,容易导致电堆温度,冷却水流速、风扇控制电压产生振荡,如图 5b 所示;然后高温的冷却水出电堆后直接进入散热器,当燃料电池输出功率发生改变的时,将会导致冷却水出电堆温度发生改变,这是就需要实时的改变风扇以及水泵控制电压,特别是输出功率发生大幅变化时,对控制精度要求更加明显,增加了散热器风扇的转速的不断振荡;最后,质子交换膜燃料电池对气路、水路之间的压力要求更加严格,传统的控制方法,没有考虑压力的因素,冷却水的压力不能良好控制,如图 5c 所示。本发明针对目前水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统存在不足,开发水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统及其控制方法。

[0010] 注:在冷却水循环过程中,通过调节循环水泵的转速控制电堆冷却水进出口的温差,调节散热器风扇转速控制电堆冷却水入口的温度值。在传统的温度控制方法中,需要设定好电堆冷却水入口温度与出口温度(或者出入口的温差),所以在调节过程中,风扇和水泵的调节极易出现耦合现象,延长调节时间。比如在电堆输出功率突然增大的情况下,系统先检测到电堆冷却水出口温度升高,那么需要调节冷却水泵的转速以满足设定的冷却水出口温度(或出入口的温差),但水流速增大的同时,散热器出口即电堆冷却水入口的温度也会随即提升,需要增大风扇转速用以降低冷却水入口温度达到设定值。而此时又引起了电堆冷却水出入口的温差的变化,所以这种传统的控制方式存在较强的耦合性。

发明内容

[0011] 本发明的目的主要是克服现有技术的不足,提供一种结构简单,更利于控制的水冷型质子交换膜燃料电池的热管理系统及其控制方法。

[0012] 为了实现上述目的本发明的采用的技术方案如下:

一种水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统,

所述的热管理系统如图 1 表示,主要组成结构为:电堆、水箱、冷却水循环泵、散热器、温度传感器、压力传感器、温度控制器、电子负载。所述的冷却水循环泵的入口通过管路与水箱的出口相连,循环泵的出口通过管路与散热器冷却水入口相连,散热器冷却水出口通过管路与电堆的冷却水入口相连,电堆冷却水出口通过管路与水箱入口相连;在电堆与散热器之间添加温度传感器与压力传感器,在电堆与水箱之间添加温度传感器。

[0013] 电堆,根据负载需求,给负载提供电能,并产生大约相同能量的热量。

[0014] 水箱,存储冷却水,同时缓冲进入散热器的冷却水温度,并在燃料电池启动阶段利用其中的加热装置给冷却水加热。

[0015] 冷却水循环泵,控制冷却水的流速。

[0016] 散热器,降低进入散热器的冷却水温度。

[0017] 温度传感器,测量电堆入口与出口冷却水的温度。

[0018] 压力传感器,测量电堆入口冷却水的压力。

[0019] 温度控制器,控制整个热管理系统正常运行。

[0020] 电子负载,消耗燃料电池产生的电能。

[0021] 一种水冷型质子交换膜燃料电池热管理控制方法,

对冷却水泵的控制是根据空气入口压力来确定,在冷却水入口压力和空气入口压力差值目标量固定的情况下,不再考虑电堆的温度;对散热器风扇的控制是根据冷却水入口温度来确定。冷却水泵与散热器风扇采用不同的控制依据,实现系统解耦。

[0022] 在燃料电池正常工作过程中,散热器风扇的旋转速度与电堆入口冷却水的温度成比例调节,冷却水循环泵的旋转速度与电堆入口冷却水的压力成比例调节。

[0023] 当所述的电堆入口冷却水温度高于温度阈值时,散热器风扇转速将会加快,使较高流量的冷空气经过散热器;当所述的电堆入口冷却水温度低于温度阈值时,散热器风扇转速减慢,使较低流量对冷空气经过散热器。

[0024] 当所述的电堆入口冷却水压力高于压力阈值时,冷却水循环泵旋转将会减慢,使较低流量的冷却水流入燃料电池电堆;当所述的电堆入口冷却水压力低于压力阈值时,冷却水循环泵转速将会加快,使较高流量的冷却水流入燃料电池电堆。

[0025] 本发明和现有技术相比具有以下优点:水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统,在减少了三通阀和分流阀,增加水箱和压力传感器的基础上优化系统结构。更加易于控制冷却水的温度同时增加压力控制,确保电堆内部极板的受力平衡,阻止冷却水中的乙二醇进入催化层,减少对催化层的毒化作用。又只需通过控制散热器风扇的转速就可控制冷却水的温度,通过控制冷却泵的冷却水流量就可控制冷却水的压力,使温度响应速度变快,超调量变小,系统不出现耦合现象,从而使整个热管理系统稳定与安全。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明实施例提供的一种的水冷型燃料电池热管理系统结构图

图 2 是本发明实施例提供的一种的水冷型质子交换膜燃料电池热管理系统的控制方法的流程图

图 3a-3c 是根据本发明的控制方法实施的燃料电池热管理系统操作曲线图

图 4 是传统的热管理系统结构图

图 5a-5c 是根据传统的热管理控制方法实施的燃料电池热管理系统操作曲线图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明更加容易理解,下面结合附图对本发明的水冷型质子交换膜燃料电池的热管理系统及其控制方法做进一步的阐述,但附图中的实施例不能够成对本发明的任何限制。

[0028] 如图 1 所示,本发明的实施例水冷型质子交换膜燃料电池的热管理系统主要包括以下几个主要部件:电堆 110、带有加热装置的水箱 120、冷却水循环泵 130、散热器 140、冷却水入堆温度传感器 150、冷却水出堆温度传感器 160、冷却水入堆压力传感器 170、热管理系统的控制器 180。

[0029] 电堆 110 主要作用是根据负载的需求给负载提供电能。在供电的同时产生大约与电能相等废热。

[0030] 水箱 120 主要作用是存储冷却水;其次是缓冲由于负载突然变换引起散热器的冷却水入口温度快速变化的趋势,减小散热器 140 的工作压力,减少散热器风扇 141 剧烈抖动从而保证进入电堆的冷却水温度精度更高;最后在水箱上加热装置 121 可以在燃料电池启动阶段可以快速的将冷却水加热理想的温度。

[0031] 冷却水循环泵 130 主要根据控制器的要求,转动叶轮,控制整个热管理的系统中冷却水的流量。

[0032] 散热器 140 主要根据控制器的要求转动风扇 141, 控制热交换过程中空气流量, 从而控制散热器冷却水出口温度(电堆冷却水入口温度)。

[0033] 温度传感器 150、160 和压力传感器 170 主要是采集燃料电池电堆冷却水进出口温度以及进口压力, 并转换为电压信号传输给控制器 180。

[0034] 热管理系统的控制器 180 的主要作用是, 设置控制目的的温度和压力; 接受传感器 150、160、170 传输过来的信号; 根据控制要求计算散热器风扇 141 以及循环水泵 130 的控制信号; 输出散热器风扇 141 以及循环水泵 130 的控制信号。

[0035] 电子负载 190 主要作用是消耗燃料电池产生的电能。

[0036] 本发明的热管理系统中主要控制对象为散热器的散热风扇 141 和冷却水循环泵 130。

[0037] 散热器 140 主要用于控制电堆冷却水入口温度, 主要是根据燃料电池电堆冷却水入口温度控制散热风扇 141 的转速。即在本实施例中, 当电堆冷却水入口温度高于目标值时, 为了降低温度, 散热风扇 141 转速将增大; 当电堆冷却水入口温度低于目标值时, 为了升高温度, 散热风扇 141 转速将减小。

[0038] 循环泵 130 主要用于控制整个热管理系统中的冷却水流量, 主要根据燃料电池电堆冷却水入口压力控制循环泵 130 的转速。也就是说, 在本实施例中, 当电堆入口冷却水压力低于压力阈值时, 为了增加压力, 冷却水的流量将在循环泵 130 的控制下增加, 循环泵转数加大; 当电堆入口冷却水压力高于压力阈值时, 为了减小压力, 冷却水的流量将在循环泵 130 的控制下降低, 循环泵转数减小。

[0039] 根据所述的燃料电池热管理系统, 其控制方法原理图 2 所示, 其实施步骤主要包括以下几个步骤:

设置控制目标值 210。燃料电池冷却水入口温度和压力的阈值, 可从燃料电池技术手册中获得, 也可以根据具体的实际情况设定。

[0040] 测量冷却水入口压力和温度以及出口温度 220。在电堆入口安装的温度传感器 150 和压力传感器 170 可以测量燃料电池冷却水入口温度和压力, 在电堆出口安装的温度传感器 160 可以测量燃料电池冷却水出口温度并且将其转换为电压信号, 传递给控制器 180。

[0041] 控制器运算处理 230。控制器 180 接收来自传感器的电信号, 根据 PID 控制方法运算处理, 并将运算结果输出给散热器 140 和冷却水循环泵 130。具体是, 电堆冷却水入口温度高于温度阈值值, 为了加快空气对流而降低温度, 给散热风扇 141 发送高转速工作信号; 电堆冷却水入口温度低于温度阈值时, 为了减小空气对流而升高温度, 给散热风扇 141 发送低转速工作信号; 电堆冷却水入口压力高于目标值, 为降低压力, 给循环泵 130 发送低转速工作信号, 电堆冷却水入口压力低于压力阈值, 为增加压力, 给循环泵 130 发送高转速工作信号。

[0042] 散热器工作 240。散热器 141 根据从控制器接收到的数据, 控制散热器风扇 141 转速, 调节空气流量。具体是, 接收到高转速信号, 散热风扇 141 工作在高转速工作状态, 空气对流加快, 冷却水与空气的热交换作用加强, 电堆冷却水入口温度快速降低; 接收低转速信号, 散热风扇 141 工作在低转速工作状态, 空气对流减缓, 电堆冷却水入口温度逐渐升高。

[0043] 冷却水循环泵工作 250。循环泵 130 根据从控制接收到的数据, 控制循环泵转速,

调节冷却水流量。具体是,接收到高转速信号,循环泵 130 以高转速工作,整个热管理系统中冷却水流量变大,电堆冷却水入口压力增加。接收到高转速信号,循环泵 130 以低转速工作,整个热管理系统中冷却水流量变小,电堆冷却水入口压力降低。

[0044] 在本实施例中,通过控制电子负载 190 抽取电流,控制燃料电池的工作状态。

[0045] 本实施例中热管理的结果如图 3 所示,相比于传统控制方法,本发明所述控制方法的调节时间大幅缩短。冷却水温度基本稳定在设定值,如图 3a 所示。在负载电流变化时冷却水流速能够迅速变化并且稳定,风扇控制电压也不会出现振荡现象,如图 3b 所示;冷却水的压力能够很好跟随空气压力变化,如图 3c 所示。

[0046] 根据本实施例的热管理系统,从结构上来讲更加简单,简化了传统热管理系统上的歧路,三通阀等结构,增加了水箱等装置。从功能上来讲在工作过程中的散热器冷却水入口温度的缓冲功能。从控制方法上来讲本发明解决了燃料电池温度控制工程中,传统的三通阀控制被水泵的比例调节控制所代替,其次解决了散热器与循环泵之间的控制耦合现象,最后考虑了燃料电池工作中对冷却水的压力的控制,大幅缩短了系统的调节时间。因此本发明中的热管理系统及其控制方法更为简单,对燃料电池系统而言更加安全。

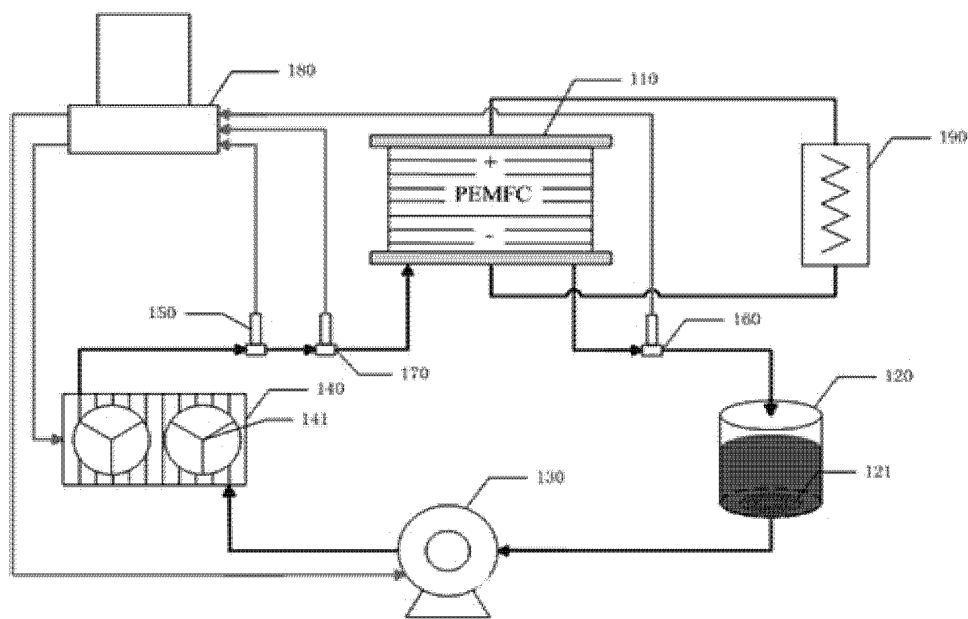


图 1

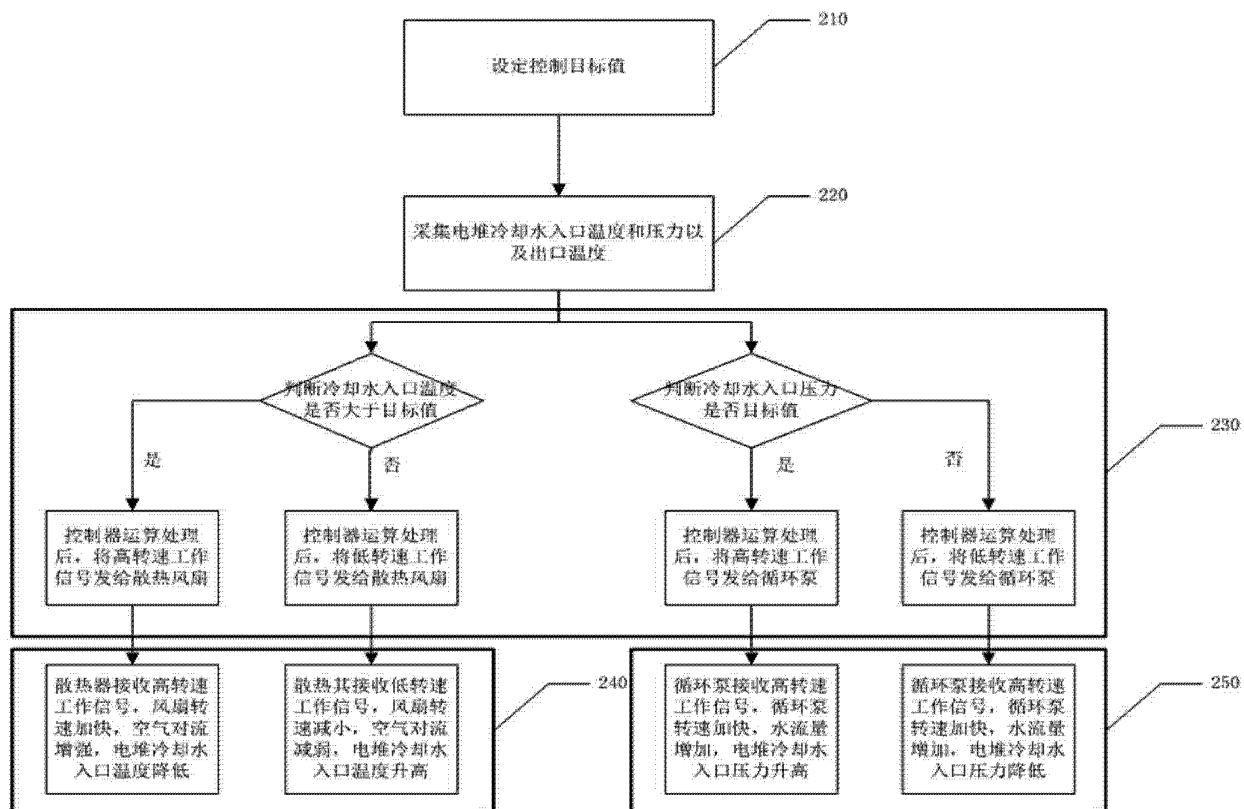


图 2

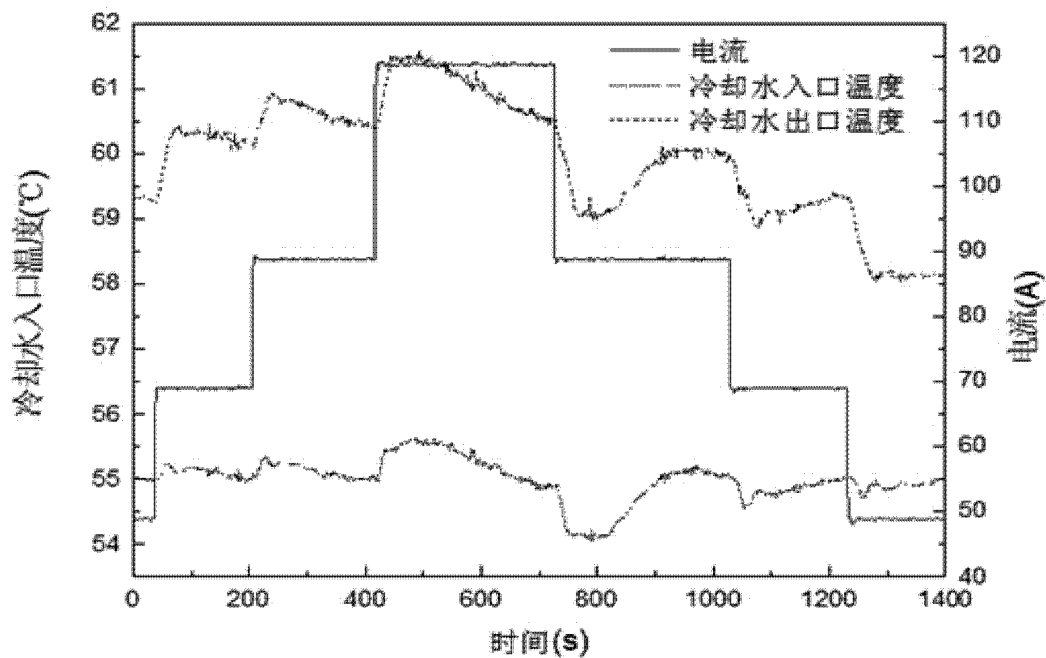


图 3a

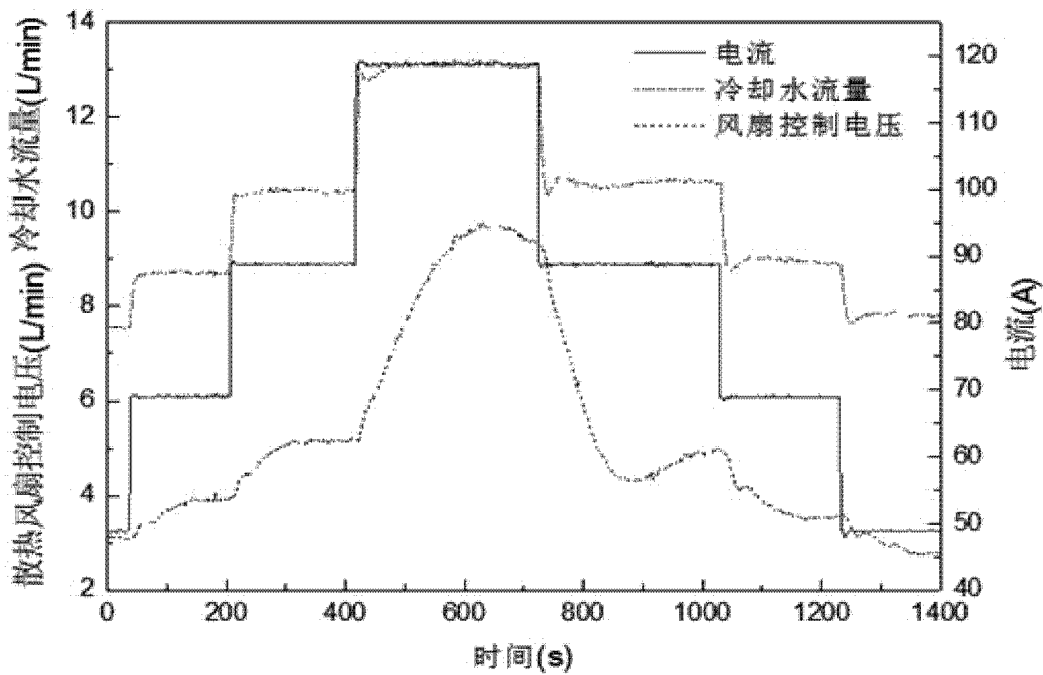


图 3b

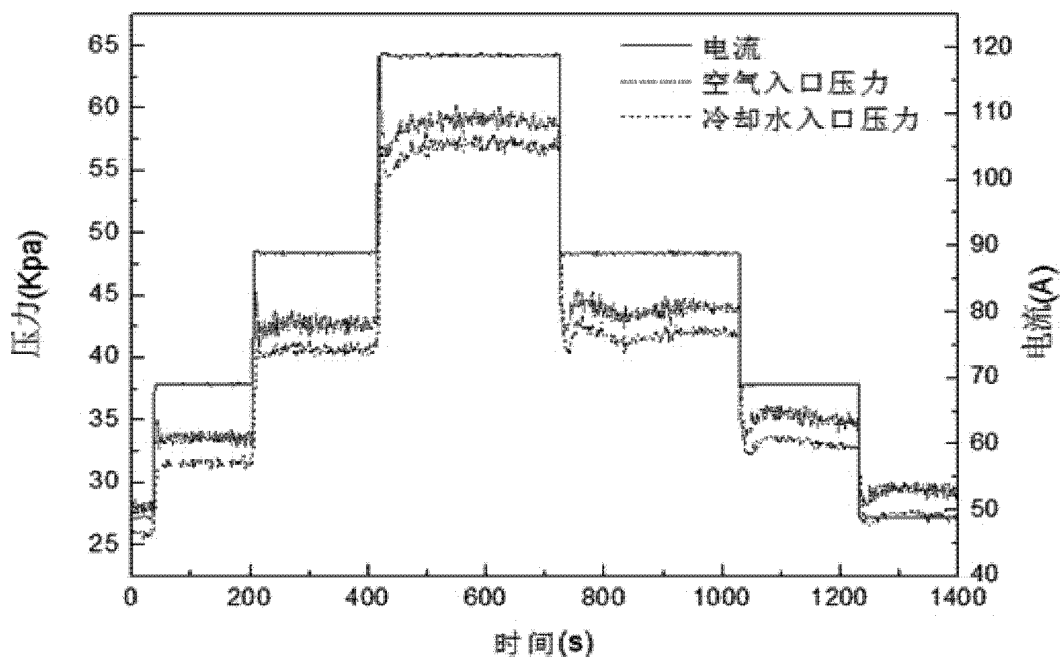


图 3c

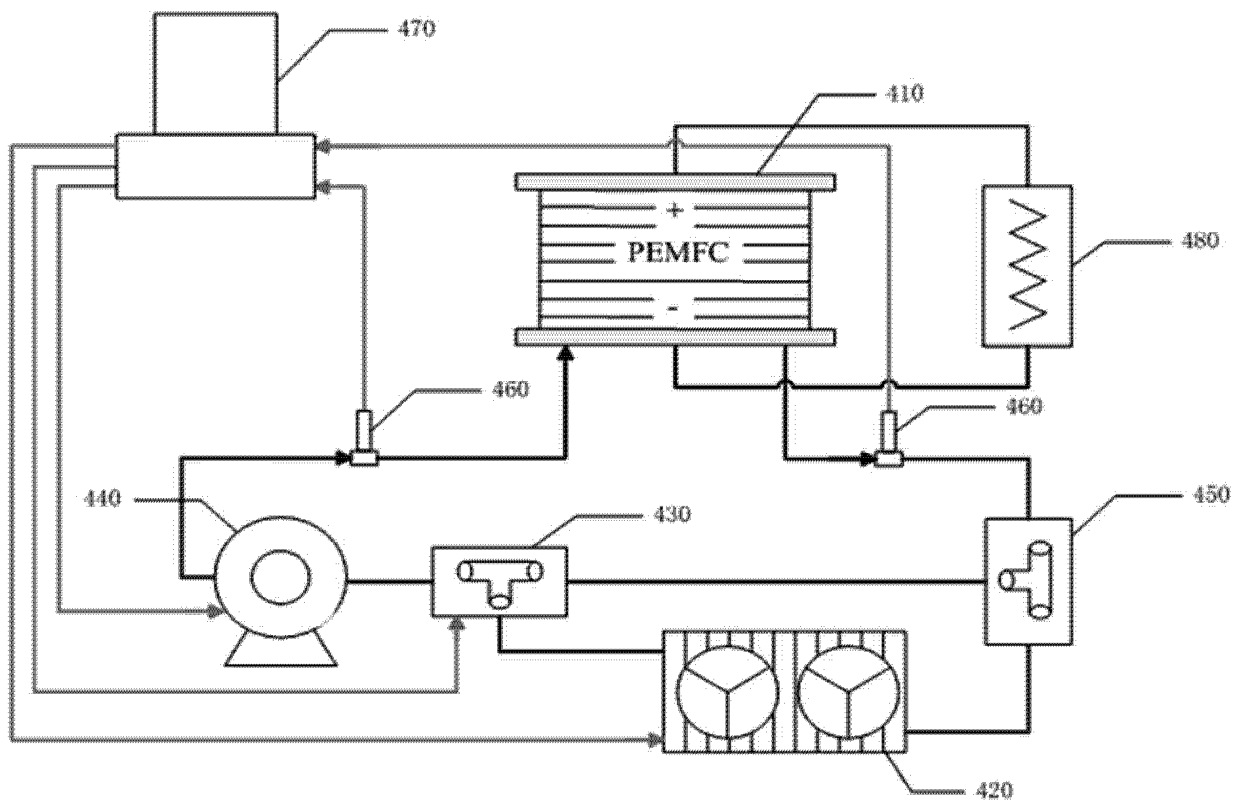


图 4

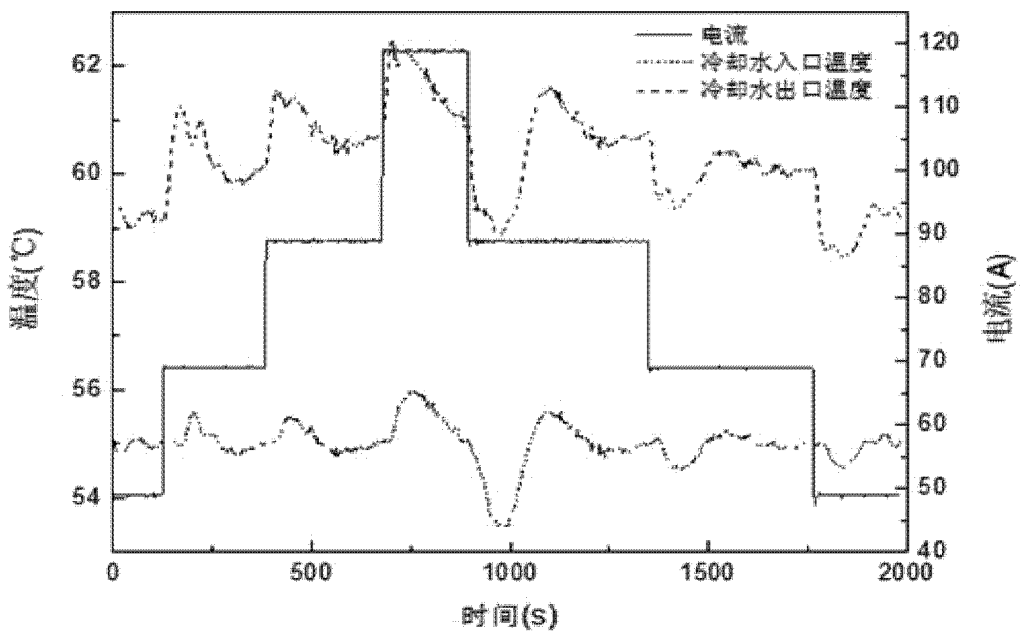


图 5a

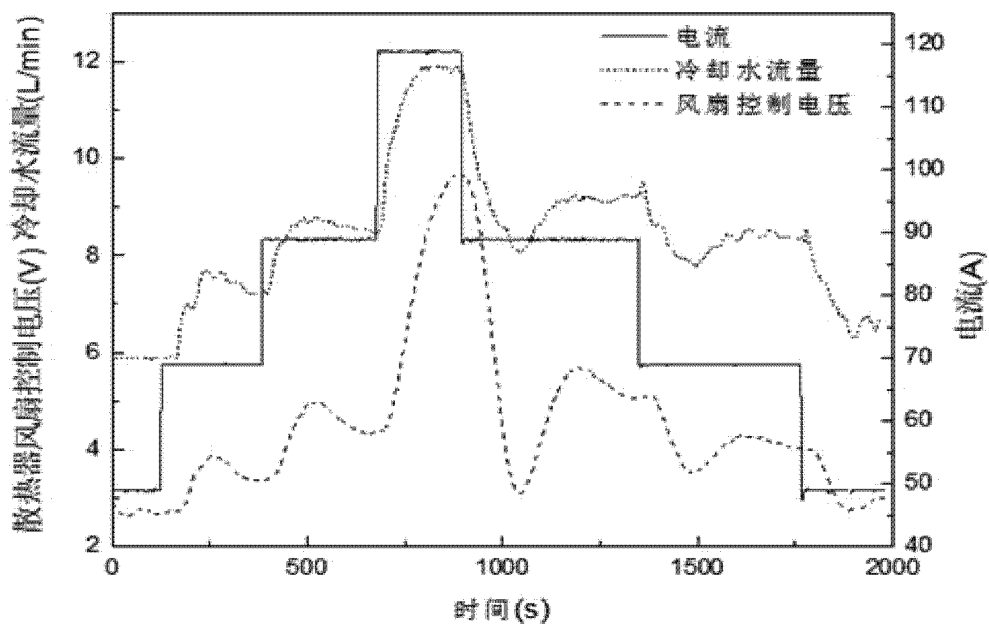


图 5b

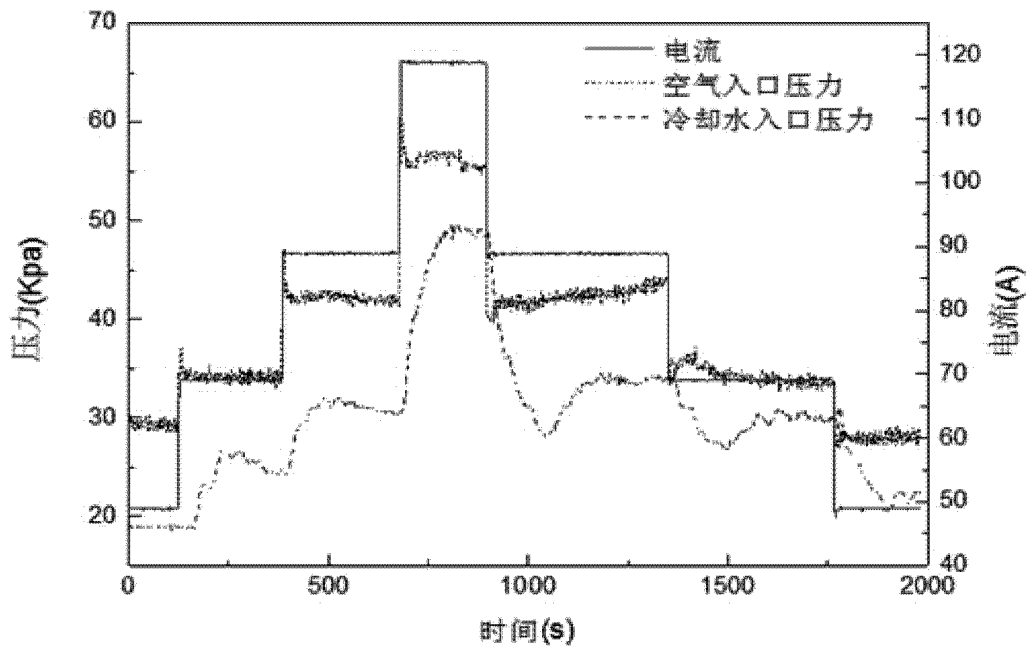


图 5c