



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111029616 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201911245082.5

(22)申请日 2019.12.06

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 曾小华 牛超凡 宋大风 钱琦峰  
张轩铭 高福旺 李晓建 陈建新

(74)专利代理机构 长春市恒誉专利代理事务所  
(普通合伙) 22212

代理人 李荣武

(51)Int.Cl.

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04223(2016.01)

H01M 8/04701(2016.01)

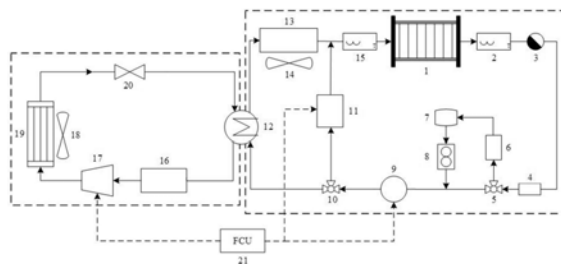
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统

(57)摘要

本发明公开了一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,涉及新能源汽车领域,由燃料电池电堆、控制子系统、低温冷启动加热子系统、散热子系统、制冷子系统以及去离子水循环系统组成。低温冷启动加热子系统可以利用加热装置对电堆进行加热,从而实现港口运输车在低温环境条件下的正常启动。同时根据港口运输车无人驾驶、24小时不间断工作的行驶环境,设计两级散热子系统,确保燃料电池系统工作在合适的温度区间,延长电堆的使用寿命。



1. 一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,其特征在于:该系统包括燃料电池电堆(1)、控制子系统、低温冷启动加热子系统、散热子系统、制冷子系统以及去离子水循环系统;

所述的控制子系统内的燃料电池系统控制单元(21)分别与电堆入口温度传感器(15)、电堆出口温度传感器(2)、离子浓度传感器(6)、流量计(8)相连以检测信号;所述的控制子系统分别与离子浓度传感器(4)、第一三通阀(5)、冷却水循环泵(9)、第二三通阀(10)、加热装置(11)、热交换装置(12)、散热器(13)、压缩机(17)、冷凝器(19)相连实现不同工作模式的切换;

所述的低温冷启动加热子系统包括燃料电池电堆(1)、电堆出口温度传感器(2)、单向阀(3)、离子浓度传感器(4)、第一三通阀(5)、冷却水循环泵(9)、第二三通阀(10)、加热装置(11)、电堆入口温度传感器(15);

所述的散热子系统包括燃料电池电堆(1)、电堆出口温度传感器(2)、单向阀(3)、离子浓度传感器(4)、第一三通阀(5)、冷却水循环泵(9)、第二三通阀(10)、散热器(13)、第一散热风扇(14)、电堆入口温度传感器(15);

所述的制冷子系统包括热交换装置(12)、干燥分离装置(16)、压缩机(17)、第二散热风扇(18)、冷凝器(19)、热平衡阀(20);

所述的去离子水循环系统包括第一三通阀(5)、去离子装置(6)、补水箱(7)以及流量计(8);

所述的燃料电池电堆(1)为港口运输车正常行驶提供相应的驱动功率,同时产生一定热量;所述的电堆出口温度传感器(2)作用是监测电堆出口处冷却水的温度变化,并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元(21);所述的单向阀(3)可以确保冷却水单方向流动,避免出现冷却水回流现象;所述的离子浓度传感器(4)可以实时监测管路中冷却水的离子浓度,并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元(21);所述的第一三通阀(5)分别与散热子系统回路和去离子水循环回路连接,通过三个接口的开闭控制冷却水的流动方向,从而实现去离子系统的通断;

所述的冷却水循环泵(9)驱动冷却水在整个循环管路中的流动,并控制冷却水的流量;所述的第二三通阀(10)分别与散热子系统回路和低温冷启动回路相连,通过三个接口的开闭实现两个工作模式的切换;所述的加热装置(11)可以对低温冷启动回路中的冷却水加热,确保港口运输车在低温环境下的正常启动;所述的散热器(13)用来降低冷却水温度,保证进入电堆的冷却水温度在合理区间内;所述的第一散热风扇(14)可以实现对流散热,散热效果更佳;所述的电堆入口温度传感器(15)作用是实时监测电堆出口处冷却水的温度变化,并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元(21);

所述的去离子装置(6),可以将管路中冷却液所含的带电离子过滤,使得冷却液电导率保持在合理的范围内;所述的补水箱(7)可以存储冷却水,供冷却水循环泵向系统内补水;所述的流量计(8)可以监测去离子水循环系统中冷却水的流量;

所述的热交换装置(12)可以对右侧管路中高温的冷却液进行冷却,加强散热效果;所述的干燥分离装置(16)可以对进入压缩机的制冷剂进行吸湿和过滤;所述的压缩机(17)作为制冷子系统动力源,推动制冷剂在系统内不断地循环;所述的冷凝装置(19)可以利用散热风扇产生自然风来强制冷却和散热,将制冷剂热量排放出去;所述的第二散热风扇(18)

可以实现对流散热,能够实现更好的散热效果;所述的热平衡阀(20)可以通过流速变化,将制冷剂液体节流减压。

2.按照权利要求1中所述的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,可以根据系统当前运行的工作温度判断其工作模式;

工作模式一:低温冷启动模式;当燃料电池电堆(1)当前温度小于启动温度时,可以通过燃料电池系统控制单元(21)控制第二三通阀(10),关闭散热子系统,同时打开加热装置(11),对冷却水进行加热,使冷却水温度能快速达到启动温度;

工作模式二:散热器散热模式;当燃料电池电堆(1)处在启动温度与第一温度区间(温度较低,但需要冷却)内时,此时通过燃料电池系统控制单元(21)控制第二三通阀(10),关闭加热装置同时散热器(13)开始工作,实现电堆温度的降低;

工作模式三:散热器散热+散热风扇散热模式;若燃料电池电堆(1)放电电流较大,发热量较高,使得电堆温度达到第二温度范围内,则在打开散热器基础上增加风扇强制对流散热,增强散热效果;

工作模式四:散热器散热+散热风扇+冷凝装置散热模式;若燃料电池电堆(1)发热量进一步加大、或出现热失控现象,使得燃料电池电堆(1)温度高于第二温度范围,则在模式三基础上开启制冷子系统(即两级散热系统),制冷子系统通过热交换装置,吸收图1右侧管路中的热量,达到降低冷却水温度的作用,从而更加有效的对燃料电池电堆(1)进行降温。

## 一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及新能源汽车技术领域,具体涉及一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统。

### 背景技术

[0002] 氢燃料电池作为一种高效、绿色的能源转换装置,被越来越多地应用到汽车领域。具体到港口运输领域,氢燃料电池车由于兼顾新能源和长续航的优点,已经成为当下研究的热点问题。但是港口运输车具有全天候不间断工作的特性,导致电堆的发热量巨大;当燃料电池工作温度过高时,膜的含水量下降,同时膜的耐高温性能有限,会降低系统的可靠性,这就对散热系统提出了更高的要求。因此,有必要提出一种专用港口运输车燃料电池热管理系统来确保电堆工作在合适温度区间,延长燃料电池的使用寿命。

[0003] 现有技术中,如中国专利公布号为CN108054411A,公布日为2018-05-18,公开了一种商用车燃料电池热管理系统,该系统采用大小双循环模式,小循环模式下能够实现低温冷启动时的快速升温,提高氢燃料电池反应效率,大循环模式下可以对燃料电池电堆进行快速降温,确保燃料电池处于最佳反应温度;又如中国专利公布号为CN208655799U,公布日为2019-03-26,公开了一种多电堆燃料电池热管理系统,包括散热组件、多组燃料电池组件、控制器、流入管路、流出管路和冷却液,多组燃料电池组件分别通过流入管路和流出管路与散热组件连接,控制器与散热组件和多组燃料电池组件电连接,用于控制散热组件的运转速度以及冷却液在各组燃料电池组件中的流量,该系统减少了散热器个数和占用的空间,降低了成本和维护难度;上述系统结构中没有考虑到去离子装置,可能会造成热管理系统长时间工作后冷却液所含离子变多,电导率上升,从而影响电堆与电池内部电化学反应。

[0004] 本发明提出的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,针对港口运输车这一特定对象进行了优化设计。考虑到港口运输车无人驾驶、24小时不间断工作的行驶环境,电堆的发热量更大,对其散热系统提出了更高的要求。为保证车辆的正常运行,本发明设计两级散热子系统,确保燃料电池系统工作在合适的温度区间,延长电堆的使用寿命。同时,该系统中增加去离子水循环子系统,确保冷却液电导率维持在正常水平。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是解决系统在低温下正常启动,同时使燃料电池工作在最佳温度区间,提高燃料电池性能和使用寿命。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,所述的燃料电池热管理系统由燃料电池电堆1、控制子系统、低温冷启动加热子系统、散热子系统、制冷子系统以及去离子水循环系统组成;

[0008] 所述的控制子系统内的燃料电池系统控制单元21分别与电堆入口温度传感器15、电堆出口温度传感器2、离子浓度传感器6、流量计8相连以检测信号;所述的控制子系统分

别与离子浓度传感器4、第一三通阀5、冷却水循环泵9、第二三通阀10、加热装置11、热交换装置12、散热器13、压缩机17、冷凝器19相连实现不同工作模式的切换。

[0009] 所述的低温冷启动加热子系统包括燃料电池电堆1、电堆出口温度传感器2、单向阀3、离子浓度传感器4、第一三通阀5、冷却水循环泵9、第二三通阀10、加热装置11、电堆入口温度传感器15；

[0010] 所述的散热子系统包括燃料电池电堆1、电堆出口温度传感器2、单向阀3、离子浓度传感器4、第一三通阀5、冷却水循环泵9、第二三通阀10、散热器13、第一散热风扇14、电堆入口温度传感器15；

[0011] 所述的制冷子系统包括热交换装置12、干燥分离装置16、压缩机17、第二散热风扇18、冷凝器19、热平衡阀20；

[0012] 所述的去离子水循环系统包括第一三通阀5、去离子装置6、补水箱7以及流量计8；

[0013] 所述的燃料电池电堆1为港口运输车正常行驶提供相应的驱动功率，同时产生一定热量；所述的电堆出口温度传感器2作用是监测电堆出口处冷却水的温度变化，并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元21；所述的单向阀3可以确保冷却水单方向流动，避免出现冷却水回流现象；所述的离子浓度传感器4可以实时监测管路中冷却水的离子浓度，并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元21；所述的第一三通阀5分别与散热子系统回路和去离子水循环回路连接，通过三个接口的开闭控制冷却水的流动方向，从而实现去离子系统的通断。

[0014] 所述的冷却水循环泵9驱动冷却水在整个循环管路中的流动，并控制冷却水的流量；所述的第二三通阀10分别与散热子系统回路与低温冷启动回路相连，通过三个接口的开闭实现两个工作模式的切换；所述的加热装置11可以对低温冷启动回路中的冷却水加热，确保港口运输车在低温环境下的正常启动；所述的散热器13用来降低冷却水温度，保证进入电堆的冷却水温度在合理区间内；所述的第一散热风扇14可以实现对流散热，散热效果更佳；所述的电堆入口温度传感器15作用是实时监测电堆出口处冷却水的温度变化，并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元21。

[0015] 所述的去离子装置6，可以将管路中冷却液所含的带电离子过滤，使得冷却液电导率保持在合理的范围内；所述的补水箱7可以存储冷却水，供冷却水循环泵向系统内补水；所述的流量计8可以监测去离子水循环系统中冷却水的流量；

[0016] 所述的热交换装置12可以对右侧管路中高温的冷却液进行冷却，加强散热效果；所述的干燥分离装置16可以对进入压缩机的制冷剂进行吸湿和过滤；所述的压缩机17作为制冷子系统动力源，推动制冷剂在系统内不断地循环；所述的冷凝装置19可以利用散热风扇产生自然风来强制冷却和散热，将制冷剂热量排放出去；所述的第二散热风扇18可以实现对流散热，能够实现更好的散热效果；所述的热平衡阀20可以通过流速变化，将制冷剂液体节流减压。

[0017] 本发明与现有技术相比，有益效果如下：

[0018] 1. 本发明所述的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统，根据港口运输车无人驾驶、24小时不间断工作的行驶环境，设计两级散热子系统，确保燃料电池系统工作在合适的温度区间，延长电堆的使用寿命。

[0019] 2. 本发明所述的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统，可以利用

加热装置对电堆进行加热,从而实现港口运输车在低温环境条件下的正常启动。

[0020] 3.本发明所述的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,增加去离子水循环子系统,确保冷却液电导率维持在正常水平。

### 附图说明

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0022] 图1为本发明所述的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统的结构原理图;

[0023] 图中:1.燃料电池电堆,2.电堆出口温度传感器,3.单向阀,4.离子浓度传感器,5.三通阀,6.去离子装置,7.补水箱,8.流量计,9.冷却水循环泵,10.三通阀,11.加热装置,12.热交换装置,13.散热器,14.散热风扇,15.电堆入口温度传感器,16.干燥分离装置,17.压缩机,18.散热风扇,19.冷凝装置,20.热平衡阀,21.燃料电池系统控制单元。

[0024] 图2为本发明所述的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统的控制流程。

### 具体实施方式

[0025] 参阅图1,本发明提供了一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统,所述的燃料电池热管理系统由燃料电池电堆1、控制子系统、低温冷启动加热子系统、散热子系统、制冷子系统以及去离子水循环系统组成;

[0026] 所述的控制子系统内的燃料电池系统控制单元21分别与电堆入口温度传感器15、电堆出口温度传感器2、离子浓度传感器6、流量计8相连以检测信号;所述的控制子系统分别与离子浓度传感器4、第一三通阀5、冷却水循环泵9、第二三通阀10、加热装置11、热交换装置12、散热器13、压缩机17、冷凝器19相连实现不同工作模式的切换。

[0027] 所述的低温冷启动加热子系统包括燃料电池电堆1、电堆出口温度传感器2、单向阀3、离子浓度传感器4、第一三通阀5、冷却水循环泵9、第二三通阀10、加热装置11、电堆入口温度传感器15;

[0028] 所述的散热子系统包括燃料电池电堆1、电堆出口温度传感器2、单向阀3、离子浓度传感器4、第一三通阀5、冷却水循环泵9、第二三通阀10、散热器13、第一散热风扇14、电堆入口温度传感器15;

[0029] 所述的制冷子系统包括热交换装置12、干燥分离装置16、压缩机17、第二散热风扇18、冷凝器19、热平衡阀20;

[0030] 所述的去离子水循环系统包括第一三通阀5、去离子装置6、补水箱7以及流量计8;

[0031] 参阅图1,本发明专利所述的燃料电池电堆1为港口运输车正常行驶提供相应的驱动功率,同时产生一定热量;所述的电堆出口温度传感器2作用是监测电堆出口处冷却水的温度变化,并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元21;所述的单向阀3可以确保冷却水单方向流动,避免出现冷却水回流现象;所述的第一三通阀5分别与散热子系统回路和去离子水循环回路连接,通过三个接口的开闭控制冷却水的流动方向,从而实现去离子系统的通断。

[0032] 参阅图1,本发明专利所述的冷却水循环泵9驱动冷却水在整个循环管路中的流

动,并控制冷却水的流量;所述的第二三通阀10分别与散热子系统回路与低温冷启动回路相连,通过三个接口的开闭实现两个工作模式的切换;所述的加热装置11可以对低温冷启动回路中的冷却水加热,确保港口运输车在低温环境下的正常启动;所述的散热器13用来降低冷却水温度,保证进入电堆的冷却水温度在合理区间内;所述的第一散热风扇14可以实现对流散热,散热效果更佳;所述的电堆入口温度传感器15作用是实时监测电堆出口处冷却水的温度变化,并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元21。

[0033] 参阅图1,本发明专利所述的离子浓度传感器4可以实时监测管路中冷却水的离子浓度,并将测量信号传递给燃料电池系统控制单元21;所述的去离子装置6,可以将管路中冷却液所含的带电离子过滤,使得冷却液电导率保持在合理的范围内;所述的补水箱7可以存储冷却水,供冷却水循环泵向系统内补水;所述的流量计8可以监测去离子水循环系统中冷却水的流量。

[0034] 参阅图2,本发明提出的一种考虑电堆寿命的港口运输车燃料电池热管理系统可以根据系统当前运行的工作温度判断其工作模式。

[0035] 工作模式一:低温冷启动模式;当燃料电池电堆1当前温度小于启动温度时,可以通过燃料电池系统控制单元21控制第二三通阀10,关闭散热子系统,同时打开加热装置11,对冷却水进行加热,使冷却水温度能快速达到启动温度;

[0036] 工作模式二:散热器散热模式;当燃料电池电堆1处在启动温度与第一温度区间(温度较低,但需要冷却)内时,此时通过燃料电池系统控制单元21控制第二三通阀10,关闭加热装置同时散热器13开始工作,实现电堆温度的降低。

[0037] 工作模式三:散热器散热+散热风扇散热模式;若燃料电池电堆1放电电流较大,发热量较高,使得电堆温度达到第二温度范围内,则在打开散热器基础上增加风扇强制对流散热,增强散热效果;

[0038] 工作模式四:散热器散热+散热风扇+冷凝装置散热模式;若燃料电池电堆1发热量进一步加大、或出现热失控现象,使得燃料电池电堆1温度高于第二温度范围,则在模式三基础上开启制冷子系统(即两级散热系统),制冷子系统通过热交换装置,吸收图1右侧管路中的热量,达到降低冷却水温度的作用,从而更加有效的对燃料电池电堆1进行降温。

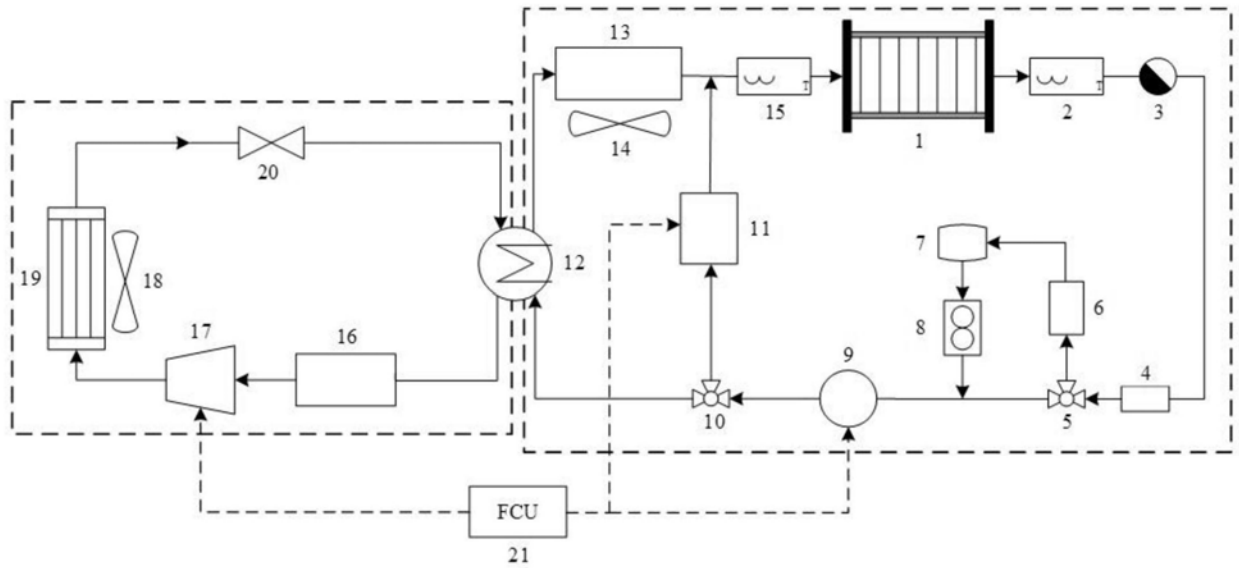


图1

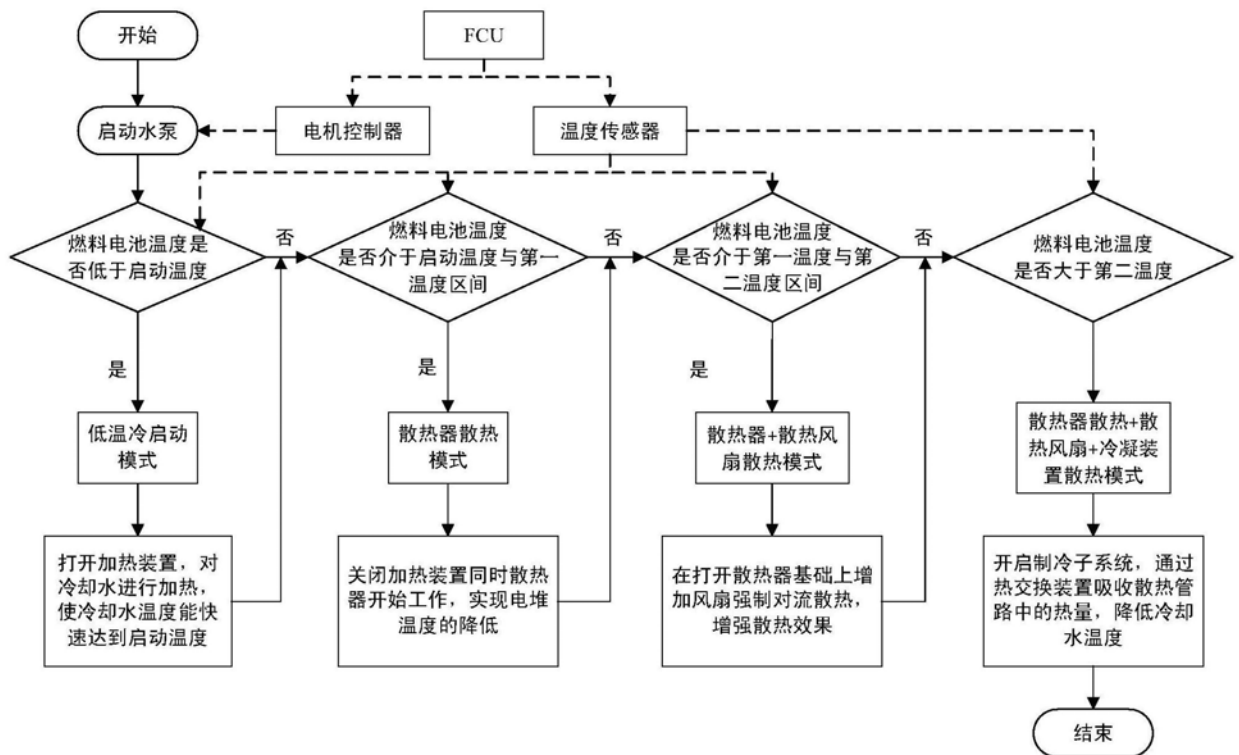


图2