



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211427169 U

(45)授权公告日 2020.09.04

(21)申请号 202021565860.7

H01M 8/04298(2016.01)

(22)申请日 2020.07.31

(73)专利权人 河南豫氢动力有限公司

地址 453000 河南省新乡市牧野大道416号

(72)发明人 汪飞杰 叶圣陶 谷军 罗欣

张洋 张海龙

(74)专利代理机构 新乡市平原智汇知识产权代理
事务所(普通合伙) 41139

代理人 杨杰

(51)Int.Cl.

G05D 23/19(2006.01)

G01R 31/378(2019.01)

G01R 31/396(2019.01)

G01D 21/02(2006.01)

H01M 8/04313(2016.01)

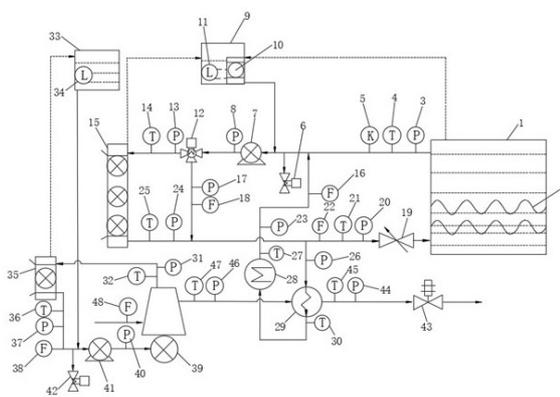
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种燃料电池热管理测试系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种燃料电池热管理测试系统,包括热量模拟器,所述热量模拟器的输出端设置有电堆路水泵,所述热量模拟器与电堆路水泵之间依次设置有模拟器出口压力传感器、模拟器出口温度传感器、电导率传感器与电堆路排水阀,所述电堆路水泵与电堆路排水阀之间设置有电堆路补水壶,所述电堆路补水壶的输入端与热量模拟器的输出端相连,所述电堆路水泵的输出端设置有电动节温器,所述电动节温器与电堆路水泵之间设置有水泵出口压力传感器。本实用新型通过冷却路的热管理,进行温度平衡控制,该测试系统主要通过热量模拟器替代燃料电池电堆产生热量,将测试台的热管理部件与系统上布置一致,增加更多的传感器类型和数量,监测热管理路的参数。



1. 一种燃料电池热管理测试系统,包括热量模拟器(1),其特征在于,所述热量模拟器(1)的输出端设置有电堆路水泵(7),所述热量模拟器(1)与电堆路水泵(7)之间依次设置有模拟器出口压力传感器(3)、模拟器出口温度传感器(4)、电导率传感器(5)与电堆路排水阀(6),所述电堆路水泵(7)与电堆路排水阀(6)之间设置有电堆路补水壶(9),所述电堆路补水壶(9)的输入端与热量模拟器(1)的输出端相连,所述电堆路水泵(7)的输出端设置有电动节温器(12),所述电动节温器(12)与电堆路水泵(7)之间设置有水泵出口压力传感器(8),所述电动节温器(12)的第一输出端设置有电堆散热器(15),所述电堆散热器(15)的输出端与电堆路补水壶(9)的输入端相连,所述电动节温器(12)与电堆散热器(15)之间依次设置有电堆散热器入口压力传感器(13)与电堆散热器入口温度传感器(14),所述电堆散热器(15)的输出端设置有模拟器前端电动阀(19),所述模拟器前端电动阀(19)的输出端与热量模拟器(1)的输入端相连,所述电堆散热器(15)与模拟器前端电动阀(19)之间依次设置有电堆散热器出口温度传感器(25)、电堆散热器出口压力传感器(24)、电堆冷却液流量计(22)、模拟器入口温度传感器(21)与模拟器入口压力传感器(20),所述电动节温器(12)的第二输出端与电堆散热器出口压力传感器(24)和电堆冷却液流量计(22)之间相连,所述电动节温器(12)的第二输出端设置有小循环路压力传感器(17),所述小循环路压力传感器(17)的输出端设置有小循环路冷却液流量计(18),所述小循环路冷却液流量计(18)的输出端与电堆散热器出口压力传感器(24)和电堆冷却液流量计(22)之间相连,所述小循环路冷却液流量计(18)与电堆冷却液流量计(22)之间设置有中冷器冷却入口压力传感器(26),所述中冷器冷却入口压力传感器(26)的输出端设置有中冷器(29),所述中冷器(29)的输出端设置有中冷器冷却出口温度传感器(30),所述中冷器冷却出口温度传感器(30)的输出端设置有PTC加热器(28),所述PTC加热器(28)的输出端设置有PTC出口温度传感器(27),所述PTC出口温度传感器(27)的输出端设置有PTC出口压力传感器(23),所述PTC出口压力传感器(23)的输出端设置有冷却液流量计(16),所述冷却液流量计(16)的输出端与电导率传感器(5)和电堆路排水阀(6)之间相连,所述中冷器(29)的另一输出端设置有空气路中冷出口温度传感器(45),所述空气路中冷出口温度传感器(45)的输出端空气路中冷出口压力传感器(44),所述输出端空气路中冷出口压力传感器(44)的输出端设置有空气路背压阀(43),所述中冷器(29)的另一输入端设置有空压机出口空气压力传感器(46),所述空压机出口空气压力传感器(46)的输入端设置有空压机出口空气温度传感器(47),所述空压机出口空气温度传感器(47)的输入端设置有辅助系统散热器入口温度传感器(32),所述辅助系统散热器入口温度传感器(32)与空压机出口空气温度传感器(47)之间设置有空气路流量计(48),所述辅助系统散热器入口温度传感器(32)的输出端设置有辅助系统散热器入口压力传感器(31),所述辅助系统散热器入口压力传感器(31)的输出端设置有辅助系统散热器(35),所述辅助系统散热器(35)的输出端设置有辅助系统散热器出口温度传感器(36),所述辅助系统散热器出口温度传感器(36)的输出端设置有辅助系统散热器出口压力传感器(37),所述辅助系统散热器出口压力传感器(37)的输出端设置有辅助系统冷却液流量计(38),所述辅助系统冷却液流量计(38)的输出端设置有辅助系统水泵(41)与辅助系统排水阀(42),所述辅助系统水泵(41)的输出端设置有空压机(39),所述辅助系统水泵(41)与空压机(39)之间设置有空压机入口冷却液压力传感器(40),所述辅助系统散热器(35)的另一输出端设置有辅助系统补水壶(33),所述辅助系统补水壶(33)的输出端与辅助系统水泵(41)和辅助系

统排水阀(42)之间相连。

2. 根据权利要求1所述的一种燃料电池热管理测试系统,其特征在于,所述热量模拟器(1)的内部设置有模拟器内部加热器(2)。

3. 根据权利要求1所述的一种燃料电池热管理测试系统,其特征在于,所述电堆路补水壶(9)的内部设置有补水壶内去离子器(10)与电堆补水壶液位传感器(11),所述辅助系统补水壶(33)的内部设置有辅助系统补水壶液位传感器(34)。

一种燃料电池热管理测试系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种电池热管理测试系统,特别涉及一种燃料电池热管理测试系统,属于电池热管理测试技术领域。

背景技术

[0002] 现有生活中,燃料电池在运行过程中会产生大量热,通过增加热管理部件,将燃料电池的热量通过冷却路带走,再通过散热器进行降温,循环回燃料电池,从而达到燃料电池系统的热平衡,同时传统的燃料电池系统的热管理系统分为两个部分:一个是电堆的热管理,一个是辅助部件的热管理,由于电堆冷却系统对电导率有严格要求,电堆的冷却路需要用到特殊的防冻液或者去离子水,而辅助部件则没有严格的电导率要求,一般设计时,将其分为两路,电堆的热管理路主要为满足电堆运行过程中尽快加热至电堆适宜的温度,并保持稳定,需要匹配合适的水泵、散热模块、PTC加热器、节温器等。辅助系统需要保证空压机、DCDC等器件在大功率运行时,电气元件的温度不超过正常值。冷却路通过设计不同的支路分散流量、增加加热器件和标定水泵散热风扇,满足蓄热和散热功能。

[0003] 然而传统的燃料电池的热管理试验需要在有燃料电池电堆的情况下,燃料电池运行才能产生大量的热,这就需要涉氢实验室和氢气的消耗,这无疑对场地和供氢有一定的要求,同时传统的燃料电池热管理系统的设计需要基于经验、仿真和计算,当辅助部件到位后,需要进行测试台验证功能和性能,同时增加管路连接,模拟最终系统的热管理运行情况,此时需要对热管理路不同位置的流量、阻力降、温差有清楚的数据支撑,但是如果通过电堆发电产生热量涉及氢气试验,对场地、人员和设备要求较高,不利于对燃料电池热管理进行测试。

实用新型内容

[0004] 本实用新型要解决的技术问题是克服现有技术的缺陷,提供一种燃料电池热管理测试系统。

[0005] 为了解决上述技术问题,本实用新型提供了如下的技术方案:

[0006] 本实用新型一种燃料电池热管理测试系统,包括热量模拟器,所述热量模拟器的输出端设置有电堆路水泵,所述热量模拟器与电堆路水泵之间依次设置有模拟器出口压力传感器、模拟器出口温度传感器、电导率传感器与电堆路排水阀,所述电堆路水泵与电堆路排水阀之间设置有电堆路补水壶,所述电堆路补水壶的输入端与热量模拟器的输出端相连,所述电堆路水泵的输出端设置有电动节温器,所述电动节温器与电堆路水泵之间设置有水泵出口压力传感器,所述电动节温器的第一输出端设置有电堆散热器,所述电堆散热器的输出端与电堆路补水壶的输入端相连,所述电动节温器与电堆散热器之间依次设置有电堆散热器入口压力传感器与电堆散热器入口温度传感器,所述电堆散热器的输出端设置有模拟器前端电动阀,所述模拟器前端电动阀的输出端与热量模拟器的输入端相连,所述电堆散热器与模拟器前端电动阀之间依次设置有电堆散热器出口温度传感器、电堆散热器

出口压力传感器、电堆冷却液流量计、模拟器入口温度传感器与模拟器入口压力传感器,所述电动节温器的第二输出端与电堆散热器出口压力传感器和电堆冷却液流量计之间相连,所述电动节温器的第二输出端设置有小循环路压力传感器,所述小循环路压力传感器的输出端设置有小循环路冷却液流量计,所述小循环路冷却液流量计的输出端与电堆散热器出口压力传感器和电堆冷却液流量计之间相连,所述小循环路冷却液流量计与电堆冷却液流量计之间设置有中冷器冷却入口压力传感器,所述中冷器冷却入口压力传感器的输出端设置有中冷器,所述中冷器的输出端设置有中冷器冷却出口温度传感器,所述中冷器冷却出口温度传感器的输出端设置有PTC加热器,所述PTC加热器的输出端设置有PTC出口温度传感器,所述PTC出口温度传感器的输出端设置有PTC出口压力传感器,所述PTC出口压力传感器的输出端设置有冷却液流量计,所述冷却液流量计的输出端与电导率传感器和电堆路排水阀之间相连,所述中冷器的另一输出端设置有空气路中冷出口温度传感器,所述空气路中冷出口温度传感器的输出端空气路中冷出口压力传感器,所述输出端空气路中冷出口压力传感器的输出端设置有空气路背压阀,所述中冷器的另一输入端设置有空压机出口空气压力传感器,所述空压机出口空气压力传感器的输入端设置有空压机出口空气温度传感器,所述空压机出口空气温度传感器的输入端设置有辅助系统散热器入口温度传感器,所述辅助系统散热器入口温度传感器与空压机出口空气温度传感器之间设置有空气路流量计,所述辅助系统散热器入口温度传感器的输出端设置有辅助系统散热器入口压力传感器,所述辅助系统散热器入口压力传感器的输出端设置有辅助系统散热器,所述辅助系统散热器的输出端设置有辅助系统散热器出口温度传感器,所述辅助系统散热器出口温度传感器的输出端设置有辅助系统散热器出口压力传感器,所述辅助系统散热器出口压力传感器的输出端设置有辅助系统冷却液流量计,所述辅助系统冷却液流量计的输出端设置有辅助系统水泵与辅助系统排水阀,所述辅助系统水泵的输出端设置有空压机,所述辅助系统水泵与空压机之间设置有空压机入口冷却液压力传感器,所述辅助系统散热器的另一输出端设置有辅助系统补水壶,所述辅助系统补水壶的输出端与辅助系统水泵和辅助系统排水阀之间相连。

[0007] 作为本实用新型的一种优选方案,所述热量模拟器的内部设置有模拟器内部加热器。

[0008] 作为本实用新型的一种优选方案,所述电堆路补水壶的内部设置有补水壶内去离子器与电堆补水壶液位传感器,所述辅助系统补水壶的内部设置有辅助系统补水壶液位传感器。

[0009] 本实用新型所达到的有益效果是:本实用新型通过冷却路的热管理,进行温度平衡控制,该测试系统主要通过热量模拟器替代燃料电池电堆产生热量,将测试台的热管理部件与系统上布置一致,增加更多的传感器类型和数量,监测热管理路的参数,可在无燃料电池电堆的情况下模拟燃料电池系统的运行,得到各主要热管理零部件在系统中运行的数据(如水泵扬程和流量、散热器和PTC流阻、节温器开启和闭合时对大小循环的流量分配等),同时验证系统热管理路架构是否合理,可提高燃料电池系统的研发效率,优化零部件选型,且不需要涉氢试验就能进行,降低对燃料电池系统试验场所的要求和成本。

附图说明

[0010] 附图用来提供对本实用新型的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本实用新型的实施例一起用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的限制。

[0011] 图1是本实用新型原理示意图。

[0012] 图中:1、热量模拟器;2、模拟器内部加热器;3、模拟器出口压力传感器;4、模拟器出口温度传感器;5、电导率传感器;6、电堆路排水阀;7、电堆路水泵;8、水泵出口压力传感器;9、电堆路补水壶;10、补水壶内去离子器;11、电堆补水壶液位传感器;12、电动节温器;13、电堆散热器入口压力传感器;14、电堆散热器入口温度传感器;15、电堆散热器;16、冷却液流量计;17、小循环路压力传感器;18、小循环路冷却液流量计;19、模拟器前端电动阀;20、模拟器入口压力传感器;21、模拟器入口温度传感器;22、电堆冷却液流量计;23、PTC出口压力传感器;24、电堆散热器出口压力传感器;25、电堆散热器出口温度传感器;26、中冷器冷却入口压力传感器;27、PTC出口温度传感器;28、PTC加热器;29、中冷器;30、中冷器冷却出口温度传感器;31、辅助系统散热器入口压力传感器;32、辅助系统散热器入口温度传感器;33、辅助系统补水壶;34、辅助系统补水壶液位传感器;35、辅助系统散热器;36、辅助系统散热器出口温度传感器;37、辅助系统散热器出口压力传感器;38、辅助系统冷却液流量计;39、空压机;40、空压机入口冷却液压力传感器;41、辅助系统水泵;42、辅助系统排水阀;43、空气路背压阀;44、空气路中冷出口压力传感器;45、空气路中冷出口温度传感器;46、空压机出口空气压力传感器;47、空压机出口空气温度传感器;48、空气路流量计。

具体实施方式

[0013] 以下结合附图对本实用新型的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

实施例

[0014] 如图1所示,本实用新型提供一种燃料电池热管理测试系统,包括热量模拟器1,热量模拟器1的输出端设置有电堆路水泵7,热量模拟器1与电堆路水泵7之间依次设置有模拟器出口压力传感器3、模拟器出口温度传感器4、电导率传感器5与电堆路排水阀6,便于更好的检测压力,温度与电导率;电堆路水泵7与电堆路排水阀6之间设置有电堆路补水壶9,电堆路补水壶9的输入端与热量模拟器1的输出端相连,电堆路水泵7的输出端设置有电动节温器12,电动节温器12与电堆路水泵7之间设置有水泵出口压力传感器8,便于更好的检测出口压力;所述电动节温器12的第一输出端设置有电堆散热器15,电堆散热器15的输出端与电堆路补水壶9的输入端相连,电动节温器12与电堆散热器15之间依次设置有电堆散热器入口压力传感器13与电堆散热器入口温度传感器14,电堆散热器15的输出端设置有模拟器前端电动阀19,模拟器前端电动阀19的输出端与热量模拟器1的输入端相连,电堆散热器15与模拟器前端电动阀19之间依次设置有电堆散热器出口温度传感器25、电堆散热器出口压力传感器24、电堆冷却液流量计22、模拟器入口温度传感器21与模拟器入口压力传感器20,电动节温器12的第二输出端与电堆散热器出口压力传感器24和电堆冷却液流量计22之间相连,电动节温器12的第二输出端设置有小循环路压力传感器17,小循环路压力传感器17的输出端设置有小循环路冷却液流量计18,小循环路冷却液流量计18的输出端与电堆散

热器出口压力传感器24和电堆冷却液流量计22之间相连,小循环路冷却液流量计18与电堆冷却液流量计22之间设置有中冷器冷却入口压力传感器26,中冷器冷却入口压力传感器26的输出端设置有中冷器29,中冷器29的输出端设置有中冷器冷却出口温度传感器30,中冷器冷却出口温度传感器30的输出端设置有PTC加热器28,PTC加热器28的输出端设置有PTC出口温度传感器27,PTC出口温度传感器27的输出端设置有PTC出口压力传感器23,PTC出口压力传感器23的输出端设置有冷却液流量计16,冷却液流量计16的输出端与电导率传感器5和电堆路排水阀6之间相连,中冷器29的另一输出端设置有空气路中冷出口温度传感器45,空气路中冷出口温度传感器45的输出端空气路中冷出口压力传感器44,输出端空气路中冷出口压力传感器44的输出端设置有空气路背压阀43,中冷器29的另一输入端设置有空压机出口空气压力传感器46,空压机出口空气压力传感器46的输入端设置有空压机出口空气温度传感器47,空压机出口空气温度传感器47的输入端设置有辅助系统散热器入口温度传感器32,辅助系统散热器入口温度传感器32与空压机出口空气温度传感器47之间设置有空气路流量计48,辅助系统散热器入口温度传感器32的输出端设置有辅助系统散热器入口压力传感器31,辅助系统散热器入口压力传感器31的输出端设置有辅助系统散热器35,辅助系统散热器35的输出端设置有辅助系统散热器出口温度传感器36,辅助系统散热器出口温度传感器36的输出端设置有辅助系统散热器出口压力传感器37,辅助系统散热器出口压力传感器37的输出端设置有辅助系统冷却液流量计38,辅助系统冷却液流量计38的输出端设置有辅助系统水泵41与辅助系统排水阀42,辅助系统水泵41的输出端设置有空压机39,辅助系统水泵41与空压机39之间设置有空压机入口冷却液压力传感器40,辅助系统散热器35的另一输出端设置有辅助系统补水壶33,辅助系统补水壶33的输出端与辅助系统水泵41和辅助系统排水阀42之间相连。

[0015] 进一步的,热量模拟器1的内部设置有模拟器内部加热器2,便于更好的对热量模拟器1的内部进行加热使用。

[0016] 进一步的,电堆路补水壶9的内部设置有补水壶内去离子器10与电堆补水壶液位传感器11,辅助系统补水壶33的内部设置有辅助系统补水壶液位传感器34,便于更好的检测液位。

[0017] 具体的,在使用时,该系统通过利用热量模拟器1替代真正的燃料电池电堆,产生同等功率的热量,同时通过调节模拟器前端电动阀19,模拟燃料电池电堆的流阻,达到不需要真正燃料电池就可以进行的无涉氢的燃料电池热管理试验,首先需要将燃料电池系统热管理零部件的布置与实际应用时布置一致,同时热管理测试系统装有温度、压力、流量、电导率和液位这五种传感器,电堆模拟器可产生试验需要的热量,通过调节电动阀开度模拟电堆的流阻;电堆路水泵7对主路的冷却液进行增压和提供流量;电堆散热器15将热量进行降温;电动节温器12对主路进行大小循环的控制,PTC加热器28用于对主路进行增温,可用于低温冷启动试验;电堆路补水壶9补充主路的冷却液;补水壶内去离子器10用于降低冷却液的电导率;中冷器29用于将空压机39的热空气进行降温;电堆路排水阀6用于排出测试系统主路的冷却液,辅助系统水泵41用于循环辅助路的冷却液;辅助系统散热器35用于将辅助路热量进行降温;辅助系统补水壶33用于补充主路的冷却液;辅助系统排水阀42用于排出测试系统辅助路的冷却液;空压机39用于燃料电池系统中提供压缩空气,需要冷却辅助路进行降温,热管理测试系统的电堆冷却主路中有三个流量计,分别用于测试通过热量模

拟器1的流量、电动节温器12小循环的流量和PTC加热器28支路的流量,辅助系统的冷却路流量计用于测试辅助系统路冷却液流量,补水壶内去离子器10位于电堆路补水壶9内,不占用热管理测试系统的主路的流量,和对主路造成阻力降,热管理测试系统增加的辅助冷却路为燃料电池系统所必要的,空压机39为燃料电池系统提供大量的压缩空气,其本体和控制器需要进行冷却,同时一般的燃料电池辅助冷却路还会增加DCDC或者其他需要冷却的电器件,此处不再展开,辅助冷却路需要有一定的流量和压力,保证空压机39产生的热量可以由辅助系统散热器35散掉,需要进行测试分析,通过热量模拟器1和模拟器前端电动阀19模拟燃料电池电堆,可在无真正燃料电池的情况下准确测试燃料电池系统的热管路部件是否满足系统运行,且通过大量传感器的加持,得到流量、流阻、温差等关键参数,验证系统架构是否合理,提高了燃料电池热管理试验的可操作性和降低试验成本,此外通过热量模拟器1设定燃料电池电堆运行时的产生的热量,通过模拟器前端电动阀19的开度大小模拟电堆的流阻,当电堆状态确定后,通过电堆路水泵7、辅助系统水泵41、电动节温器12、电堆散热器15、辅助系统散热器35、PTC加热器28这些执行件进行参数的匹配标定,从传感器中测试得到具体的参数量,可测试这些部件是否满足电堆运行冷却路的蓄热和散热能力,同时为之后系统开发和测试提供数据支撑;其中电堆冷却路流阻=模拟器出口压力传感器3—模拟器入口压力传感器20,电堆流量由电堆冷却液流量计22提供;电堆温差=模拟器出口温度传感器4—模拟器入口温度传感器21;电堆路水泵7性能曲线中流量由电堆冷却液流量计22提供,电堆路水泵7扬程由水泵出口压力传感器8提供;电动节温器12打开过程中,小循环的流量由小循环路冷却液流量计18提供;电动节温器12小循环路流阻=水泵出口压力传感器8—小循环路压力传感器17;电动节温器12大循环路流阻=水泵出口压力传感器8—电堆散热器入口压力传感器13;电堆散热器15流阻=电堆散热器入口压力传感器13—电堆散热器出口压力传感器24;电堆散热器15温差=电堆散热器入口温度传感器14—电堆散热器出口温度传感器25;电堆散热器15流量=冷却液流量计16+电堆冷却液流量计22—小循环路冷却液流量计18;中冷器29和PTC加热器28支路的流量由冷却液流量计16提供;中冷器29和PTC加热器28总体的流阻=中冷器冷却入口压力传感器26—PTC出口压力传感器23;PTC加热器28温差=PTC出口温度传感器27—中冷器冷却出口温度传感器30;中冷器29温差=模拟器入口温度传感器21—中冷器冷却出口温度传感器30;辅助系统水泵41流量由辅助系统冷却液流量计38提供,水泵扬程由空压机入口冷却液压力传感器40提供;辅助系统散热器35流阻=辅助系统散热器入口压力传感器31—辅助系统散热器出口压力传感器37;辅助系统散热器35温差=辅助系统散热器入口温度传感器32—辅助系统散热器出口温度传感器36;辅助系统散热器35流量由辅助系统冷却液流量计38提供;空压机39冷却路流阻=空压机入口冷却液压力传感器40—辅助系统散热器入口压力传感器31,同样流量由辅助系统冷却液流量计38提供;空压机39空气路流量由空气路流量计48提供,在空压机39不同转速下,配合空气路背压阀43,进行空压机39MAP曲线的标定,同时可监控空压机39的出口空气温度;中冷器29空气路温差=空压机出口空气温度传感器47—空气路中冷出口温度传感器45;中冷器29空气路流阻=空压机出口空气压力传感器46—空气路中冷出口压力传感器44;实验过程中,通过模拟电堆不同的产热量,对系统所需要的的热管理部件进行匹配标定,监测零部件和系统的参数,为之后燃料电池涉氢试验开发提供参数支持,可以减少燃料电池整体系统的开发成本和时间,降低试验场地条件。

[0018] 最后应说明的是：以上所述仅为本实用新型的优选实施例而已，并不用于限制本实用新型，尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本实用新型的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

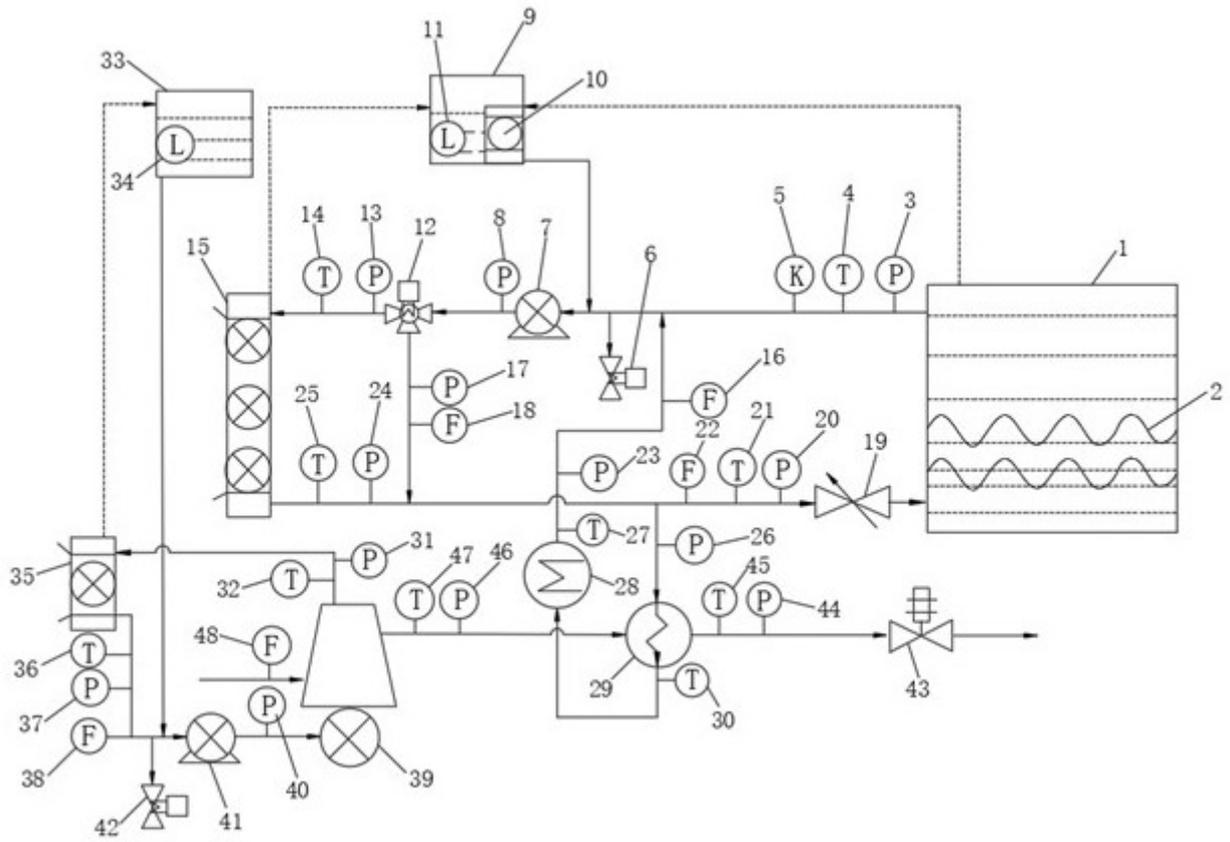


图1