



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209803302 U

(45)授权公告日 2019.12.17

(21)申请号 201822239675.8

H01M 10/058(2010.01)

(22)申请日 2018.12.28

H01M 10/44(2006.01)

H02J 3/32(2006.01)

(73)专利权人 天津银隆新能源有限公司
地址 301605 天津市静海区子牙循环经济
产业区重庆道26号
专利权人 银隆新能源股份有限公司

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(72)发明人 季孟波 马学明

(74)专利代理机构 深圳市合道英联专利事务所
(普通合伙) 44309

代理人 廉红果 侯峰

(51)Int.Cl.

G01R 31/378(2019.01)

G01R 31/387(2019.01)

G01R 31/392(2019.01)

G01R 31/396(2019.01)

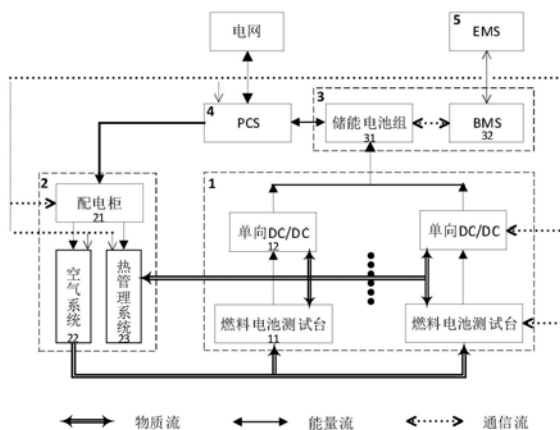
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)实用新型名称

一种电能高效利用的燃料电池测试系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种电能高效利用的燃料电池测试系统,包括燃料电池测试单元、辅助系统单元、储能单元、储能双向变流器和能量管理单元,所述能量管理单元分别与燃料电池测试单元、辅助系统单元、储能单元和储能双向变流器通讯连接,所述储能单元分别与燃料电池测试单元和储能双向变流器的直流端电连接,所述储能双向变流器的交流端分别与辅助系统单元和外电网电连接,所述辅助系统单元通过管道与燃料电池测试单元连接。本实用新型避免了常规电阻型负载将燃料电池系统产生的电能通过热能消耗掉的能量浪费,同时还节省了为给电阻型负载降温设备的额外电能消耗。



1. 一种电能高效利用的燃料电池测试系统,其特征在于,包括燃料电池测试单元、辅助系统单元、储能单元、储能双向变流器和能量管理单元,所述能量管理单元分别与燃料电池测试单元、辅助系统单元、储能单元和储能双向变流器通讯连接,所述储能单元分别与燃料电池测试单元和储能双向变流器的直流端电连接,所述储能双向变流器的交流端分别与辅助系统单元和外电网电连接,所述辅助系统单元通过管道与燃料电池测试单元连接。

2. 根据权利要求1所述的电能高效利用的燃料电池测试系统,其特征在于,所述燃料电池测试单元包括至少一组燃料电池测试台和单向DC/DC变换器,所述燃料电池测试台中的待测燃料电池的直流输出端与其相对应的单向DC/DC变换器的输入端电连接,所述单向DC/DC变换器的输出端经由断路器与储能单元电连接。

3. 根据权利要求1或2所述的电能高效利用的燃料电池测试系统,其特征在于,所述辅助系统单元包括配电柜、空气单元和热管理单元,所述配电柜的电能输入端与所述储能双向逆变器的交流端连接,所述配电柜的电能输出端分别与所述空气单元和热管理单元的用电设备电连接,所述空气单元的高压空气输出端通过管道与所述燃料电池测试单元的燃料电池测试台的空气入口连接,所述热管理单元的水路通过管道分别与所述燃料电池测试单元的燃料电池测试台和单向DC/DC变换器的水路连接。

4. 根据权利要求3所述的电能高效利用的燃料电池测试系统,其特征在于,所述储能单元包括储能电池组和电池管理单元,所述储能电池组的一个输入端与所述燃料电池测试单元中单向DC/DC变换器的输出端经由断路器电连接,所述储能电池组的另一端与所述储能双向变流器的直流端电连接;所述电池管理单元通过低压信号线与所述储能电池组连接。

5. 根据权利要求4所述的电能高效利用的燃料电池测试系统,其特征在于,所述储能双向变流器的直流端通过断路器与所述储能单元的储能电池组电连接,所述储能双向变流器的交流端一路通过断路器与所述辅助系统单元的配电柜电连接,另一路通过隔离开关与外电网电连接,用于将所述储能单元的储能电池组所存储的直流电能经由DC-AC变换为交流电能或将外电网的交流电能输出给所述辅助系统单元的交流用电设备,并在所述能量管理单元检测到储能电池组的荷电状态SOC已降至设定的下限时或所述能量管理单元检测到储能电池组的荷电状态SOC已升至设定的上限时通过交直流的变换实现所述储能单元与外电网之间的双向能量传递。

6. 根据权利要求5所述的电能高效利用的燃料电池测试系统,其特征在于,所述能量管理单元分别通过通讯线与所述燃料电池测试单元中的燃料电池测试台和单向DC/DC变换器、辅助系统单元中配电柜的PLC控制器和空气单元及热管理单元的用电设备的控制器、储能单元中的电池管理单元以及储能双向变流器连接,分别通过低压信号线与所述燃料电池测试单元中单向DC/DC变换器的断路器、储能单元中的断路器、储能双向变流器中的断路器及隔离开关连接。

一种电能高效利用的燃料电池测试系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于燃料电池测试技术领域,具体涉及一种电能高效利用的燃料电池测试系统。

背景技术

[0002] 燃料电池电堆、燃料电池系统以及燃料电池发动机的大规模研究、验证及测试是燃料电池应用前必不可少的步骤。由于燃料电池自身是一个持续消耗氢的发电装置,在传统的性能测试过程中第一种方案是使用电阻型负载将燃料电池系统产生的电能通过热能消耗掉,造成了资源的浪费和成本的增加。另外,通常所使用的电子负载在释放热能的过程中还需要诸如冷水塔、大型风机甚至空调等对其进行散热以保障电子负载的正常工作,因而还需要额外的电能。而对于新能源汽车用燃料电池动力系统,其功率超过30kW甚至高达100kW,则采用电子负载的测试方式将会产生极大的电能浪费,测试成本攀升。

[0003] 第二种方案是采用馈网型电子负载将燃料电池测试过程中输出的电能回馈给电网。虽然该种方案可以有效避免燃料电池在测试放电过程中的热消耗,但是由于测试流程的复杂多样性(如频繁启停加载、加速以及测试极化曲线等)加之多堆并行测试等,在此情况下向电网馈电时,将会造成对电网的高频谐波干扰严重,处理起来也比较困难,严重影响着电网的电能质量,甚至会对电网造成冲击。

[0004] 第三种方案是将燃料电池测试过程中输出的电能通过电解水制氢的方式获得氢气通入燃料电池进行循环利用。但是,在燃料电池运行过程中氢气转换为电的效率一般为50%(基于氢气的低热值LHV),而产生的电再次通过电解水制氢的理论电解效率虽然很高(表观转换效率甚至可达100%~122%),但在工业上为提升产氢速率需要加热升温以及产生的极化过电位等因素电能转换效率仅为50~70%。则完成氢气→燃料电池→电解槽→氢气的一个完整循环效率仅为30%,能量损失超过70%,而且电解水制氢系统成本(特别是以贵金属铂或铱作为催化剂的固体电解质膜电解水制氢系统)较高,寿命较短。因此该种方案并不经济,且存在着系统复杂、维护繁复的问题。

[0005] 另一方面,在燃料电池测试前有时需要给待测电堆预热、燃料电池启动时需要为燃料电池供应高压空气以及在燃料电池测试时需要给燃料电池通冷却水控温,而为电堆预热的电加热装置、为燃料电池控温的冷却装置以及为燃料电池提供高压空气的空气压缩机工作时所需要的电能一般均来自于外电网,因而进一步增加了用电成本;特别是为了使电堆快速升温电加热装置的功率配置较大,耗能严重,而且此时电堆还尚未启动其电能则完全来自于外电网,这种对电网的高度依赖性在电网停电和用电高峰限电时存在着燃料电池无法进行测试的风险。

实用新型内容

[0006] 针对现有技术中的不足,本实用新型的目的在于提供一种电能高效利用的燃料电池测试系统。

[0007] 为达到上述目的,本实用新型的技术方案是这样实现的:

[0008] 本实用新型实施例提供一种电能高效利用的燃料电池测试系统,包括燃料电池测试单元、辅助系统单元、储能单元、储能双向变流器和能量管理单元,所述能量管理单元分别与燃料电池测试单元、辅助系统单元、储能单元和储能双向变流器通讯连接,所述储能单元分别与燃料电池测试单元和储能双向变流器的直流端电连接,所述储能双向变流器的交流端分别与辅助系统单元和外电网电连接,所述辅助系统单元通过管道与燃料电池测试单元连接。

[0009] 上述方案中,所述燃料电池测试单元包括至少一组燃料电池测试台和单向DC/DC变换器,所述燃料电池测试台中的待测燃料电池的直流输出端与其相对应的单向DC/DC变换器的输入端电连接,所述单向DC/DC变换器的输出端经由断路器与储能单元电连接。

[0010] 上述方案中,所述辅助系统单元包括配电柜、空气单元和热管理单元,所述配电柜的电能输入端与所述储能双向逆变器的交流端连接,所述配电柜的电能输出端分别与所述空气单元和热管理单元的用电设备电连接,所述空气单元的高压空气输出端通过管道与所述燃料电池测试单元的燃料电池测试台的空气入口连接,所述热管理单元的水路通过管道分别与所述燃料电池测试单元的燃料电池测试台和单向DC/DC变换器的水路连接。

[0011] 上述方案中,所述储能单元包括储能电池组和电池管理单元,所述储能电池组的一个输入端与所述燃料电池测试单元中单向DC/DC变换器的输出端经由断路器电连接,所述储能电池组的另一端与所述储能双向变流器的直流端电连接;所述电池管理单元通过低压信号线与所述储能电池组连接。

[0012] 上述方案中,所述储能双向变流器的直流端通过断路器与所述储能单元的储能电池组电连接,所述储能双向变流器的交流端一路通过断路器与所述辅助系统单元的配电柜电连接,另一路通过隔离开关与外电网电连接,用于将所述储能单元的储能电池组所存储的直流电能经由DC-AC变换为交流电能或将外电网的交流电能输出给所述辅助系统单元的交流用电设备,并在所述能量管理单元检测到所述储能电池组的荷电状态SOC已升至设定的上限而燃料电池测试仍在进行时,实现将所述储能电池组存储的电能经由所述储能双向变流器逆变成与所述外电网相匹配的电压后输出至所述外电网。

[0013] 上述方案中,所述能量管理单元分别通过通讯线与所述燃料电池测试单元中的燃料电池测试台和单向DC/DC变换器、辅助系统单元中配电柜的PLC 控制器和空气单元及热管理单元的用电设备的控制器、储能单元中的电池管理单元以及储能双向变流器连接,分别通过低压信号线与所述燃料电池测试单元中单向DC/DC变换器的断路器、储能单元中的断路器、储能双向变流器中的断路器及隔离开关连接。

[0014] 与现有技术相比,本实用新型将燃料电池电化测试过程中产生的电能存储于储能电池,不仅避免了常规电阻型负载将燃料电池系统产生的电能通过热能消耗掉的能量浪费,同时还节省了为给电阻型负载降温设备的额外电能消耗;

[0015] 另一方面,相较于传统的燃料电池测试系统只有在燃料电池测试过程中才能将产生电能供给辅助系统,而燃料电池测试前空气单元中空压机的启动及热管理单元中电加热装置的启动及升温等则完全依赖于电网,本实用新型在燃料电池测试系统中配置了储能电池则使燃料电池测试过程产生的电能具备了时移的特性从而可高效且灵活的输出给燃料电池测试辅助系统的高耗电设备,不仅有效缓解了燃料电池测试辅助系统对外电网的高度

依赖性,确保了在市电停电或用电高峰时燃料电池测试的正常进行;而且,节省了诸如电加热水箱、冷水机及冷却塔等高耗电设备的用电成本,实现了燃料电池测试时所产生的电能的高效利用。

附图说明

[0016] 图1为根据本实用新型的实施例的一种电能高效利用的燃料电池测试系统的结构示意图。

[0017] 图2为根据本实用新型的实施例的一种电能高效利用的燃料电池测试系统的控制流程图。

具体实施方式

[0018] 下面参考附图进一步描述本实用新型的实施方式,本实用新型的优点和特点将会随着描述而更为清楚。但实施方式仅是范例性的,并不对本实用新型的范围构成任何限制。本领域技术人员应该理解的是,在不偏离本实用新型的精神和范围下可以对本实用新型技术方案的细节和形式进行修改或替换,但这些修改和替换均落入本实用新型的保护范围内。

[0019] 另外,为了更好的说明本实用新型,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员将理解,没有这些具体细节,本实用新型同样可以实施。在另外一些实施例中,对于大家熟知的方法、流程、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本实用新型的主旨。

[0020] 本实用新型实施例提供一种电能高效利用的燃料电池测试系统,如图1所示,其包括燃料电池测试单元1、辅助系统单元2、储能单元3、储能双向变流器(PCS)4和能量管理单元(EMS)5,所述能量管理单元5分别与燃料电池测试单元1、辅助系统单元2、储能单元3和储能双向变流器4通讯连接,所述储能单元3分别与燃料电池测试单元1和储能双向变流器4的直流端电连接,所述储能双向变流器4的交流端分别与辅助系统单元2和外电网电连接,所述辅助系统单元2通过管道与燃料电池测试单元1连接。其中,

[0021] 具体的,所述燃料电池测试单元1包括至少一组燃料电池测试台11和单向DC/DC变换器12,所述燃料电池测试台11中的待测燃料电池的直流输出端与其相对应的单向DC/DC变换器12的输入端电连接,所述单向DC/DC变换器12的输出端经由断路器与储能单元3电连接。

[0022] 所述燃料电池测试单元1中所述燃料电池测试台11用于对燃料电池进行极化曲线、电化学阻抗谱(EIS)以及各种模拟工况条件下的电化学性能测试与评估,而所述单向DC/DC变换器12则将燃料电池在测试过程中产生的电能经过电压的变换后输出至储能单元3。

[0023] 进一步地,所述燃料电池测试单元1中的燃料电池测试台11可以是单台,也可以是多台从而形成燃料电池测试台阵列,而且,燃料电池测试台阵列中的各个所述燃料电池测试台之间独立工作,互不干扰;并且,所述单向DC/DC变换器12的个数与所述燃料电池测试台11的个数保持一致并形成一一对应关系。

[0024] 可选的,所述燃料电池测试台11包括但不限于氢气流量测试单元、空气流量测试

单元、水管理单元、热管理单元及控制单元,所测试的燃料电池包括但不限于燃料电池单电池、燃料电池电堆、燃料电池系统、燃料电池发动机等;而且,不同的燃料电池,其所对应的燃料电池测试台的配置也不尽相同,只要所测试的燃料电池类型及测试参数与燃料电池测试台相匹配即可。同样,与所述燃料电池测试台11所对应的单向DC/DC变换器12也会因待测燃料电池的电压、电流的不同其配置参数也不同,只要其能转换的电压、电流区间同燃料电池输出的电压、电流相匹配即可。换言之,在上述燃料电池测试台阵列中所述燃料电池测试台11可以是同类型的,也可以是不同类型;相应的,所述单向DC/DC变换器12也可以是同类型的,也可以是不同类型的,但是每个单向DC/DC变换器12的输入端配置参数必须与其所连接的燃料电池测试台11的电输出参数相匹配,而且其输出端配置参数还要与所述储能单元3的充电电压、充电电流等参数相匹配。

[0025] 具体的,所述辅助系统单元2包括配电柜21、空气单元22和热管理单元23,所述配电柜21的电能输入端与所述储能双向逆变器4的交流端电连接,所述配电柜21的电能输出端分别与所述空气单元22和热管理单元23的用电设备电连接,所述空气单元22的高压空气输出端通过管道与所述燃料电池测试单元1的燃料电池测试台11的空气入口连接,所述热管理单元23的水路通过管道分别与所述燃料电池测试单元1的燃料电池测试台11和单向DC/DC变换器12的水路连接。

[0026] 进一步地,所述空气单元22的用电设备至少包括空气压缩机,用于为处于在线测试的燃料电池提供高压空气;所述热管理单元23的用电设备至少包括纯水机、电加热水箱、水泵、冷水机和/或冷却塔等用电设备,所述电加热水箱用于为燃料电池测试前的电池预热提供诸如热水等高温介质,所述冷水机和/或冷却塔用于在燃料电池测试过程中为燃料电池和所述单向DC/DC变换器12提供诸如冷却水等冷媒介质以控制燃料电池和单向DC/DC变换器的工作温度。

[0027] 具体的,所述储能单元3包括储能电池组31和电池管理单元(BMS)32,所述储能电池组31的一个输入端与所述燃料电池测试单元1中单向DC/DC变换器12的输出端经由断路器电连接,所述储能电池组31的另一端与所述储能双向变流器4的直流端电连接;所述电池管理单元32通过低压信号线与所述储能电池组31连接。

[0028] 所述储能电池组31一方面接收所述燃料电池测试单元1中燃料电池在测试过程中产生的直流电能和外电网经由所述储能双向变流器4传递过来的谷电,另一方面经由所述储能双向变流器4为所述辅助系统单元2中的用电设备提供电能和向外电网馈电为外电网提供调峰调频及无功补偿的电力辅助服务;

[0029] 可选的,所述储能电池组31采用铅酸电池、铅炭电池、锂离子电池、液流电池、钠硫电池中的一种或多种;

[0030] 优选的,所述储能电池组31优先采用钛酸锂电池或全钒液流电池。

[0031] 所述电池管理单元32,用于监测所述储能电池组31的电压、电流和温度,准确估测所述储能电池组31的荷电状态SOC并将实时采集到的数据信息通过通讯线传输给所述能量管理单元5,同时对所述储能电池组31的单体电池间进行能量均衡。

[0032] 具体的,所述储能双向变流器4的直流端通过断路器与所述储能单元3的储能电池组31电连接,所述储能双向变流器4的交流端一路通过断路器与所述辅助系统单元2的配电柜21电连接,另一路通过隔离开关与外电网电连接,用于将所述储能单元3的储能电池组

31所存储的直流电能经由DC-AC变换为交流电能或将外电网的交流电能输出给所述辅助系统单元2的交流用电设备,并在特定情况下通过交直流的变换实现所述储能单元3与外电网之间的双向能量传递。

[0033] 具体的,所述能量管理单元5分别通过通讯线与所述燃料电池测试单元1中的燃料电池测试台11和单向DC/DC变换器12、辅助系统单元2中配电柜21的PLC控制器和空气单元22及热管理单元23的用电设备的控制器、储能单元3中的电池管理单元32以及储能双向变流器4连接,分别通过低压信号线与所述燃料电池测试单元1中单向DC/DC变换器12的断路器、储能单元3中的断路器、储能双向变流器4中的断路器及隔离开关连接,用于接收所述燃料电池测试单元1、辅助系统单元2和储能单元3的实时参数信息并按照预设的命令向所述燃料电池测试单元1的燃料电池测试台11和单向DC/DC变换器12、辅助系统单元2中配电柜21的PLC控制器和空气单元22及热管理单元23的用电设备的控制器、储能单元3的电池管理单元32、储能双向变流器4的控制元件下发操作指令,对整个燃料电池测试系统的能量进行管理调度以维系整个系统的正常运转。

[0034] 所述一种电能高效利用的燃料电池测试系统工作在稳态离网工作模式和暂态并网工作模式:

[0035] 在稳态离网工作模式下,所述能量管理单元5首先给所述储能双向变流器4的断路器发送闭合信号,将所述储能单元3的储能电池组31存储的直流电能经由储能双向变流器4转化为规定的交流电压输出至所述辅助系统单元2的配电柜21,同时给所述辅助系统单元2的配电柜21中PLC控制器发送命令将配电柜21接收到的电能分配给所述辅助系统单元2的空气单元22和热管理单元23中的各个用电设备,各个用电设备开始工作为待测燃料电池提供特定压力的空气并使燃料电池升至或稳定至设定的温度;当所述能量管理单元5接收到所述燃料电池测试单元1中燃料电池测试台11发出的燃料电池符合测试条件的信号时,则向燃料电池测试台11发送启动信号,按照预设参数和工步对待测燃料电池进行电化学性能测试,其间所产生的电能经过单向DC/DC变换器12转换为与所述储能单元3中储能电池组31的充电电压相匹配的电压后输出至储能电池组31中。在燃料电池测试的全过程中,燃料电池所产生的电能只在燃料电池测试单元1、储能单元3、辅助系统单元2之间进行传递,所述储能双向变流器4与外电网之间的隔离开关始终处于断开状态,整个系统孤岛运行。

[0036] 在暂态并网工作模式下,所述能量管理单元5首先给所述储能双向变流器4的断路器发送闭合信号,将所述储能单元3的储能电池组31存储的直流电能经由储能双向变流器4转化为规定的交流电压输出至所述辅助系统单元2的配电柜21,同时给所述辅助系统单元2的配电柜21中PLC控制器发送命令将配电柜21接收到的电能分配给所述辅助系统单元2的空气单元22和热管理单元23中的各个用电设备,各个用电设备开始工作为待测燃料电池提供特定压力的空气并使燃料电池升至或稳定至设定的温度;当所述能量管理单元5接收到所述燃料电池测试单元1中燃料电池测试台11发出的燃料电池符合测试条件的信号时,则向燃料电池测试台11发送启动信号,按照预设参数和工步对待测燃料电池进行电化学性能测试,其间所产生的电能经过单向DC/DC变换器12转换为与所述储能单元3中储能电池组31的充电电压相匹配的电压后输出至储能电池组31中。

[0037] 在燃料电池测试前辅助系统单元2为燃料电池升温、备气阶段以及在燃料电池测试过程中,所述能量管理单元5实时获取储能单元3中储能电池组31的荷电状态SOC;当检

测到储能电池组31的荷电状态SOC已降至设定的下限时,所述能量管理单元5给所述储能双向变流器4的隔离开关发送闭合信号将外电网的电经由储能双向变流器4调压后直接输出至辅助系统单元2的配电柜21以保障辅助系统单元2中空气单元22和热管理单元23的用电设备的正常工作;当检测到储能电池组31的荷电状态SOC已升至设定的上限而燃料电池测试仍在进行时,所述能量管理单元5给所述储能双向变流器4的隔离开关发送闭合信号将储能电池组31存储的电经由储能双向变流器4逆变成与外电网相匹配的电压后输出至外电网。从而确保整个燃料电池测试系统的有序平稳运行。

[0038] 本实用新型将燃料电池电化学测试过程中产生的电能存储于储能电池,不仅避免了常规电阻型负载将燃料电池系统产生的电能通过热能消耗掉的能量浪费,同时还节省了为给电阻型负载降温设备的额外电能消耗。

[0039] 另一方面,相较于传统的燃料电池测试系统只有在燃料电池测试过程中才能将产生电能供给辅助系统,而燃料电池测试前空气单元中空压机的启动及热管理单元中电加热装置的启动及升温等则完全依赖于电网,本实用新型在燃料电池测试系统中配置了储能电池则使燃料电池测试过程产生的电能具备了时移的特性从而可高效且灵活的输出给燃料电池测试辅助系统的高耗电设备,不仅有效缓解了燃料电池测试辅助系统对外电网的高度依赖性,确保了在市电停电或用电高峰时燃料电池测试的正常进行;而且,节省了诸如电加热水箱、冷水机及冷却塔等高耗电设备的用电成本,实现了燃料电池测试时所产生电能的高效利用。

[0040] 此外,本实用新型储能单元的采用还避免了通常馈网型电子负载对电网的高频谐波的严重干扰并有效抑制了高功率电加热水箱在启动和快速升温时对电网的冲击,有效提高了外电网的功率因数;另一方面又可实现对外电网的削峰填谷、谐波治理及无功补偿,改善电网的电能质量;同时采用储能电池组还可通过谷电峰用、调峰调频等电力辅助服务为企业带来额外收益。

[0041] 本实用新型的控制流程,如图2所示,通过如下步骤实现:

[0042] 在步骤200中,所述能量管理单元5启动自检,并确认所述储能双向变流器4的并网隔离开关处于断开状态,使燃料电池测试系统进入初始离网控制模式。然后进入步骤201。

[0043] 在步骤201中,所述能量管理单元5获取燃料电池测试单元1中待测燃料电池的个数及测试参数从而计算出燃料电池在整个测试过程中所产生的总电量 Q_1 ,获取辅助系统单元2在燃料电池测试前需要的总电量 Q_2 和燃料电池测试过程中需要的总电量 Q'_2 ,通过储能单元3中电池管理单元32获取储能电池组31的SOC从而计算出储能电池组31由当前SOC放电至设定的SOC下限时可放电量 Q_3 和由当前SOC充电至设定的SOC上限时需充电量 Q'_3 ;然后比较 Q_1 、 Q_2 、 Q'_2 、 Q_3 和 Q'_3 之间的大小并进入步骤210。

[0044] 在步骤210中,所述能量管理单元5开始检测是否存在 $Q_1 \leq Q'_2 + Q'_3$ 且 $Q_2 \leq Q_3$ 的情况,如果存在则进入步骤211,即进入稳态离网工作模式;如果不存在则进入步骤220。

[0045] 在步骤211中,所述能量管理单元5首先给所述储能双向变流器4的断路器发送闭合信号,将所述储能单元3的储能电池组31存储的直流电能经由储能双向变流器4转化为规定的交流电压输出至所述辅助系统单元2的配电柜21,同时给所述辅助系统单元2的配电柜21中PLC控制器发送命令将配电柜21接收到的电能分配给所述辅助系统单元2的空气单元22和热管理单元23中的各个用电设备,各个用电设备开始工作为待测燃料电池提供特定

压力的空气并使燃料电池升至或稳定至设定的温度；当所述能量管理单元5接收到所述燃料电池测试单元1中燃料电池测试台11发出的燃料电池符合测试条件的信号时，则向燃料电池测试台11发送启动信号，按照预设参数和工步对待测燃料电池进行电化学性能测试，其间所产生的电能经过单向DC/DC变换器12转换为与所述储能单元3中储能电池组31的充电电压相匹配的电压后输出至储能电池组31中。在燃料电池测试的全过程中，燃料电池所产生的电能只在燃料电池测试单元1、储能单元3、辅助系统单元2之间进行传递，所述储能双向变流器4与外电网之间的隔离开关始终处于断开状态，整个系统孤岛运行。

[0046] 在步骤220中，所述能量管理单元5开始检测是否存在 $Q_1 > Q'_2 + Q'_3$ 或 $Q_2 > Q_3$ 的情况，如果存在则进入步骤221，即进入暂态并网工作模式；如果不存在则返回步骤210。

[0047] 在步骤221中，所述能量管理单元5首先给所述储能双向变流器4的断路器发送闭合信号，将所述储能单元3的储能电池组31存储的直流电能经由储能双向变流器4转化为规定的交流电压输出至所述辅助系统单元2的配电柜21，同时给所述辅助系统单元2的配电柜21中PLC控制器发送命令将配电柜21接收到的电能分配给所述辅助系统单元2的空气单元22和热管理单元23中的各个用电设备，各个用电设备开始工作为待测燃料电池提供特定压力的空气并使燃料电池升至或稳定至设定的温度；当所述能量管理单元5接收到所述燃料电池测试单元1中燃料电池测试台11发出的燃料电池符合测试条件的信号时，则向燃料电池测试台11发送启动信号，按照预设参数和工步对待测燃料电池进行电化学性能测试，其间所产生的电能经过单向DC/DC变换器12转换为与所述储能单元3中储能电池组31的充电电压相匹配的电压后输出至储能电池组31中。

[0048] 其间，所述能量管理单元5实时获取储能单元2中储能电池组21的荷电状态SOC并根据测试流程的先后顺序进一步检测 $Q_1 > Q'_2 + Q'_3$ 或 $Q_2 > Q_3$ 出现的情况，然后进入步骤222。

[0049] 在步骤222中，所述能量管理单元5开始检测是否存在 $Q_2 > Q_3$ 的情况：如果存在则进入步骤223，如果不存在则进入步骤224。

[0050] 在步骤223中，即在燃料电池测试前辅助系统单元2为燃料电池升温、备气阶段以及在燃料电池测试过程中，所述能量管理单元5当检测到储能电池组31的荷电状态SOC已降至设定的下限时，则给所述储能双向变流器4的隔离开关发送闭合信号将外电网的电能经由储能双向变流器4调压后直接输出至辅助系统单元2的配电柜21以保障辅助系统单元2中空气单元22和热管理单元23的用电设备的正常工作。

[0051] 在步骤224中，所述能量管理单元5开始检测是否存在 $Q_1 > Q'_2 + Q'_3$ 的情况：如果存在则进入步骤225，如果不存在则返回步骤222。

[0052] 在步骤225中，所述能量管理单元5当检测到储能电池组31的荷电状态SOC已升至设定的上限而燃料电池测试仍在进行时，则给所述储能双向变流器4的隔离开关发送闭合信号将储能电池组31存储的电能经由储能双向变流器4逆变成与外电网相匹配的电压后输出至外电网。从而确保整个燃料电池测试系统的有序平稳运行。

[0053] 本实用新型的实施例内容揭露如上，然而本实施例并非用以限定本实用新型实施的范围，依据本实用新型的权利要求书及说明内容所作的简单的等效变化与修饰，仍属于本实用新型技术方案范围内。

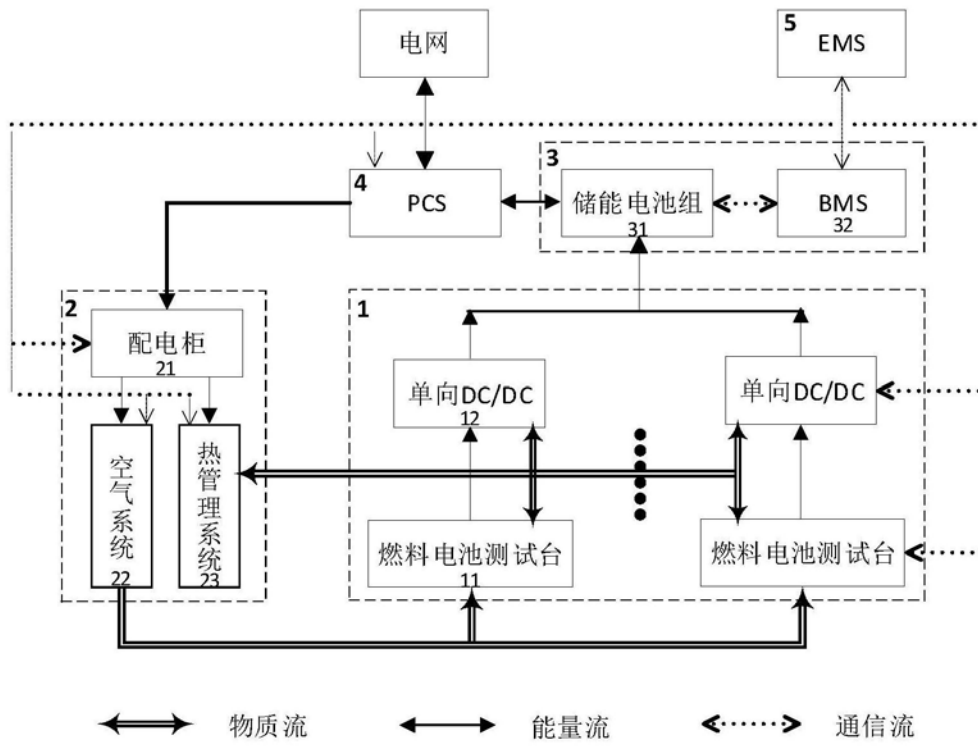


图1

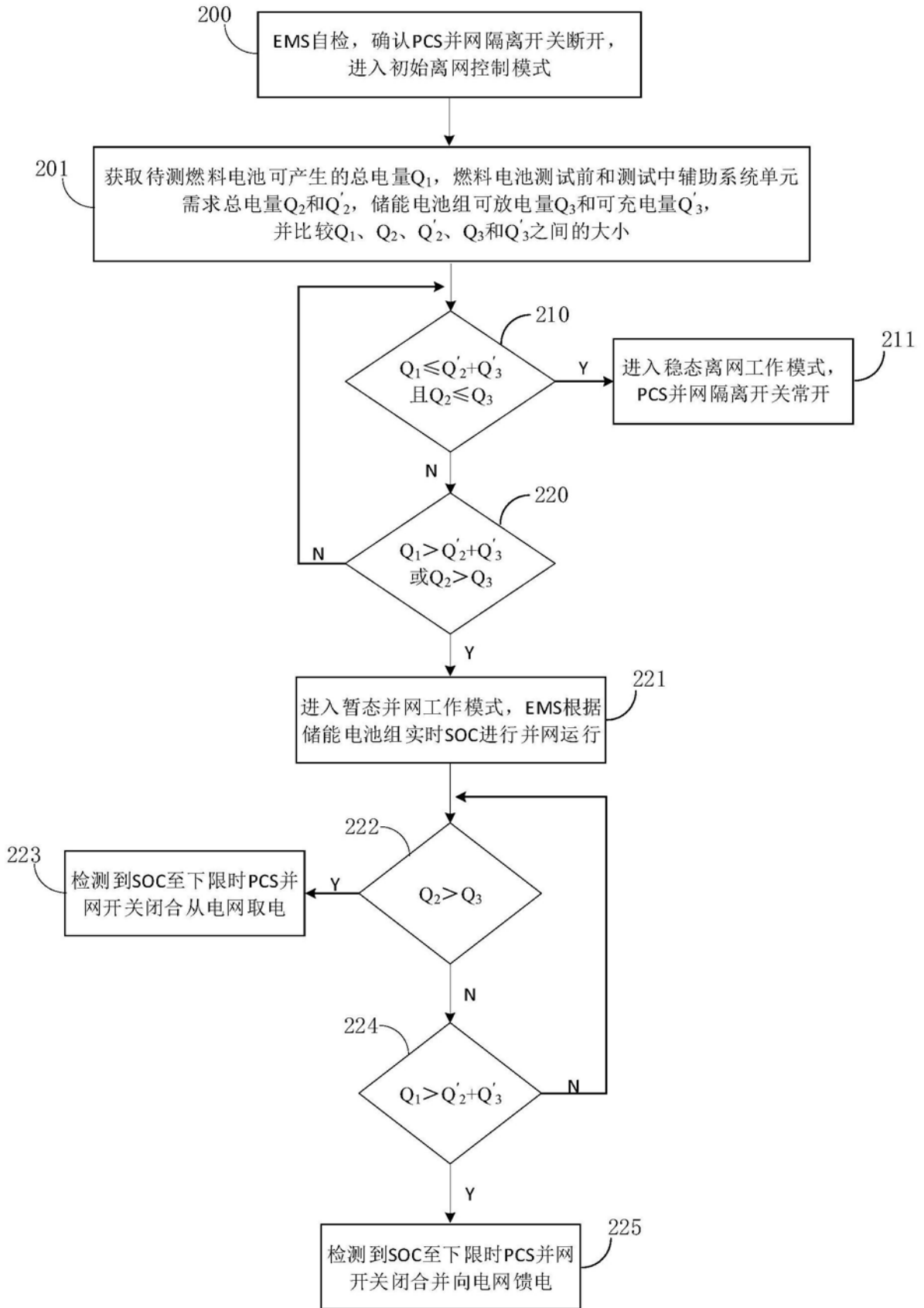


图2