

1. 一种基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，具体包括：

燃料供应子系统，所述燃料供应子系统包括天然气供应模块、水供应模块和空气供应模块，用于为发电子系统供应天然气、水、空气，为制氢子系统供应水；

发电子系统，所述发电子系统产生的直流电，一部分供应给制氢子系统、另一部分供应给充电与加氢子系统为汽车充电；

制氢子系统，所述制氢子系统产生的氢气，一部分供应给发电子系统、另一部分供应给充电与加氢子系统为汽车加氢；

控制子系统，所述控制子系统包括中央控制模块，所述中央控制模块通过控制总线与燃料供应子系统、发电子系统、制氢子系统及充电与加氢子系统信号连接，并控制各子系统执行相应任务；

充电与加氢子系统，所述充电与加氢子系统包括加氢模块和直流充电模块，用于提供汽车充电和加氢的接口；

所述基于SOFC的电动汽车能源服务站的运行控制方法，具体包括以下过程：

电动汽车能源服务站启动运行控制方法：

步骤S01：系统开始启动，

步骤S02：系统启动工作完成，发电子系统开始发电，系统进入正常运行状态，中央控制模块根据各对应模块的状态判断是否有电动汽车需要充电、是否需要制氢、是否有电动汽车需要加氢、是否需要紧急停机和是否需要正常关闭；

电动汽车充电应用场景的运行控制方法：

步骤S03：中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出充电请求，需要接入系统充电，若有电动汽车需要充电，则进入充电场景的步骤S11；若没有电动汽车需要充电，则进入S04步骤；

步骤S11：电动汽车通过直流充电模块进行充电；

步骤S12：中央控制模块实时监测直流充电模块是否全部充电接口均提出充电请求，若是，则进入步骤S13；若不是，则进入步骤S41；

步骤S13：中央控制模块实时监测各电动汽车充电是否全部完成，若全部完成，则结束充电，返回S03步骤；若仍有电动汽车在充电，则返回S11步骤；

制氢应用场景的运行控制方法：

步骤S04：中央控制模块实时监测制氢子系统中的储氢模块的氢气是否充足，若低于设定的阈值，则进入制氢场景的步骤S21；若未低于设定的阈值，则进入步骤S05；

步骤S21：制氢模块使用发电子系统中的DC/DC转换模块提供的直流电，电解水制氢，制得的氢气储存在储氢罐中；

电动汽车加氢应用场景的运行控制方法：

步骤S05：中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出加氢请求，需要接入系统加氢，若有电动汽车需要加氢，则进入加氢场景的步骤S31；若没有电动汽车需要加氢，则进入步骤S41；

步骤S31：系统通过加氢枪为燃料电池电动汽车加氢，加满燃料箱后停止加氢或在人工发出结束指令后停止加氢；

富余电力上网应用场景的运行控制方法：

步骤S41：当没有电动汽车加氢，不是全部充电接口同时充电，也不需要制氢时，将富余电力通过发电子系统中的DC/AC转换模块将直流电转换为适宜上网的交流电接入电网，同时中央控制模块通过步骤S13实时监测电动汽车是否全部完成充电，进入充电、加氢和制氢的指令查询循环；

电动汽车能源服务站紧急停机运行控制方法：

步骤S06：中央控制模块根据各模块反馈的实时数据，判断系统是否出现故障或将出现危险，需要紧急停机，若需要，则进入步骤S51；若不需要，则进入步骤S07；

步骤S51：中央控制模块根据预设的紧急停机程序，控制各模块执行相应的操作，执行完毕紧急停机程序后，系统关闭；

电动汽车能源服务站正常关闭运行控制方法：

步骤S07：中央控制模块实时监测用户是否下达系统正常关闭命令，若已下达，则进入步骤S61；若未下达，则重复步骤S06；

步骤S61：中央控制模块根据预设的正常关闭程序，控制各模块执行相应的操作，执行完毕正常关闭程序后，系统关闭。

2. 如权利要求1所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述天然气供应模块连接的天然气源包括加气站的CNG储气罐、LNG储气罐和市政燃气管网，所述水供应模块的水源包括市政自来水管网、江河湖海、地下水和储水箱。

3. 如权利要求2所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述天然气供应模块接入天然气源取得天然气，并提供包括天然气泄漏报警、泄漏超时未处理自动断气的安全保护功能；所述水供应模块接入水源取水，并提供水净化；所述空气供应模块从系统所处环境取得空气，并提供空气净化功能。

4. 如权利要求3所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述燃料供应子系统还包括氢气补充模块，所述氢气补充模块连接到制氢子系统，在制氢子系统无法满足大规模用气需求的少数特殊情况时，提供从氢气源向系统补充氢气的功能，所述氢气补充模块的氢气源包括在所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站所在地使用市政电网提供的电能电解水制得的氢气、以及通过运氢车从制氢站远距离运输的氢气。

5. 如权利要求4所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述发电子系统包括燃料处理模块、SOFC发电模块、热能管理模块、DC/DC转换模块和DC/AC转换模块，所述天然气供应模块和水供应模块连接燃料处理模块，所述空气供应模块、燃料处理模块、制氢子系统、热能管理模块均连接到SOFC发电模块，所述SOFC发电模块连接DC/DC转换模块产生直流电；所述DC/DC转换模块给制氢模块和DC/AC转换模块提供直流电，所述DC/AC转换模块将直流电再转换为适宜接入市政电网的交流电，并将SOFC发电模块与交流电网进行电气隔离；所述DC/DC转换模块的直流电还连接到直流充电模块为汽车充电。

6. 如权利要求5所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述SOFC发电模块由多个SOFC电堆模组组成，所述电堆模组由多个SOFC电堆组成。

7. 如权利要求6所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述制氢子系统包括制氢模块和储氢模块，所述水供应模块和DC/DC转换模块连接到制氢模块，所述制氢模块利用DC/DC转换模块产生的直流电，将水供应模块提供的水电解为氢气，所述制氢模块采用固体氧化物燃料电池、固体聚合物电解和碱性电解技术中至少一种进行制氢，所述制氢

模块产生的氢储存到储氢模块，所述储氢模块用于供应氢。

8. 如权利要求7所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述控制子系统还包括远程通信模块，所述远程通信模块使用包括3G、4G和5G移动通信网络。

9. 如权利要求8所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站，其特征在于，所述控制子系统还包括人机交互模块，用于提供显示服务简介、充电或加氢单价、数量、总价和状态相关信息，并用于提供支付和打印小票。

10. 一种如权利要求1所述的基于SOFC的电动汽车能源服务站的运行控制方法，具体包括以下过程：

电动汽车能源服务站启动运行控制方法：

步骤S01：系统开始启动，

步骤S02：系统启动工作完成，发电子系统开始发电，系统进入正常运行状态，中央控制模块根据各对应模块的状态判断是否有电动汽车需要充电、是否需要制氢、是否有电动汽车需要加氢、是否需要紧急停机和是否需要正常关闭；

电动汽车充电应用场景的运行控制方法：

步骤S03：中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出充电请求，需要接入系统充电，若有电动汽车需要充电，则进入充电场景的步骤S11；若没有电动汽车需要充电，则进入S04步骤；

步骤S11：电动汽车通过直流充电模块进行充电；

步骤S12：中央控制模块实时监测直流充电模块是否全部充电接口均提出充电请求，若是，则进入步骤S13；若不是，则进入步骤S41；

步骤S13：中央控制模块实时监测各电动汽车充电是否全部完成，若全部完成，则结束充电，返回S03步骤；若仍有电动汽车在充电，则返回S11步骤；

制氢应用场景的运行控制方法：

步骤S04：中央控制模块实时监测制氢子系统中的储氢模块的氢气是否充足，若低于设定的阈值，则进入制氢场景的步骤S21；若未低于设定的阈值，则进入步骤S05；

步骤S21：制氢模块使用发电子系统中的DC/DC转换模块提供的直流电，电解水制氢，制得的氢气储存在储氢罐中；

电动汽车加氢应用场景的运行控制方法：

步骤S05：中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出加氢请求，需要接入系统加氢，若有电动汽车需要加氢，则进入加氢场景的步骤S31；若没有电动汽车需要加氢，则进入步骤S41；

步骤S31：系统通过加氢枪为燃料电池电动汽车加氢，加满燃料箱后停止加氢或在人工发出结束指令后停止加氢；

富余电力上网应用场景的运行控制方法：

步骤S41：当没有电动汽车加氢，不是全部充电接口同时充电，也不需要制氢时，将富余电力通过发电子系统中的DC/AC转换模块将直流电转换为适宜上网的交流电接入电网，同时中央控制模块通过步骤S13实时监测电动汽车是否全部完成充电，进入充电、加氢和制氢的指令查询循环；

电动汽车能源服务站紧急停机运行控制方法：

步骤S06:中央控制模块根据各模块反馈的实时数据,判断系统是否出现故障或将出现危险,需要紧急停机,若需要,则进入步骤S51;若不需要,则进入步骤S07;

步骤S51:中央控制模块根据预设的紧急停机程序,控制各模块执行相应的操作,执行完毕紧急停机程序后,系统关闭;

电动汽车能源服务站正常关闭运行控制方法:

步骤S07:中央控制模块实时监测用户是否下达系统正常关闭命令,若已下达,则进入步骤S61;若未下达,则重复步骤S06;

步骤S61:中央控制模块根据预设的正常关闭程序,控制各模块执行相应的操作,执行完毕正常关闭程序后,系统关闭。

基于SOFC的电动汽车能源服务站及其运行控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及新能源应用技术领域,特别是一种基于SOFC的电动汽车能源服务站及其运行控制方法。

背景技术

[0002] 根据相关定义,电动汽车主要包含纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车。相比传统内燃机汽车,电动汽车对环境影响更小。《电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020年)》提出,到2020年,建成集中充换电站1.2万座,分散充电桩480万个,满足全国500万辆电动汽车充电需求。《节能与新能源汽车技术路线图》指出,到2020、2025、2030年,中国加氢站数量将分别超过100座、300座和1000座。

[0003] 但截至2018年8月,中国电动汽车充电基础设施促进联盟内成员单位总计上报公共类充电桩27.9万个(其中交流充电桩12.3万个、直流充电桩9.3万个、交直流一体充电桩6.3万个)。截至2018年2月,中国已建成及在建的加氢站共有31座,正在运营的仅有12座。

[0004] 从上述数据可以看出,充电站和加氢站的现状与发展目标还相距甚远。发展滞后的主要原因是:①基础设施与电动汽车存在孰先孰后的矛盾:在电动汽车发展相对不足的情况下,大规模建设基础设施则将造成巨大的浪费;而没有足够的基础设施,民众使用电动汽车不方便,又无法促进电动汽车的发展;②城市土地资源紧张,建设充电站和加氢站受到限制,从而无法大规模发展基础设施。

[0005] 充电方面(即发电方面):固体氧化物燃料电池(SOFC)系统,其燃料通常为天然气,氧化剂为空气。作为一种分布式新能源发电系统,与其他新能源发电系统(如光伏和风电等)相比,SOFC的主要优点是:①发电不受气象条件和地理位置限制:有阳光的时候光伏才能发电,有风的时候风电才能发电,而SOFC不受上述限制,可以7×24小时连续不间断地发电。②占地面积小:且仅占用几平方米的面积,不像光伏或风电发电场需要占用大量的房顶或建设用地。

[0006] 与传统分布式发电系统(如汽、柴油发电机和微型燃气轮机等)相比,SOFC的主要优点是:①发电效率高:SOFC不受卡诺循环限制,直接将化学能转换成电能,因此发电效率可达60%~70%。②环境友好:SOFC无机械转动部件,发电时不产生振动,因此工作时噪音极低,可安装在居民区附近;同时SOFC发电前会将天然气脱硫,主要产物为水和CO₂,CO、SO₂和NO_x等污染物排放量极低。

[0007] 加氢方面(即制氢方面):电解水制氢即在电能的作用下,将水分解为氢气与氧气。主要包括碱性电解(AEC)、固体氧化物电解电池(SOEC)和固体聚合物电解(SPE)等三种技术。与光解水、热化学制氢相比,具有技术成熟、设备简单、无污染等优点,所得氢气纯度高、杂质含量少,因此电解水制得的氢气非常适宜燃料电池汽车使用。

[0008] 因此,在城市土地资源紧张,建设充电站和加氢站受到限制的情况下,需要找到一种技术方案来建设充电站和加氢站,使其一方面既能发展基础设施,满足电动汽车的基本使用需求;另一方面又能充分利用现有的各种资源,避免造成基础设施荒废。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是：针对上述存在的问题，本发明充分利用现有加气站或加油站的土地资源，基于加气站本身自带天然气源以及城区加油站方便接入市政燃气管网的特点，结合固体氧化物燃料电池和电解水制氢的技术优势，提供了基于SOFC的电动汽车能源服务站及其运行控制方法。本发明可以为纯电动和插电混动汽车提供充电服务，也可以为燃料电池汽车提供加氢服务，同时，系统产生的富余电力还可接入市政电网出售。

[0010] 本发明采用的技术方案如下：基于SOFC的电动汽车能源服务站，具体包括：

[0011] 燃料供应子系统，所述燃料供应子系统包括天然气供应模块、水供应模块和空气供应模块，用于为发电子系统供应天然气、水、空气，为制氢子系统供应水；

[0012] 发电子系统，所述发电子系统产生的直流电，一部分供应给制氢子系统、另一部分供应给充电与加氢子系统为汽车充电；

[0013] 制氢子系统，所述制氢子系统产生的氢气，一部分在必要时供应给发电子系统、另一部分供应给充电与加氢子系统为汽车加氢；

[0014] 控制子系统，所述控制子系统包括中央控制模块，所述中央控制模块通过控制总线与燃料供应子系统、发电子系统、制氢子系统及充电与加氢子系统信号连接，并控制各子系统执行相应任务；

[0015] 充电与加氢子系统，所述充电与加氢子系统包括加氢模块和直流充电模块，用于提供汽车充电和加氢的接口。

[0016] 进一步的，所述天然气供应模块连接的天然气源包括但不限于加气站的CNG储气罐、LNG储气罐和市政燃气管网，所述水供应模块的水源包括但不限于市政自来水管网、江河湖海、地下水和储水箱。

[0017] 进一步的，所述天然气供应模块接入天然气源取得天然气，并提供包括但不限于天然气泄漏报警、泄漏超时未处理自动断气的安全保护功能；所述水供应模块接入水源取水，并提供水净化；所述空气供应模块从系统所处环境取得空气，并提供空气净化功能。

[0018] 进一步的，所述燃料供应子系统还包括氢气补充模块，所述氢气补充模块连接到制氢子系统，在制氢子系统无法满足大规模用气需求的少数特殊情况时，提供从氢气源向系统补充氢气的功能；

[0019] 所述氢气补充模块的氢气源包括但不限于在本发明系统所在地使用市政电网提供的电能电解水制得的氢气、以及通过运氢车从制氢站远距离运输的氢气。

[0020] 进一步的，所述发电子系统包括燃料处理模块、SOFC发电模块、热能管理模块、DC/DC转换模块和DC/AC转换模块，所述天然气供应模块和水供应模块连接燃料处理模块，所述空气供应模块、燃料处理模块、制氢子系统、热能管理模块均连接到SOFC发电模块，所述SOFC发电模块连接DC/DC转换模块产生直流电；所述DC/DC转换模块给制氢模块和DC/AC转换模块提供直流电，所述DC/AC转换模块将直流电再转换为适宜接入市政电网的交流电，并将SOFC发电模块与交流电网进行电气隔离；所述DC/DC转换模块的直流电还连接到直流充电模块为汽车充电。

[0021] 进一步的，所述SOFC发电模块由多个SOFC电堆模组组成，所述电堆模组由多个SOFC电堆组成。

[0022] 进一步的，所述制氢子系统包括制氢模块和储氢模块，所述水供应模块和DC/DC转

换模块连接到制氢模块，所述制氢模块利用DC/DC转换模块产生的直流电，将水供应模块提供的水电解为氢气，所述制氢模块采用包括但不限于使用固体氧化物电解电池(SOEC)、固体聚合物电解(SPE)和碱性电解技术，所述制氢模块产生的氢储存到储氢模块，所述储氢模块用于供应氢。

[0023] 进一步的，所述控制子系统还包括远程通信模块，所述远程通信模块使用包括但不限于互联网、3G、4G和5G移动通信网络。

[0024] 进一步的，所述控制子系统还包括人机交互模块，用于提供显示服务简介、充电或加氢单价、数量、总价和状态相关信息，并用于提供支付和打印小票。

[0025] 本发明还公开了一基于SOFC的电动汽车能源服务站的运行控制方法，具体包括以下过程：

[0026] 电动汽车能源服务站启动运行控制方法：

[0027] 步骤S01：系统开始启动，

[0028] 步骤S02：系统启动工作完成，发电子系统开始发电，系统进入正常运行状态，中央控制模块根据各对应模块的状态判断是否有电动汽车需要充电、是否需要制氢、是否有电动汽车需要加氢、是否需要紧急停机和是否需要正常关闭；

[0029] 电动汽车充电应用场景的运行控制方法：

[0030] 步骤S03：中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出充电请求，需要接入系统充电，若有电动汽车需要充电，则进入充电场景的步骤S11；若没有电动汽车需要充电，则进入S04步骤；

[0031] 步骤S11：电动汽车通过直流充电模块进行充电；

[0032] 步骤S12：中央控制模块实时监测直流充电模块是否全部充电接口均提出充电请求，若是，则进入步骤S12；若不是，则进入步骤S41；

[0033] 步骤S13：中央控制模块实时监测各电动汽车充电是否全部完成，若全部完成，则结束充电，返回S03步骤；若仍有电动汽车在充电，则返回S11步骤；

[0034] 制氢应用场景的运行控制方法：

[0035] 步骤S04：中央控制模块实时监测制氢子系统中的储氢模块的氢气是否充足，若低于设定的阈值，则进入制氢场景的步骤S21；若未低于设定的阈值，则进入步骤S05；

[0036] 步骤S21：制氢模块使用发电子系统中的DC/DC转换模块提供的直流电，电解水制氢，制得的氢气储存在储氢罐中。

[0037] 电动汽车加氢应用场景的运行控制方法：

[0038] 步骤S05：中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出加氢请求，需要接入系统加氢，若有电动汽车需要加氢，则进入加氢场景的步骤S31；若没有电动汽车需要加氢，则进入步骤S41；

[0039] 步骤S31：系统通过加氢枪为燃料电池电动汽车加氢，加满燃料箱后停止加氢或在人工发出结束指令后停止加氢；

[0040] 富余电力上网应用场景的运行控制方法：

[0041] 步骤S41：当没有电动汽车加氢，不是全部充电接口同时充电，也不需要制氢时，将富余电网通过发电子系统中的DC/AC转换模块将直流电转换为适宜上网的交流电接入电网，同时中央控制模块通过步骤S13实时监测电动汽车是否全部完成充电，进入充电、加氢

和制氢的指令查询循环；

[0042] 电动汽车能源服务站紧急停机运行控制方法：

[0043] 步骤S06：中央控制模块根据各模块反馈的实时数据，判断系统是否出现故障或将出现危险，需要紧急停机，若需要，则进入步骤S51；若不需要，则进入步骤S07；

[0044] 步骤S51：中央控制模块根据预设的紧急停机程序，控制各模块执行相应的操作，执行完毕紧急停机程序后，系统关闭；

[0045] 电动汽车能源服务站正常关闭运行控制方法：

[0046] 步骤S07：中央控制模块实时监测用户是否下达系统正常关闭命令，若已下达，则进入步骤S61；若未下达，则重复步骤S06；

[0047] 步骤S61：中央控制模块根据预设的正常关闭程序，控制各模块执行相应的操作。执行完毕正常关闭程序后，系统关闭。

[0048] 与现有技术相比，采用上述技术方案的有益效果为：

[0049] 1. 在土地资源(尤其是交通便利的土地资源)较为紧张的城区，本发明可在现有加气站的基础上(特别地，若使用市政燃气管网的天然气，则可在现有加油站的基础上)，增建充电与加氢设施，提供电动汽车一站式能源补给服务，解决新建充电站或加氢站的选址和用地难题。

[0050] 2. 相比于其他制氢方式，本发明提供的电解水制氢方案制取的氢气纯度更高，适合燃料电池汽车使用。同时，现场制氢的方案能避免氢气运输的不便，并可根据需求实时调整产出，避免氢气浪费或不足。

附图说明

[0051] 图1是本发明具体实施方式提供的基于SOFC的电动汽车能源服务站主要结构示意图。

[0052] 图2是本发明具体实施方式提供的基于SOFC的电动汽车能源服务站运行控制方法流程图。

[0053] 附图标记：燃料供应子系统(10)、天然气供应模块(11)、空气供应模块(12)、水供应模块(13)和氢气补充模块(14)；发电子系统(20)、SOFC发电模块(21)、燃料处理模块(22)、热能管理模块(23)、DC/DC转换模块(24)和DC/AC转换模块(25)；制氢子系统(30)、制氢模块(31)、储氢模块(32)；控制子系统(40)、中央控制模块(41)、远程通信模块(42)和人机交互模块(43)；充电与加氢子系统(50)、直流充电模块(51)、加氢模块(52)。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图对本发明做进一步描述。

[0055] 特别说明，本发明实施例中提供的具体参数，仅为示例。在实际应用中并不局限于所述参数，本发明的保护范围也并不以所提供的实施例及其具体参数为限。

[0056] 见图1，本发明实施例提供的电动汽车能源服务站主要由燃料供应子系统(10)、发电子系统(20)、制氢子系统(30)、控制子系统(40)和充电与加氢子系统(50)等子系统组成；

[0057] 其中，所述燃料供应子系统(10)包括天然气供应模块、水供应模块和空气供应模块，用于为发电子系统供应天然气、水、空气，为制氢子系统供水；

[0058] 所述发电子系统(20)产生的直流电,一部分供应给制氢子系统、另一部分供应给充电与加氢子系统(50)为汽车充电;

[0059] 所述制氢子系统(30)产生的氢气,一部分在必要时供应给发电子系统(因为发电子系统的氢气主要来自燃料供应子系统,仅在必要的时候,才由制氢子系统提供)、另一部分供应给充电与加氢子系统为汽车加氢(50);

[0060] 所述控制子系统(40)包括中央控制模块(41),所述中央控制模块(41)通过控制总线与燃料供应子系统(10)、发电子系统(20)、制氢子系统(30)和充电与加氢子系统(50)信号连接,并控制各子系统执行相应任务;

[0061] 所述充电与加氢子系统(50)包括加氢模块和直流充电模块,用于提供汽车充电和加氢的接口。

[0062] 燃料供应子系统:

[0063] 所述燃料供应子系统(10)天然气供应模块(11)、空气供应模块(12)、水供应模块(13)和氢气补充模块(14)等模块。

[0064] 本发明实施例提供的电动汽车能源服务站天然气源为加气站的天然气储气罐(如CNG储气罐、LNG储气罐)或市政燃气管网,天然气供应模块取得天然气,并提供天然气泄漏报警、泄漏超时未处理自动断气等安全保护功能;水源为市政自来水管网,水供应模块接入市政自来水管网取得自来水,并提供水净化功能;空气源为系统所处的环境,空气供应模块从系统所处环境取得空气,并提供空气净化功能。氢气源为在本发明系统所在地使用市政电网提供的电能电解水制得的氢气,氢气补充模块在制氢模块无法满足大规模用气需求的少数特殊情况时,提供从氢气源向系统补充氢气的功能。

[0065] 同时,所述天然气供应模块、水供应模块和空气供应模块均具有流体供应模块,提供相应流体的流量和压力调节功能,可在中央控制模块预设程序的控制下,根据不同应用场景的实际情况,自适应调节天然气、水和空气的流量和压力,使SOFC发电模块放出的电满足不同应用场景的需求。

[0066] 在生产LNG的过程中,天然气被逐级净化,硫化物被脱除,因此本发明实施例使用的LNG气源几乎不含硫化物,相对使用其他天然气源可延长SOFC发电模块的使用寿命。但为提高本发明实施例的通用性,本发明实施例的燃料处理模块依然提供脱硫功能,以便使用其他气源时,能将天然气脱硫后,再与水发生化学反应使它们转换为SOFC发电模块所需的燃料。

[0067] 所述氢气补充模块在制氢模块无法满足大规模用气需求的少数特殊情况时,提供从氢气源向系统补充氢气的功能。以上燃料供应模块均提供流量和压力调节功能。

[0068] 发电子系统:

[0069] 所述发电子系统(20)包括燃料处理模块(22)、SOFC发电模块(21)、热能管理模块(23)、DC/DC转换模块(24)和DC/AC转换模块(25),所述天然气供应模块(11)和水供应模块(13)连接燃料处理模块,所述空气供应模块(12)、燃料处理模块(22)、储氢模块(32)、热能管理模块(23)均连接到SOFC发电模块(21),所述SOFC发电模块(21)连接DC/DC转换模块(24)产生直流电;所述DC/DC转换模块(24)给制氢模块(31)和DC/AC转换模块(25)提供直流电,所述DC/AC转换模块(25)将直流电再转换为适宜接入市政电网的交流电,并将SOFC发电模块(21)与交流电网进行电气隔离;所述DC/DC转换模块(24)的直流电还连接到直流充电

模块为汽车充电。

[0070] 本发明实施例提供的SOFC发电模块由SOFC电堆模组(如最高发电功率为250kW)及其他辅助部件组成。

[0071] 本发明实施例提供的热能管理模块能将SOFC发电模块产生的高温余热用于预热低温燃料,以及为维持制氢模块SOEC设备的高温运行环境提供热能,以提高系统的综合效率。

[0072] 本发明实施例提供的DC/DC转换模块能提升并稳定SOFC发电模块放出的直流电压。

[0073] 本发明实施例提供的DC/AC转换模块将DC/DC转换模块升压后的直流电再转换为不高于35kV(如10kV)的交流电,并实现SOFC发电模块与交流电网的电气隔离。

[0074] 制氢子系统:

[0075] 所述制氢子系统(30)包括制氢模块和储氢模块,所述水供应模块(12)和DC/DC转换模块(24)连接到制氢模块,所述制氢模块(31)利用DC/DC转换模块(24)产生的直流电,将水供应模块(12)提供的水电解为氢气,所述制氢模块(31)采用包括但不限于使用固体氧化物电解电池(SOEC)、固体聚合物电解(SPE)和碱性电解技术,所述制氢模块(31)产生的氢储存到储氢模块(32),所述储氢模块(32)用于供应氢。

[0076] 本发明实施例提供的制氢模块主要由SOEC设备组成。

[0077] 本发明实施例提供的储氢模块由容积满足使用要求、安全性能良好的储氢罐(如容量为200kg、加注压力为35MPa)组成。既能为电动汽车提供氢气,也能为SOFC发电模块补充氢气。

[0078] 控制子系统:

[0079] 所述控制子系统(40)包括中央控制模块通过控制总线与本系统的其它各功能模块连接,取得各模块反馈的温度、气体压力、气体流量、电压、电流等各种信号,经控制核心处理后,控制上述模块执行相应操作。所述控制总线包括但不限于工业以太网、CAN和RS485等。所述控制核心包括但不限于MCU和PLC等。

[0080] 所述控制子系统(40)还包括远程通信模块,所述远程通信模块使用包括但不限于互联网、3G、4G和5G移动通信网络。所述远程通信模块具备与控制中心(图1未示出,其功能是管理一定区域内的多个电动汽车能源服务站)远程通信的功能,能将各模块的状态信息和服务费用的支付信息等远程发送给控制中心(具体地,将各气源的流量和压力、SOFC发电模块和SOEC制氢模块的工作状态、LNG储气罐和储氢罐的储气状态、充电模块的充电状态、加氢模块的加氢状态和服务费用支付信息等远程发送给控制中心),以便控制中心集约化管理。所述远程通信包括但不限于通过互联网、3G、4G和5G移动通信网络等方式。

[0081] 所述控制子系统还包括人机交互模块,用于提供显示服务简介、充电或加氢单价、数量、总价和状态相关信息,并用于提供支付和打印小票。所述人机交互模块可显示服务简介、充电或加氢费用和状态等相关信息;提供投币支付、刷卡支付或移动支付等支付功能;提供打印小票等对账功能。

[0082] 充电与加氢子系统:

[0083] 充电与加氢子系统(50)包括加氢模块(51)和直流充电模块(52)。

[0084] 本发明实施例提供的直流充电模块(51)有多台适用于电动汽车的直流电充电接

口(如4台额定功率为60kW,额定电压为500V,额定电流为120A的充电桩),为电动汽车充电。

[0085] 本发明实施例提供的加氢模块(52)有1台符合国家标准(如《GB/T 34425燃料电池电动汽车加氢枪》)的电动汽车的加氢接口,为电动汽车加氢。

[0086] 除此以外,所述电动汽车能源服务站还具有环境监测、视频监控、消防等配套设备,以及司乘人员休息区等服务功能。

[0087] 进一步地,本发明实施例提供的电动汽车能源服务站具体可以有电动汽车充电、电动汽车加氢和富余电力上网等三种应用场景。下面结合图2分别说明系统启动、制氢、紧急停机、正常关闭和三种应用场景的运行策略。

[0088] 电动汽车能源服务站启动运行控制方法

[0089] 步骤S01:系统开始启动。

[0090] 步骤S02:系统启动工作完成,SOFC发电模块开始发电,系统进入正常运行状态。中央控制模块根据各对应模块的状态判断是否有电动汽车需要充电、是否需要制氢、是否有电动汽车需要加氢、是否需要紧急停机和是否需要正常关闭。

[0091] 电动汽车充电应用场景的使用说明及运行控制方法

[0092] 查文献可知,家用电动汽车电池容量约为50kWh,商用电动汽车电池容量约为200kWh。使用本发明实施例提供的直流充电接口,仅需不到1小时即可充满家用电动汽车的电池,约3小时即可充满商用电动汽车的电池。

[0093] 步骤S03:中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出充电请求,需要接入系统充电,若有电动汽车需要充电,则进入充电场景的步骤S11;若没有电动汽车需要充电,则进入步骤S04。步骤S11:电动汽车通过直流充电模块进行充电。步骤S12:中央控制模块实时监测是否全部充电接口需要同时充电,若是全部充电接口需要同时充电,则进入步骤S12;若不是全部充电接口需要同时充电,则进入步骤S41。步骤S13:中央控制模块实时监测各电动汽车充电是否全部完成,若全部完成,则结束充电,返回步骤S03;若仍有电动汽车在充电,则返回步骤S11。

[0094] 制氢应用场景的使用说明及运行控制方法

[0095] 本发明提供的制氢模块制氢的单位能耗为1000L/kWh,若本发明实施例提供的SOFC发电模块发电功率为240kW,则当SOFC放出的电全部用于制氢时,约4.5小时可制取半个储氢罐储存的氢气。

[0096] 步骤S04:中央控制模块实时监测储氢罐中的氢气是否充足,若低于设定的阈值,则进入制氢场景的步骤S21;若未低于设定的阈值,则进入步骤S05。步骤S21分为两档制氢强度,以便既满足制氢需求,又合理分配电力。当储氢模块低于第一档阈值(如150kg)时,SOEC制氢模块使用SOFC放出的部分电力,电解水制氢;当储氢模块低于第二档阈值(如100kg)时,SOEC制氢模块使用SOFC放出的全部电力,电解水制氢。制得的氢气经加压后储存在储氢罐中。

[0097] 电动汽车加氢应用场景的使用说明及运行策方法

[0098] 资料显示,燃料电池乘用车储氢容量约为5kg,客车储氢容量约为80kg。本发明实施例提供的储氢罐储存的氢气可满足约40台乘用车或2台客车的加氢需求。

[0099] 步骤S05:中央控制模块实时监测是否有电动汽车发出加氢请求,需要接入系统加氢,若有电动汽车需要加氢,则进入加氢场景的步骤S31;若没有电动汽车需要加氢,则进入

步骤S41。步骤S31：系统通过加氢枪为燃料电池电动汽车加氢，加满燃料箱后停止加氢或在人工发出结束指令后停止加氢。

[0100] 富余电力上网应用场景的使用说明及运行控制方法

[0101] 本发明实施例在系统正常运行时，可发出功率约为240kW的电力。在没有电动汽车加氢，不是全部充电接口需要同时充电，也不需要将全部电力用于制氢时，可将富余电网通过DC/AC转换模块将直流电转换为适宜上网的交流电后接入电网出售。

[0102] 步骤S41：在没有电动汽车加氢，不是全部充电接口需要同时充电，也不需要制氢时，将富余电网通过DC/AC转换模块将直流电转换为适宜上网的交流电接入电网。与此同时，中央控制模块通过步骤S13实时监测电动汽车是否全部完成充电，进入充电、加氢和制氢的指令查询循环。

[0103] 电动汽车能源服务站紧急停机运行控制方法

[0104] 步骤S06：中央控制模块根据各模块反馈的实时数据，判断系统是否出现故障或将出现危险，需要紧急停机。若需要，则进入步骤S51；若不需要，则进入步骤S07。

[0105] 步骤S51：中央控制模块根据预设的紧急停机程序，控制各模块执行相应的操作。执行完毕紧急停机程序后，系统关闭。

[0106] 电动汽车能源服务站正常关闭运行控制方法

[0107] 步骤S07：中央控制模块实时监测用户是否下达系统正常关闭命令。若已下达，则进入步骤S61；若未下达，则重复步骤S06。

[0108] 步骤S61：中央控制模块根据预设的正常关闭程序，控制各模块执行相应的操作。执行完毕正常关闭程序后，系统关闭。

[0109] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合，以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。如果本领域技术人员，在不脱离本发明的精神所做的非实质性改变或改进，都应该属于本发明权利要求保护的范围。

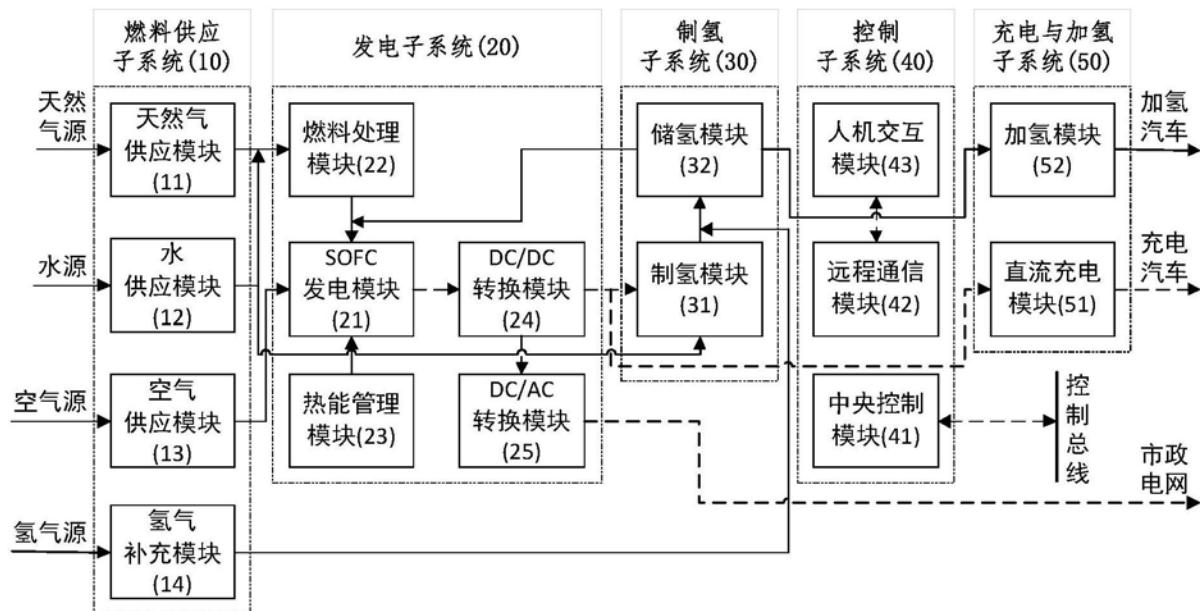


图1

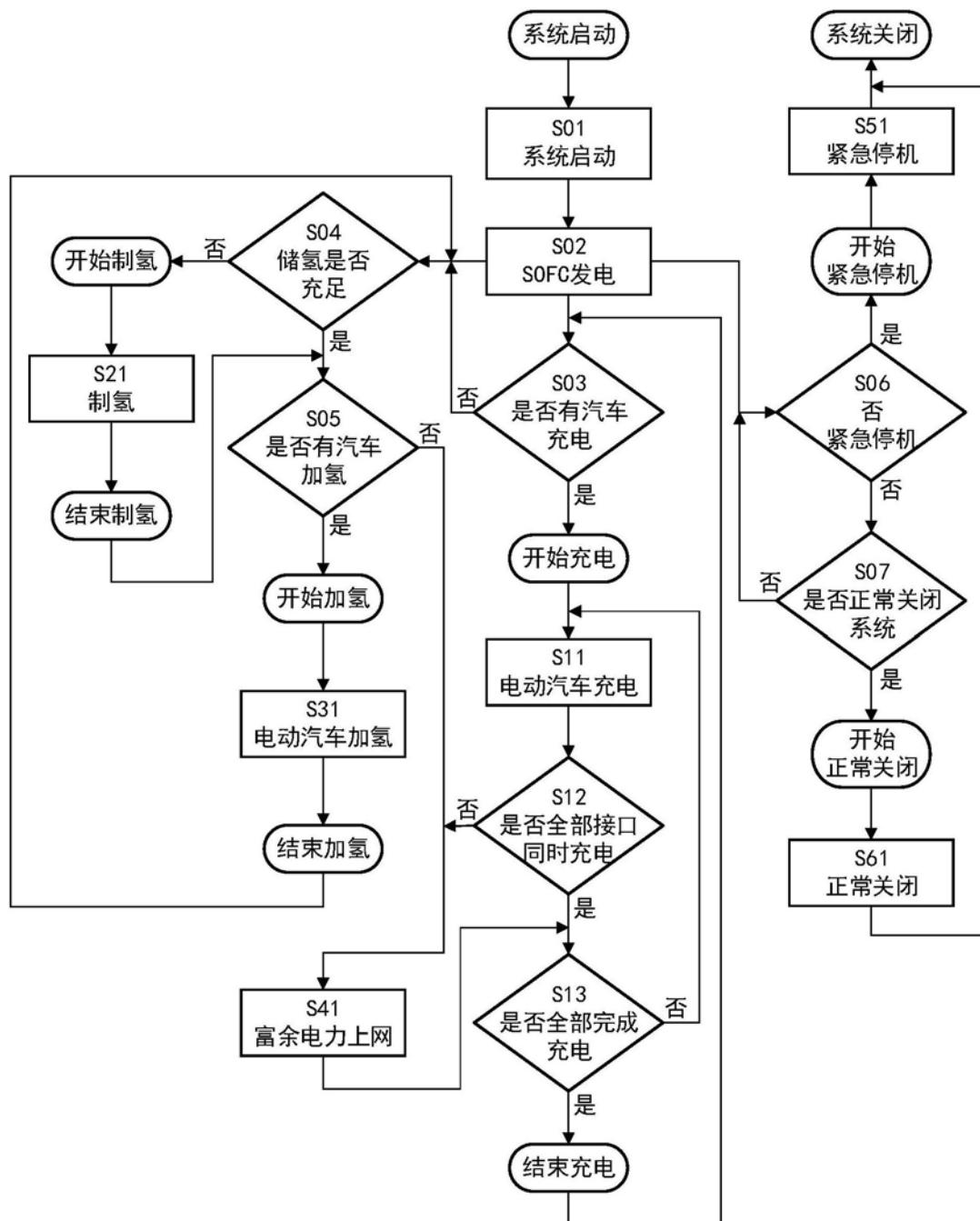


图2