(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103595071 B
(45)授权公告日 2015.08.19

(21)申请号 201310594608.7
(22)申请日 2013.11.21
(73)专利权人 国网上海市电力公司
地址 200122 上海市浦东新区源深路 1122 号
专利权人 华东电力试验研究院有限公司
(72)发明人 时珊珊 张宇 柳劲松 刘隽 包海龙 刘舒 方陈
(74)专利代理机构 上海三和万国知识产权代理事务所(普通合伙) 31230
代理人 张民华
(51)Int.Cl.
H02J 3/38(2006.01)
(56)对比文件
CN 202435048 U,2012.09.12,
CN 103326395 A,2013.09.25,
CN 103061990 A,2013.04.24,
FR 2968476 A1,2012.06.08,
柯人观．微电网典型供电模式及微电源优化配置研究．《浙江大学硕士学位论文》．2013,
吕晓峰．基于V2G技术的双向DC-DC变换器的研究．《浙江大学硕士学位论文》．2013,
审查员 肖高

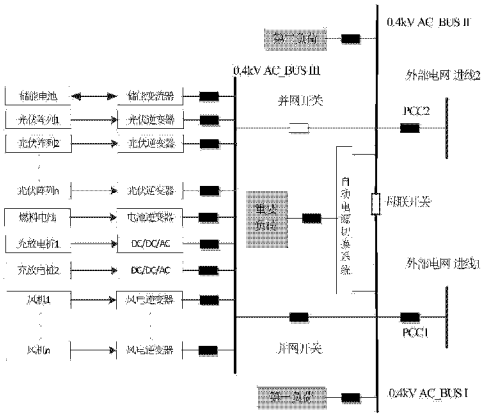
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种微网能源系统

(57)摘要

本发明涉及一种微网能源系统，包括第一母线、第二母线和第三母线，第一母线通过第一静态开关连接电网的第一进线端，第二母线通过第二静态开关连接电网的第二进线端，第一母线和第二母线上均连接有负荷，第一母线和第二母线之间连接有母联开关，第三母线的两端分别通过第一并网开关和第二并网开关分别与微网的第一母线和第二母线对应连接，第三母线与微网能源设备连接，微网能源设备包括光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块和V2G模块，所述光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块、V2G模块与第三母线之间均连接有切换开关。解决了现有微网中能源系统灵活性和可靠性较差、没有达到低碳化目标的问题。



CN 103595071 B

1.一种微网能源系统，包括第一母线和第二母线，第一母线通过第一静态开关连接电网的第一进线端，第二母线通过第二静态开关连接电网的第二进线端，所述第一母线和第二母线上均连接有负荷，第一母线和第二母线之间连接有母联开关，其特征在于：

设置第三母线，所述第三母线的两端分别通过第一并网开关和第二并网开关分别与微网的第一母线和第二母线对应连接，所述的第三母线与微网能源设备连接，所述的微网能源设备包括光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块和V2G模块，所述光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块、V2G模块与第三母线之间均连接有切换开关；

所述负荷包括第一负荷、第二负荷和重要负荷，所述第一负荷连接在第一母线上，所述第二负荷连接在第二母线上，所述重要负荷通过自动电源切换装置均匀的分布在第一母线和第二母线上，所述自动电源切换装置并联在所述母联开关的两端。

2.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于所述光伏发电模块包括一组光伏阵列、一组汇流箱和一组光伏逆变器，各光伏阵列均对应连接一个汇流箱，各所述汇流箱均对应接入一个光伏逆变器的直流侧，各所述光伏逆变器的交流侧均接入第三母线，在各保护测控点位置安装测控保护装置，在电能监测点安装电能质量监测装置，各所述测控保护装置和各所述光伏逆变器均设有与微网控制器连接的通信端口。

3.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于所述风电模块包括一组风力发电机、一组控制器、汇流箱和风电逆变器，各所述风力发电机均对应连接一个控制器的交流输入端，各控制器的直流输出端均接入汇流箱，风电逆变器的直流侧连接汇流箱，风电逆变器的交流侧接入第三母线，在保护测控点位置安装测控保护装置，所述风电逆变器和测控保护装置均设有与微网控制器连接的通信端口。

4.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于，所述燃料电池模块包括燃料电池和电池逆变器，所述电池逆变器的直流侧连接燃料电池，所述电池逆变器的交流侧接入第三母线，在保护测控点位置安装测控保护装置，所述电池逆变器和测控保护装置均设有与微网控制器连接的通信端口。

5.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于所述储能模块包括储能电池组、电池管理系统、储能变流器、储能控制器和储能监控系统，所述电池管理系统与储能电池组通信连接，所述储能变流器的交流侧通过隔离变压器接入微网的第三母线，所述储能变流器的直流侧连接电池组，所述储能变流器的通信端口与储能控制器通信连接，所述储能控制器通过CAN总线与电池管理系统通信连接，所述储能监控系统通过RS485接口与储能控制器通信连接，所述储能控制器通过以太网与微网控制器通信连接。

6.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于所述V2G模块包括隔离变压器、AC/DC功率单元、DC/DC功率单元、电动汽车车载电池、车载电池管理系统和V2G监控单元，所述车载电池管理系统与电动汽车车载电池通信连接，所述AC/DC功率单元的交流侧通过隔离变压器接入微网的第三母线，所述AC/DC功率单元的直流侧连接DC/DC功率单元的一侧，DC/DC功率单元的另一侧连接电动汽车车载电池，V2G监控单元分别通过CAN总线与车载电池管理系统、AC/DC功率单元和DC/DC功率单元通信连接，V2G监控单元通过以太网与微网控制器通信连接。

7.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于该系统还包括电能质量管理设备，所述电能质量管理设备包括有源滤波器和无功补偿模块。

8.根据权利要求1所述的微网能源系统，其特征在于所述第一负荷包括冷冻机房、排水泵和电梯，所述第二负荷包括多功能厅、照明和动力装置，所述重要负荷包括监控中心、控制机房和计算机房。

一种微网能源系统

技术领域

[0001] 本发明涉及微电网技术领域，具体涉及一种微网能源系统。

背景技术

[0002] 分布式发电技术凭借其可提高系统供电可靠性、降低终端用户费用、降低线路损耗、改善电能质量等优点得到了全社会的广泛关注。分布式发电主要包括各类可再生能源发电（风能、太阳能、生物质能等），其清洁环保的特点满足了低碳经济发展的要求。

[0003] 然而，单独的分布式发电接入电网由于其自身的间歇性、波动性、随机性等特点给电网带来了一定的影响，不仅导致电网的潮流、故障机理特性等更加复杂，而且由于其抗扰动能力差，弃光、弃风现象十分严重，导致分布式发电年利用小时数下降，影响了分布式发电投资的经济性。

[0004] 微网是由分布式电源、能源转换装置、负荷、监控和保护装置等汇集而成的小型电力系统。微网既可以与大型电力网并联运行，也可以独立地为当地负荷提供电力需求。微网既可并网运行，又可以离网运行，大大提高了负荷侧的供电可靠性。通过微网接入电网，可以实现微网内部波动的平抑消纳，减少分布式电源接入电网的影响，另外通过分布式电源和分布式储能的优化组合运行，可以提高分布式电源的消纳能力，因此微网已经成为充分利用分布式发电的较好形式之一。

[0005] 近年来，智能社区建设成为各级城市规划的重要内容，也是提升城市影响力的重要窗口，得到了各级政府的高度重视。其中社区能源低碳化是重要的建设目标，因此发展分布式发电／微网成为智能社区建设不可或缺的重要内容，成为展示上海崇明陈家镇国际智能生态社区形象的重要品牌。

[0006] 但是现有微网对能源的利用没有达到低碳化的目标，而且能源系统的灵活性和可靠性不高。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种微网能源系统，在确保能源系统安全的前提下，综合应用多种可再生能源，实现能源利用的低碳化，提高能源系统的灵活性和可靠性。用以解决现有微网中能源系统灵活性和可靠性较差、没有达到低碳化目标的问题。

[0008] 为实现上述目的，本发明的方案是：一种微网能源系统，包括第一母线和第二母线，第一母线通过第一静态开关连接电网的第一进线端，第二母线通过第二静态开关连接电网的第二进线端，所述第一母线和第二母线上均连接有负荷，第一母线和第二母线之间连接有母联开关，设置第三母线，所述第三母线的两端分别通过第一并网开关和第二并网开关分别与微网的第一母线和第二母线对应连接，所述的第三母线与微网能源设备连接，所述的微网能源设备包括光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块和 V2G 模块，所述光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块、V2G 模块与第三母线之间均连接有切换开关；所述负荷包括第一负荷、第二负荷和重要负荷，所述第一负荷连接在第一母线

上，所述第二负荷连接在第二母线上，所述重要负荷通过自动电源切换装置均匀的分布在第一母线和第二母线上，所述自动电源切换装置并联在所述母联开关的两端。

[0009] 所述光伏发电模块包括一组光伏阵列、一组汇流箱和一组光伏逆变器，各光伏阵列均对应连接一个汇流箱，各所述汇流箱均对应接入一个光伏逆变器的直流侧，各所述光伏逆变器的交流侧均接入第三母线，在各保护测控点位置安装测控保护装置，在电能监测点安装电能质量监测装置，各所述测控保护装置和各所述光伏逆变器均设有与微网控制器连接的通信端口。

[0010] 所述风电模块包括一组风力发电机、一组控制器、汇流箱和风电逆变器，各所述风力发电机均对应连接一个控制器的交流输入端，各控制器的直流输出端均接入汇流箱，风电逆变器的直流侧连接汇流箱，风电逆变器的交流侧接入第三母线，在保护测控点位置安装测控保护装置，所述风电逆变器和测控保护装置均设有与微网控制器连接的通信端口。

[0011] 所述燃料电池模块包括燃料电池和电池逆变器，所述电池逆变器的直流侧连接燃料电池，所述电池逆变器的交流侧接入第三母线，在保护测控点位置安装测控保护装置，所述电池逆变器和测控保护装置均设有与微网控制器连接的通信端口。

[0012] 所述储能模块包括储能电池组、电池管理系统、储能变流器、储能控制器和储能监控系统，所述电池管理系统与储能电池组通信连接，所述储能变流器的交流侧通过隔离变压器接入微网的第三母线，所述储能变流器的直流侧连接电池组，所述储能变流器的通信端口与储能控制器通信连接，所述储能控制器通过 CAN 总线与电池管理系统通信连接，所述储能监控系统通过 RS485 接口与储能控制器通信连接，所述储能控制器通过以太网与微网控制器通信连接。

[0013] 所述 V2G 模块包括隔离变压器、AC/DC 功率单元、DC/DC 功率单元、电动汽车车载电池、车载电池管理系统和 V2G 监控单元，所述车载电池管理系统与电动汽车车载电池通信连接，所述 AC/DC 功率单元的交流侧通过隔离变压器接入微网的第三母线，所述 AC/DC 功率单元的直流侧连接 DC/DC 功率单元的一侧，DC/DC 功率单元的另一侧连接电动汽车车载电池，V2G 监控单元分别通过 CAN 总线与车载电池管理系统、AC/DC 功率单元和 DC/DC 功率单元通信连接，V2G 监控单元通过以太网与微网控制器通信连接。

[0014] 该系统还包括电能质量管理设备，所述电能质量管理设备包括有源滤波器和无功补偿模块。

[0015] 所述第一负荷包括冷冻机房、排水泵和电梯，所述第二负荷包括多功能厅、照明和动力装置，所述重要负荷包括监控中心、控制机房和计算机房。

[0016] 本发明达到的有益效果：本发明的能源系统包括光伏发电、风力发电、燃料电池、储能装置、V2G(Vehicle-to-grid,V2G) 设施等多种能源，通过微网控制器的协调控制，可以在确保能源系统安全的前提下，综合应用多种可再生能源，实现能源利用的低碳化，提高能源系统的灵活性和可靠性。而且本发明还设置有有源滤波器和无功补偿模块，通过有源滤波器可以滤除大多数的谐波电流，通过无功补偿模块可以补偿系统的无功，这样有源滤波器的容量也会大大降低，提高了微网中电能的质量。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明微网能源系统的结构原理图；

[0018] 图 2 是本发明微网能源系统的电路连接图；

[0019] 图 3 是本发明光伏发电模块接入微网的原理图；

[0020] 图 4 是本发明风电模块接入微网的原理图；

[0021] 图 5 是本发明燃料电池模块接入微网的原理图；

[0022] 图 6 是本发明储能模块接入微网的原理图；

[0023] 图 7 是本发明 V2G 模块接入微网的原理图；

[0024] 图 8 是本发明电能质量管理的接线原理图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明。

[0026] 如图 1，本发明的微网能源系统包括第一母线和第二母线，第一母线通过第一静态开关连接电网的第一进线端，第二母线通过第二静态开关连接电网的第二进线端，所述第一母线和第二母线上均连接有负荷，第一母线和第二母线之间连接有母联开关，负荷包括第一负荷、第二负荷和重要负荷，所述第一负荷连接在第一母线上，所述第二负荷连接在第二母线上，所述重要负荷通过自动电源切换装置均匀的分布在第一母线和第二母线上，所述自动电源切换装置并联在所述母联开关的两端。设置第三母线，所述第三母线的两端分别通过第一并网开关和第二并网开关分别与微网的第一母线和第二母线对应连接，所述的第三母线与微网能源设备连接，所述的微网能源设备包括光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块和 V2G 模块，所述光伏发电模块、风电模块、储能模块、燃料电池模块、V2G 模块与第三母线之间均连接有切换开关。

[0027] 如图 2，本实施例微网接入低压 400V 系统，根据供电可靠性的要求，设计有两路外部电源进线，要确保微网既可以并网运行，也可以离网运行。光伏发电模块包括 1 台 125kW 光伏发电单元，2 台 30kW 光伏发电单元以及 1 台 4kW 的小型光伏发电单元，光伏发电模块总容量 189kW；风电模块包括 4 台 300W 风机，风电模块的总容量 1.2kW；燃料电池模块为 10kW/4h；V2G 模块包括 2 个充放电桩，各 30kW；同时配置了 100kW/200kWh 的电池储能模块。

[0028] 本实施例还包括电能质量管理设备，所述电能质量管理设备包括有源滤波器和无功补偿模块，母联开关为一个空气断路器，本实施例的第一负荷包括冷冻机房、排水泵和电梯，第二负荷包括多功能厅、照明和动力装置，重要负荷包括监控中心、控制机房和计算机房，第一配电变压器和第二配电变压器还连接有有源滤波器和无功补偿模块。

[0029] 本发明的微网主要具备如下四种运行方式。

[0030] (1) 常规运行方式

[0031] 常规运行方式下，两路外部电源独立向各自的负荷进行供电，要负荷相对均匀地分布在两段母线上。此时，静态开关 PCC1、PCC2 闭合，母联开关断开，两台变压器分裂运行，微网母线和重要负荷的自动电源切换系统自动选择默认的母线进行互联。

[0032] (2) 第一进线独立供电方式

[0033] 当第二进线发生故障后因检修失电后，要求所有的负荷转移到第一母线，第一进线独立供电，第二变压器退出运行。此时 PCC1 开关闭合，PCC2 开关打开，母联开关闭合，重要负荷自切装置选择与第一母线相连。如果微网原先与第二母线相连，此时需要切换到第一母线。

[0034] (3) 第二变压器单独供电方式

[0035] 当第一进线发生故障后因检修失电后，要求所有的负荷转移到第二母线，第二进线独立供电，第一变压器退出运行。此时 PCC2 开关闭合，PCC1 开关打开，母联开关闭合，重要负荷自切装置选择与 2 段母线相连。如果微网原先与 1 段母线相连，此时需要切换到 2 段母线，

[0036] (4) 外部全失电运行方式

[0037] 当第一进线、第二进线均发生故障或其它原因导致全失电后，供电系统转入由分布式电源供电模式，即微网进入离网运行方式。此时 PCC2 开关断开，PCC1 开关断开，母联开关断开，系统中仅保留部分极其重要负荷由微网进行供电，

[0038] 如图 3，189kW 光伏发电模块由 1 台 125kW 光伏逆变器、2 台 30kW 光伏逆变器和 1 台 4kW 光伏逆变器组成，光伏发电模块可作为一个整体模块实现功率连续可调。光伏发电模块一次侧由一次连接线（4 路光伏逆变器）接入微网系统；微网系统与光伏发电模块二次侧通过二次控制线连接，测控装置通过 LAN 通信方式接入微网控制器，光伏逆变器通过 RS485 通信方式接入微网控制器，此外，125KW 光伏回路需接入电能质量监控装置。

[0039] 如图 4，1.2kW 风电模块由 4 台 300W 风机组成，通过一台风电逆变器并网。风机要求有卸荷箱，即有卸荷电阻，当风机输出功率过大时，根据内部控制信号，接入功率连续可调的卸荷负载，消耗多余能量，在不停机的情况下保护系统；当紧急情况发生或维修等其他用户需要的时候，手动闭合刹车开关，风机三相输出短路使得风机停机，保护整个系统。风电模块一次侧由一次连接线接入微网系统；微网系统与风电模块二次侧通过二次控制线连接，风电逆变器通过 RS485 通信方式接入微网控制器。

[0040] 如图 5，燃料电池模块的整体设计满足消防安全要求。燃料电池模块一次侧由一次连接线（1 路电池逆变器）接入微网系统；微网系统与燃料电池模块二次侧通过二次控制线连接，测控装置通过 LAN 通信方式接入微网控制器，电池逆变器通过 RS485 通信方式接入微网控制器。

[0041] 如图 6，“智能微网”系统集成了多种可再生能源系统，需要安装一套，储能系统，该储能系统采用锂电池 100kW/200kWh，通过 PCS 系统（100kW）并入电网进行电能的存储和释放。储能模块包括储能电池组、电池管理系统、储能变流器、储能控制器和储能监控系统，电池管理系统与储能电池组通信连接，储能变流器的交流侧通过隔离变压器接入微网系统，储能变流器的直流侧连接电池组，储能变流器的通信端口与储能控制器通信连接，储能控制器通过 CAN 总线与电池管理系统通信连接，储能监控系统通过 RS485 接口与储能控制器通信连接，储能控制器通过以太网与微网控制器通信连接。储能控制器通过以太网与微网协调控制器交换系统信息、电池信息和控制指令，通过 CAN 总线与电池 BMS 交换信息，通过 RS485 接口与就地监控系统交换信息，完成储能子系统的就地控制功能。

[0042] 如图 7，V2G 模块主要由隔离变压器、功率单元和电动汽车车载电池组成。功率单元主要由 AC/DC 功率单元和 DC/DC 功率单元两部分组成，并提供人机操作界面及直流充放电接口，具备相应测控保护功能。

[0043] V2G 监控单元是 V2G 的一部分，是 V2G 的控制中心和通信枢纽，负责与充放电设施后台系统交换数据；完成充放电桩的充电与放电控制；与 BMS 通信获取电池状态和运行信息；获取电能计量表信息，完成充放电计费和充放电过程的联动控制；将计量计费、充放电

桩工作信息传送给直流充放电桩，获取并执行直流充放电桩上送的控制命令等。

[0044] AC/DC 功率单元的功能是将三相交流输入电压经过高频开关等方式进行变换得到脉动的直流电，最后经过输出滤波电路得到稳定的直流电压和直流电流。DC/AC 功率单元的功能是将直流电源经过振荡电路及高频开关，滤波回路形成稳定的工频交流输出，整个过程通过连接电缆、直流充放电桩、充放电连接器、蓄电池及 BMS 等设备，完成电池充放电功能。

[0045] V2G 具有为电动汽车安全自动地充满电及放电的能力，能依据电动汽车 BMS 提供的数据，动态调整充放电参数、执行相应动作，完成充放电过程。充放电桩具有实现外部手动控制的输入设备，可对充放电桩参数进行设定。

[0046] 如图 8，电能质量管理设备包括有源滤波器 APF 和无功补偿模块，有源滤波器 APF 和无功补偿模块采用并联式结构。其中，有源滤波器用于滤除大多数的谐波电流，无功补偿模块用来补偿系统的无功，这样有源滤波器的容量也会大大降低。APF 及无功补偿模块对外通讯采用 RS485 接口、MODBUS 通讯协议进行通信。本实施例中，在设备侧，将 RS485 通信接口首先转换成以太网接口，从而 APF 及无功补偿设备对外通讯将采用以太网接线方式、TCP MODBUS 协议和主站进行通信。

[0047] 本发明的能源系统包括光伏发电、风力发电、燃料电池、储能装置、V2G(Vehicle-to-grid，V2G) 设施等多种能源，通过微网控制器的协调控制，可以在确保能源系统安全的前提下，综合应用多种可再生能源，实现能源利用的低碳化，提高能源系统的灵活性和可靠性。

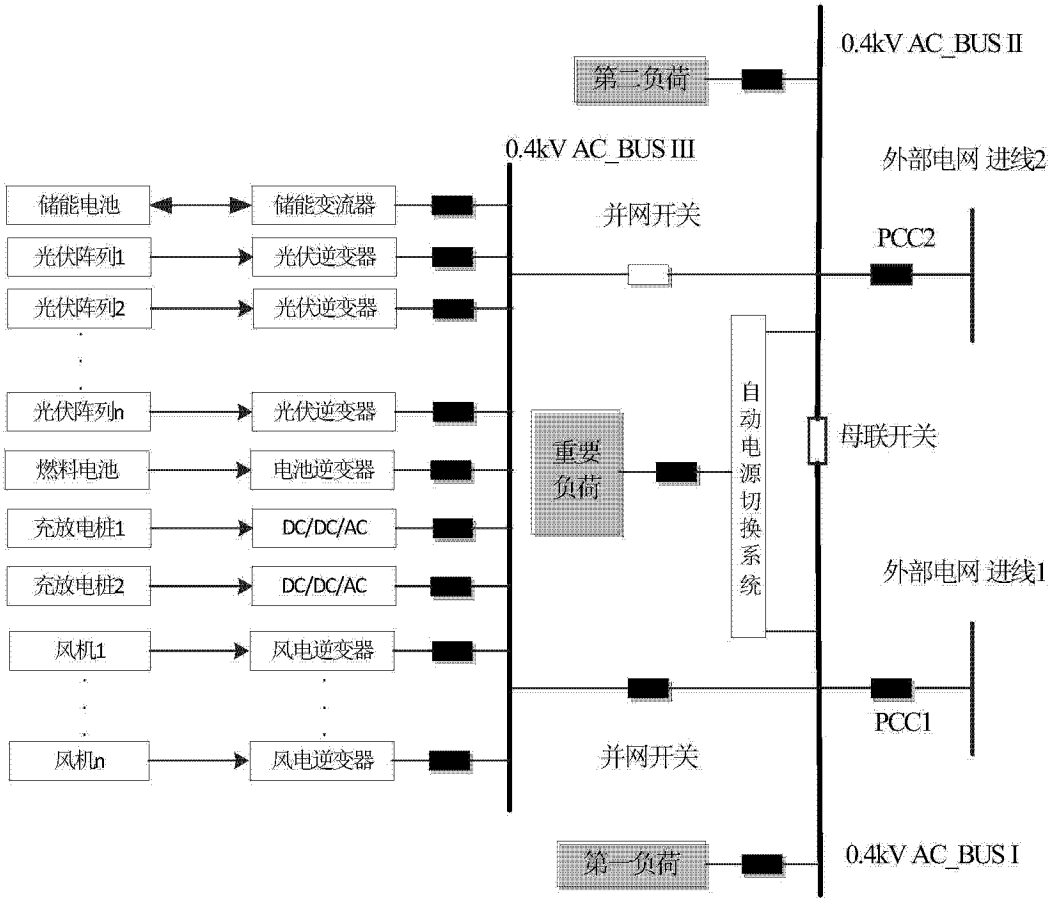

0.4kV AC_BUS II
第二负荷
0.4kV AC_BUS III
外部电网 进线2
储能电池
储能变流器
并网开关
光伏阵列1
光伏逆变器
PCC2
光伏阵列2
光伏逆变器
光伏阵列n
光伏逆变器
自动电源切换系统
母联开关
燃料电池
电池逆变器
重要负荷
充放电桩1
DC/DC/AC
充放电桩2
DC/DC/AC
外部电网 进线1
风机1
风电逆变器
PCC1
风机n
风电逆变器
并网开关
第一负荷
0.4kV AC_BUS I

图 1

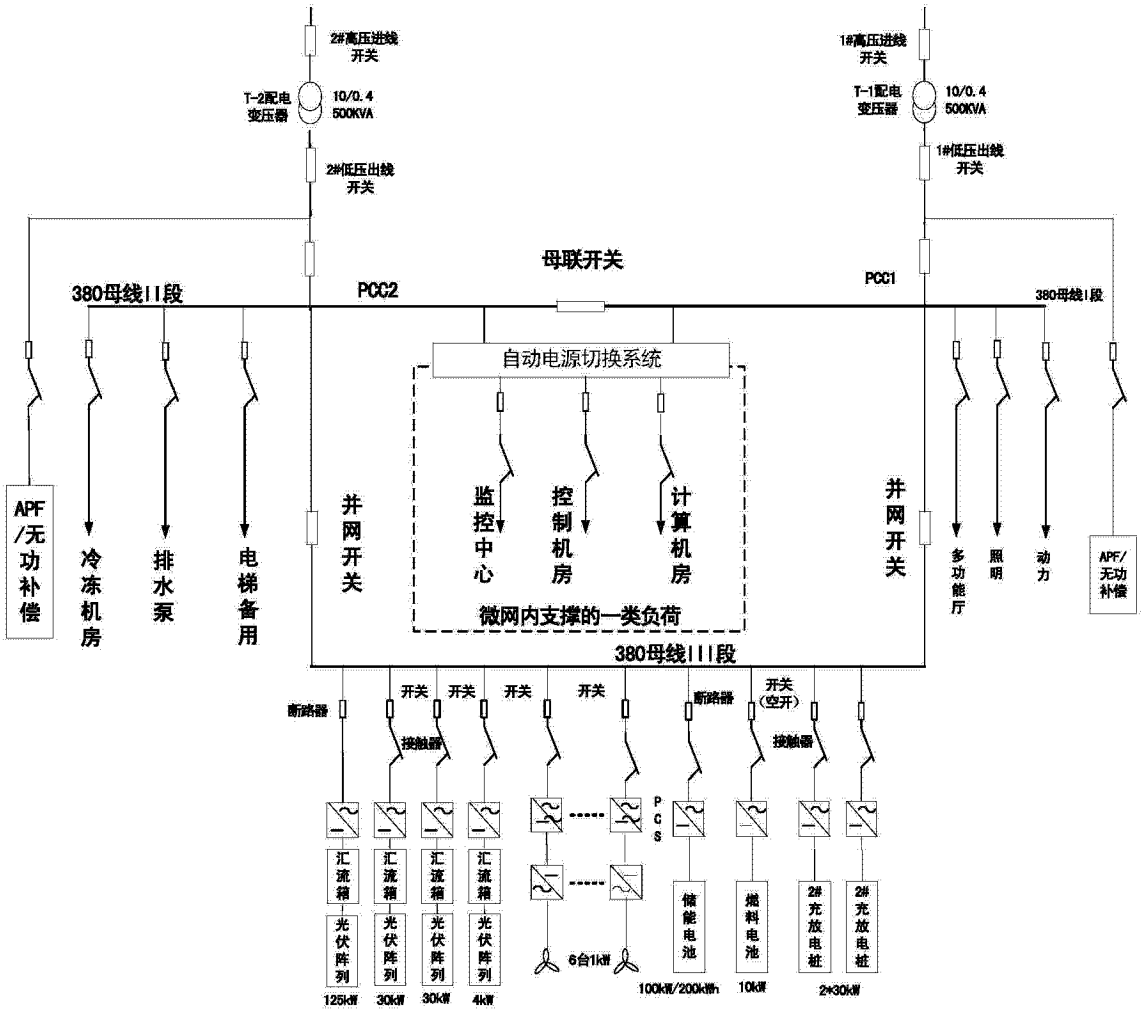

2#高压进线开关
T-2配电变压器
10/0.4 500KVA
2#低压出线开关
1#高压进线开关
T-1配电变压器
10/0.4 500KVA
1#低压出线开关
母联开关
380母线II段
PCC2
PCC1
380母线I段
自动电源切换系统
APF/无功补偿
冷冻机房
排水泵
电梯备用
并网开关
监控中心
控制机房
计算机房
并网开关
多功能厅
照明
动力
APF/无功补偿
微网内支撑的一类负荷
380母线III段
断路器
开关
开关
开关
开关
断路器
开关（空开）
接触器
接触器
PCS
汇流箱
汇流箱
汇流箱
汇流箱
光伏阵列
光伏阵列
光伏阵列
光伏阵列
125kW
30kW
30kW
4kW
6台1kW
储能电池
100kW/200kWh
燃料电池
10kW
2#充放电桩
2#充放电桩
2*30kW

图 2

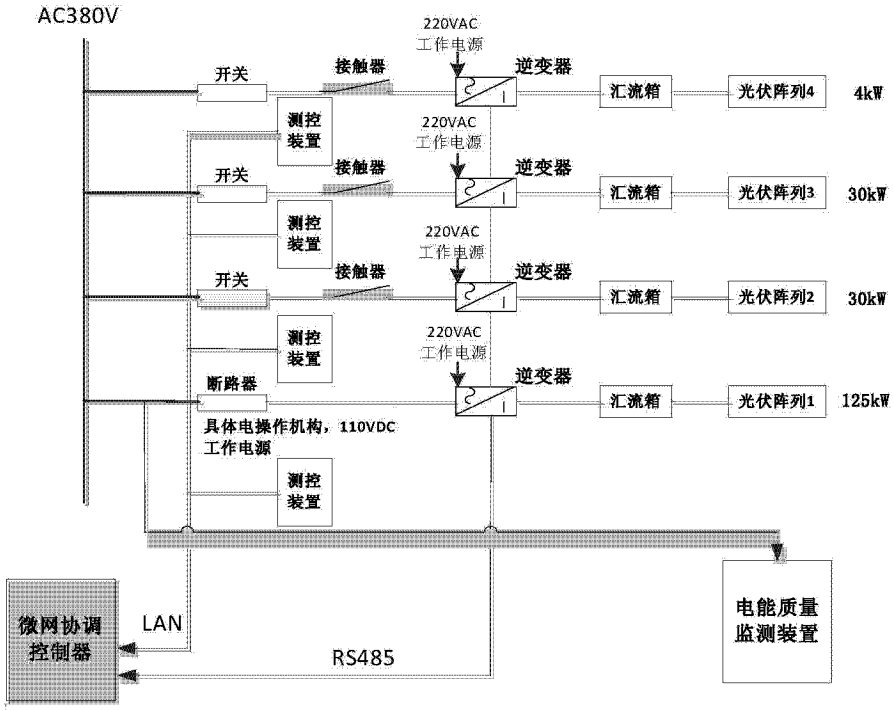

AC380V
开关
接触器
220VAC
工作电源
逆变器
汇流箱
光伏阵列4
4kW
测控
装置
光伏阵列3
30kW
光伏阵列2
30kW
断路器
具体电操作机构，110VDC
工作电源
光伏阵列1
125kW
微网协调
控制器
LAN
RS485
电能质量
监测装置

图 3

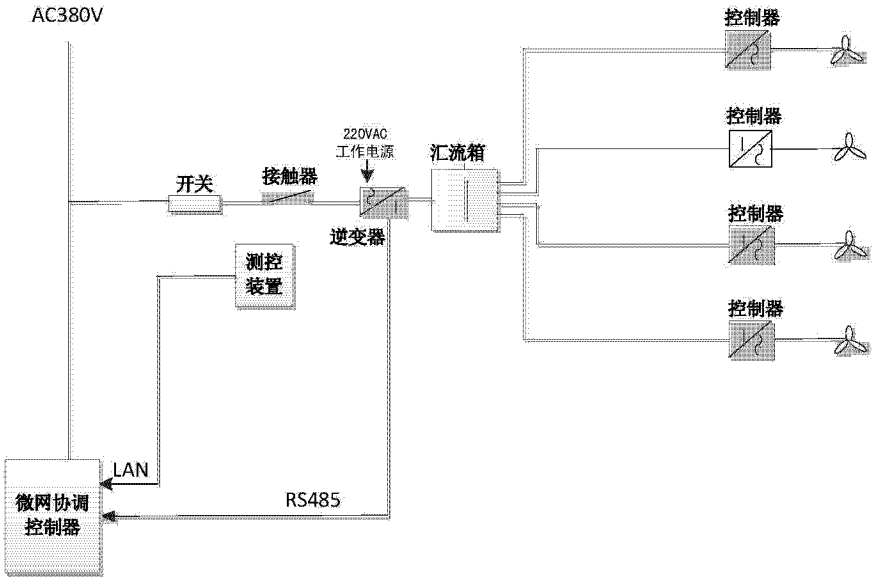

AC380V
控制器
控制器
控制器
控制器
220VAC
工作电源
汇流箱
开关
接触器
逆变器
测控
装置
LAN
RS485
微网协调
控制器

图 4

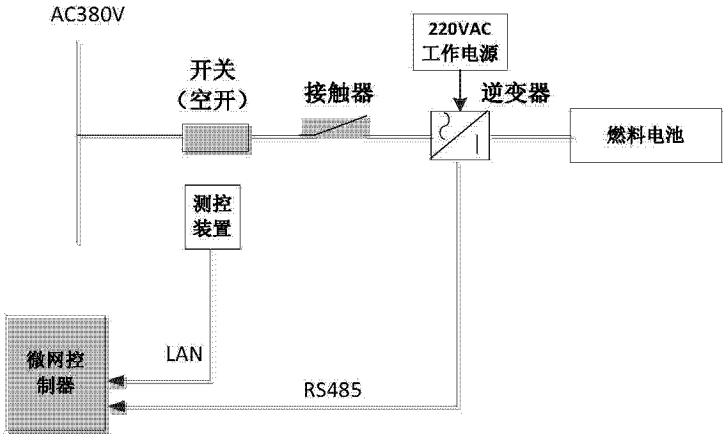

AC380V
220VAC
工作电源
开关
（空开）
接触器
逆变器
燃料电池
测控
装置
微网控
制器
LAN
RS485

图 5

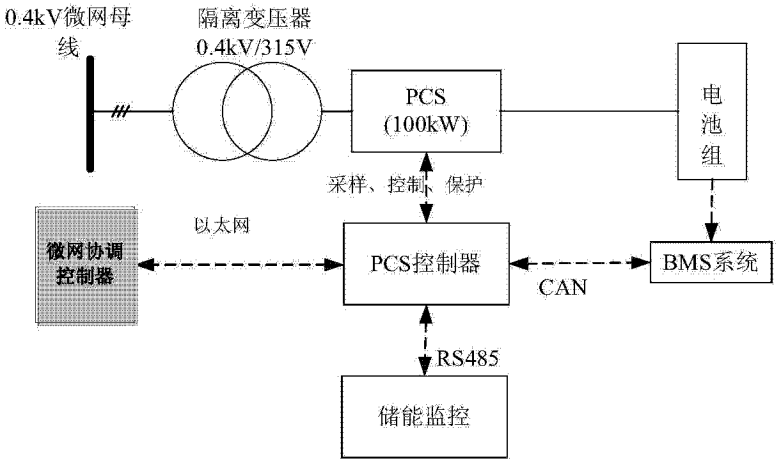

0.4kV微网母
线
隔离变压器
0.4kV/315V
PCS
(100kW)
电
池
组
采样、控制、保护
以太网
微网协调
控制器
PCS控制器
CAN
BMS系统
RS485
储能监控

图 6

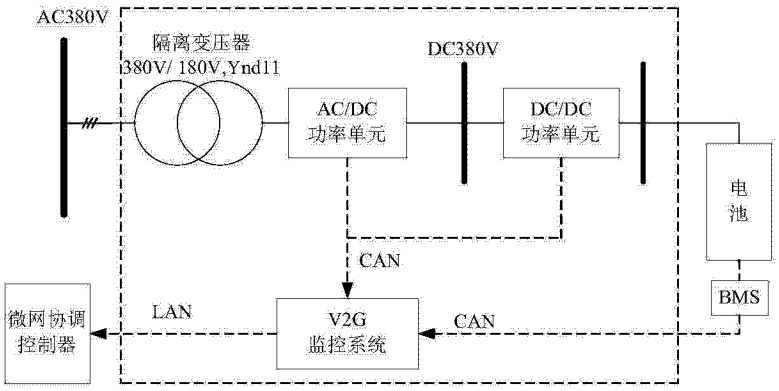

AC380V
隔离变压器
380V/ 180V,Ynd11
DC380V
AC/DC
功率单元
DC/DC
功率单元
电
池
CAN
BMS
微网协调
控制器
LAN
V2G
监控系统
CAN

图 7

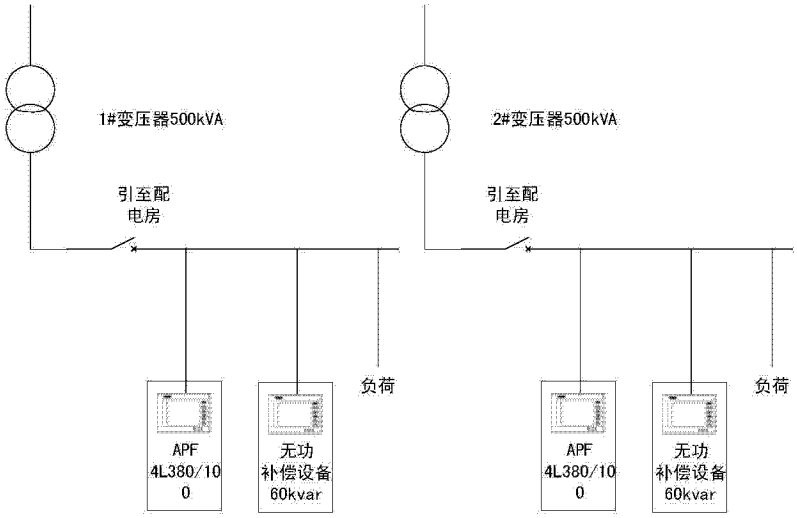

1#变压器500kVA
2#变压器500kVA
引至配
电房
引至配
电房
负荷
负荷
APF
4L380/10
0
无功
补偿设备
60kvar
APF
4L380/10
0
无功
补偿设备
60kvar

图 8