(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212404295 U
(45)授权公告日 2021.01.26

(21)申请号 202020446776.7

(22)申请日 2020.03.31

(73)专利权人 同济大学
地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 张存满 吕洪 上官子轩 周伟

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225
代理人 丁云

(51)Int.Cl.
C25B 1/04(2006.01)
C25B 15/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

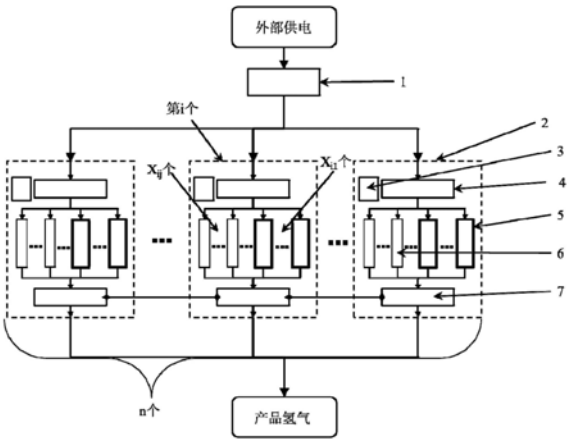
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54)实用新型名称

一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统，该系统包括：电解水制氢模组：配置多个，形成并联形式；系统功率分流控制器：配置为用于电解水制氢系统中电解水制氢模组的功率分配与控制；各电解水制氢模组包括多个不同功率等级的电解水制氢模块和模组功率分流控制器，模组功率分流控制器配置为用于该模组内电解水制氢模块的功率分流控制，模组功率分流控制器连接至系统功率分流控制器，各电解水制氢模组内的电解水制氢模块共用一个用于温度、碱液循环和气液分离控制的模组管理器以及用于氢气纯化的氢气纯化组件。与现有技术相比，本实用新型能够提升制氢能耗效率和宽功率波动适应性，增强瞬时响应速度，降低功率加载成本。



CN 212404295 U

1.一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,该系统包括:

电解水制氢模组(2):配置多个,形成并联形式;

系统功率分流控制器(1):配置为用于电解水制氢系统中电解水制氢模组(2)的功率分配与控制;

各电解水制氢模组(2)包括多个不同功率等级的电解水制氢模块(35)和模组功率分流控制器(4),所述的模组功率分流控制器(4)配置为用于该模组内电解水制氢模块(35)的功率分流控制,所述的模组功率分流控制器(4)连接至系统功率分流控制器(1),各电解水制氢模组(2)内的电解水制氢模块(35)共用一个用于温度、碱液循环和气液分离控制的模组管理器(3)以及用于氢气纯化的氢气纯化组件(7)。

2.根据权利要求1所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,所述的电解水制氢模组(2)中不同功率等级的电解水制氢模块(35)分别设置多个单独运行的电解槽,所述的电解槽连接至该电解水制氢模组(2)中共用的模组管理器(3)和氢气纯化组件(7)。

3.根据权利要求1所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,所述的模组管理器(3)整流变压器(36)、氧气侧气体隔膜阀(31)、氧气侧气液分离器(33)、氢气侧气体隔膜阀(32)、氢气侧气液分离器(34)、碱液箱(38)、补碱泵(39)、碱液过滤器(310)和补碱支路,同一电解水制氢模组(2)中的各电解水制氢模块(35)分别通过一个所述的整流变压器(36)连接至模组功率分流控制器(4),各电解水制氢模块(35)的氧气输出口相互连通并连接至氧气侧气液分离器(33),氧气侧气液分离器(33)气体输出口通过氧气侧气体隔膜阀(31)将氧气排出,各电解水制氢模块(35)的氢气输出口相互连通并连接至氢气侧气液分离器(34),氢气侧气液分离器(34)气体输出口通过氢气侧气体隔膜阀(32)连接至氢气纯化组件(7),氧气侧气液分离器(33)和氢气侧气液分离器(34)的碱液输出口连通至一个所述的碱液过滤器(310),所述的碱液过滤器(310)输入端还通过一个所述的补碱泵(39)连接所述的碱液箱(38),各电解水制氢模块(35)的碱液入口分别通过一个补碱支路连接所述的碱液过滤器(310)的输出端。

4.根据权利要求3所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,所述补碱支路包括串连连接的碱液循环泵(311)和碱液冷却器(37),所述的碱液循环泵(311)输入端连接碱液过滤器(310)的输出端,所述的碱液冷却器(37)输出端连接对应的电解水制氢模块(35)的碱液入口。

5.根据权利要求1所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,该系统所有电解水制氢模组(2)的氢气纯化组件(7)的气体输出端联通形成系统的氢气输出口。

6.根据权利要求5所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,所述的氢气纯化组件(7)的氢气输出口之间的联通呈现形式包括:总线型、星型、环型、树型和网状。

7.根据权利要求1所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,所述的系统功率分流控制器(1)包括微处理器芯片。

8.根据权利要求1所述的一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统,其特征在于,所述的模组功率分流控制器(4)包括微处理器芯片。

一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种电解水制氢系统，尤其是涉及一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统。

背景技术

[0002] 在当今世界能源格局深度调整、全球应对气候变化行动加速、资源环境约束不断加强的复杂背景下，氢能已经被认为是世界能源与动力转型的重大战略方向之一，备受世界各国关注。加快发展氢能产业，贯彻五位一体战略布局，是我国应对全球气候变化、践行长江经济带发展战略、保障国家能源供应安全和实现可持续发展的战略选择。氢气的来源是目前氢能发展的重要议题，氢气目前仍作为工业用原料气体，在化工业有着丰富的应用，从来源来说，主要有三种成熟的技术路线；一是化石能源重整制氢；二是工业副产氢气；三是电解水制氢。化石能源重整制氢原料主要为煤炭，成本低廉、技术成熟，但无法消除的二氧化碳排放和化石能源的使用限制了该技术的大规模绿色氢气制取。工业副产氢气主要来源于焦炭、氯碱、合成氨、丙烷脱氢等行业，能为氢能产业初期发展就近提供低成本氢源。电解水制氢绿色环保、生产灵活、纯度高，若配合可再生能源发电、弃电大规模利用，成本可以显著下降，具有极高的商业化潜力，是最有前景的氢能源制取方法。电解水制氢中，目前最为成熟的技术路线是碱性电解水技术。

[0003] 经过对现有技术的文献检索发现，目前的大型电解水系统的研究多集中在电解水设备的开发和优化，以实现电解水设备的集成、降低成本、产品气体的纯化等目的，如：

[0004] 中国专利CN104911626A：一种高压力水电解制氢电解水制氢设备提出了一种包括正极端板和负极端板的高压力水电解制氢电解水制氢设备，该装置结构简单、安装方便，使用三元乙丙橡胶垫极大地降低了橡胶垫成本，还能够反复使用，高压状态下不仅可以直接输送高压氢气、氧气，减少气体加压环节，进一步降低了成本。

[0005] 中国专利CN1920100：连续纯化水电解氢气的方法提供了一种利用3干燥塔，周期性连续干燥的连续纯化电解水制氢方法，不仅可以连续获得高纯度产品氢气，还能实现氢气的不浪费，大大提高了经济效益，又有利于保护大气环境。

[0006] 中国专利CN205442733U：模块化电解装置提出了一种包括基座与电解装置与上盖的模块化电解装置，将电解水装置模块化，可以适用于不同的水处理装置。

[0007] 中国专利CN106148989A：一种电能储存系统及产生氢气和氧气的方法提出了一种包括供电系统、电解水装置和气体储存装置的电能储存系统及产生氢气和氧气的方法，将剩余电能通过电解水装置产生氢气和氧气，将电能进行储存，可用于提高现有供电系统的电能利用率，还能用产生的氧气补充室内供氧，有效减少大气对室内环境的污染。

[0008] 中国专利CN1041130084A：风电-制氢并网发电系统的控制方法提出了基于双馈感应发电机的风电机组模型，建立电解水制氢设备模型和对并网发电系统进行控制的风电-制氢并网发电系统的控制方法，该方法能够充分反应堆风电-制氢并网发电系统建模与控制的有效性，提高电网对新能源的接纳能力，适应性强，具有较高的实际应用价值。

[0009] 现有的相关研究中虽然提到了在同一系统中使用多个电解水制氢设备，没有考虑将单个电解水装置进行模块化集成，缺乏大型电解制氢的宽功率波动适应性系统构架，缺少大型电解水制氢系统的宽功率波动适应性的优化方法。

实用新型内容

[0010] 本实用新型的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统。

[0011] 本实用新型的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0012] 一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统，该系统包括：

[0013] 电解水制氢模组：配置多个，形成并联形式；

[0014] 系统功率分流控制器：配置为用于电解水制氢系统中电解水制氢模组的功率分配与控制；

[0015] 各电解水制氢模组包括多个不同功率等级的电解水制氢模块和模组功率分流控制器，所述的模组功率分流控制器配置为用于该模组内电解水制氢模块的功率分流控制，所述的模组功率分流控制器连接至系统功率分流控制器，各电解水制氢模组内的电解水制氢模块共用一个用于温度、碱液循环和气液分离控制的模组管理器以及用于氢气纯化的氢气纯化组件。

[0016] 所述的电解水制氢模组中不同功率等级的电解水制氢模块分别设置多个单独运行的电解槽，所述的电解槽连接至该电解水制氢模组中共用的模组管理器和氢气纯化组件。

[0017] 所述的模组管理器整流变压器、氧气侧气体隔膜阀、氧气侧气液分离器、氢气侧气体隔膜阀、氢气侧气液分离器、碱液箱、补碱泵、碱液过滤器和补碱支路，同一电解水制氢模组中的各电解水制氢模块分别通过一个所述的整流变压器连接至模组功率分流控制器，各电解水制氢模块的氧气输出口相互连通并连接至氧气侧气液分离器，氧气侧气液分离器气体输出口通过氧气侧气体隔膜阀将氧气排出，各电解水制氢模块的氢气输出口相互连通并连接至氢气侧气液分离器，氢气侧气液分离器气体输出口通过氢气侧气体隔膜阀连接至氢气纯化组件，氧气侧气液分离器和氢气侧气液分离器的碱液输出口连通至一个所述的碱液过滤器，所述的碱液过滤器输入端还通过一个所述的补碱泵连接所述的碱液箱，各电解水制氢模块的碱液入口分别通过一个补碱支路连接所述的碱液过滤器的输出端。

[0018] 所述补碱支路包括串连连接的碱液循环泵和碱液冷却器，所述的碱液循环泵输入端连接碱液过滤器的输出端，所述的碱液冷却器输出端连接对应的电解水制氢模块的碱液入口。

[0019] 该系统所有电解水制氢模组的氢气纯化组件的气体输出端联通形成系统的氢气输出口。

[0020] 所述的氢气纯化组件的氢气输出口之间的联通呈现形式包括：总线型、星型、环型、树型和网状。

[0021] 所述的系统功率分流控制器包括微处理器芯片。

[0022] 所述的模组功率分流控制器包括微处理器芯片。

[0023] 与现有技术相比，本实用新型具有如下优点：

[0024] (1)本实用新型采用了灵活搭配不同功率等级电解水制氢模块的系统架构,有利于使各电解水制氢设备在宽功率波动条件下均处于最佳工作点附近,因此能够提升大型电解水在各输入工况下的制氢能耗效率,大幅提升电解水制氢系统的宽功率波动适应性。

[0025] (2)本实用新型采用了灵活启用任意数量电解水制氢模块的系统逻辑,保证系统中总有一部分电解水制氢设备处于工作状态,因此能够更快响应不同的供电需求,可以快速加大或缩小制氢功率,增强了系统的适应性与响应速度。

[0026] (3)本实用新型采用了独立的电解水制氢模块,使各模块在工作时均处于工作功率区间,因此能够保证各辅助设备的正常工作,使阴阳极压力平衡,提升了产品氢气、氧气的纯度,提升了电解水制氢系统的安全性。

[0027] (4)本实用新型采用了同一电解水制氢模组共用模组管理器的系统方案,保证同一电解水制氢模组中的不同电解水制氢模块由同一模组管理器管理,能够将同一电解水制氢模组下的所有电解水制氢模块的温度维持在工作温度附近,因此保证电解模块能够快速加载,增强了电解制氢系统的瞬时响应速度并且降低了功率加载成本。

[0028] (5)本实用新型采用了气体纯化组件在模组内的布置方式,并且各模组之间的气体纯化组件可采用总线型、星型、环型、树型、网状等连接拓扑结构,因此提高了宽功率波动情况下的输出氢气的纯度、运行的安全性与系统的利用率,同时提供率纯化模块的在线自生能力,避免了再生过程带来的停机。

[0029] (6)本实用新型采用了模块化电解水系统布置,因此有利于电解水制氢设备系列化生产,有利于降低生产成本,同时能够降低系统故障时的维修难度,降低电解水制氢设备故障维修成本。

附图说明

[0030] 图1为本实用新型具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统的结构示意图;

[0031] 图2为本实用新型具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统的拓扑示意图;

[0032] 图3为本实用新型具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统中模组管理器的结构示意图;

[0033] 图4为本实用新型具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统的工作流程图;

[0034] 图5为本实用新型实施例中配电功率波动图;

[0035] 图6为本实用新型实施例中电解水制氢模块停止工作后温度变化示意图;

[0036] 图7为本实用新型实施例中第1电解水制氢模组及其中各功率等级模块在功率波动中的工作功率;

[0037] 图8为本实用新型实施例中第2电解水制氢模组及其中各功率等级模块在功率波动中的工作功率;

[0038] 图9为本实用新型实施例中第3电解水制氢模组及其中各功率等级模块在功率波动中的工作功率;

[0039] 图10为本实用新型实施例中第4电解水制氢模组及其中各功率等级模块在功率波动中的工作功率;

[0040] 图11为本实用新型实施例中第5电解水制氢模组及其中各功率等级模块在功率波动中的工作功率。

[0041] 图中，1为系统功率分流控制器，2为电解水制氢模组，3为模组管理器，4为模组功率分流控制器，5为I型电解水制氢模块，6为j型电解水制氢模块，7为氢气纯化组件，31为氧气侧气体隔膜阀，32为氢气侧气体隔膜阀，33为氧气侧气液分离器，34为氢气侧气液分离器，35为电解水制氢模块，36为整流变压器，37为碱液冷却器，38为碱液箱，39为补碱泵，310为碱液过滤器，311为碱液循环泵。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型进行详细说明。注意，以下的实施方式的说明只是实质上的例示，本实用新型并不意在对其适用物或其用途进行限定，且本实用新型并不限定于以下的实施方式。

[0043] 实施例

[0044] 如图1、图2所示，一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统，该系统包括：

[0045] 电解水制氢模组2：配置多个，形成并联形式；

[0046] 系统功率分流控制器1：配置为用于电解水制氢系统中电解水制氢模组2的功率分配与控制；

[0047] 各电解水制氢模组2包括多个不同功率等级的电解水制氢模块和模组功率分流控制器4，模组功率分流控制器4配置为用于该模组内电解水制氢模块的功率分流控制，模组功率分流控制器4连接至系统功率分流控制器1，各电解水制氢模组2内的电解水制氢模块共用一个用于温度、碱液循环和气液分离控制的模组管理器3以及用于氢气纯化的氢气纯化组件7。本实施例设置n个电解水制氢模组2，第i个电解水制氢模组2中包含m个功率等级的电解水制氢设备模块，其中额定功率为P_{Mi1}MW的I型电解水制氢模块5设有X_{i1}个，额定功率为P_{Mi2}MW的Ⅱ型电解水制氢设备模块X_{i2}个，以此类推额定功率为P_{Mij}MW的j型电解水制氢设备模块6设有X_{ij}个。显然对于本实用新型中电解水制氢系统来说其额定功率为P，单位为MW，有：

[0048] $$P=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}P_{Mij}\cdot X_{ij}\ ,$$

[0049] 对于上述任意第i个电解水制氢模组2中第j功率等级的电解水制氢模块来说，由于技术上的限制，其工作的最低功率为P_{Mij_min}，因此其任意时刻的功率p，单位为MW，即：

[0050] $P_{Mij_min}\leqslant p\leqslant P_{Mij}$，

[0051] 对于任意电解水制氢设备，其工作温度应当处于最低工作温度t_L℃到最高温度t_H℃之间，当温度过低或过高时，电解水制氢设备无法正常工作，因此任意电解水制氢设备的温度t，单位为℃，当此电解水制氢设备工作或需要进入工作状态时，应当有：

[0052] $t_L\leqslant t\leqslant t_H$，

[0053] 并且当正常工作的电解水制氢设备输入功率降为零之后，附属设备中冷却系统停止工作，温度开始缓慢下降，参考图5，冷却持续一定时间后，制氢设备的温度低于最低工作温度，此时再提高输入功率，电解水制氢模块无法正常工作。因此为保证电解水制氢系统的宽功率波动适应性，需要通过间歇性工作与模组内热管理将各模组中的各电解水制氢模块保持在工作温度范围内。

[0054] 假设有同等或相近技术水平的单独电解水制氢设备，其额定功率也为P MW，其最小工作功率为P_{single_min}MW，因为其技术水平与本实用新型中的任意电解水制氢设备模块相当，且额定功率远大于单一电解水制氢设备模块，因此其最小功率一定大于任意单一电解水制氢设备模块的最小功率P_{Mij_min}MW，即：

[0055] $P_{Mij_min}<P_{single_min}$，

[0056] 因此相较于采用单独电解水制氢设备组成系统的工作功率区间[P_{single_min},P]，本实用新型中的大型电解水制氢系统可启用任意数量的电解水模组以及模组中任意数量的电解水模块，其中最小的工作功率为MIN(P_{Mij_min})MW，其工作范围为[MIN(P_{Mij_min}),P]，因此可知本实用新型中的大型电解水制氢系统最低工作功率更小，即：

[0057] MIN(P_{Mij_min})<P_{Mij_min}，

[0058] 因此本实用新型的大型电解水制氢系统可以显著提升宽功率波动适应性能。

[0059] 电解水制氢模组2中不同功率等级的电解水制氢模块分别设置多个单独运行的电解槽，电解槽连接至该电解水制氢模组2中共用的模组管理器3和氢气纯化组件7。

[0060] 如图3所示，模组管理器整流变压器36、氧气侧气体隔膜阀31、氧气侧气液分离器33、氢气侧气体隔膜阀32、氢气侧气液分离器34、碱液箱38、补碱泵39、碱液过滤器310和补碱支路，同一电解水制氢模组中的各电解水制氢模块35分别通过一个整流变压器36连接至模组功率分流控制器4，各电解水制氢模块35的氧气输出口相互连通并连接至氧气侧气液分离器33，氧气侧气液分离器33气体输出口通过氧气侧气体隔膜阀32将氧气排出，各电解水制氢模块35的氢气输出口相互连通并连接至氢气侧气液分离器34，氢气侧气液分离器34气体输出口通过氢气侧气体隔膜阀32连接至氢气纯化组件7，氧气侧气液分离器33和氢气侧气液分离器34的碱液输出口连通至一个碱液过滤器310，碱液过滤器310输入端还通过一个补碱泵39连接碱液箱38，各电解水制氢模块35的碱液入口分别通过一个补碱支路连接碱液过滤器310的输出端。补碱支路包括串连连接的碱液循环泵311和碱液冷却器37，碱液循环泵311输入端连接碱液过滤器310的输出端，碱液冷却器37输出端连接对应的电解水制氢模块35的碱液入口。

[0061] 在工作过程中，碱液分别从各功率等级的电解水制氢模块35的氢气与氧气侧的出口中流出，分别进入氢气侧气液分离器34和氧气侧气液分离器33，在其中气体与碱液分离，其中压力由氢气侧气体隔膜阀32与氧气侧气体隔膜阀31调节。碱液在从氢气侧气液分离器34和氧气侧气液分离器33中流出后，进入碱液过滤器310，过滤去除可能出现的杂质，经过各功率等级的电解水制氢模块的碱液循环泵311作用，进入到各碱液冷却器37中进行冷却，最终进入到各功率等级的电解水制氢模块35，各模块的碱液流量由碱液循环泵311控制。各功率等级的电解水制氢模块35的热管理主要由气液分离器与碱液冷却器37实现，其中碱液冷却器37可以精确控制其出口处的碱液温度。在气液分离器中，碱液不断收到器中的常温去离子水喷淋，从而脱去所含气体，同时温度降低，因此需要去离子水箱、去离子水泵等组件，在本实用新型中包含在气液分离器中。碱液在进入电解水制氢模块35前，在碱液冷却器37中与冷却液进行热交换，从而降低温度，需搭配冷却水塔、冷却液泵来控制冷却液温度流量，在本实用新型中包含在碱液冷却器37中。

[0062] 该系统所有电解水制氢模组2的氢气纯化组件7的气体输出端连通形成系统的氢气输出口。氢气纯化组件7的氢气输出口之间的联通呈现形式包括：总线型、星型、环型、树

型和网状。

[0063] 系统功率分流控制器1和模组功率分流控制器4包括微处理器芯片。

[0064] 如图4所示，上述具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统的具体工作流程为：

[0065] (S1)根据供电系统历史提供电能与当前输入的电能，结合电网配电需求，分析系统可能遇到的功率冲击，计算当前时刻所需的冗余功率；

[0066] (S2)根据供电系统历史提供电能与当前输入的电能，结合电解水制氢系统中各型电解水制氢设备理想的功率区间，并考虑所需冗余功率，计算当前所需启动的电解水制氢模组2数量及每模组分配功率，以及各启用模组中所需启用电解水制氢设备数量；

[0067] (S3)推测未来Z小时内的电网供电情况，预测系统未来的运行工况，确定配电功率；

[0068] (S4)根据工作各模组中各电解水制氢设备温度，结合预测未来工况，对每启用模组中的各电解水制氢设备分配功率，保证其运行在理想区间或工作区间；

[0069] (S5)根据各电解水制氢设备累计工作时间，均匀分配电解水制氢设备工作时间，防止个别电解水制氢设备寿命消耗过快；

[0070] (S6)根据寿命平均需求以及预测工况，对于时间较短的配电功率波动，间歇性启动各制氢模组，保证全部模组全部处于工作温度范围内；对于时间较长的配电功率波动，可在待机模块冷却后，通过热管理系统提前预热需启动的电解水制氢设备，增加系统响应速度。

[0071] 本实施例设置一种具有宽功率波动适应性的大型电解水制氢系统，系统额定功率为100MW，系统下分设5个电解水制氢模组2，每个模组的额定功率均为20MW，每个模组均由2个额定功率为2MW、2个额定功率为3MW和2个额定功率为5MW的电解水制氢模块组成。对于每个模组中的电解水制氢模块，2MW的电解水制氢模块的工作区间为0.8MW-2MW；3MW的电解水制氢模块的工作区间为1.2MW-3MW；5MW的电解水制氢模块的工作区间为2MW-5M。以上各电解水制氢模块的工作温度均为60℃-95℃，当电解水制氢模块的温度低于60℃时，将无法正常工作，参考图6，当电解水制氢模块停止工作4小时之后，其温度将下降至60℃以下，模块将无法正常工作。

[0072] 对于同等技术水平的单独电解水制氢模块，如果其额定功率也为100MW，则其工作区间为40-100MW，则其功率波动适应范围为其额定值的40％-100％；而对于本实用新型中的电解水制氢系统，其最小工作功率为1MW，功率波动适应范围为额定值的0.8％-100％，可以看出本实用新型显著提高了电解水制氢系统的功率波动适应性。

[0073] 参考图5，t＝0(h)时刻之前，电网对电解水制氢系统的供电功率稳定在100MW，电解水制氢系统及各个制氢模组都处于额定工作状态，参考图7～图11，各型电解水制氢模块均处于额定工作状态，并且温度均保持在90℃。

[0074] 参考图5，t＝0(h)时刻开始，电网供电出现波动，对电解水制氢系统配电功率下降至20MW，并保持12小时。此时，如果采用同等技术水平的单独电解水制氢模块，在输入功率20MW下已经无法正常工作。对于本实用新型中的电解水制氢系统，可调整各电解水制氢模组间歇性工作，在使各工作中电解水制氢模块分配功率均处于工作区间的同时，保证各模组、模块的温度不降至工作温度以下，保证能够快速响应电网的进一步供电波动。

[0075] 参考图7～图11，在电解水制氢系统中，可以间歇性给各制氢模组分配10MW功率，待机制氢模组的分配功率为0MW，并且冷却模块处于关闭状态。对制氢模组进行功率分配调控，保证各模组待机时间不超过4小时。同时在各模组工作中，给该模组中的5MW电解水制氢模块分配2.5MW功率，给3MW电解水制氢模块分配1.5MW功率，给2MW电解水制氢模块分配1MW功率。

[0076] 参考表1以及图7～图11，在t＝1(h)时，分别使1、3制氢模组处于工作状态，功率为10MW，2、4、5制氢模组处于待机状态；在t＝2(h)时，保持1、4制氢模组处于工作状态，2、3、5制氢模组处于待机状态；在t＝3(h)时，将1、3、4制氢模组处于待机状态，将2、5制氢模组调节至工作状态；在t＝4(h)时，将2、3制氢模组调节至10MW，将1、4、5调节至待机状态；在t＝5(h)时，1、2、3制氢模组处于待机状态，4、5制氢模组处于工作状态，功率为10MW；在t＝6(h)时，1、2制氢模组被调节至工作状态，3、4、5制氢模组进入待机状态；在t＝7(h)时，1、3制氢模组处于10MW工作状态，2、4、5处于待机状态；在t＝8(h)时，2、4、制氢模组被置于工作状态，1、3、5制氢模组处于待机状态；在t＝9(h)时，1、2、4制氢模组处于待机状态，3、5制氢模组处于工作状态；在t＝10(h)时，2、4制氢模组输入功率为10MWW，1、3、5制氢模组处于待机状态；在t＝11(h)时，1、3制氢模组处于工作状态，2、4、5制氢模组处于待机状态；在t＝12(h)时，1、2制氢模组处于工作状态，3、4、5制氢模组处于待机状态。

[0077] 在t＝13(h)时，电网配电恢复至100MW，电解水制氢系统因为可以灵活调节启用的制氢模组，各模组中各制氢模块的温度都处于工作温度，能够快速相应电网的配电增加，可以迅速工作至额定状态。

[0078] 表1电网配电功率波动以及各电解水制氢模组功率分配

[0079]

时间/h	配电功率/MW	第1电解水制氢模组功率/MW	第2电解水制氢模组功率/MW	第3电解水制氢模组功率/MW	第4电解水制氢模组功率/MW	第5电解水制氢模组功率/MW
-6	100	20	20	20	20	20
-5	100	20	20	20	20	20
-4	100	20	20	20	20	20
-3	100	20	20	20	20	20
-2	100	20	20	20	20	20
-1	100	20	20	20	20	20
0	100	20	20	20	20	20
1	20	10	0	10	0	0
2	20	10	0	0	10	0
3	20	0	10	0	0	10
4	20	0	10	10	0	0
5	20	0	0	0	10	10
6	20	10	10	0	0	0
7	20	10	0	10	0	0
8	20	0	10	0	10	0
9	20	0	0	10	0	10
10	30	0	10	0	10	10
11	20	10	0	10	0	0
12	20	10	10	0	0	0
13	100	20	20	20	20	20
14	100	20	20	20	20	20
15	100	20	20	20	20	20
16	100	20	20	20	20	20
17	100	20	20	20	20	20
18	100	20	20	20	20	20

[0080]

19	100	20	20	20	20	20
20	100	20	20	20	20	20
21	100	20	20	20	20	20
22	100	20	20	20	20	20
23	100	20	20	20	20	20
24	100	20	20	20	20	20

[0081] 经过上述调整，可以使电解水制氢系统能够在很宽的范围内响应功率波动，同时保证各电解水制氢模块工作在理想工作区间，提升整体效率，可见本实用新型的宽功率波动适应性大型电解水制氢系统可以有效提高电解水制氢系统的响应速度与总体工作效率。

[0082] 上述实施方式仅为例举，不表示对本实用新型范围的限定。这些实施方式还能以其它各种方式来实施，且能在不脱离本实用新型技术思想的范围内作各种省略、置换、变更。

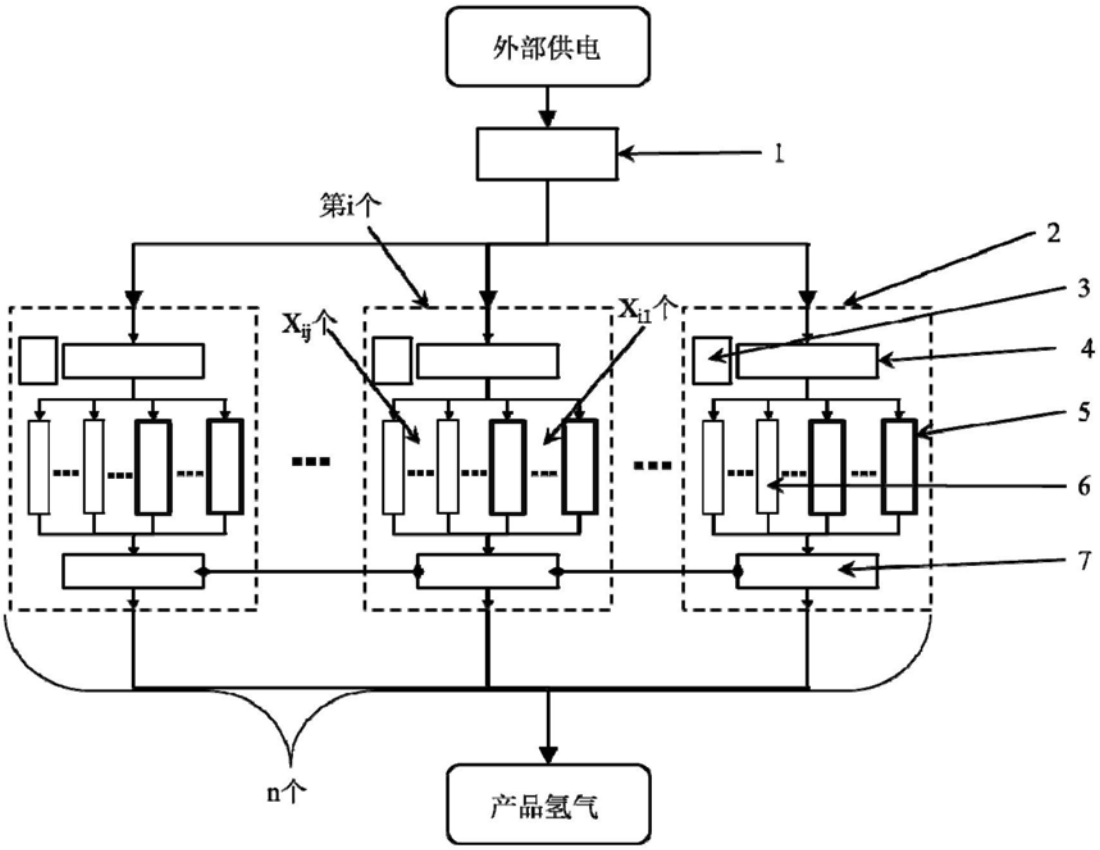

外部供电
1
第i个
2
3
4
5
6
7
X_{ij}个
X_{i1}个
n个
产品氢气

图1

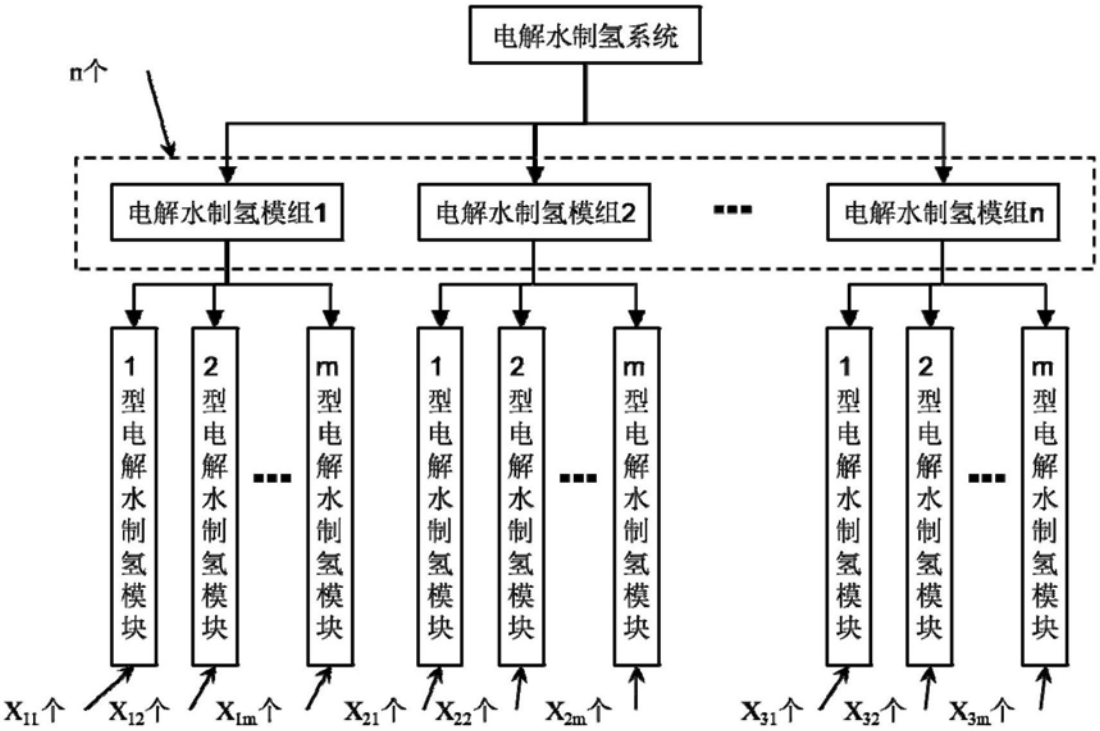

电解水制氢系统
n个
电解水制氢模组1
电解水制氢模组2
电解水制氢模组n
1型电解水制氢模块
2型电解水制氢模块
m型电解水制氢模块
X_{11}个
X_{12}个
X_{1m}个
X_{21}个
X_{22}个
X_{2m}个
X_{31}个
X_{32}个
X_{3m}个

图2

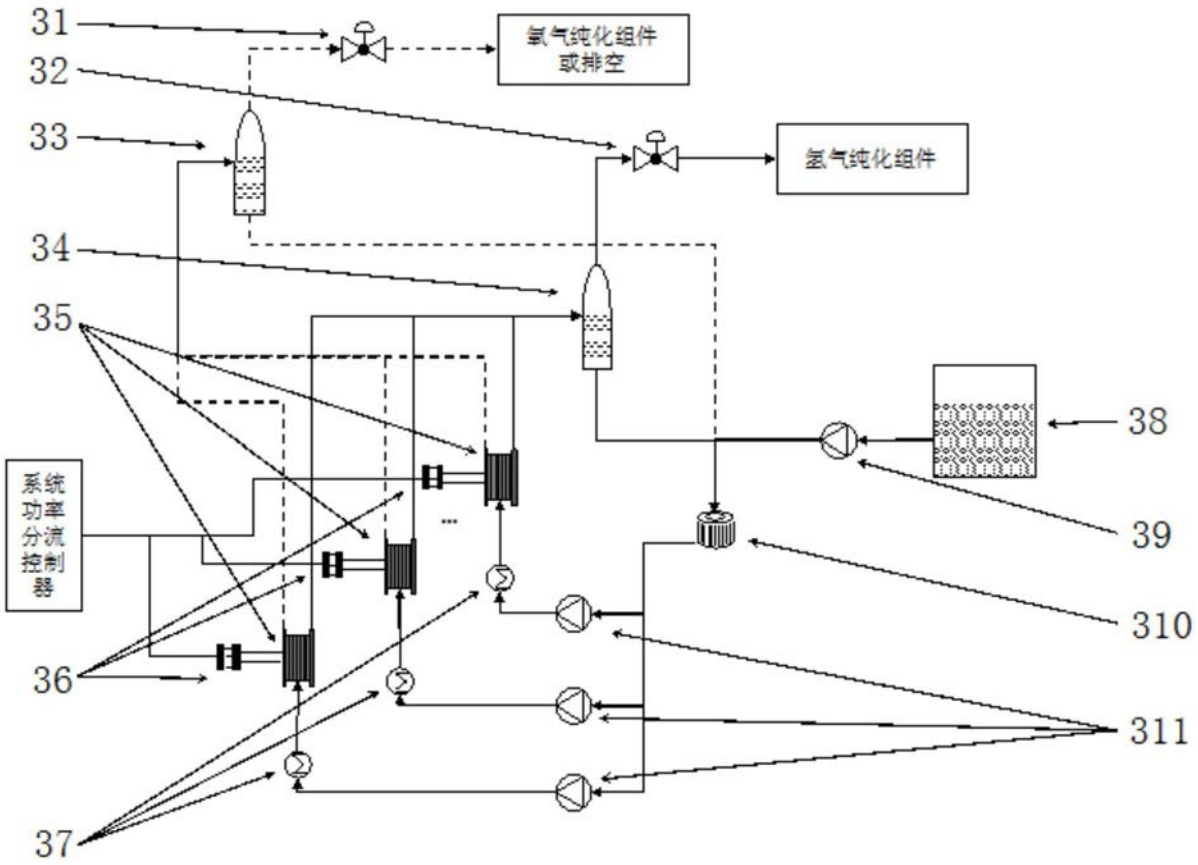


图3

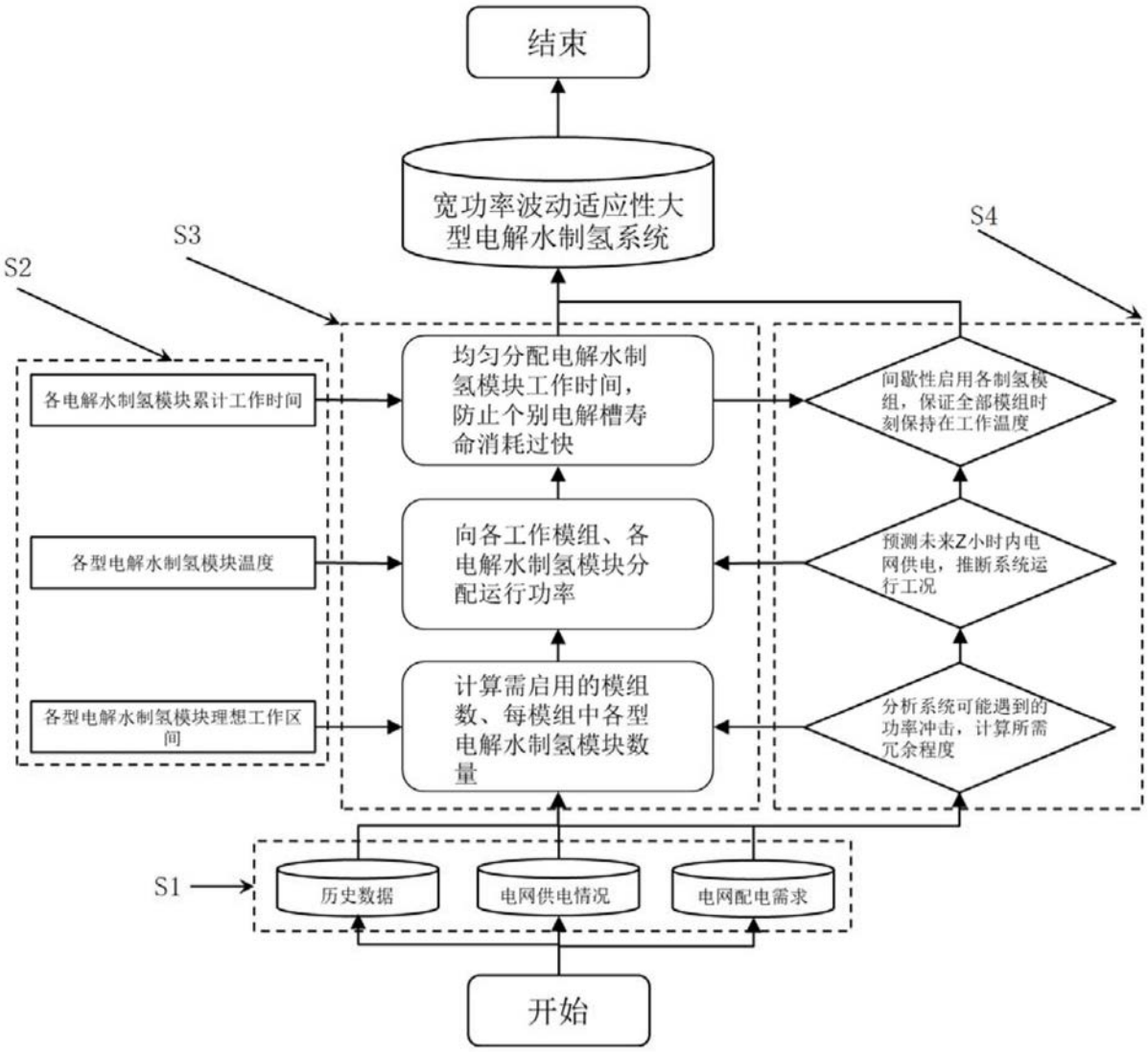

结束
宽功率波动适应性大型电解水制氢系统
S3
S4
S2
各电解水制氢模块累计工作时间
均匀分配电解水制氢模块工作时间，防止个别电解槽寿命消耗过快
间歇性启用各制氢模组，保证全部模组时刻保持在工作温度
各型电解水制氢模块温度
向各工作模组、各电解水制氢模块分配运行功率
预测未来Z小时内电网供电，推断系统运行工况
各型电解水制氢模块理想工作区间
计算需启用的模组数、每模组中各型电解水制氢模块数量
分析系统可能遇到的功率冲击，计算所需冗余程度
S1
历史数据
电网供电情况
电网配电需求
开始

图4

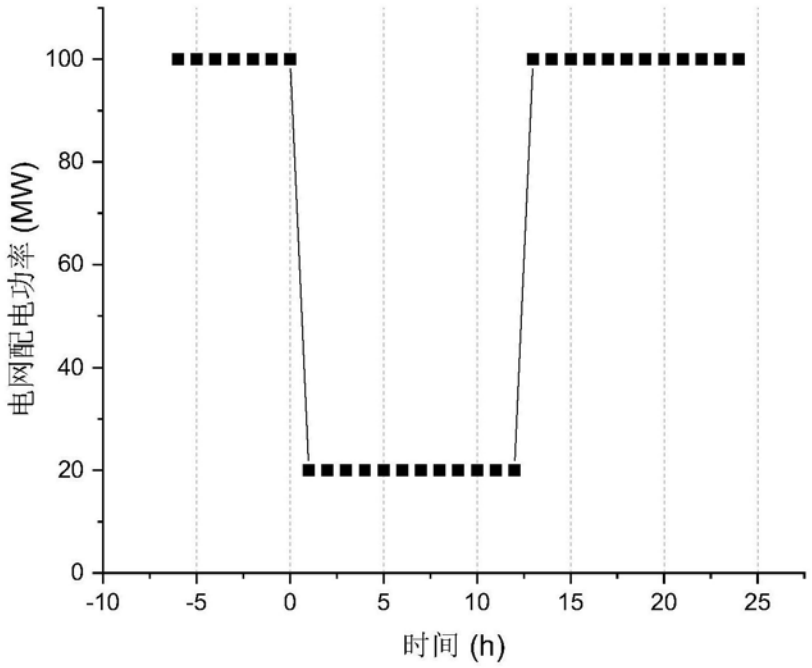

电网配电功率 (MW)
100
80
60
40
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图5

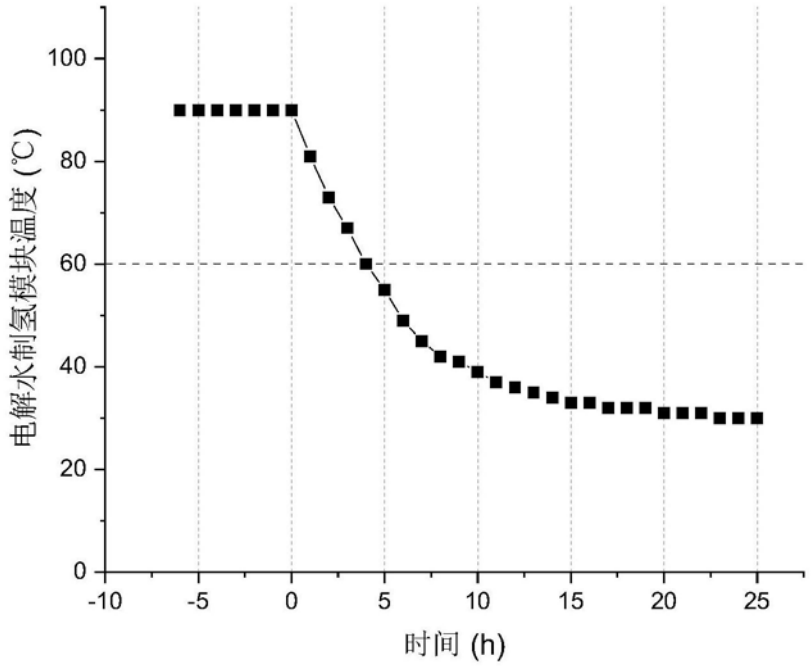

电解水制氢模块温度 (°C)
100
80
60
40
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图6

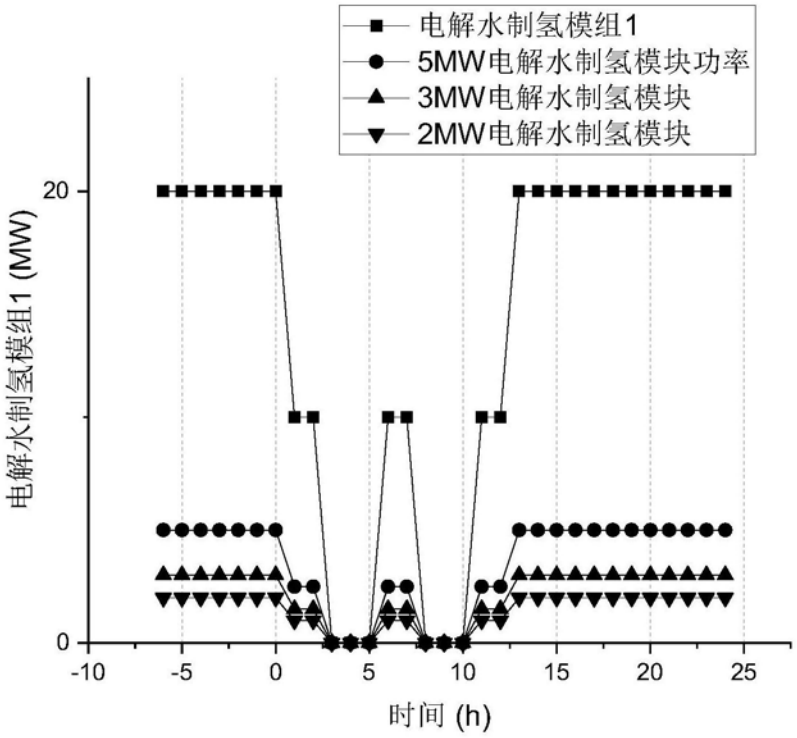

电解水制氢模组1
5MW电解水制氢模块功率
3MW电解水制氢模块
2MW电解水制氢模块
电解水制氢模组1 (MW)
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图7

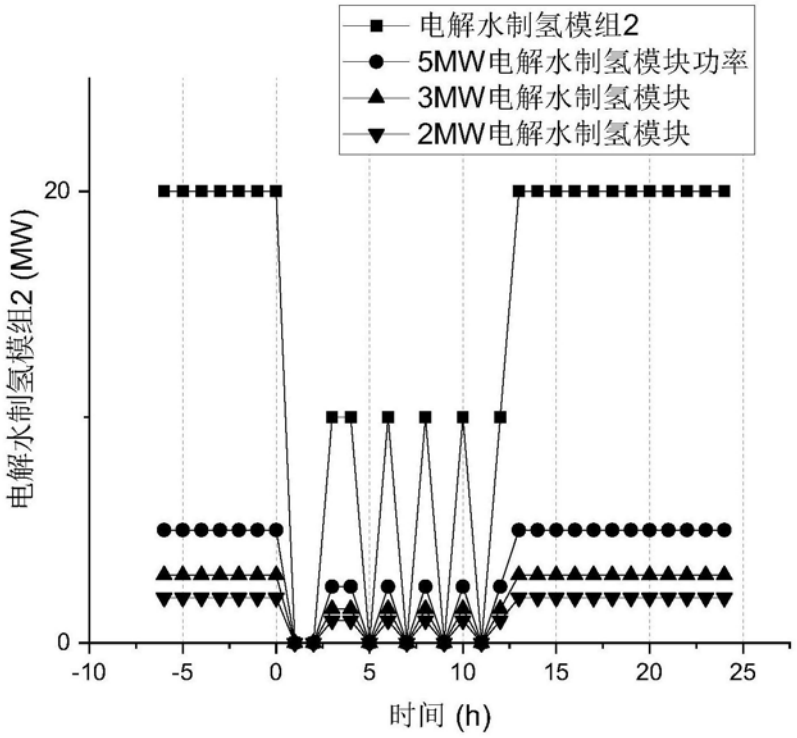

电解水制氢模组2
5MW电解水制氢模块功率
3MW电解水制氢模块
2MW电解水制氢模块
电解水制氢模组2 (MW)
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图8

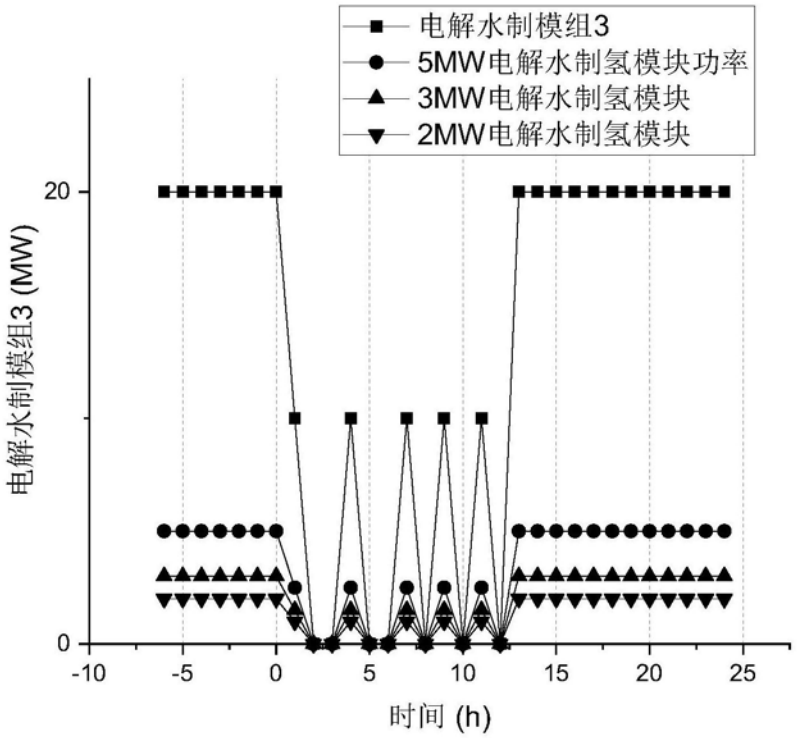

电解水制模组3
5MW电解水制氢模块功率
3MW电解水制氢模块
2MW电解水制氢模块
电解水制模组3 (MW)
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图9

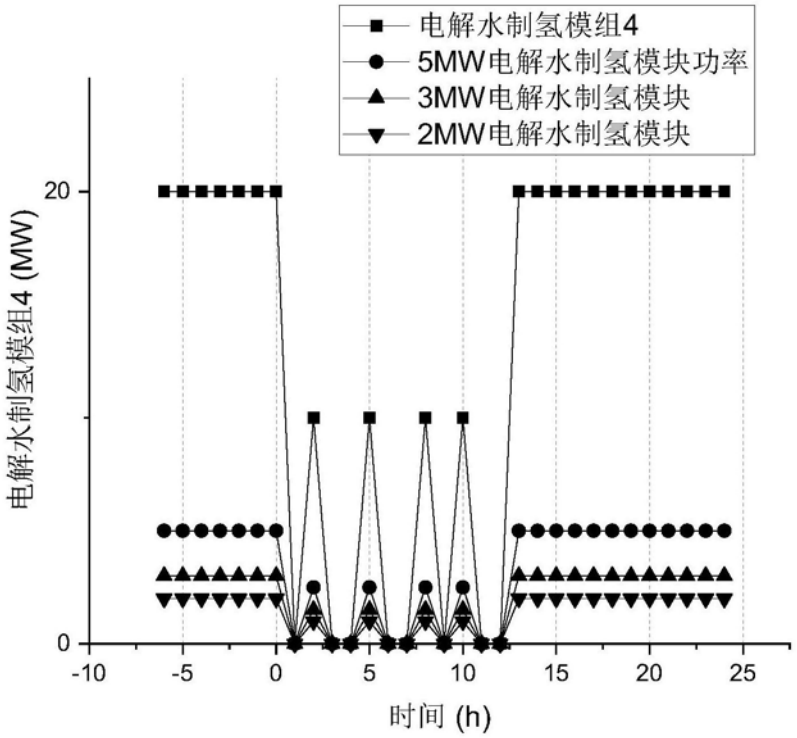

电解水制氢模组4
5MW电解水制氢模块功率
3MW电解水制氢模块
2MW电解水制氢模块
电解水制氢模组4 (MW)
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图10

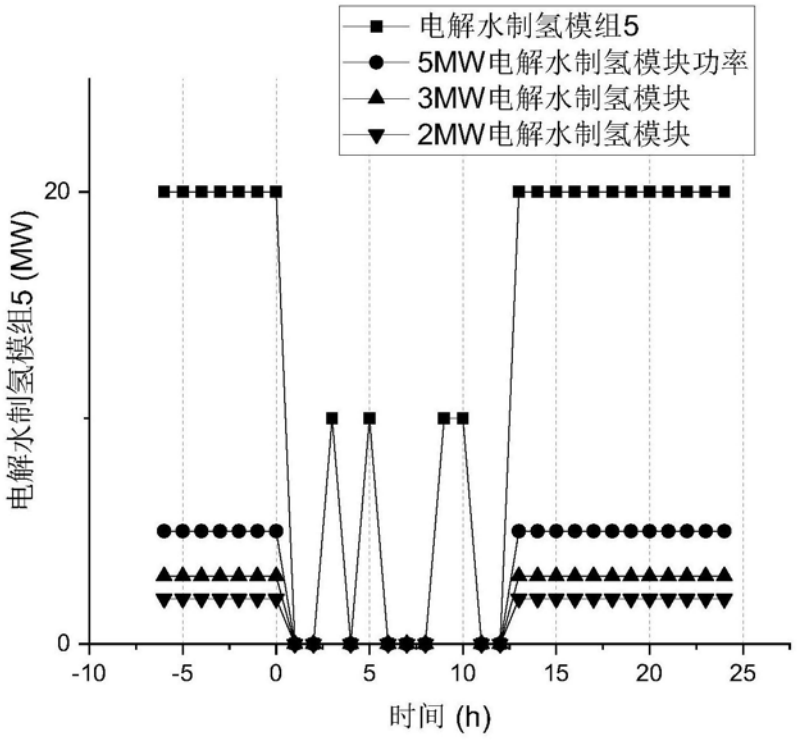

电解水制氢模组5
5MW电解水制氢模块功率
3MW电解水制氢模块
2MW电解水制氢模块
电解水制氢模组5 (MW)
20
0
-10
-5
0
5
10
15
20
25
时间 (h)

图11