



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112410801 A

(43) 申请公布日 2021.02.26

(21) 申请号 202110089016.4

H02M 7/217 (2006.01)

(22) 申请日 2021.01.22

H02M 7/219 (2006.01)

(71) 申请人 四川大学

H02J 1/10 (2006.01)

地址 610000 四川省成都市一环路南一段
24号

H02J 5/00 (2016.01)

(72) 发明人 贺明智 陈茂林 孟鑫 杨成
王指香

(74) 专利代理机构 四川省成都市天策商标专利
事务所 51213

代理人 张秀敏

(51) Int. Cl.

G25B 1/04 (2021.01)

G25B 9/65 (2021.01)

G25B 15/023 (2021.01)

G25B 15/027 (2021.01)

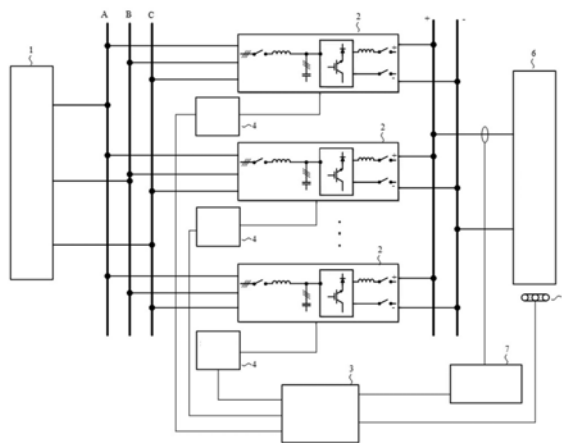
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统及
控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其中交流微网与PWM整流器模块连接,PWM整流器模块与电解槽连接;监测单元监测电解槽中的氢气产生量和电解槽温度;电流采集单元测量流过电解槽的电流;模块控制单元,连接三相电流源型PWM整流器模块并与中央控制单元通过中央通信单元连接,接收中央控制单元下发的信息,同时上传PWM整流器模块的状态信息给中央控制单元;中央控制单元用于电解槽的电流控制、PWM整流器模块间均流控制、电解槽电流控制以及对电解槽水温的控制。还公开了一种控制方法。通过并联多个整流器模块,实现恒流控制及功率因数控制,确保模块间的电流均分,提高整个制氢系统的电源容量和功率因数。



1. 一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,包括交流微网、三相电流源型PWM整流器装置、控制单元、监测单元、电流采集单元和电解槽,其中:

交流微网的三相输出与三相电流源型PWM整流器装置的三相交流母线连接,三相电流源型PWM整流器装置的直流母线正负极与电解槽的正负极连接;

监测单元,用于监测电解槽中的氢气产生量和电解槽温度,并传递给控制单元;

电流采集单元,用于采集三相电流源型PWM整流器装置的交流侧电流和测量流过电解槽的电流并传递给控制单元;

控制单元,用于电解槽的电流控制和水温控制,并控制三相电流源型PWM整流器装置的开关管导通和关断时序以实现交错工作;控制单元还用于故障保护。

2. 根据权利要求1所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述三相电流源型PWM整流器装置为并联的多个三相电流源型PWM整流器模块,所述控制单元包括中央控制单元和多个模块控制单元,每个模块控制单元分别连接一个三相电流源型PWM整流器模块并与中央控制单元通信连接,模块控制单元用于控制三相电流源型PWM整流器模块的导通和关断时序以实现交错工作、用于控制三相电流源型PWM整流器模块的输出电流和功率因数以及用于故障保护;并接收中央控制单元下发的信息,同时上传三相电流源型PWM整流器模块的状态信息给中央控制单元;中央控制单元,用于电解槽的电流控制、三相电流源型PWM整流器模块间均流控制以及对电解槽水温的控制。

3. 根据权利要求2所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述三相电流源型PWM整流器模块包括LC滤波器、IGBT全控型整流桥臂和直流电感滤波器,LC滤波器的下游连接到IGBT全控型整流桥臂,IGBT全控型整流桥臂再与直流电感滤波器连接,组成LC型滤波三相电流型PWM整流器的功率电路;LC滤波器的上游通过并网开关与交流母线相连,直流电感滤波器下游通过并联开关 S_i 连接到直流母线;LC滤波器的电容C并联有电压传感器,LC滤波器的电感L与电容C之间连接所述电流采集单元的交流电流传感器,直流电感滤波器和并联开关 S_i 之间连接所述电流采集单元的直流电流传感器。

4. 根据权利要求3所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述模块控制单元包括直流电流控制器、锁相环、交流电流控制器、限流算法模块以及PWM脉冲生成单元,其中:

直流电流控制器,与直流电流传感器连接,将采集的直流输出采样电流以及中央控制单元下发的参考值作为输入,计算得到直流侧控制量 I^* ;

锁相环,与所述交流电压传感器连接,对交流电压进行锁相,得到交流输入电压的相位 θ ,并输入交流电流控制器;

交流电流控制器,与所述交流电流传感器连接,将采集的交流输入电流和相位 θ 计算得到交流侧控制量 i_s ;

限流算法模块,根据三相电流源型PWM整流器模块的特性和启动电流变化率给出最大电流限制,以及将交流侧控制量 i_s 与直流侧控制量 I^* 相加得到总控制量 i_s^* ,将总控制量 i_s^* 作为PWM脉冲生成单元的输入;

PWM脉冲生成单元,根据三相电流源型PWM整流器模块输出的恒定电流跟随电流指令值计算三相电流源型PWM整流器模块中支路开关管的开通时序,调制后得到PWM脉冲,PWM脉冲经二、三值逻辑转换后控制支路开关管的通断,三相电流源型PWM整流器模块开始工作,随

着给定电流的慢慢升高,三相电流源型PWM整流器模块平稳启动。

5. 根据权利要求2所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述模块控制单元采用直接电流控制法控制三相电流源型PWM整流器模块的输出电流,采用同步法控制功率因数,使模块参考电流同步跟踪电网电压。

6. 根据权利要求2所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述中央控制单元采用主从均流法控制三相电流源型PWM整流器模块间的均流,各个三相电流源型PWM整流器模块接收中央控制单元给定的参考值进行均流调节。

7. 根据权利要求2所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述电解槽的电流控制是在满足电解槽启动特性和最大电流限定条件下采用直接电流控制法控制输出的电流跟随指令值。

8. 根据权利要求1-7中任意一项所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述电解槽为阻性负载,并且电解槽中氢气产生量与电解槽电流大小成正比。

9. 根据权利要求1-7中任意一项所述的一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,其特征在于,所述监测单元包括温度传感器和氢气传感器。

10. 一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统控制方法,其特征在于,搭建如权利要求1-9中任意一项所述的电流源型PWM整流器电解水制氢系统,包括步骤:

步骤S1,采集监视信号,监视信号包括交流输入电压、交流输入电流、直流输出电流和电解槽温度,监测信号分别由电压传感器、交流电流传感器、直流电流传感器和温度传感器采集;

步骤S2:判断是否为故障状态,故障状态包括输入过压、输入欠压、输入过流、输出过流和电解槽过温,如果存在故障,则执行故障保护停机,模块控制单元通过程序执行故障保护停机,封锁PWM脉冲,复位程序,直至故障清除后返回步骤S1;若无故障则进入下一步;

步骤S3:各个模块控制单元执行启动条件判断,判断输入电压电流、温度是否在预设范围内,如果不满足启动条件,则返回步骤S1,如果满足启动条件,进入下一步;

步骤S4:启动电解槽模块,启动并联三相电流源型PWM整流器,返回步骤S1。

一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及可再生能源微网电解水制氢技术领域,具体的说,是一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统及控制方法。

背景技术

[0002] 能源是现代社会发展与进步的基本物质动力。石油、煤炭等传统化石燃料的大规模使用在一定的历史时期对人类社会的发展起到了巨大的推动作用,然而也产生了环境污染及存储量日渐缩减的现实问题。考虑到社会与国民经济可持续发展的重要性,光伏、风能等可再生新能源的高效、清洁发电技术得到大为支持与快速发展。但是规模化光伏或风力发电集中并网,可能导致光伏或风电可上网量与电网的接纳量之间存在矛盾;另一方面,新能源发电并网对于其品质本身有着较高的要求。导致无法尽数上网,出现大量弃风、弃光现象。氢能具有密度小、导热系数高、点燃快,储值密度高、无污染、配置灵活、用途广泛等特点。氢储能作为一种新型的储能方式,采用交流微网制氢的方式可解决规模化光伏或风能发电对电网的影响,避免发电可维持性不高的问题。此外还可以通过合理的控制策略提高电网相关指标。

[0003] 传统制氢电源多是由变压器和晶闸管构成的整流器,这种电源谐波大,控制复杂,易对交流微网的电能质量和稳定性产生影响。并且当晶闸管整流器出现故障时,整个系统将无法正常工作。或者采用电压源型PWM整流器,虽然可以提高功率因数、抑制谐波电流,但是容量较小,不易控制成适合制氢的恒流源,不适合大规模制氢生产。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统及控制方法,用于解决现有技术中由变压器和晶闸管构成的整流器电源谐波大、控制复杂以及电压源型PWM整流器容量较小,不易控制成适合制氢的恒流源,不适合大规模制氢生产的问题。

[0005] 本发明通过下述技术方案解决上述问题:

一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,包括交流微网、三相电流源型PWM整流器装置、控制单元、监测单元、电流采集单元和电解槽,其中:

交流微网的三相输出与三相电流源型PWM整流器装置的三相交流母线连接,三相电流源型PWM整流器装置的直流母线正负极与电解槽的正负极连接;

监测单元,用于监测电解槽中的氢气产生量和电解槽温度,并传递给控制单元;

电流采集单元,用于采集三相电流源型PWM整流器装置的交流侧电流和测量流过电解槽的电流并传递给控制单元;

控制单元,用于电解槽的电流控制和水温控制,并控制三相电流源型PWM整流器装置的开关管导通和关断时序以实现交错工作;控制单元还用于故障保护。

[0006] 通过上述单元组成的系统以及各单元的作用,解决了现有技术中由变压器和晶闸管构成的整流器电源谐波大、控制复杂以及电压源型PWM整流器容量较小,不易控制成适合

制氢的恒流源,不适合大规模制氢生产的问题。本制氢系统效率高、成本低;具有故障保护功能,具备高可靠性的优点。

[0007] 所述三相电流源型PWM整流器装置为并联的多个三相电流源型PWM整流器模块,所述控制单元包括中央控制单元和多个模块控制单元,每个模块控制单元分别连接一个三相电流源型PWM整流器模块并与中央控制单元通信连接,模块控制单元用于控制三相电流源型PWM整流器模块的导通和关断时序以实现交错工作、用于控制三相电流源型PWM整流器模块的输出电流和功率因数以及用于故障保护;并接收中央控制单元下发的信息,同时上传三相电流源型PWM整流器模块的状态信息给中央控制单元;中央控制单元,用于电解槽的电流控制、三相电流源型PWM整流器模块间均流控制以及对电解槽水温的控制。

[0008] 采用并联的多个三相电流源型PWM整流器模块,通过中央控制单元给各模块控制单元下发电流指令值,可自动识别并联的三相电流源型PWM整流器模块数量,并计算出平均电流,实现各三相电流源型PWM整流器模块的均流控制;实现了交流微网功率因数的提高和电流总谐波畸变率的降低,实现了制氢装置功率等级的提高,且不影响制氢的效率和稳定性。

[0009] 中央控制单元可实现自动冗余控制,电解槽电流较小时可选择提高模块运行功率,减少模块投入运行的数量,以此提高整个制氢装置的效率;中央通信单元还具备电解槽过电流故障保护功能与模块故障状态下自动切换功能,即自动切换到冗余控制模式。

[0010] 所述三相电流源型PWM整流器模块包括LC滤波器、IGBT全控型整流桥臂和直流电感滤波器,LC滤波器的下游连接到IGBT全控型整流桥臂,IGBT全控型整流桥臂再与直流电感滤波器连接,组成LC型滤波三相电流型PWM整流器的功率电路;LC滤波器的上游通过并网开关与交流母线相连,直流电感滤波器下游通过并联开关 S_i 连接到直流母线;LC滤波器的电容C并联有电压传感器,LC滤波器的电感L与电容C之间连接所述电流采集单元的交流电流传感器,直流电感滤波器和并联开关 S_i 之间连接所述电流采集单元的直流电流传感器。

[0011] 所述模块控制单元包括直流电流控制器、锁相环、交流电流控制器、限流算法模块以及PWM脉冲生成单元,其中:

直流电流控制器,与直流电流传感器连接,将采集的直流输出采样电流以及中央控制单元下发的参考值作为输入,计算得到直流侧控制量 I^* ;

锁相环,与所述交流电压传感器连接,对交流电压进行锁相,得到交流输入电压的相位 θ ,并输入交流电流控制器;

交流电流控制器,与所述交流电流传感器连接,将采集的交流输入电流和相位 θ 计算得到交流侧控制量 i_s ;

限流算法模块,根据三相电流源型PWM整流器模块的特性和启动电流变化率给出最大电流限制,以及将交流侧控制量 i_s 与直流侧控制量 I^* 相加得到总控制量,将总控制量作为PWM脉冲生成单元的输入;

PWM脉冲生成单元,根据三相电流源型PWM整流器模块输出的恒定电流跟随电流指令值计算三相电流源型PWM整流器模块中支路开关管的开通时序,调制后得到PWM脉冲,PWM脉冲经二、三值逻辑转换后控制支路开关管的通断,三相电流源型PWM整流器模块开始工作,随着给定电流的慢慢升高,三相电流源型PWM整流器模块平稳启动。

[0012] 所述模块控制单元采用直接电流控制法控制三相电流源型PWM整流器模块的输出

电流,采用同步法控制功率因数,使模块参考电流同步跟踪电网电压。

[0013] 所述中央控制单元采用主从均流法控制三相电流源型PWM整流器模块间的均流,各个三相电流源型PWM整流器模块接收中央控制单元给定的参考值进行均流调节。

[0014] 所述电解槽的电流控制是在满足电解槽启动特性和最大电流限定条件下采用直接电流控制法控制输出的电流跟随指令值。

[0015] 所述电解槽为阻性负载,并且电解槽中氢气产生量与电解槽电流大小成正比。

[0016] 所述监测单元包括温度传感器和氢气传感器。

[0017] 一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统控制方法,包括上述的电流源型PWM整流器电解水制氢系统,方法步骤如下:

步骤S1,采集监视信号,监视信号包括交流输入电压、交流输入电流、直流输出电流和电解槽温度,监测信号分别由电压传感器、交流电流传感器、直流电流传感器和温度传感器采集;

步骤S2:判断是否为故障状态,故障状态包括输入过压、输入欠压、输入过流、输出过流和电解槽过温,如果存在故障,则执行故障保护停机,模块控制单元通过程序执行故障保护停机,封锁PWM脉冲,复位程序,直至故障清除后返回步骤S1;若无故障则进入下一步;

步骤S3:各个模块控制单元执行启动条件判断,判断输入电压电流、温度是否在预设范围内,如果不满足启动条件,则返回步骤S1,如果满足启动条件,进入下一步;

步骤S4:启动电解槽模块,启动并联三相电流源型PWM整流器,返回步骤S1。

[0018] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及有益效果:

(1)本发明通过并联多个整流器模块,能够实现并联整流器模块的恒流控制及单个整流器模块的功率因数控制,同时确保并联整流器模块间的电流均分,提高了整个制氢系统的电源容量,同时提高了制氢电源的功率因数。

[0019] (2)本发明专利能够实现大规模交流微网制氢,具有高电能质量、高稳定性、高功率等级的特点。

附图说明

[0020] 图1为本发明中实施例2的系统框图;

图2为三相电流源型PWM整流器模块与模块控制单元的电路原理图;

图3为本发明的流程图;

图4为系统运行过程中母线A相电压波形与电流波形;

图5为电解槽发生变化时,三相交流电流的波形;

图6为电解槽电流的波形与电解槽电压的波形;

图7为两个三相电流源型PWM整流器模块的输出电流波形;

图8为两个三相电流源型PWM整流器模块的输入电流电压波形;

其中,1-交流微网;2-三相电流源型PWM整流器模块;3-中央控制单元;4-模块控制单元;5-监测单元;6-电解槽;7-电流采集单元。

具体实施方式

[0021] 下面结合实施例对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0022] 实施例1:

一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,包括交流微网、三相电流源型PWM整流器装置、控制单元、监测单元、电流采集单元和电解槽,其中:

交流微网的三相输出与三相电流源型PWM整流器装置的三相交流母线连接,三相电流源型PWM整流器装置的直流母线正负极与电解槽的正负极连接;

监测单元,用于监测电解槽中的氢气产生量和电解槽温度,并传递给控制单元;

电流采集单元,用于采集三相电流源型PWM整流器装置的交流侧电流和测量流过电解槽的电流并传递给控制单元;

控制单元,用于电解槽的电流控制和水温控制,并控制三相电流源型PWM整流器装置的开关管导通和关断时序以实现交错工作;还用于故障保护。

[0023] 通过上述单元组成的系统以及各单元的作用,解决了现有技术中由变压器和晶闸管构成的整流器电源谐波大、控制复杂以及电压源型PWM整流器容量较小,不易控制成适合制氢的恒流源,不适合大规模制氢生产的问题。本制氢系统效率高、成本低;具有故障保护功能,具备高可靠性的优点。

[0024] 实施例2:

结合附图1所示,一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统,如图1所示,由交流微网1、多个并联的三相电流源型PWM整流器模块2、中央控制单元3(包括与各模块件的通信单元)、模块控制单元4、监测单元5、电解槽6、电流采集单元7组成;并联的多个三相电流源型PWM整流器2直接接入交流微网1中,交流微网1的A、B、C三相分别与每个三相电流源型PWM整流器2的A、B、C三相交流母线连接。三相电流源型PWM整流器2直流母线正负极分别与电解槽6的正负极相连接。三相电流源型PWM整流器输出适合电解槽6需求的电流,监测单元5包括氢气传感器和温度传感器,用于监测电解槽中氢气产生量以及电解槽温度,并将监测结果传递给中央控制单元。电流采集单元7与电解槽6正极相连接,测量流过电解槽6的电流,电流采集单元7的另一端与中央控制单元连接。电流采集单元7由电流传感器构成,采集流过电解槽6的电流,并将电流采样信号传送到中央控制单元,作为一个反馈控制量。

[0025] 三相电流源型PWM整流器模块2,如图2所示,主要包括LC滤波器、IGBT全控型整流桥臂和直流电感滤波器组成。LC滤波器的下游连接到IGBT全控型整流桥臂,IGBT全控型整流桥臂再与直流电感滤波器相连,从而组成了一个完整的LC型滤波三相电流型PWM整流器的功率电路;LC滤波器的上游通过并网开关与交流母线相连,直流电感滤波器下游通过并联开关Si连接到直流母线;LC滤波器的电容C并联有电压传感器,LC滤波器的电感L与电容C之间连接有交流电流传感器,直流电感滤波器和并联开关之间连接有直流电流传感器。

[0026] 模块控制单元4如图2所示,采用DSP(数字信号处理器)作为控制芯片,控制芯片内有直流电流控制器、锁相环PLL、交流电流控制器、以及PWM脉冲生成单元,直流电流控制器控制三相电流源型PWM整流器模块输出恒定电流跟随电流指令值,锁相环PLL得到交流电压参考相位,交流电流控制器控制三相电流源型PWM整流器模块的输入电流跟踪电压,使输入电流与电压同相位,达到单位功率因数,实现功率因数控制。模块控制单元接收中央控制单元所下发的信息,同时控制单元还上传三相电流源型PWM整流器模块的状态信息给中央控制单元。

[0027] 模块控制单元还具备故障保护功能,故障保护包括PWM整流器模块过电流故障、过

电压故障、欠电压故障和过温故障。具体控制方法为：

三相电流源型PWM整流器模块上电开机后,电压传感器、交流电流传感器、直流电流传感器开始分别检测交流输入电压 u_a 、 u_b 、 u_c 以及交流输入电流和直流输出电流。模块控制单元对传感器检测到的信号进行采样,得到各信号的数字量。使用锁相环对交流输入电压 u_a 、 u_b 和 u_c 进行锁相,得到交流输入电压的相位 θ 。将直流输出采样电流、中央控制单元下发的参考值作为直流电流控制器的输入,计算得到直流侧控制量 I^* 。将交流输入电流和相位 θ 作为交流控制器的输入,计算得到交流侧控制量 i_s 。然后将直流侧控制量 I^* 与交流侧控制量 i_s 经加法器相加后得到总控制量 i_s^* ,该直接电流控制法得到的总控制量还需经过限流算法模块,限流算法模块主要功能是根据PWM整流器模块的特性和启动电流变化率等参数给出最大电流限制。最后将总控制量作为PWM脉冲生成单元的输入,PWM脉冲生成单元根据电流指令计算PWM整流器模块中每个支路开关管的开通时序,调制后得到PWM脉冲。PWM脉冲经二、三值逻辑转换后控制整流桥各管的通断,PWM整流器模块开始工作。随着给定电流的慢慢升高,PWM整流器模块平稳启动。

[0028] 中央控制单元采用DSP(数字信号处理器)作为控制芯片,中央控制单元给各模块控制单元下发参考值即电流指令值,自动识别并联三相电流源型PWM整流器模块数量,并计算出平均电流,实现各三相电流源型PWM整流器模块的均流控制;中央控制单元可实现自动冗余控制,电解槽电流较小时可选择提高模块运行功率,减少模块投入运行的数量,以此提高整个制氢装置的效率;中央控制单元通过通讯线与各三相电流源型PWM整流器模块的模块控制单元连接,将控制信息通过通讯线传送到模块控制单元;中央通信单元还具备电解槽过电流故障保护功能与模块故障状态下自动切换功能,即自动切换到冗余控制模式。

[0029] 实施例3:

如图3所示,一种电流源型PWM整流器电解水制氢系统控制方法,搭建电流源型PWM整流器电解水制氢系统,控制流程包括:

步骤S1,由模块控制单元执行采集监视信号,监视信号包括交流输入电压、交流输入电流、直流输出电流和电解槽温度,监测信号由电压传感器、交流电流传感器、直流电流传感器和温度传感器采集;

步骤S2:判断是否为故障状态,故障状态包括输入过压、输入欠压、输入过流、输出过流和电解槽过温,如果存在故障,则执行故障保护停机,模块控制单元通过程序执行故障保护停机,封锁PWM脉冲,复位程序,直至故障清除后返回步骤S1;如无故障则进入下一步;

步骤S3:各个模块控制单元执行启动条件判断,判断输入电压电流、温度是否在预设范围内,如果不满足启动条件,则返回,如果满足启动条件,进入下一步;

步骤S4:启动电解槽模块,启动并联三相电流源型PWM整流器,返回步骤S1。

[0030] 本发明在仿真软件simulink中搭建了如图1所示的系统,仿真结果如图4-8所示,仿真开始时,电解槽阻值为1欧,假设在0.1s时刻,电解槽特性发生变化,阻值变为1欧,在图4、图5和图8中可以看到0.1s后,三相交流电流幅值会减小一定程度,由图6可以清楚的看到电解槽阻值发生变化时,电解槽电流几乎保持不变,电解槽电压始终在一个合理范围内。由图7可以清楚的看到电解槽阻值发生变化时,PWM整流器模块输出电流同样几乎保持不变,并且各模块输出电流大小相等,实现了均流。由图7可以清楚的看到PWM整流器模块1、2的输入电流大小相等,同样实现了输入电流的均流。由图4、图7可看出在整个运行过程中,交流

电流和交流电压同相位,实现功率因数为1,交流总谐波失真度很低,整个微网制氢系统可稳定运行。

[0031] 本发明所述的方案是在电解水制氢基础上,对制氢电源进行控制,实现了交流微网功率因数的提高和电流总谐波畸变率的降低,实现了制氢装置功率等级的提高,且不影响制氢的效率和稳定性。

[0032] 尽管这里参照本发明的解释性实施例对本发明进行了描述,上述实施例仅为本发明较佳的实施方式,本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,应该理解,本领域技术人员可以设计出很多其他的修改和实施方式,这些修改和实施方式将落在本申请公开的原则范围和精神之内。

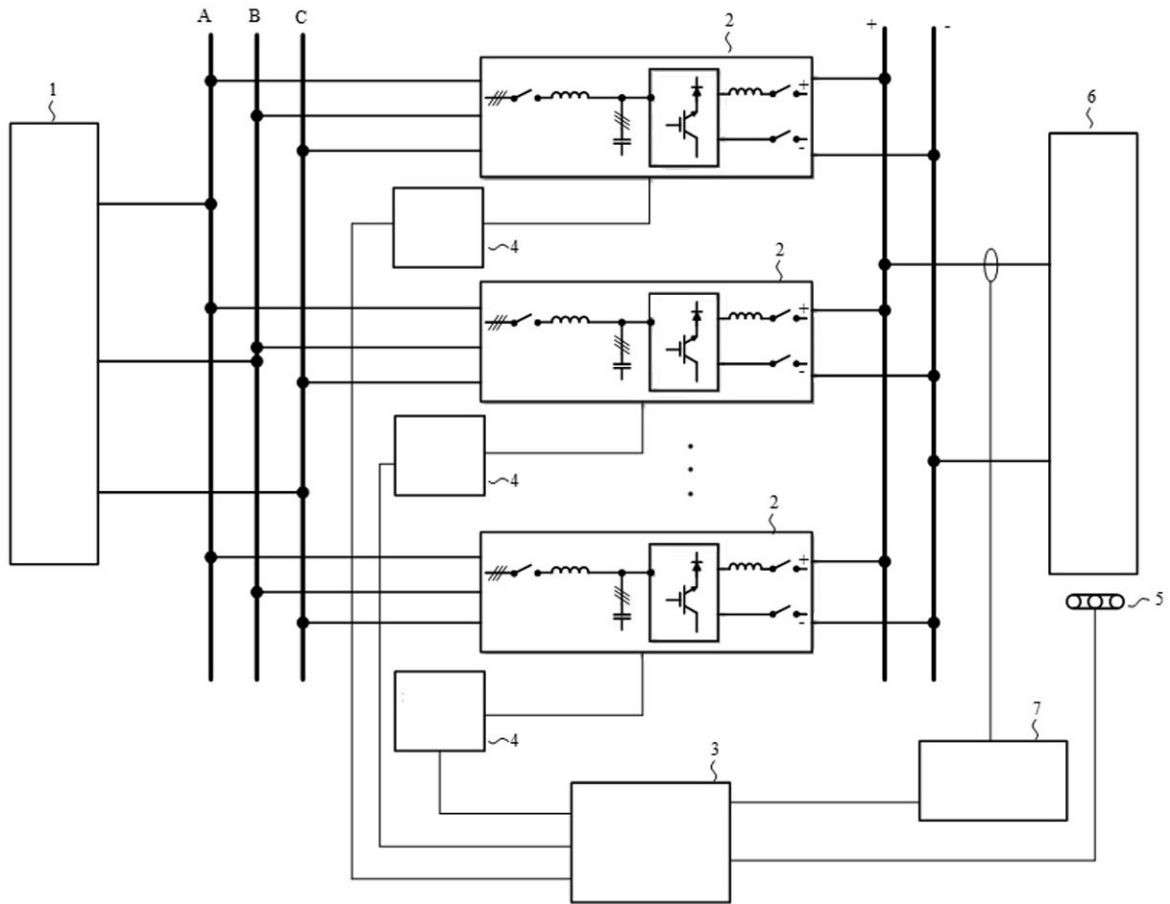


图1

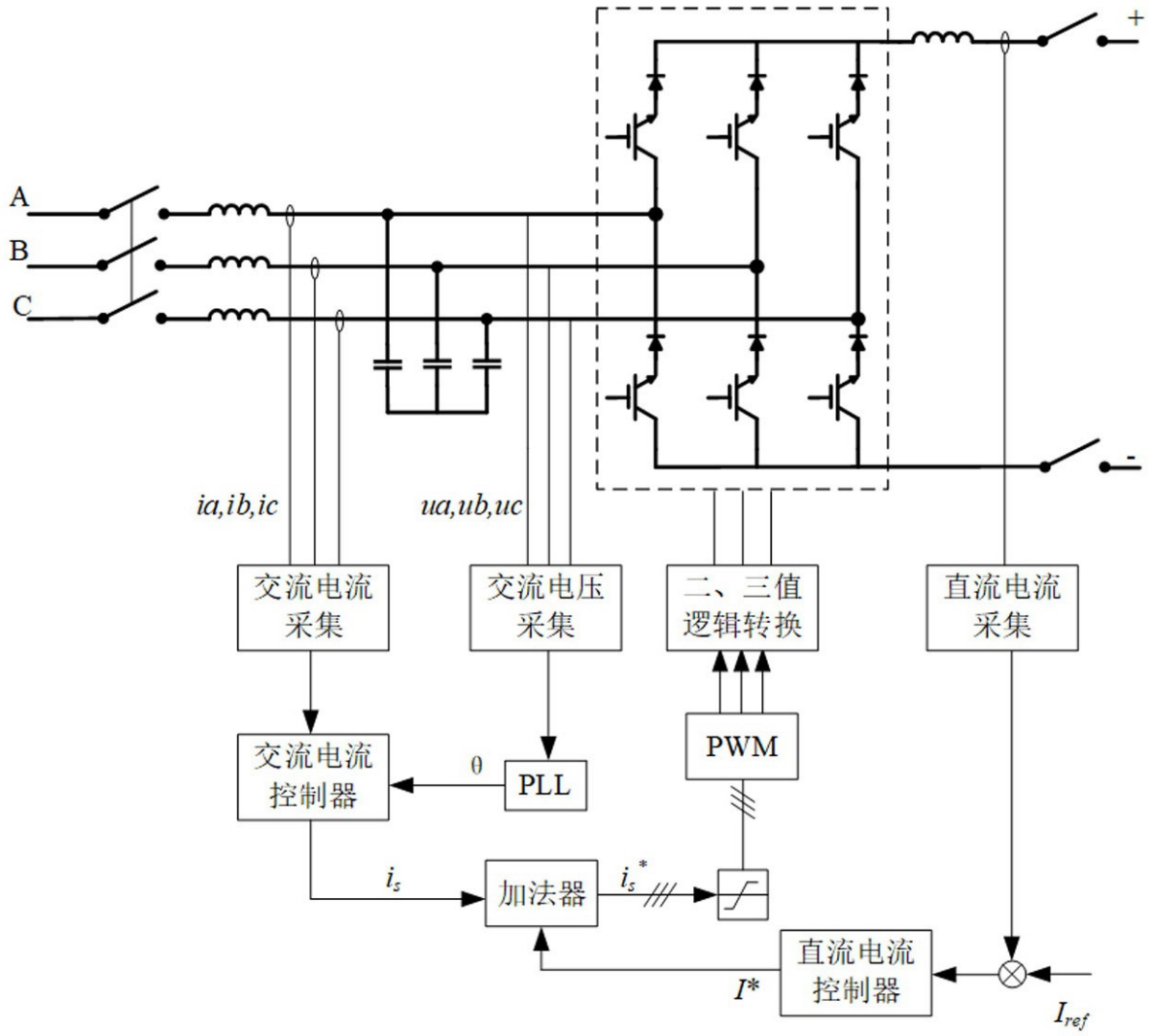


图2

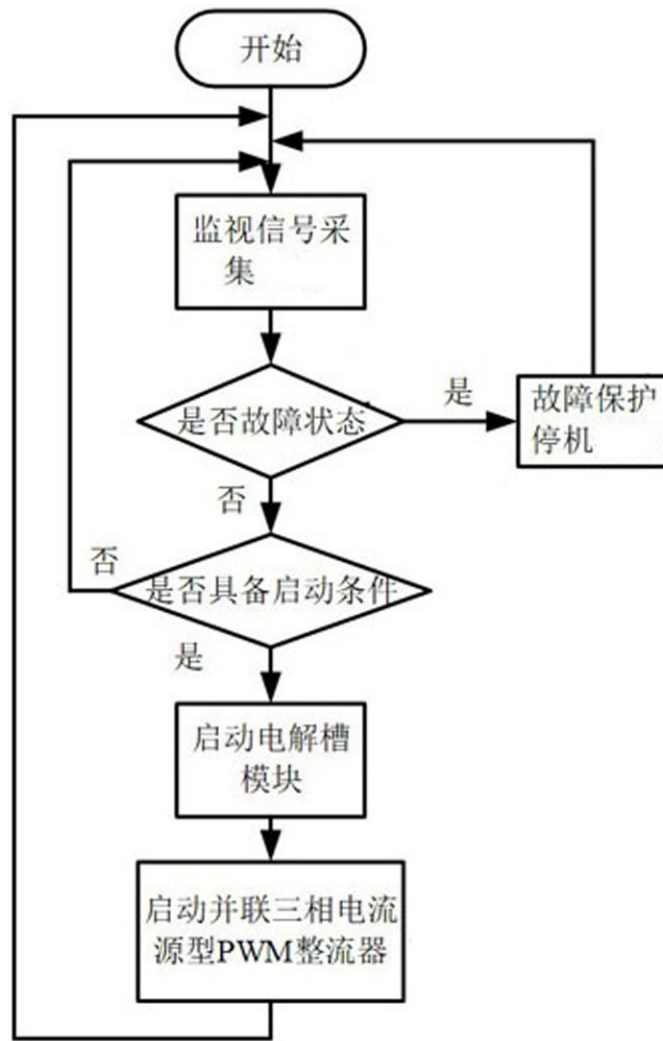


图3

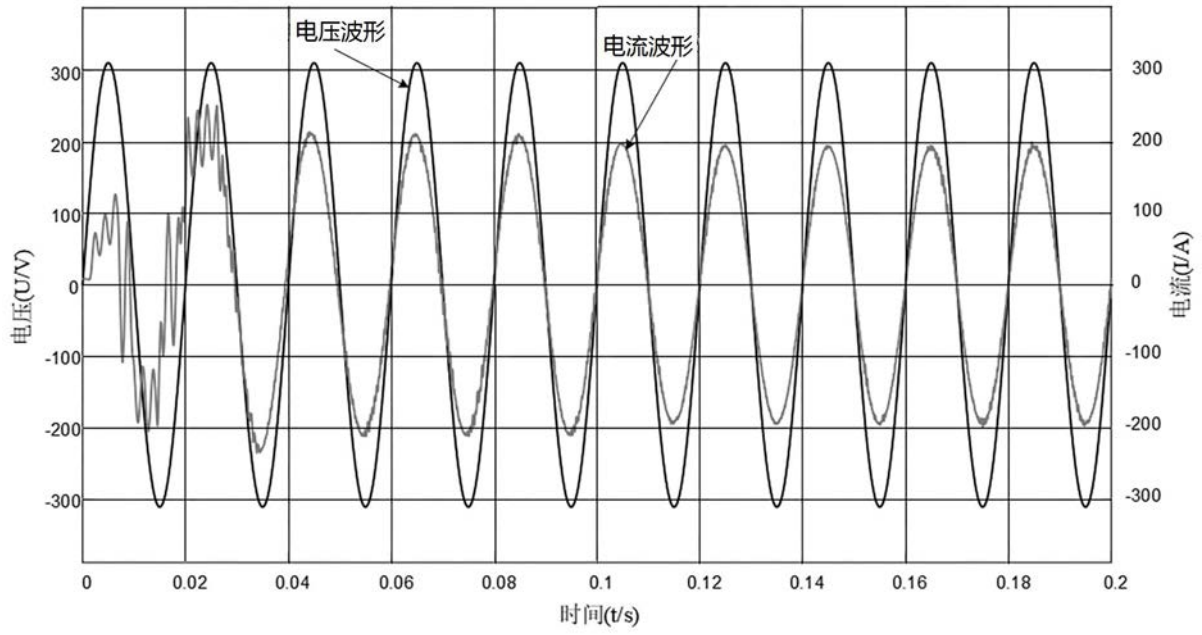


图4

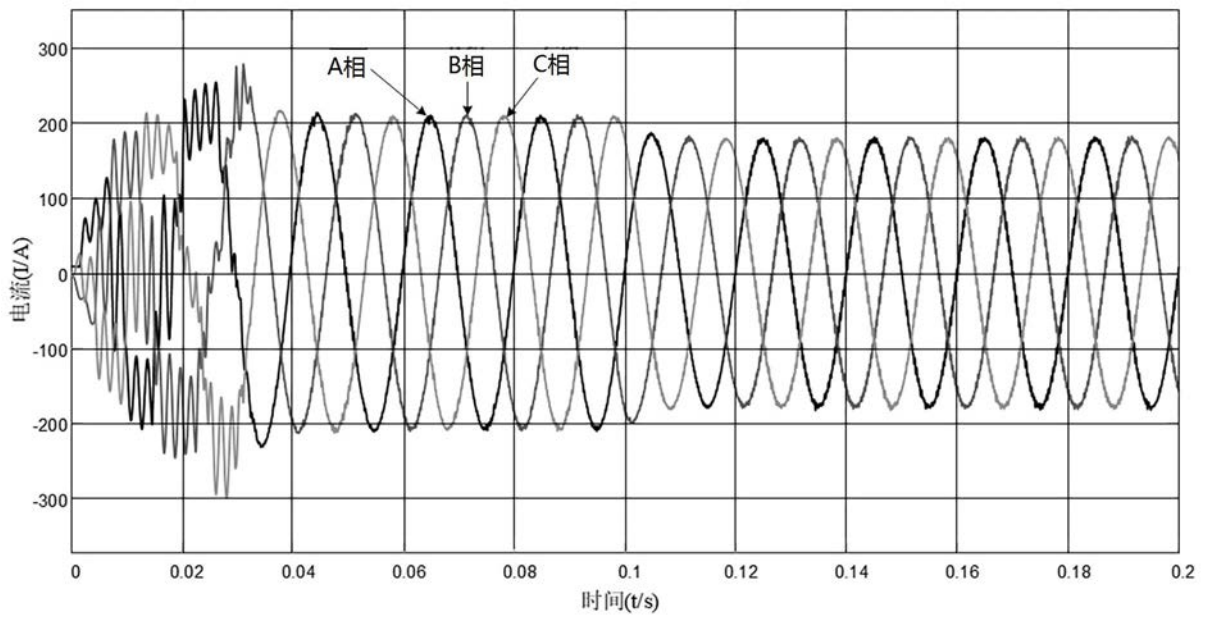


图5

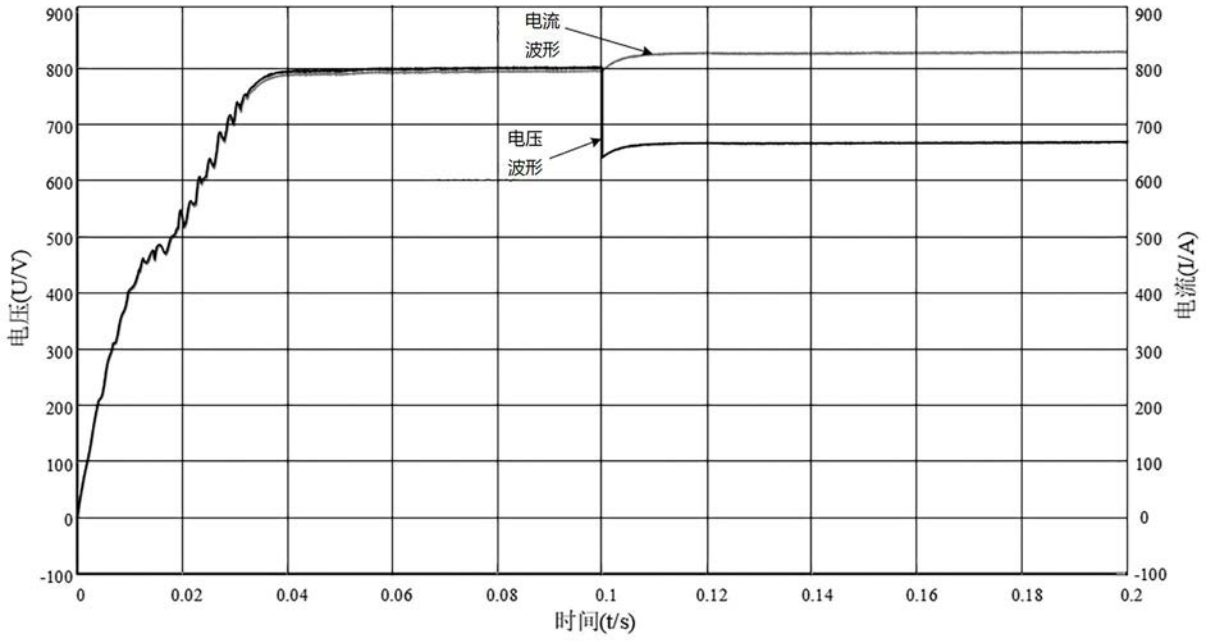


图6

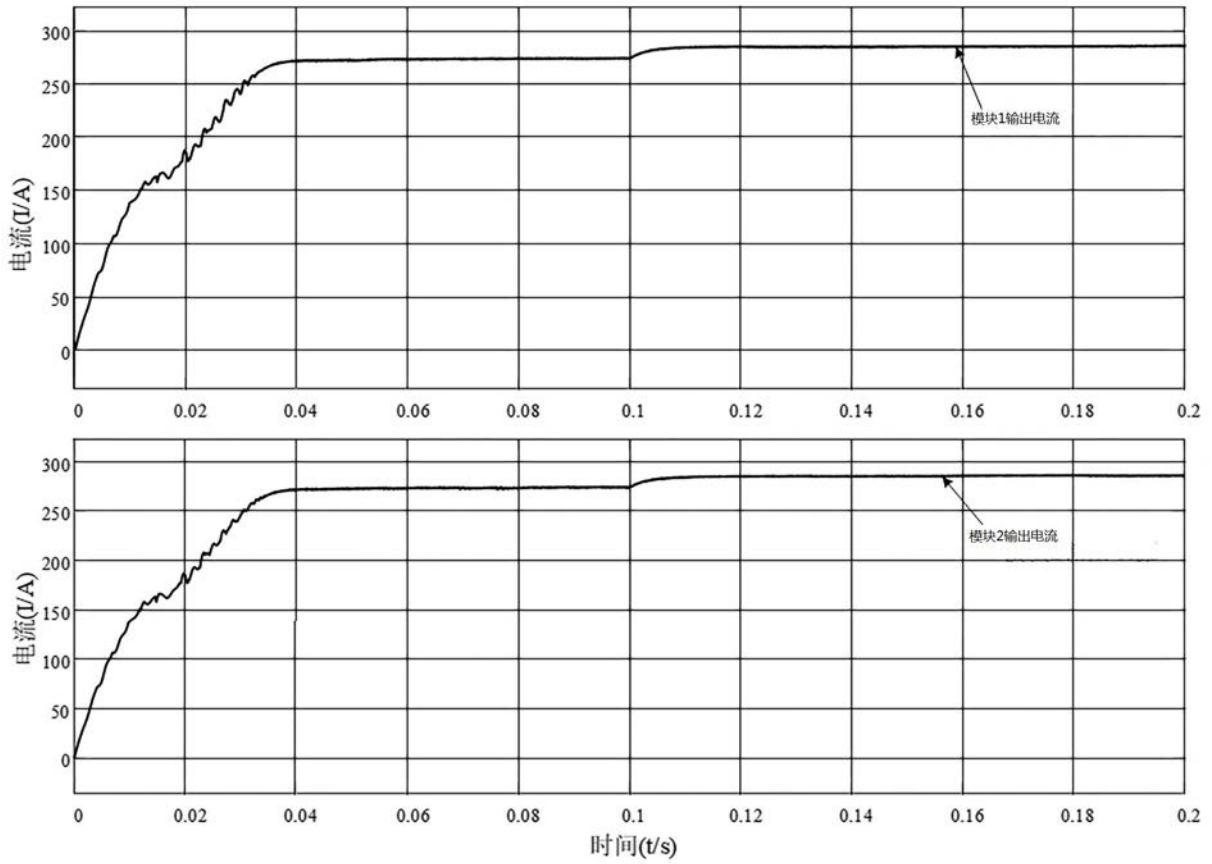


图7

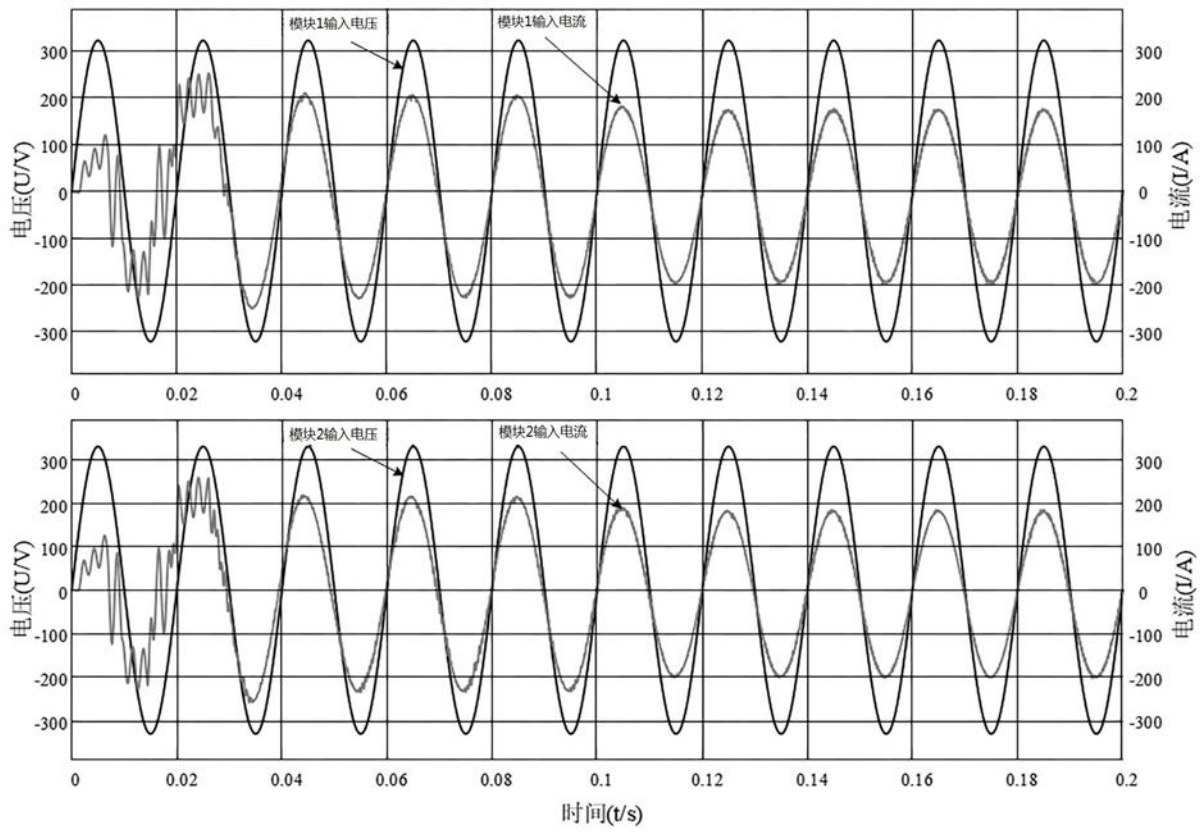


图8