



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216107238 U

(45) 授权公告日 2022. 03. 22

(21) 申请号 202122672836.4

(22) 申请日 2021.11.03

(73) 专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家未来科技城华能人才创新创业基地实验楼A楼

专利权人 四川华能氢能科技有限公司  
华能集团技术创新中心有限公司  
四川华能太平驿水电有限责任公司  
四川华能宝兴河水电有限责任公司  
四川华能嘉陵江水电有限责任公司  
四川华能东西关水电股份有限公司

四川华能康定水电有限责任公司  
四川华能涪江水电有限责任公司  
华能明台电力有限责任公司

(72) 发明人 余智勇 王凡 王金意 张畅  
任志博 王鹏杰

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限公司 61200

代理人 张宇鸽

(51) Int. Cl.

G25B 1/04 (2021.01)

G25B 9/70 (2021.01)

G25B 15/08 (2006.01)

G25B 15/021 (2021.01)

G25B 15/02 (2021.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

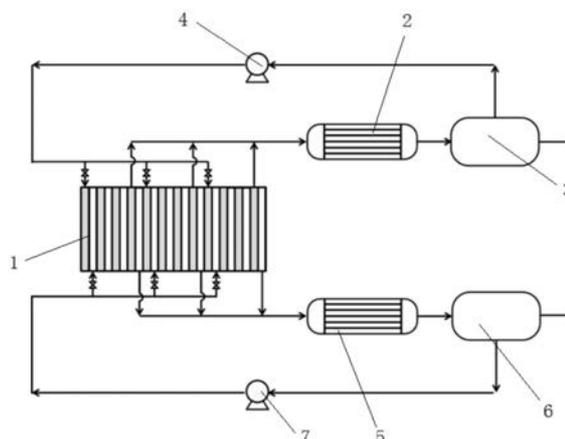
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种碱液分段循环电解系统

(57) 摘要

本实用新型属于电解水制氢技术领域，涉及一种碱液分段循环电解系统，包括电解槽、氢侧碱液换热器、氢侧气液分离器、氢侧碱液循环泵、氧侧碱液换热器、氧侧气液分离器和氧侧碱液循环泵；电解槽分为X组电解模块，相邻两组电解模块通过极板隔离；每组电解模块的阴极室连通，每组电解模块的阳极室连通；在每个电解模块中的第一个电解槽单元体上开碱液入口，最后一个电解槽单元体上开碱液出口，碱液入口和碱液出口之间通过换热器、气液分离器和碱液循环泵进行连接，通过碱液在电解槽内分段循环，减少碱液的流程，气液混合物能够快速从电解槽进入气液分离器，及时排出产生的气泡，显著降低了气泡与碱液混合对导电性能的影响，提高了电解效率。



1. 一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,包括电解槽(1)、氢侧碱液换热器(2)、氢侧气液分离器(3)、氢侧碱液循环泵(4)、氧侧碱液换热器(5)、氧侧气液分离器(6)和氧侧碱液循环泵(7);

电解槽(1)分为X组电解模块,相邻两组电解模块通过极板(11)隔离;

每组电解模块包括Y个电解槽单元体,电解槽单元体包括一个阴极室(12)和一个阳极室(13);每组电解模块的阴极室(12)连通,每组电解模块的阳极室(13)连通;

每组电解模块的第1个阴极室(12)上开有氢侧碱液入口,第1个阳极室(13)上开有氢侧碱液入口;每组电解模块的最后一个阴极室(12)上开有氢侧碱液出口,最后一个阳极室(13)上开有氢侧碱液出口;

氢侧碱液出口依次与氢侧碱液换热器(2)、氢侧气液分离器(3)和氢侧碱液循环泵(4)连接,氢侧碱液循环泵(4)的出口与氢侧碱液入口连通,形成氢侧循环回路;

氧侧碱液出口依次与氧侧碱液换热器(5)、氧侧气液分离器(6)和氧侧碱液循环泵(7)连接,氧侧碱液循环泵(7)的出口与氧侧碱液入口连通,形成氧侧循环回路。

2. 根据权利要求1所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,在氢侧碱液入口和氧侧碱液入口上分别设有流量调节阀。

3. 根据权利要求1所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,氢侧碱液循环泵(4)通过管路与氢侧碱液入口连通,管路包括第一主管路(14)和与主管路连接的多条第一旁支管路(15),第一旁支管路(15)与氢侧碱液入口对应连接;

氢侧碱液出口通过管路与氢侧碱液换热器(2)连接,管路包括第二主管路(16)和与第二主管路(16)连接的多条第二旁支管路(17),第二旁支管路(17)与氢侧碱液出口对应连接。

4. 根据权利要求3所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,第一旁支管路(15)上设有碱液流量检测计。

5. 根据权利要求4所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,碱液流量检测计连接有控制单元,控制单元用于根据产气情况调控各个电解模块的碱液入口流量。

6. 根据权利要求1所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,氧侧碱液循环泵(7)通过管路与氧侧碱液入口连通,管路包括第三主管路(18)和与主管路连接的多条第三旁支管路(19),第三旁支管路(19)与氧侧碱液入口对应连接;

氧侧碱液出口通过管路与氧侧碱液换热器(5)连接,管路包括第四主管路(20)和与第四主管路(20)连接的多条第四旁支管路(21),第四旁支管路(21)与氧侧碱液出口对应连接。

7. 根据权利要求6所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,第三旁支管路(19)上设有碱液流量检测计。

8. 根据权利要求7所述的一种碱液分段循环电解系统,其特征在于,碱液流量检测计连接有控制单元,控制单元用于根据产气情况调控各个电解模块的碱液入口流量。

## 一种碱液分段循环电解系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于电解水制氢技术领域,涉及一种碱液分段循环电解系统。

### 背景技术

[0002] 氢气以其绿色低碳、高效、可储存和运输等优点,被视为最理想的能源载体。利用风电、光伏等可再生能源电解水制氢是未来氢气最重要的生产方式之一。目前,电解水制氢技术主要有碱性电解水制氢、固体聚合物电解水制氢和固体氧化物电解水制氢,由于碱性电解水制氢技术相对成熟、设备制造成本较低、单台设备规模较大,因此,是当前主要采用的电解水制氢技术。

[0003] 提高碱性电解水制氢的能耗是推动技术大规模应用的关键。目前,碱性电解槽由多个极板串联而成,相邻两个极板形成一个阴极室和一个阳极室,碱液的流道通常采用串联模式,即碱液顺序通过电解槽各个阴极室或阳极室,然而,由于氢气、氧气气泡与电解液混合,导致电解液的导电性能逐渐降低,电解效率逐渐下降。对于大规模电解槽,由于电解小室较多或电流密度较大,气泡的影响则更为明显。目前,降低气泡影响的主要方法是提高碱液流速,但提高碱液流速受限于碱液的流道,为了降低极板间电阻,极板间距通常较小,限制了碱液流速的提高,且过高的碱液流速会增加对隔膜的冲刷,因此,提高碱液流速来降低气泡影响的这种方式并不可行,亟需寻求一种新的碱液流动方式。

### 实用新型内容

[0004] 为了克服上述现有技术存在的缺陷,本实用新型的目的在于提供一种碱液分段循环电解系统,解决了目前通过提高碱液流速来降低气泡影响的方法中不可行的问题。

[0005] 本实用新型是通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种碱液分段循环电解系统,包括电解槽、氢侧碱液换热器、氢侧气液分离器、氢侧碱液循环泵、氧侧碱液换热器、氧侧气液分离器和氧侧碱液循环泵;

[0007] 电解槽分为X组电解模块,相邻两组电解模块通过极板隔离;

[0008] 每组电解模块包括Y个电解槽单元体,电解槽单元体包括一个阴极室和一个阳极室;每组电解模块的阴极室连通,每组电解模块的阳极室连通;

[0009] 每组电解模块的第1个阴极室上开有氢侧碱液入口,第1个阳极室上开有氧侧碱液入口;每组电解模块的最后一个阴极室上开有氢侧碱液出口,最后一个阳极室上开有氧侧碱液出口;

[0010] 氢侧碱液出口依次与氢侧碱液换热器、氢侧气液分离器和氢侧碱液循环泵连接,氢侧碱液循环泵的出口与氢侧碱液入口连通,形成氢侧循环回路;

[0011] 氧侧碱液出口依次与氧侧碱液换热器、氧侧气液分离器和氧侧碱液循环泵连接,氧侧碱液循环泵的出口与氧侧碱液入口连通,形成氧侧循环回路。

[0012] 进一步,在氢侧碱液入口和氧侧碱液入口上分别设有流量调节阀。

[0013] 进一步,氢侧碱液循环泵通过管路与氢侧碱液入口连通,管路包括第一主管路和

与主管路连接的多条第一旁支管路,第一旁支管路与氢侧碱液入口对应连接;

[0014] 氢侧碱液出口通过管路与氢侧碱液换热器连接,管路包括第二主管路和与第二主管路连接的多条第二旁支管路,第二旁支管路与氢侧碱液出口对应连接。

[0015] 进一步,第一旁支管路上设有碱液流量检测计。

[0016] 进一步,碱液流量检测计连接有控制单元,控制单元用于根据产气情况调控各个电解模块的碱液入口流量。

[0017] 进一步,氧侧碱液循环泵通过管路与氧侧碱液入口连通,管路包括第三主管路和与主管路连接的多条第三旁支管路,第三旁支管路与氧侧碱液入口对应连接;

[0018] 氧侧碱液出口通过管路与氧侧碱液换热器连接,管路包括第四主管路和与第四主管路连接的多条第四旁支管路,第四旁支管路与氧侧碱液出口对应连接。

[0019] 进一步,第三旁支管路上设有碱液流量检测计。

[0020] 进一步,碱液流量检测计连接有控制单元,控制单元用于根据产气情况调控各个电解模块的碱液入口流量。

[0021] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益的技术效果:

[0022] 本实用新型公开了一种碱液分段循环电解系统,将电解槽分成多组电解模块,电解模块之间不互通,形成了很多小的电解槽,在每个电解模块中的第一个电解槽单元体上开碱液入口,在每个电解模块中的最后一个电解槽单元体上开碱液出口,碱液入口和碱液出口之间通过换热器、气液分离器和碱液循环泵进行连接,通过碱液在电解槽内分段循环,减少碱液的流程,气液混合物能够快速从电解槽进入气液分离器,及时排出产生的气泡,显著降低了气泡与碱液混合对导电性能的影响,提高了电解效率。

[0023] 进一步,在氢侧碱液循环泵与氢侧碱液入口连接的管路上设有碱液流量计,在氧侧碱液循环泵与氧侧碱液入口连接的管路上也设有碱液流量计,可以实时监控各电解模块中进出口的碱液流量。

[0024] 进一步,碱液流量检测计和气体流量检测计均连接有控制单元,阴极室和阳极室内碱液的流量分开调控,控制单元可以根据阴极室和阳极室的产气情况,独立调控各级阴极室和阳极室的碱液入口流量。

## 附图说明

[0025] 图1为本实用新型的碱液分段循环电解系统的连接示意图;

[0026] 图2为10个极板组成的电解槽中,氢侧碱液流动示意图;

[0027] 图3为10个极板组成的电解槽中,氧侧碱液流动示意图。

[0028] 其中:1为电解槽,2为氢侧碱液换热器,3为氢侧气液分离器,4为氢侧碱液循环泵,5为氧侧碱液换热器,6为氧侧气液分离器,7为氧侧碱液循环泵;

[0029] 11为极板,12为阴极室,13为阳极室,14为第一主管路,15为第一旁支管路,16为第二主管路,17为第二旁支管路,18为第三主管路,19为第三旁支管路,20为第四主管路,21为第四旁支管路。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本实用新型做进一步详细描述:

[0031] 如图1所示,本实用新型公开了一种碱液分段循环电解系统,电解槽1、氢侧碱液换热器2、氢侧气液分离器3、氢侧碱液循环泵4、氧侧碱液换热器5、氧侧气液分离器6和氧侧碱液循环泵7;电解槽1分为X组电解模块,相邻两组电解模块通过极板11隔离,相邻电解模块之间不连通;

[0032] 每组电解模块包括Y个电解槽单元体,电解槽单元体包括一个阴极室12和一个阳极室13;每组电解模块的阴极室12连通,每组电解模块的阳极室13连通;

[0033] 每组电解模块的第1个阴极室12上开有氢侧碱液入口,第1个阳极室13上开有氧侧碱液入口;每组电解模块的最后一个阴极室12上开有氢侧碱液出口,最后一个阳极室13上开有氧侧碱液出口;

[0034] 氢侧碱液出口依次与氢侧碱液换热器2、氢侧气液分离器3和氢侧碱液循环泵4连接,氢侧碱液循环泵4的出口与氢侧碱液入口连通,形成氢侧循环回路;氧侧碱液出口依次与氧侧碱液换热器5、氧侧气液分离器6和氧侧碱液循环泵7连接,氧侧碱液循环泵7的出口与氧侧碱液入口连通,形成氧侧循环回路。

[0035] 具体地,在氢侧碱液入口和氧侧碱液入口上分别设有流量调节阀。

[0036] 具体地,氢侧碱液循环泵4通过管路与氢侧碱液入口连通,管路包括第一主管路14和与主管路连接的多条第一旁支管路15,第一旁支管路15与氢侧碱液入口对应连接;

[0037] 氢侧碱液出口通过管路与氢侧碱液换热器2连接,管路包括第二主管路16和与第二主管路16连接的多条第二旁支管路17,第二旁支管路17与氢侧碱液出口对应连接。

[0038] 具体地,第一旁支管路15上设有碱液流量检测计。

[0039] 具体地,氧侧碱液循环泵7通过管路与氧侧碱液入口连通,管路包括第三主管路18和与主管路连接的多条第三旁支管路19,第三旁支管路19与氧侧碱液入口对应连接;

[0040] 氧侧碱液出口通过管路与氧侧碱液换热器5连接,管路包括第四主管路20和与第四主管路20连接的多条第四旁支管路21,第四旁支管路21与氧侧碱液出口对应连接。

[0041] 具体地,第三旁支管路19上设有碱液流量检测计。

[0042] 具体地,碱液流量检测计连接有控制单元,控制单元用于根据产气情况调控各个电解模块的碱液入口流量。

[0043] 电解槽1由n+1个极板11串联而成,电解槽1分为X组电解模块,每组电解模块包括Y个电解槽单元体,其中, $n=X*Y$ 。

[0044] 氢侧碱液循环泵4的流量为 $Q_{\text{氢}}$ ,进入每个氢侧碱液入口的流量为 $Q_{\text{氢}}/X$ ;氧侧碱液循环泵7的流量为 $Q_{\text{氧}}$ ,进入每个氧侧碱液入口的流量为 $Q_{\text{氧}}/X$ ;且 $Q_{\text{氢}} \geq Q_{\text{氧}}$ 。氢侧的产气量大,加快碱液循环流量有助于气体在气液分离器中的分离排出。

[0045] 以下列举一个具体的例子来进行说明:

[0046] 电解槽1由10个极板11串联而成,电解槽1分为3组电解模块,每组电解模块包括3个电解槽单元体。

[0047] 第1至3个阴极室12连通,第4至6个阴极室12连通,第7至9个阴极室12连通;第1至3个阳极室13连通,第4至6个阳极室13连通,第7至9个阳极室13连通;

[0048] 第1个、第4个、第7个阴极室12上开有氢侧碱液入口,第1个、第4个、第7个阳极室13上开有氧侧碱液入口,各入口设置有流量调节阀;

[0049] 第3个、第6个、第9个阴极室12上开有氢侧碱液出口,第3个、第6个、第9个阳极室13

上开有氧侧碱液出口。

[0050] 启动两个碱液循环泵,碱液分别通过氢侧碱液循环泵4和氧侧碱液循环泵7进入电解槽1的第1个、第4个及第7个阴极室和阳极室,调节入口流量调节阀,控制进入第1个、第4个及第7个阴极室的碱液流量为 $Q_{\text{氢}}/3$ ;进入第1个、第4个及第7个阳极室13的碱液流量为 $Q_{\text{氧}}/3$ 。

[0051] 电解槽1接通电源,在直流电的作用下,阴极室12内发生电解反应产生氢气,阳极室13内发生电解反应产生氧气,同时,碱液温度升高;如图2所示,由第1个阴极室进入的碱液从第3个阴极室流出,由第4个阴极室进入的碱液从第6个阴极室流出,由第7个阴极室进入的碱液从第9个阴极室流出;如图3所示,由第1阳极室进入的碱液从第3个阳极室流出,由第4个阳极室进入的碱液从第6个阳极室流出,由第7个阳极室进入的碱液从第9个阳极室流出。

[0052] 第3个、第6个及第9个阴极室流出的碱液进入氢侧碱液换热器2,第3个、第6个及第9个阳极室流出的碱液进入氧侧碱液换热器5,碱液温度下降;氢侧碱液换热器2和氧侧碱液换热器5流出的碱液分别进入氢气分离器和氧气分离器,氢气和氧气溢出,碱液分别进入氢侧碱液循环泵4和氧侧碱液循环泵7,并重复上述循环过程。

[0053] 本实用新型将电解槽1分为X组电解模块,阴极室12和阳极室13的碱液在电解槽1内分级流动,并能够实现流量调控,气液混合物能够更快地进入气液分离器中,实现气体的溢出,减少碱液气泡含量,提高电解效率。该系统构造简单,方便调节,对于提高大规模碱性电解制氢系统的电解效率具有重要意义。

[0054] 以上详细描述了本实用新型的优选实施方式,但是,本实用新型并不限于上述实施方式中的具体细节,在本实用新型的技术构思范围内,可以对本实用新型的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本实用新型的保护范围。

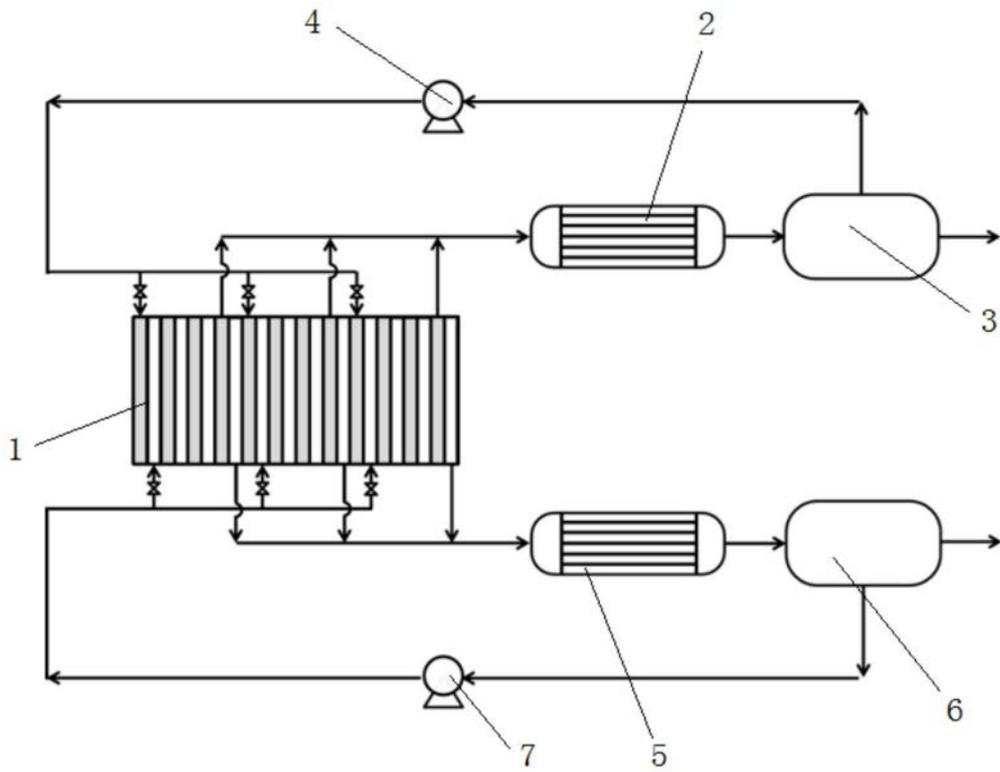


图1

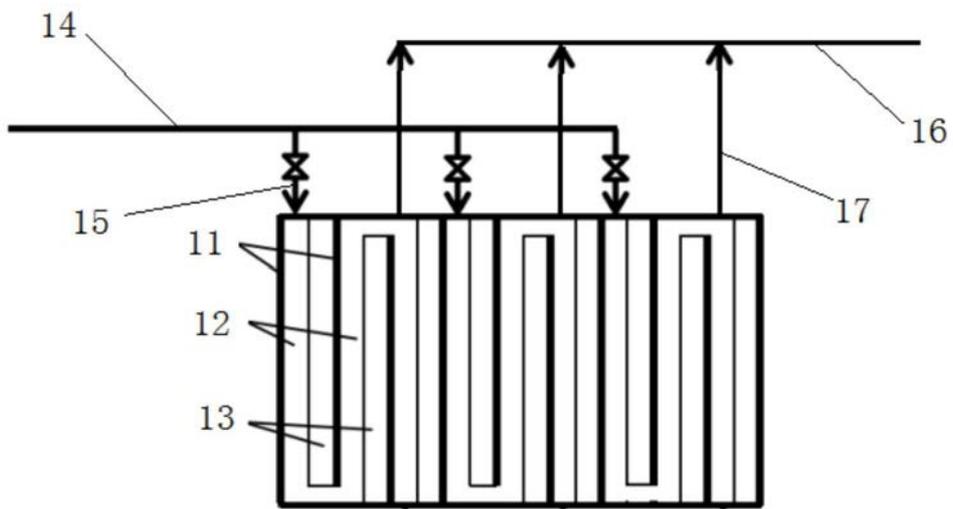


图2

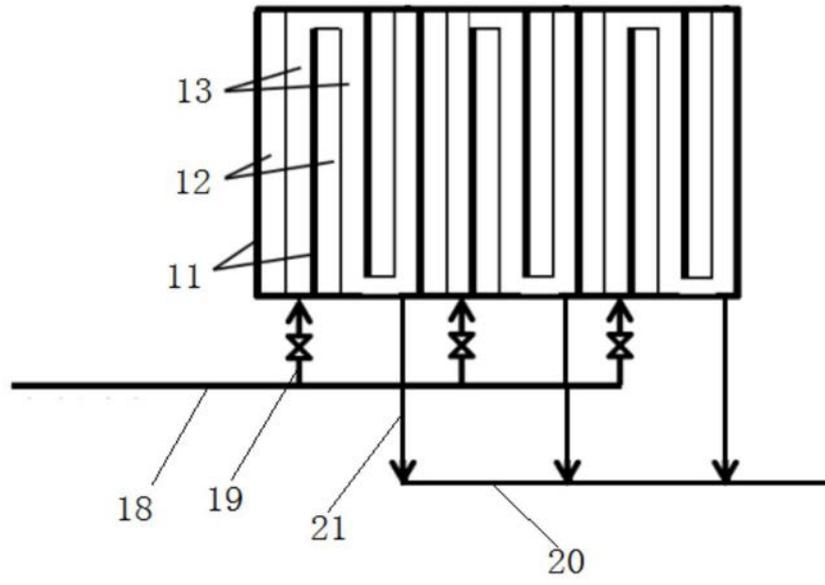


图3