



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113843206 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 23

(21) 申请号 202111117509.0

B08B 3/10 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.23

B08B 13/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113843206 A

(56) 对比文件  
CN 109078931 A, 2018.12.25

(43) 申请公布日 2021.12.28

审查员 康柳

(73) 专利权人 西安热工研究院有限公司  
地址 710048 陕西省西安市碑林区兴庆路  
136号

(72) 发明人 姚建涛 张贵泉 龙国军 刘薇  
陈甜甜

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200  
专利代理师 崔方方

(51) Int. Cl.  
B08B 3/02 (2006.01)

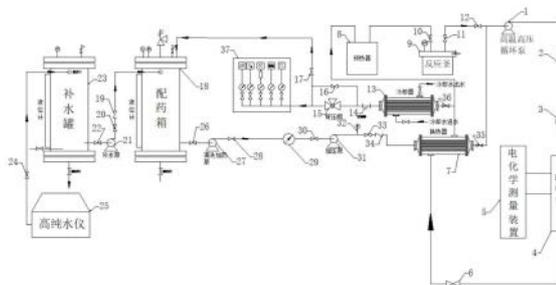
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

## (54) 发明名称

一种高温高压实验装置的化学清洗系统及方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种高温高压实验装置的化学清洗系统及方法,该清洗系统包括高纯水仪、配药箱,配药箱通过清洗加药泵、加药管道连接至换热器,然后进入高温高压实验装置,清洗动力由高温高压循环泵提供,通过循环泵出口门后进入流动加速腐蚀测量电极,再进入换热器内交换热量,交换热量后一路通过预热器、反应釜继续在实验回路内循环清洗;一路经过冷却器冷却后由背压阀维持实验循环回路压力,再重新回到配药箱继续循环。使用本发明系统及方法可以实现高温高压实验装置系统高效清洁,完全去除各种锈蚀产物、防锈油、切割润滑油、密封油等各种油脂,确保高温高压实验装置的内部清洁,保证实验结果的准确性。



1. 一种高温高压实验装置的化学清洗系统,其特征在于:包括高纯水仪(25)、补水罐(23)、配药箱(18)、换热器(7)、流动加速腐蚀测量电极(4)、预热器(8)、反应釜(9);

所述高纯水仪(25)、补水罐(23)、配药箱(18)依次连接,配药箱(18)连接至换热器(7)的第一进口,换热器(7)的第一出口通过高温高压循环泵(1)连接电化学测量装置(5)的流动加速腐蚀测量电极(4),流动加速腐蚀测量电极(4)与换热器(7)的第二进口连接,换热器(7)的第二出口分为两路,一路通过预热器(8)、反应釜(9)后连接所述高温高压循环泵(1);另一路连接至配药箱(18)。

2. 根据权利要求1所述的一种高温高压实验装置的化学清洗系统,其特征在于:配药箱(18)通过清洗加药泵(27)、加压泵(31)连接至换热器(7)的第一进口。

3. 根据权利要求1所述的一种高温高压实验装置的化学清洗系统,其特征在于:所述另一路经过取样冷却器(13)后由背压阀(15)连接至配药箱(18)。

4. 根据权利要求3所述的一种高温高压实验装置的化学清洗系统及方法,其特征在于:所述背压阀(15)两端还设置有背压阀旁路管路,背压阀旁路管路上设置有背压阀旁路阀(16)。

5. 根据权利要求3所述的一种高温高压实验装置的化学清洗系统,其特征在于:所述背压阀(15)的出口出连接有在线测量装置(37);所述在线测量装置(37)具有对清洗液pH、氧含量、氢电导、联氨浓度、电导率进行测量的传感器。

6. 权利要求1至5任一项所述的一种高温高压实验装置的化学清洗系统的清洗方法,其特征在于,包括以下步骤:

预热器(8)、反应釜(9)投加热,提高系统水温至清洗温度;达到清洗温度后配药箱(18)配置化学清洗剂,达到清洗浓度后开始化学清洗;

清洗剂通过清洗加药泵(27)、加压泵(31)泵入换热器(7),然后在高温高压循环泵(1)入口进入流动加速腐蚀测量电极(4),再进入换热器(7)内交换热量,交换热量后一路继续在高温高压实验回路内循环清洗;另一路重新回到配药箱(18)继续循环清洗;

同时预热器(8)、反应釜(9)投加热,提高系统水温至清洗温度;

清洗过程中对清洗液各项指标进行监测,进行化学清洗期间腐蚀速率实时监测;分析化验清洗液碱浓度和总有机碳浓度,当清洗液碱浓度和总有机碳浓度维持稳定不发生变化后,化学清洗结束。

7. 根据权利要求6所述的清洗方法,

所述清洗剂包括以下质量百分比的原料:

0.6%Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、0.3%Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、0.01%Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>、0.5%N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>和余量的水。

8. 根据权利要求6所述的清洗方法,

清洗结束后加入保护剂,保护剂包括以下质量百分比的原料:

0.5%NH<sub>3</sub>、0.1%N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>和余量的水。

9. 根据权利要求6所述的清洗方法,

提高系统水温至清洗温度,控制升温速率10°C/h~30°C/h,直至温度升至300°C。

10. 根据权利要求6所述的清洗方法,

化学清洗前后均进行冲洗;

注入超纯水进行化学清洗前系统循环冲洗;直至电导率<10μS/cm,水冲洗结束。

## 一种高温高压实验装置的化学清洗系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于高温高压实验装置化学清洗技术领域,具体涉及一种高温高压实验装置的化学清洗系统及方法。

### 背景技术

[0002] 高温高压实验装置的是研究在水汽系统高温条件金属腐蚀状态评估的关键设备,但是由于使用温度较高,对整个系统的洁净度要求很高,如果不能清洗干净,开始实验后会影影响实验系统水质,造成不必要的腐蚀,从而影响实验结果。大量的腐蚀产物可能会随着实验装置的水汽循环进入到反应釜等关键实验设备中,造成进一步腐蚀,甚至影响高温高压实验装置的运行安全。为了获得可靠的试验室研究结果,保证高温高压实验装置的安全运行,所以投入使用前必须对其进行化学清洗。

[0003] 高温高压实验装置主要工作在300℃高温条件下,而且系统容积较小(反应釜容积为5L)、输送管道管径均较小( $\phi 10\text{mm}\sim 20\text{mm}$ ),通过空气吹扫、水冲洗和人工清理等简单清理方式难以清洗干净系统内部杂质。化学清洗作为常规实验设备的清洁方法,具有工艺成熟、易于操作、清洁效果好等优点,是用于高温高压实验装置清洁的首选方法。

[0004] 与常规实验装置化学清洗相比,高温高压实验装置化学清洗存在以下难点:1) 高温高压实验装置工作在300℃高温条件下,通常清洗剂清洗后的残留物有可能在高温条件下发生分解,影响实验水质,必须采用残留较少洗剂在300℃高温条件下对该实验装置实施化学清洗;2) 高温高压实验装置清洗采用300℃高温清洗后,清洗循环回路压力也很高,工作压力在10MPa左右,常规高压泵对吸上真空度要求很高,所以本清洗系统采取了两级泵串联的方式进行加药,清洗加药泵提供出力保证高压泵的吸上真空度满足额定参数要求;3) 由于在线测量装置、手工取样均需在常温常压下工作,高温高压装置清洗循环回路内高温清洗液进入常压后发生气化,后续装置无法正常工作,必须进行冷却。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种高温高压实验装置的化学清洗系统及方法,保证高温高压实验装置投入使用前的清洁度,能完全去除高温高压实验装置内杂质、锈蚀产物和防锈油、切割润滑油、密封油等各种油脂,保证所有材质腐蚀速率不超标,奥氏体不锈钢不发生点腐蚀和晶间腐蚀。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种高温高压实验装置的化学清洗系统,包括高纯水仪、补水罐、配药箱、换热器、流动加速腐蚀测量电极、预热器、反应釜;

[0008] 所述高纯水仪、补水罐、配药箱依次连接,配药箱连接至换热器的第一进口,换热器的第一出口通过高温高压循环泵连接电化学测量装置的流动加速腐蚀测量电极,流动加速腐蚀测量电极与换热器的第二进口连接,换热器的第二出口分为两路,一路通过预热器、反应釜后连接所述高温高压循环泵;另一路连接至配药箱。

- [0009] 作为本发明进一步改进,配药箱通过清洗加药泵、加压泵连接至换热器的第一进口。
- [0010] 作为本发明进一步改进,所述另一路经过取样冷却器后由背压阀连接至配药箱。
- [0011] 作为本发明进一步改进,所述背压阀两端还设置有背压阀旁路管路,背压阀旁路管路上设置有背压阀旁路阀。
- [0012] 作为本发明进一步改进,所述背压阀的出口出连接有在线测量装置;所述在线测量装置具有对清洗液pH、氧含量、氢电导、联氨浓度、电导率进行测量的传感器。
- [0013] 一种高温高压实验装置的化学清洗系统的清洗方法,包括以下步骤:
- [0014] 预热器、反应釜投加热,提高系统水温至清洗温度;达到清洗温度后配药箱配置化学清洗剂,达到清洗浓度后开始化学清洗;
- [0015] 清洗剂通过清洗加药泵、加压泵泵入换热器,然后在高温高压循环泵入口进入流动加速腐蚀测量电极,再进入换热器内交换热量,交换热量后一路继续在高温高压实验回路内循环清洗;另一路重新回到配药箱继续循环清洗;
- [0016] 同时预热器、反应釜投加热,提高系统水温至清洗温度;
- [0017] 清洗过程中对清洗液各项指标进行监测,进行化学清洗期间腐蚀速率实时监测;分析化验清洗液碱浓度和总有机碳浓度,当清洗液碱浓度和总有机碳浓度维持稳定不发生变化后,化学清洗结束。
- [0018] 作为本发明进一步改进,所述清洗剂包括以下质量百分比的原料:
- [0019] 0.6%Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、0.3%Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、0.01%Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>、0.5%N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>和余量的水。
- [0020] 作为本发明进一步改进,清洗结束后加入保护剂,保护剂包括以下质量百分比的原料:
- [0021] 0.5%NH<sub>3</sub>、0.1%N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>和余量的水。
- [0022] 作为本发明进一步改进,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率10℃/h~30℃/h,直至温度升至300℃。
- [0023] 作为本发明进一步改进,化学清洗前后均进行冲洗;
- [0024] 注入超纯水进行化学清洗前系统循环冲洗;直至电导率<10μS/cm,水冲洗结束。
- [0025] 本发明提供的技术方案具有如下有益效果:
- [0026] 本清洗系统通过清洗加药泵、加压泵两级泵组对清洗液进行加压,从而实现高温清洗。本清洗系统高温高压循环回路内高温清洗液与新补充入系统的温度较低的清洗液在换热器与高温高压装置清洗循环回路内高温清洗液内交换热量,回收剩余热量,也大大降低取样冷却器的换热功率,降低了能耗。本发明提供该清洗系统对运行前的高温高压实验装置系统锈蚀产物和防锈油、切割润滑油、密封油等各种油脂具有良好清除效果;实现化学清洗期间各种清洗指标的实时监测。
- [0027] 进一步,本清洗系统在取样冷却器后设置有背压阀,由背压阀维持高温高压实验循环回路压力取样系统可以正常取样。

## 附图说明

- [0028] 在此描述的附图仅用于解释目的,而不意图以任何方式来限制本发明公开的范围。另外,图中的各部件的形状和比例尺寸等仅为示意性的,用于帮助对本发明的理解,并

不是具体限定本发明各部件的形状和比例尺寸。在附图中：

[0029] 图1是本发明实施例提供的用于高温高压实验装置的化学清洗系统的示意图。

[0030] 1. 高温高压循环泵、2. 高温高压循环泵出口门、3. 高温高压循环泵出口流量计、4. 流动加速腐蚀 (FAC) 测量电极、5. 电化学测量装置、6. 换热器入口门、7. 换热器、8. 预热器、9. 反应釜、10. 反应釜入口门、11. 反应釜出口门、12. 高温高压循环泵入口门、13. 冷却器、14. 过滤器、15. 背压阀、16. 背压阀旁路阀、17. 配药箱回水阀、18. 配药箱、19. 补水泵逆止阀、20. 补水泵出口阀、21. 补水泵、22. 补水泵入口门、23. 补水罐、24. 高纯水仪出口门、25. 高纯水仪、26. 清洗加药泵入口阀、27. 清洗加药泵、28. 清洗泵出口阀、29. 清洗泵出口流量计、30. 加压泵入口阀、31. 加压泵、32. 加压泵出口压力表、33. 加压泵出口阀、34. 加压泵出口逆止门、35. 换热器出口阀、36. 冷却器出口阀、37. 在线测量装置。

### 具体实施方式

[0031] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

[0032] 需要说明的是，当元件被称为“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的，并不表示是唯一的实施例。

[0033] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0034] 在本发明中，在未作相反说明的情况下，使用的方位词如“上、下、左、右”通常是指参考附图所指的上、下、左、右。

[0035] 术语说明：

[0036] 本发明所指的高温高压是指主要工作在300℃高温条件下，工作压力在10MPa左右。

[0037] 以下结合具体实施例和附图对本发明进行详细说明。

[0038] 本实施例提供一种高温高压实验装置的化学清洗系统，参阅图1，清洗系统采用高纯水仪25作为水源，补水罐23作为存水箱，在配药箱18进行配药操作，将所有清洗剂加入到配药箱配制清洗液；配药箱内配制好的清洗液通过清洗加药泵27、加压泵31连接至换热器7，然后在高温高压循环泵1入口进入高温高压实验装置，清洗循环动力由高温高压循环泵1提供，通过循环泵出口门2后进入流动加速腐蚀FAC测量电极4，再进入换热器7内交换热量，交换热量后一路通过预热器8、反应釜9继续在高温高压实验回路内循环清洗；一路经过取样冷却器13冷却后由背压阀15维持高温高压实验循环回路压力，再重新回到配药箱18继续循环，此处设有在线测量装置37对清洗液pH、氧含量、氢电导、联氨浓度、电导率等指标进行

测量。从而实现对高温高压循环泵1、流动加速腐蚀FAC测量电极4、换热器7、预热器8、反应釜9等高温高压实验装置进行化学清洗。

[0039] 为此设计了新补充入系统的温度较低的清洗液在换热器内与高温高压装置清洗循环回路内高温清洗液交换热量,回收剩余热量,再通过取样冷却器冷却,大大降低取样冷却器的换热功率,降低了清洗系统能耗。

[0040] 所述的清洗液采用预热器8、反应釜9两级加热的方式进行加热升温,加热速率控制在 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

[0041] 本清洗系统设有在线测量装置37对清洗液pH、氧含量、氢电导、联氨浓度、电导率等指标进行测量,实现化学清洗期间各种清洗指标的实时监测。

[0042] 本清洗系统通过清洗加药泵27、加压泵31两级泵组对清洗液进行加压,从而实现高温清洗。

[0043] 本清洗系统高温高压循环回路内高温清洗液与新补充入系统的温度较低的清洗液在换热器7与高温高压装置清洗循环回路内高温清洗液内交换热量,回收剩余热量,也大大降低取样冷却器的换热功率,降低了能耗。

[0044] 本清洗系统在取样冷却器13后设置有背压阀15,由背压阀维持高温高压实验循环回路压力。

[0045] 为了达到要求的清洗效果,本化学清洗系统采用了如下清洗工艺:清洗剂 $0.6\% \text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $0.3\% \text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $0.01\% \text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $0.5\% \text{N}_2\text{H}_4$ ,清洗温度 $300^{\circ}\text{C}$ ,清洗压力 $10\text{MPa}$ ;清洗结束后加入保护剂( $0.5\% \text{NH}_3$ 、 $0.1\% \text{N}_2\text{H}_4$ )对高温高压实验装置进行保养,直至实验使用。

[0046] 所述的高温高压实验装置的化学清洗方法,包括以下步骤:

[0047] 首先,高温高压实验装置清洗系统注入超纯水,启动加药泵、加压泵、高温高压循环泵进行系统循环冲洗;然后,预热器8、反应釜9投加热,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ;达到清洗温度后配药箱配置化学清洗剂,达到清洗浓度后开始化学清洗;启动在线监测设备对清洗液各项指标进行监测,进行化学清洗期间腐蚀速率实时监测;分析化验清洗液碱浓度和总有机碳浓度,当清洗液碱浓度和总有机碳浓度维持稳定不发生变化后,化学清洗结束。

[0048] 作为优选地实施例,所述清洗剂包括以下质量百分比的原料:

[0049]  $0.6\% \text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $0.3\% \text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $0.01\% \text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $0.5\% \text{N}_2\text{H}_4$ 和余量的水。

[0050] 作为优选地实施例,清洗结束后加入保护剂,保护剂包括以下质量百分比的原料:

[0051]  $0.5\% \text{NH}_3$ 、 $0.1\% \text{N}_2\text{H}_4$ 和余量的水。

[0052] 作为优选地实施例,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,直至温度升至 $300^{\circ}\text{C}$ 。

[0053] 作为优选地实施例,化学清洗前后均进行冲洗;

[0054] 注入超纯水进行化学清洗前系统循环冲洗;直至电导率 $<10\mu\text{S}/\text{cm}$ ,水冲洗结束。

[0055] 本实施例提供一种高温高压实验装置的化学清洗系统的清洗方法,具体包括以下步骤:

[0056] 步骤一、化学清洗前水冲洗

[0057] 高纯水仪25向补水罐23补水,然后通过补水泵打入配药箱18中,再通过清洗加药泵27、加压泵31泵入换热器7,然后在高温高压循环泵1入口进入高温高压实验装置,实验装

置清洗循环动力由高温高压循环泵1提供,通过循环泵出口门2后进入流动加速腐蚀FAC测量电极4,再进入换热器7内交换热量,交换热量后一路通过预热器8、反应釜9继续在高温高压实验回路内循环冲洗;一路经过取样冷却器13冷却后,经过背压阀15维持高温高压实验循环回路压力后,再重新回到配药箱18继续循环冲洗;同时预热器8、反应釜9投加热,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,直至温度升至 $300^{\circ}\text{C}$ ,循环2h后冷却排放。排放结束后再次执行上述冲洗步骤。循环冲洗过程中在线测量装置37对清洗液pH、电导率等指标进行测量,直至电导率 $<10\mu\text{S}/\text{cm}$ ,化学清洗前水冲洗结束,进入化学清洗。

#### [0058] 步骤二、化学清洗

[0059] 高纯水仪25向补水罐23补水,然后通过补水泵打入配药箱18中,在配药箱中加入清洗剂( $0.6\%\text{Na}_3\text{PO}_4$ 、 $0.3\%\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $0.01\%\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $0.5\%\text{N}_2\text{H}_4$ ),再通过清洗加药泵27、加压泵31泵入换热器7,然后在高温高压循环泵1入口进入高温高压实验装置,实验装置清洗循环动力由高温高压循环泵1提供,通过循环泵出口门2后进入流动加速腐蚀FAC测量电极4,再进入换热器7内交换热量,交换热量后一路通过预热器8、反应釜9继续在高温高压实验回路内循环清洗;一路经过取样冷却器13冷却后,经过背压阀15维持高温高压实验循环回路压力后,再重新回到配药箱18继续循环清洗;同时预热器8、反应釜9投加热,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,直至温度升至 $300^{\circ}\text{C}$ 。清洗过程中每小时分析化验一次清洗液碱浓度和总有机碳浓度,当清洗液碱浓度和总有机碳浓度维持稳定不发生变化后,化学清洗结束,冷却后排放,化学清洗结束。

#### [0060] 步骤三、化学清洗后水冲洗

[0061] 高纯水仪25向补水罐23补水,然后通过补水泵打入配药箱18中,再通过清洗加药泵27、加压泵31泵入换热器7,然后在高温高压循环泵1入口进入高温高压实验装置,实验装置清洗循环动力由高温高压循环泵1提供,通过循环泵出口门2后进入流动加速腐蚀FAC测量电极4,再进入换热器7内交换热量,交换热量后一路通过预热器8、反应釜9继续在高温高压实验回路内循环冲洗;一路经过取样冷却器13冷却后,经过背压阀15维持高温高压实验循环回路压力后,再重新回到配药箱18继续循环冲洗;同时预热器8、反应釜9投加热,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,直至温度升至 $300^{\circ}\text{C}$ ,循环2h后冷却排放。排放结束后再次执行上述冲洗步骤。循环冲洗过程中在线测量装置37对清洗液pH、电导率等指标进行测量,直至电导率 $<10\mu\text{S}/\text{cm}$ ,化学清洗前水冲洗结束,进入钝化。

#### [0062] 步骤四、加入保护剂保养

[0063] 高纯水仪25向补水罐23补水,然后通过补水泵打入配药箱18中,在配药箱中加入保护剂( $0.5\%\text{NH}_3$ 、 $0.1\%\text{N}_2\text{H}_4$ ),再通过清洗加药泵27、加压泵31泵入换热器7,然后在高温高压循环泵1入口进入高温高压实验装置,实验装置清洗循环动力由高温高压循环泵1提供,通过循环泵出口门2后进入流动加速腐蚀FAC测量电极4,再进入换热器7内交换热量,交换热量后一路通过预热器8、反应釜9继续在高温高压实验回路内循环清洗;一路经过取样冷却器13冷却后,经过背压阀15维持高温高压实验循环回路压力后,再重新回到配药箱18继续循环清洗;同时预热器8、反应釜9投加热,提高系统水温至清洗温度,控制升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,直至温度升至 $300^{\circ}\text{C}$ 。升温过程中在线测量装置对清洗液pH、氧含量、氢电导、联氨浓度、电导率等指标进行测量,循环2H后,停预热器8、反应釜9,停运所有循环泵、关闭高温高压实验装置所有阀门,冷却后保养备用。

[0064] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的和区别类似的对象,两者之间并不存在先后顺序,也不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0065] 应该理解,以上描述是为了进行图示说明而不是为了进行限制。通过阅读上述描述,在所提供的示例之外的许多实施例和许多应用对本领域技术人员来说都将是显而易见的。因此,本教导的范围不应该参照上述描述来确定,而是应该参照前述权利要求以及这些权利要求所拥有的等价物的全部范围来确定。出于全面之目的,所有文章和参考包括专利申请和公告的公开都通过参考结合在本文中。在前述权利要求中省略这里公开的主题的任何方面并不是为了放弃该主体内容,也不应该认为申请人没有将该主题考虑为所公开的发明主题的一部分。

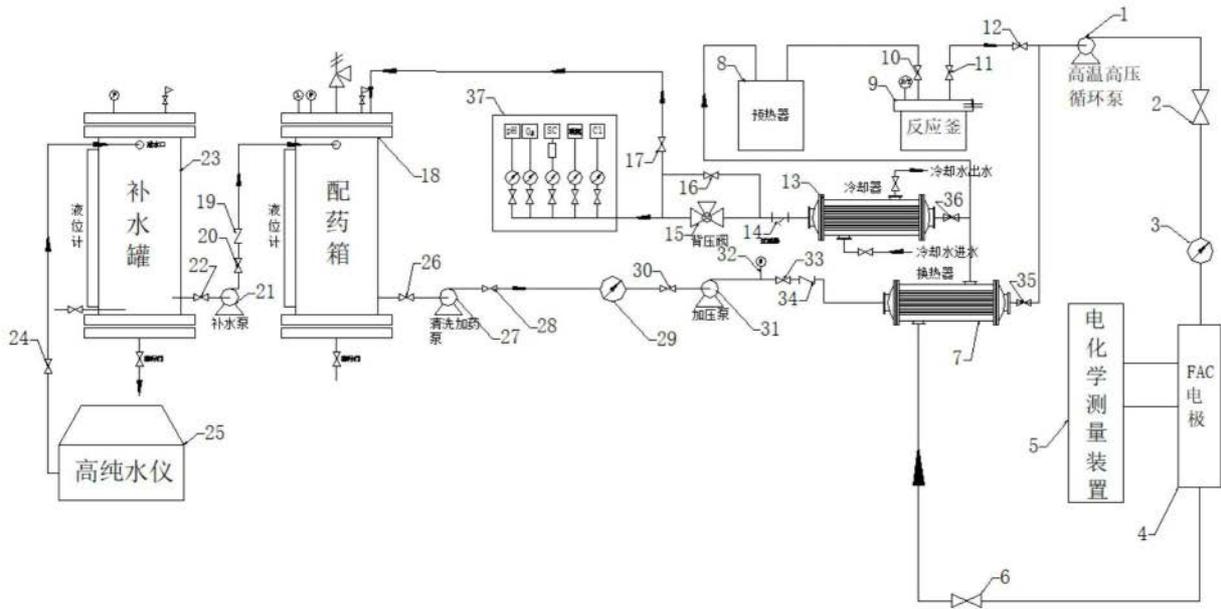


图1