



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106248570 B

(45)授权公告日 2018.08.10

(21)申请号 201610536457.3

(22)申请日 2016.07.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106248570 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(73)专利权人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72)发明人 曾德智 张恩搏 喻智明 董宝军

施太和 张智 侯铎 钟显康

张乃艳

(74)专利代理机构 成都正华专利代理事务所

(普通合伙) 51229

代理人 李林合 李蕊

(51)Int.Cl.

G01N 17/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 103674822 A,2014.03.26,

SU 1173266 A1,1985.08.15,

CN 101865816 A,2010.10.20,

JP H01316635 A,1989.12.21,

CN 105403478 A,2016.03.16,

CN 102654446 A,2012.09.05,

CN 103234894 A,2013.08.07,

CN 201034917 Y,2008.03.12,

CN 102706794 A,2012.10.03,

CN 105403478 A,2016.03.16,

艾志久等.H<sub>2</sub>S对油气管材的腐蚀及防护研究综述.《表面技术》.2015,第44卷(第9期),

Igor M. Svishchev,et al.Corrosion behavior of stainless steel 316 in sub- and supercritical aqueous environments: Effect of LiOH additions.《Corrosion Science》.2013,第72卷

贾静焕等.316L 不锈钢在高pH碱性硫化物环境中的应力腐蚀行为.《表面技术》.2015,第44卷(第3期),

审查员 叶亚楠

权利要求书2页 说明书7页 附图2页

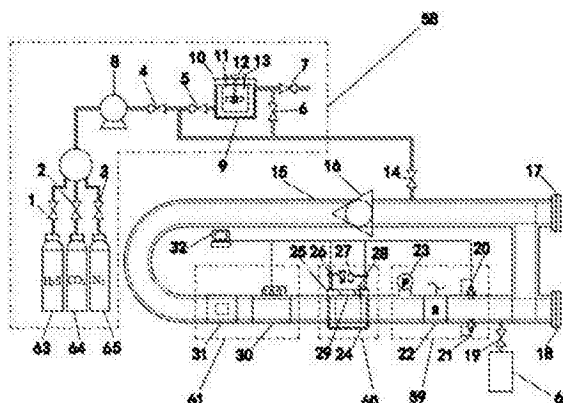
(54)发明名称

一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置及方法,包括介质驱替单元、实验参数测量单元、可视化单元、腐蚀测试单元、进气阀、循环回路、驱动泵、1#端盖、2#端盖、排气阀、H<sub>2</sub>S吸收装置;所述实验参数测量单元、腐蚀测试单元、1#端盖、2#端盖、排气阀、H<sub>2</sub>S吸收装置安装在循环回路上,介质驱替单元通过驱动泵连接循环回路。本发明能真实模拟高温高压环境下的亚临界、超临界流体,能对剪切力进行测量,可定量分析多相流腐蚀介质对缓蚀剂膜、腐蚀产物膜的冲刷破坏作用,能在线完成管线腐蚀效果的测试并记录结果。

CN 106248570 B



1. 一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置,其特征在于,包括介质驱替单元、实验参数测量单元、可视化单元、腐蚀测试单元、进气阀、循环回路、驱动泵、1#端盖、2#端盖、排气阀、H<sub>2</sub>S吸收装置;

所述介质驱替单元由1#阀门、2#阀门、3#阀门、4#阀门、5#阀门、6#阀门、7#阀门、增压泵、1#高温高压釜体,气瓶组构成,所述1#高温高压釜体由1#高温高压釜盖、1#压力传感器、磁耦合搅拌器、1#温度传感器构成,所述气瓶组由H<sub>2</sub>S储气瓶、CO<sub>2</sub>储气瓶和N<sub>2</sub>储气瓶构成;H<sub>2</sub>S储气瓶连接1#阀门,CO<sub>2</sub>储气瓶连接2#阀门,N<sub>2</sub>储气瓶连接3#阀门,1#阀门、2#阀门、3#阀门后端并联到同一管线中,管线前方依次设置增压泵、4#阀门、5#阀门、1#高温高压釜体、7#阀门;1#高温高压釜体与7#阀门之间的管线设置一根支线,支线上设置6#阀门,4#阀门与5#阀门之间设置另一根支线,两根支线并联后与进气阀连接;

所述循环回路为U型结构管道,管道从上到下依次设有驱动泵、腐蚀测试单元、可视化单元、实验参数测量单元,两头分别设有1#端盖和2#端盖,2#端盖与实验参数测量单元之间管道侧面设有排气阀、排气阀另一端连接H<sub>2</sub>S吸收装置;循环回路通过安装于驱动泵和1#端盖之间管道侧面的进气阀和介质驱替单元连接;

所述实验参数测量单元由气相剪切力传感器、液相剪切力传感器、电磁流量计、2#压力传感器构成,气相剪切力传感器置于循环回路管道一侧的顶部,液相剪切力传感器置于循环回路管道一侧的底部;

所述可视化单元由2#高温高压釜体、2#高温高压釜盖、高倍电子显微镜、粒子追踪测速仪、2#温度传感器、蓝宝石可视窗口构成;

所述腐蚀测试单元由电化学信号检测装置、腐蚀试片测试装置构成;所述腐蚀试片测试装置由1#管壁、1#弧形试片、2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片、1#试片夹具、2#试片夹具、1#试片夹具压盖、2#试片夹具压盖、沉头螺栓、垫片、1#O型密封圈、绝缘隔片、2#O型密封圈构成;1#弧形试片与绝缘隔片安装在1#试片夹具中部;2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片均匀安装在2#试片夹具上;1#试片夹具通过1#试片夹具压盖固定在1#管壁上,2#试片夹具通过2#试片夹具压盖固定在1#管壁上,并通过设置1#O型密封圈实现密封;1#试片夹具压盖和2#试片夹具压盖分别通过沉头螺栓连接到1#管壁上,在沉头螺栓上设置垫片防止损坏1#试片夹具压盖和2#试片夹具压盖;

所述电化学信号检测装置由2#管壁、1#压盖、2#压盖、电感电阻探针、参比电极、工作电极、对电极、沉头螺栓、垫片、3#O型密封圈、4#O型密封圈构成;1#压盖中部安装有电感电阻探针,并设置3#O型密封圈实现密封;2#压盖中部从左到右并排安装参比电极、工作电极、对电极,并设置3#O型密封圈实现密封;1#压盖和2#压盖均通过沉头螺栓与2#管壁连接固定,并在沉头螺栓上设置垫片和4#O型密封圈;工作电极探针与3#弧形试片采用相同材质。

2. 根据权利要求1所述的一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置,其特征在于,所述介质驱替单元、实验参数测量单元、可视化单元、腐蚀测试单元、进气阀、循环回路、驱动泵、1#端盖、2#端盖、排气阀均采用耐腐蚀的哈氏合金材料制造,气密封工作压力范围为0~70MPa,工作温度范围为0~200℃。

3. 根据权利要求1所述的一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置,其特征在于,所述高倍电子显微镜、粒子追踪测速仪、实验参数测量单元、电化学信号检测装置通过接线连接计算机,同步采集和记录测试数据。

4. 如权利要求1~3中任意一项所述的一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置的使用方法,其特征在于,其操作步骤如下:

步骤1:安装1#弧形试片、2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片到腐蚀试片测试装置,电感电阻探针、参比电极、工作电极和对电极到电化学信号检测装置后,连接安装好介质驱替单元和循环回路上的各元件,并进行调试;

步骤2:打开3#阀门,对高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置进行通 $N_2$ 排空气,依次通过增压泵、4#阀门、5#阀门、1#高温高压釜体、6#阀门、7#阀门、进气阀、循环回路、排气阀,以此排出整个高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置内的空气,排气时间1h,然后关闭3#阀门;

步骤3:向2#高温高压釜体内注入液相腐蚀介质;

步骤4:启动计算机,打开实验参数测量单元,关闭7#阀门、排气阀,完成循环回路试压;

步骤5:向1#高温高压釜体加入实验所需硫颗粒,将1#高温高压釜体升温至实验温度,打开1#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、5#阀门,将 $H_2S$ 注入1#高温高压釜体并升压至实验压力,打开磁耦合搅拌器,完成高含硫介质的准备;

步骤6:将循环回路、2#高温高压釜体升温至腐蚀测试温度;

步骤7:打开1#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、5#阀门,打开6#阀门、进气阀,将 $H_2S$ 注入循环回路,2#压力传感器监测循环回路内 $H_2S$ 分压达到实验压力后停止注入,并关闭1#阀门;

步骤8:打开2#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、进气阀,将 $CO_2$ 注入循环回路,2#压力传感器监测循环回路内 $CO_2$ 分压达到实验压力后停止注入;

步骤9:打开3#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、进气阀,将 $N_2$ 注入循环回路,2#压力传感器监测循环回路内总压力值达到实验压力后停止注入;

步骤10:启动高倍电子显微镜,启动腐蚀测试单元;高倍电子显微镜用于配合蓝宝石可视窗口观察含硫酸性介质在不同温度、压力、流速条件下硫颗粒的溶解与析出,并记录瞬时图像;

步骤11:打开驱动泵并调整转速达到实验目标值,实现环路内介质的循环,在步骤4中已打开实验参数测量单元,步骤9已打开腐蚀测试单元,实验参数测量单元和腐蚀测试单元开始进行数据测量,并将数据进行记录和传输;

步骤12:实验结束后,关闭测量单元,关闭可视化单元,关闭腐蚀测试单元、关闭驱动泵以及关闭计算机,开启排气阀、3#阀门、4#阀门、进气阀,向循环回路内注入 $N_2$ ,向 $H_2S$ 吸收装置内排出酸性气体介质;

步骤13:取出1#弧形试片、2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片,清洗、干燥并称重,记录试片重量;

步骤14:整理、处理实验参数测量单元、腐蚀测试单元所得数据。

## 一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置及方法,属于石油化工防腐技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着我国油气田的不断开发,越来越多的高含硫气藏相继在国内被发现。高含硫天然气与常规天然气的最大不同在于硫化氢气体的存在。高含硫气体在开发过程中,随着气体压力、温度、流速的变化,气体中会析出单质硫,当单质硫不断聚集变大,以至于无法被气体携带走,就会产生硫沉积现象。地面管线运行过程中,输送介质的不同组分和相态对地面管线与设施存在着不同程度的冲刷与腐蚀作用,这还与输送介质的多相态体系、异变流场和流通环境密切相关。

[0003] 多相流酸性腐蚀介质在不同生产工况下对设备的冲刷破坏效果差异很大,这一类评价方法在学术与工程上具有重要的价值,国内外的学者对这一领域进行了一些研究并取得了一定成果,如申请号为201410493957.4的《多相介质高温高压腐蚀速率测试装置》,申请号为201410160848.0的《一种动态循环腐蚀速率测试装置及测试方法》,申请号为201310312097.5的《多组介质动态腐蚀测试装置及其测试方法》,申请号为201310116589.7的《一种多相流冲刷局部腐蚀测试装置》,但是上述实验设备和实验方法依然存在有待改进的缺陷,其评价结果与工程实际结果存在较大差异。

[0004] 当前,常用的腐蚀测试装置存在以下不足:

[0005] (1) 主要采用反应釜内搅拌的方式来模拟流动介质对试片的腐蚀作用,不能真实反映管道内多相流介质的复杂流动情况与冲刷效果;

[0006] (2) 不能真实模拟亚临界、超临界流体对试片的冲刷破坏效果;

[0007] (3) 缺乏可视化装置,对硫颗粒析出方式、析出条件和析出形态鲜有细致研究;

[0008] (4) 缺乏剪切力测量装置,不能定量分析多相流腐蚀介质对缓蚀剂膜、腐蚀产物膜的冲刷破坏作用。

[0009] (5) 缺乏在线腐蚀检测手段,不能在线监测试片表面腐蚀发生和腐蚀过程;

[0010] (6) 缺乏实验数据实时记录手段,不能实时收集相关实验数据并处理。

### 发明内容

[0011] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种在线检测多相流介质在高温高压流动条件下对管线腐蚀效果的可视化装置,它能真实模拟高温高压环境下的亚临界、超临界流体,能对剪切力进行测量,可定量分析多相流腐蚀介质对缓蚀剂膜、腐蚀产物膜的冲刷破坏作用,在线完成管线腐蚀效果的测试并记录结果。

[0012] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0013] 一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置,包括介质驱替单元、实验参数测量单元、可视化单元、腐蚀测试单元、进气阀、循环回路、驱动泵、1#端盖、2#端盖、排气

阀、H<sub>2</sub>S吸收装置；

[0014] 所述介质驱替单元由1#阀门、2#阀门、3#阀门、4#阀门、5#阀门、6#阀门、7#阀门、增压泵、1#高温高压釜体，气瓶组构成，所述1#高温高压釜体由1#高温高压釜盖、1#压力传感器、磁耦合搅拌器、1#温度传感器构成，所述气瓶组由H<sub>2</sub>S储气瓶、CO<sub>2</sub>储气瓶和N<sub>2</sub>储气瓶构成；H<sub>2</sub>S储气瓶连接1#阀门，CO<sub>2</sub>储气瓶连接2#阀门，N<sub>2</sub>储气瓶连接3#阀门，1#阀门、2#阀门、3#阀门后端并联到同一管线中，管线前方依次设置增压泵、4#阀门、5#阀门、1#高温高压釜体、7#阀门；1#高温高压釜体与7#阀门之间的管线设置一根支线，支线上设置6#阀门，4#阀门与5#阀门之间设置另一根支线，两根支线并联后与进气阀连接；

[0015] 所述循环回路为U型结构管道，管道从上到下依次设有驱动泵、腐蚀测试单元、可视化单元、实验参数测量单元，两头分别设有1#端盖和2#端盖，2#端盖与实验参数测量单元之间管道侧面设有排气阀、排气阀另一端连接H<sub>2</sub>S吸收装置；循环回路通过安装于驱动泵16和1#端盖之间管道侧面的进气阀和介质驱替单元连接；

[0016] 所述实验参数测量单元由气相剪切力传感器、液相剪切力传感器、电磁流量计、2#压力传感器构成，气相剪切力传感器置于循环回路管道一侧的顶部，液相剪切力传感器置于循环回路管道一侧的底部；

[0017] 所述可视化单元由2#高温高压釜体、2#高温高压釜盖、高倍电子显微镜、粒子追踪测速仪、2#温度传感器、蓝宝石可视窗口构成；

[0018] 所述腐蚀测试单元由电化学信号检测装置、腐蚀试片测试装置构成；所述腐蚀试片测试装置由1#管壁、1#弧形试片、2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片、1#试片夹具、2#试片夹具、1#试片夹具压盖、2#试片夹具压盖、沉头螺栓、垫片、1#O型密封圈、绝缘隔片、2#O型密封圈构成；1#弧形试片与绝缘隔片安装在1#试片夹具中部；2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片均匀安装在2#试片夹具上；1#试片夹具通过1#试片夹具压盖固定在1#管壁上，2#试片夹具通过2#试片夹具压盖固定在1#管壁上，并通过设置1#O型密封圈实现密封；1#试片夹具压盖和2#试片夹具压盖分别通过沉头螺栓连接到1#管壁上，在沉头螺栓上设置垫片防止损坏1#试片夹具压盖和2#试片夹具压盖；

[0019] 所述电化学信号检测装置由2#管壁、1#压盖、2#压盖、电感电阻探针、参比电极、工作电极、对电极、沉头螺栓、垫片、3#O型密封圈、4#O型密封圈构成；1#压盖中部安装有电感电阻探针，并设置3#O型密封圈实现密封；2#压盖中部从左到右并排安装参比电极、工作电极、对电极，并设置3#O型密封圈实现密封；1#压盖和2#压盖均通过沉头螺栓与2#管壁连接固定，并在沉头螺栓上设置垫片和4#O型密封圈；工作电极探针与3#弧形试片采用相同材质。

[0020] 进一步的，介质驱替单元、实验参数测量单元、可视化单元、腐蚀测试单元、进气阀、循环回路、驱动泵、1#端盖、2#端盖、排气阀均采用耐腐蚀的哈氏合金材料制造，气密封工作压力范围为0~70MPa，工作温度范围为0~200℃。

[0021] 进一步的，高倍电子显微镜、粒子追踪测速仪、实验参数测量单元、电化学信号检测装置通过接线连接计算机，同步采集和记录测试数据。

[0022] 本发明还提供一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置的使用方法，其操作步骤如下：

[0023] 步骤1：安装1#弧形试片、2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片到腐蚀试片测试装

置,电感电阻探针、参比电极、工作电极和对电极到电化学信号检测装置后,连接安装好介质驱替单元和循环回路上的各元件,并进行调试;

[0024] 步骤2:打开3#阀门,对高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置进行通 $N_2$ 排空气,依次通过增压泵、4#阀门、5#阀门、1#高温高压釜体、6#阀门、7#阀门、进气阀、循环回路、排气阀,以此排出整个高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置内的空气,排气时间1h,然后关闭3#阀门;

[0025] 步骤3:向2#高温高压釜体内注入液相腐蚀介质;

[0026] 步骤4:启动计算机,打开实验参数测量单元,关闭7#阀门、排气阀,完成循环回路试压;

[0027] 步骤5:向1#高温高压釜体加入实验所需硫颗粒,将1#高温高压釜体升温至实验温度,打开1#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、5#阀门,将 $H_2S$ 注入1#高温高压釜体并升压至实验压力,打开磁耦合搅拌器,完成高含硫介质的准备;

[0028] 步骤6:将循环回路、2#高温高压釜体升温至腐蚀测试温度;

[0029] 步骤7:打开1#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、5#阀门,打开6#阀门、进气阀,将 $H_2S$ 注入循环回路,2#压力传感器监测循环回路内 $H_2S$ 分压达到实验压力后停止注入,并关闭1#阀门;

[0030] 步骤8:打开2#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、进气阀,将 $CO_2$ 注入循环回路,2#压力传感器监测循环回路内 $CO_2$ 分压达到实验压力后停止注入;

[0031] 步骤9:打开3#阀门,启动增压泵,打开4#阀门、进气阀,将 $N_2$ 注入循环回路,2#压力传感器监测循环回路内总压力值达到实验压力后停止注入;

[0032] 步骤10:启动高倍电子显微镜,启动腐蚀测试单元;高倍电子显微镜用于配合蓝宝石可视窗口观察含硫酸性介质在不同温度、压力、流速条件下硫颗粒的溶解与析出,并记录瞬时图像;

[0033] 步骤11:打开驱动泵并调整转速达到实验目标值,实现环路内介质的循环,在步骤4中已打开实验参数测量单元,步骤9已打开腐蚀测试单元,实验参数测量单元和腐蚀测试单元开始进行数据测量,并将数据进行记录和传输。

[0034] 步骤12:实验结束后,关闭测量单元,关闭可视化单元,关闭腐蚀测试单元、关闭驱动泵以及关闭计算机,开启排气阀、3#阀门、4#阀门、进气阀,向循环回路内注入 $N_2$ ,向 $H_2S$ 吸收装置内排出酸性气体介质;

[0035] 步骤13:取出1#弧形试片、2#弧形试片、3#弧形试片、4#弧形试片,清洗、干燥并称量,记录试片重量;

[0036] 步骤14:整理、处理实验参数测量单元、腐蚀测试单元所得数据。

[0037] 本发明的优点在于:

[0038] (1) 采用哈氏合金材料作为生产材料,具有耐酸、耐碱以及对硫化氢、氯气、次氯酸盐、二氧化氯溶液、各种浓度的酸性溶液的显著耐蚀性;

[0039] (2) 可满足高温高压实验条件,气密封工作压力范围为 $0\sim 70\text{MPa}$ ,工作温度范围为 $0\sim 200^\circ\text{C}$ ;

[0040] (3) 可研究亚临界、超临界流体对试片的冲刷破坏效果;

[0041] (4) 可真实模拟生产现场管道内上层气相,下层液固混合的复杂多相流对试片的

冲刷破坏效果；

[0042] (5) 可注入同位素标记气、液两相腐蚀介质，通过粒子追踪测速仪、电磁流量计测量不同气液比、不同驱动泵转速下气相、液相在循环回路内流速；

[0043] (6) 可通过驱动泵调节转速，实现气、液、固多相流腐蚀介质在循环回路内流动，研究不同材料在腐蚀介质流动下腐蚀状况；

[0044] (7) 可研究不同组分的酸性气相腐蚀介质在不同温度、压力、流速条件下对不同材料的腐蚀情况；

[0045] (8) 可研究不同气液比条件下，气、液两相酸性腐蚀介质在不同温度、压力、流速条件下对不同材料的腐蚀情况；

[0046] (9) 可研究含硫颗粒条件下，气、液、固三相酸性腐蚀介质在不同温度、压力、流速条件下对不同材料的腐蚀情况；

[0047] (10) 可使用高倍电子显微镜，通过蓝宝石可视窗观测含硫酸性介质在不同温度、压力、流速条件下硫颗粒的溶解与析出，并记录瞬时图像；

[0048] (11) 可研究多相流酸性腐蚀介质在不同温度、压力、流速条件下对试片表面剪切作用；

[0049] (12) 可研究缓蚀剂膜在不同介质相态、组分、温度、压力、流速条件下的稳定性；

[0050] (13) 可实现对循环回路内多相流腐蚀介质的压力、温度、流速、壁面剪切应力、硫颗粒溶解与析出、试片电化学信号的实时检测与记录。

## 附图说明

[0051] 图1是本发明一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置的结构组成示意图；

[0052] 图2是腐蚀试片测试装置的示意图；

[0053] 图3是电化学信号检测装置的示意图。

[0054] 图中：1为1#阀门，2为2#阀门，3为3#阀门，4为4#阀门，5为5#阀门，6为6#阀门，7为7#阀门，8为增压泵，9为1#高温高压釜体，10为1#高温高压釜盖，11为1#压力传感器，12为磁耦合搅拌器，13为1#温度传感器，14为进气阀，15为循环回路，16为驱动泵，17为1#端盖，18为2#端盖，19为排气阀，20为气相剪切力传感器，21为液相剪切力传感器，22为电磁流量计，23为2#压力传感器，24为2#高温高压釜体，25为2#高温高压釜盖，26为高倍电子显微镜，27为粒子追踪测速仪，28为2#温度传感器，29为蓝宝石可视窗口，30为电化学信号检测装置，31为腐蚀试片测试装置，32为计算机，33为1#管壁，34为1#弧形试片，35为2#弧形试片，36为3#弧形试片，37为4#弧形试片，38为1#试片夹具，39为2#试片夹具，40为1#试片夹具压盖，41为2#试片夹具压盖，42为沉头螺栓，43为垫片，44为1#O型密封圈，45为绝缘隔片，46为2#O型密封圈，47为2#管壁，48为1#压盖，49为2#压盖，50为电感电阻探针，51为参比电极，52为工作电极，53为对电极，54为沉头螺栓，55为垫片，56为3#O型密封圈，57为4#O型密封圈，58为介质驱替单元，59为实验参数测量单元，60为可视化单元，61为腐蚀测试单元，62为H<sub>2</sub>S吸收装置，63为H<sub>2</sub>S储气瓶，64为CO<sub>2</sub>储气瓶，65为N<sub>2</sub>储气瓶。

## 具体实施方式

[0055] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式。

[0056] 如图1所示,一种高温高压多相流动态可视化环路腐蚀测试装置,包括介质驱替单元58、实验参数测量单元59、可视化单元60、腐蚀测试单元61、进气阀14、循环回路15、驱动泵16、1#端盖17、2#端盖18、排气阀19、H<sub>2</sub>S吸收装置62;所述介质驱替单元58由1#阀门1、2#阀门2、3#阀门3、4#阀门4、5#阀门5、6#阀门6、7#阀门7、增压泵8、1#高温高压釜体9、气瓶组构成,所述1#高温高压釜体9由1#高温高压釜盖10、1#压力传感器11、磁耦合搅拌器12、1#温度传感器13构成,所述气瓶组由H<sub>2</sub>S储气瓶63、CO<sub>2</sub>储气瓶64和N<sub>2</sub>储气瓶65构成;H<sub>2</sub>S储气瓶63连接1#阀门1,CO<sub>2</sub>储气瓶64连接2#阀门2,N<sub>2</sub>储气瓶65连接3#阀门3,1#阀门1、2#阀门2、3#阀门3后端并联到同一管线中,再并联到同一管线中,管线前方依次设置增压泵8、4#阀门4、5#阀门5、1#高温高压釜体9、7#阀门7;1#高温高压釜体9与7#阀门7之间的管线设置一根支线,支线上设置6#阀门6,4#阀门4与5#阀门5之间设置另一根支线,两根支线并联后与进气阀14连接;所述循环回路15为U型结构管道,由左侧U型管、中间2根直管段、最右侧的支管4部分组成,这种结构能实现测试过程的流体介质流动稳定。驱动泵驱动液体,向驱动泵左侧流动,经过U型管,再流过下部直管段的各个单元,到达最右侧,在这一段时期,流体介质的流动情况较为稳定,最后从最右侧短支管流入上部横支管,此处流场会有一定变动,但实验已经测试完毕,因此可忽略不计。循环回路15的U型结构管道从上到下依次设有驱动泵16、腐蚀测试单元61、可视化单元60、实验参数测量单元59,两头分别设有1#端盖17和2#端盖18,2#端盖18与实验参数测量单元之间管道侧面设有排气阀19,排气阀19另一端连接H<sub>2</sub>S吸收装置62;循环回路15通过安装于驱动泵16和1#端盖17之间管道侧面的进气阀14和介质驱替单元58连接;所述实验参数测量单元59由气相剪切力传感器20、液相剪切力传感器21、电磁流量计22、2#压力传感器23构成,气相剪切力传感器20置于循环回路15下侧管道的顶部,液相剪切力传感器21置于循环回路15下侧管道的底部,液相剪切力传感器21置于管道底部可保证不同液面高度的流体流过都能覆盖传感器;所述可视化单元60由2#高温高压釜体24、2#高温高压釜盖25、高倍电子显微镜26、粒子追踪测速仪27、2#温度传感器28、蓝宝石可视窗口29构成;所述腐蚀测试单元61由电化学信号检测装置30、腐蚀试片测试装置31构成。

[0057] 在图1中,为方便描述,将循环回路15的U型结构管道展示为上下两根横支管,并以此描述各装置的位置,设备实际使用过程中循环回路15为水平放置,以使流体介质水平运动增加稳定性,在水平放置装置的情况下状态下,气相剪切力传感器20和液相剪切力传感器21的安装位置分别为水平状态下的管道顶部和底部。

[0058] 如图2所示,所述腐蚀试片测试装置31由1#管壁33、1#弧形试片34、2#弧形试片35、3#弧形试片36、4#弧形试片37、1#试片夹具38、2#试片夹具39、1#试片夹具压盖40、2#试片夹具压盖41、沉头螺栓42、垫片43、1#O型密封圈44、绝缘隔片45、2#O型密封圈46构成;1#弧形试片34与绝缘隔片45安装在1#试片夹具38中部;2#弧形试片35、3#弧形试片36、4#弧形试片37均匀安装在2#试片夹具39上;1#试片夹具38通过1#试片夹具压盖40固定在1#管壁33上,2#试片夹具39通过2#试片夹具压盖41固定在1#管壁33上,并通过设置1#O型密封圈44实现密封;1#试片夹具压盖40和2#试片夹具压盖41分别通过沉头螺栓42连接到1#管壁33上、在沉头螺栓42上设置垫片43防止损坏1#试片夹具压盖40和2#试片夹具压盖41。

[0059] 如图3所示,所述电化学信号检测装置30由2#管壁47、1#压盖48、2#压盖49、电感电



阻探针50、参比电极51、工作电极52、对电极53、沉头螺栓54、垫片55、3#0型密封圈56、4#0型密封圈57构成；1#压盖48中部安装有电感电阻探针50，并设置3#0型密封圈56实现密封；2#压盖49中部从左到右并排安装参比电极51、工作电极52、对电极53，并设置3#0型密封圈56实现密封；1#压盖48和2#压盖49均通过沉头螺栓54与2#管壁47连接固定，并在沉头螺栓54上设置垫片55和4#0型密封圈57；工作电极52探针与3#弧形试片36采用相同材质。

[0060] 实施例：

[0061] 采用本发明对多相流酸性腐蚀介质在不同生产工况下对设备的腐蚀和冲刷的破坏效果进行实验，其实验过程如下：

[0062] 步骤1：安装1#弧形试片34、2#弧形试片35、3#弧形试片36、4#弧形试片37到腐蚀试片测试装置31，电感电阻探针50、参比电极51、工作电极52和对电极53到电化学信号检测装置30后，连接安装好介质驱替单元58和循环回路15上的各元件，并进行调试；

[0063] 步骤2：打开3#阀门3，N<sub>2</sub>依次通过增压泵8、4#阀门4、5#阀门5、1#高温高压釜体9、6#阀门6、7#阀门7、进气阀14、循环回路15、排气阀19除氧，时间为1h，然后关闭3#阀门3；向2#高温高压釜体24内注入液相腐蚀介质；

[0064] 步骤3：启动计算机32，打开实验参数测量单元59，关闭7#阀门7、排气阀19，完成循环回路试压15；

[0065] 步骤4：向1#高温高压釜体9加入实验所需硫颗粒，将1#高温高压釜体9升温至150℃，打开1#阀门1，启动增压泵8，打开4#阀门4、5#阀门5，将H<sub>2</sub>S注入1#高温高压釜体9并升压至1MPa，打开磁耦合搅拌器12，完成高含硫介质的准备；

[0066] 步骤5：将循环回路15、2#高温高压釜体24升温至腐蚀测试温度；打开1#阀门1，启动增压泵8，打开4#阀门4、5#阀门5，打开6#阀门6、进气阀14，将H<sub>2</sub>S注入循环回路15，2#压力传感器23监测循环回路15内H<sub>2</sub>S分压达到1MPa后停止注入，并关闭1#阀门1；

[0067] 步骤6：打开2#阀门2，启动增压泵8，打开4#阀门4、进气阀14，将CO<sub>2</sub>注入循环回路15，2#压力传感器23监测循环回路15内CO<sub>2</sub>分压达到2MPa后停止注入；

[0068] 步骤7：打开3#阀门3，启动增压泵8，打开4#阀门4、进气阀14，将N<sub>2</sub>注入循环回路15，2#压力传感器23监测循环回路15内总压力值达到50MPa后停止注入；

[0069] 步骤8：启动高倍电子显微镜26，启动腐蚀测试单元61；步骤9：打开驱动泵16并调整转速达到实验目标值，通过高倍电子显微镜26，观察2#高温高压釜24内硫颗粒相态变化，并操作计算机32捕捉图片；

[0070] 步骤9：72h后，实验完成，关闭实验参数测量单元59，关闭可视化单元60，关闭腐蚀测试单元61、关闭驱动泵16以及关闭计算机32，开启排气阀19、3#阀门3、4#阀门4、进气阀14，向循环回路15内注入N<sub>2</sub>，向H<sub>2</sub>S吸收装置62内排出酸性气体介质；

[0071] 步骤10：取出1#弧形试片34、2#弧形试片35、3#弧形试片36、4#弧形试片37，清洗、干燥并称重，记录试片重量；

[0072] 步骤11：整理、处理实验参数测量单元59、腐蚀测试单元61所得数据，计算腐蚀速率，绘制电化学极化曲线和腐蚀速率与剪切力关系图；

[0073] 步骤12：实验结束后，清理打扫实验装置，恢复实验前状态。

[0074] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人

员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围内。

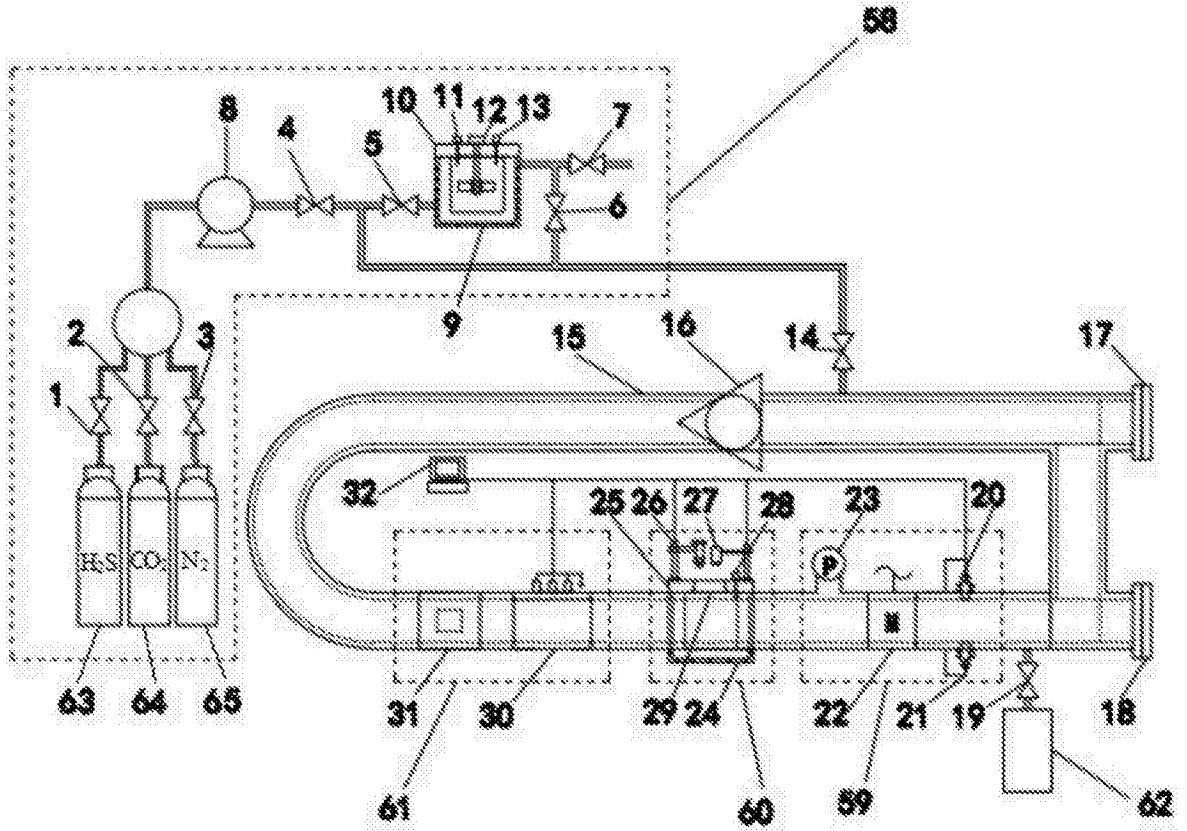


图1

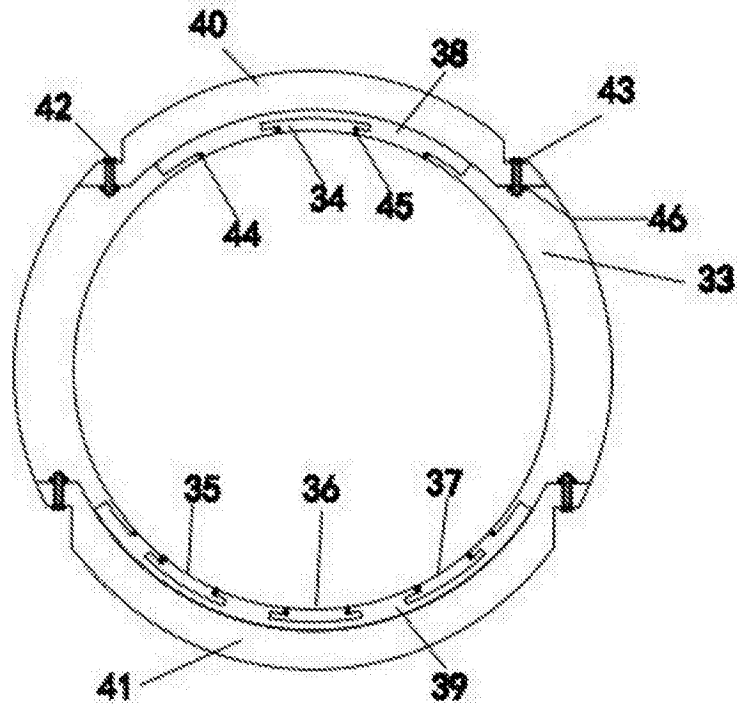


图2

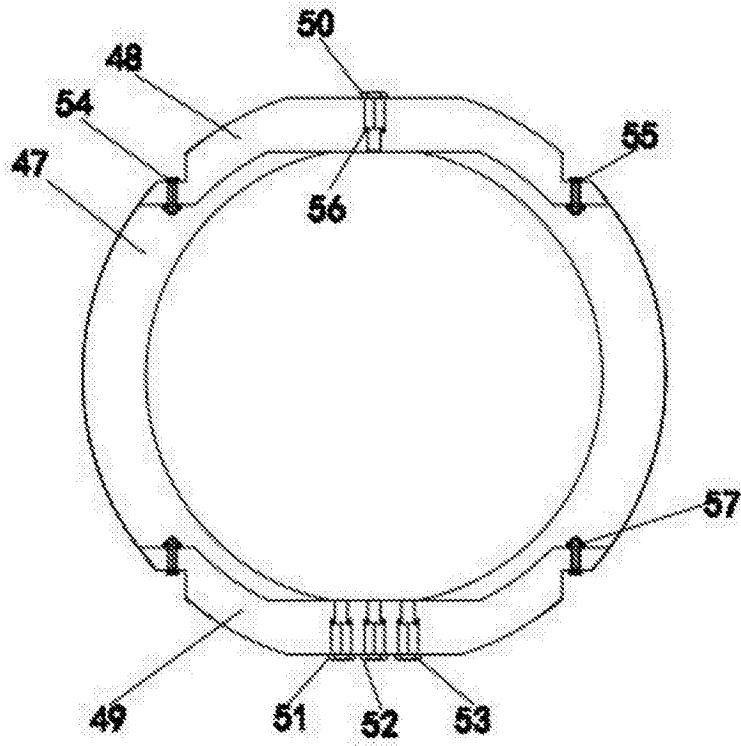


图3