



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103411854 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201310320687. 2

(22) 申请日 2013. 07. 26

(71) 申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市凌工路 2 号

(72) 发明人 刘瑜 宋永臣 蒋兰兰 赵越超

杨明军 赵佳飞 张毅 王大勇

(74) 专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 梅洪玉

(51) Int. Cl.

G01N 13/02 (2006. 01)

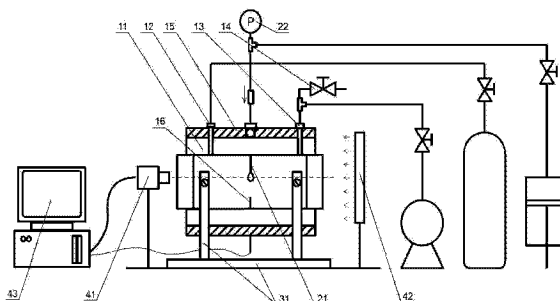
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置及测量方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高压下悬滴-鼓泡法界面张力测量装置及测量方法,属于高温高压表界面张力测量技术领域。该装置包括视窗压力室装置,其由金属压力室筒体和两端的耐高压玻璃组成,压力室筒体侧壁开有进液/气孔用快速接头与气瓶或注液泵相连,向压力室筒体内注入环境气体或液体,排液/气孔连接三通接头,一路与排放阀连接,另一路与真空泵连接用于压力室内抽真空;液滴/气泡注射装置,包括注射细管、压力传感器,注射细管插入到筒体内并密封,注射细管另一端与注液泵或气瓶用精密针阀连接,注射细管连接压力传感器监测注入压力;支撑和锁紧装置,包括底座、支撑架和锁紧螺栓;拍照与数据处理装置,包括 CCD 照相机、背光源和数据处理计算机。



1. 一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置,包括可视反应釜、注射装置、支撑和锁紧装置、拍照与数据处理装置,其特征在于,

可视反应釜包括金属视窗压力腔(11)、气液接头 A(12)、气液接头 B(13)、排放阀(14)、加热带和保温套(15)和测温探头(16);金属视窗压力腔为圆柱状筒体,包括压力室筒体(111)和耐高压玻璃(112),压力室筒体(111)两端有卡槽放入圆形耐高压玻璃(112),两者之间固定和密封,压住圆形耐高压玻璃(112)的端盖上有圆形孔使两端可透过光线;压力室筒体(111)侧壁上开有两个成 90° 的进出孔;用气液接头 A(12)连接进出孔 A(117)与气瓶或注液泵向压力室筒体内注入环境气体或液体,用气液接头 B(13)连接进出孔 B(118)与三通,三通的一路连接排放阀(14);另一路连接真空泵,压力室筒体外壁包裹加热带和保温套(15),压力室筒体底部插入测温探头(16);

注射装置包括注射细管(21)、压力传感器(22),压力室筒体侧壁在两个进出孔之间开有穿壁管孔,将注射细管(21)从穿壁管孔中插入到压力室中,用于注射液体或气体形成液滴或气泡,注射细管的外径在 0.5 至 2.0mm 范围,注射细管插入压力室的深度自由调节,注射细管插入到筒体内与压力室筒体密封,注射细管另一端连接三通,三通的一端连接注液泵或气瓶,另一端连接压力传感器(22)监测注入压力;

支撑和锁紧装置包括底座(311)、支撑架(312)和锁紧螺栓(313),可视反应釜在支撑架上旋转,并用锁紧螺栓固定位置,将注射细管翻转到压力室底部后进行鼓泡法测量;

拍照与数据处理装置,包括 CCD 照相机(41)、背光源(42)和数据处理计算机(43)。

2. 如权利要求 1 所述的高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置,其特征在于:所述注射细管(21)为 2mm 或 1.6mm 外径的不锈钢管,与压力室筒体(111)采用的密封方式为可调节卡套密封。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置,其特征在于:所述耐高压玻璃(112)为厚度大于 15mm 的高透光石英玻璃。

4. 权利要求 1 或 2 所述的高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置进行界面张力测量的方法,其特征在于包括以下步骤:

注射细管位置调整步骤,松开可调节卡套,调节注射细管(21)插入压力室筒体(111)的深度,打开背光源(42)和 CCD 照相机(41),通过 CCD 观察使细管的出口端面处在 CCD 照相机的视窗中心,锁紧可调节卡套;

实验方法切换步骤,根据采用悬滴或鼓泡法测量,在支撑和锁紧装置(31)上旋转金属视窗压力腔(11),采用悬滴法时将注射细管(21)旋转至上方与水平面垂直位置,采用鼓泡法时将注射细管(21)旋转至下方与水平面垂直位置,并用锁紧螺栓(313)将金属视窗压力室(11)固定;

形成高压环境步骤,关闭排放阀(14),用真空泵对压力室抽真空,打开气瓶或注液泵的阀门,向压力室内充入环境气体或液体达到实验压力,开启加热带和保温套(15)给环境气体或液体加热至实验温度;

注射步骤,用注液泵或气瓶通过调节精密针阀注入液滴或气泡,通过注射细管(21)在环境气体或液体中形成大小合适的悬滴或气泡,注射细管(21)和针阀之间有单向阀防止环境气体或液体回流;

拍照和计算步骤,通过 CCD 照相机(41)观察液滴或气泡的形状、大小,根据注射细管

(21)外径尺寸,设置 CCD 照相机(41)的拍照比例参数,拍摄液滴或气泡的静态照片,计算液滴或气泡的实际尺寸参数,辅以气液两相的密度差计算界面张力。

5. 权利要求 3 所述的一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置进行界面张力测量的方法,其特征在于包括以下步骤:

注射细管位置调整步骤,松开可调节卡套,调节注射细管(21)插入压力室筒体(111)的深度,打开背光源(42)和 CCD 照相机(41),通过 CCD 观察使注射细管的出口端面处在 CCD 照相机的视窗中心,锁紧可调节卡套;

实验方法切换步骤,根据采用悬滴或鼓泡法测量,在支撑和锁紧装置(31)上旋转金属视窗压力腔(11),采用悬滴法时将注射细管(21)旋转至上方与水平面垂直位置,采用鼓泡法时将注射细管(21)旋转至下方与水平面垂直位置,并用锁紧螺栓(313)将金属视窗压力腔(11)固定;

形成高压环境步骤,关闭排放阀(14),用真空泵对金属视窗压力腔(11)抽真空,打开气瓶或注液泵的阀门,向压力室内充入环境气体或液体达到实验压力,开启加热带和保温套(15)给环境气体或液体加热至实验温度;

注射步骤,用注液泵或气瓶通过调节精密针阀注入液滴或气泡,通过注射细管(21)在环境气体或液体中形成大小合适的悬滴或气泡,注射细管和针阀之间有单向阀防止环境气体或液体回流;

拍照和计算步骤,通过 CCD 照相机(41)观察液滴或气泡的形状、大小,根据注射细管(21)外径尺寸,设置 CCD 照相机(41)的拍照比例参数,拍摄液滴或气泡的静态照片,计算液滴或气泡的实际尺寸参数,辅以气液两相的密度差计算界面张力。

一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置及测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于表界面张力测量技术领域,涉及到一种在高压下采用悬滴或鼓泡法测量油和气(氮气、二氧化碳、气态烃等)之间界面张力的测量装置及测量方法。

背景技术

[0002] 采用氮气、二氧化碳、气态烃等气体驱替原油是提高石油采收率(Enhanced Oil Recovery, EOR)的有效手段。在注入过程中原油和气体之间的界面张力是原油在地层中流动和重新分布的重要控制参数之一,也是影响驱替效率的重要因素。因此,在开展实际的驱替工程项目之前必须要对原油和驱替气体间的界面张力进行准确测量,并且通过大量的实验数据分析影响界面张力的主要因素,从而选择更加合理的注入压力、注入速度等技术参数。

[0003] 油-气两相之间的界面张力测量实验方法主要包括:1)毛细管上升法,2)液滴法,3)吊片法,4)旋转滴法,5)悬滴法等。其中应用最广泛的是后三种方法。吊片法测量的原理是利用界面张力与拉力的平衡,采用直接测力的方法测量,适用于密度差不大的两相流体间界面张力的测量;旋转滴法是把两相流体放入水平管中高速旋转,利用离心力与界面张力的平衡来间接测量,该方法要求两相能明显区分且较高密度相为透明。上述两种方法比较适合用于液液两相界面张力测量,而对于气液两相测量则有很大的局限性。

[0004] 悬滴法是最适合于气液两相间界面张力测量的方法。该方法是把密度较大的液体相通过细管注射到环境气体中,在界面张力与重力的作用下形成有一定形状的液滴,通过光学照相方法测量液滴的形状参数,辅以两相流体的密度差就可计算出界面张力。对于难于形成液滴的情况,可以采用向液体内部鼓入气体,在界面张力和浮力的作用下形成气泡,照相和计算方法与液滴法相同。目前悬滴或鼓泡法测量界面张力的光学照相系统已经很成熟,相关配套的图像处理 and 计算软件也很完善,能够很准确的获得气液两相的界面张力。然而目前实验大多数都是在常温、常压下进行,在高压及可变温度条件下除了光学系统外还需要有耐压并且带有透明视窗的压力容器,因此实验具有很大的难度。本发明就是为了解决这一问题而开发的用于高压下界面张力测量的装置,该装置能够应用于悬滴法和鼓泡法两种界面张力测量方法,可以在两种方法间随意切换,操作简单,配合光学拍照系统能够准确测量高压下气液两相间的界面张力。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置及测量方法,解决在采用悬滴法或鼓泡法测量气液两相界面张力时,无法耐高压、控制温度和两种测量方法不能快速切换等问题。

[0006] 一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置,包括可视反应釜、注射装置、支撑和锁紧装置、拍照与数据处理装置,可视反应釜包括金属视窗压力腔(11)、气液接头A(12)、气液接头B(13)、排放阀(14)、加热带和保温套(15)、测温探头(16);金属视窗压力腔为圆

柱状筒体,包括压力室筒体(111)和耐高压玻璃(112),压力室筒体(111)两端有卡槽放入圆形耐高压玻璃(112),两者之间固定和密封,压住圆形耐高压玻璃(112)的端盖上有圆形孔使两端可透过光线;压力室筒体(111)侧壁上开有两个成 90° 的进出孔;用气液接头A(12)连接进出孔A(117)与气瓶或注液泵向压力室筒体内注入环境气体或液体,用气液接头B(13)连接进出孔B(118)与三通,三通的一路连接排放阀(14);另一路连接真空泵,压力室筒体外壁包裹加热带和保温套(15),压力室筒体底部插入测温探头(16);

[0007] 注射装置包括注射细管(21)、压力传感器(22),压力室筒体侧壁在两个进出孔之间开有穿壁管孔,将注射细管(21)从穿壁管孔中插入到压力室中,用于注射液体或气体形成液滴或气泡,注射细管的外径可在0.5至2.0mm范围,注射细管插入压力室的深度自由调节,注射细管插入到筒体内与压力室筒体密封,注射细管另一端连接三通,三通的一端连接注液泵或气瓶,另一端连接压力传感器(22)监测注入压力;

[0008] 支撑和锁紧装置包括底座(311)、支撑架(312)和锁紧螺栓(313),可视反应釜在支撑架上旋转,并用锁紧螺栓固定位置,将注射细管翻转到压力室底部后进行鼓泡法测量;

[0009] 拍照与数据处理装置,包括CCD照相机(41)、背光源(42)和数据处理计算机(43)。

[0010] 上述装置进行界面张力测量的测量方法,包括以下步骤:

[0011] 注射细管位置调整:松开可调节卡套,调节注射细管(21)插入压力室筒体(111)的深度,打开背光源(42)和CCD照相机(41),通过CCD观察使细管的出口端面处在CCD照相机的视窗中心,锁紧可调节卡套;

[0012] 实验方法切换:根据采用悬滴或鼓泡法测量,在支撑和锁紧装置(31)上旋转金属视窗压力腔(11),采用悬滴法时将注射细管(21)旋转至上方与水平面垂直位置,采用鼓泡法时将注射细管(21)旋转至下方与水平面垂直位置,并用锁紧螺栓(313)将金属视窗压力室(11)固定;

[0013] 形成高压环境:关闭排放阀(14),用真空泵对压力室抽真空,打开气瓶或注液泵的阀门,向压力室内充入环境气体或液体达到实验压力,开启加热带和保温套(15)给环境气体或液体加热至实验温度;

[0014] 注射步骤,用注液泵或气瓶通过调节精密针阀注入液滴或气泡,通过注射细管(21)在环境气体或液体中形成大小合适的悬滴或气泡,注射细管(21)和针阀之间有单向阀防止环境气体或液体回流;

[0015] 拍照和计算:通过CCD照相机(41)观察液滴或气泡的形状、大小,根据注射细管(21)外径尺寸,设置CCD照相机(41)的拍照比例参数,拍摄液滴或气泡的静态照片,计算液滴或气泡的实际尺寸参数,辅以气液两相的密度差计算界面张力。

[0016] 本发明的效果和益处是一种高压下悬滴或鼓泡法界面张力测量装置可以采用悬滴法或者鼓泡法两种方法进行气液界面张力测量,并且可以在两种方法之间随意切换,操作简便,其工作温度、压力可控可测,可以实现高温高压下气液两相界面张力的准确测量。

附图说明

[0017] 图1是本发明的应用流程图。

[0018] 图2(a)是本发明中视窗压力室装置的结构图。

[0019] 图 2 (b) 是本发明中视窗压力室装置的侧视图。

[0020] 图中 :11- 金属视窗压力腔,12- 气液接头 A,13- 气液接头 B,14- 排放阀,15- 加热带和保温套,16- 测温探头,21- 注射细管,22- 压力传感器,31- 支撑和锁紧装置,41-CCD 照相机,42- 背光源,43- 数据处理计算机,111- 压力室筒体,112- 耐高压玻璃,113- 压力端盖,114- 固定环,115- 前挡圈和密封圈,116- 后挡圈,117- 进出孔 A,118- 进出孔 B,311- 底座,312- 支撑架,313- 锁紧螺栓。

具体实施方式

[0021] 以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式。

[0022] 以液滴法测量界面张力为例,结合图 1、图 2 (a)、图 2 (b)进一步阐述本发明的工作过程为:

[0023] 将金属视窗压力腔 11 放置在支撑架 312 上后调整其位置,使注射细管 21 处于垂直于水平面位置,然后旋紧锁紧螺栓 313。调节注射细管 21 插入金属视窗压力腔 11 的深度,打开背光源 42 并开启数据处理计算机 43 上的拍照软件,通过 CCD 照相机 41 观察,当注射细管 21 的出口端面处于 CCD 照相机 41 的视窗中心时用可调节卡套锁紧注射细管 21。通过气液接头 A12 连接金属视窗压力腔 11 和气瓶,通过气液接头 B13 和三通连接金属视窗压力腔 11、排放阀 14 和真空泵,通过三通连接注射细管 21、注液泵和压力传感器 22。

[0024] 关闭排放阀 14 以及气瓶、注液泵阀门,打开真空泵阀门并对金属视窗压力腔 11 进行抽真空。真空度达到要求后,关闭真空泵阀门,打开气瓶阀门向金属视窗压力腔 11 内注入环境气体达到要求的压力。

[0025] 用加热带和保温套 15 对金属视窗压力腔 11 内的环境气体加热达到实验温度。

[0026] 用注液泵向金属视窗压力腔 11 内注入液滴,通过 CCD 照相机 41 观测液滴达到合适的大小时停止注射。

[0027] 调节背光源 42 合适的亮度,通过 CCD 照相机 41 得到的液滴图像显示在数据处理计算机 43 上,按下快门拍照。

[0028] 在计算机 43 上运行图像处理和分析软件,计算界面张力。

[0029] 采用鼓泡法测量界面张力时,先将锁紧螺栓 313 松开,将金属视窗压力腔 11 在支撑架 312 上旋转 180°,使注射细管 21 转到金属视窗压力腔 11 的底部与水平面垂直位置,再将锁紧螺栓 313 拧紧。将上述过程描述中的气瓶和注液泵互换,注入的环境气体变为环境液体,液滴变为气泡,其他操作步骤相同。

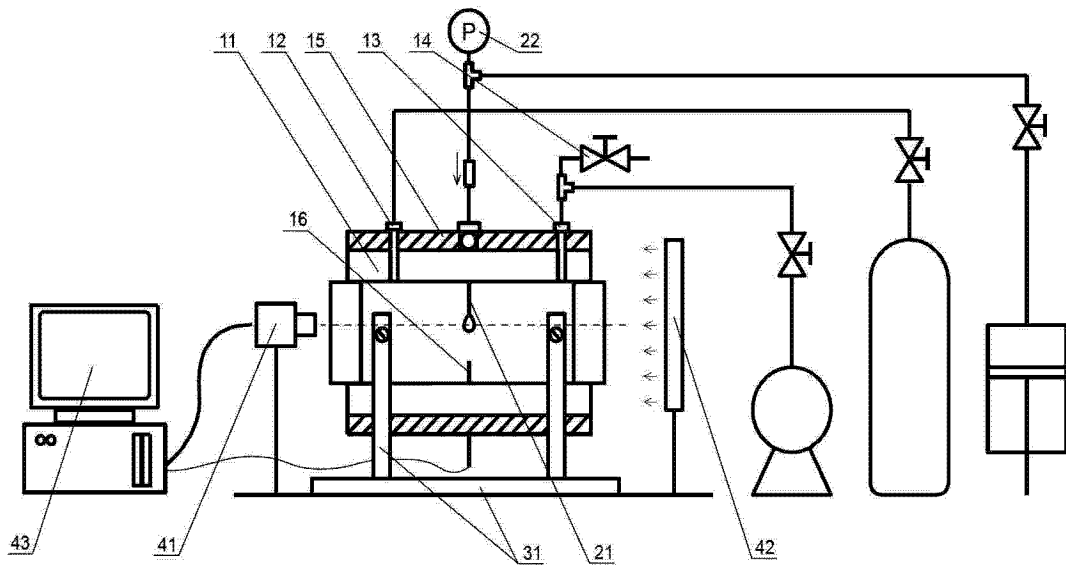


图 1

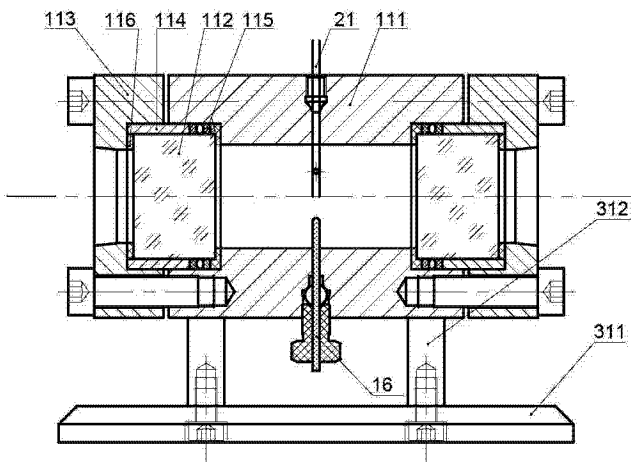


图 2(a)

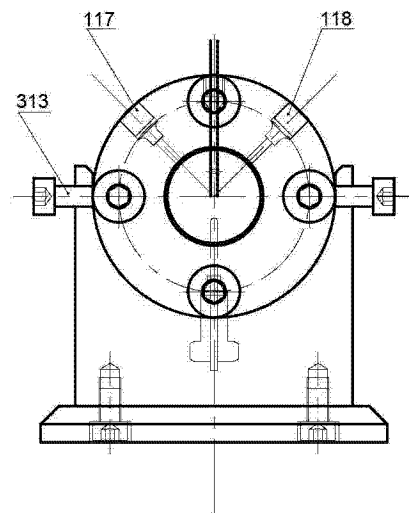


图 2(b)