



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104215742 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201410431032.7

审查员 陈永婧

(22)申请日 2014.08.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104215742 A

(43)申请公布日 2014.12.17

(73)专利权人 华南理工大学

地址 511400 广东省广州市南沙区环市大道南路25号华工大广州产研院

(72)发明人 樊栓狮 许书瑞 郎雪梅 王燕鸿
吕平平 李保耀

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍

(51)Int.Cl.

G01N 33/00(2006.01)

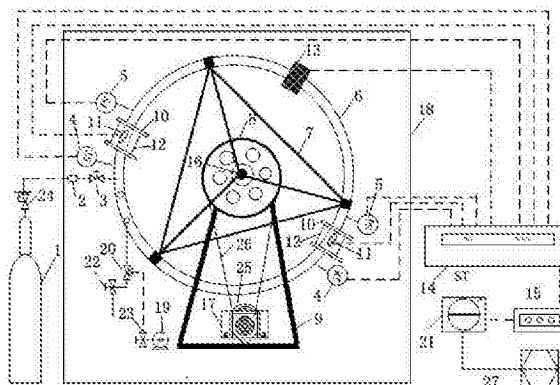
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种评价水合物抑制剂性能的可视化轮管装置

(57)摘要

本发明公开了一种评价水合物抑制剂性能的可视化轮管装置,包括高压气瓶、高压不锈钢轮管反应器、温度传感器、压力传感器、无线信号发射端、无线信号接收端、调速电机、真空泵、步入式高低温试验箱和数据采集记录仪,计算机。相比传统的依靠温压信号判断水合物的生成时间,本发明可通过扭矩信号、可视窗一种以上的方式判断水合物的生成时间。通过管道内窥镜和在线粒子分析仪实时传输的流体流动数据,可判断轮管内是否形成堵塞。本发明不仅能够高效筛选低剂量水合物抑制剂,还能评价热力学抑制剂以及组合型抑制剂的性能,是一种优异的评价水合物抑制剂性能的装置。



1. 一种评价水合物抑制剂性能的可视化轮管装置,其特征在于,包括高压气瓶(1)、进气阀门(3)、高压不锈钢轮管反应器(6)、温度传感器(4)、压力传感器(5)、无线信号发射端(14)、无线信号接收端(15)、数据采集记录仪(21)和计算机(27);所述高压气瓶(1)与进气阀门(3)、高压不锈钢轮管反应器(6)通过不锈钢管线顺次连接;所述高压不锈钢轮管反应器(6)上设置有温度传感器(4)和压力传感器(5),所述温度传感器(4)和压力传感器(5)分别通过电信号线与无线信号发射端(14)连接;无线信号接收端(15)、数据采集记录仪(21)、计算机(27)顺次连接;

所述高压不锈钢轮管反应器(6)上设有进液阀门(22)和气体快接口(2),真空泵(19)、气阀(23)、三通阀(20)、高压不锈钢轮管反应器(6)顺次连接,钢瓶(1)与气体快接口(2)之间还连接有减压阀(24);

所述装置还包括固定三角支架(7),大轮(8),支撑架子(9),轴(16),调速电机(17),步入式高低温试验箱(18),真空泵(19),三通阀(20),小轮(25)和传动皮带(26);所述大轮(8)圆心处与固定三角支架(7)的中心通过轴(16)同轴固定,所述高压不锈钢轮管反应器(6)固定于固定三角支架(7)的三个顶角上,所述大轮(8)位于支撑架子(9)上方,且通过轴(16)上的联轴器(16-1)固定于支撑架子(9)上;所述小轮(25)与可调速电机(17)连接形成驱动装置,所述驱动装置位于支撑架子(9)底部,且小轮(25)与大轮(8)之间通过传动皮带(26)连接,所述高压不锈钢轮管反应器(6)位于步入式高低温试验箱(18)内部;

轴(16)由联轴器(16-1)、轴组件(16-4)、轴套(16-2)和扭矩测量仪16-3组成;所述扭矩测量仪(16-3)两端通过轴组件(16-4)与轴套(16-2)相连接,轴套(16-2)再通过轴组件(16-4)与联轴器(16-1)连接;所述联轴器(16-1)还通过轴组件(16-4)与轴套(16-2)连接;所述轴组件(16-4)置于轴套(16-2)内;

所述高压不锈钢轮管反应器(6)上还设置有轮管与蓝宝石视窗间快接口(10)、管道内窥镜(11)、可视视窗(12)、在线粒子分析仪(13)、扭矩测量仪中的一种以上;

可视视窗(12)为耐高压材料做成的视窗或者不耐压的常规透明管,所述耐高压材料做成的视窗包括蓝宝石视窗或亚克力管;

温度传感器(4)、压力传感器(5)、在线粒子分析仪(13)和管道内窥镜(11)均与无线信号发射端相连,经无线信号接收端(15)后与数据采集记录仪(21)相连;

高压不锈钢轮管反应器(6)的内径范围2.54~15.24cm、外径范围为1.0~4.0m、耐0~40MPa的压力;

步入式高低温试验箱的温度控制范围为-50℃~150℃;

高压不锈钢轮管反应器(6)的线速度能在0.1m/s~5m/s的范围内变化。

一种评价水合物抑制剂性能的可视化轮管装置

技术领域

[0001] 本发明涉及水合物抑制剂性能评价领域,具体涉及一种评价水合物抑制剂性能的高压可视化轮管反应装置。

背景技术

[0002] 在低温高压条件下,各种低沸点的烃如甲烷、乙烷、丙烷和二氧化碳、硫化氢等存在于天然气中的气体与水混合时易形成气体水合物,这种气体水合物是水和低沸点轻烃形成的一类笼型包络状晶体。在天然气、石油的开采及加工输送过程中这种笼型水合物很容易堵塞管道,管道堵塞不仅严重影响工厂的正常生产,还会带来更为严重的安全和环境污染问题。

[0003] 目前抑制天然气水合物生成的最有效途径是添加化学抑制剂,包括水合物热力学抑制剂(THI)和低剂量水合物抑制剂,其中低剂量水合物抑制剂主要分为水合物动力学抑制剂(KHI)和防聚剂(AA)。热力学抑制剂因存在实际注入量高(10~60wt%)、难回收、成本高等缺点,工业上逐渐倾向于使用低剂量、低成本、对环境无污染的low-dose水合物抑制剂代替热力学抑制剂。虽然低剂量水合物抑制剂已有现场使用的实例,但由于油气田现场工况复杂,外界环境恶劣,单一低剂量水合物抑制剂仍表现出抑制能力不足,无法大规模应用等问题。故近年来国内外很多研究者不仅研究开发新型高效的低剂量水合物抑制剂,而且热衷于热力学抑制剂与低剂量水合物抑制剂的联合使用的研究。

[0004] 目前用于筛选和评价低剂量水合物抑制剂性能的装置主要分为带搅拌的高压反应釜和环流实验装置。带搅拌的高压反应釜,以搅拌激起的溶液的扰动代替实际管道中流体的流动,很难模拟实际操作的复杂条件,与实际情形差别较大;另一方面,该类装置以水合反应放热引起的温度升高和气体消耗引起的压力降信号仅能初步筛选水合物动力学抑制剂而不能评价防聚集的性能。以泵驱动流体循环的大型环流装置主要用来评价流体流动安全,在评价抑制剂方面因其一次实验周期长,操作复杂、注入液体体积大,耗气多,投资大、不能快速高效的筛选水合物抑制剂等缺点而无法广泛使用。发明专利US8334141B公开的多个环管一起运行的环流实验装置,利用磁场或者电磁波激发小环管内小球的运动进行实验,该装置虽然能够快速筛选低剂量水合物抑制剂但它却无法避免因磁场存在对水合物生成的干扰。因为已有相关数量的文献报道,磁场或者电磁波本身影响水合物的生成速率,干扰水合物的形成,故该评价装置的评价结果无法客观的反应水合物抑制剂本身的抑制效果。

[0005] 因此,现有装置和技术有待于完善和发展。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供了一种评价水合物抑制剂抑制性能的可视化轮管装置。该装置功能强大,能够高效科学地评价水合物抑制性能。

[0007] 本发明目的通过以下技术方案来实现:

[0008] 包括高压气瓶、进气阀门、高压不锈钢轮管反应器、温度传感器、压力传感器、无线信号发射端、无线信号接收端、数据采集记录仪和计算机；所述高压气瓶与进气阀门、高压不锈钢轮管反应器通过不锈钢管线顺次连接；所述高压不锈钢轮管反应器上设置有温度传感器和压力传感器，所述温度传感器和压力传感器分别通过电信号线与无线信号发射端连接；无线信号接收端、数据采集记录仪、计算机顺次连接；

[0009] 所述高压不锈钢轮管反应器上设有进液阀门和气体快接口，真空泵、气阀、三通阀、高压不锈钢轮管反应器顺次连接，钢瓶与气体快接口之间还连接有减压阀。

[0010] 上述装置中，所述装置还包括固定三角支架，大轮，支撑架子，轴，调速电机，步入式高低温试验箱，真空泵，三通阀，小轮和传动皮带；所述大轮圆心处与固定三角支架的中心通过轴同轴固定，所述高压不锈钢轮管反应器固定于固定三角支架的三个顶角上，所述大轮位于支撑架子上方，且通过轴上的联轴器固定于支撑架子上；所述小轮与可调速电机连接形成驱动装置，所述驱动装置位于支撑架子底部，且小轮与大轮之间通过传动皮带连接，所述高压不锈钢轮管反应器位于步入式高低温试验箱内部。

[0011] 上述装置中，轴由联轴器、轴组件、轴套和扭矩测量仪组成；所述扭矩测量仪两端通过轴组件与轴套相连接，轴套再通过轴组件与联轴器连接；所述联轴器还通过轴组件与轴套连接；所述轴组件置于轴套内。

[0012] 上述装置中，所述高压不锈钢轮管反应器上还设置有轮管与蓝宝石视窗间快接口、管道内窥镜、可视视窗、在线粒子分析仪、扭矩测量仪中的一种以上。

[0013] 上述装置中，可视视窗为耐高压材料做成的视窗或者不耐压的常规透明管，所述耐高压材料做成的视窗包括蓝宝石视窗或亚克力管。

[0014] 上述装置中，温度传感器、压力传感器、在线粒子分析仪和管道内窥镜均与无线信号发射端相连，经无线信号接收端后与数据采集记录仪相连。

[0015] 上述装置中，高压不锈钢轮管反应器的内径范围2.54~15.24cm、外径范围为1.0~4.0m、可耐0~40MPa的压力。

[0016] 进一步地，高压不锈钢轮管反应器不局限于一种圆环管，可为1/2圆形管或者1/4圆形管；

[0017] 进一步地，高压不锈钢轮管反应器的材质不局限于耐压的不锈钢，可为不耐压的玻璃材质或者其它材质以及耐压的亚克力管或者金刚石管等其他可用材质。

[0018] 上述装置中，步入式高低温试验箱的温度控制范围为-50℃~150℃。

[0019] 上述装置中，高压不锈钢轮管反应器(6)的线速度能在0.1m/s~5m/s的范围内变化。

[0020] 上述装置中，所述装置在功能上不仅能准确高效筛选低剂量水合物抑制剂(KHI或者AA)，还能评价水合物热力学抑制剂(THI)以及组合型抑制剂(KHI+THI、AA+THI、KHI+AA、KHI+AA+THI)的性能，在功能上实现了多种水合物抑制剂单独或者联用的抑制性能评价，是一种优异的评价水合物抑制剂性能的装置。

[0021] 上述装置的具体操作步骤如下：

[0022] (1) 关闭进气阀门和进液阀门，打开三通阀门和气阀，开启真空泵抽真空。

[0023] (2) 抽真空结束后关闭与真空泵相连的阀门，将配制好的一定浓度的抑制剂溶液至于进液口，开启进液阀门，溶液被吸入高压不锈钢轮管反应器，关闭进液阀门。

[0024] (3) 打开进气阀门,向高压不锈钢轮管反应器通入气体,通过气瓶上的减压阀和高压不锈钢轮管反应器上的压力传感器的输出信号来判断进入气体的压力。当轮管反应器内的压力达到所需的压力后关闭进气阀门,去掉气体快接口,使钢瓶和进气管线与轮管反应器脱离。

[0025] (4) 开启高低温试验箱启动按钮,设置反应温度,达到设定的温度后进行恒温实验;

[0026] (5) 开启可控速电机,设定转速0.1r/s,轮管反应器的线速度为0.1m/s。

[0027] (6) 打开无线信号发射端、无线信号接收端、数据采集记录仪以及计算机,开始采集数据并记录,温度、压力和扭矩仪信号每10s采一个数据点。

[0028] (7) 启动管道内窥镜监测仪,实时传输高压不锈钢轮管反应器内流体的流动状况。

[0029] (8) 待从温压信号、扭矩信号和耐高压蓝宝石视窗内准确判断水合物生成的时间,启动在线粒子分析仪,实时监测生成的水合物颗粒的粒径,根据粒径和管道内径的比值判断水合物颗粒是否堵塞轮管反应器。

[0030] 如果添加了抑制剂的溶液生成水合物的时间较晚,或者生成的水合物颗粒长时间不聚集能够很好的分散在流动相中,则说明该抑制剂的抑制效果好。

[0031] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0032] (1) 能够真切的模拟添加抑制剂后实际输油输气管道内流体流动的状况,并能通过管道内窥镜传输的视频实时进行观察;

[0033] (2) 联合温压信号及蓝宝石视窗或扭矩输出信号准确判断水合物的初次生成时间,比单纯依靠温压信号判断水合物生成的方式更为可靠;

[0034] (3) 通过在线粒子分析仪测量生成水合物颗粒的粒径,进而可计算出水合物颗粒的粒径与轮管内径的比值,由比值的大小便可准确判断水合物是否堵塞管道;

[0035] (4) 在功能上实现了多种水合物抑制剂单独(KHI、AA、THI)或者联用(KHI+AA, KHI+THI, AA+THI, KHI+AA+THI)的抑制性能评价,是一种优异的评价水合物抑制剂抑制性能的装置;

[0036] (5) 该装置与环流实验装置相比,小巧灵活,操作简单,更适合筛选水合物抑制剂。

附图说明

[0037] 图1为本发明装置的结构示意图;

[0038] 图2为本发明装置连有扭矩传感器轴16的结构图。

[0039] 图中各个部件名称为:

[0040] 气瓶1,气体快接口2,进气阀门3,温度传感器4,压力传感器5,高压不锈钢轮管反应器6,固定三角支架7,大轮8,支撑架子9,轮管与蓝宝石视窗间快接口10,管道内窥镜11,蓝宝石视窗12,在线粒子分析仪13,无线信号发射端14,无线信号接收端15,轴16,三相异步可调速电机17,步入式高低温试验箱18,真空泵19,三通阀20,数据采集记录仪21,进液阀22,气阀23,气体减压阀24,小轮25,传动皮带26,计算机27;

[0041] 联轴器16-1、轴套16-2和扭矩测量仪16-3和轴组件16-4。

具体实施方式

[0042] 一种评价水合物抑制剂性能的高压可视化轮管反应装置,如图1所示,包括气瓶1,气体快接口2,进气阀门3,温度传感器4,压力传感器5,高压不锈钢轮管反应器6,固定三角支架7,大轮8,支撑架子9,轮管与蓝宝石视窗间快接口10,管道内窥镜11,蓝宝石视窗12,在线粒子分析仪13,无线信号发射端14,无线信号接收端15,轴16,三相异步可调速电机17,步入式高低温试验箱18,真空泵19,三通阀20,数据采集记录仪21,进液阀22,气阀23,气体减压阀24,小轮25,传动皮带26,计算机27;图2中轴16包括联轴器16-1、轴套16-2和扭矩测量仪16-3和轴组件16-4。

[0043] 其连接关系为:所述高压气瓶1与进气阀门3、高压不锈钢轮管反应器6通过不锈钢管线顺次连接;所述高压不锈钢轮管反应器6上设置有温度传感器4和压力传感器5,所述温度传感器4和压力传感器5分别通过电信号线与无线信号发射端14连接;无线信号接收端15、数据采集记录仪21、计算机27顺次连接;

[0044] 所述高压不锈钢轮管反应器6上设有进液阀门22和气体快接口2,真空泵19、气阀23、三通阀20、高压不锈钢轮管反应器6顺次连接,钢瓶1与气体快接口2之间还连接有减压阀24。所述装置还包括固定三角支架7,大轮8,支撑架子9,轴16,调速电机17,步入式高低温试验箱18,真空泵19,三通阀20,小轮25和传动皮带26;所述大轮8圆心处与固定三角支架7的中心通过轴16同轴固定,所述高压不锈钢轮管反应器6固定于固定三角支架(7)的三个顶角上,所述大轮8位于支撑架子9上方,且通过轴16上的联轴器16-1固定于支撑架子9上;所述小轮25与可调速电机17连接形成驱动装置,所述驱动装置位于支撑架子9底部,且小轮25与大轮8之间通过传动皮带26连接,所述高压不锈钢轮管反应器6位于步入式高低温试验箱18内部。轴16由联轴器16-1、轴组件16-4、轴套16-2和扭矩测量仪16-3组成;所述扭矩测量仪16-3两端通过轴组件16-4与轴套16-2相连接,轴套16-2再通过轴组件16-4与联轴器16-1连接;所述联轴器16-1还通过轴组件16-4与轴套16-2连接;所述轴组件16-4置于轴套16-2内。

[0045] 高压不锈钢轮管反应器上的温度、压力传感器、扭矩测量仪、管道内窥镜和在线粒子分析仪与无线信号发射端相连,无线信号接收端将信号传输到数据采集记录仪上。

[0046] 气瓶1与高压不锈钢轮管反应器间有气体减压阀24、气体快接口2、进气阀门3。高压不锈钢轮管反应器上还有一个支路,该支路通过三通阀20又分为两个支路,一个为进液系统,一个为抽真空系统。

[0047] 高压不锈钢轮管反应器的转动是由可调速电机17经过皮带传送而驱动的,三相异步可调速电机带动小轮25转动,小轮25经皮带26带动大轮8转动,而大轮8与高压不锈钢轮管反应器由轴16相连而实现同步转动,其转速变动范围为0.1~5r/s。

[0048] 实施例1

[0049] 本发明的具体操作步骤如下:

[0050] (1) 关闭进气阀门(3)和进液阀门(22),打开三通阀门(20)和气阀(23),开启真空泵(19)抽真空约1min。

[0051] (2) 抽真空结束后关闭与真空泵相连的阀门(23),将配制好的含有1wt%PVPK90的600ml溶液至于进液口,开启进液阀门(22),溶液被吸入高压不锈钢轮管反应器(6),关闭进液阀门(22)。

[0052] (3) 打开进气阀门(3),向高压不锈钢轮管反应器(6)通入模拟真实气田的混合气

体,通过气瓶上的减压阀(24)和高压不锈钢轮管反应器上的压力传感器的输出信号来判断和控制进入气体的压力,通入7.2MPa的混合气(共含有十余种气体)。当高压不锈钢轮管反应器内的压力稳定在7.0MPa(气体溶解消耗了约0.2MPa混合气)时关闭进气阀门(3),去掉气体快接口,使钢瓶和进气管线与轮管反应器脱离。

[0053] (4)开启可控温的冰柜,设置反应温度为3.0℃,达到设定的温度后进行恒温实验;

[0054] (5)开启可控速电机(17),设定转速为0.1r/s,轮管反应器的线速度为0.1m/s。

[0055] (6)打开无线信号发射端(14)及无线信号接收端(15)及数据采集记录仪(21),开始采集数据并记录,温度、压力和扭矩仪信号每10s采集一个数据点。

[0056] (7)启动管道内窥镜监测仪,实时传输高压不锈钢轮管反应器内流体的流动状况。

[0057] (8)待从温压信号、扭矩仪信号和耐高压蓝宝石视窗内准确判断有水合物开始生成时,启动在线粒子分析仪,实时监测生成的水合物颗粒的粒径,根据粒径和管道内径的比值判断水合物颗粒是否堵塞轮管反应器。

[0058] 实验结果表明:在进气压力为7.0MPa,测试过冷度为15℃的实验条件下,添加1wt% PVP K90的溶液在2.7h时开始生成水合物,水合物生成时温度上升峰并不明显,但扭矩测量仪的输出扭矩由稳定段的0.1Nm突变到2.5Nm,之后稳定在0.5Nm,于此同时在高压蓝宝石视窗内也观察到类似冰状的水合物颗粒的生成,通过扭矩输出信号和高压蓝宝石视窗,我们准确地确定了添加1wt%PVP K90溶液的水合物的生成时间。我们同样在普通的带搅拌的高压小釜内做了平行实验,从温压信号判断的添加1wt%PVP K90溶液的水合物生成时间为15.3h。故可以看出,本发明装置更能快速准确的辨别水合物的初次生成时间。

[0059] 当水合物开始生成时,开启在线粒子分析仪,从水合物开始生成到堵塞管道的时间为0.75h,最终堵塞管道时水合物块的粒径在1.8~2.0cm之间。

[0060] 从管道内窥镜传输的数据分析可知,随着温度的逐渐降低和水合物的生成,流体流动的速度变慢,直至管道堵塞时,内部流体几乎不再流动。

[0061] 本发明的一种评价水合物抑制剂抑制性能的高压可视化轮管反应装置,小巧灵活,操作简单,更适合准确筛选水合物抑制剂。

[0062] 实施例2

[0063] 本实施例与实施例1的区别是动力学抑制剂PVP K90与热力学抑制剂MEG组合抑制剂性能评价。与实施例1相同的实验条件下,实验发生的24h内,从输出扭矩信号、蓝宝石视窗、管道内窥镜传输的结果以及温压信号均未发现添加1wt%PVP K90+10wt%MEG的体系有水合物的生成。

[0064] 实施例3

[0065] 本实施例与实施例1和实施例2的区别是防聚集KL-1的抑制效果评价。与实施例1和实例2相同的实验条件下,将含1wt% KL-1的600ml溶液倒吸入高压不锈钢轮管反应器内,充入7.2MPa的混合气后,待温度和压力信号稳定后,设置可控温冰柜的温度为3℃。从温压信号、蓝宝石视窗以及扭矩输出信号判断1wt% KL-1的溶液在2.3h 发现有水合物的生成,扭矩输出信号由稳定段的0.1 Nm突变到3.0Nm,而从管道内窥镜和在线粒子分析仪传输的信号判断,从水合物生成到完全堵塞管道的时间为12.1h,在水合物浆流动的期间内,水合物颗粒的粒径从最初的几微米逐渐生长到2.1cm。

[0066] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明

的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

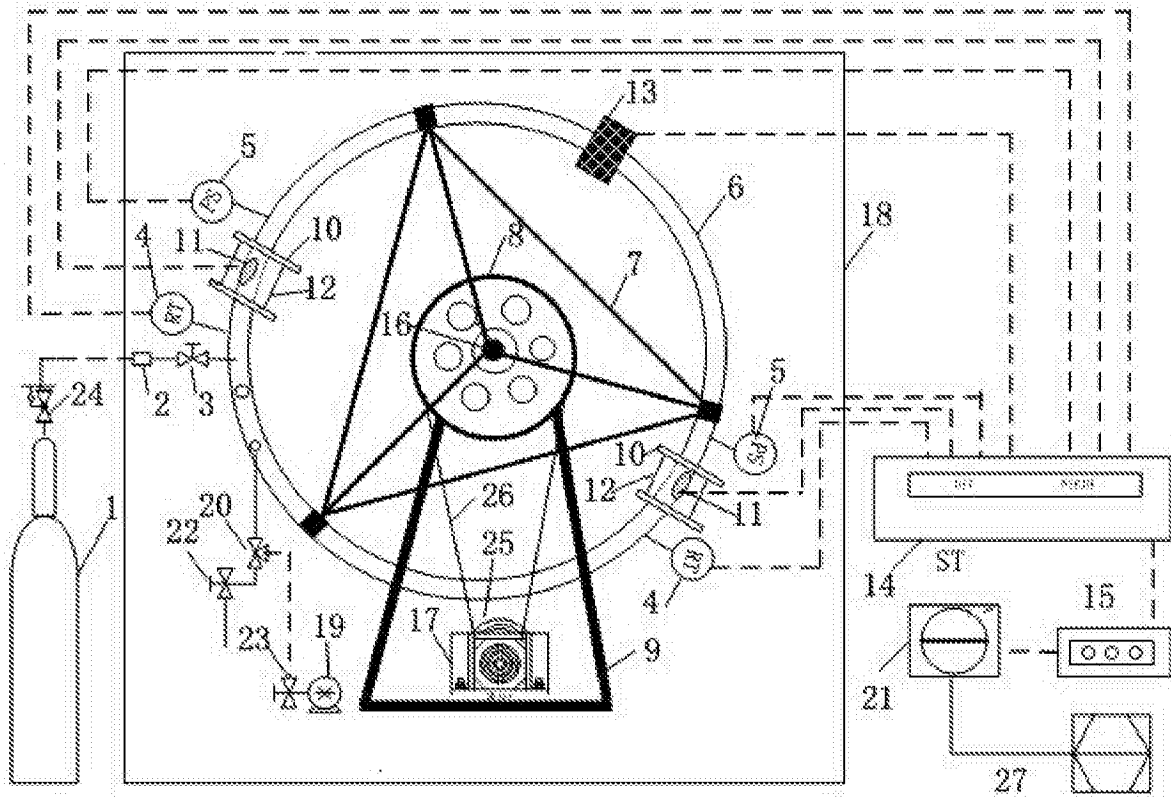


图1

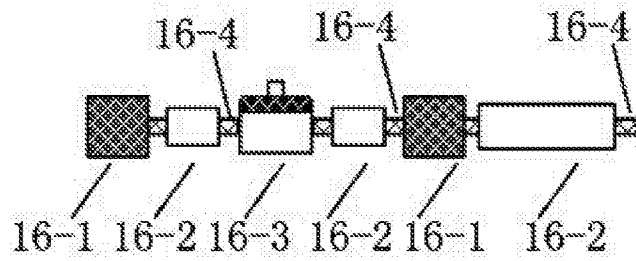


图2