



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205138931 U

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201520848503. 4

(22) 申请日 2015. 10. 29

(73) 专利权人 北京瑞莱博石油技术有限公司

地址 102200 北京市昌平区科技园区昌怀路
155 号

(72) 发明人 黎燕平

(74) 专利代理机构 北京中企鸿阳知识产权代理

事务所 (普通合伙) 11487

代理人 刘葛 郭鸿雁

(51) Int. Cl.

G01N 5/00(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

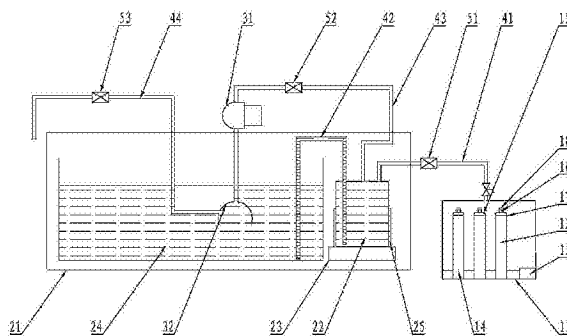
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

页岩气含气量测试仪

(57) 摘要

本实用新型涉及勘探测量技术领域,特别是提供一种页岩气含气量测试仪。本实用新型密封罐设置于重量传感器上,解析装置通过第一金属管线与密封罐的进气口连接,第一金属管线上串联有第一电磁阀,密封罐的排水口通过第二金属管线与盐水槽连通,第二金属管线与密封罐连接一端伸入密封罐底部,第二金属管线另一端伸入盐水槽底部;排气装置包括容积泵,密封罐的排气口通过第三金属管线与容积泵进气口连接,第三金属管线上串联有第二电磁阀,容积泵出气口连接第四金属管线,第四金属管线上串联有第三电磁阀,第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀和重量传感器分别通过导线与采集与控制系统连接。本实用新型结构简单,成本低,测试精度高,自动化程度高。



1. 一种页岩气含气量测试仪,其特征在于:包括样品解吸装置、实时测量装置、排气装置和采集与控制系统,解吸装置通过第一金属管线与实时测量装置连接,实时测量装置包括箱体、密封罐、重量传感器和盐水槽,密封罐、重量传感器和盐水槽均置于箱体内,密封罐设置于重量传感器上,解吸装置通过第一金属管线与密封罐的进气口连接,第一金属管线上串联有第一电磁阀,密封罐的排水口通过第二金属管线与盐水槽连通,第二金属管线与密封罐连接一端伸入密封罐底部,第二金属管线另一端伸入盐水槽底部;排气装置包括容积泵,密封罐的排气口通过第三金属管线与容积泵进气口连接,第三金属管线上串联有第二电磁阀,容积泵出气口连接第四金属管线,第四金属管线上串联有第三电磁阀,第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀和重量传感器分别通过导线与采集与控制系统连接。

2. 根据权利要求1所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述解吸装置包括恒温水浴锅和解吸罐,解吸罐置于恒温水浴锅中,恒温水浴锅中设有与解吸罐底部形状相契合的结构,将解吸罐置于契合结构中实施固定,所述恒温水浴锅中设置有温度变送器,所述温度变送器通过导线与采集与控制系统连接。

3. 根据权利要求2所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述解吸罐包括罐体、罐盖、快速接头和O型密封圈,罐体与罐盖之间设有O型密封圈,罐体与罐盖之间通过压紧螺栓连接,快速接头通过螺纹连接固定在罐盖上。

4. 根据权利要求3所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述解吸罐还包括保护盖,快速接头外部通过可拆卸结构固定有保护盖。

5. 根据权利要求1所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述盐水槽为敞口,盐水槽采用有机玻璃制成。

6. 根据权利要求1所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述实时测量装置还包括套罐,套罐固定在重量传感上,密封罐置于套罐内,套罐内径大于密封罐外径0.5-1mm。

7. 根据权利要求6所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述套罐通过螺栓连接固定在重量传感上,套罐采用塑料制成,密封罐采用硬质塑料制成。

8. 根据权利要求1所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述排气装置中还包括集气罩,集气罩设置在容积泵与第三电磁阀之间的第四金属管线上,所述集气罩伸入盐水槽盐水液面以下。

9. 根据权利要求1所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述第一、第二、第三和第四金属管线均为 $\phi 3$ 金属管线。

10. 根据权利要求1-9任意一项所述的页岩气含气量测试仪,其特征在于:所述采集与控制系统包括上位机、I/O控制卡、A/D数据采集卡和RS485-USB转换器,第一电磁阀、第二电磁阀和第三电磁阀分别通过导线与I/O控制卡相连,温度变送器和重量传感器分别通过导线与A/D数据采集卡连接,I/O控制卡和A/D数据采集卡均通过RS485-USB转换器与上位机连接。

页岩气含气量测试仪

技术领域

[0001] 本实用新型涉及勘探测量技术领域,特别是涉及一种页岩气含气量测试仪。

背景技术

[0002] 国土资源部2012年发布的《全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选》研究成果表明,我国陆域页岩气地质资源潜力为134.42万亿扩,可采资源潜力为25.08万亿扩。页岩气开发潜力巨大,但目前我国对该领域的开发尚属起步阶段,尤其是页岩含气量测定、评估的设备远不能满足目前的需求。

[0003] 页岩含气量是评估页岩原始气量的关键参数,对页岩含气性评价、资源储量的预测都具有重要的意义。解吸法是测试页岩含气量中非常重要的一种方法,目前在国内外的页岩气勘探、开发过程中已经得到了广泛的应用,是评价页岩气资源储量最常用的方法。页岩气解吸速率较慢,常规实验条件下,一天通常才能收集约500mL气体,属于极微量测量,所以对测量精度的要求极高。

[0004] 对于解吸气体量的测量,常用的方法有气体流量测量法、燃烧气体体积法以及排水计气法。以气体流量计自动获取解吸数据的,对于解吸速率较低时气体流速的测量误差较大,并且流体的体积极易受环境温度和压力的影响,测量的精度不足;以集气量筒排水直接测量气体体积的,测量精密度不足,人为因素影响较大,操作不便且效率低下;现有的排水法,大多不能实现连续实时测量,操作过程中人为误差更加明显,测量精度低下。而国外一些精度较高的含气量测试仪,虽然自动化程度高,稳定性好,但是大多成本高昂。所以,研发一种结构简单,成本低,测试精度高,自动化程度高的页岩气含气量测试仪显得尤为重要。

实用新型内容

[0005] 本实用新型要解决的技术问题是提供一种结构简单,成本低,测试精度高,自动化程度高的页岩气含气量测试仪

[0006] 为解决上述技术问题,本实用新型采用如下技术方案:

[0007] 本实用新型页岩气含气量测试仪,包括样品解吸装置、实时测量装置、排气装置和采集与控制系统,解吸装置通过第一金属管线与实时测量装置连接,实时测量装置包括箱体、密封罐、重量传感器和盐水槽,密封罐、重量传感器和盐水槽均置于箱体内,密封罐设置于重量传感器上,解吸装置通过第一金属管线与密封罐的进气口连接,第一金属管线上串联有第一电磁阀,密封罐的排水口通过第二金属管线与盐水槽连通,第二金属管线与密封罐连接一端伸入密封罐底部,第二金属管线另一端伸入盐水槽底部;排气装置包括容积泵,密封罐的排气口通过第三金属管线与容积泵进气口连接,第三金属管线上串联有第二电磁阀,容积泵出气口连接第四金属管线,第四金属管线上串联有第三电磁阀,第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀和重量传感器分别通过导线与采集与控制系统连接。

[0008] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述解吸装置包括恒温水浴锅和解

吸罐,解吸罐置于恒温水浴锅中,恒温水浴锅中设有与解吸罐底部形状相契合的结构,将解吸罐置于契合结构中实施固定,所述恒温水浴锅中设置有温度变送器,所述温度变送器通过导线与采集与控制系统连接。

[0009] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述解吸罐包括罐体、罐盖、快速接头和O型密封圈,罐体与罐盖之间设有O型密封圈,罐体与罐盖之间通过压紧螺栓连接,快速接头通过螺纹连接固定在罐盖上。

[0010] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述解吸罐还包括保护盖,快速接头外部通过可拆卸结构固定有保护盖。

[0011] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述盐水槽为敞口,盐水槽采用有机玻璃制成。

[0012] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述实时测量装置还包括套罐,套罐固定在重量传感上,密封罐置于套罐内,套罐内径大于密封罐外径0.5-1mm。

[0013] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述套罐通过螺栓连接固定在重量传感上,套罐采用塑料制成,密封罐采用硬质塑料制成。

[0014] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述排气装置中还包括集气罩,集气罩设置在容积泵与第三电磁阀之间的第四金属管线上,所述集气罩伸入盐水槽盐水液面以下。

[0015] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述第一、第二、第三和第四金属管线均为 $\phi 3$ 金属管线。

[0016] 本实用新型页岩气含气量测试仪,进一步的,所述采集与控制系统包括上位机、I/O控制卡、A/D数据采集卡和RS485-USB转换器,第一电磁阀、第二电磁阀和第三电磁阀分别通过导线与I/O控制卡相连,温度变送器和重量传感器分别通过导线与A/D数据采集卡连接,I/O控制卡和A/D数据采集卡均通过RS485-USB转换器与上位机连接。

[0017] 本实用新型页岩气含气量测试仪与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0018] 本实用新型页岩气含气量测试仪采用非直接测量法,通过排水集气,利用重量传感器测量密封罐中在平衡气压的情况下的排水量,再将质量变化量转化为解吸出的气体体积量,因为同体积下气体的质量远小于液体的质量,所以可以通过测量质量来放大气体体积的微小变化,这种间接测量方式极大程度的提高了测量的精密度,更加准确的描绘了页岩气在解吸过程中的变化规律曲线,这是现有的气体流量计以及集气筒等直接测量气体体积的方法所无法达到的测量精度。重量传感器通过应变机构的形变实现电位信号的变化,数据精度高,测量线性度极好;而相比通常测量方法中使用的液位传感器,液位传感器通过超声波、雷达信号或者光信号,将被测信号发射出去然后接受反射信号,计算传输时间,加上本身信号的传输速度,来计算测量远距离被测物的距离,在测量结果上会有一定程度的误差,尤其在不平的界面上实施测量,会加大误差量。

[0019] 本实用新型页岩气含气量测试仪区别于市面上常见的悬挂式侧重,采用上座式固定方式,通过螺栓固定一个套罐在重量传感器上,然后将密封罐置于套罐中实施固定,避免了悬挂式测重所带来的因设备晃动而引起的误差,对实验精度和准确度实现了很好的控制,使数据更加精确,使仪器在各种恶劣的环境中都能够稳定的实施测量。

[0020] 本实用新型页岩气含气量测试仪在排气装置中设置了集气罩,将测量完的实验气

体收集起来,因测量的样品气体均属于可燃气体,且一次的排放量较大,若周围环境中明火,易引发火灾,没有安全性保障;其次测量的样品气体具体组分和含量均不确定,有待进一步分析,使用集气罩可以将测量气体收集起来留待进一步分析测试,同时也避免了这部分气体直接排向大气造成环境污染和温室效应,使测量过程更加节能环保。

[0021] 本实用新型采用恒温水浴锅模拟地层温度,加热快、可控精度高、寿命长,从而能够精确保证仪器内环境温度的稳定,进而确保不同温度下测量曲线的完整性。在恒温水浴锅中可放置4-6个解吸罐,可以实现多个样品的同时测量,大大节省测量时间,提高了现场解吸的效率。

[0022] 本实用新型的连接管路均采用 $\phi 3$ 金属管线,减小了不同温度、压力变化下管路体积的变化,从而减小了气体体积变化的影响,增加了体积测量的准确性。

[0023] 本实用新型采用上位机结合信号采集模块和各电磁阀,实现整个解吸过程的自动化控制和操作,解放了人力,避免了人工操作带来的误差,不仅使测量过程简便易操作,而且提高了测量精度,通过循环自检的方式确保仪器正常运行,增加了设备运行过程中的稳定性。另外,本实用新型体积小、可移动、易操作,从而满足了现场解吸测量的需求。

[0024] 下面结合附图对本实用新型的页岩气含气量测试仪作进一步说明。

附图说明

[0025] 图1为本实用新型页岩气含气量测试仪的结构示意图。

具体实施方式

[0026] 如图1所示,本实用新型页岩气含气量测试仪包括样品解吸装置、实时测量装置、排气装置和采集与控制系统,解吸装置通过第一金属管线41与实时测量装置连接,解吸装置包括恒温水浴锅11和4-6个解吸罐12,解吸罐12置于恒温水浴锅11中,恒温水浴锅11中设有与解吸罐12底部形状相契合结构,使解吸罐12可直接置于契合结构中实施固定,恒温水浴锅11中设置有温度变送器13,解吸罐12包括罐体14、罐盖15、快速接头16、O型密封圈17和保护盖18,罐体14与罐盖15之间设有O型密封圈17,罐体14与罐盖15之间通过压紧螺栓连接,快速接头16通过螺纹连接固定在罐盖15上,快速接头16外部通过可拆卸结构固定有保护盖18;实时测量装置包括箱体21、密封罐22、套罐25、重量传感器23和盐水槽24,密封罐22、重量传感器23和盐水槽24均置于箱体21内,套罐25通过螺栓连接固定在重量传感器23上,密封罐22置于套罐25内,套罐25内径大于密封罐22外径0.5-1mm,套罐25采用塑料制成,密封罐22采用硬质塑料制成,快速接头16通过第一金属管线41与密封罐22的进气口连接;第一金属管线41上串联有第一电磁阀51,密封罐22的排水口通过第二金属管线42与盐水槽24连通,第二金属管线42与密封罐22连接一端伸入密封罐22底部,第二金属管线42另一端伸入盐水槽24底部;排气装置包括容积泵31和集气罩32,密封罐22的排气口通过第三金属管线43与容积泵31进气口连接,第三金属管线43上串联有第二电磁阀52,容积泵31出气口通过金属管线伸入盐水槽24液面以下与集气罩32进气口连接,集气罩32出气口连接第四金属管线44,第四金属管线44上串联有第三电磁阀53;第一、第二、第三和第四金属管线均为 $\phi 3$ 金属管线;采集与控制系统包括上位机、I/O控制卡、A/D数据采集卡和RS485-USB转换器,第一电磁阀51、第二电磁阀52和第三电磁阀53分别通过导线与I/O控制卡相连,温度变送器13

和重量传感器23分别通过导线与A/D数据采集卡连接,I/O控制卡和A/D数据采集卡均通过RS485-USB转换器与上位机连接。

[0027] 本实用新型页岩气含气量测试仪具体工作过程如下:

[0028] (1)清洗:实验前使用清水对盐水槽24进行清洗,清洗完成后向盐水槽中注满饱和盐水,所述饱和盐水为饱和氯化钠溶液;

[0029] (1a)气密性检验:打开电源,关闭第一电磁阀51和第三电磁阀53,打开第二电磁阀52,开启容积泵31,容积泵31抽气使密封罐22内呈负压,盐水经第二金属管线42进入密封罐22,当到达重量上限时,关闭容积泵31,如果重量传感器测得的数据在±1‰范围内浮动,且持续6秒以上,说明装置的气密性良好;

[0030] (2)装样:将解吸罐12和第一金属管线41充满盐水,排除掉罐内和金属管线内气体,当页岩岩心取出井口后,迅速装入解吸罐12中,并使用细粒石英砂填满解吸罐,排除掉解吸罐内的水后密封,然后放入模拟地层温度的恒温水浴锅11中,将快速接头与第一金属管线41连接,让岩心在解吸罐中自然解吸;

[0031] (3)排气注水:将密封罐22排出气体并注满盐水,关闭第一电磁阀51和第三电磁阀53,关闭解吸罐阀门;打开第二电磁阀52,开启容积泵31,容积泵31经第三金属管线43将密封罐22内残余气体排出,使密封罐22内呈负压,盐水经第二金属管线42进入密封罐22,密封罐22总质量增加,电脑实时显示由重量传感器获取的质量数据和质量变化曲线,当密封罐达到重量上限时,密封罐内已充满盐水,关闭容积泵31和第二电磁阀52;

[0032] (4)收集页岩气:关闭第三电磁阀53,打开第一电磁阀51和解吸罐阀门,页岩气从解吸罐12解吸出来,经第一金属管线41进入密封罐22中,此时密封罐22内气压大于外界大气压,密封罐22内的气体将密封罐内的盐水经第二金属管线42排入盐水槽24中,密封罐内水位下降,密封罐总质量减少,质量参数通过重量传感器23传入上位机,进行实时监控;

[0033] 此时已收集的页岩气体积 V_g 可如下计算:

$$[0034] \quad V_g = \frac{\Delta m_b}{\rho_b} \dots\dots\dots ①$$

[0035] V_g :已收集的页岩气体积,mL;

[0036] Δm_b :密封罐总质量的变化量,g;

[0037] ρ_b :盐水密度,g/mL;

[0038] 根据解吸时间可以计算出气体的生成速率 v_g :

$$[0039] \quad v_g = \frac{V_g}{t} \dots\dots\dots ②$$

[0040] v_g :解吸罐中气体的生成速率,mL/s;

[0041] V_g :已解吸出的气体体积,mL;

[0042] t :解吸所经过的时间,s;

[0043] 当密封罐22总重量下降到质量下限时,密封罐内的盐水已全部排出,密封罐22内装满了页岩气,说明一罐页岩气已收集完成;

[0044] 则该罐页岩气的体积 V_s 计算公式为:

$$[0045] \quad V_s = \frac{m_u - m_d}{\rho_b} \dots\dots\dots ③$$

[0046] V_s :一罐页岩气体积,mL;

[0047] m_u :密封罐总质量质量上限,g;

[0048] m_d :密封罐总质量质量下限,g;

[0049] ρ_b :盐水密度,g/mL;

[0050] (5)然后重复过程(3)和(4),并记录循环次数,当重量传感器采集到的质量数据没有达到质量下限,而是稳定在一个中间值时,说明页岩岩心已解吸完毕,上位机自动记录此时的重量数据,并完成计算,得到解吸出的页岩气总体积V;

[0051]
$$V = n \times V_s + \frac{m_u - m_r}{\rho_b} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

[0052] V:解吸出的页岩气总体积,mL;

[0053] n:页岩气循环收集次数,次;

[0054] V_s :一罐页岩气体积,mL;

[0055] m_r :质量稳定后的密封罐总质量,g;

[0056] ρ_b :盐水密度,g/mL。

[0057] 在测量过程中,密封罐的重量变化通过重量传感器23将模拟信号传送至A/D数据采集卡,由A/D数据采集卡转化为电信号传送至上位机,进行信号的显示、储存与分析;恒温水浴锅中的温度变化也通过温度变送器13将模拟信号传送至A/D数据采集卡,由A/D数据采集卡转化为电信号传送至上位机,进行解吸温度的实时监控;I/O控制卡将上位机发出的数字通讯信号转化为电信号,进而控制第一电磁阀51、第二电磁阀52、第三电磁阀53和容积泵44的开启与关闭。

[0058] 以上所述的实施例仅仅是对本实用新型的优选实施方式进行了描述,并非对本实用新型的范围进行限定,在不脱离本实用新型设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本实用新型的技术方案作出的各种变形和改进,均应落入本实用新型权利要求书确定的保护范围内。

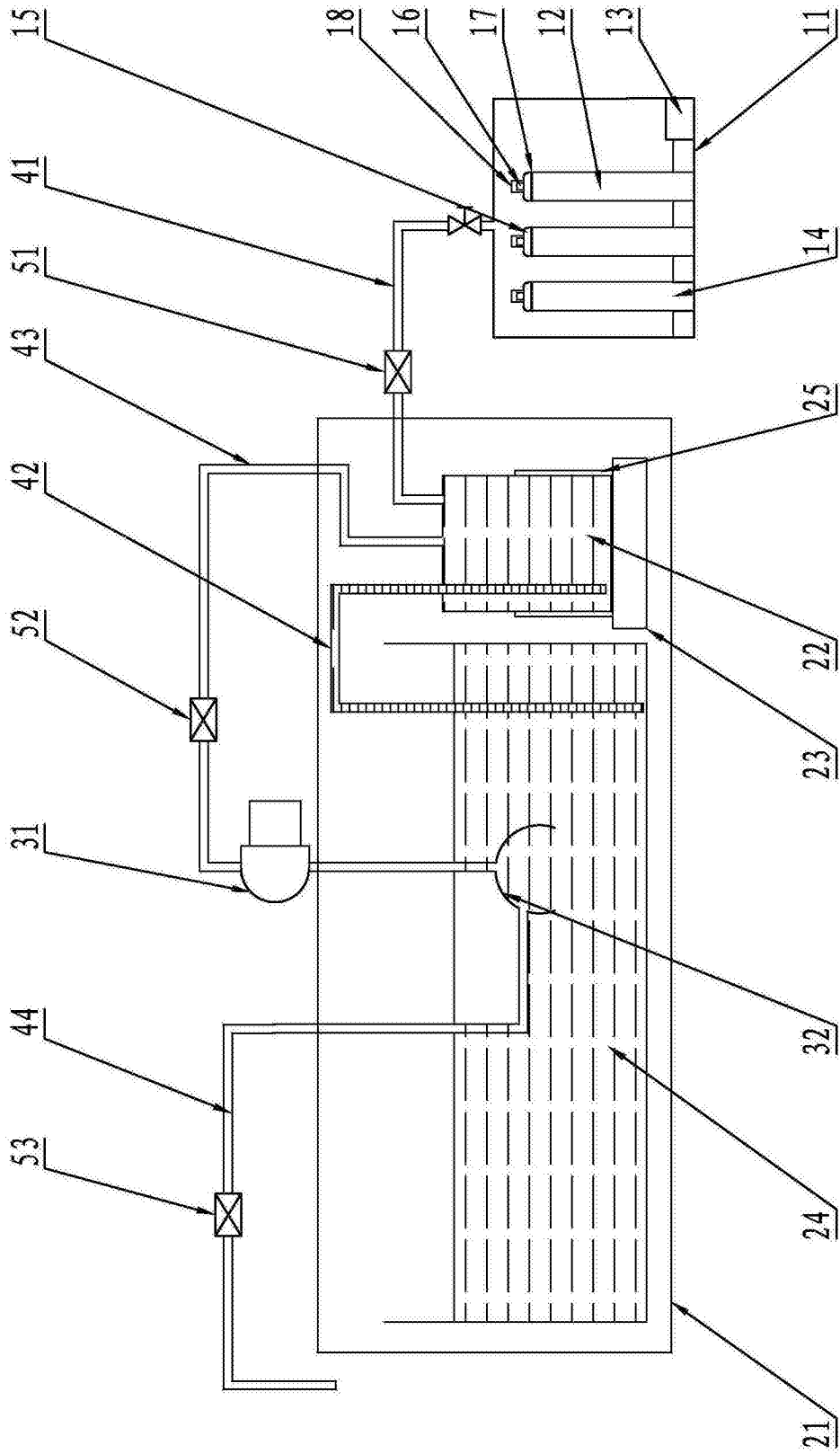


图1