(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109506729 B
(45)授权公告日 2023.12.26

(21)申请号 201811615079.3
(22)申请日 2018.12.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109506729 A
(43)申请公布日 2019.03.22
(73)专利权人 西安安森智能仪器股份有限公司
地址 710018 陕西省西安市经济技术开发区草滩十路1155号智巢产业园2号楼
(72)发明人 王士兴 胡香儒 田冬
(74)专利代理机构 西安新动力知识产权代理事务所(普通合伙) 61245
专利代理师 刘强
(51)Int.Cl.
G01F 1/667(2022.01)
G01F 1/36(2006.01)
G01F 22/00(2006.01)
G01N 9/36(2006.01)

(56)对比文件
CN 101529215 A,2009.09.09
CN 101539016 A,2009.09.23
CN 101363745 A,2009.02.11
CN 103822676 A,2014.05.28
US 2004139791 A1,2004.07.22
WO 2005040732 A1,2005.05.06
张丝雨.油井多相流计量技术研究进展.《数码设计》.2017,第6卷(第2期),全文.

审查员 郑涛

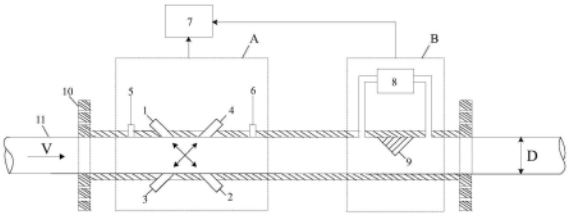
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种气液两相流参数在线检测方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种气液两相流参数在线检测方法及装置,装置包括一体化表头以及安装在管段上的超声波测量模块和差压测量模块;所述超声波测量模块设置在差压测量模块的上游,超声波测量模块和差压测量模块的输出信号连接至一体化表头。本发明能够测量气相和液相混合流体的单相流量参数,将超声波流量计和节流式流量计有效高度结合,具有一体化、仪表化设计的特点,体积小、功耗小、性价比高、可靠性高、寿命长,能够用于油田井口气生产、井口天然气含水率、含气率、日产水量、日产气量在线监测,不饱和蒸汽的准确计量,或是其他气液两相介质的测量。



CN 109506729 B

1.一种气液两相流参数在线检测方法,其特征在于,同时采用超声波流量计和差压式流量计测量管道内气液两相流的流量,所述差压式流量计的节流件为楔形节流件;其中,超声波流量计测量得到的流量为q_1,差压式流量计测量得到的流量为q_2;按照超声波流量计和差压式流量计测量得到的流量相等原理,即$q_1=q_2$,得到气液两相流流体的平均密度ρ,即,$\rho=\frac{2\Delta P*K^2}{v^2*S^2}$,其中,K为流量系数,ΔP是差压式流量计的楔形节流件前后管道内的压力差,v为超声波流量计所得到的流体速度,S为管道截面积;

气液两相流中的液体体积分数LVF为:

$$LVF=\frac{\rho-\rho_{气}}{\rho_{液}-\rho_{气}}*100\%;$$

气液两相流中的液体流量$q_{液}$为:

$q_{液}=q_1*LVF$;

气液两相流中的气体的体积分数GVF为:

GVF=1-LVF;

气液两相流中的气体流量$q_{气}$为:

$q_{气}=q_1*GVF$;

以上公式中,$\rho_{气}$为气液两相流中气体的密度,$\rho_{液}$是气液两相流中液体的密度。

2.根据权利要求1所述的气液两相流参数在线检测方法,其特征在于,所述超声波流量计测得的气液两相流的流量q_1为:$q_1=v*s$,其中,v为超声波流量计所得到的流体速度,s为管道截面积。

3.根据权利要求1所述的气液两相流参数在线检测方法,其特征在于,所述差压式流量计所测得的气液两相流的流量q_2为:$q_2=K*\sqrt{2*\Delta P/\rho}$,其中,K为流量系数,$K=\frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}}*\varepsilon*\frac{\pi}{4}*d^2$,ΔP是楔形节流件前后管道内的压力差,ρ为混合流体平均密度,K中,C为流出系数,β为直径比,ε为膨胀系数,d为节流件孔径。

4.一种基于权利要求书1所述气液两相流参数在线检测方法的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,包括一体化表头(7)以及安装在管段(11)上的超声波测量模块(A)和差压测量模块(B);所述超声波测量模块(A)设置在差压测量模块(B)的上游,超声波测量模块(A)和差压测量模块(B)的输出信号连接至一体化表头(7)。

5.根据权利要求4所述的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,所述超声波测量模块(A)和差压测量模块(B)安装在一段直管上,直管的两端分别设置有与管段(11)连通的法兰(10)。

6.根据权利要求4所述的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,所述差压测量模块(B)的节流件为楔形节流件。

7.根据权利要求4所述的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,所述超声波测量模块(A)包括温度传感器(6)、压力传感器(5)、第一超声波换能器(1)、第二超声波换能器(2)、第三超声波换能器(3)和第四超声波换能器(4);其中第一超声波换能器(1)和第二超声波换能器(2)处于同一轴线上且分别斜向相对设置在管壁上,第三超声波换能器(3)和第

四超声波换能器(4)处于同一轴线上且分别斜向相对设置在管壁上,四个超声波换能器的两条轴线呈X型;所述温度传感器(6)和压力传感器(5)分别设置在四个超声波换能器安装位置的前后管壁上。

8.根据权利要求4所述的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,所述差压测量模块(B)包括差压传感器(8)和楔形节流件(9),所述楔形节流件(9)设在管道内壁上,所述差压传感器(8)的两侧分别连通至设置楔形节流件(9)的管道的前后位置。

9.根据权利要求4所述的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,所述一体化表头(7)包括MCU模块,所述MCU模块分别连接有电源模块、EEPROM存储模块、自动增益调节模块、用于采集温度、压力、差压以及超声波回波信号的采集功能模块、用于脉冲输出和恒流源输出的流量输出功能模块、通信功能模块和用于按键设置和液晶显示的菜单功能模块。

10.根据权利要求9所述的气液两相流参数在线检测装置,其特征在于,所述通信功能模块包括RS485通信和NB-IOT无线通信。

一种气液两相流参数在线检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于气液两相流检测技术领域,涉及气田的井口天然气含水率在线检测以及其他领域的气液两相流参数在线检测,尤其是一种气液两相流参数在线检测方法及装置。

背景技术

[0002] 气液两相流广泛存在于石油、化工等工业领域,由于气液两相流分布状况的多样性和多变性,导致气液两相流相较于单相流的参数测量难度大,传统的对气液两相流有效的测量多采用分离式测量,将气相和液相进行分离,分离后成为单相流体,然后采用单相流体的测量方式分别对气相和液相进行测量,这种分离式测量方式,通常体积庞大、成本高、无法实时进行气液两相流参数测量。因此,设计一种一体化、仪表化、体积小、功耗小、性价比高、可靠性高、寿命长的气液两相流参数测量仪器具有重要的实际应用价值。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供一种气液两相流参数在线检测方法及装置,其是基于超声波流量计结合差压式流量计的气液两相流含水率在线检测装置及方法。

[0004] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0005] 本发明首先提出一种气液两相流参数在线检测方法,该方法具体为:同时采用超声波流量计和差压式流量计测量管道内气液两相流的流量,所述差压式流量计的节流件为楔形节流件;其中,超声波流量计测量得到的流量为q_1,差压式流量计测量得到的流量为q_2;按照超声波流量计和差压式流量计测量得到的流量相等原理,即$q_1=q_2$,得到气液两相流流体的平均密度ρ,即$\rho=\frac{2\Delta P*K^2}{v^2*S^2}$,其中,K为流量系数,ΔP是差压式流量计的楔形节流件前后管道内的压力差,v为超声波流量计所得到的流体速度,s为管道截面积;

[0006] 气液两相流中的液体体积分数LVF为:

[0007] $$LVF=\frac{\rho-\rho_{气}}{\rho_{液}-\rho_{气}}*100\%;$$

[0008] 气液两相流中的液体流量$q_{液}$为:

[0009] $q_{液}=q_1*LVF$;

[0010] 气液两相流中的气体的体积分数GVF为:

[0011] GVF=1-LVF;

[0012] 气液两相流中的气体流量$q_{气}$为:

[0013] $q_{气}=q_1*GVF$;

[0014] 以上公式中,$\rho_{气}$为气液两相流中气体的密度,$\rho_{液}$是气液两相流中液体的密度。

[0015] 进一步,上述超声波流量计测得的气液两相流的流量q_1为:$q_1=v*s$,其中,v为超声

波流量计所得到的流体速度,s为管道截面积。

[0016] 进一步,上述差压式流量计所测得的气液两相流的流量q_2为:$q_2 = K * \sqrt{2 * \Delta P / \rho}$,其中,K为流量系数,$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} * \varepsilon * \frac{\pi}{4} * d^2$,ΔP是楔形节流件前后管道内的压力差,ρ为混合流体平均密度,K中,C为流出系数,β为直径比,ε为膨胀系数,d为节流件孔径。

[0017] 本发明还提出一种基于上述测量方法的气液两相流参数在线检测装置:包括一体化表头以及安装在管段上的超声波测量模块和差压测量模块;所述超声波测量模块设置在差压测量模块的上游,超声波测量模块和差压测量模块的输出信号连接至一体化表头。

[0018] 进一步,上述一体化表头包括MCU模块,所述MCU模块分别连接有电源模块、EEPROM存储模块、自动增益调节模块、用于采集温度、压力、差压以及超声波回波信号的采集功能模块、用于脉冲输出和恒流源输出的流量输出功能模块、通信功能模块和用于按键设置和液晶显示的菜单功能模块。

[0019] 进一步,上述通信功能模块包括RS485通信和NB-IOT无线通信。

[0020] 进一步,上述超声波测量模块和差压测量模块安装在一段直管上,直管的两端分别设置有与管段连通的法兰。

[0021] 进一步,上述差压测量模块的节流件为楔形节流件。

[0022] 进一步,上述超声波测量模块包括温度传感器、压力传感器、第一超声波换能器、第二超声波换能器、第三超声波换能器和第四超声波换能器;其中第一超声波换能器和第二超声波换能器处于同一轴线上且分别斜向相对设置在管壁上,第三超声波换能器和第四超声波换能器处于同一轴线上且分别斜向相对设置在管壁上,四个超声波换能器的两条轴线呈X型;所述温度传感器和压力传感器分别设置在四个超声波换能器安装位置的前后管壁上。

[0023] 进一步,上述差压测量模块包括差压传感器和楔形节流件,所述楔形节流件设在管道内壁上,所述差压传感器的两侧分别连通至设置楔形节流件的管道的前后位置。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0025] 本发明检测装置及方法是基于超声波流量计结合差压式流量计的气液两相流参数在线检测装置及方法,其依据超声波流量计和差压式流量计测量的流体的流量相等原理,得到混合流体平均密度,再由混合流体平均密度、气体密度、以及液体密度可以计算得到液体体积分数和气体体积分数,与现有气液两相流参数相比较:本发明具有一体化、仪表化、体积小、低功耗、无辐射、以及不需要对气液两相流进行分离,可以直接进行气液两相流参数的测量。

附图说明

[0026] 图1为本发明的装置结构示意图。

[0027] 图2为本发明装置中的一体化表头7的模块框图。

[0028] 其中:A为超声波测量模块;B为差压测量模块;1为第一超声波换能器;2为第二超声波换能器;3为第三超声波换能器;4为第四超声波换能器;5为压力传感器;6为温度传感器;7为一体化表头;8为差压传感器;9为楔形节流件;10为法兰;11为管段。

具体实施方式

[0029] 本发明首先提出一种气液两相流参数在线检测方法,该方法具体为:

[0030] 同时采用超声波流量计和差压式流量计测量管道内气液两相流的流量,所述差压式流量计的节流件为楔形节流件;其中,超声波流量计测量得到的流量为q_1,差压式流量计测量得到的流量为q_2;

[0031] 超声波流量计测得的气液两相流的流量q_1为:$q_1=v*s$,其中,v为超声波流量计所得到的流体速度,s为管道截面积。

[0032] 差压式流量计所测得的气液两相流的流量q_2为:$q_2=K*\sqrt{2*\Delta P/\rho}$,其中,K为流量系数,$K=\frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}}*\varepsilon*\frac{\pi}{4}*d^2$,ΔP是楔形节流件前后管道内的压力差,ρ为混合流体平均密度,K中,C为流出系数,β为直径比,ε为膨胀系数,d为节流件孔径。

[0033] 按照超声波流量计和差压式流量计测量得到的流量相等原理,即$q_1=q_2$,得到气液两相流流体的平均密度ρ,即$\rho=\frac{2\Delta P*K^2}{v^2*S^2}$,其中,K为流量系数,ΔP是差压式流量计的楔形节流件前后管道内的压力差,v为超声波流量计所得到的流体速度,S为管道截面积;

[0034] 气液两相流中的液体体积分数LVF为:$LVF=\frac{\rho-\rho_{气}}{\rho_{液}-\rho_{气}}*100\%$;

[0035] 气液两相流中的液体流量$q_{液}$为:$q_{液}=q_1*LVF$;

[0036] 气液两相流中的气体的体积分数GVF为:GVF=1-LVF;

[0037] 气液两相流中的气体流量$q_{气}$为:$q_{气}=q_1*GVF$;

[0038] 以上公式中,$\rho_{气}$为气液两相流中气体的密度,该$\rho_{气}$可根据国标GB/T11062-2014中的密度计算方法得到。$\rho_{液}$是气液两相流中液体的密度,可对应用现场实际液体进行取样设定。

[0039] 下面结合附图对本发明涉及到的测量装置做进一步详细描述:

[0040] 参见图1:本发明基于上述测量方法的气液两相流参数在线检测装置:包括一体化表头7以及安装在管段11上的超声波测量模块A和差压测量模块B;超声波测量模块A设置在差压测量模块B的上游,超声波测量模块A和差压测量模块B的输出信号连接至一体化表头7。

[0041] 超声波测量模块A和差压测量模块B安装在一段直管上,直管的两端分别设置有与管段11连通的法兰10。

[0042] 差压测量模块B的节流件为楔形节流件。

[0043] 超声波测量模块A包括温度传感器6、压力传感器5、第一超声波换能器1、第二超声波换能器2、第三超声波换能器3和第四超声波换能器4;其中第一超声波换能器1和第二超声波换能器2处于同一轴线上且分别斜向相对设置在管壁上,第三超声波换能器3和第四超声波换能器4处于同一轴线上且分别斜向相对设置在管壁上,四个超声波换能器的两条轴线呈X型;温度传感器6和压力传感器5分别设置在四个超声波换能器安装位置的前后管壁上。

[0044] 差压测量模块B包括差压传感器8和楔形节流件9,楔形节流件9设在管道内壁上,

差压传感器8的两侧分别连通至设置楔形节流件9的管道的前后位置。

[0045] 本发明的超声波测量模块A是基于超声波测量原理,对混合流体进行测量,得到混合流体流量q_1。差压测量模块B的节流件为楔形节流件9,也称楔形流量计,其是基于楔形节流件9前后管道内的压力差进行流量测量。

[0046] 如图2所示,本发明的一体化表头7包括MCU模块,该MCU模块分别连接有电源模块、EEPROM存储模块、自动增益调节模块、用于采集温度、压力、差压以及超声波回波信号的采集功能模块、用于脉冲输出和恒流源输出的流量输出功能模块、通信功能模块和用于按键设置和液晶显示的菜单功能模块。其中通信功能模块包括RS485通信和NB-IOT无线通信。

[0047] 本发明的一体化表头7实现在整个测量过程中的控制、采集、运算、输出、以及通信功能,其中整个一体化表头7的核心是MCU模块,该模块控制前述外围模块工作,并且内部的运算功能可以将各模块的信息采集进行运算,得到气液两相流参数。

[0048] 本发明气液两相流参数在线检测装置的工作过程如下:

[0049] 超声波测量模块A实现管道内流体的流量测量,通过第一超声波换能器1发送超声波信号,第二超声波换能器2接收得到第一超声波回波信号,第二超声波换能器2发送超声波信号,第一超声波换能器1接收得到第二超声波回波信号,第三超声波换能器3发送超声波信号,然后第四超声波换能器4接收得到第三超声波回波信号,第四超声波换能器4发送超声波信号,第三超声波换能器3接收得到第四超声波回波信号,根据第一超声波回波信号、第二超声波回波信号、第三超声波回波信号、以及第四超声波回波信号,经过一体化表头中的算法实现流量计算,超声波测量模块得到的流量为q_1。一体化表头7采集温度传感器6和压力传感器5的信号,并经过运算,得到温度和压力的测量值。差压测量模块B能够得到差压信号ΔP,通过楔形节流件9,在节流件前后产生压力差,差压传感器8能够测量到差压信号,一体化表头7对差压信号进行采集。差压式流量计的流量为q_2。

[0050] 综上所述,本发明能够测量气相和液相混合流体的单相流量参数,将超声波流量计和节流式流量计有效高度结合,具有一体化、仪表化设计的特点,体积小、功耗小、性价比高、可靠性高、寿命长,能够用于油田井口气生产、井口天然气含水率、含气率、日产水量、日产气量在线监测,不饱和蒸汽的准确计量,或是其他气液两相介质的测量。

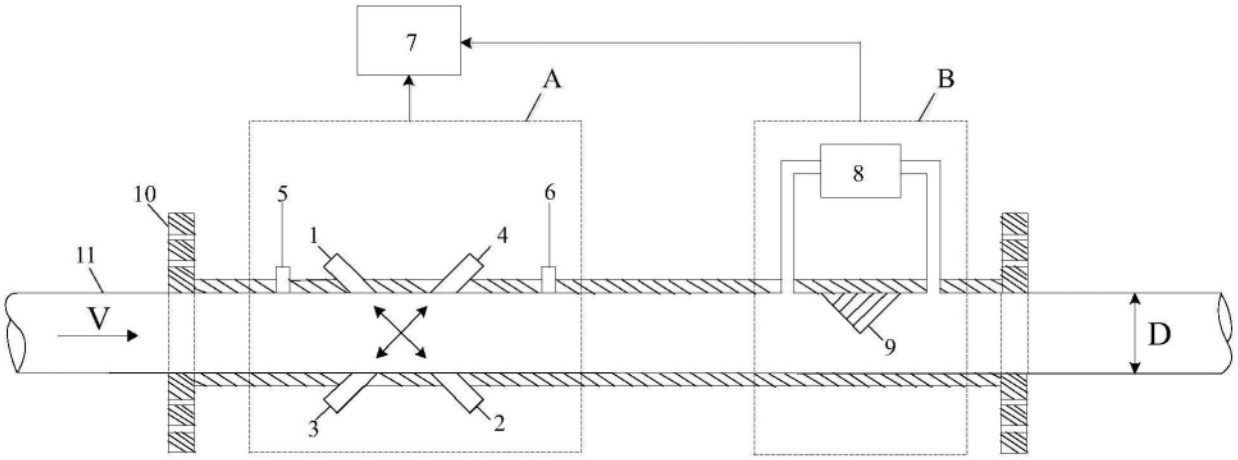

7
A
B
8
10
5
6
1
4
11
V
D
9
3
2

图1

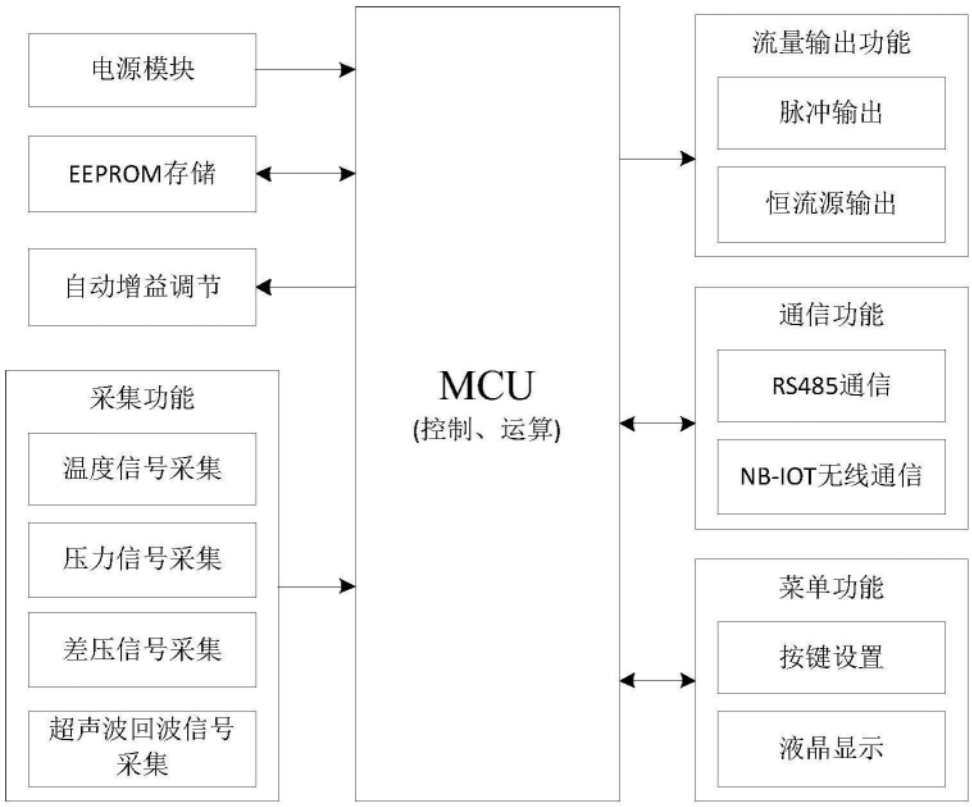

电源模块
EEPROM存储
自动增益调节
采集功能
温度信号采集
压力信号采集
差压信号采集
超声波回波信号采集
MCU
(控制、运算)
流量输出功能
脉冲输出
恒流源输出
通信功能
RS485通信
NB-IOT无线通信
菜单功能
按键设置
液晶显示

图2