



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205483094 U

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201620142131.8

(22)申请日 2016.02.25

(73)专利权人 中国计量学院

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区
学源街258号

(72)发明人 夏迎 张洪军 卢超 余飞

(74)专利代理机构 杭州浙科专利事务所(普通
合伙) 33213

代理人 吴秉中

(51)Int.Cl.

G01F 1/28(2006.01)

G01F 1/86(2006.01)

G01N 9/36(2006.01)

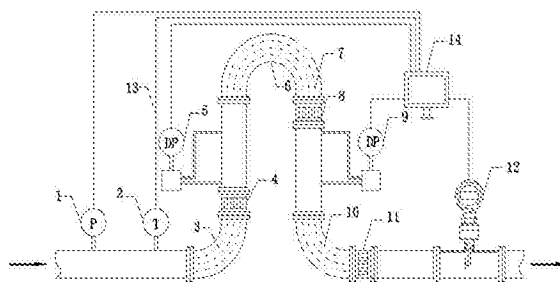
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

倒U型管与靶式流量计组合式天然气湿气流量
测量系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种天然气湿气流量不分离测量技术和装置。采用倒U型管与靶式流量计组合测量湿气流量,倒U型管用于测量湿气的密度,靶式流量计用于测量湿气流量。测量装置包括倒U型管、上升管和下降管差压传感器、靶式流量计、整流器、压力传感器、温度传感器和数据处理计算机等。系统中弯管内部都放置了导流片,以减弱二次流的影响,倒U型管上升管段、下降管段,以及靶式流量计入口前都装有整流器以保证进入测量管段段流动的均匀性和一致性。在已知气相成分和液相密度的情况下,可以实现湿气总流量,以及气相、液相分相流量的在线不分离测量。该技术可以用于油田天然气开采、传输和加工过程中的湿气计量过程。



1.一种倒U型管与靶式流量计组合式天然气湿气流量测量系统,包括倒U型管(6)、差压传感器I(5)、差压传感器II(9)、靶式流量计(12)、第一、第二、第三整流器(4、8、11)、压力传感器(1)、温度传感器(2)、信号处理计算机(14),其特征在于:进气管道上依次设置所述压力传感器(1)、温度传感器(2),第一导流片(3)和第一整流器(4)后设置差压传感器I(5),差压传感器I(5)后设置倒U型管(6),倒U型管(6)后设置第二导流片(7)和第二整流器(8),第二整流器(8)后设置差压传感器II(9),差压传感器II(9)后设置第三导流片(10)和第三整流器(11),最后设置靶式流量计(12),所述压力传感器(1)、温度传感器(2)、差压传感器I(5)、差压传感器II(9)和靶式流量计(12)通过信号线(13)和信号处理计算机(14)连接。

倒U型管与靶式流量计组合式天然气湿气流量测量系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及油田湿天然气计量技术与工程,具体为一种用于湿天然气流量计量的技术与装置。

背景技术

[0002] 在油气田开采过程中,采出的天然气是未经处理的含有少量轻烃、油、游离水和水蒸气以及其他液体的气液混合物。这种天然气含液量较少,在国内外的油气工业中,通常将其称为湿气,其流动问题属于两相流或多相流的一个分支。国际上一般采用Lockhart Martinelli数 X 来表征湿气,即 $X < 0.3$ 时为湿气, X 的定义为

$$[0003] \quad X = \left(\frac{\Delta P_l}{\Delta P_g} \right)^{1/2} = \frac{q_{ml}}{q_{mg}} \left(\frac{\rho_g}{\rho_l} \right)^{1/2} \quad (1)$$

[0004] 其中: ΔP_l 、 ΔP_g 为液相和气相单独流过时的差压; q_{ml} 、 q_{mg} 为液相和气相质量流量; ρ_l 、 ρ_g 为液相和气相的密度。

[0005] 工程应用中习惯上采用气液两相的体积含率来定义湿气,按此定义,湿气是在工作条件下气相体积含率大于90%,液相与其他组分体积含率小于10%的气液混合物。

[0006] 相对单相流体而言,湿气流量测量比较困难,这是因为实际管道中湿气流态非常复杂,现场流量计工作环境恶劣且工况经常变化,同时测量气液两相的流量和各相含率是非常困难和复杂的。湿气虽然是两相流,但液相体积流量相对气相很小,可将湿气视为单相气体进行流量测量,然后根据含液率进行湿度补偿或修正。

[0007] 湿气流量测量技术主要分为两类:一类是流量仪表测流量加取样确定含液量;另一类是由仪表在线同时测量流量和气、液相含率。到目前为止,采用节流式流量计测量湿气流量的研究和应用最多,如孔板、文丘里和V锥流量计。由于液相的存在,节流式流量计测量湿气流量时,测得的压差总是比气相单独流过时要高,使得气体质量流量产生超值读数,即测量读数值高于实际气体流量值。多年来研究人员做了大量实验研究,得出了一些实用的修正公式。其他可以用来进行湿气测量的流量计还有旋进旋涡流量计和超声波流量计等。总体来说,上述这些湿气测量技术还存在很多不足,造成计量误差大或适用性差等问题。

实用新型内容

[0008] 为实现天然气湿气流量不分离在线测量,本实用新型提供了一种倒U型管与靶式流量计组合式天然气湿气流量测量系统,包括倒U型管、差压传感器I、差压传感器II、靶式流量计、第一、第二、第三整流器、压力传感器、温度传感器、信号处理计算机,进气管道上依次设置所述压力传感器、温度传感器,第一导流片和第一整流器后设置差压传感器I,差压传感器I后设置倒U型管(6),倒U型管后设置第二导流片和第二整流器,第二整流器后设置差压传感器II,差压传感器II后设置第三导流片和第三整流器,最后设置靶式流量计,所述

压力传感器、温度传感器、差压传感器I、差压传感器II和靶式流量计通过信号线和信号处理计算机连接。

[0009] 本实用新型具有的有益效果是：1)通过倒U型管和靶式流量计组合可以在线不分离测量天然气湿气流量和各分相流量；2)通过在关键位置加装整流器、导流片来改善测量管段流动状况，减小二次流影响，保证速度分布更加均匀和一致，提高测量数据的准确性。

附图说明

[0010] 图1为本实用新型的天然气湿气计量装置示意图；

[0011] 图2为倒U型管测量湿气密度原理分析用图；

[0012] 图中各附图标记含义：1-压力传感器，2-温度传感器，3-第一导流片，4-第一整流器，5-差压传感器I，6-倒U型管，7-第二导流片，8-第二整流器，9-差压传感器II，10-第三导流片，11-第三整流器，12-靶式流量计，13-信号线，14-数据处理计算机。

具体实施方式

[0013] 下面通过附图对本实用新型进行进一步描述。

[0014] 本实用新型的倒U型管与靶式流量计组合式天然气湿气流量测量系统，参见图1，该系统包括倒U型管6、差压传感器I 5、差压传感器II 9、靶式流量计12、第一、第二、第三整流器4、8、11、压力传感器1、温度传感器2、信号处理计算机14和信号线13等。其中，倒U型管6用于测量湿气的密度，靶式流量计12用于测量湿气流量，整流器的作用是保证进入各段测量管流体流动均匀性和一致性，几个弯管处内部还装有第一、第二、第三导流片3、7、10以消除或减弱二次流影响。

[0015] 进气管道上依次设置压力传感器1、温度传感器2，第一导流片3和第一整流器4后设置差压传感器I 5，差压传感器I 5后设置倒U型管6，倒U型管6后设置第二导流片7和第二整流器8，第二整流器8后设置差压传感器II 9，差压传感器II 9后设置第三导流片10和第三整流器11，最后设置靶式流量计12，压力传感器1、温度传感器2、差压传感器I 5、差压传感器II和靶式流量计12通过信号线13和信号处理计算机14连接。

[0016] 本实用新型湿气流量测量原理为：

[0017] (1)倒U形管测量湿气密度原理

[0018] 参见图2，垂直放置的倒U型管，在其上升和下降管侧分别设置上下两个取压点测量压差，左右两侧取压点之间的距离相同，都为L。考察左侧上升管段，列 1-1和2-2两个截面流动伯努利方程：

$$[0019] \quad z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f \quad (2)$$

[0020] 其中， Z_1 、 Z_2 为两个取压点的标高， $Z_1 - Z_2 = L$ ，L为取压点之间的距离； P_1 、 P_2 为两个取压点处的静压，静压差 $P_1 - P_2 = \Delta P_A$ ；v为湿气流动速度， v_1 、 v_2 为两个取压点处的平均流速，由于管径相同， $v_1 = v_2$ ； h_f 为流动阻力，g为重力加速度。于是得到

[0021]
$$L = \frac{\Delta P_A}{\rho g} - h_f \quad (3a)$$

[0022] 同样,分析右侧下降管可得

[0023]
$$L = \frac{\Delta P_B}{\rho g} + h_f \quad (3b)$$

[0024] 其中, $\Delta P_B = P_4 - P_3$ 。

[0025] 需要注意的是左侧上升管段和右侧下降管段流体流动阻力损失数值相等,都为 h_f ,由(3a)和(3b)消去 h_f 得

[0026]
$$2L = \frac{\Delta P_A + \Delta P_B}{\rho g} \quad (4)$$

[0027] 于是可得湿气密度

[0028]
$$\rho = \frac{\Delta P_A + \Delta P_B}{2Lg} \quad (5)$$

[0029] 另外,液相密度 ρ_l 、气相密度 ρ_g 、含液率 α 与湿气密度 ρ 的关系为

[0030]
$$\rho_l \alpha + \rho_g (1 - \alpha) = \rho \quad (6)$$

[0031] 由此可得含液率

[0032]
$$\alpha = \frac{\rho - \rho_g}{\rho_l - \rho_g} \quad (7)$$

[0033] 实际测量中,液相密度 ρ_l 可根据所测流体种类或成分予以给定,气相密度 ρ_g 根据所测得的压力和温度确定,于是含液率能够确定。

[0034] (2) 湿气流量测量

[0035] 之所以选择靶式流量计来测量湿气流量,是因为靶式流量计可在恶劣环境下运行,不存在差压式流量计积液等问题。

[0036] 假设靶式流量计测量管内湿气平均流速为 v ,靶板受到流体的作用力为

[0037]
$$F = C_D A_0 \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (8)$$

[0038] 其中 C_D 流动阻力系数, A_0 为靶板迎流面积。因此,质量流量和体积流量分别为

[0039]
$$q_m = \rho v A = \left(\frac{2 \rho F}{C_D A_0} \right)^{1/2} A = k_{qm} A F^{1/2} \quad (9a)$$

[0040]
$$q_v = v A = \left(\frac{2 F}{\rho C_D A_0} \right)^{1/2} A = k_{qv} A F^{1/2} \quad (9b)$$

[0041] 其中, k_{qm} 为质量流量系数, $k_{qm} = \left(\frac{2 \rho}{C_D A_0} \right)^{1/2}$, k_{qv} 为体积流量系数, $k_{qv} = \left(\frac{2}{\rho C_D A_0} \right)^{1/2}$

[0042] 湿气流量得到后,气相流量和液相流量可以根据含气(液)率计算得到。

[0043] 本实用新型的测试系统用于天然气湿气流量在线测量。系统利用倒U型管6测量湿气密度;利用压力传感器1、温度传感器2来测量获得湿气压力和温度,在已知气相成分的时候,根据温度和湿度可获知湿气中气相密度,而液相可假设为不可压缩流体,根据油水比例可估算其密度而误差不大;这样,含气率和含液率也可以计算得到;在湿气密度已知的情况下,靶式流量计12可以测量湿气的质量流量和体积流量,根据湿气的含液(气)率,可计算出气相和液相的分相流量。

[0044] 系统中弯管内部都放置了导流片以减弱二次流的影响,倒U型管上升管段、下降管段起始位置,以及靶式流量计入口前都装有整流器以保证进入测量段流动的均匀性和一致性。

[0045] 系统中差压传感器I、差压传感器II,压力传感器,温度传感器和靶式流量计测量信号都传输到数据处理计算机进行分析处理、显示记录和输出。

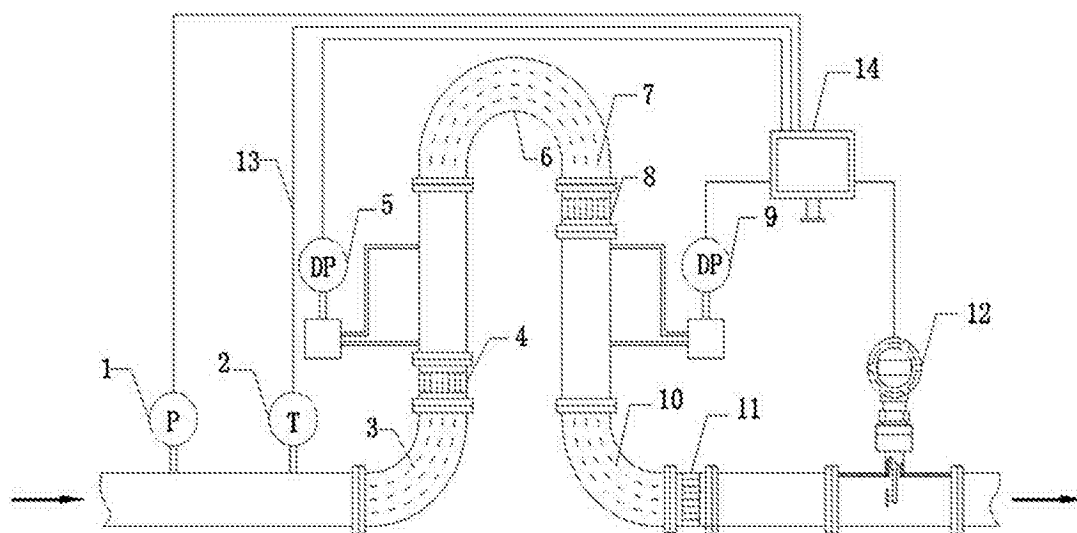


图1

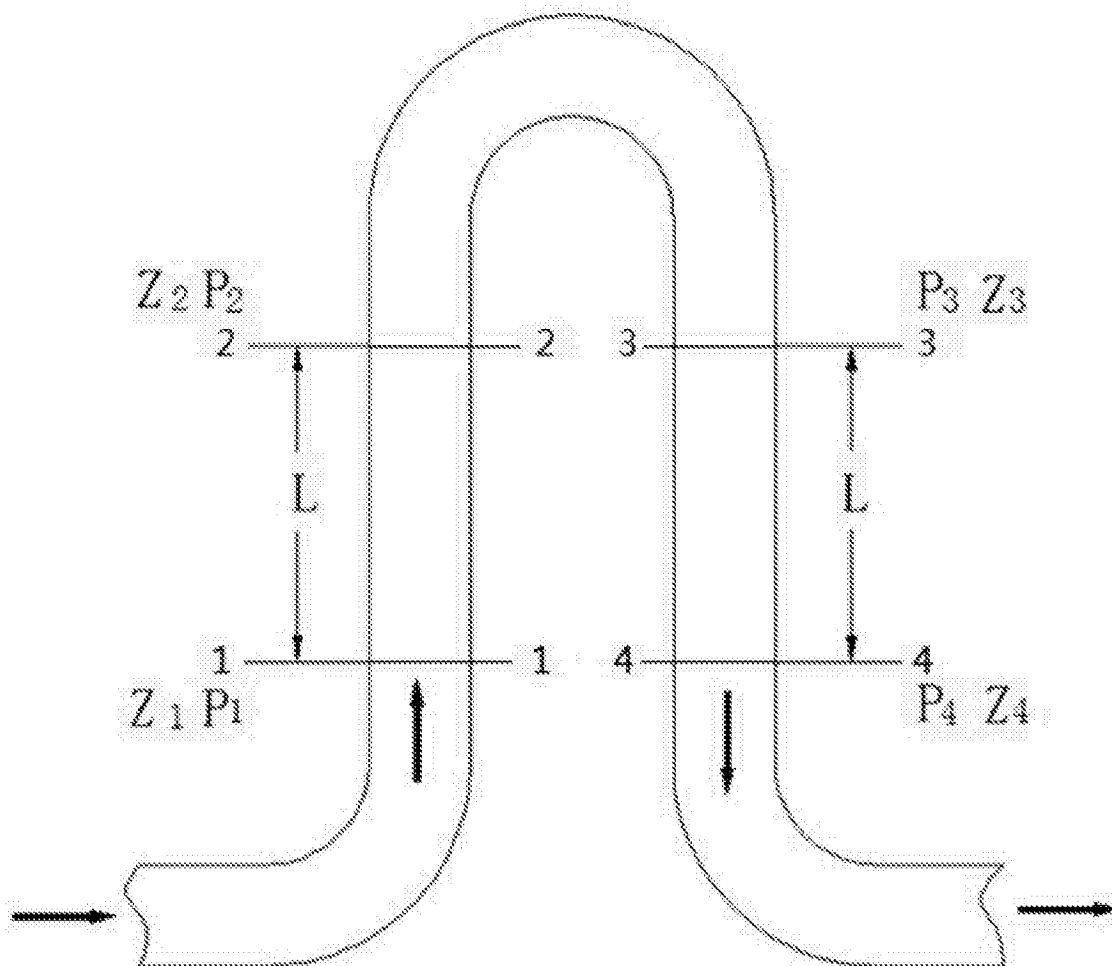


图2