(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104502447 A
(43)申请公布日 2015.04.08

(21)申请号 201410763753.8

(22)申请日 2014.12.12

(71)申请人 郑州光力科技股份有限公司
地址 450001 河南省郑州市高新技术产业开发区长椿路10号

(72)发明人 赵彤宇 李波 刘东旭 赵静涛 郭洪斌

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119
代理人 牛爱周

(51)Int.Cl.
G01N 29/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种超声波气体浓度传感器的标定方法

(57)摘要

本发明公开了一种超声波气体浓度传感器的标定方法，属于气体检测技术领域。该标定方法，选取浓度点（100%、100%）、(C_{ori}、C_{act})为两个外部浓度点，建立两个外部浓度点的浓度修正曲线为 $C_{out}=k\cdot C_{orig}+b$，$k=\frac{1-C_{act}}{1-C_{ori}}$，$b=\frac{C_{act}-C_{ori}}{1-C_{ori}}$，$C_{act}$，$C_{ori}\leqslant 1$，其中 C_{ori}为超声波气体浓度传感器测量的标定时待测气体测量值，C_{act}为标准测量仪器检测的标定时待测气体测量值，读出超声波气体浓度传感器的实际测量值 C_{orig}带入浓度修正曲线 $C_{out}=k\cdot C_{orig}+b$，计算得出超声波气体浓度传感器的真实值 C_{out}。本发明超声波气体浓度传感器的标定方法，确保基于二元混合气体设计的超声波气体浓度传感器在干扰气体存在的条件下仍然可以准确测量气体浓度，且不受干扰气体和待测气体浓度变化的影响。

CN 104502447 A

1. 一种超声波气体浓度传感器的标定方法，其特征在于，包括以下操作步骤：

1）采用超声波气体浓度传感器检测混合气体中待测气体 a 的浓度，得 C_{ori}；

采用标准测量仪器检测混合气体中待测气体 a 的浓度，得 C_{act}；

其中，所述混合气体由气体 a、气体 b 和干扰气体组成；所述超声波气体浓度传感器是基于气体 a 和气体 b 的二元混合气体设计的；

2）以浓度点（100％、100％）、(C_{ori}、C_{act}）为两个外部浓度点，通过线性拟合的方式建立浓度修正曲线为 $C_{out}=k\cdot C_{orig}+b$，$k=\frac{1-C_{act}}{1-C_{ori}}$，$b=\frac{C_{act}-C_{ori}}{1-C_{ori}}$，$C_{act}, C_{ori}\leqslant 1$；$C_{out}$为超声波气体浓度传感器检测待测气体的真实值；$C_{orig}$为超声波气体浓度传感器的实际测量值。

一种超声波气体浓度传感器的标定方法

技术领域

[0001] 本发明属于气体检测技术领域，具体涉及一种超声波气体浓度传感器的标定方法。

背景技术

[0002] 超声波是一种振动频率高于声波的机械波，具有频率高、波长段、绕射现象小，特别是方向性好，能够成为射线而定向传播等特点。超声波传感器是利用超声波的特性研制而成的传感器，可用于检测透明或有色物体，也可用于检测气体浓度。

[0003] 超声波气体传感器通常是基于二元混合气体的超声波气体传感器，二元混合气体在常温常压下可以看作是理想气体，超声波是以很高速度作小振幅振动从而在气体中传播的，其过程可以看做绝热过程，气体可以用状态方程来描述，其声速值可以由其分子量、温度等参数来计算，超声波气体传感器易于上述理论基础进行气体浓度测量的理论公式为：$C=\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ 式中 γ 表示气体定压比热 C_p 与质量定容比热 C_v 的比值；R 表示朴普适气体常数；M 表示气体摩尔分子量；T 表示绝对温度。对于二元气体，

[0004] $$\overline{C}=\sqrt{\frac{\overline{\gamma}RT}{\overline{M}}} \quad (1)\ ,$$

[0005] 其中 $$\overline{\gamma}=\frac{n_aC_{pa}+n_bC_{pb}}{n_aC_{va}+n_bC_{vb}} \quad (2),$$

[0006] 且 $n_a+n_b=1$；$$\overline{M}=n_aM_a+n_bM_b \quad (3),$$

[0007] 其中 n_a、n_b 为 a、b 两种气体的含量，C_{pa}、C_{pb} 为 a、b 两种气体的定压比热，C_{va}、C_{vb} 为 a、b 两种气体的定容比热，M_a、M_b 为 a、b 两种气体的分子量。

[0008] 将公式 (2) 和公式 (3) 带入公式 (1)，并令 $Y=\frac{\overline{\gamma}}{\overline{M}}=\frac{C^2}{R\times T}$，整理得到

[0009] $$An_a^2+Bn_a+K=0 \quad (4)$$

[0010] 其中 $A=(M_aC_{va}+M_bC_{vb}-M_aC_{vb}+M_bC_{va})Y$，$B=(M_aC_{vb}+M_bC_{va}-2C_{vb}M_b)Y-C_{pa}+C_{pb}$，

[0011] $K=M_bC_{vb}Y-C_{pb}$，求解公式 (4) 即得气体 a 的浓度。

[0012] 但是超声波传播时容易受到传播介质、温度、湿度、压力等因素的影响，尤其是传播介质的改变对超声波气体浓度测量会产生极大影响，，那么对于目前基于二元混合气体设计的超声波浓度传感器，理想状态下待测气体只能是两种气体的混合介质，一旦混入其他气体后，超声波气体浓度测量值会产生极大的误差，甚至不能正常测量。

发明内容

[0013] 为了克服现有技术的缺陷，本发明的目的在于提供一种超声波气体浓度传感器的标定方法，使超声波气体浓度传感器在干扰气体存在的情况下仍可以准确测量待测气体的浓度。

[0014] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案如下：

[0015] 一种超声波气体浓度传感器的标定方法，包括以下操作步骤：

[0016] 1）采用超声波气体浓度传感器检测混合气体中待测气体 a 的浓度，得 C_{ori}；

[0017] 采用标准测量仪器检测混合气体中待测气体 a 的浓度，得 C_{act}；

[0018] 其中，所述混合气体由气体 a、气体 b 和干扰气体组成；所述超声波气体浓度传感器是基于气体 a 和气体 b 的二元混合气体设计的；

[0019] 2）以浓度点（100％、100％）、（C_{ori}、C_{act}）为两个外部浓度点，通过线性拟合的方式建立浓度修正曲线为 $C_{out}=k\cdot C_{orig}+b$，$k=\frac{1-C_{act}}{1-C_{ori}}$，$b=\frac{C_{act}-C_{ori}}{1-C_{ori}}$，$C_{act}$，$C_{ori}\leqslant 1$；$C_{out}$为超声波气体浓度传感器检测待测气体的真实值；$C_{orig}$为超声波气体浓度传感器的实际测量值。

[0020] 采用上述标定方法标定后的超声波气体浓度传感器在实际检测过程中混合气体成分相比标定时混合气体成分含量发生变化，甚至出现某种气体成分含量为 0，无需重新标定；如果相比标定时混合气体成分中出现额外的干扰气体成分或干扰气体浓度大于标定时浓度，则需要采用上述方法对超声波气体浓度传感器重新标定。

[0021] 本发明超声波浓度传感器的标定方法，选取浓度点（100％、100％）、（C_{ori}、C_{act}）为两个外部浓度点，其中 C_{ori}为超声波浓度传感器测量的标定时待测气体测量值，C_{act}为标准测量仪器检测的标定时待测气体测量值，在现场标定时（C_{ori}、C_{act}）为确定的浓度点，那么 $k=\frac{1-C_{act}}{1-C_{ori}}$，$b=\frac{C_{act}-C_{ori}}{1-C_{ori}}$为确定值，由于在现场标定时已包含各种干扰因素，如干扰气体、压力、湿度等，因此在现场标定完成确定出 k 和 b 值后，在干扰因素，尤其是干扰气体不发生变化且干扰气体浓度不大于现场标定时浓度的前提下，气体浓度发生变化仍然可通过确定的 k 和 b 值，得出超声波气体浓度传感器的实际测量值 C_{orig}带入浓度修正曲线 $C_{out}=k\cdot C_{orig}+b$，计算得出超声波气体浓度传感器的真实值 C_{out}。本发明超声波气体浓度传感器的标定方法，确保基于二元混合气体设计的超声波气体浓度传感器在干扰气体存在的条件下仍然可以准确测量气体浓度，且不受干扰气体和待测气体浓度变化的影响。

具体实施方式

[0022] 下面结合具体实施例对本发明作进一步详细说明，但不构成对本发明的任何限制。

[0023] 实施例 1

[0024] 本实施例现场标定环境为：1）气体介质：空气、甲烷和氮气混合气体介质，其中体积百分含量为空气浓度为 60％，甲烷浓度为 15％；2）温度 30℃；3）湿度 70％ RH；4）绝对压力 92kPa。

[0025] 超声波气体浓度传感器是基于空气和甲烷二元混合气体设计的超声波浓度传感

器，用于检测甲烷的浓度。

[0026] 本实施例超声波浓度传感器的标定方法，具体操作步骤为：

[0027] 1）采用甲烷气体的光干涉型甲烷传感器 CJG10 检测出甲烷的浓度为 15.1%；超声波气体浓度传感器测量出的甲烷的浓度为 17.02%；

[0028] 2）线性拟合建立（17.02%，15.1%）和（100%，100%）的浓度修正曲线为：C_{out} = 1.023 • C_{orig}-2.313。

[0029] 在现场气体介质的气体种类不发生变化且氮气浓度不大于标定时的 25%的前提下，当混合气体的构成的体积百分含量为空气 75%，甲烷 10%，氮气 15%时，读出超声波浓度传感器的实际测量值 11.63%，带入本实施例标定出的浓度曲线 C_{out} = 1.023 • C_{orig}-2.313，即求解得出超声波气体浓度传感器的真实值 C_{out} = 9.58%，基本接近真实的甲烷浓度。

[0030] 实施例 2

[0031] 本实施例现场标定环境为：1）气体介质：空气、甲烷和二氧化碳混合气体介质，其中其中体积百分含量为空气浓度为 50%，甲烷浓度为 35%，二氧化碳浓度为 15%；2）温度 25℃；3）湿度 85% RH；4）绝对压力 86kPa。

[0032] 超声波气体浓度传感器是基于空气和甲烷二元混合气体设计的超声波浓度传感器，用于检测甲烷的浓度。

[0033] 本实施例超声波浓度传感器的标定方法，具体操作步骤为：

[0034] 1）采用甲烷气体的光干涉型甲烷传感器 CJG10 检测出甲烷的浓度为 35.5%；超声波气体浓度传感器测量出的甲烷的浓度为 11.12%；

[0035] 2）线性拟合建立（11.12%，35.5%）和（100%，100%）的浓度修正曲线为：C_{out} = 0.725 • C_{orig}+27.43。

[0036] 在现场气体介质的气体种类不发生变化且二氧化碳浓度不大于标定时的 20%前提下，当混合气体的组分体积为空气浓度为 50%，甲烷浓度为 40%，氮气浓度为 10%时，读出超声波浓度传感器的实际测量值 18.72%，带入本实施例标定出的浓度曲线 C_{out} = 0.725 • C_{orig}+27.43，即求解得出超声波气体浓度传感器的真实值 41.00%，基本接近真实的甲烷浓度。