



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106338323 B

(45)授权公告日 2017.06.20

(21)申请号 201610807529.3

(22)申请日 2016.09.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106338323 A

(43)申请公布日 2017.01.18

(73)专利权人 武汉市度量衡管理所

地址 430023 湖北省武汉市东西湖区金银潭现代企业城一期A10栋1-3层

(72)发明人 李杨 黄胜泉 陈燕飞

(74)专利代理机构 武汉华旭知识产权事务所

42214

代理人 刘荣 周宗贵

(51)Int.Cl.

G01F 25/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2004/0200259 A1,2004.10.14,

CN 102680058 A,2012.09.19,

CN 203785749 U,2014.08.20,

CN 105806453 A,2016.07.27,

CN 204286552 U,2015.04.22,

CN 2783275 Y,2006.05.24,

崔艳芳等.基于力控与PLC的流量计自动标定系统.《仪器仪表学报》.2005,第26卷(第8期),第621-623,629页.

审查员 刘斌

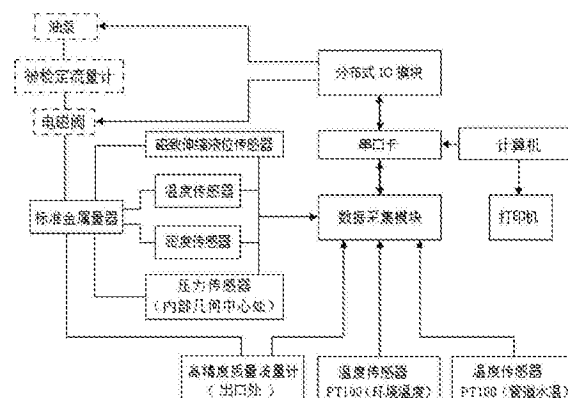
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种流量计现场检定方法及检定系统

(57)摘要

本发明涉及一种流量计现场检定方法及检定系统,在线检测被检定流量计内液体温度以及标准金属量器内的液体温度、液体密度、液体体积和几何中心处压力;计算标准金属量器内液体经过温度修正后的液体体积;测量在检测过程中挥发的油气体积及质量;计算实际液体质量或体积与被检定流量计现场示值的相对误差;检定系统包括控制器、数据采集单元、标准金属量器、高精度质量流量计、磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和打印机;本发明在标准金属量器的计量颈内安装高精度磁致伸缩液位传感器,用于测量计量颈处的液位高度,得出一定容积值,通过在线温度传感器的测量与修正,引入在线密度检测,检测精度和测量效率高。



1. 一种流量计现场检定方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 在线检测被检定流量计内液体温度 $t_m$ ,标准金属量器内的液体温度 $t_s$ 和液体体积 $V$ ,以及标准金属量器内部几何中心处的压力 $p_s$ ;

(2) 计算标准金属量器内液体经过温度修正后的修正体积 $V_s$ ,计算公式如下:

$$V_s = V [1 + \beta_s (t_s - 20)]$$

其中, $\beta_s$ 为标准金属量器膨胀系数;

(3) 采用容积检定法或质量检定法计算被检定流量计的相对误差 $E$ :

(a) 容积检定法,具体包括以下步骤:

(a-1) 计算标准金属量器的实际液体体积 $V_t$ ,计算公式如下:

$$V_t = V_s [1 + \beta (t_m - t_s)] [1 - k (p_m - p_s)];$$

其中, $\beta$ 为标准金属量器内装载液体的液体膨胀系数; $p_m$ 为标准金属量器输入管线中液体的压力; $t_m$ 为标准金属量器输入管线中液体的温度; $k$ 为设定的液体压缩系数;

(a-2) 计算被检定流量计的相对误差 $E$ ,计算公式为:

$$E = \frac{V_s - V_t}{V_t} \times 100\%$$

其中, $V_m$ 为被检定流量计的现场体积示值;

(b) 质量检定法,具体包括以下步骤:

(b-1) 在标准金属量器出口处安装高精度质量流量计,在线检测计量过程中通过高精度质量流量计的油气质量 $Q_y$ 和油气体积 $V_y$ ,计算挥发的油气质量 $Q_h$ ,计算公式为:

$$Q_h = Q_y \cdot \frac{V_y - V_s}{V_y};$$

(b-2) 在线检测标准金属量器内的液体密度 $\rho$ ,计算标准金属量器内的实际液体质量 $Q_s$ ,计算公式如下:

$$Q_s = V_s (\rho - \rho_0) + Q_h$$

其中, $\rho_0$ 为空气密度,在石油计量中取常数 $0.0011\text{kg/m}^3$ ;

(b-3) 计算公式如下:

$$E = \frac{Q_m - Q_s}{Q_s} \times 100\%$$

其中, $Q_m$ 为被检定流量计的现场质量示值。

2. 根据权利要求1所述的流量计现场检定方法,其特征在于:步骤(a-1)中, $p_m$ 通过被检定流量计输入管线上的在线压力表直接读取, $t_m$ 通过被检定流量计输入管线上的在线温度计或标准金属量器入口处的在线温度计直接读取。

3. 一种用于权利要求1所述流量计现场检定方法的检定系统,其特征在于:包括控制器、数据采集单元、标准金属量器、高精度质量流量计、磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和打印机,其中:

高精度质量流量计,安装于标准金属量器的出口处,用于测量标准金属量器挥发的油气质量;

磁致伸缩液位传感器,安装于标准金属量器的计量颈处,用于测量标准金属量器内液

体体积；

温度传感器,包括2个以上热电偶温度计,用于测量被检定流量计内液体温度和标准金属量器内的液体温度；

密度传感器,安装于标准金属量器上,用于测量标准金属量器内的液体密度；

压力传感器,安装于标准金属量器内部几何中心处,用于测量标准金属量器内部压力；

溢流报警器,安装于标准金属量器上,溢流报警器与控制器电性连接；

数据采集单元,用于采集磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和高精度质量流量计的信号并传输至控制器,包括数据采集模块、串口卡和分布式I/O模块,数据采集模块和分布式I/O模块均通过串口卡与控制器信息交互,磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和高精度质量流量计均连接至数据采集模块；

控制器,接收数据采集单元采集的数据并对标准金属量器内的检测液体体积进行计算和修正,计算标准金属量器的实际液体体积 $V_t$ 或实际液体质量 $Q_s$ 以及被检定流量计的相对误差 $E$ ；

打印机,与控制器电性连接,现场打印检定原始记录、检定证书和检定标签。

4. 根据权利要求3所述的检定系统,其特征在于:所述标准金属量器的不确定度在包含因子 $k=2$ 时不大于0.025%,高精度质量流量计的精度等级不大于0.1,磁致伸缩液位传感器的分辨率 $\leq 0.1\text{mm}$ 、非线性度 $\leq 0.05\%\text{FS}$ ,密度传感器的精度等级不大于0.05。

5. 根据权利要求3所述的检定系统,其特征在于:所述热电偶温度计的分度值为 $0.1^\circ\text{C}$ 、测量范围为 $-10^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。

## 一种流量计现场检定方法及检定系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种流量计现场检定方法及检定系统,属于流量计现场检定技术领域。

### 背景技术

[0002] 液体容积式流量计现场检定常用的方法是容积法(容器为开放式结构);质量流量计现场检定常用的方法是容积法与密度计配套,用容积法计量通过流量计的标准器处体积值,并使用标准密度计测得介质密度值,然后按照公式计算标准器测得的质量,这是一种间接测量方法。

[0003] 现有流量计现场检定方法中,首先测量容器内液体体积 $V$ ,再将水银温度计放入温度计保温盒等待热平衡,过半分钟之后再测量容器内液体温度 $t_s$ ,此时因为环境温度与液体温度的不一致,液体温度 $t_s$ 可能是缓慢变化的,因而引起液体体积 $V$ 的改变,造成容器内液体实际体积 $V_s$ 的测量不准确(先放入保温盒测量液体温度 $t_s$ ,会造成液体体积 $V$ 变化)。液体取样后,使用玻璃温度计测量样品温度,玻璃密度计测量样品密度,测量先后不同产生的温度变化,也会引起液体密度的轻微改变,造成样品的样品密度测量不准确。

[0004] 在现有测量方法中,密度是通过一系列测量与两次查询(《石油计量表GB/T1885-1998专用》)得到的,测量步骤繁琐,引入的不确定度来源多。由于石油产品具有较强的挥发性,在石油产品注入和流出标准金属量器的过程中均存在油气挥发外溢,损耗率在不同环境下可达0.05%~0.10%(参见GB11085-89《散装液体石油产品损耗》),影响测量结果的准确度,现有测量方法没有考虑此因素的影响。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,并提供一种流量计现场检定方法及检定系统,采用标准金属量器作为计量的标准器,对原来配置的标准金属量器进行改造,在标准金属量器的计量颈内安装高精度磁致伸缩液位传感器,用于实时测量计量颈处的液位高度(代替游标卡尺的功能),从而得出一定容积值;通过在线温度传感器的实时测量与修正,形成被检定流量计示值与标准金属量器中体积的对应关系,可计算体积相对误差;引入在线密度实时检测,形成被检定流量计示值与标准金属量器中质量的对应关系;还引入挥发油气质量的测量,最终形成被检定流量计示值与标准金属量器中液体质量及挥发油气质量之和的对应关系,计算出被检定流量计的质量相对误差。

[0006] 实现本发明目的所采用的技术方案为,一种流量计现场检定方法,包括如下步骤:

[0007] (1) 在线检测被检定流量计内液体温度 $t_m$ ,标准金属量器内的液体温度 $t_s$ 和液体体积 $V$ ,以及标准金属量器内部几何中心处的压力 $p_s$ ;

[0008] (2) 计算标准金属量器内液体经过温度修正后的修正体积 $V_s$ ,计算公式如下:

[0009]  $V_s = V [1 + \beta_s (t_s - 20)]$

[0010] 其中, $\beta_s$ 为标准金属量器膨胀系数;

[0011] (3) 采用容积检定法或质量检定法计算被检定流量计的相对误差E:

[0012] (a) 容积检定法,具体包括以下步骤:

[0013] (a-1) 计算标准金属量器的实际液体体积 $V_t$ ,计算公式如下:

$$[0014] \quad V_t = V_s [1 + \beta (t_m - t_s)] [1 - k (p_m - p_s)];$$

[0015] 其中, $\beta$ 为标准金属量器内装载液体的液体膨胀系数; $p_m$ 为标准金属量器输入管线中液体的压力; $t_m$ 为标准金属量器输入管线中液体的温度; $k$ 为设定的液体压缩系数;

[0016] (a-2) 计算被检定流量计的相对误差E,计算公式为:

$$[0017] \quad E = \frac{V_m - V_t}{V_t} \times 100\%$$

[0018] 其中, $V_m$ 为被检定流量计的现场体积示值;

[0019] (b) 质量检定法,具体包括以下步骤:

[0020] (b-1) 在标准金属量器出口处安装高精度质量流量计,在线检测计量过程中通过高精度质量流量计的油气质量 $Q_y$ 和油气体积 $V_y$ ,计算挥发的油气质量 $Q_h$ ,计算公式为:

$$[0021] \quad Q_h = Q_y \cdot \frac{V_y - V_s}{V_y};$$

[0022] (b-2) 在线检测标准金属量器内的液体密度 $\rho$ ,计算标准金属量器内的实际液体质量 $Q_s$ ,计算公式如下:

$$[0023] \quad Q_s = V_s (\rho - \rho_0) + Q_h$$

[0024] 其中, $\rho_0$ 为空气密度,在石油计量中取常数 $0.0011\text{kg/m}^3$ ;

[0025] (b-3) 计算公式如下:

$$[0026] \quad E = \frac{Q_m - Q_s}{Q_s} \times 100\%$$

[0027] 其中, $Q_m$ 为被检定流量计的现场质量示值。

[0028] 步骤(a-1)中, $p_m$ 通过被检定流量计输入管线上的在线压力表直接读取, $t_m$ 通过被检定流量计输入管线上的在线温度计或标准金属量器入口处的在线温度计直接读取。

[0029] 本发明还对应提供了用于上述流量计现场检定方法的检定系统,包括控制器、数据采集单元、标准金属量器、高精度质量流量计、磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和打印机,其中:

[0030] 高精度质量流量计,安装于标准金属量器的出口处,用于测量标准金属量器挥发的油气质量;

[0031] 磁致伸缩液位传感器,安装于标准金属量器的计量颈处,用于测量标准金属量器内液体体积;

[0032] 温度传感器,包括2个以上热电偶温度计,用于测量被检定流量计内液体温度和标准金属量器内的液体温度;

[0033] 密度传感器,安装于标准金属量器上,用于测量标准金属量器内的液体密度;

[0034] 压力传感器,安装于标准金属量器内部几何中心处,用于测量标准金属量器内部压力;

[0035] 溢流报警器,安装于标准金属量器上,溢流报警器与控制器电性连接;

[0036] 数据采集单元,用于采集磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传

感器、溢流报警器和高精度质量流量计的信号并传输至控制器,包括数据采集模块、串口卡和分布式I/O模块,数据采集模块和分布式I/O模块均通过串口卡与控制器信息交互,磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和高精度质量流量计均连接至数据采集模块;

[0037] 控制器,接收数据采集单元采集的数据并对标准金属量器内的检测液体体积进行计算和修正,计算标准金属量器的实际液体体积 $V_t$ 或实际液体质量 $Q_s$ 以及被检定流量计的相对误差 $E$ ;

[0038] 打印机,与控制器电性连接,现场打印检定原始记录、检定证书和检定标签。

[0039] 所述标准金属量器的不确定度不大于0.025% ( $k=2$ ),高精度质量流量计的精度等级不大于0.1,磁致伸缩液位传感器的分辨率 $\leq 0.1\text{mm}$ 、非线性度 $\leq 0.05\%\text{FS}$ ,密度传感器的精度等级不大于0.05。

[0040] 所述热电偶温度计的分度值为 $0.1^\circ\text{C}$ 、测量范围为 $-10^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ 。

[0041] 由上述技术方案可知,本发明提供的流量计现场检定方法中,采用在线测量的方式实时获取流量计内液体温度和标准金属量器内的液体温度,同时测量标准金属量器液体体积 $V$ ,标准金属量器液体体积 $V$ 与液体温度 $t_s$ 同时测量,避免了体积温度测量不同步引起的误差(温度测量偏差 $1^\circ\text{C}$ ,会产生体积误差0.005%,产生密度的误差0.1%),因此可计算得到准确的经过温度修正后的修正体积 $V_s$ ,不受到温度变化的影响,将显著提高整体测量精度;本方法直接测量标准金属量器中液体密度 $\rho$ ,不再通过测量样品视密度来查询 $\rho_{\text{标}}$ 与液体温度 $t_s$ 来间接计算液体密度 $\rho$ ,避免了《石油计量表GB/T1885-1998专用》的系统误差(《石油计量表GB/T1885-1998专用》本身是根据大量的实验总结产生,由于石油是一种天然矿产,成分非常复杂,各批次油品成分各不相同,使用该标准仍然会存在一定的系统误差),和因液体体积 $V$ 与液体温度 $t_s$ 测量不同步引起的查询体液体积修正系数VCF(通过查询《石油计量表GB/T1885-1998专用》得到,输入量为 $\rho_{\text{标}}$ 与液体温度 $t_s$ )的误差;由于石油产品具有较强的挥发性,在石油产品注入和流出标准金属量器的过程中均存在油气挥发外溢,损耗率在不同环境下可达0.05%~0.10%(参见GB11085-89《散装液体石油产品损耗》),有鉴于此,本方法引入挥发的油气质量,采用标准金属量器出口处的高精度质量流量计计量挥发油气的质量,因此检定精度更高,精度等级可达0.2级及以下,适用于常用流速 $0\sim 150\text{m}^3/\text{s}$ 的大尺寸工业用流量计,测量介质可为水、汽油、柴油。

[0042] 本发明提供的检定系统,检定对象可为质量流量计或容积式流量计,采用标准金属量器作为计量的标准器,在标准金属量器的出口处安装高精度质量流量计,相比于现有容积法检定方法中仅采用标准金属量器,本发明增加高精度质量流量计,可测量检测过程中挥发油气的质量,进而大大提高检定精度;对原来配置的标准金属量器进行改造,在标准金属量器的计量颈内安装高精度磁致伸缩液位传感器,用于测量计量颈处的液位高度(代替游标卡尺的功能),从而得出一定容积值,在标准金属量器内部几何中心处安装压力传感器,可测量标准金属量器内部压力,通过多个热电偶在线检测流量计内液体温度 $t_m$ 和标准金属量器内的液体温度 $t_s$ ,对体积检测值进行修正,增加密度传感器,直接测量标准金属量器内的液体密度,减少《石油计量表GB/T1885-1998》系统误差;为提高系统测量准确性,设置防溢流报警器,溢流报警器安装于标准金属量器上并且与控制器电性连接,如果标准金属量器内装入液体达到测量范围临界线,防溢流报警器将发出信号,控制器关闭用于液体

装载的油泵,保证装载过程中标准金属量器内介质液位始终控制在计量颈范围内,能够测量出容积;控制器将采集到的数据进行计算,自动计算出误差、重复性,得出检定结果,控制器直接连接打印机,能现场打印检定原始记录、检定证书、检定标签,检定数据直接存储于控制器中。

[0043] 上述器件中,标准金属量器的不确定度不大于0.025% ( $k=2$ ),高精度质量流量计的精度等级不大于0.1,磁致伸缩液位传感器的分辨率 $\leq 0.1\text{mm}$ 、非线性度 $\leq 0.05\%\text{FS}$ ,密度传感器的精度等级不大于0.05,温度传感器为分度值 $0.1^\circ\text{C}$ 、测量范围 $-10^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ 的热电偶温度计,计量标准(检定系统)的扩展不确定度一般应比被检计量器具的准确度高3到10倍,该检定系统的检定对象(被检流量计)的精度等级不高于0.2级,选用如上计量标准器组成的计量标准的扩展不确定度在0.05%以内,确保测量结果的有效性。

[0044] 本发明对现有标准金属量器进行改进,计量颈内安装高精度磁致伸缩液位传感器,通过多个热电偶在线检测介质温度,并且增加密度传感器直接检测介质密度,消除了传统人工目测所带来的人为误差,使整个操作从原来的人工操作转变成全自动数据采集和计算,不仅减轻了劳动强度、缩短了测量时间,还简化了测量过程,优化了计算方法,减少了系统误差,提高了检测精度和测量效率。

## 附图说明

[0045] 图1为本发明提供的检定系统的结构框图。

## 具体实施方式

[0046] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细具体说明,本发明的内容不局限于以下实施例。

[0047] 实施例1:一种流量计现场检定方法(质量检定法),适用于质量流量计,包括如下步骤:

[0048] (1) 在线检测被检定质量流量计内液体温度 $t_m$ 以及标准金属量器内的液体温度 $t_s$ 、液体密度 $\rho$ 和液体体积 $V$ ;

[0049] (2) 计算标准金属量器内液体经过温度修正后的修正体积 $V_s$ ,计算公式如下:

$$[0050] \quad V_s = V [1 + \beta_s (t_s - 20)]$$

[0051] 其中, $\beta_s$ 为标准金属量器膨胀系数;

[0052] (3) 计算标准金属量器内的实际液体质量 $Q_s$ ,计算公式如下:

$$[0053] \quad Q_s = V_s (\rho - \rho_0) + Q_h$$

[0054] 其中, $\rho_0$ 为空气密度, $Q_h$ 为标准金属量器挥发的油气质量,标准金属量器挥发的油气质量 $Q_h$ 的计算公式为:

$$[0055] \quad Q_h = Q_y \cdot \frac{V_y - V_s}{V_y}$$

[0056] 其中, $Q_y$ 为计量过程中通过标准金属量器出口处的高精度质量流量计的油气质量, $V_y$ 为计量过程中通过标准金属量器出口处的高精度质量流量计的油气体积;

[0057] (4) 计算被检定质量流量计的相对误差 $E$ ,计算公式如下:

[0058] 
$$E = \frac{Q_m - Q_s}{Q_s} \times 100\%$$

[0059] 其中,  $Q_m$  为被检定质量流量计的现场示值。

[0060] 利用本实施例提供的流量计现场检定方法计算标准金属量器的实际液体质量, 测量不确定度见下表:

[0061]

| 序号                                                                                                                  | 符号    | 不确定度来源   | 输入不确定度 | 分布类型 | 包含因子 | y 的标准不确定度 $U_r(x_i)$ | 对总不确定度的贡献 $C_r(x_i)U_r(x_i)$ (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|--------|------|------|----------------------|----------------------------------|
| 1                                                                                                                   | V     | 标准量器     | 0.025% | 正态   | 2    | 0.0125%              | 0.0125%                          |
| 2                                                                                                                   | $t_m$ | 流量计温度    | 0.1℃   | 正态   | 2    | 0.05℃                | 0.00025%                         |
| 3                                                                                                                   | $t_s$ | 标准器温度    | 0.1℃   | 正态   | 2    | 0.05℃                | 0.00025%                         |
| 4                                                                                                                   | p     | 电子密度计    | 0.05%  | 正态   | 2    | 0.025%               | 0.025%                           |
| 5                                                                                                                   | $Q_y$ | 高精度质量流量计 | 0.10%  | 正态   | 2    | 0.05%                | 0.00005%                         |
| 合成标准不确定度:                                                                                                           |       |          |        |      |      |                      |                                  |
| $u = \sqrt{C_r(V)U_r(V)^2 + C_r(t_m)U_r(t_m)^2 + C_r(t_s)U_r(t_s)^2 + C_r(p)U_r(p)^2 + C_r(Q_y)U_r(Q_y)^2} = 0.028$ |       |          |        |      |      |                      |                                  |
| 扩展不确定:                                                                                                              |       |          |        |      |      |                      |                                  |
| $U = 2 \times u_B = 0.056\% (k=2)$                                                                                  |       |          |        |      |      |                      |                                  |

[0062] 由上表可知, 本实施例提供的流量计现场检定方法, 测量不确定度小, 计算结果与被测量的真值接近, 使用价值高。

[0063] 实施例2: 一种流量计现场检定方法 (容积检定法), 适用于容积式流量计, 包括如下步骤:

[0064] (1) 在线检测位于标准金属量器入口处的容积式流量计 (被检定流量计) 内液体温度  $t_m$ , 标准金属量器内的液体温度  $t_s$  和液体体积 V, 以及标准金属量器内部几何中心处的压力  $p_s$ ;

[0065] (2) 计算标准金属量器内液体经过温度修正后的修正体积  $V_s$ , 计算公式如下:

[0066] 
$$V_s = V [1 + \beta_s (t_s - 20)]$$

[0067] 其中,  $\beta_s$  为标准金属量器膨胀系数;

[0068] (3) 计算标准金属量器的实际液体体积  $V_t$ , 计算公式如下:

[0069] 
$$V_t = V_s [1 + \beta (t_m - t_s)] [1 - k (p_m - p_s)];$$

[0070] 其中,  $\beta$  为标准金属量器内装载液体的液体膨胀系数;  $p_m$  为被检定流量计输入管线上的在线压力表的显示值;  $t_m$  为被检定流量计前端的在线温度计的显示值 (当被检流量计没有配套在线温度计时以流量计现场检定系统入口处在线温度计的显示值代替);  $k$  为设定的液体压缩系数;

[0071] (4) 计算被检定流量计的相对误差E,计算公式为:

$$[0072] \quad E = \frac{V_s - V_t}{V_t} \times 100\%$$

[0073] 其中,  $V_m$  为被检定流量计的现场体积示值。

[0074] 利用本实施例提供的检定方法计算标准金属量器的实际液体体积,测量不确定度见下表:

[0075]

| 序号                                                                                                           | 符号         | 不确定度来源 | 输入不确定度  | 分布类型 | 包含因子       | y 的标准不确定度 $U_r(x_i)$ | 对总不确定度的贡献 $C_r(x_i)U_r(x_i)$ (%) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|---------|------|------------|----------------------|----------------------------------|
| 1                                                                                                            | $V$        | 标准量器   | 0.025 % | 正态   | 2          | 0.0125%              | 0.0125%                          |
| 2                                                                                                            | $t_m$      | 流量计温度  | 0.1℃    | 正态   | 2          | 0.05℃                | 0.00025%                         |
| 3                                                                                                            | $t_s$      | 标准器温度  | 0.1℃    | 正态   | 2          | 0.05℃                | 0.00025%                         |
| 4                                                                                                            | $p_\Delta$ | 流量计压力差 | 0.4%    | 均匀   | $\sqrt{3}$ | 0.23%                | 0.00179%                         |
| 合成标准不确定度:                                                                                                    |            |        |         |      |            |                      |                                  |
| $u = \sqrt{C_r(V)U_r(V)^2 + C_r(t_m)U_r(t_m)^2 + C_r(t_s)U_r(t_s)^2 + C_r(p_\Delta)U_r(p_\Delta)^2} = 0.013$ |            |        |         |      |            |                      |                                  |
| 扩展不确定:                                                                                                       |            |        |         |      |            |                      |                                  |
| $U = 2 \times u_B = 0.026\% (k=2)$                                                                           |            |        |         |      |            |                      |                                  |

[0076] 由上表可知,本实施例提供的流量计现场检定方法,测量不确定度小,计算结果与被测量的真值接近,使用价值高。

[0077] 本发明还对应提供了用于上述流量计现场检定方法的检定系统,参见图1,包括控制器、数据采集单元、标准金属量器、高精度质量流量计、磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器(电子密度计)、压力传感器、溢流报警器和打印机,其中:

[0078] 标准金属量器为二等标准金属量器,其不确定度 $\leq 0.025\%$  ( $k=2$ );

[0079] 质高精度质量流量计,安装于标准金属量器的出口处,用于测量标准金属量器挥发的油气质量,精度等级不大于0.1;

[0080] 磁致伸缩液位传感器,安装于标准金属量器的计量颈处,用于测量标准金属量器的容积,分辨率 $\leq 0.1\text{mm}$ 、非线性度 $\leq 0.05\%\text{FS}$ 、测量范围为500mm~3000mm;

[0081] 温度传感器,包括3个分度值0.1℃、测量范围-10℃~50℃的热电偶温度计,分别用于测量流量计内液体温度、标准金属量器内的液体温度和环境温度;

[0082] 密度传感器,安装于标准金属量器上,用于测量标准金属量器内的液体密度,精度等级不大于0.05;

[0083] 压力传感器,安装于标准金属量器内部几何中心处,用于测量标准金属量器内部压力;

[0084] 溢流报警器,安装于标准金属量器上,溢流报警器与控制器电性连接,当标准金属量器内装入液体达到安全高度,防溢流报警器将发出信号,控制器关闭用于液体装载的油泵和控制油路通断的电磁阀(参见图1,电磁阀安装于被检定流量计与标准金属量器之间的管路上);

[0085] 数据采集单元,用于采集磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和高精度质量流量计的信号并传输至控制器,包括数据采集模块、串口卡和分布式I/O模块,数据采集模块和分布式I/O模块均通过串口卡与控制器信息交互,磁致伸缩液位传感器、温度传感器、密度传感器、压力传感器、溢流报警器和高精度质量流量计均连接至数据采集模块,油泵和电磁阀均连接至分布式I/O模块;

[0086] 控制器,选用内置控制程序与打印机驱动程序的计算机,接收数据采集单元采集的数据并对标准金属量器内的检测液体体积进行计算和修正,计算标准金属量器的实际液体体积 $V_t$ 或实际液体质量 $Q_s$ 以及被检定流量计的相对误差 $E$ ;

[0087] 打印机,与计算机电性连接,能现场打印检定原始记录、检定证书、检定标签。

[0088] 该检定系统能满足常用流速 $0\sim 150\text{m}^3/\text{s}$ 的容积式流量计及质量流量计的测量,测量介质为水、汽油、柴油,在一次测量过程中液体温度变化一般不超过 $2^\circ\text{C}$ 。

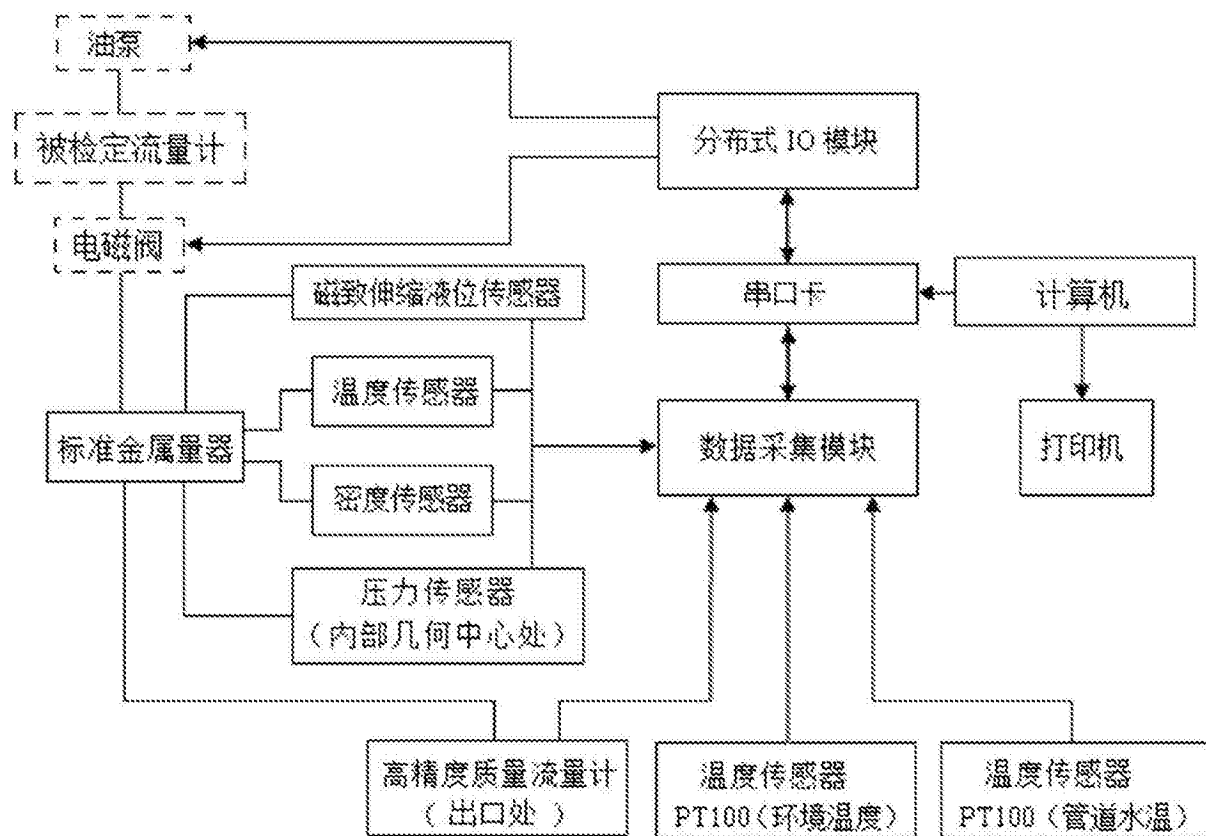


图1