



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109443461 A

(43)申请公布日 2019. 03. 08

(21)申请号 201811267793.8

(22)申请日 2018.10.29

(71)申请人 重庆耐德工业股份有限公司

地址 401121 重庆市渝北区北部新区黄山
大道中段杨柳路6号

(72)发明人 樊少冬 张金桥

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 罗满

(51)Int.Cl.

G01F 1/50(2006.01)

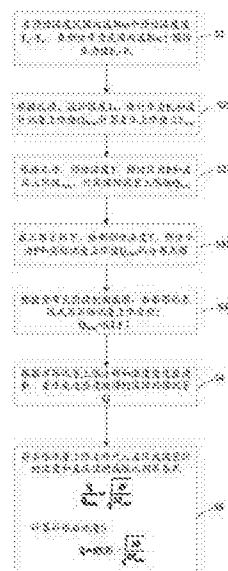
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种差压式流量计温压补偿方法

(57)摘要

本发明提供了一种差压式流量计温压补偿方法,选取 m 个预估温度值 $T_1 \sim T_m$,选取 n 个预估压力值 $P_1 \sim P_n$;根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 Q_{0max} 、 m 个预估温度 T 、 n 个预估压力 P 、相应的物性参数,得到对应的实际流量上限值 Q_{max} ;根据实际流量上限值 Q_{max} 、预估温度 T 和预估压力 P 的关系得到实际流量上限方程: $Q_{max} = f(T, P)$;根据实际流量上限方程和温度变送器读数、差压变送器读数得到实际补偿流量 Q ,在差压变送器读数的基础上利用实际流量上限方程计算得到补偿后的实际补偿流量 Q 。上述补偿计算方法中的实际流量上限方程与流体所处状态无关,可应用于气体和液体,不涉及压缩系数 z ,不需要测量压缩系数,应用范围更广,得到的补偿结果更加准确。



1. 一种差压式流量计温压补偿方法, 其特征在于, 包括:

S1、在预估温度范围内选取 m 个预估温度值 $T_1 \sim T_m$, 在预估压力范围内选取 n 个预估压力值 $P_1 \sim P_n$, m, n 为正整数;

S2、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 $Q_{0\max}$ 、 m 个预估温度 T 、 n 个预估压力 P 、以及所对应的数值确定的物性参数, 重复 $n*m$ 次计算, 得出所述预估温度 T 和所述预估压力 P 所对应的实际流量上限值 $Q_{\max}$;

S3、根据 $n*m$ 组所述实际流量上限值 $Q_{\max}$ 、所述预估温度 T 和所述预估压力 P 的关系得到实际流量上限方程:

$$Q_{\max} = f(T, P);$$

S4、根据所述实际流量上限方程和温度变送器读数、差压变送器读数得到实际补偿流量 Q 。

2. 根据权利要求1所述的差压式流量计温压补偿方法, 其特征在于, 所述S2、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 $Q_{0\max}$ 、 m 个预估温度 T 、 n 个预估压力 P 、以及所述物性参数重复 $n*m$ 次计算, 得出所述预估温度 T 和所述预估压力 P 所对应的实际流量上限值 $Q_{\max}$; 包括:

S21、根据所述孔径、所述设计温度 T_0 、所述设计压力 P_0 、所述设计流量上限值 $Q_{0\max}$ 和所述物性参数, 计算差压上限值 $\Delta P_{\max}$;

S22、根据所述孔径、所述预估温度 T 、所述实际压力 P 、所述差压上限值 $\Delta P_{\max}$ 和所述物性参数, 计算所述实际流量上限值 $Q_{\max}$ 。

3. 根据权利要求2所述的差压式流量计温压补偿方法, 其特征在于, 所述S3、根据所述实际流量上限值 $Q_{\max}$ 、所述预估温度 T 和所述预估压力 P 的关系得到实际流量上限方程:

$$Q_{\max} = f(T, P); \text{ 包括:}$$

S31、在三维坐标下, 绘制所述预估温度 T 、所述预估压力 P 和所述实际流量上限值 $Q_{\max}$ 的分布点图;

S32、根据所述分布点图绘制曲面图, 所述曲面图的表达式为所述实际流量上限方程:
 $Q_{\max} = f(T, P)$ 。

4. 根据权利要求3所述的差压式流量计温压补偿方法, 其特征在于, 根据所述分布点图中各点距离所述曲面图垂直距离的平方和最小。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的差压式流量计温压补偿方法, 其特征在于, 还包括:

S5、将所述实际流量上限方程代入差压式流量计的流量和差压值的线性比例关系式:

$$\frac{Q}{Q_{\max}} = \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

计算补偿后流量 Q :

$$Q = f(T, P) \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

Q 为实际温度压力下补偿后的流量;

ΔP 为差压式流量计的差压变送器读数;

$\Delta P_{\max}$ 为差压式流量计的差压变送器内预设的差压量程。

6.根据权利要求5所述的差压式流量计温压补偿方法,其特征在于,所述预估温度范围大于所述温度变送器的实际工作温度范围,所述预估压力范围大于所述差压变送器的实际工作温度范围。

一种差压式流量计温压补偿方法

技术领域

[0001] 本发明涉及流量检测技术领域,更进一步涉及一种差压式流量计温压补偿方法。

背景技术

[0002] 差压式流量计是一类应用广泛的流量计,其中孔板式差压流量计结构牢固,性能稳定可靠,在流体的流动管道上装设节流装置,其内装有一个孔板,孔板中心开有一个圆孔,其孔径比管道内径小,在孔板前流体稳定的向前流动,流体流过孔板时由于孔径变小,截面积收缩,使稳定流动状态被打乱,因而流速将发生变化,速度加快,流体的静压随之降低,于是在孔板前后产生压力降落,即差压(孔板前截面大的地方压力大,通过孔板截面小的地方压力小)。流量大时,差压就大,流量小时,差压就小,差压的大小和流体的流量有确定的数值关系,通过差压的数值测量流量。

[0003] 在化工生产中,常需要检测介质流量的大小,差压式流量计可用于大部分介质和工况,用途十分广泛,但差压式流量计的使用条件(如温度T和压力P)偏离了设计点,介质密度会发生变化,测量误差将会增大,为了减小测量误差,就需要做温差补偿。

[0004] 传统的差压式流量计温差补偿方法主要采用克拉伯龙方程,对介质密度进行修正,克拉伯龙方程补偿方法如下:

[0005] 克拉伯龙方程:

$$[0006] \quad P \cdot V = z \cdot n \cdot R \cdot T$$

[0007] 视压缩系数z、摩尔数n和理想气体常数R不变,因此得到补偿公式为:

$$[0008] \quad Q_N = Q_{N0} \cdot \sqrt{\frac{P + 1\text{atm}}{P_0 + 1\text{atm}} \cdot \frac{T_0 + 273.15}{T + 273.15}}$$

[0009] 或者

$$[0010] \quad Q_v = Q_{v0} \cdot \sqrt{\frac{P_0 + 1\text{atm}}{P + 1\text{atm}} \cdot \frac{T + 273.15}{T_0 + 273.15}}$$

[0011] Q_N 为介质在实际工况下的标方流量, Q_{N0} 为介质在设计工况下的标方流量;

[0012] Q_v 为介质在实际工况下的立方流量, Q_{v0} 为介质在设计工况下的立方流量;

[0013] P和T为介质在实际工况下的压力和温度;

[0014] P_0 和 T_0 为介质在设计工况下的压力和温度;

[0015] atm为一个大气压,V为气体的工况体积;

[0016] 上述方法只能针对温压小范围变化的情况,当温压变化范围较大时,克拉伯龙方程中的压缩系数z的变化范围也会较大,在补偿公式中,将会出现压缩系数z,由于补偿公式是连续公式,z的数值可能性有无穷多个,且又因为压缩系数z不易测量,克拉伯龙方程补偿公式使用受限。

[0017] 另外,克拉伯龙方程补偿法只能用于气体,而不能用于液体。某些液体介质(如:某些烃类等等)在温压变化时,密度变化也较大,也会引起较大的测量误差,也需要补偿。

[0018] 对于本领域的技术人员来说,如何提供一种应用范围广、计算结果准确的补偿计算方法,是目前需要解决的技术问题。

发明内容

[0019] 本发明提供了一种差压式流量计温压补偿方法,可应用于气体和液体计量补偿,补偿计算结果更加准确,具体方案如下:

[0020] 一种差压式流量计温压补偿方法,包括:

[0021] S1、在预估温度范围内选取m个预估温度值 $T_1 \sim T_m$,在预估压力范围内选取n个预估压力值 $P_1 \sim P_n$,m、n为正整数;

[0022] S2、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 Q_{0max} 、m个预估温度T、n个预估压力P、以及所对应的数值确定的物性参数,重复 $n*m$ 次计算,得出所述预估温度T和所述预估压力P所对应的实际流量上限值 Q_{max} ;

[0023] S3、根据 $n*m$ 组所述实际流量上限值 Q_{max} 、所述预估温度T和所述预估压力P的关系得到实际流量上限方程:

[0024] $Q_{max} = f(T, P)$;

[0025] S4、根据所述实际流量上限方程和温度变送器读数、差压变送器读数得到实际补偿流量Q。

[0026] 可选地,所述S2、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 Q_{0max} 、m个预估温度T、n个预估压力P、以及所述物性参数重复 $n*m$ 次计算,得出所述预估温度T和所述预估压力P所对应的实际流量上限值 Q_{max} ;包括:

[0027] S21、根据所述孔径、所述设计温度 T_0 、所述设计压力 P_0 、所述设计流量上限值 Q_{0max} 和所述物性参数,计算差压上限值 ΔP_{max} ;

[0028] S22、根据所述孔径、所述预估温度T、所述预估压力P、所述差压上限值 ΔP_{max} 和所述物性参数,计算所述实际流量上限值 Q_{max} 。

[0029] 可选地,所述S3、根据所述实际流量上限值 Q_{max} 、所述预估温度T和所述预估压力P的关系得到实际流量上限方程:

[0030] $Q_{max} = f(T, P)$; 包括:

[0031] S31、在三维坐标下,绘制所述预估温度T、所述预估压力P和所述实际流量上限值 Q_{max} 的分布点图;

[0032] S32、根据所述分布点图绘制曲面图,所述曲面图的表达式为所述实际流量上限方程: $Q_{max} = f(T, P)$ 。

[0033] 可选地,根据所述分布点图中各点距离所述曲面图垂直距离的平方和最小。

[0034] 可选地,还包括:

[0035] S5、将所述实际流量上限方程代入差压式流量计的流量和差压值的线性比例关系式:

[0036]
$$\frac{Q}{Q_{max}} = \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{max}}}$$

[0037] 计算补偿后流量Q:

$$[0038] \quad Q = f(T, P) \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

[0039] Q为实际温度压力下补偿后的流量；

[0040] ΔP 为差压式流量计的差压变送器读数；

[0041] $\Delta P_{\max}$ 为差压式流量计的差压变送器内预设的差压量程。

[0042] 可选地,所述预估温度范围大于所述温度变送器的实际工作温度范围,所述预估压力范围大于所述差压变送器的实际工作温度范围。

[0043] 本发明提供了一种差压式流量计温压补偿方法,在预估温度范围内选取m个预估温度值 $T_1 \sim T_m$,在预估压力范围内选取n个预估压力值 $P_1 \sim P_n$,一个预估温度值可对应于n个预估压力值,共 $n*m$ 组对应关系;根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 $Q_{0\max}$ 、m个预估温度 T 、n个预估压力 P 、以及所对应的数值确定的物性参数,重复 $n*m$ 次计算,依次得到 $n*m$ 组对应关系中预估温度 T 和预估压力 P 所对应的实际流量上限值 $Q_{\max}$;根据实际流量上限值 $Q_{\max}$ 、预估温度 T 和预估压力 P 的关系得到实际流量上限方程: $Q_{\max} = f(T, P)$;根据实际流量上限方程和温度变送器读数、差压变送器读数得到实际补偿流量 Q ,在差压变送器读数和温度变送器读数的基础上利用实际流量上限方程计算得到补偿后的实际补偿流量 Q ,实际补偿流量 Q 为更接近于实际流量值。上述补偿计算方法中的实际流量上限方程与流体所处状态无关,可应用于气体和液体,不涉及压缩系数 z ,因而不需要测量压缩系数,应用范围更广,得到的补偿结果更加准确。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1为本发明的差压式流量计温压补偿方法的流程图；

[0046] 图2为本发明的差压式流量计温压补偿方法进一步细化的流程图；

[0047] 图3为本发明具体实施例中实际流量上限值 $Q_{\max}$ 的分布点图；

[0048] 图4A为曲面图第一种方向的视图；

[0049] 图4B为曲面图第二种方向的视图；

[0050] 图4C为曲面图第三种方向的视图。

具体实施方式

[0051] 本发明提供了一种差压式流量计温压补偿方法,可应用于气体和液体计量补偿,补偿计算结果更加准确。

[0052] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面将结合附图及具体的实施方式,对本发明的差压式流量计温压补偿方法进行详细的介绍说明。

[0053] 如图1所示,为本发明的差压式流量计温压补偿方法的流程图,本发明的差压式流量计温压补偿方法包括以下步骤:

[0054] S1、在预估温度范围内选取 m 个预估温度值 $T_1 \sim T_m$,在预估压力范围内选取 n 个预估压力值 $P_1 \sim P_n$;其中 m 、 n 均为正整数,一个预估温度值对应 $P_1 \sim P_n$ 共 n 个预估压力值,同样地,一个预估压力值对应 $T_1 \sim T_m$ 共 m 个预估温度值,一共可选取 $n*m$ 有限组预估温度值和预估压力值对应关系,每组预估温度值和预估压力值均对应各种数值确定的物性参数,如粘度、等熵指数、压缩系数等,共得到 $n*m$ 组物性参数,这些物性参数可通过查找手册等方式得到。

[0055] S2、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 Q_{0max} 、 m 个预估温度 T 、 n 个预估压力 P 和物性参数,重复 $n*m$ 次计算,得出预估温度 T 和预估压力 P 所对应的实际流量上限值 Q_{max} ; $n*m$ 组预估温度值和预估压力值对应关系中,每组预估温度 T 和预估压力 P 可得到一个实际流量上限值 Q_{max} 。

[0056] S3、根据 $n*m$ 组实际流量上限值 Q_{max} 、预估温度 T 和预估压力 P 的关系得到实际流量上限方程:

[0057] $Q_{max} = f(T, P)$;

[0058] 实际流量上限方程 $Q_{max} = f(T, P)$ 即为补偿方程。在运用此公式时,括号中的 T 为温度变送器读数; P 为差压变送器的读数,也即将温度变送器读数代入公式中的 T ,差压变送器的读数代入公式中的 P 。预估温度 T 和预估压力 P 为选取的有限个数值,为已知量,并非温度变送器和差压变送器的读数,应区分公式中的 $f(T, P)$ 与预估温度 T 和预估压力 P 。

[0059] S4、根据实际流量上限方程和温度变送器读数、差压变送器读数得到实际补偿流量 Q 。预估温度 T 可在预估温度范围内等间距选取,预估压力 P 可在预估压力范围内等间距选取,通过有限组实际流量上限值 Q_{max} 、预估温度 T 和预估压力 P 的数值得到三者之间的关系,即为补偿方程 $Q_{max} = f(T, P)$,利用补偿方程计算时,括号中的 T 、 P 分别为温度变送器读数和差压变送器的读数,读数可为任意连续变化的数值。

[0060] 在差压变送器读数的基础上利用实际流量上限方程计算得到补偿后的实际补偿流量 Q ,实际补偿流量 Q 纠正了温度和压力对读数所造成的影响,更接近于实际流量值。上述补偿计算方法中的实际流量上限方程与流体所处状态无关,可应用于气体和液体,不涉及压缩系数 z ,因而不需要测量压缩系数,应用范围更广,得到的补偿结果更加准确。

[0061] 如图2所示,为本发明的差压式流量计温压补偿方法进一步细化的流程图;在上述方案的基础上,以上步骤S2、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 Q_{0max} 、 m 个预估温度 T 、 n 个预估压力 P 和对应的各种数值确定的物性参数(粘度、等熵指数、压缩系数等等,组数为 $n*m$ 有限组),重复 $n*m$ 次计算,得出预估温度 T 和预估压力 P 所对应的实际流量上限值 Q_{max} ;包括:

[0062] S21、根据孔径、设计温度 T_0 、设计压力 P_0 和设计流量上限值 Q_{0max} 和对应的物性参数,计算差压上限值 ΔP_{max} ;

[0063] S22、根据孔径、预估温度 T 、预估压力 P 和差压上限值 ΔP_{max} 和对应的物性参数,计算实际流量上限值 Q_{max} 。

[0064] 当测量介质确定后,在有限个预估温度、预估压力的组合下,可以查出各种物性参数(粘度、等熵指数、压缩系数等等)的确定值;除了各种物性参数以外,孔径、温度、压力、流量上限、差压上限五个值中,任意得知四个值可知另一个值;设计温度 T_0 和设计压力 P_0 指在预估温度为 T_0 和预估压力为 P_0 时不需要进行补偿;差压式流量计的孔径已经确定,步骤S21中,设计温度 T_0 、设计压力 P_0 、设计流量上限值 Q_{0max} 均为已知的确定值,利用上述四个值可计

算得到差压上限值 $\Delta P_{\max}$, 差压上限值 $\Delta P_{\max}$ 将设置为差压变送器的量程, 在不经人为修改时, 无论温度和压力如何变化, 这个值是固定的。

[0065] 步骤S22中, 差压上限值 $\Delta P_{\max}$ 、孔径为已知的确定值, 预估温度T、预估压力P均可通过事先选取的有限个预估温度和预估压力而得知, 四个值已知, 可计算得到实际流量上限值 $Q_{\max}$ 。

[0066] 更进一步, 步骤S3、根据实际流量上限值 $Q_{\max}$ 、预估温度T和预估压力P的关系得到实际流量上限方程: $Q_{\max} = f(T, P)$; 包括:

[0067] S31、在三维坐标下, 绘制预估温度T、预估压力P和实际流量上限值 $Q_{\max}$ 的分布点图, 共可绘制 $n \times m$ 个点, 得到的分布点图均为离散点。

[0068] S32、根据分布点图绘制曲面图, 曲面图的表达式为实际流量上限方程: $Q_{\max} = f(T, P)$ 。根据分布点图中的离散点绘制连续的曲面图, 以此曲面的表达式作为实际流量上限方程: $Q_{\max} = f(T, P)$ 。

[0069] 在绘制分布点图的过程中, 预估温度在 $T_1 \sim T_m$ 之间变化, 预估压力在 $P_1 \sim P_n$ 之间变化, 重复若干次计算, 得出实际流量上限值矩阵表:

[0070]

$$\begin{pmatrix} Q_{\max 11} & Q_{\max 12} & \cdots & Q_{\max 1(m-1)} & Q_{\max 1m} \\ Q_{\max 21} & Q_{\max 22} & \cdots & Q_{\max 2(m-1)} & Q_{\max 2m} \\ Q_{\max 31} & Q_{\max 32} & \cdots & Q_{\max 3(m-1)} & Q_{\max 3m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Q_{\max (n-1)1} & Q_{\max (n-1)2} & \cdots & Q_{\max (n-1)(m-1)} & Q_{\max (n-1)m} \\ Q_{\max n1} & Q_{\max n2} & \cdots & Q_{\max nm(m-1)} & Q_{\max nm} \end{pmatrix}$$

[0071] 通过此矩阵表绘制分布点图。

[0072] 由离散点形成的实际流量上限值 $Q_{\max}$ 分布点图可以通过多种方式拟合得到曲面图, 优选地, 可根据分布点图中各点距离曲面图垂直距离的平方和最小, 也即计算各个点距离曲面的垂直距离, 各距离求平方, $n \times m$ 个平方求和, 所得和值最小的曲面的方程作为实际流量上限方程: $Q_{\max} = f(T, P)$ 。

[0073] 在上述任一技术方案及其相互组合的基础上, 本发明的方法还包括:

[0074] S5、将实际流量上限方程代入差压式流量计的流量和差压值的线性比例关系式:

[0075]
$$\frac{Q}{Q_{\max}} = \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

[0076] 计算补偿后流量Q:

[0077]
$$Q = f(T, P) \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

[0078] 其中:

[0079] Q为实际温度压力下补偿后的流量;此值为最终所要得到的流量值。

[0080] ΔP 为差压式流量计的差压变送器读数;此值根据读数得到。

[0081] $\Delta P_{\max}$ 为差压式流量计的差压变送器内预设的差压量程;此值由上述步骤S21中求得。

[0082] 步骤S5中利用上述步骤中求得的实际流量上限方程: $Q_{\max} = f(T, P)$ 代入温度变送器和差压变送器的读数计算,求得最终检测流量。

[0083] 优选地,本发明中预估温度范围大于温度变送器的实际工作温度范围,预估压力范围大于差压变送器的实际工作温度范围,也即选取的m个预估温度T的最大值和最小值应在温度变送器的实际工作温度范围之外或与实际工作温度范围的端点重合,选取的n个预估压力P的最大值和最小值应在差压变送器实际工作压力范围之外或与实际工作压力范围的端点重合,保证补偿方程准确。

[0084] 本发明在此提供一种差压式流量计温压补偿的一个具体实例,以标方流量为例进行说明:

[0085] 介质为氮气,孔板节流孔径为10.4mm,设计压力0.6MPaG,设计温度20℃,设计的流量上限为60Nm³/h,经过计算,得到差压上限值为10kPa,并设置入差压变送器表头中,作为差压量程值。

[0086] 介质为氮气,孔板节流孔径为10.4mm,预估压力在0.1~0.6MPaG之间,预估温度在-140~20℃之间,孔板节流孔径为10.4mm,并结合差压量程值来计算出实际流量上限值;

[0087] 计算出实际流量上限值矩阵表,具体如表1所示。

[0088]

表 1 孔板 10kPa 差压量程值下的氮气实际流量上限值计算 (标方流量)									
	-140℃ (133K)	-120℃ (153K)	-100℃ (173K)	-80℃ (193K)	-60℃ (213K)	-40℃ (233K)	-20℃ (253K)	0℃ (273K)	20℃ (293K)
0.1MPaG	47.4	44.1	41.4	39.2	37.3	35.7	34.3	33	31.9
0.15MPaG	53.2	49.5	46.5	44	41.9	40	38.4	37	35.7
0.2MPaG	58.5	54.4	51	48.3	45.9	43.9	42.2	40.6	39.2
0.25MPaG	63.4	58.8	55.2	52.2	49.7	47.5	45.6	43.9	42.4
0.3MPaG	68	63	59.1	55.9	53.2	50.8	48.8	47	45.3
0.35MPaG	72.3	67	62.8	59.4	56.4	53.9	51.8	49.8	48.1
0.4MPaG	76.4	70.8	66.3	62.6	59.5	56.9	54.6	52.6	50.8
0.45MPaG	80.4	74.3	69.6	65.7	62.5	59.7	57.3	55.2	53.2
0.5MPaG	84.2	77.8	72.8	68.7	65.3	62.4	59.9	57.6	55.6
0.55MPaG	87.9	81.1	75.9	71.6	68	65	62.3	60	57.9
0.6MPaG	91.4	84.3	78.8	74.4	70.6	67.5	64.7	62.3	60.1

[0089] 根据表1绘制实际流量上限值 $Q_{\max}$ 的分布点图,如图3所示,为本发明具体实施例中实际流量上限值 $Q_{\max}$ 的分布点图。

[0090] 在三维坐标下,将实际流量上限值 $Q_{\max}$ 的分布点图绘制成曲面图,如图4A至图4C所示,分别曲面图三个不同方向的视图,图中的参数F即为实际流量上限值 $Q_{\max}$ 。

[0091] 根据曲面图得到实际流量上限值方程即补偿方程 $Q_{\max}=f(T,P)$,具体结果如下:

[0092] $Q_{\max}=55.18-0.1909T+201P+0.00028T^2-0.6158TP-109.3P^2+0.0008974T^2P+0.07754TP^2+50.63P^3$

[0093] 差压流量计的流量和差压值的线性关系式如下:

[0094]
$$\frac{Q_N}{Q_{\max}} = \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

[0095] 将补偿方程带入线性比例关系式中,得到:

[0096]
$$Q_N = f(T,P) \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}}$$

[0097] Q_N 为实际温度压力下补偿后的标方流量; ΔP 为差压式流量计的差压变送器读数; $\Delta P_{\max}$ 为差压式流量计的差压变送器内设置好的差压量程; T 和 P 为温度变送器和差压变送器的读数。

[0098] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。

对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理,可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

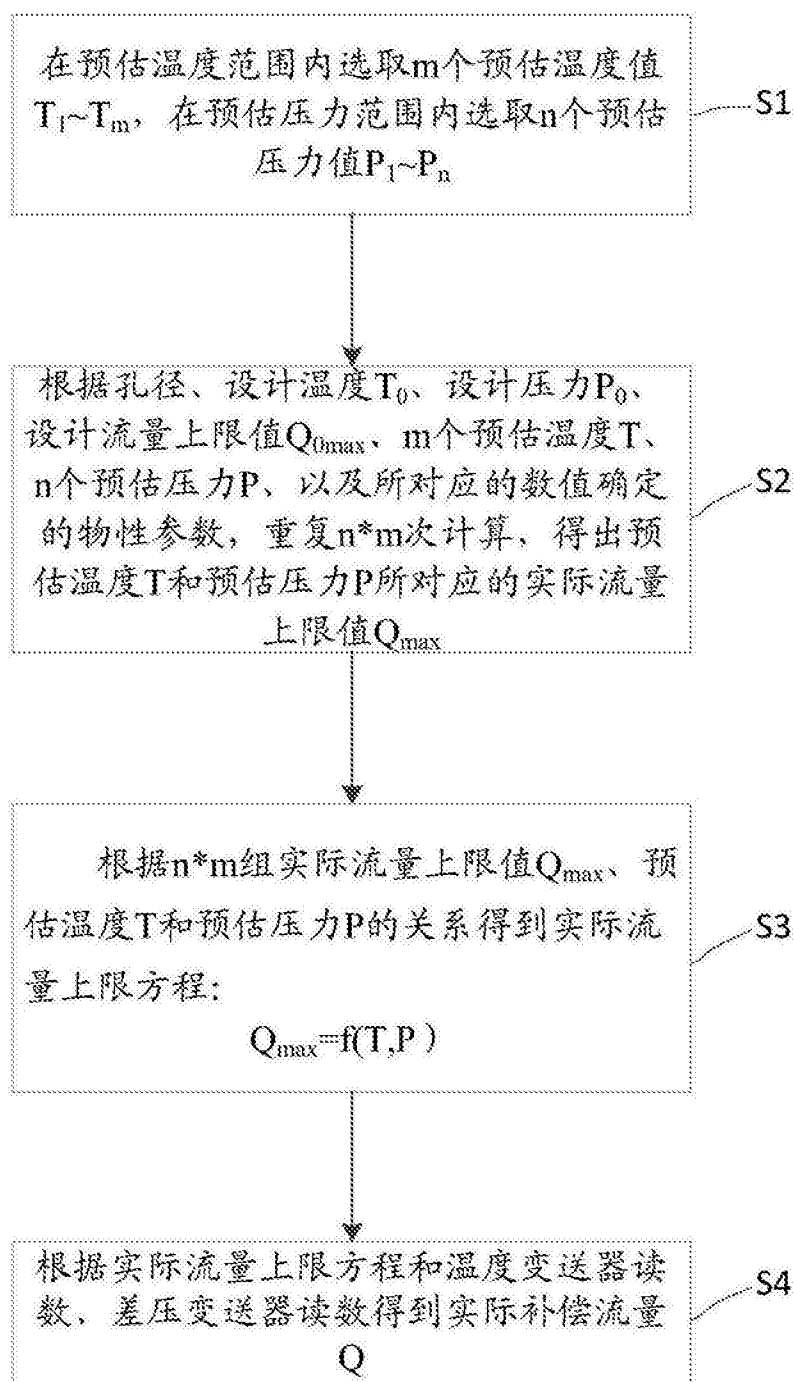


图1

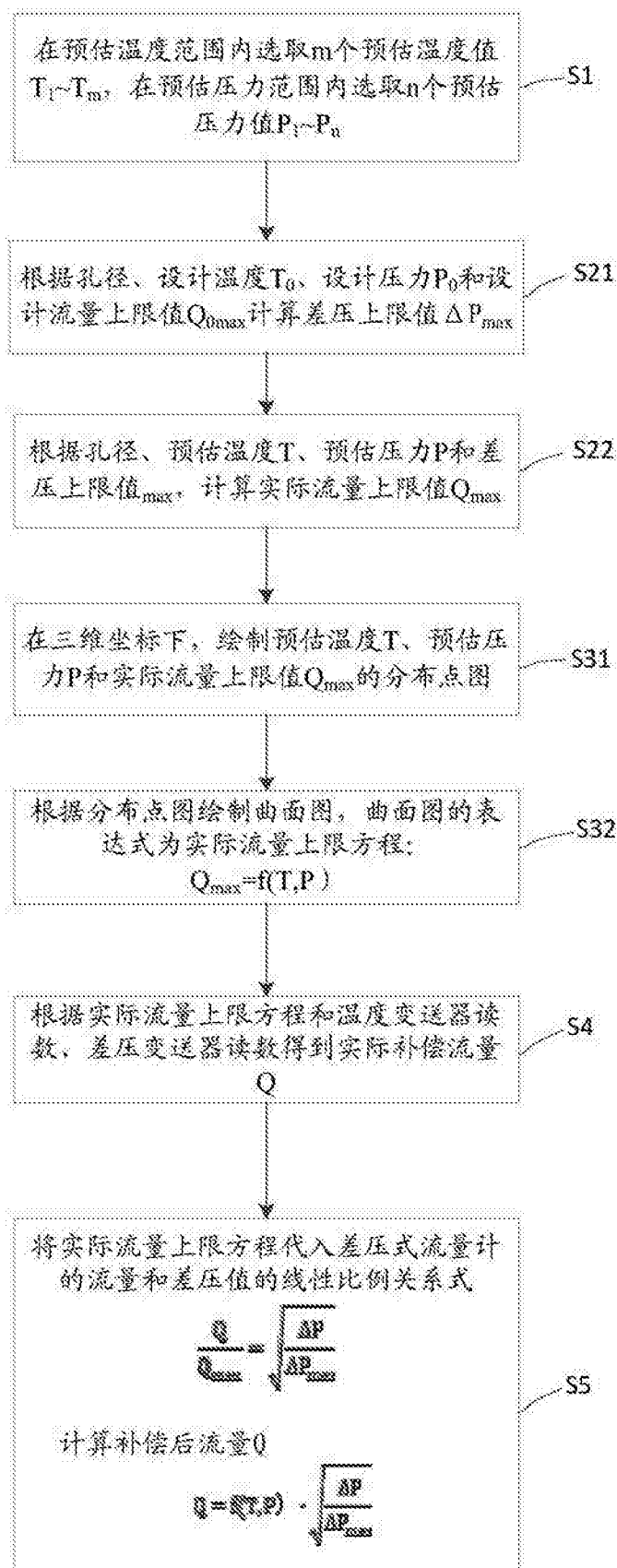


图2

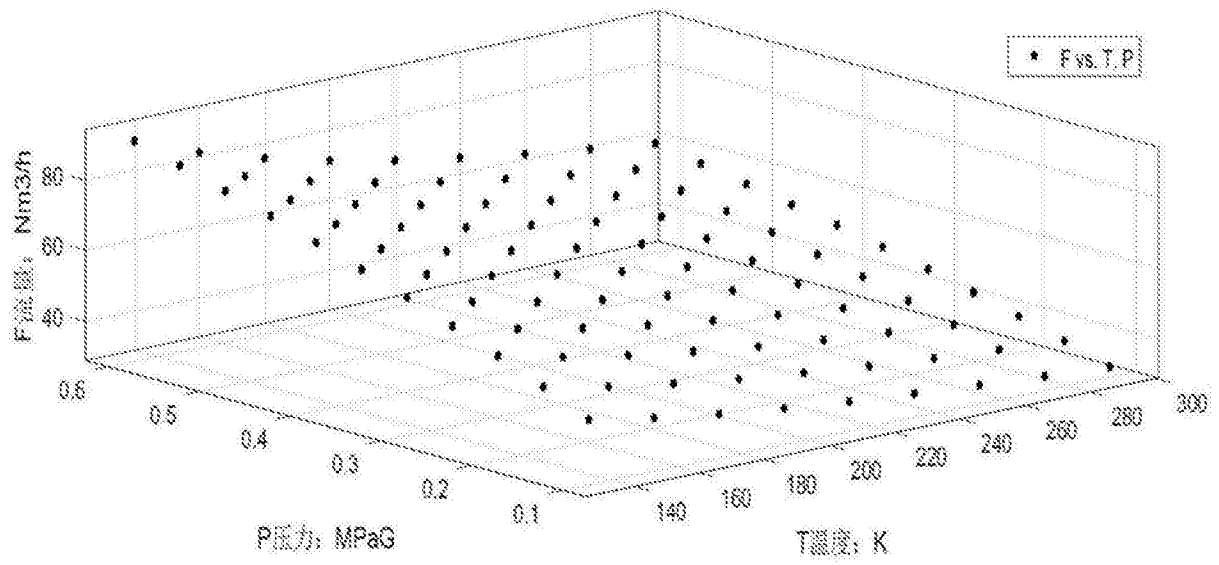


图3

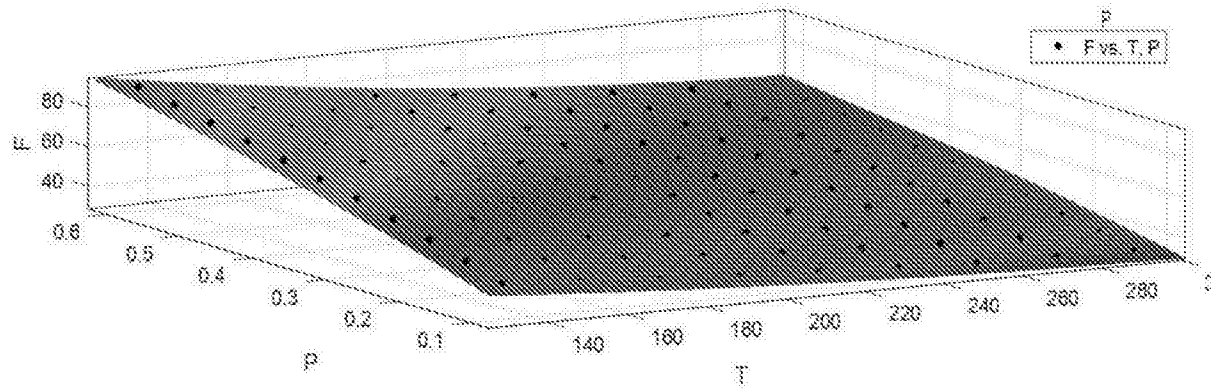


图4A

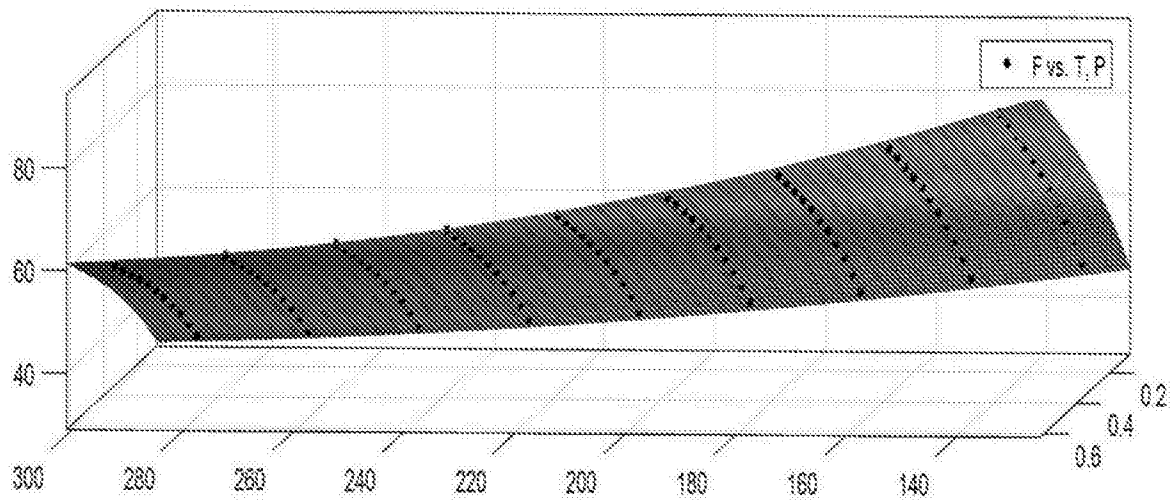


图4B

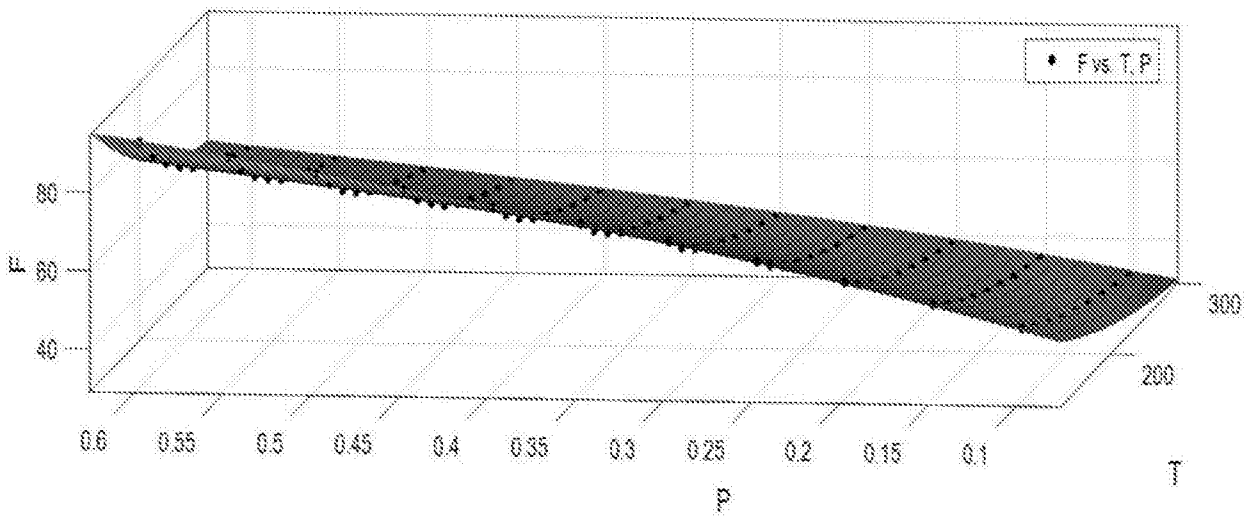


图4C