ICS 点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号

DB11

北　京　市　地　方　标　准

DB 11/T XXXXX—XXXX

城镇管道天然气能量计量技术要求

Technical requirements for energy metering of urban pipeline natural gas users

XXXX - XX - XX 发布　　XXXX - XX - XX 实施

北京市市场监督管理局　发布

目　　次

前　　言 II

1．范围 1

2．规范性引用文件 1

3．术语和定义 1

4．能量计量基本要求 3

5．流量测量技术要求 5

6．单位体积高位发热量测量技术要求 5

7．公告发热量要求 6

附录 A　参比条件下管道天然气体积总量测量引入的相对标准不确定度计算 7

附录B　参比条件下管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度计算 7

参考文献 11

前　言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市市场监督管理局提出并归口。

本文件由北京市市场监督管理局组织实施。

本文件起草单位：北京市燃气集团有限责任公司。

本文件主要起草人：　　。

本文件首次发布。

城镇管道天然气能量计量技术要求

1 范围

本文件规定了城镇管道天然气（以下简称“管道天然气”）能量计量的基本要求、流量测量技术要求、单位体积高位发热量测量技术要求、公告发热量发布等内容。

本文件适用于供气压力在 4.0MPa 及以下的城镇管道天然气的能量计量。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成文件比不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 11062-2020 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB/T 13609 天然气取样导则

GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法

GB/T 18603 天然气计量系统技术要求

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 22723-2008 天然气能量的测定

GB/T 27894 天然气 用气相色谱法测定组成和计算相关不确定度

GB/T 28766 天然气 分析系统性能评价

GB/T 30490 天然气自动取样方法

GB/T 35186-2017 天然气计量系统性能评价

GB/T 35211 天然气 发热量的测量 连续燃烧法

GB/T 50680-2012 城镇燃气工程基本术语标准

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城镇管道天然气 pipeline natural gas in cities and towns

利用城镇管道输送的供生产、生活使用的天然气。

[来源：GB/T 50680-2012 城镇燃气工程基本术语标准，2.3.3，有修改]

3.2

单位体积高位发热量 gross calorific value

单位体积的天然气与氧气完全燃烧时所释放出的热量。在燃烧反应发生时，压力101.325kPa保持恒定，所有燃烧产物的温度降至与规定的反应物温度20℃相同的温度，除燃烧中生成的水在温度20℃下全部冷凝为液态外，其余所有燃烧产物均为气态，可表示为$\tilde{H}_S$。

[来源：GB/T 11062-2020 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法，3.1，有修改]

3.3

公告发热量 declared calorific value

预先通报在各界面使用的、用于能量测定目的的单位体积高位发热量。

[来源：GB/T 22723—2008，天然气能量的测定，3.6，有修改]

3.4

界面 interface

在输送或供气管道上，气体的所有权发生变化或者发生自然交接的地方。

[来源：GB/T 22723—2008，天然气能量的测定，3.17]

3.5

计费区 charging area

使用相同方法进行能量测定的一系列界面。

[来源：GB/T 22723—2008，天然气能量的测定，3.8]

3.6

固定赋值 fixed assignment

对于在某个特定的发热量测量站测定的发热量，或者为通过一个或多个界面的气体预先公告的发热量，在使用期间其值不进行修正。

[来源：GB/T 22723—2008，天然气能量的测定，3.14]

3.7

可变赋值 variable assignment

基于发热量站的测量值，以一种赋值程序确定通过一个或多个界面发热量的方法。

注：所应用的发热量可能会涉及将气体从发热量站输送到相应体积计量站所需要的时间和其他影响因素，以获得管网的平均发热量，及整个管网发热量变化的状态重构等。

[来源：GB/T 22723—2008，天然气能量的测定，3.22]

3.8

间接测量法 Methods of indirect calorific value measurement

通过测量设备测出天然气组分后进一步计算得到天然气单位体积高位发热量的方法。

3.9

直接测量法 Methods of direct calorific value measurement

通过燃气热值测量设备直接测量获得天然气单位体积高位发热量的方法。

4 能量计量基本要求

4.1 参比条件

4.1.1 体积测量采用的参比条件为绝对压力 101.325kPa 和热力学温度 293.15K。

4.1.2 单位体积高位发热量测量采用的参比条件为燃烧温度为热力学温度 293.15K，干基。

4.2 计量条件

4.2.1 管道天然气能量计量系统的所有计量器具均应合法有效，且满足 GB/T 18603 的规定。

4.2.2 各类界面的体积流量、温度、压力、压缩因子和单位体积高位发热量的测量，其最大允许误差绝对值（MPEV）应符合表 1 的相应要求。

表1　管道天然气各类界面能量计量器具的最大允许误差绝对值（MPEV）要求

计量参数	MPEV		
	Ⅰ类界面[a]	Ⅱ类界面[b]	Ⅲ类界面[c]
工况体积流量	0.5%	1.0%	1.5%
温度	0.2℃	0.5℃	1.0℃
压力	0.2%	0.5%	1.0%
压缩因子	0.2%	0.5%	0.5%
单位体积高位发热量	0.5%	1.0%	1.0%
能量	1.0%	2.0%	>3.0%
a 表示参比条件下瞬时流量≥10^4 ㎥ /h的界面。 b 表示3×10^3 ㎥ /h≤参比条件下瞬时流量<10^4 ㎥ /h的界面。 c 表示参比条件下瞬时流量<3×10^3 ㎥ /h的界面。			

4.2.3　管道天然气Ⅰ类界面应配备有将工况体积流量、标况体积流量、压缩因子、温度、压力、组分等计量数据实时上传至公告发热量发布机构的天然气能量计量系统，数据采集周期应不得超过 15min。

4.2.4　管道天然气Ⅱ类界面宜配备有将工况体积流量、标况体积流量、压缩因子、温度、压力、组分等计量参数在较短的周期内上传至公告发热量发布的平台系统，数据采集周期宜不超过 60min。

4.2.5　管道天然气Ⅲ类界面应配备符合表 1 要求的工况体积流量计量仪表，可不配备其他辅助和实施能量测量的设备。

4.3　能量计量计算方法

4.3.1　管道天然气能量总量计算公式如下：

$$E = Q_n \cdot \tilde{H}_s \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

E —— 参比条件下管道天然气能量总量，单位为兆焦（MJ）；

Q_n —— 参比条件下管道天然气体积总量，单位为立方米(㎥)；

$\tilde{H}_s$ —— 参比条件下管道天然气单位体积高位发热量，单位为兆焦每立方米(MJ/㎥)。

a）管道天然气Ⅰ类界面的$\tilde{H}_s$通过天然气能量计量系统中的实时上传数据计算获取，应采用可变赋值方式计算能量总量。

b）管道天然气Ⅱ类界面的H_s优先通过天然气能量计量系统中的上传数据计算获取，此时应采用可变赋值方式计算能量总量；若Ⅱ类界面的H_s无法通过上传数据获取，宜按固定赋值方式处理，采用结算周期内所在计费区的公告发热量值计算能量总量。

c）管道天然气Ⅲ类界面的H_s应按固定赋值方式处理，采用结算周期内所在计费区的公告发热量值计算能量总量。

4.3.2 管道天然气能量总量的相对扩展不确定度计算公式如下

$$U_r(E)=2\sqrt{u_r^2(Q_n)+u_r^2(\tilde{H}_s)} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

式中：

$U_r(E)$——参比条件下管道天然气能量总量的相对扩展不确定度；

$u_r(Q_n)$——参比条件下管道天然气体积总量测量引入的相对标准不确定度；

$u_r(\tilde{H}_s)$——参比条件下管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度。

$u_r(Q_n)$的计算过程应符合附录A的要求；

H_s如采用间接测量法获得，$u_r(\tilde{H}_s)$的计算过程应符合附录B的要求。

5 流量测量技术要求

5.1 管道天然气Ⅰ类界面应按数据采集周期计算参比条件下天然气的体积总量。

5.2 管道天然气Ⅱ类界面宜按数据采集周期计算参比条件下天然气的体积总量。

5.3 管道天然气Ⅲ类界面的工况体积总量可在计算过程中视作参比条件下天然气的体积总量。

6 单位体积高位发热量测量技术要求

6.1 取样方法

6.1.1 管道天然气各类界面取样时，取样口的位置设置、取样探头的插入深度和安装方法等应符合GB/T 13609的要求。

6.1.2 管道天然气各类界面使用自动取样器获取天然气样品时应符合GB/T 30490的要求。

6.2 间接测量法技术要求

6.2.1 管道天然气样品组分分析过程中使用的标准气体应为有证标准物质，且证书在有效期内。

6.2.2 管道天然气样品离线或在线组成分析方法应符合 GB/T 13610 或 GB/T 27894 的要求；管道天然气中的第Ⅰ、Ⅱ类界面用在线分析气体组成时，可不考虑离线测定取样典型性带来的影响。

6.2.3 管道天然气样品应获得每个组分的归一化摩尔分数，且样品中摩尔分数高于 0.01%的组分均应被测量。

6.2.4 用于管道天然气样品组分分析的在线气相色谱仪应按照 GB/T 28766 的要求定期开展评价。

6.2.5 管道天然气单位体积高位发热量应按 GB/T 11062 规定的方法使用组分分析数据进行计算。

6.3 直接测量法技术要求

用连续燃烧法直接测量天然气单位体积高位发热量时应符合 GB/T 35211 的相关要求。

7 公告发热量要求

7.1 公告发热量的确定

公告发热量应为公告前一周期的单位体积高位发热量的测定平均值。

7.2 公告发热量的发布

公告发热量应以信息化平台系统的方式统一发布。

7.3 公告发热量的信息数据

7.3.1 公告发热量的信息数据应是完整的、不可篡改的和可追溯的。

7.3.2 公告发热量的使用情况应有管理流程。

7.3.3 公告发热量的信息数据（包括数据来源及计算方法）保存期限应不低于 6 年。

7.3.4 支撑公告发热量发布的信息化平台系统应符合 GB/T 22239 中的第三级安全要求。

附 录 A

（规范性）

参比条件下管道天然气体积总量测量引入的相对标准不确定度计算

A.1 管道天然气的体积总量测量引入的相对标准不确定度$u_r(Q_v)$计算公式

以气体热力学参数关系作为天然气体积总量测量的不确定度评估模型，依据JJF 1059.1的要求，可推导出参比条件下管道天然气体积总量测量引入的相对标准不确定度计算公式如下：

$$u_r(Q_n)=\sqrt{u_r^2(Q_v)+u_r^2(T)+u_r^2(p)+u_r^2(Z)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(A.1)$$

式中：

$u_r(Q_v)$——参比条件下天然气累积体积量引入的相对标准不确定度，按GB/T 35186-2017中B.3.2规定的方法计算；

$u_r(T)$——结算周期内计费区的管道天然气温度值引入的相对标准不确定度；

$u_r(p)$——结算周期内计费区的管道天然气绝对压力值引入的相对标准不确定度；

$u_r(Z)$——结算周期内计费区的天然气压缩因子引入的相对标准不确定度。

a）管道天然气Ⅰ、Ⅱ类界面，分别使用参比条件下体积总量的测量相对标准不确定度和单位体积高位发热量的测量相对标准不确定度代入本文件“4.3.2”的式（2）中，计算参比条件下管道天然气能量总量的相对扩展不确定度。

b）管道天然气Ⅲ类界面，使用工况体积总量的测量相对标准不确定度替代参比条件下体积总量的测量相对标准不确定度，将工况体积总量的测量相对标准不确定度和单位体积高位发热量的测量相对标准不确定度代入本文件“4.3.2”的式（2）中，计算参比条件下管道天然气能量总量的相对扩展不确定度。

附 录 B

（规范性）

参比条件下管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度计算

B.1 参比条件下的单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度$u_r(\widetilde{H}_s)$计算

B.1.1 管道天然气单位体积高位发热量 $\widetilde{H}_s$ 的不确定度评估模型

真实气体与理想气体体积发热量转换公式如公式（B.1）所示：

$$\widetilde{H}_s = \widetilde{H}_S^0 / Z_0 \tag{B.1}$$

式中，

$\widetilde{H}_s$——参比条件下的真实气体体积发热量；

$\widetilde{H}_s^0$——参比条件下的理想气体体积发热量；

Z_0——参比条件下的压缩因子。

B.1.2 管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度 $u_r(\widetilde{H}_s)$ 计算公式

以上式（B.1）作为管道天然气单位体积高位发热量的不确定度评估模型，依据 JJF 1059.1 的要求，可推导出实际的管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度计算公式（B.2）：

$$u_r(\widetilde{H}_s) = \sqrt{u_r^2(\widetilde{H}_S^0) + u_r^2(Z_0)} \tag{B.2}$$

式中，

$u_r(\widetilde{H}_s)$——参比条件下的真实管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度；

$u_r(\widetilde{H}_s^0)$——参比条件下的理想气体体积发热量引入的相对标准不确定度；

$u_r(Z_0)$——参比条件下的压缩因子计算引入的相对标准不确定度。

天然气组成分析所使用的标准气体，其分析的重复性符合 GB/T 13610 要求，由 GB/T 11062 计算，参比条件下的压缩因子计算引入的不确定度 $u_r(Z_0)$ 约为0.03%。

B.1.3 离线测定的管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度 $u_r(\widetilde{H}_s)$ 计算公式

离线测定的管道天然气单位体积高位发热量的进行不确定度评估时，还应考虑离线测定取样典型性引入的不确定度进行计算，此时实际管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度计算应按公式(B.3)进行。

$$u_r(\widetilde{H}_s) = \sqrt{u_r^2(\widetilde{H}_S^0) + u_r^2(Z_0) + u_r^2(E_{H_s})} \tag{B.3}$$

式中：

$u_r(\tilde{H}_s)$——参比条件下的真实管道天然气单位体积高位发热量测量引入的相对标准不确定度；

$u_r(\tilde{H}_s^0)$——参比条件下的理想气体体积发热量引入的相对标准不确定度；

$u_r(Z_0)$——参比条件下的压缩因子计算引入的相对标准不确定度；

$u_r(E_{H_s})$——为结算周期内管道天然气参比条件下的单位体积高位热值因离线测定取样典型性所引入的不确定度。

B.2 参比条件下的理想气体体积发热量引入的相对标准不确定度 $u_r(\tilde{H}_s^0)$ 计算

B.2.1 天然气混合物的理想体积高位发热量 $\tilde{H}_S^0$ 的不确定度评估模型

根据每种组分的测定含量和该组分纯气体的单位体积高位发热量，计算每种组分的发热量贡献，并累加在一起获得单位体积天然气混合物的理想体积高位发热量 $\tilde{H}_S^0$，所以 $\tilde{H}_S^0$ 的不确定度评估模型如公式（B.4）所示。

$$\tilde{H}_S^0 = \sum_{j=1}^{n} x_j \cdot \tilde{H}_j^0 \quad \cdots\cdots (B.4)$$

式中，

$\tilde{H}_s^0$——参比条件下的理想气体混合物体积发热量；

x_j——参比条件下混合气体中第j种气体的摩尔分数；

$\tilde{H}_j^0$——参比条件下气体混合物中第j种气体的理想气体体积发热量。

B.2.2 参比条件下的理想气体体积发热量引入的相对标准不确定度 $u_r(\tilde{H}_S^0)$ 计算公式

以公式（B.4）作为参比条件下的天然气混合物理想气体体积发热量的不确定度评估模型，依据 JJF 1059.1 的要求，得到其不确定度的计算公式如（B.5）所示，

$$u_r(\tilde{H}_S^0) = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_j^2 \cdot u_r^2(\tilde{H}_j^0) + \sum_{j=1}^{n} (\tilde{H}_j^0)^2 \cdot u_r^2(x_j)} \quad \cdots\cdots (B.5)$$

依据 GB/T 11062 的要求， 参比条件下天然气混合物中各类常见组分纯气的分子量、单位体积高位发热量、压缩因子的相关信息可参考表 B.1。

表B.1 参比条件下天然气中各类常见组分纯气的分子量、单位体积高位发热量、压缩因子

序号	组分	分子量 M_j （kg/kmol）	单位体积高位发热量 $\widetilde{H}_j^0$ （kJ/m³）	压缩因子 Z_j
1	甲烷	16.04246	37.042	0.9981
2	乙烷	30.06904	64.910	0.9920
3	丙烷	44.09562	92.293	0.9829
4	正丁烷	58.1222	119.666	0.9681
5	异丁烷	58.1222	119.284	0.9720
6	正戊烷	72.14878	147.045	0.9473
7	异戊烷	72.14878	146.757	0.9521
8	新戊烷	72.14878	146.165	0.9608
9	己烷	86.17536	174.458	0.9155
10	氮气	28.0134	0	0.9998
11	氦气	4.002602	0	0.9999
12	二氧化碳	44.0095	0	0.9947

参 考 文 献

[1] 闫文灿,王池,裴全斌等.气相色谱法测量天然气热值的不确定度评定［J］.计量学报,2018(3)第39卷第2期：B280-B284.

[2] 裴全斌,夏宝丁,姜琛等.在线气相色谱仪间接测量天然气热值的不确定度评估［J］.中国测试,2017(12)第43卷增刊第1期：B24-B28.