



新疆维吾尔自治区地方计量技术规范

JJF（新）138—2024

天然气物性参数计量技术规范

Metrological Specification for the Physical parameters of Natural Gas

2024-12-31 发布

2025-6-30 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

天然气物性参数计量技术规范

Metrological Specification for
the Physical parameters of Natural Gas

JJF（新）138—2024

归口单位：新疆维吾尔自治区市场监督管理局

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

参加起草单位：新疆洪通燃气股份有限公司

本规范委托新疆维吾尔自治区流量容量计量技术委员会负责

规范主要起草人：

艾克拜尔·麦麦提 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

穆 军 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

陈文琳 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

参加起草人：

侯克江 （新疆洪通燃气股份有限公司）

赵克文 （新疆火炬燃气股份有限公司）

武洪丽 （新疆农业大学）

目 录

引 言	2
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和计量单位	1
3.1 术语	1
3.2 计量单位	3
4 计量特性	3
5 计量条件	4
5.1 环境条件	4
5.2 燃烧参比条件	4
5.3 计量参比条件	4
5.4 测量标准及其附属设备	4
6 计量项目	5
7 计量方法	5
7.1 组分含量测量	5
7.2 发热量计算	5
7.3 压缩因子计算	6
7.4 声速的计算	7
7.5 密度的计算	7
8 计量结果的表达与报告	8
附录 A 天然气中常见组分的摩尔质量及物性参数	9
附录 B 测量结果的不确定度评定示例	10
附录 C 检测报告参考格式	17

引 言

本规范根据新疆维吾尔自治区天然气物性参数计量的需要,结合本地区天然气物性参数计量技术水平和行业现状制定。

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1004《流量计量名词术语及定义》和 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支持本规范制定工作的基础性规范。

本规范不涉及与其应用有关的所有安全问题。

本规范为首次制定。

天然气物性参数计量技术规范

1 范围

本规范适用于天然气的物性参数计量。

2 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本文件必不可少的条款。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。

JJF 1993 天然气能量计量技术规范

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

GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法

GB/T 20604-2006 天然气词汇

GB/T 30500 气体超声流量计使用中检验声速检验法

3 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1 天然气 natural gas

以甲烷为主的复杂烃类混合物，通常也会有乙烷、丙烷和很少量更重的烃类，以及若干不可燃气体，如氮气和二氧化碳。天然气中通常也有少量其他的微量组分。

[来源：GB/T 20604-2006，2.1.1.1，有修改]

3.1.2 天然气质量 natural gas quality

由天然气组成和物理性质所决定的天然气属性。

3.1.3 天然气物性参数 natural gas physical parameters

衡量天然气性能的重要指标。一般包括组分、高/低位发热量、平均分子量、沃泊指数、压缩因子、声速、以及密度、温度和压力等指标，主要衡量了天然气的气质质量、经济价值、管道防腐能力、环保要求以及管道输送能力。

3.1.4 干基 dry basis

含水蒸气摩尔分数不大于 0.000 05 的天然气，在进行天然气发热量计算时，水的含量设定为零。

[来源：JJF 1993，3.1.3]

3.1.5 有证书的标准物质 certified reference material

具有足够均匀和稳定的特定特性的物质，其特性被证实适用于测量中或标称特性检查中的预期用途。附有证书的标准物质，每个认证量值均有规定置信水平的不确定度说明。

[来源：JJF 1001，8.14，有修改]

3.1.6 燃烧参比条件 combustion reference conditions

天然气燃烧时规定的温度 t_1 、压力 p_1 。

注：本规范使用的燃烧参比条件为 20℃，101.325kPa。

3.1.7 计量参比条件 metering reference conditions

在测定被燃烧掉天然气的体积时规定的温度 t_2 和压力 p_2 。

注：本规范使用的计量参比条件为 20℃，101.325 kPa。

3.1.8 天然气组分 natural gas composition

通过天然气分析所测定的主要组分、少量组分、痕量组分和其他组分的组分分数。

3.1.9 高位发热量 superior calorific value

规定量的气体在空气中完全燃烧时所释放出的热量。在燃烧反应发生时，压力 p_1 保持恒定，所有燃烧产物的温度降至与规定的反应物温度 t_1 相同的温度，除燃烧中生成的水在温度 t_1 下全部冷凝为液态外，其余所有燃烧产物均为气态。

注：本规范中的发热量，均指燃烧生成的水蒸气冷凝为液体的高位发热量。

3.1.10 压缩因子 compression factor

在规定的压力和温度条件下，给定质量的气体的实际（真实）体积除以在相同条件下按理想气体定律计算出的该气体的体积。

3.1.11 相对密度 relative density

在相同的规定压力和温度条件下,气体的密度除以具有标准组成的干空气的密度。

3.1.12 间接测量 indirect measurement

不以从原理上定义此性质的量值,而以与此性质有已知关系的量值来测量该性质。

[来源: GB/T 20604-2006, 2.2.1.3]

3.2 计量单位

3.2.1 发热量

兆焦每立方米,符号 MJ/m^3 ; 兆焦每千克,符号 MJ/kg ; 兆焦每摩尔,符号 MJ/mol 。

3.2.2 组分含量

摩尔每摩尔,符号 mol/mol 或%。

3.2.3 总硫或硫化氢含量

摩尔每摩尔,符号 mol/mol ; 毫克每立方米,符号 mg/m^3 。

3.2.3 温度

摄氏度,符号 $^{\circ}\text{C}$; 开尔文,符号 K 。

3.2.4 压力

千帕,符号 kPa ; 兆帕,符号 MPa 。

4 计量特性

天然气物性参数的计量特性见表 1。

表 1 天然气物性参数计量特性

计量项目	长输管道	城镇管道	
		一类	二类
高位发热量/ (MJ/m^3) \geq	34.0	34.0	31.4
二氧化碳摩尔分数/% \leq	3.0	3.0	4.0
一氧化碳摩尔分数/% \leq	0.1	—	
氢气摩尔分数/% \leq	3.0	—	

氧气摩尔分数/%	≤	0.1	—	
总硫含量(以硫计)/(mg/m ³)	≤	20	20	100
硫化氢含量/(mg/m ³)	≤	6	6	20

5 计量条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：（0～45）℃。

5.1.2 环境湿度：（10～85）%RH。

5.1.3 大气压：（86～106）kPa。

5.1.4 无明显的机械振动、无较强的电磁干扰。

5.1.5 环境条件应该保证通风良好。

5.2 燃烧参比条件

本规范采用的计量参比条件为：20℃，101.325kPa，干基。

5.3 计量参比条件

本规范采用的计量参比条件为：20℃，101.325kPa，干基。

5.4 测量标准及其附属设备

测量标准器及配套设备应有有效的检定/校准证书，其技术要求见表2。

表2 测量标准及其附属设备技术要求

序号	设备名称	测量范围	技术要求	用途
1	气相色谱仪及其配套用于测定组分的检测器	各对应组分(0~100)% (mol/mol) 可测量 C ₁ ~C ₉ 、CO ₂ , N ₂ 、O ₂ 、H ₂ 、He、CO;	定性重复性: ≤1% 定量重复性: ≤3%	测量组分含量
2	气体标准物质	/	附有证书的二级标准物质	
3	硫化氢气体检测仪	(0~300) ppm	最大允许误差为±10% 重复性: ≤1.5%	测量总硫和硫化氢含量
4	总硫测定仪	(0~300) ppm	最大允许误差为±0.5%	
5	温度测量仪表	(-20~60) °C	最大允许误差为±0.2°C	测量环境温度

6	湿度测量仪表	(5~95) %RH	最大允许误差为 $\pm 5\%$ RH	测量环境湿度
7	大气压计	(80~106) kPa	最大允许误差为 ± 40 Pa	测量大气压力

备注：在线气相色谱仪计量性能应符合 JJG 1055 要求，离线色谱仪计量性能应符合 JJG 700 要求。标准物质，色谱仪周期检定/校准以及日常计量时应使用有证标准物质，且标准物质应在其证书规定的有效期内。

6 计量项目

计量项目及对应的计量方法条款见表 3。

表 3 天然气物性参数计量项目

序号	计量项目	计量方法
1	组分含量测量	7.1
2	发热量测量（计算）	7.2
3	压缩因子测量（计算）	7.3
4	声速测量（计算）	7.4
5	密度测量（计算）	7.5
注：可根据实际应用需要，选择需要计量的项目。		

7 计量方法

7.1 组分含量测量

依据 GB/T 13610，使用气相色谱仪测量天然气样品的组分。气相色谱仪一般由载气、色谱柱、测定相应组分的检测器和记录仪等组成。将天然气样品和已知组成的标准物质混合，在同样的操作条件下，利用色谱柱先将混合气体分离，然后依次导入检测器，根据各组分在其中有不同的保留时间，以得到各组分的检测信号。按照导入检测器的先后次序，经过对比，可以区别出具体组分，根据峰高度或峰面积计算出各组分含量。每个组分重复测量 3 次，以 3 次算数平均值作为测量结果。

7.2 发热量计算

本规范中高位发热量采用间接测定法获得。间接测定法是指通过测量天然气各组分含量，乘以所对应纯气体的发热量，将各项加和，同时考虑天然气的可压缩性，计算得到天然气发热量。根据天然气组分含量的测定结果，依据 GB/T 11062 可计算得到计量参比条件下天然气的体积发热量。通过色谱仪测定得到被测天然气样品的各组分含量，按照公式（1）计算天然气真实气体体积发热量：

$$(H_v)_G(t_1; t_2; p_2) = \frac{(H_c)_G^0(t_1)}{V} \quad (1)$$

式中：

$(H_v)_G(t_1; t_2; p_2)$ -以体积为基准的真实气体的高位发热量，MJ/m³；

$(H_c)_G^0(t_1)$ -天然气混合物的理想气体总摩尔发热量，MJ/mol，按照公式（2）

计算；

V -混合气体的真实气体摩尔体积 m³/mol，按照公式（3）计算；

t_1 -燃烧参比温度，℃；

t_2 -计量参比温度，℃；

p_2 -计量参比压力，Pa。

$$(H_c)_G^0(t_1) = \sum_{j=1}^N x_j \cdot [(H_c)_G^0]_j(t_1) \quad (2)$$

式中：

x_j -天然气混合物中组分 j 的摩尔分数，%（mol/mol）；

$[(H_c)_G^0]_j(t_1)$ - j 组分的总的理想摩尔发热量，MJ/mol。

$$V = Z(t_2, p_2) \cdot R \cdot T_2 / p_2 \quad (3)$$

式中：

$Z(t_2, p_2)$ -计量参比条件下的压缩因子，按照公式（4）计算。

R -摩尔气体常数，由 GB/T 11062-2020 附录 A.1 确定取值为 8.3144621 J·mol⁻¹·K⁻¹；

T_2 -绝对温度，当计量参比温度为 20℃时，取值为 293.15K。

7.3 压缩因子计算

压缩因子 $Z(t_2, p_2)$ 用表 A. 1 给出的各纯天然气组分求和因子 $\sqrt{b_j}$ 用如下公式

（4）计算：

$$Z(t_2, p_2) = 1 - \left(\frac{p_2}{p_0}\right) \cdot [\sum_{j=1}^N x_j \cdot \sqrt{b_j}]^2 \quad (4)$$

式中:

p_0 -参比基准压力, 取值 101.325kPa;

$\sqrt{b_j}$ -求和因子, 参见 A.1 表所示。

计量参比条件下, 天然气中常见组分的摩尔质量、理想摩尔发热量和求和因子如附录 A 所示。

7.4 声速的计算

天然气声速的计算公式通常采用 GB/T 30500 《气体超声流量计使用中检验声速检验法》中提出的声速计算方法计算。其表达式为:

$$C = \left[\frac{c_p}{c_v} \left(\frac{RT_2}{M} \right) (Z(t_2, p_2) + \rho_m \left(\frac{\partial Z(t_2, p_2)}{\partial \rho_m} \right)_T) \right]^{1/2} \quad (5)$$

式中:

c_p 、 c_v -分别为实际条件下天然气的定压比热容和定容比热容, $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

M -为气体的摩尔质量, g/mol ;

ρ_m -天然气摩尔密度, kmol/m^3 。

7.5 密度的计算

7.5.1 真实气体相对密度

在计量参比条件之下, 真实气体的相对密度按照如下公式 (7) 计算:

$$G(t_2, p_2) = \frac{M}{M_{air}} \cdot \frac{Z_{air}(t_2, p_2)}{Z(t_2, p_2)} \quad (6)$$

式中:

$G(t_2, p_2)$ -真实气体的相对密度;

M_{air} -标准组成的干空气的摩尔质量, 由 GB/T 11062-2020 表 A.3 确定取值为 28.96546 g/mol ;

$Z_{air}(t_2, p_2)$ -标准组成的干空气计量参比条件下的压缩因子。由 GB/T 11062-2020 表 A.4 确定取值为 0.999645。

7.5.2 真实气体密度

在计量参比条件下, 真实气体密度按照式 (7) 计算:

$$D(t_2, p_2) = \frac{M \cdot p_2}{Z(t_2, p_2) \cdot R \cdot T_2} \quad (7)$$

式中:

$D(t_2, p_2)$ -真实气体的密度, kg/m^3 。

8 计量结果的表达与报告

天然气中常见组分的摩尔质量及物性参数见附录 A。测量结果的不确定度评定示例见附录 B。依据本规范计量后出具测试报告,测试报告参考格式见附录 C。

附录 A 天然气中常见组分的摩尔质量及物性参数

计量参比条件(20℃、101.325kPa)下天然气中常见组分的摩尔质量及物性参数见表 A.1。

表 A.1 计量参比条件(20℃、101.325kPa)下天然气中常见组分的

摩尔质量及物性参数

序号	组分名称	组分化学式	摩尔质量 M_j kg/kmol	理想气体摩尔发热量 \bar{H}_j^0 MJ/kmol	求和因子 $\sqrt{b_j}$
1	甲烷	CH ₄	16.04246	891.05	0.04317
2	乙烷	C ₂ H ₆	30.06904	1561.42	0.0895
3	丙烷	C ₃ H ₈	44.09562	2220.13	0.1308
4	正丁烷	n-C ₄ H ₁₀	58.1222	2878.58	0.1785
5	异丁烷	i-C ₄ H ₁₀	58.1222	2869.39	0.1673
6	正戊烷	n-C ₅ H ₁₂	72.14878	3537.19	0.2295
7	异戊烷	i-C ₅ H ₁₂	72.14878	3530.25	0.2189
8	新戊烷	Neo-C ₅ H ₁₂	72.14878	3516.02	0.1979
9	己烷	C ₆ H ₁₄	86.17536	4196.6	0.2907
10	庚烷	C ₇ H ₁₆	100.20194	4855.31	0.3547
11	氮气	N ₂	28.0134	0	0.0156
12	氦气	He	4.002602	0	-0.01
13	一氧化碳	CO	28.0101	282.95	0.0203
14	二氧化碳	CO ₂	44.0095	0	0.073
15	氧气	O ₂	31.9988	0	0.0265
16	氢气	H ₂	2.01588	285.99	-0.01
17	硫化氢	H ₂ S	34.08088	562.19	0.0898
18	水	H ₂ O	18.01528	44.222	0.2419

附录 B 测量结果的不确定度评定示例

B.1 概述

天然气组分采用色谱仪通过间接测定方法测量得到。天然气高位体积发热量及不确定度采用 GB/T 11062 提供的方法进行计算和评定。高位发热量的不确定度主要来源包括：色谱仪配套标准气体的不确定度、测量重复性和测量方法引入的不确定度。

B.2 天然气体积发热量的计算

本计算示例依据一个天然气样品的检测数据。物性计算时采用的燃烧参比条件和计量参比条件均为 20℃、101.325kPa。

检测环境温度：20℃；环境湿度：38%RH；大气压：91.8kPa。

B.2.1 被检样品的组分分析

天然气样品的摩尔组成分析报告提供了下列有关经归一化处理的组成部分及其不确定度的信息。天然气各组分 x_i 与求和因子 $\sqrt{b_j}$ 见下表：

表 B.1 天然气各组分与求和因子

组分	x_i	$\sqrt{b_j}$	$x_i * \sqrt{b_j}$
甲烷	0.9568	0.04317	0.041305
乙烷	0.0154	0.0895	0.001378
丙烷	0.0025	0.1308	0.000327
异丁烷	0.000438	0.1673	7.33×10^{-5}
正丁烷	0.000412	0.1785	7.35×10^{-5}
异戊烷	0.0000912	0.2189	2.00×10^{-5}
正戊烷	0.000169	0.2295	3.88×10^{-5}
己烷及以上	0.000228	0.2907	6.63×10^{-5}
氮气	0.011162	0.0156	0.000174
二氧化碳	0.0128	0.073	0.000934
总计	1.000000	—	0.044391

$p_0=101.325 \text{ kPa}$

$p_2=101.325 \text{ kPa}$

由公式 (4) 求得压缩因子为 $Z=0.998029463$

由 GB/T 11062-2020 A.1 得到气体常数 $R = 8.3144621 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $T_2=293.15\text{K}$

由公式 (3) 求得摩尔体积 $V=0.024007714 \text{ m}^3/\text{mol}$

表 B.2 天然气高位摩尔发热量的计算

组分	x_j	$((H_c)_G^0)_j$	$x_i * ((H_c)_G^0)_j$
甲烷	0.9568	891.05	852.556640
乙烷	0.0154	1561.42	24.045868
丙烷	0.0025	2220.13	5.550325
异丁烷	4.38×10^{-4}	2878.58	1.260818
正丁烷	4.12×10^{-4}	2869.39	1.182189
异戊烷	9.12×10^{-5}	3537.19	0.322592
正戊烷	1.69×10^{-4}	3530.25	0.596612
己烷及以上	2.28×10^{-4}	4196.6	0.956825
氮气	0.011162	0	0
二氧化碳	0.0128	0	0
总计	1.000000	—	886.471868

由公式 (2) 求得的高位摩尔发热量 $(H_c)_G=886.471868 \text{ kJ/mol}$

最后由公式 (1) 求得 $(H_v)_G=36.92445991 \text{ MJ/m}^3$ 。

B.3 天然气体积发热量的不确定度评定

天然气体积发热量不确定度主要来源包括：色谱仪检测配套用标准气体的不确定度、色谱仪检测给出天然气各组分后计算发热量时的不确定度和测量重复性，如式 (B.1) 所示：

$$u_r((H_v)_G) = \sqrt{u_{r,b}((H_v)_G)^2 + u_{r,c}((H_v)_G)^2 + u_{r,s}((H_v)_G)^2} \quad (\text{B.1})$$

式中：

$u_{r,b}((H_v)_G)$ ——色谱仪检测配套使用标准气体的相对标准不确定度，%；

$u_{r,c}((H_v)_G)$ ——色谱仪检测给出天然气各组分后计算高位体积发热量时的相对标准不确定度，%；

$u_{r,s}((H_v)_G)$ ——测量重复性引入的相对标准不确定度，%。

B.3.1 标准气体各组分含量的不确定度评定

色谱仪在检测天然气样气时用到的标准气体证书编号 XJ2024，瓶号 L2024，各组分信息如下表所示：

表 B.3 标准气体证书信息

组分	摩尔分数% (mol/mol)	相对扩展不确定度% ($U_r, k=2$)
甲烷	平衡气	/
乙烷	3.11	1
丙烷	0.473	1
异丁烷	5.23×10^{-6}	1
正丁烷	5.24×10^{-6}	1
新戊烷	5.20×10^{-6}	2
异戊烷	5.12×10^{-6}	2
正戊烷	5.15×10^{-6}	2
正己烷	5.14×10^{-6}	2
二氧化碳	0.975	1
氮气	1.04	1
氦气	9.44×10^{-6}	1
氢气	9.88×10^{-6}	1
氩气	9.84×10^{-6}	2

气体标准物质中甲烷含量 x_1 由气体总含量(100%)扣除全部少量组分含量后得到，如式(B.2)。

$$x_1 = 100\% - \sum_{j=2}^n x_j \tag{B.2}$$

以式 (B.2) 为测量模型，对气体标准物质中甲烷含量的标准不确定度 $u_2(x_1)$ 进行评定。根据不确定度传播定律， $u_2(x_1)$ 可由各少量组分含量的标准不确定度 $u_2(x_j)$ 分量合成得到，即式(B.3)。

$$u_2(x_1) = \sqrt{\sum_{j=2}^n u_2(x_j)^2} \tag{B.3}$$

式中：

$u_2(x_1)$ ——甲烷组分含量的标准不确定度， % ；

$u_2(x_j)$ ——天然气中除甲烷外第 j 组分含量的标准不确定度， % 。

基于标准物质中甲烷含量的标准不确定度及甲烷含量可计算得到其相对标准不确定度，即 $u_{r,2}(x_1)=0.017\%$ 。由此得到各组分对应的标准不确定度数据见下表：

表 B.4 标准气体各组分含量对应的标准不确定度数据

组分	摩尔分数% (mol/mol)	相对扩展不确定度% ($U_r, k=2$)	相对标准不确定度% (u_r)	标准不确定度 $u(x_i)$
甲烷	93.7996	/	0.017	0.0001627
乙烷	3.11	1	0.5	0.0001555
丙烷	0.473	1	0.5	0.0000237
异丁烷	5.23×10^{-6}	1	0.5	0.0000026
正丁烷	5.24×10^{-6}	1	0.5	0.0000026
新戊烷	5.20×10^{-6}	2	1	0.0000052
异戊烷	5.12×10^{-6}	2	1	0.0000051
正戊烷	5.15×10^{-6}	2	1	0.0000052
正己烷	5.14×10^{-6}	2	1	0.0000051
二氧化碳	0.975	1	0.5	0.0000488
氮气	1.04	1	0.5	0.0000520
氦气	9.44×10^{-6}	1	0.5	0.0000047
氢气	9.88×10^{-6}	1	0.5	0.0000049
氩气	9.84×10^{-6}	2	1	0.0000098

标准物质的高位体积发热量不确定度评定参照 GB/T 11062 附录 B, 计算公式为(B.6)所示：

$$\left(\frac{u((H_v)_G)}{(H_v)_G}\right)^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left(\frac{[(H_c)_G^0]_i}{(H_c)_G} + \frac{2s_i * s}{Z} \right) * u(x_i) * r(x_i, x_j) * \left(\frac{[(H_c)_G^0]_j}{(H_c)_G} + \frac{2s_j * s}{Z} \right) * u(x_j) + \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 * u^2([(H_c)_G^0]_i)}{(H_c)_G^2} + \frac{4s^2 * \sum_{i=1}^N x_i^2 * u^2(s_i)}{Z^2} + \left(\frac{u(R)}{R}\right)^2 \quad (\text{B.4})$$

式中：

$$s = \left((1 - Z) \times \frac{p_2}{p_0} \right)^{1/2} \text{ 将上述数据带入计算后得到 } s = 0.04439。$$

根据 GB/T 11062 附录 A 得到 $\frac{u(R)}{R} = 9.0204 \times 10^{-7}$ ，其他参数根据上述计算过程列表如下：

表 B.5 标准气体各组分含量的测量不确定度计算过程 1

组分	$\frac{[(H_c)_G^0]_i}{(H_c)_G}$	$\frac{2s_i * s}{Z}$	$\frac{[(H_c)_G^0]_j}{(H_c)_G} + \frac{2s_j * s}{Z}$	$u(x_i)$	$\left\{ \frac{[(H_c)_G^0]_i}{(H_c)_G} + \frac{2s_i * s}{Z} \right\} u(x_i)$	$\{ \text{第 6 列的值} \}^2 \times 10^8$
甲烷	0.9837497	0.003840562	0.9875903	0.0001627	0.000160673	2.581573848
乙烷	1.7238612	0.00796225	1.7318234	0.0001555	0.000269299	7.252170389
丙烷	2.4510996	0.011636451	2.4627360	0.0000237	5.82437×10^{-5}	0.339232937
异丁烷	3.1780509	0.015880018	3.1939309	0.0000026	8.3681×10^{-6}	0.007002508
正丁烷	3.1679048	0.014883625	3.1827885	0.0000026	8.32299×10^{-6}	0.006927219
新戊烷	3.9051789	0.020417167	3.9255961	0.0000052	2.04131×10^{-5}	0.041669464
异戊烷	3.8975169	0.019474152	3.9169911	0.0000051	2.0055×10^{-5}	0.04022028
正戊烷	3.8818065	0.017605914	3.8994124	0.0000052	2.0082×10^{-5}	0.040328568
正己烷	4.6331901	0.025861744	4.6590519	0.0000051	2.39475×10^{-5}	0.057348403
二氧化碳	0.0000000	0.001387834	0.0013878	0.0000488	7.21673×10^{-8}	5.20813×10^{-7}
氮气	0.0000000	0.006494349	0.0064943	0.0000520	3.166×10^{-7}	1.00235×10^{-5}
氦气	0.0000000	-0.000889637	-0.0008896	0.0000047	-4.19909×10^{-9}	1.76323×10^{-9}
氢气	0.3157428	-0.000889637	0.3148531	0.0000049	1.55537×10^{-6}	0.000241919
氩气	0.0000000	0.002330849	0.0023308	0.0000098	2.29356×10^{-8}	5.26039×10^{-8}
总计	/	/	/	/	/	10.36672613

注：假设的相关矩阵 $r(x_i, x_j)$ 与 GB/T11062 一致。

表 B.6 标准气体各组分含量的测量不确定度计算过程 2

组分	x_i	x_i^2	$u((H_c)_G^0)_i$	$u^2((H_c)_G^0)_i$	$x_i^2 \cdot u^2([(H_c)_G^0]_i)$	$\frac{x_i^2 \cdot u^2([(H_c)_G^0]_i)}{(H_c)_G^2} \times 10^8$
甲烷	0.937996	0.8798365	0.19	0.0361	0.0317621	3.871455476
乙烷	0.031100	0.0009672	0.51	0.2601	0.0002516	0.030663818
丙烷	0.004730	2.237×10^{-5}	0.51	0.2601	5.819×10^{-6}	0.000709296
异丁烷	0.000524	2.746×10^{-7}	0.72	0.5184	1.423×10^{-7}	1.73497×10^{-5}
正丁烷	0.000523	2.735×10^{-7}	0.72	0.5184	1.418×10^{-7}	1.72836×10^{-5}
新戊烷	0.000520	2.704×10^{-7}	0.23	0.0529	1.43×10^{-8}	1.74352×10^{-6}
异戊烷	0.000512	2.621×10^{-7}	0.23	0.0529	1.387×10^{-8}	1.69029×10^{-6}

表 B.6 (续)

正戊烷	0.000515	2.652×10^{-7}	0.25	0.0625	1.658×10^{-8}	2.0205×10^{-6}
正己烷	0.000514	2.642×10^{-7}	0.32	0.1024	2.705×10^{-8}	3.29755×10^{-6}
二氧化碳	0.010400	0.0001082	0	0	0	0
氮气	0.009750	9.506×10^{-5}	0	0	0	0
氦气	0.000944	8.911×10^{-7}	0	0	0	0
氢气	0.000988	9.761×10^{-7}	0.02	0.0004	3.905×10^{-10}	4.75925×10^{-8}
氩气	0.000984	0.8798365	0	0	0	0
总计	1.000000	/	/	/	0.0320198	3.902872023

注: $u((H_c)_G^0)_i$ 见 GB/T 11062 表 3。

表 B.7 标准气体各组分含量的测量不确定度计算过程 3

组分	x_i	$u(x_i)$	$x_i^2 \cdot u^2(s_i) \times 10^8$	$4s^2 \cdot x_i^2 \cdot \frac{u^2(s_i)}{Z^2} \times 10^8$
甲烷	0.937996	0.0005	21.9959124	0.043522
乙烷	0.031100	0.0011	0.11703241	0.000232
丙烷	0.004730	0.0016	0.005727462	1.13×10^{-5}
异丁烷	0.000524	0.0039	0.00041763	8.26×10^{-7}
正丁烷	0.000523	0.0031	0.000262861	5.2×10^{-7}
新戊烷	0.000520	0.0107	0.00309581	6.13×10^{-6}
异戊烷	0.000512	0.0088	0.002030043	4.02×10^{-6}
正戊烷	0.000515	0.006	0.00095481	1.89×10^{-6}
正己烷	0.000514	0.0271	0.019402818	3.84×10^{-5}
二氧化碳	0.010400	0.001	0.010816	2.14×10^{-5}
氮气	0.009750	0.002	0.038025	7.52×10^{-5}
氦气	0.000944	0.025	0.055696	0.00011
氢气	0.000988	0.025	0.061009	0.000121
氩气	0.000984	0.001	9.68256×10^{-5}	1.92×10^{-7}
总计	1.000000	/	/	0.044144

注: $u(s_i)$ 见 GB/T 11062 表 2。

$$\text{又}(\frac{u(R)}{R})^2=0.000\ 081368\times 10^{-8}$$

$$\text{由以上数据求得}(\frac{u((H_v)_G)}{(H_v)_G})^2=[10.36672613+3.902872023+0.044144+0.000\ 081368]\times 10^{-8}$$

$$=14.313824\times 10^{-8}$$

$$u((H_v)_G)=[14.313824\times 10^{-8}\times 37.73180967]^{0.5}=0.014275\text{MJ/m}^3$$

$$\text{即}u_{r,b}((H_v)_G)=(0.014275\text{MJ/m}^3)\times 100\%/37.73180967\text{MJ/m}^3=0.038\%$$

B.3.2 色谱仪检测各组分计算高位发热量引入的不确定度评定

色谱检测各组分计算高位发热量引入的不确定度评定过程参考 B.3.1，并结合上述数据进行，不再赘述。计算结果为 $u_{r,c}((H_v)_G)=0.028\%$

B.3.3 测量重复性引入的不确定度评定

天然气中除甲烷外少量组分含量测量结果的重复性基于气相色谱检定规程相关规定，其相对标准偏差不超过 3%（上下文一致），考虑其为均匀分布，则：

$$u_{r,1}(x_j)=\frac{3.0\%}{\sqrt{3}}=1.732\% \quad (\text{B.5})$$

式中：

x_j ——天然气中除甲烷外第 j 组分含量， $j=2\sim 10$ ，%。

甲烷含量测量结果的重复性优于少量组分含量，其相对标准偏差不超过 0.30%，考虑其为均匀分布，则：

$$u_{r,1}(x_1)=\frac{0.3\%}{\sqrt{3}}=0.17\% \quad (\text{B.6})$$

式中：

x_1 ——甲烷组分含量，%。

$$\text{因此，}u_{r,s}((H_v)_G)=\sqrt{u_{r,1}(x_j)^2+u_{r,1}(x_1)^2}=1.73\%$$

3.4 实际体积发热量的相对不确定度评定

将以上数据代入公式(B.1)得

$$u_r((H_v)_G)=\sqrt{0.038\%^2+0.028\%^2+1.73\%^2}=1.73\%$$

3.5 实际体积发热量的测量结果表达

本次检测样气的高位发热量 $(H_v)_G=36.92\text{ MJ/m}^3$ ， $U_r((H_v)_G)=3.46\%$ ， $k=2$ 。

附录 C 检测报告参考格式

检 测 报 告

Test Report

报 告 编 号： **** 字 ***** 号

Report No.

委 托 方	*****
Applicant	
委 托 方 地 址	*****
Applicant Add	
样 品 名 称	*****
Name of Instrument	
型 号 / 规 格	*****
Type/Specification	
编 号	*****
Serial No.	
制 造 单 位	*****
Manufacturer	

(检测专用章)

Stamp

批 准	职 务
Authorized by _____	Position _____
检 测	核 验
Tested by _____	Inspected by _____
接 受 日 期	*** 年 **** 月 *** 日
Receipt Date	Year Month Day
检 测 日 期	*** 年 **** 月 *** 日
Test Date	Year Month Day
发 布 日 期	*** 年 **** 月 *** 日
Issue Date	Year Month Day

检测数据 / 结果

Data / Results of Test

No:_____号

第__页，共__页

检测使用的计量基（标）准					
名称	测量范围	准确度等级/测量不确定度/ 最大允许误差		证书编号	证书有效期至
检测使用的标准物质					
名称	测量范围	准确度等级/测量不确定度/ 最大允许误差		证书编号	证书有效期至
检测的地点、环境条件					
地点:	**	温度	**℃	相对湿度	**%
Place	**	Temperature	**℃	R.Humidity	**%

注：1、本证书的检测结果仅对所检测样品负责。
2、请妥善保管此证书。

No:_____号

第__页，共__页

检测结果			
检测项目	计量单位	检测结果	测量结果不确定度 (<i>k</i> =2)
样品图片			

检测内容结束

No:_____号

第__页，共__页

注意事项

- 1、报告无“检测报告专用章”无效。
- 2、报告检测数据及结论涂改无效。
- 3、委托检测仅对来样负责。
- 4、委托检测在收到检测报告之日起两个月内不领取的样品按弃样处理。
- 5、对检测报告若有异议，请于收到报告之日起十五日内向我单位提出。

属于下列情况者不予复查：

1. 样品已过保质期且不愿意认可复查结果的。
2. 委托单位或受检单位已确认过检测报告并已将样品取走的。
3. 样品已超过本院保存期限的。

JJF(新)138—2024

新疆维吾尔自治区
地方计量校准规范

天然气物性参数计量技术规范

JJF(新)138—2024

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

*

版权所有 不得翻印

*

880mm×1230mm 16 开本

2025 年 2 月第 1 版 2025 年 2 月第 1 次印刷

印数 1-100