



中华人民共和国国家标准

GB/T 30491.5—2026

天然气 热力学性质计算 第5部分：黏度、焦耳-汤姆逊系数 和等熵指数的计算

Natural gas—Calculation of thermodynamic properties—Part 5: Calculation of
viscosity, Joule-Thomson coefficient, and isentropic exponent

(ISO 20765-5:2022, MOD)

2026-05-25 发布

2026-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 背景	1
5 黏度(η)	2
5.1 温度、压力、组分浓度表示的黏度计算公式	2
5.2 以温度和质量密度表示的黏度计算公式	4
6 其他性质	5
6.1 概述	5
6.2 焦耳-汤姆逊系数(μ)	6
6.3 等熵指数(κ)	7
6.4 声速(W)	8
7 计算示例	9
8 结果报告	9
附录 A(资料性) 符号与单位	10
附录 B(资料性) LBC 方程的黏度计算示例	11
附录 C(资料性) 将 CV、RD 和 CO ₂ 摩尔分数转化为等效的 C ₁ -C ₃ -N ₂ -CO ₂ 混合物的示例	13
附录 D(资料性) 甲烷黏度	15
参考文献	17
图 1 Lohrenz-Bray-Clark 方程[公式(9)]计算的黏度值与实验值的对比图	4
图 2 公式(19)计算的黏度值与实验值的对比图	5
表 1 组分或性质的限值	5
表 2 焦耳-汤姆逊系数值与绝对偏差的平均值	7
表 3 焦耳-汤姆逊系数值的 RMS 和 RMS%	7
表 4 等熵指数值与绝对偏差的平均值	8
表 5 等熵指数值的 RMS 和 RMS%	8
表 6 声速的 RMS%	9
表 7 天然气组成示例	9
表 8 计算用输入量与计算结果	9

GB/T 30491.5—2026

表 A.1	符号与单位	10
表 D.1	甲烷参考黏度	15
表 D.2	LBC 方程[公式(9)]对甲烷黏度的相对偏差	15
表 D.3	公式(19)对甲烷黏度的相对偏差	15

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。

本文件是 GB/T 30491《天然气 热力学性质计算》的第 5 部分。GB/T 30491 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：输配气中的气相性质；
- 第 2 部分：扩展应用范围的单相（气相、液相和稠密相）流体性质；
- 第 5 部分：黏度、焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的计算。

本文件修改采用 ISO 20765-5:2022《天然气 热力学性质计算 第 5 部分：黏度、焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的计算》。

本文件与 ISO 20765-5:2022 相比做了下列结构调整：

- 删除了国际标准的第 8 章“结论”的内容，并将该部分中标准适用范围的内容移至第 1 章“范围”，第 8 章对应 ISO 20765-5:2022 第 9 章。

本文件与 ISO 20765-5:2022 的技术差异及其原因如下：

- 增加引用了规范性引用文件 GB/T 3102.3、GB/T 3102.4、GB/T 14850、GB/T 20604、GB/T 30491.1、GB/T 30491.2、ISO 80000-5（见第 3 章），以提高标准在我国实际应用场景下的可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 增加了资料性引用文件 GB/T 30491.1—2014（见引言）、GB/T 30491.2—2024（见引言、5.1、6.1、6.4）、GB/T 2624.2（见第 4 章）；
- 增加了附录 A 中表的标识和标题（见附录 A），以及提及附录 A 的用语（见第 3 章），以阐述本文件使用的物理量的符号和单位的详细列表见附录 A；
- 增加了注（见 5.2、6.2、6.3），以更好地解释公式（19）、公式（22）和公式（24）为经验公式，计算结果仅为物理量的数值形式，不是含单位的物理量；
- 表 2～表 6、表 D.1～表 D.3 中的大写 T 均改为小写 t ，以符合附录 A 中的符号与单位的描述；
- 增加了所有公式中的物理量的符号与单位于附录 A 中，以方便使用。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国天然气标准化技术委员会（SAC/TC 244）提出并归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司天然气研究院、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油集团安全环保技术研究院有限公司、中国科学院理化技术研究所、西南石油大学、中国石油大学（北京）、中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司、中海油研究总院有限责任公司、国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司、国家石油天然气管网集团有限公司科学技术研究总院分公司、中国石油化工股份有限公司天然气榆济管道分公司、中油国际管道有限公司。

本文件主要起草人：林青瑾、张镡、陈学锋、刘长跃、周理、张佩颖、沈琳、盛勃闻、李长俊、陈超、欧阳毅磊、袁泽波、张明、刘喆、郭哲、张利明、衣华磊、杨泽军、彭世壺、迟佳欣、彭子成、董静雅、闫海明、付顺康、宋超凡、郝敏、王雁冰、林敏、王华青。

引 言

GB/T 30491 给出了天然气热力学性质的计算方法,主要涉及集输天然气单相(气相、液相、稠密相)热力学性质、天然气气液两相热力学性质,以及天然气黏度等迁移性质计算。与 GB/T 30491.1—2014 和 GB/T 30491.2—2024^[1,2]规定的利用物性参数、热力学方程和状态方程计算天然气、含人工掺和物的天然气和其他类似混合物的黏度、焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的方法相比,本文件给出了(动力)黏度、焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的简易公式,可适用于温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,压力不超过 10 MPa 的气相天然气热力学性质计算。尽管简易公式计算焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的不确定度大于状态方程,但简易公式多通过拟合的方式得到,形式更为简单,可适用于一些特定情况。利用本文件的简易公式能够为孔板流量计准确测量高压天然气流量提供关键的物性参数数据,这对保障天然气高效开发、集输计量公平公正以及天然气工业的快速健康发展,有着积极的推动作用。

目前,ISO 20765 系列标准已发布第 1 部分、第 2 部分和第 5 部分。第 3 部分和第 4 部分仍在准备中,因此 GB/T 30491 拟由以下 5 个部分构成。

- 第 1 部分:输配气中的气相性质。目的在于规定天然气、含人工掺和物的天然气和其他类似混合物仅以气体状态存在时的体积性质和热性质的计算方法。
- 第 2 部分:扩展应用范围的单相(气相、液相和稠密相)流体性质。目的在于规定天然气、合成燃料气体和类似混合物在单相状态(均匀气态、液态和稠密态)下的体积性质和热性质计算方法。
- 第 3 部分:两相性质(气液平衡状态)。目的在于规定天然气、合成燃料气体和类似混合物在气液平衡状态下的两相性质的计算方法。
- 第 4 部分:物性值计算天然气性质。目的在于规定利用天然气发热量、相对密度等参数获取物性参数的计算方法。
- 第 5 部分:黏度、焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的计算。目的在于规定天然气(动力)黏度、焦耳-汤姆逊系数和等熵指数的简化算法。

天然气 热力学性质计算

第 5 部分：黏度、焦耳-汤姆逊系数 和等熵指数的计算

1 范围

本文件规定了利用天然气组成、温度、压力数据计算天然气流量计量过程所用(动力)黏度、焦耳-汤姆逊系数、等熵指数和声速(不包括密度)的简易方法,用于天然气流量计量。

本文件适用于特定场景下(尤其对高压孔板计量),温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,压力不高于 10 MPa 的天然气的流量计量。

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(包括所用的修改单)适用于本文件。

GB/T 3102.3 力学的量和单位(GB/T 3102.3—1993,ISO 31-3:1992,EQV)

GB/T 3102.4 热学的量和单位(GB/T 3102.4—1993,ISO 31-4:1992,EQV)

GB/T 14850 气体分析 词汇(GB/T 14850—2020,ISO 7504:2015,IDT)

GB/T 20604 天然气 词汇(GB/T 20604—2025,ISO 14532:2014,MOD)

GB/T 30491.1 天然气 热力学性质计算 第 1 部分:输配气中的气相性质(GB/T 30491.1—2014,ISO 20765-1:2005,IDT)

GB/T 30491.2 天然气 热力学性质计算 第 2 部分:扩展应用范围的单相(气相、液相和稠密相)流体性质(GB/T 30491.2—2024,ISO 20765-2:2015,IDT)

ISO 80000-5 量与单位 第 5 部分:热力学(Quantities and units—Part 5:Thermodynamics)

3 术语和定义

GB 3102.3、GB 3102.4、GB/T 14850、GB/T 20604、GB/T 30491.1、GB/T 30491.2 和 ISO 80000-5 界定的术语和定义适用于本文件。

注:本文件使用的符号和单位列表见附录 A。

4 背景

本文件的主要目的是提供一种简易公式,用于 GB/T 2624.2 中孔板流量计计量高压天然气流量^[3]。

本文件技术背景主要参考 ISO 5167-1:1991、EN 5167-1:1997、ISO 5167-1:2003 和 ISO 5167-2:2003^[4,5]。

注:ISO 5167-1:1991 和 EN 5167-1:1997 已废止,新版 ISO 和 EN 标准中无相关内容,故引用旧版标准。

质量流量 q (单位为 kg/s)的定义如公式(1):