



中华人民共和国国家标准

GB/T 30491.1—2014/ISO 20765-1:2005

天然气 热力学性质计算 第 1 部分：输配气中的气相性质

Natural gas—Calculation of thermodynamic properties—
Part 1: Gas phase properties for transmission and distribution applications

(ISO 20765-1:2005, IDT)

2014-02-19 发布

2014-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|---------------------------------|----|
| 前言 | I |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 方法的热力学基础 | 2 |
| 4.1 原理 | 2 |
| 4.2 亥姆霍兹自由能基本方程 | 2 |
| 4.2.1 概述 | 2 |
| 4.2.2 亥姆霍兹自由能 | 2 |
| 4.2.3 理想气体的亥姆霍兹自由能 | 3 |
| 4.2.4 剩余亥姆霍兹自由能 | 3 |
| 4.2.5 折算亥姆霍兹自由能 | 4 |
| 4.3 由亥姆霍兹自由能导出的热力学性质 | 4 |
| 4.3.1 概述 | 4 |
| 4.3.2 热力学性质方程 | 5 |
| 5 计算方法 | 7 |
| 5.1 输入变量 | 7 |
| 5.2 压力到折算密度的转换 | 7 |
| 5.3 运算 | 7 |
| 6 应用范围 | 8 |
| 6.1 压力和温度 | 8 |
| 6.2 管输天然气 | 8 |
| 7 不确定度 | 9 |
| 7.1 管输气的不确定度 | 9 |
| 7.1.1 甲烷的不确定度图 | 9 |
| 7.1.2 天然气的不确定度图 | 10 |
| 7.2 输入变量不确定度的影响 | 12 |
| 8 结果报告 | 12 |
| 附录 A (规范性附录) 符号和单位 | 14 |
| 附录 B (规范性附录) 理想气体的亥姆霍兹自由能 | 17 |
| 附录 C (规范性附录) 亥姆霍兹自由能方程 | 20 |
| 附录 D (规范性附录) 状态方程的详细表述 | 22 |
| 附录 E (资料性附录) 微量组分的赋值 | 28 |
| 附录 F (资料性附录) 运算步骤 | 30 |
| 附录 G (资料性附录) 示例 | 32 |
| 参考文献 | 39 |

前 言

GB/T 30491《天然气 热力学性质计算》分为 3 个部分：

- 第 1 部分：输配气中的气相性质；
- 第 2 部分：延伸应用中的单相性质(气相,液相和高密度流体)；
- 第 3 部分：两相性质(气液平衡态)。

本部分为 GB/T 30491 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 20765-1:2005《天然气 热力学性质计算 第 1 部分：输配气中的气相性质》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB 3102.3—1993 力学的量和单位(eqv ISO 31-3:1992)；
- GB 3102.4—1993 热学的量和单位(eqv ISO 31-4:1992)；
- GB/T 14850—2008 气体分析 词汇(ISO 7504:2001, IDT)；
- GB/T 17747.2—2011 天然气压缩因子的计算 第 2 部分：用摩尔组成进行计算(ISO 12213-2:2006, MOD)；
- GB/T 20604—2006 天然气 词汇(ISO 14532:2001, IDT)。

本部分做了下列编辑性修改：

- 附录 A 中的符号“ E_{mij}^* ”改为“ E_{ij}^* ”；
- 附录 A 中的符号 G_{mij}^* 改为 G_{ij}^* 。

本部分由全国天然气标准化技术委员会(SAC/TC 244)提出并归口。

本部分起草单位：中国石油西南油气田公司天然气研究院、中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司、中国石油西气东输管道公司、中国石油西南油气田公司安全环保与技术监督研究院。

本部分主要起草人：韩慧、罗勤、刘家洪、田静、国明昌、常宏岗、张福元、段继芹、陈雨晖、黄黎明。

天然气 热力学性质计算

第 1 部分:输配气中的气相性质

1 范围

GB/T 30491 的本部分规定了天然气、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。

本部分适用于输气和配气过程中在一定压力(p)和温度(T)范围内的管输气体。对于体积性质(压缩因子和密度),计算的不确定度约为 $\pm 0.1\%$ (95%置信区间)。对于热性质[如焓,热容,焦耳-汤姆森(Joule-Thomson)系数,声速],计算的不确定度通常更大一些。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 31-3 量与单位 第 3 部分:力学(Quantities and units—Part 3:Mechanics)

ISO 31-4 量与单位 第 4 部分:热学(Quantities and units—Part 4:Heat)

ISO 7504 气体分析 词汇(Gas analysis—Vocabulary)

ISO 12213-2 天然气压缩因子的计算 第 2 部分:用摩尔组成进行计算(Natural gas—Calculation of compression factor—Part 2:Calculation using molar-composition analysis)

ISO 14532 天然气 词汇(Natural gas—Vocabulary)

3 术语和定义

ISO 31-3, ISO 7504 和 ISO 14532 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:本部分给出的符号和单位列表详见附录 A。

3.1

热性质 caloric property

能够通过基本状态方程进行计算的气体或均质气体混合物的特性。

注:适用于本部分的热性质包括内能、焓、熵、等容热容、等压热容、焦耳-汤姆森系数、等熵指数和声速。

3.2

状态方程 equation of state

气体或均质气体混合物各个状态变量之间的数学关系式。

注:使用本部分需区分两种状态方程。即表征压力、温度和体积之间关系的体积状态方程,和表征密度、温度和亥姆霍兹(Helmholtz)自由能之间关系的基本状态方程。

3.3

剩余性质 residual property

由气体或均质气体混合物的非理想(真实气体)状态产生的热力学性质,即在相同温度和密度条件下,真实气体或气体混合物的某项热力学性质与该气体或混合物以理想状态存在时同种性质之间的差异。