



中华人民共和国国家标准

GB/T 21068—2007

液化天然气密度计算模型规范

Standard specification for LNG density calculation models

2007-08-13 发布

2008-03-01 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

前 言

本标准等同采用 ASTM D4784—93(Reapproved 2003), Standard Specification for LNG Density Calculation Models(液化天然气密度计算模型规范)。本标准等同翻译 ASTM D4784-93(Reapproved 2003)。本标准不排斥使用等同或超过本标准规定的模型和方法;等同条件下,编辑性修改以适应我国标准版式。

为便于使用本标准,编辑性修改如下:

——增加前言,适应我国标准版式;

——式(17)“ $c_{ij} = \frac{c_{ii} + c_{jj}}{2}$ ”,原文编辑错误,改为“ $c_{ij} = \frac{c_{ii} + c_{jj}}{2}$ ”;

——式(18)“ V_m ”和“ V_i ”,原文编辑错误,分别改为“ \bar{V}_m ”和“ \bar{V}_i ”;

——3.3 中“ X_i ”和“ X_{CH_4} ”原文编辑错误,分别改为“ x_i ”和“ x_{CH_4} ”;

——取消标准固定标号说明和 ASTM 国际组织声明。

本标准由全国天然气标准化技术委员会(SAC/TC 244)提出并归口。

本标准主要起草单位:中国石化集团中原石油勘探局勘察设计研究院。

本标准参加起草单位:中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司。

本标准主要起草人:赵保才、杨志毅、周平、王保庆、王非、杨华、杜通林、陈运强、罗勤。

本标准为首次发布。

引 言

本标准是 LNG 混合物状态方程的四个数学模型描述。四个模型包括扩展对比态模型、蜂房(Cell)模型、硬球(Hard sphere)模型和修正的克劳斯克—麦金利(Klosek-McKinley)模型。每个模型都采用相同的实验数据,数据中包括纯氮气、甲烷、乙烷、丙烷、异丁烷和正丁烷、异戊烷和正戊烷、及其混合物。对于 LNG 混合物(120 K 或者更低温度下的液态混合物,且含有至少 60%的甲烷,低于 4%的氮气,异丁烷和丁烷量各低于 4%,异戊烷和戊烷总量低于 4%),所有模型预测密度与真值相差在 0.1%以内。这些模型由美国标准和技术研究所(原美国标准局)开发,经过长达 7 年的努力,使用专用设备进行大量的试验测量获得物性数据,并使用这些数据开发预测模型用于密度计算。

液化天然气密度计算模型规范¹⁾

1 范围

1.1 本标准涵盖的 LNG 密度计算模型²⁾,适用于给定压力、温度和混合物组成情况下,饱和 LNG 混合物密度的计算或预测,在 90 K~120 K,计算值与真值的偏差在 0.1%以内。

1.2 本标准未旨在涉及安全,如果有,与标准使用相关。使用前建立适当的安全和健康规程并确定限定条件的适用性,是本标准使用者的责任。

2 特点和使用

2.1 本标准中的模型能用来计算温度在 90 K~120 K 的饱和液态天然气密度。密度计算的估计不确定度是±0.1%。液态天然气的组分限制如下:

甲烷	等于或大于 60%
氮气	低于 4%
正丁烷	低于 4%
异丁烷	低于 4%
戊烷	低于 2%

假定在 LNG 溶液中不存在 C₆ 或 C₆ 的烃类。

3 模型

3.1 扩展对比态——扩展对比态方法可由下列方程表示。

$$Z_i[P, T] = Z_o[Ph_{\bar{u},o}/f_{\bar{u},o}, T/f_{\bar{u},o}] \dots\dots\dots (1)$$

$$G_i[P, T] = f_{\bar{u},o}G_o[Ph_{\bar{u},o}/f_{\bar{u},o}, T/f_{\bar{u},o}] - RT\ln(h_{\bar{u},o}) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Z——压缩因子;

G——吉布斯自由能;

P——压力;

T——温度;

o——参比流体;

i——流体,其性质由参比流体状态方程得到,且引入变换函数 $f_{\bar{u},o}$ 和 $h_{\bar{u},o}$ 允许方法扩展至混合物。

因有两个变换函数定义方程(1)和方程(2)是必要的。在这种情况下,选择甲烷的状态方程为参比流体。在研究过程中必须修改状态方程,以取得低到 43 K 温度的实际气液边界。为了适应重烃非常低

1) ASTM D4784 归口于 ASTM 气体燃料 D-3 委员会,并由热物性 D03.08 分委员会直接负责。

现行版于 2003 年 5 月 10 日批准。2003 年 5 月出版。最初批准于 1988 年,上一版批准于 1998 年为 ASTM D4784-93(1998)。

2) 模型的公式和支撑工作由美国标准局完成, British Gas Corp., Chicago Bridge and Iron Co., Columbia Gas Service Corp., Distrigas Corp., Easco Gas LNG, Inc., El Paso Natural Gas, Gaz de France, Marathon Oil Co., Mobil Oil Corp., Natural Gas Pipeline Co., Phillips Petroleum Co., Shell International Gas, Ltd., Sonatrach, Southern California Gas Co., Tennessee Gas Pipeline, Texas Eastern Transmission Co., Tokyo Gas Co., Ltd., 和 Transcontinental Gas Pipe Line Corp. 赞助,资金由美国气体联合会管理。