

# 液化石油气组成测定的技术探讨

张守浩 刘晓冰 郭武<sup>1</sup> 司福 李小贤 薛鸿鑫 赵冲

青岛赛时检验有限公司，青岛 266510

**摘要：**本文通过解析液化石油气（仅指纯烃液化石油气）的产品标准、检测标准，以及校准用混合气体的制备标准，发现当前液化石油气组分组成检测存在的问题，总结出实验室正确出具液化石油气组分组成结果的四个方案。

液化石油气（LPG）作为重要的化工原料或工业和民用燃料，其相关产品标准 GB 11174-2011 对其组分组成进行技术要求，规定的是各组成组分的液体体积分数。目前，国内液化石油气组分组成的主要检测方法为气相色谱法（NB/SH/T 0230-2019），此方法需要采用液化石油气校正样品测定每个烃类化合物液态体积分数的校正因子，然后利用校正面积归一化法计算各组成组分的液态体积分数。

NB/SH/T 0230-2019 第 6.1 节规定：液化石油气校正样品为液态混合样品，存储于内附虹吸管或其他配备可将液态试样导出设备的带压钢瓶中。为确保生产厂商所提供的标准样品的质量，液化石油气校正样品的配制应符合 GB/T 5274 的要求。该规定可解读为：本标准的适用校正样品应该是已知每个烃类化合物组分的液态体积分数的液态的液化石油气校正样品。

笔者收集到 10 个实验室的标准气体证书，这些标准气体来自 4 个生产者，都是依据 GB/T 5274.1-2018 制备的混合气体校正样品，证书中提供的一般是组分的摩尔分数（也有证书同时提供质量分数或仅提供质量分数）。在混合气体校正样品各组分均为气体状态下，摩尔分数等于体积分数；但在混合气体校正样品各组分均为液体状态下，摩尔分数不等于体积分数。这种情况下，若用户实验室不仔细阅读订购的标准气体（液化石油气校正样品）的证书内容，以及 NB/SH/T 0230-2019 等标准的规定，则会造成校正样品使用者出具的每个烃类化合物的体积分数结果为气体体积分数，而非标准所要求的液体体积分数结果。

由上述可知，当前按照 NB/SH/T 0230-2019 检测液化石油气的实验室，所购买的液化石油气校正样品的证书中多数未提供每个烃类化合物液态体积分数，不符合 NB/SH/T 0230-2019 的要求。由此带来的后果，可能就是实验室的检测结果不准确，不能代表液化石油气的真实

<sup>1</sup> 通讯作者：郭武，高级工程师，主要从事石油及相关产品能力验证和检测工作。

通讯地址：山东省青岛市黄岛区六盘山路 38 号，电话 13969680757，邮箱：saishi@vip.163.com

组成。

鉴于上述问题，本文制定四个方案可帮助检测液化石油气组分的实验室出具正确结果。

方案一，根据 NB/SH/T 0230-2019 第 6 章要求定制液化石油气校正样品，但是校正样品证书提供的是每个烃类化合物的摩尔分数时，用户实验室可利用此校正样品测定每个烃类化合物气体体积分数的校正因子，然后利用校正面积归一化法计算各组分的体积分数，此时得出液化石油气中每个烃类化合物的气体体积分数，然后根据 GB/T 12576-1997 附录 A 或 ASTM D2421-21 换算出每个烃类化合物的液体体积分数结果（参照表 1）。此方案与 ASTM D2163-14（2019）要求基本一致，换算过程比较复杂。该方案偏离了 NB/SH/T 0230-2019 的要求。

表 1 检测样品组分气体体积分数换算到液体体积分数

组分名称	气体体积分数 (或摩尔分 数)，% (A)	液体体积，mL（在 15.6°C和 101.3 kPa 下，1 mL 理想气体） (B)	组分液体体积， mL (A×B)	组分液体体积分 数，%
丙烷	21.10	0.003675	0.077543	18.78
正丁烷	31.90	0.004205	0.134140	32.48
异丁烷	36.50	0.004362	0.159213	38.56
1-丁烯	9.81	0.003944	0.038691	9.37
正戊烷	0.19	0.004830	0.000918	0.22
异戊烷	0.50	0.004882	0.002441	0.59
总和	100.00	-	0.412946	100.00

注：液体体积，mL（在 15.6°C和 101.3 kPa 下，1 mL 理想气体）来自 GB/T 12576-1997 表 A2，意为 1 mL 理想气体在 15.6°C和 101.3 kPa 下的液体体积。

方案二，根据 NB/SH/T 0230-2019 第 6 章要求定制液化石油气校正样品，但是校正样品证书提供的是每个烃类化合物的摩尔分数，用户实验室可根据 GB/T 12576-1997 附录 A 或 ASTM D2421-21 换算出每个烃类化合物的液体体积分数结果（参照表 2），然后参照方案三进行试验。该方案符合 NB/SH/T 0230-2019 的要求。

1 通讯作者：郭武，高级工程师，主要从事石油及相关产品能力验证和检测工作。

通讯地址：山东省青岛市黄岛区六盘山路 38 号，电话 13969680757，邮箱：saishi@vip.163.com

表 2 液化石油气校正样品组分摩尔分数换算到液体体积分数

组分名称	组分标准值, % (mol/mol)	分子相对质量	组分质量分数, %	相对密度 15.6°C/15.6°C (真空)	组分液体体积, mL	组分液体体积分数, %
丙烷	21.10	44.10	16.899	0.5070	33.331	18.78
正丁烷	31.90	58.12	33.672	0.5840	57.658	32.48
异丁烷	36.50	58.12	38.528	0.5629	68.446	38.56
1-丁烯	9.81	56.11	9.997	0.6011	16.631	9.37
正戊烷	0.19	72.15	0.249	0.6311	0.395	0.22
异戊烷	0.50	72.15	0.655	0.6244	1.049	0.59
总和	100.00	-	100.00		177.51	100.00

注：分子相对质量、相对密度（15.6°C/15.6°C）（真空）来自 GB/T 12576-1997 表 A2。

方案三，根据 NB/SH/T 0230-2019 第 6 章要求定制液化石油气校正样品，明确要求校正样品供应商在证书中给出每个烃类化合物的液态体积分数，实验室再利用此校正样品测定每个烃类化合物液态体积分数的校正因子，然后利用校正面积归一化法计算各组分的体积分数，此时得出液化石油气中每个烃类化合物的液体体积分数。该方案完全符合 NB/SH/T 0230-2019 的要求。

方案四，直接采用 NB/SH/T 0230-2019 表 2 中提供的 11 种组分的液态体积分数校正因子。这种方案在一些实验室已经在使用。该方案符合 NB/SH/T 0230-2019 的要求。

#### 参考文献

- [1] GB 11174-2011, 液化石油气[S].
- [2] GB/T 12576-1997, 液化石油气蒸气压和相对密度及辛烷值计算法[S].
- [3] NB/SH/T 0230-2019, 液化石油气组成的测定 气相色谱法[S].
- [4] GB/T 5274.1-2018, 气体分析 校准用混合气体的制备 第 1 部分：称量法制备一级混合气体 [S].
- [5] ASTM D2163 - 14(2019) Standard Test Method for Determination of Hydrocarbons in Liquefied Petroleum (LP) Gases and Propane/Propene Mixtures by Gas Chromatography
- [6] ASTM D2598 - 16 Standard Practice for Calculation of Certain Physical Properties of Liquefied Petroleum (LP) Gases from Compositional Analysis [S].

1 通讯作者：郭武，高级工程师，主要从事石油及相关产品能力验证和检测工作。

通讯地址：山东省青岛市黄岛区六盘山路 38 号，电话 13969680757，邮箱：saishi@vip.163.com

[7] ASTM D2421 - 21 Standard Practice for Practice for Interconversion of Analysis of C5 and Lighter Hydrocarbons to Gas-Volume, Liquid-Volume, or Mass Basis [S].

1 通讯作者：郭武，高级工程师，主要从事石油及相关产品能力验证和检测工作。

通讯地址：山东省青岛市黄岛区六盘山路 38 号，电话 13969680757，邮箱：saishi@vip.163.com