

ICS
GCS

CGAS

团 体 标 准

T/CGASXXXX—20XX

液化天然气点样取样法

The method for spot sampling of liquefied natural gas

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX-XX-XX 实施

XXXX-XX-XX 发布

中 国 城 市 燃 气 协 会 发 布

目次

前言	4
引言	5
1 范围	6
2 规范性引用文件	6
3 术语和定义	6
4 原理	7
5 设备	7
5.1 点样取样系统	7
5.2 一般要求	8
5.3 取样探头	8
5.4 定量装置	8
5.5 温度、压力测量装置	9
5.6 伴热样品管线	9
5.7 气相容器	9
5.8 真空装置	9
5.9 气化装置	9
5.10 取样钢瓶	9
5.11 控制器	9
6 取样步骤	10
6.1 装置的液相系统冷却	10
6.2 液相定量取样	10
6.3 真空抽取	10
6.4 液相样品气化	10
6.5 气相样品充瓶	10
7 取样报告	10
附录 A (资料性) 确定样品状态的指标	11
附录 B (资料性) 定量装置和气相容器体积的计算方法	12
B.1 气相容器体积的计算方法	12

B.2 定量装置体积的计算方法.....	12
附录 C（资料性）LNG 取样报告(示例).....	13
参考文献	14

前言

本文件按照T/CGAS 1000-2021《中国城市燃气协会标准起草规则》的规定起草。

本文件主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、原理、设备、取样步骤、取样报告等。本文件的附录A、附录B、附录C为资料性附录。

请注意文件中某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国城市燃气协会标准工作委员会归口。

本文件起草单位：北京凯隆分析仪器有限公司、……..

本文件主要起草人：……..

本文件使用过程中如有建议或意见请联系：中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处和负责起草单位。负责起草单位：北京凯隆分析仪器有限公司（地址：北京市通州区马驹桥镇景盛中街21号北京凯隆分析仪器有限公司 邮政编码：101102，电子邮箱：technical@kaloon.com）。

本文件为首次发布。

本文件由中国城市燃气协会制定，其版权为中国城市燃气协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国城市燃气协会书面许可，文件任何部分不得以任何形式和手段进行复制、发行、改编、翻译和汇编。如需申请版权许可，请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处。

联系地址：北京市西城区金融大街27号投资广场B座6层

邮政编码：100032

电子邮箱：cgas@chinagas.org.cn

引 言

液化天然气 (liquefied natural gas, 简称 LNG) 的密度和发热量是由 LNG 的组分来确定的。

LNG 是一种复杂的低分子量烃类混合物，氮是主要惰性杂质。通常甲烷是其主要成分，次微量成分的浓度随气源、液化工艺和贮存条件的变化而变化。LNG 的组分沸点范围较宽，如果不能同时气化会造成测量结果偏差。本文件给出了一种取样方法，采集未经闪蒸的液体，并将此样品进行气化，得到有代表性的气相样品。

液化天然气点样取样法

1 范围

本文件规定了液化天然气（LNG）点样的取样方法。

本文件适用于压力范围为0.1MPaG~2.0MPaG的液化天然气获取瞬时样品。

本文件仅适用于液相混合物，不适用于两相介质。其他类似低温液化气体的取样也可参考本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 13609-2017天然气取样导则

GB 50058-2014 爆炸危险环境电力装置设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

取样探头 sample probe

插入待取LNG样品的输送管线中或安装在LNG输送管线上的装置，以便收集LNG样品。

3.2

液相定量装置 liquid sample quantification device

收集定量的、未发生闪蒸的LNG样品的装置。

3.3

气化装置 LNG sample vaporizer

将收集定量的LNG样品完全气化的装置。

3.4

气相容器 gas sample container

用于收集气化后的LNG样品并使其混合均匀的容器。

3.5

真空抽取装置 vacuum extraction device

抽取气相容器和取样钢瓶中的残余气体，并形成一定真空度的真空抽气装置。

3.6

过冷 subcooling

在给定的压力下降低LNG的温度，使之低于泡点。

[来源：ISO 8943: 2007, 3. 20]

3.7

点样 spot sample

规定时间和规定地点从LNG流路中采集到的规定体积的样品。

[来源：GB/T 13609-2017, 2. 18]

4 原理

LNG样品由取样探头自工艺管道取出，利用其过冷量将取样系统和管线进行冷却。根据温度压力值来判断样品是否为液相，之后在液相定量装置中取得定量液相样品。然后将气相容器和取样钢瓶抽取真空，液相样品在封闭空间完全气化后，充入取样钢瓶完成取样。见图1。



图1取样系统原理图

5 设备

5.1 点样取样系统

点样取样系统设备示意图见图2。

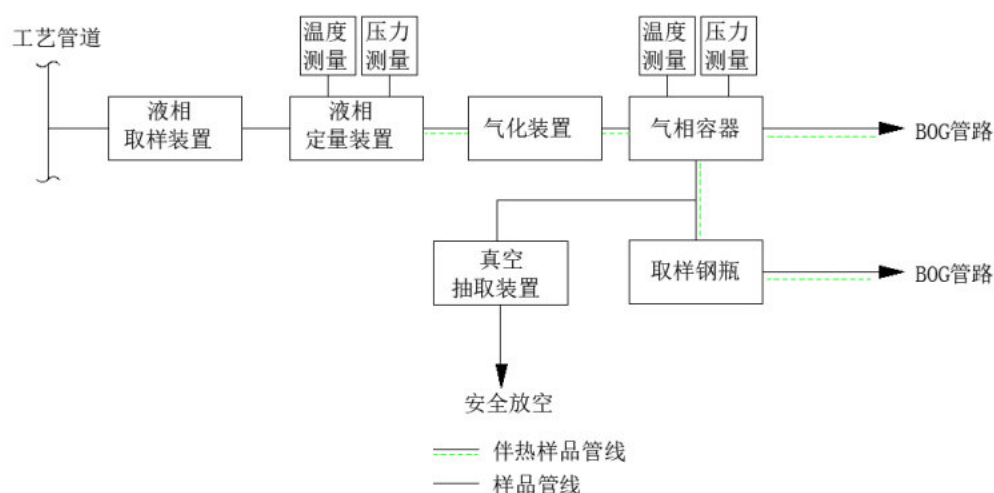


图2取样系统设备示意图

5.2 一般要求

5.2.1 取样系统所使用的材料的强度和耐用性应符合相关标准，在所承受的压力和温度交变条件下不会发生疲劳损坏，还应考虑材料在低温下发生脆裂的可能性。材料应不会被所接触的流体所影响，也不会对流体的组成产生任何影响。

5.2.2 电气设备防爆等级应满足现场安全要求，应至少符合 GB 50058 规定的 IIB T3 的最低限度的要求。

5.2.3 取样系统应满足防雷、接地、防浪涌要求。

5.3 取样探头

5.3.1 取样探头应固定在 LNG 处于过冷状态下的管线之中。取样点的过冷度应通过该点 LNG 的温度和压力值，并与根据组成计算的在相同压力下 LNG 的泡点相比较后加以确定，可参考附录A中所示方法。

在多根输送管线的情况下，取样装置应安装在汇管的下流，否则，每根管线均应有一个取样点。

5.3.2 探头插入深度宜在 LNG 管线的 $1/3$ 处~ $1/2$ 处。

5.3.3 探头的设计应考虑振动影响。

5.3.4 从取样点到液相定量装置入口的管线应保持过冷状态，因此此段管线应尽量短，宜在 1000mm 以内，宜采用最高等级的隔热装置，以减少热传导。

5.4 定量装置

5.4.1 定量装置容积应根据需要充装取样钢瓶的数量、期望的充瓶压力来确定，具体方法见附录 B。

5.4.2 定量装置前后应配备隔离切断阀；隔离切断阀应适应工作在深冷及气化温度交变工况，同时满足工作压力为 5Pa (绝对压力) 至 2MPaG 范围内，以保证液相样品取样后不产生泄漏。

5.4.3 应配备温度、压力检测装置，以判断定量装置内部介质的液、气相状态。

5.4.4 定量装置单元应安装于隔热效果好的保冷箱中。

5.5 温度、压力测量装置

5.5.1 定量装置出口和气相容器应配备温度、压力测量装置。

5.6 伴热样品管线

5.6.1 液相定量装置后部管线应配备保温、伴热装置以便于样品充分气化后排至 BOG 管线。

5.6.2 伴热样品管线包括样品传输管线、保温材料、管线加热装置。

5.6.3 伴热样品管线的材质应适应深冷及气化温度交变工况，同时满足工作压力为 5PaA(绝对压力)至 2MPaG 范围内。

5.7 气相容器

5.7.1 应配备加热装置，确保样品充分气化。

5.7.2 气相容器容积应根据取样钢瓶的数量、期望的充瓶压力来确定，具体方法见附录B。

5.7.3 适应工作压力为5PaA(绝对压力)至2MPaG 范围。

5.7.4 气化装置应配备温度、压力测量装置对样品的物理状态进行测量。

5.8 真空装置

5.8.1 真空装置应将气相容器和钢瓶及连接管线中的压力由常压抽至 100PaA 以下，符合 GB 13609-2017 规定。

5.9 气化装置

5.9.1 气化装置的热交换容量应足够使取出的全部 LNG 样品气化。

5.10 取样钢瓶

5.10.1 取样钢瓶在结构上应便于吹扫。

5.10.2 取样钢瓶的材质应适应深冷及气化温度交变工况，同时满足工作压力为5PaA(绝对压力)至 2MPaG范围内。

5.10.3 取样钢瓶应具备足够的容积，即所容纳的气体体积大于气体组成测定所需的样品量。

5.11 控制器

点样取样系统取样各阶段的动作顺序及物理状态判断对取样真实性非常重要，宜采取控制器完成上述功能。控制器的要求如下：

a) 应能完成对样品气、液相状态的判断计算、系统取样各阶段的动作控制，以实现样品取样启动到样品充装完成整个流程的自动控制及工作状态提示。

b) 应配备各种危险状态下的联锁，比如系统超压保护，封闭容器泄漏，可燃气体外泄报警等，以确保装置安全。

c)应提供取样报告所需要的关键信息。

6 取样步骤

6.1 装置的液相系统冷却

系统取样启动后，具有一定过冷量的液相样品由取样探头从工艺管道中取出，利用液相样品的过冷量将定量装置及前端取样系统冷却。

6.2 液相定量取样

当定量装置中样品的温度、压力测量值符合液相条件时（见附录 A），取得定量液相样品。

6.3 真空抽取

启动真空抽气装置，将气相容器、取样钢瓶及连接管线进行抽真空，使其压力低于 100PaA，符合 GB 13609-2017 规定。

6.4 液相样品气化

开启定量装置与气相容器之间的通道，使定量装置中的液相样品在封闭空间中气化，当气相容器中样品的温度、压力测量值符合气相条件时（见附录 A），样品完全气化。

6.5 气相样品充瓶

开启气体容器与取样钢瓶之间的通道，将气相样品充装至取样钢瓶。

7 取样报告

取样报告应至少包含如下内容：

a)取样点信息，包括：取样站（点）信息、取样点状态等；

b)取样装置运行信息，包括：

1) 液相判断压力、温度数值；

2) 气相判断压力、温度数值；

3) 真空压力值。

c)样品信息，包括：样品体积和压力等。

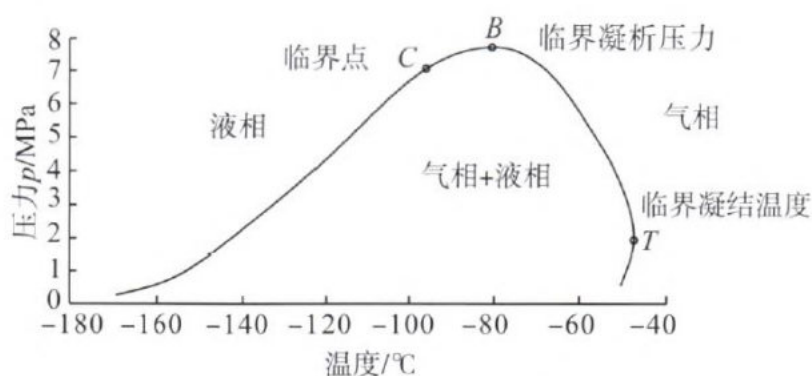
“取样报告”可参见附录C。

附录 A

(资料性)

确定样品状态的指标

LNG是多组分体系,图A.1为某一组分的气液相态图。相态图中,曲线下方天然气呈气液两相,曲线左上方呈液相,右上方为气相。对于LNG液体各组分摩尔分数为 x_i ,压力为 P 的样品,当样品的温度小于其对应压力下泡点时,样品处于液相。温度高于其对应压力下露点时,样品处于气相。在LNG点样取样装置中,液相定量装置分别配置温度、压力测量装置,测得的温度 T 低于测得的压力 P 下体系的泡点温度时,可判断液相定量装置中样品为全液相。同样的,气相容器中分别配置温度、压力测量装置,测得的温度 T 高于测得的压力 P 下体系的露点温度时,可判断液相定量装置中样品为全气相。



图A.1 LNG气液相态图

对于LNG的相平衡计算,可根据相平衡原理,结合PR方程、SRK方程等状态方程来计算,也可以通过软件如Aspen HYSYS进行计算,或者是通过操作经验判断。

在不同压力下典型LNG贫液和富液的泡点、露点温度见表A.1。

表A.1 不同压力下典型LNG贫液和富液的泡、露点温度

压力 (MPaG)	典型LNG贫液		典型LNG富液	
	泡点(°C)	露点(°C)	泡点(°C)	露点(°C)
0.1	-154	-100	-151	-72
0.3	-143	-93	-140	-62
0.6	-132	-87	-130	-53
0.9	-125	-83	-122	-47
1.2	-119	-80	-116	-42
1.5	-114	-78	-110	-40
1.8	-109	-76	-106	-36
2.0	-106	-75	-102	-34

附录 B

(资料性)

定量装置和气相容器体积的计算方法

B.1 气相容器体积的计算方法

可根据如下方法计算气相容器的体积。

气化后的总体积按公式 (B.1) 计算:

$$V = V_4 + V_1 \dots\dots\dots (B.1)$$

充瓶后的总体积按公式 (B.2) 计算:

$$V' = xV_2 + V_3 + V_4 + V_1 \dots\dots\dots (B.2)$$

气化至充瓶过程温度变化很少, 则按公式 (B.3) 计算:

$$P_1 V' = P_2 V \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

x ——取样钢瓶的数量;

V_2 ——单个钢瓶的体积, 单位为立方米 (m^3);

P_1 ——期望充瓶压力, 单位为千帕 (kPa);

V_3 ——气相容器至取样钢瓶连接管线的总体积, 单位为立方米 (m^3);

V_4 ——定量装置至气相容器连接管线的总体积, 单位为立方米 (m^3);

V_1 ——气相容器体积, 单位为立方米 (m^3);

P_2 ——气化压力, 单位为千帕 (kPa)。

P_1 和 P_2 为期望值, 则可获得气相容器的容积 V_1 。

B.2 定量装置体积的计算方法

可根据公式 (B.4) 和公式 (B.5) 计算定量装置的体积:

$$\rho V_5 = m \dots\dots\dots (B.4)$$

$$P_1 V' = Z n R T_1 = Z \frac{m}{M} R T_1 \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

ρ ——LNG液体样品的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

m ——质量, 单位为千克 (kg);

V_5 ——定量装置体积, 单位为立方米 (m^3);

R ——摩尔气体常数, 为8.314J/Kmol;

M ——摩尔质量, 单位为千克每摩尔 (kg/mol);

T_1 ——样品的温度, 单位为开尔文 (K);

Z ——压缩因子, 按理想气体对待时, 压缩因子为1。

V_5 ——定量装置的体积, 单位为立方米 (m^3)。

附录 C
(资料性)
LNG 取样报告(示例)

LNG 取样报告示例见表C. 1。

表C.1 LNG 取样报告(示例)

LNG取样报告		
取样点信息	LNG站（点）	
	取样时间	
	取样位置	
	钢瓶编号	
	管道温度、压力	℃
		MPa
取样装置 运行信息	液相温度、压力	℃
		MPa
	真空压力值	PaA
	气化温度、压力	℃
		MPa
样品信息	钢瓶体积	L
	样品压力	MPa
特殊情况备注		
操作人员签名		

参考文献

- [1] GB/T 19204-2020 液化天然气的一般特性
 - [2] GB/T 20604-2006 天然气词汇 (ISO 14532: 2001, IDT)
 - [3] ISO 8943: 2007 Refrigerated light hydrocarbon fluids-Sampling of liquefied natural gas-Continuous and intermittent methods
-