

LNG 贸易计量标准的应用

Application of LNG trade measurement standard

陈 利 (国家管网集团深圳天然气有限公司, 广东 深圳 518000)

Chen Li(PipeChina Shenzhen Gas Co.,Ltd.,Guangdong Shenzhen 518000)

摘 要: 液化天然气的进口贸易计量结算过程中, 根据不同的贸易计量交接协议, 对卸货超低温液化天然气 (英文: Liquefied Natural Gas, 以下简称 LNG) 的计量分析的标准和方法都会在计量条款中进行详细规定。本文就 LNG 贸易计量人员所用到的法律、法规和相关标准规范进行简要归纳和介绍, 对进口 LNG 贸易计量人员熟悉和应用这些标准有一定的指导作用。

关键词: 计量; 分析; 标准; 卸货

Abstract: In the process of Liquefied Natural Gas import trade measurement settlement, the measurement analysis standards and methods of unloaded ultra-low-temperature Liquefied Natural Gas (LNG) are specified in the measurement clauses according to different trade measurement handover agreements. This paper briefly summarizes and introduces the laws, regulations and relevant standards used by LNG trade metrology personnel, which can guide the import LNG trade metrology personnel to be familiar with and apply these standards.

Key words: measurement; analysis; standard; discharging

随着 LNG 国际贸易的经济发展和国内社会生产力的日益增强, 清洁能源领域发生了翻天覆地的变化。为缓解国内天然气供不应求且缺口严重的主要矛盾, 国家做出大规模引进 LNG 的重大决策来解决沿海经济发达城市能源短缺的问题。近几年, 国内 LNG 接收站陆续新建并发展开来, LNG 的进口量突飞猛进地增加, 带动整个 LNG 产业链的蓬勃发展, 国内卸货 LNG 计量标准的更新略显滞后。因此, 在国际 LNG 贸易中, 计量人员对国内计量法律、法规、国家标准的了解及其应用尤为重要。在 LNG 贸易计量交接条款中, 选择对贸易双方公平的计量分析标准作为结算依据, 将促进贸易双方的国际合作和贸易交接的顺利开展。

1 相关法律、法规

通过对计量相关的主要法律、法规及规章进行系统地统计和识别, 《中华人民共和国计量法》于 1985 年 9 月 6 日开始实施, 全文于 2018 年 10 月 26 日修正版修订发布最新版。国务院先后颁布了《全国推行我国法定计量单位的意见》、《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》、《中华人民共和国进口计量器具监督管理办法》、《中华人民共和国计量法实施细则》等多项法规。

2 对现阶段相关 LNG 计量分析的国家标准进行简析

2.1 LNG 货舱液位推荐标准

薄膜型 (如低温使用铝合金或钢结构) 储罐、球型储罐 (立体照相测量) 校准多采用 GB/T 24957-2010 《冷冻轻烃流体 船上膜式储罐和独立棱柱形储罐的校准 物理测量法》和 GB/T 24958.1-2010 《冷冻轻烃流体 船上球形储罐的校准 第 1 部分: 立体照相测量法》。在 LNG 贸易交接过程实际应用中, LNG 船上膜式储罐、独立的棱柱储罐和球型储罐的内部测量除去实际测量还规定 LNG 数量计算的校准表和修正表编制的计算程序, 在 LNG 船货舱测量表或货舱校准表 (Cargo tank gauge tables 或 Cargo tank calibration tables) 里给出计算方法, 对液位修正进行仔细的讲解和计算。LNG 船上膜式储罐和独立的棱柱储罐在计算最终体积数量时修正系数乘以 1, 球型储罐则乘以一个大于 1 的修正系数。装载了 LNG 储罐是通常除实际测量误差影响外还受船体横倾和纵倾的影响, 在 LNG 卸货计量过程中, 因船舱卸完货后船体倾斜造成雷达激光束无法扫到的液位时应进行修正, 此时应考虑液位是否在测最低液位, 尽量调整吃水满足液位的最低测量值来减少

误差,从而计算出相对准确的体积。

自动液位计测量依据采用 GB/T 37770.2-2019《冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求 第2部分:岸上冷冻型储罐用自动液位计》不适用于加压储罐的自动液位计,在不加压,接近大气压的 LNG 储罐的自动液位测量系统。标准中的自动液位计(简称 ALG, automatic level gauge)安装位置选取和正确安装是关键,每个储罐上建议安装两个或更多的 ALG。LNG 储罐在投产前水压测试选择海水装液测试,气压试验满足压力试验要求外还要对减压阀和负压阀进行现场调试。考虑到 ALG 测量的是超低温 LNG 在未进 LNG 时不能投用。在日常维护中,定期对 ALG 做校准验证有利于提升 ALG 的准确性。自动液位计的检定周期目前 LNG 行业经验值是 3 年,所有液位测量装置的安装、操作和维护应按照制造商在液化天然气行业中使用的规范和标准。在卸载过程中,初始计量和最终计量必须使用相同的液位测量装置,船上每个 LNG 罐应配备独立的主、辅液位测量装置,最好采用不同的技术(如主液位测量时雷达液位装置,辅助液位测量时浮子液位装置),也有制造比较新的船型,采用的都是相同的技术两套雷达液位装置进行测量。

2.2 LNG、BOG 温度、BOG 压力测定推荐标准

GB/T 24959-2019《冷冻轻烃流体 液化天然气运输船货舱内温度测量系统一般要求》侧重介绍 LNG 贸易交接计量的温度测量系统的基本要求,检定周期通常由 LNG 销售采购合同双方约定,也可以按照国家或当地政策规定和国家标准执行,通常在国家标准中规定参与贸易结算的仪表设备强制检定,其检定周期是一年。

GB/T 24964-2019《冷冻轻烃流体 液化天然气运输船上货物量的测量》更加全面地规定了 LNG 运输船的液态体积、气态体积、温度和压力以及船上所有货物的测量。所有的贸易交接测量系统(CTMS)应进行电磁兼容(EMC)设计且经过第三方建议机构进行校准并发布校准证书。在 LNG 贸易交接前,参与贸易结算的接收站应对船舶记录进行审核,确定校准证书是否现行执行且在有效期内,检定证书的有效期目前暂未有官方机构确定其有效年限,通常在三年(行业认可的经验值)内未进行结构变化或坞修都认为其证书有效。

2.3 LNG 取样系统推荐标准

GB/T 20603-2006《冷冻轻烃流体 液化天然气的

取样 连续法》针对 LNG 连续取样的具体方法做了详细介绍,LNG 取样的关键在于取到具有代表性的样品。在实际应用中,对 LNG 取样主管路的温度、压力和流量的稳定性有要求,避免样品 LNG 在未加热前就已经提前发生气化。对 LNG 取样系统的结构材料除需满足真空绝热,同时还应有足够的强度和耐用性,结构材料不应受超低温的影响,也不会对 LNG 的组成产生影响。标准术语中提到的密封水用于避免气体样品储气罐中气体样品与空气接触的水,但在具体应用中很少涉及水封式气体样品储气罐,多采用非密封水式储气罐,国内接收站常用密封式活塞储罐和气囊袋。目前,国内实施 LNG 液态取样的现行标准 GB/T 20603 对连续法取样做了详细的要求,该标准等同采用 ISO 8943:2007 冷冻轻烃流体—液化天然气采样—连续和间歇方法,但对于 LNG 通过管线输送时的间歇式取样的方法未具体明确。GB/T 13609-2017《天然气取样导则》中的取样压力为表压,取样压力适用范围可高于 15MPa,在确保取样系统安全的前提条件下压缩天然气压力可高至 30MPa 可使用本标准。该标准针对天然气气态取样,未对取样超低温的介质 LNG 做相关要求,对天然气中硫化氢可能具有吸附的情况下采用不锈钢材质钝化处理,近期全国石油天然气标准化技术委员会液化天然气分技术委员会已对 LNG 取样标准开始起草并编制。从量值溯源体系来讲,LNG 取样系统作为贸易计量交接中重要的设备是否需要检定,检定的相关规范目前暂未发布。

2.4 天然气组成分析推荐标准

GB/T 13610-2020《天然气的组成分析 气相色谱法》规定用气相色谱法测定天然气及类似气体混合物的化学组成的分析方法。在 LNG 气化后取样的全速样品—天然气样进行离线检测,全速样品应具备反映整船 LNG 品质的代表性样品,所配备的标气组成应与 LNG 气化后的天然气的组成一致,尽可能满足 GB/T 5274.1 标准用混合气体的制备第1部分的配置要求,且天然气标准气体应具有国家标准物质定级的二级证书。在标准中对重复性和再现性做了明确要求见表1。用于气相色谱仪的标准气所有组分应处于均匀的气态,在配置标气的过程中,如最小的组分浓度将不应低于 0.1%。为避免天然气标气中的重组分出现冷凝现象,在北方地区冬季室外分析小屋使用标气时,应在标气瓶和标气管路配备电伴热设施,以保证天然气标气中的重组分不因环境温度过低而出现凝析,便于使

用时可以均匀混合。

表 1 重复性和再现性要求

组分浓度 (摩尔百分数) X 的范围	重复性 (摩尔分数)	再现性 (摩尔分数)
$X < 0.1$	0.01	0.02
$0.1 \leq X < 1.0$	0.04	0.07
$1.0 \leq X < 5.0$	0.07	0.10
$5.0 \leq X \leq 10.0$	0.08	0.12
$X > 10.0$	0.20	0.30

2.5 天然气参数单位质量热值、体积热值、密度、压缩因子计算标准与方法等计算推荐标准

GB/T 11062-2020《天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法》规定在常用参比条件下计算其他混合物物性参数的方法,实际应用时,LNG 大宗进口贸易交接协议中按国际通用的计量参比温度为 15℃,在压缩因子大于 0.9 的天然气时计算出各个参数。值得注意的是部分计量交接协议参照的计量参比条件为 15.55℃(换算 60°F),存在一定的系数差异。GB/Z 35474-2017《天然气 通过组成计算物性参数的技术说明》属于指导性技术文件,对 ISO 6976:2016 中的相关计算方法对应,在对 LNG 气化后的天然气数量和质量进行精确的计算,对 GB/T 11062 的相应部分进行支持和解释。

2.6 天然气硫含量、水露点和烃露点等的测定推荐标准

GB/T 17820-2018《天然气》根据天然气的发热量、总硫、硫化氢和二氧化碳含量不同,将天然气分为一类气和二类气。天然气在液化过程进行脱水、脱硫和脱碳处理,为避免冷箱发生酸性腐蚀现象,国内 LNG 液化厂一般对水含量要求在 10ppm 以下,对二氧化碳含量要求在 50ppm 以下,对硫含量要求在 20mg/m³。比较常用的有两个标准,GB/T 11060《天然气 含硫化化合物的测定》中分 12 个部分采用不同方法测定硫化物的测定,GB/T 19206《天然气用有机硫化物加臭剂的要求和测试方法》仅仅对有机硫化物加臭剂的要求和测试方法。因此,LNG 在 LNG 接收站气化后的天然气的气质要求满足一类气的要求。另对水露点和烃露点的测定因各个 LNG 接收站的仪器配置不同,选择测定的标准会有所不同,此文将不做过多的分析和编写。

3 结束语

鉴于正常大气压下 LNG 温度低至 -160℃左右的超低温液体,前期 LNG 国际贸易计量相关的标准只有国际标准化组织(International Organization for Standardization

简称 ISO) 和美国材料与试验协会(American Society for Testing and Materials 简称 ASTM) 两个标准化组织协会在制定,国内推荐的 LNG 计量相关标准起步略微晚一点,但目前标委会已经对在用的标准全面进行更新。现阶段,我国液化天然气的计量标准正在逐步完善和更新,将有利于指导国内 LNG 进口商更有依据参与国际贸易。在国家计量分析标准作为强有力的支持下,国内 LNG 进口商将在天然气国际贸易中拥有一定的话语权。随着国内新增 LNG 接收站的不断建成和投产,LNG 接收站的天然气检测分析技术大多数处于国际一流水平,计量标准的更新和完善将是 LNG 贸易计量交接的必然发展趋势。

参考文献:

- [1] GB/T 24957-2010. 冷冻轻烃流体船上膜式储罐和独立棱柱形储罐的校准 物理测量法 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2010.
- [2] GB/T 24958.1-2010. 冷冻轻烃流体 船上球形储罐的校准 第 1 部分: 立体照相测量法 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2010.
- [3] GB/T 37770.2-2019. 冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求 第 2 部分: 岸上冷冻型储罐用自动液位计 [S]. 中华人民共和国国家市场监督管理总局,2019.
- [4] GB/T 24959-2019. 冷冻轻烃流体 液化天然气运输船货舱内温度测量系统一般要求 [S]. 北京: 国家市场监督管理总局,2019.
- [5] GB/T 24964-2019. 冷冻轻烃流体 液化天然气运输船上货物量的测量 [S]. 中华人民共和国国家市场监督管理总局,2019.
- [6] GB/T 20603-2006. 冷冻轻烃流体 液化天然气的取样连续法 [S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局,2006.
- [7] GB/T 13609-2017. 天然气取样导则 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2017.
- [8] GB/T 13610-2020. 天然气的组成分析 气相色谱法 [S]. 中华人民共和国国家市场监督管理总局,2020.
- [9] GB/T 11062-2020. 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2020.
- [10] GB/T 17820-2018. 天然气 [S]. 中华人民共和国国家市场监督管理总局,2018.

作者简介:

陈利(1985-),女,四川江安人,本科,工程师,主要从事液化天然气贸易计量与研究工作。