



中华人民共和国国家标准

GB/T 24964—2010/ISO 13398:1997

冷冻轻烃流体 液化天然气 船上贸易交接程序

Refrigerated light hydrocarbon fluids—Liquefied natural gas—
Procedure for custody transfer on board ship

(ISO 13398:1997, IDT)

2010-08-09 发布

2010-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准等同采用 ISO 13398:1997 第一版(英文版)《冷冻轻烃流体 液化天然气 船上贸易交接程序》。

本标准等同翻译 ISO 13398:1997。

为便于使用,本标准还做了下列编辑性修改:

- 用 GB/T 13610《天然气的组成分析 气相色谱法》代替 ISO 6568:1981《天然气 用气相色谱进行简单分析》,ISO 6568:1981 已废止;
- 用 GB/T 20603《冷冻轻烃流体 液化天然气的取样 连续法》代替 ISO 8943:1991《冷冻轻烃流体 液化天然气取样 连续法》;
- 将第 8 章中的“采用连续取样方法时,参照 ISO 8943 进行 LNG 取样”改为:“采用连续取样方法时,按 GB/T 20603 执行”;
- 将第 9 章中的“LNG 组成分析见 ISO 6568”改为“LNG 组成分析按 GB/T 13610 执行”;
- 用“本标准”代替“本国际标准”;
- 删除了 ISO 13398:1997 标准的前言,重新起草前言;
- 用 GB/T 1.1—2000 中规范性引用文件的引导语代替 ISO 13398:1997 的引导语;
- 增加了附录 A 中图 A.1 和图 A.2 的图题。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由全国天然气标准化技术委员会(SAC/TC 244)提出。

本标准由全国天然气标准化技术委员会(SAC/TC 244)归口。

本标准负责起草单位:中国石油西南油气田分公司天然气研究院。

本标准参加起草单位:中国石油西气东输管道公司南京计量测试中心、中国石油西南油气田公司计量检测中心、中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司和中国海油天然气及发电有限责任公司、大连 LNG 项目部。

本标准主要起草人:许文晓、罗勤、张福元、殷虹、黄黎明、常宏岗、文代龙、段继芹、赵静。

引 言

在 LNG 运输船上装卸 LNG 是通过连接船上和岸上储罐的卸料管线和蒸发气回流管线形成的闭式环路系统完成操作的。这就避免了将蒸发气放空到大气。另外,为了方便地进行货物装卸作业,可能涉及两个或更多个岸上储罐。因此,通常是在 LNG 运输船上进行贸易交接,以确保更准确的体积测定。

冷冻轻烃流体 液化天然气 船上贸易交接程序

1 范围

本标准规定了在船上使用液位计、温度计和压力计测定船上储罐中的液位、液体或蒸气的温度和蒸气的压力进行液化天然气(LNG)贸易交接的方法。

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 13610 天然气组成分析 气相色谱法

GB/T 20603 冷冻轻烃流体 液化天然气的取样 连续法(GB/T 20603—2006,ISO 8943:1991, IDT)

ISO 6578:1991 冷冻轻烃流体 静态测量 计算程序

ISO 8309 冷冻轻烃流体 液化气储罐内液位的测量 电容液位计

ISO 8310 冷冻轻烃流体 液化气储罐内温度的测量 电阻温度计和热电偶

ISO 8311:1989 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

ISO 10574 冷冻轻烃流体 液化气储罐内液位的测量 浮子式液位计

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

蒸发气 “boil-off” gas

BOG

在接近大气压力、低温条件下储存的 LNG 受热传递的影响,一部分会蒸发或气化,由此产生的蒸气。

3.2

结束贸易交接 closing custody transfer

LNG 分别在装货港装货和卸货港卸货之后进行的贸易交接。

3.3

贸易交接 custody transfer

对输入输出船上储罐 LNG 的液位、液相和气相温度、气相压力和组成进行测量,由此确定体积和其他数据,以作为结算的基础。

3.4

船上贸易交接系统 custody transfer system on board ship

由液位计、温度计和压力计构成的、用来测定以贸易交接为目的的船上储罐内货物液位、温度和压力的系统。

3.5

开始贸易交接 opening custody transfer

LNG 分别在装货港装货和卸货港卸货之前进行的贸易交接。

3.6

热校正系数 thermal correction factor

用来将船上储罐内任意温度下 LNG 的体积校正到参比温度下的体积的系数。

4 测量仪表

4.1 液位计

4.1.1 液位计数量

每个船上储罐应配备两套液位计,最好具有不同的测量原理,如:一个浮子式液位计和一个电容式液位计。

4.1.2 安装

液位计应安装在 LNG 晃动对其影响较小的位置;应对液位计进行校准,以指示从任何形状的船上储罐最低点到液位计之间的液体深度。液位计基准点的设置应尽可能的低,以方便在卸货港卸货后及在装货港装货前对液位进行测量。

4.2 温度传感器

4.2.1 温度传感器的数量

为了测定 LNG 液相和气相的温度,每个船上储罐应配备五支或更多温度传感器。为了应急使用,还应在温度传感器附近安装备用温度传感器。

4.2.2 安装

为了能够连续测定液相和气相的温度,应在储罐底部和顶部各安装一个温度传感器及备用传感器。其他温度传感器及备用传感器应在储罐底部和顶部之间等距离安装。

所有安装的温度传感器,在使用喷淋泵时不应受 LNG 喷雾的影响。

4.3 压力计

测量船上储罐中蒸气压力的压力计可以由一个压力变送器和一个接收器构成的组合型,也可以是就地显示型。

4.3.1 压力计数量

每个船上储罐应配备一个压力变送器型或一个就地显示型压力计。

如果已有任何类型的压力计安装在蒸发气汇管上,也可以用于贸易交接。

4.3.2 安装

压力计应安装在蒸发气穹顶或蒸发气汇管上的适当位置,以准确测量储罐中的蒸气压力。

就地显示型或压力变送器型压力计应安装在合适的容器内,以防止海水直接溅到压力计上。

5 注意事项

本章概括了在装货港或卸货港停泊 LNG 运输船时,为了保证准确地进行贸易交接而应该注意的事项。

5.1 维护

为了在预期的准确度范围内履行贸易交接,应使贸易交接系统保持在良好的状态和条件下。

5.2 功能预测试

贸易交接开始之前,应通过合适的检测,如试运行,对贸易交接系统进行功能测试。

5.3 操作

贸易交接系统应由熟练的高级船员进行操作。

5.4 甚高频(VHF)无线电设备的使用

除非贸易交接系统的控制台有屏蔽保护,否则有受到电磁干扰的风险,这会导致该系统出现故障。在这种情况下,系统控制台处于操作状态时不应在其附近使用 VHF 无线电设备。

5.5 防止浮子式液位计出现故障

由于航行过程中浮标吊升到储罐顶部,在贸易交接开始前应将浮标降到液面位置使其处于热稳定状态,从而使其处于可使用状态。

5.6 贸易交接时的船舶条件

5.6.1 管线

5.6.1.1 装货或卸货时使用的输送管线在开始贸易交接和结束贸易交接时的容积应保持一致。

5.6.1.2 应打开连接蒸发气汇管的管线,使船上所有储罐中的蒸气压保持一致。

5.6.2 船上设施

贸易交接前,应关闭可能影响贸易交接结果的各种船上设施,如船上储罐中的喷淋泵、BOG 压缩机等。

5.6.3 纵倾和横倾

执行贸易交接时,应保持船舶的纵倾和横倾不变。

6 贸易交接

6.1 方法

本章概括了使用电容式液位计或浮子式液位计进行贸易交接的方法。

在开始贸易交接和结束贸易交接时原则上推荐使用相同的方法。如果开始贸易交接时正常使用的液位计不起作用,则应启用备用液位计;结束贸易交接时,即使原正常使用的液位计已被校正,仍应使用备用液位计。

6.2 液位测量

在液位测量之前,确认连接蒸发器和岸上储罐的蒸发气管线已被关闭,用吃水线或其他合适的方法观测船头、船尾、左舷和右舷的吃水深度,检查船舶的纵倾和横倾以及是否需要纵倾和横倾校正。

6.2.1 电容式液位计

每个船上储罐内的液位应以合适的时间间隔至少测定五次,时间间隔已被编程到处理器,如果没有自动扫描程序,也可进行手动操作,具体按 ISO 8309 执行。

6.2.2 浮子式液位计

6.2.2.1 每个船上储罐内的液位应至少测定五次。具体按 ISO 10574 执行。

6.2.2.2 在装货港进行开始贸易交接和卸货港进行结束贸易交接时,船上储罐内的液位均应维持在高于浮子式液位计浮点的位置。

6.2.2.3 测定前,应将浮标向上摇至其上升的最高位置和上一次观察到的最大指示位置,确认浮子式液位计的功能正常。

6.2.3 校正液位的确定

纵倾和横倾校正表的计算程序见附录 A。

6.2.3.1 当使用电容式液位计测量船上储罐内的液位时,使用纵倾校正和横倾校正的算术平均值来获得真实液位。

6.2.3.2 当使用浮子式液位计时,除了上述的校正之外,还应使用热校正系数对浮标牵引索收缩引起的测量误差进行校正。

如果被测 LNG 的液体密度与浮标浸入深度被调整时的液体密度不同,则应使用校正的浸入深度来校正由于浮标浸入深度改变而引起的测量误差,见 A.6.1 和 A.6.2。

注:开始和结束贸易交接时装载的液体密度是未知的。临时测定真实液位时,可对密度进行统计估算,如果对估算的密度有疑义,则在对货运样品进行实验室分析确定密度之后对其进行校正。

6.3 温度测量

6.3.1 测量时间

液位测量之后应立即测量液体和蒸气的温度。

6.3.2 温度传感器的选择

具体按 ISO 8310 执行。

6.3.2.1 用浸没在 LNG 中的温度传感器测量液相温度。应计算船上所有储罐温度的算术平均值。

测定的是液相温度还是气相温度应根据船上储罐中液位和温度传感器高度之间的相对位置来判断。

6.3.2.2 用浸没在气相中的温度传感器测量蒸气温度。应计算船上所有储罐温度的算术平均值。

测定的是液相温度还是气相温度应根据船上储罐中液位和温度传感器高度之间的相对位置来判断。

测定蒸气温度时,如果测量值偏差不合理或与船上储罐内温度梯度相比差别太大,舍弃该温度,重新计算算术平均值。

6.3.2.3 如果用浮子式液位计测定船上储罐中的液位,应计算船上储罐内蒸气温度的算术平均值,为蒸气温度和浮子式液位计校准时的温度不同所引起的浮标牵引索热收缩提供校正值。

6.4 储罐压力测定

6.4.1 测定时间

温度测定完成后,应立即测量船上储罐的压力。

6.4.2 计算方法

如果单独测量每个船上储罐的压力,则应计算船上所有储罐压力的算术平均值。即使按 5.6.1.2 的规定执行,每个储罐的压力也不一定总是相同。

7 计算

本章规定了以体积、质量和发热量单位为基础的船上储罐装卸 LNG 量的计算方法。该方法的实施是以对有代表性的样品进行气相色谱分析而获得的 LNG 组成为基础。

7.1 按照储罐液位计量表,对观察液位进行必要的校正,以获得用毫米(mm)表示的校正液位。计算船上储罐内与前面提到的装货或卸货前后的校正液位相对应的 LNG 的体积,以立方米(m³)为单位,保留三位小数。

如果船上储罐是固定和独立式的,且 LNG 温度不等于开始贸易交接和结束贸易交接时储罐液位计表指示的温度,则应将平均液体温度下的体积乘以热校正系数表中对应的系数,将以储罐液位计量表为基础计算的体积校正到真实温度下的体积。

以立方米(m³)表示的 LNG 装卸体积是以开始和结束贸易交接的 LNG 的排出体积之差计算的。

7.2 应按 ISO 6578:1991 中的第 3、5、6、8 章和附录计算装卸的 LNG 发热量。

7.3 应按 ISO 6578:1991 中的附录计算装卸的 LNG 的密度。

7.4 应按 ISO 6578:1991 中的第 5、7 章和附录计算装卸的 LNG 的质量。

可采用式(1)进行简单计算:

$$m = \frac{Q}{Q_m} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

m ——蒸气校正后产品转移的质量,单位为千克(kg);

Q ——蒸气校正后产品转移的总热量,单位为兆焦(MJ);

Q_m ——液体的质量高位发热量,单位为兆焦每千克(MJ/kg)。

8 取样

采用连续取样方法时,按 GB/T 20603 执行。

9 分析

LNG 组分分析按 GB/T 13610 执行。

附 录 A
(规范性附录)
校正表的计算程序

A.1 棱柱形储罐的纵倾校正

纵倾校正用来将船舶处于纵倾状态时测定的观察液位校正到船舶处于水平吃水状态下的液位。校正是根据纵倾程度对观察液位值进行加减。该校正应根据水平吃水状态和纵倾状态之间的体积差进行计算,而不应简单的按纵倾方向上安装的液位计的几何形状来校正。

A.1.1 计算程序

A.1.1.1 在船舶处于水平吃水状态时,以 1 cm 液位为间隔,向罐内部分充填液体,并制作体积与液位之间的关系表。

A.1.1.2 在船舶处于纵倾状态时,按照相同的方法,以 1 cm 液位为间隔,向罐内部分充填液体,制作体积与液位之间的关系表。

A.1.1.3 在水平吃水表中以 0.1 m 液位为间隔,与纵倾表比较液体体积,确定相同体积时纵倾表中的液位。以毫米表示的液位之差即为校正值。

A.1.1.4 对于所有要求的纵倾状态,按上述方法重复进行体积比较,制作液位纵倾校正表。

A.2 棱柱形储罐的横倾校正

横倾校正用来将船舶处于横倾状态时测定的观察液位校正到船舶处于垂直状态下的液位。校正是根据横倾程度对观察液位值进行加减。该校正应根据垂直状态和横倾状态之间的体积差进行计算,而不应简单的按横倾方向上安装的液位计的几何形状来校正。

A.2.1 计算程序

A.2.1.1 在船舶处于垂直状态时,以 1 cm 液位为间隔,向罐内部分充填液体,制作体积与液位之间的关系表。

A.2.1.2 在船舶处于横倾状态时,按照相同的方法,以 1 cm 液位为间隔,向罐内部分充填液体,制作体积与液位之间的关系表。

A.2.1.3 在垂直表中以 0.1 m 液位为间隔,与横倾表比较液体体积,确定相同体积时横倾表中的液位。以毫米表示的液位之差即为校正值。

A.2.1.4 对于所有要求的横倾状态,按上述方法重复进行体积比较,制作液位横倾校正表。

A.3 球形储罐的纵倾校正

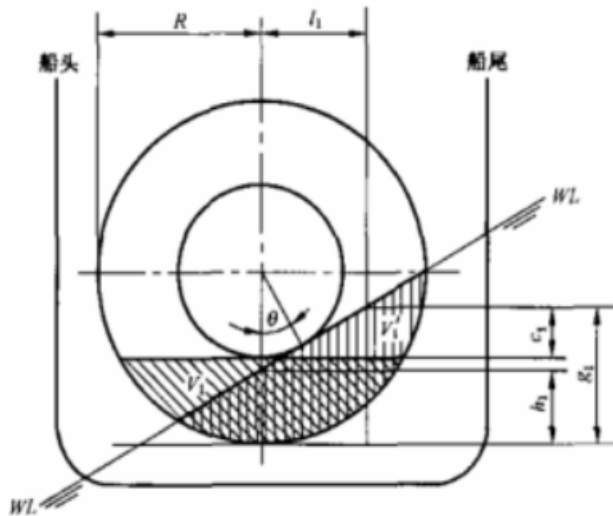
A.3.1 计算程序

计算程序见图 A.1。

A.4 球形储罐的横倾校正

A.4.1 计算程序

计算程序见图 A.2。



V_1 水平吃水状态下的液体体积,液位用 $(g_1 - c_1)$ 表示

V_1' 纵倾状态下的液体体积,液位用 g 表示

c_1 由船舶纵倾引起的观察液位校正值,可按式(A.1)计算:

$$c_1 = R - (R - h_1) \cos \theta - g_1 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

c_1 ——校正值,单位为毫米(mm);

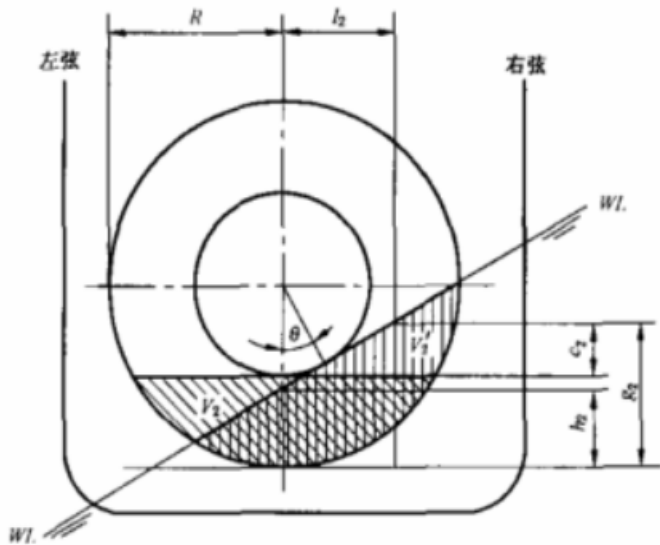
R ——球形储罐的半径,单位为毫米(mm);

g_1 ——纵倾状态下的观测液位,单位为毫米(mm);

h_1 ——由 $(g_1 - l_1 \tan \theta)$ 获得的值;

l_1 ——储罐垂直轴和液位计之间的纵向距离,单位为毫米(mm)。

图 A.1 球形储罐的纵倾校正



V_2 垂直状态下的液体体积,液位用 $(g_2 - c_2)$ 表示

V_2' 横倾状态下的液体体积,液位用 g_2 表示

c_2 由船舶横倾引起的观察液位的校正值,可按式(A.2)计算:

$$c_2 = R - (R - h_2) \cos \theta - g_2 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

c_2 ——校正值,单位为毫米(mm);

R ——球形储罐的半径,单位为毫米(mm);

g_2 ——横倾状态下的观测液位,单位为毫米(mm);

h_2 ——由 $(g_2 - l_2 \tan \theta)$ 获得的值;

l_2 ——储罐垂直轴和液位计之间的横向距离,单位为毫米(mm)。

图 A.2 球形储罐的横倾校正

A.5 罐壁膨胀和收缩校正

按 ISO 8311:1989 中的 7.7 和 8.5 进行校正。

A.6 浮子式液位计的校正

按 ISO 8311:1989 中的 8.6 进行校正。

A.6.1 浮标牵引索的热校正

在 20℃ 下校准悬挂浮标的牵引索。罐内的平均蒸气温度与该参比温度不同。校正值应在观察液位上进行加减。校正值既对牵引索的膨胀进行校正,也对储罐材料的膨胀进行校正。

按下式计算校正值,单位为毫米(mm):

$$c_3 = [\beta(t_1' - t') - \alpha(t_1' - t')](L - d) + \alpha(t_2 - t_0)L \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- c_3 ——校正值,单位为毫米(mm);
- β ——牵引索的线性膨胀系数,单位为每摄氏度($^{\circ}\text{C}^{-1}$);
- α ——储罐壳体的线性膨胀系数,单位为每摄氏度($^{\circ}\text{C}^{-1}$);
- t_1' ——液位计校准时的参比温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t' ——储罐内蒸气的平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- L ——储罐内液位计的总长度,单位为毫米(mm);
- d ——液位,单位为毫米(mm);
- t_2 ——制作储罐校正表时的参比温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- t_0 ——储罐校准时的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

注:校准隔膜式储罐时, α 可忽略不计。

A.6.2 浮子式液位计读数受液体密度影响的校正

LNG 的密度不同于浮标零位调整时使用的 LNG 的密度时,观察液位应加上或减去一校正值。

使用盘式浮标时,可用下式计算校正值,以毫米(mm)表示:

$$c_4 = V/A \times (\rho_1/\rho_2 - 1) \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- c_4 ——校正值,单位为毫米(mm);
- V ——在 ρ_1 时浮标的排液量,单位为立方毫米(mm^3);
- A ——浮标的截面面积,单位为平方毫米(mm^2);
- ρ_1 ——零位调整时使用的参考密度,单位为千克每升(kg/L);
- ρ_2 ——罐内 LNG 的密度,单位为千克每升(kg/L)。

附 录 B
(资料性附录)
安全注意事项

建议遵守下列注意事项。

- B.1** 从事贸易交接的全体船员和相关方应熟知天然气的特性。
 - B.2** 离开货物控制室时,工作人员必须通过接触提供的金属装置来消除静电。
 - B.3** 在危险区域使用防爆型手电筒。
 - B.4** 为了将静电产生降低到最低程度,从事贸易交接的船员和相关方不应穿合成纤维制作的服装。
 - B.5** 除以上几点,还应遵守油轮和终点站国际安全导则(ISGOTT)中规定的安全注意事项。
-

www.bzxz.net

免费标准下载网