



中华人民共和国国家标准

GB/T 37770.1—2022

冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求 第 1 部分：海上浮式储存液化天然气 自动液位计

Refrigerated light hydrocarbon fluids—General requirements for automatic tank gauges—Part 1: Automatic tank gauges for liquefied natural gas marine floating storage

(ISO 18132-1: 2011, Refrigerated hydrocarbon and non petroleum based liquefied gaseous fuels—General requirements for automatic tank gauges—Part 1: Automatic tank gauges for liquefied natural gas on board marine carriers and floating storage, MOD)

2022-10-12 发布

2022-10-12 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 一般安全注意事项	2
4.1 遵守的安全法规、标准和电气区域分类原则	2
4.2 设备注意事项	2
5 设计要求	3
5.1 通则	3
5.2 日常维护及验证要求	3
5.3 突发故障应对措施	3
5.4 动态响应	3
5.5 最低可测液位	3
5.6 数据过滤和平均值计算	3
5.7 货舱温度和/或组成变化补偿	4
5.8 密封、安全防护、启封	4
5.9 冗余	4
5.10 数据通信	4
6 安装	4
6.1 通用要求	4
6.2 安装位置	4
6.3 货舱表面的防护	5
6.4 货舱 ATG 间的干扰	5
7 准确度	5
7.1 通则	5
7.2 校准的参考标准	5
7.3 准确度要求	5
7.4 读数分辨率要求	5
8 ATG 的重新认证	5
8.1 通用要求	5
8.2 周期认证方法	6
8.3 最大允许误差	6
8.4 后续校准与重新认证的频率	6

9 ATG 的校准记录.....	6
附录 A (规范性) 各种常用 ATG 的校准与验证	7
附录 B (规范性) 雷达 ATG 的校准与验证	8
附录 C (规范性) 电容 ATG 的校准与验证	10
附录 D (规范性) 伺服 ATG 的校准与验证	12
附录 E (资料性) LNG 液位计量的准确度影响	15
附录 F (资料性) 伺服 ATG 准确度测试的相关测量不确定度	16
参考文献	17

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 37770《冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求》的第 1 部分。GB/T 37770 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：海上浮式储存液化天然气自动液位计；
- 第 2 部分：岸上冷冻型储罐用自动液位计。

本文件修改采用 ISO 18132-1：2011《冷冻轻烃流体和非石油基液化气 自动液位计的一般要求 第 1 部分：液化天然气海上运输船和浮式储存用自动液位计》。

本文件与 ISO 18132-1：2011 相比做了下述结构调整：

- 增加了“规范性引用文件”一章(见第 2 章)。

本文件与 ISO 18132-1：2011 的技术差异及其原因如下：

- 增加了“不适用于加压储罐用 ATG”的界定,更改了内容提要,使其更准确、清楚(见第 1 章),以提高文件的适用性；
- 删除了术语中的贸易交接计量系统(见 ISO 18132-1：2011 年版的 2.1.4),因本文件未使用；
- 删除了缩略语中的 CTMS、EMC、LPG(见 ISO 18132-1：2011 年版的 2.2),因本文件未使用；
- 增加了为保证 ATG 的动态响应,对导向管应“明确开孔数量和尺寸,确认开孔管道的应力满足使用要求”的条款(见 5.4),以增加文件的操作性和规范性；
- 将表述参考标准测量结果的不确定度的条款由推荐型更改为要求型(见 7.2.1),以与 7.2.2、7.2.3 内容协调一致。

本文件做了下列编辑性改动：

- 为与现有标准协调且符合行业表达习惯,标准名称更改为“冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求 第 1 部分：海上浮式储存液化天然气自动液位计”；
- 删除了部分条款的注(见 ISO 18132-1：2011 年版的 2.1.3、2.1.7、6.3)；
- 用资料性引用的 GB 3836.1 替换了 IEC 60079-0(见 4.2.1)；
- 增加了资料性引用的 GB/T 24964(见 5.7、E.2、E.5)和 GB/T 24959(见 5.7)；
- 将附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 的提及调整到“周期认证方法”中(见 8.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司天然气研究院、国家石油天然气大流量计量站成都分站、广东大鹏液化天然气有限公司、国家管网集团北海液化天然气有限责任公司、中石油江苏液化天然气有限公司、北京燃气集团(天津)液化天然气有限公司、中国石油天然气股份有限公司规划总院、中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司。

本文件主要起草人：段继芹、罗勤、黄敏、常宏岗、任佳、唐显明、何娜、周芳、彭利果、苑伟民、宋彬、王强、吕国锋、王放、陈辰、张奕、浦明、郭秀媛。

引 言

本文件为 GB/T 37770《冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求》的第 1 部分。GB/T 37770 拟由三个部分组成。

- 第 1 部分：海上浮式储存液化天然气自动液位计。目的在于对海上液化天然气运输船或浮式储存液化天然气的交接计量所使用的自动液位计(ATG)的安全注意事项、设计要求、安装、准确度、校准与验证、校准记录等制定要求。
- 第 2 部分：岸上冷冻型储罐用自动液位计。目的在于对储存在岸上储罐中接近大气压的液化天然气的自动液位计(ATG)的性能、安装、测试和校准等制定要求。
- 第 3 部分：液化石油气和化学气海上运输船和浮式储存用自动液位计。目的在于对液化石油气和化学气海上运输船和浮式储存交接计量所使用的自动液位计(ATG)的安全注意事项、设计要求、安装、准确度、校准与验证、校准记录等制定要求。

本文件修改采用 ISO 18132-1: 2011,并结合国内发布的相关标准进行编制,相比 ISO 18132-1: 2011,增强了文件的适用性、操作性和规范性。

冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求

第 1 部分：海上浮式储存液化天然气

自动液位计

1 范围

本文件规定了用于液化天然气(LNG)海上运输船或浮式储存贸易交接计量用自动液位计(ATG)的安全注意事项、设计、安装、准确度、校准与验证、校准记录等的一般要求。

本文件适用于完全冷藏(即在低温条件下)或部分冷藏且压力等于或者接近大气压的 LNG 储罐用 ATG,不适用于加压储罐用 ATG。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

自动液位计 automatic tank gauge; ATG

在货舱中安装的连续计量液体高度(实高或空高)的仪表。

注 1: ATG 通常包括液位传感器、表头和相关安装硬件,在某些情况下,还有就地显示器。

注 2: ATG 也常称为自动液面(测量)计(ALGs)。

3.1.2

ATG 计量系统 automatic tank gauging system; ATG system

由货舱中的 ATG 仪表和处理并显示来自 ATG 仪表的输出信号,以及确定液位所需的任何其他参数(如液体/蒸发气界面)的控制和显示单元构成的系统。

注: ATG 计量系统通过货舱温度、压力、吃水和货舱容量表的值计算货舱内 LNG 的体积。

3.1.3

电容 ATG capacitance-type ATG

使用垂直安装在货舱的同轴铝套管中的电极检测 LNG 的介电常数从而确定液位的 ATG。

3.1.4

伺服 ATG float-type ATG

浮子 ATG

使用浮子检测液位的 ATG。

注: 浮子由钢尺或钢丝引导,连接至表头中的卷筒或齿轮,其中计量的液位就地或远程显示。

3.1.5

基本误差 **intrinsic error**

固有误差 **inherent error**

制造商在指定的控制条件下,根据参考标准测试确定的 ATG 计量系统的误差。

3.1.6

雷达 ATG **radar-type ATG**

微波 ATG **microwave-type ATG**

利用天线向货舱内的液体连续发射电磁波,并接收在液面反射的电磁波的 ATG。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATG:自动液位计(Automatic Tank Gauge)

FPSO:浮式生产、储存和卸载(Floating Production, Storage and Offloading)

FSO:浮式储存和卸载(Floating Storage and Offloading)

IACS:国际船级社协会(International Association of Classification Societies)

LNG:液化天然气(Liquefied Natural Gas)

4 一般安全注意事项

4.1 遵守的安全法规、标准和电气区域分类原则

本文件表述内容可能涉及危险物料、操作和设备。本文件不取代适用的监管机构和组织推荐的任何安全或操作做法。本文件的使用者有责任建立适当的健康和安全管理规程,并在使用前确定是否满足监督管理部门相关条件的要求。

4.2 设备注意事项

4.2.1 通用要求

用于电气分类区域的 ATG 的所有电气部件应满足电气区域分类标准(见 GB 3836.1)。它们应符合国家和/或国际电气安全标准的章条内容。所有 ATG 应保持在安全运行状态,并宜遵守制造商的操作维护说明书。

4.2.2 机械刚度

所有 ATG 应能承受在服务中可能遇到的压力、温度、操作和环境条件。

如果 ATG 安装在潜水泵或货舱的装载或卸载管线的末端附近,则应采取适当的措施,以防止其受到 LNG 装载或卸载操作所造成的 LNG 的涡流或汽化(即沸腾)的影响。

4.2.3 气密性设计

为减少蒸发气从货舱中逸出,ATG 的设计应确保安装 ATG 的货舱结构具有可靠的密封性能。安装在甲板上的仪表或变送器应具备减少货舱中蒸发气泄漏的结构。

4.2.4 与货舱的兼容性

与 LNG 或其蒸发气接触的 ATG 的所有部件应与接触物化学兼容,以避免 LNG 污染和腐蚀 ATG。

4.2.5 低温耐受性

设计的 ATG 应能承受其部件和货舱的热胀冷缩。此外,并应能以适当的方式对这种热胀冷缩引起的液位计量误差进行补偿。

4.2.6 型式认证

ATG 的设计和安装应经过型式认证。通常是对 ATG 进行系列具体的型式试验后进行认证批准。

注:型式认证通常由国家计量机构或 IACS 进行环境测试试验后批准(见 IACS Unified Requirements E 10)。

4.2.7 在交接计量服务中使用 ATG

本文件中未列出的 ATG,如果被认定与本文件中的 ATG 相似,是 LNG 贸易交接合同各方认可的内容,并经国家计量机构认可,则认为可以使用。

5 设计要求

5.1 通则

本章设计要求适用于所有类型的 LNG 运输船、FPSO 和 FSO 的 ATG,也许不在 ATG 制造商的技术说明书内,但在应用时宜满足这些要求。

除伺服 ATG 之外,其余类型的 ATG 可连接到计算机系统,用于处理它们的输出信号、显示液位、温度和其他参数。在本文件中未对 ATG 计量系统的所有设计要求进行规定。

5.2 日常维护及验证要求

所有 ATG 应能承受货舱内的蒸发气压,并在不损害货舱完整性的情况下对其进行日常维护。包括储罐使用中在储罐高低液位处对 ATG 准确性的验证。

ATG 应配备一种每次贸易交接时验证 ATG 正常功能的设备。

5.3 突发故障应对措施

ATG 的设计应最大程度地减少故障的频率和严重程度,并应具有自我诊断功能。系统正常运行所必需的电子设备宜尽量靠近甲板,便于储罐在使用时进行维护。

5.4 动态响应

ATG 应具有足够的动态响应,以便跟踪货舱填充或排空期间最大速率的液位。伺服 ATG 通常安装在导向管中,以保护它们不受货舱中 LNG 的冲击。为确保货舱内液位与导向管液位一致,在导向管的底部、顶部及在整条管道上应有开孔,且明确开孔数量和尺寸,确认开孔管道的应力满足使用要求。

5.5 最低可测液位

LNG 运输船在卸货后货舱通常有一定的残留液,ATG 应测量接近罐底部的液位。

5.6 数据过滤和平均值计算

ATG 计量系统应设计为能够自动扫描、平均/过滤和显示每个货舱中的液位数据。

常规做法是使用 5 个连续读数来计算平均液位,用于查询货舱容量表中平均液位对应的液体体积。

在 ATG 计量系统中应提供内部过滤算法,以减少干扰的影响,也适用于读数,以使液位读数能够在一定数量的读数或规定的时间段内取平均值。这样的过滤器可能会导致一个显著的延迟,可能会在

观察到读数之前延迟几分钟。

船的运动和 LNG 的沸腾作用可导致无法获得稳定的读数,建议配备过滤和平均值自动计算功能。如果无法配备平均值自动计算功能,则应获取与 LNG 的液面高低波动平面相对应的多个连续的 ATG 读数并计算平均值,报告读数的平均值。

5.7 货舱温度和/或组成变化补偿

为确保测量结果准确,ATG 获得的液位应根据相应货物的温度、压力或组成变化进行补偿(见 GB/T 24964),由 ATG 计量系统自动或手动执行。

特别是,ATG 计量系统的测量功能应设计补偿使用的材料的热收缩/膨胀引起的误差,如 ATG 在测量时使用的安装辅助设备如导向管、支撑导波管、浮子钢尺或钢尺,还应对储罐结构及材料的热效应进行修正。

货舱内蒸发气的压力和温度、液体温度或其他相关参数测量宜与货舱液位测量时间关联。货舱内液体温度宜具有代表性,温度测量方法见 GB/T 24959。

5.8 密封、安全防护、启封

ATG 或 ATG 计量系统应具备防止未经授权的调整或篡改的功能。具体而言,用于商贸或交接计量的 ATG 或 ATG 计量系统应提供安全防护,以对校准调整状态进行密封。安全防护可包括物理和/或软件密码密封。如果 ATG 或 ATG 计量系统已被密封,不应在下一定期检查前启封。

如果由于某些不可避免的原因需要启封,则应在启封前通知检查机构。

5.9 冗余

每个货舱应安装两个 ATG。其中一个应指定为主 ATG,另一个则应指定为辅助 ATG。主 ATG 故障不应影响辅助 ATG,反之亦然。

辅助 ATG 应始终处于运行状态,并与主 ATG 进行比较,以监控主 ATG 是否出现故障。

注:此操作不能验证 ATG 的准确度和确保其满足本文件规定的最大允许误差,但交叉检查和追踪历史记录反映了船上 ATG 的性能指示是否正常。

5.10 数据通信

应确保 ATG 计量系统数据传输装置和控制/显示单元的设计和安装满足如下要求:

- a) 不影响测量准确度。若有就地显示:
 - 1) 数字信号传输,就地显示和远程读数应无差异;
 - 2) 模拟信号传输,就地显示和远程读数之间的差值应在 3 mm 内(就地显示和远程读数可能因数据传输和/或数据处理而不同)。
- b) 不影响液位传感器测量输出信号的分辨率。
- c) 为测量数据提供适当的安全防护,以确保其完整性。
- d) 提供足够的传输速度以满足接收/读取单元数据更新所需时间。

6 安装

6.1 通用要求

ATG 的安装应符合制造商的说明书和 IACS 的要求。

6.2 安装位置

ATG 安装于球型舱垂直轴附近或矩形舱船尾附近。所有安装均应有保护 ATG 免受物理损坏的措施。

6.3 货舱表面的防护

当 ATG 安装在薄膜舱中时,安装过程中应保护货舱底部薄膜免受损坏。

6.4 货舱 ATG 间的干扰

在货舱内安装两个或多个 ATG,不应造成 ATG 之间的干扰。干扰包括电磁干扰,还有 4.2.5 所述的热胀冷缩干扰情况。此外,货舱内的货舱结构设计和其他电气装置不应干扰 ATG 的测量。

7 准确度

7.1 通则

ATG 的液位测量准确度受到 ATG 固有(基本)误差、安装误差(例如安装稳定性、安装位置)、操作条件变化和船舱运动的影响。在校准过程中,准确度也会受到手动测量参数的误差影响。

7.2 校准的参考标准

7.2.1 通用要求

校准的参考标准应溯源到国家计量机构。当运用校准结果进行校正时,参考标准测量结果的不确定度不应超过 7.2.2、7.2.3 所述的测量结果的不确定度。

7.2.2 工厂验收测试参考标准的测量不确定度

对安装在船上之前的 ATG 进行测试的参考标准的最大允许误差为 ± 1 mm,并进行校正。

7.2.3 现场验收测试参考标准的测量不确定度

对安装在货舱上但在投入使用之前的 ATG 进行测试,其参考标准的最大允许误差应为 ATG 量程的 0.002%或 ± 1 mm,取两者中数值较大者用于校正。

7.3 准确度要求

ATG 的准确度应为:

- a) 在安装前的受控试验环境中测试时的固有误差(基本误差)在 ± 3 mm 范围内;
- b) 在船上安装之后但在货舱投入使用之前的基本误差在 ± 5 mm 范围内。

某些已有 ATG 可超出此误差范围。

因经各方认可的库存备用 ATG,其基本误差可超出上述误差。

7.4 读数分辨率要求

ATG 的读数分辨率应满足如下要求:

- a) 校准或验证时不大于 1 mm;
- b) 正常操作运行时为 1 mm。

8 ATG 的重新认证

8.1 通用要求

在贸易交接计量中使用的 ATG 应定期进行重新认证。该过程通常涉及验证 ATG 的准确度,如有

需要,将根据校准参考值重置或调整 ATG。调整或校准通常应由经授权的服务工程师开展,其结果由合格的第三方进行认证。

在操作过程中对货舱中的主 ATG 和辅助 ATG 进行比较,以及将 ATG 与货舱内的固定基准点进行比较,均视为 ATG 验证。这两种方法不是本文件定义的 ATG 的校准。在贸易交接计量期间,不应仅仅根据观察主 ATG 和辅助 ATG 之间的较大差异来调整 ATG。

LNG 交接计量应用中的 ATG 应根据当地法规或 LNG 销售合同的缔约方的要求进行定期重新认证。

8.2 周期认证方法

在遵守国家法规、国际标准、检查员认证要求或购销协议要求的情况下,定期认证的方法和程序可随着 ATG 的技术性能而变化,ATG 的校准与验证应符合附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 的规定。

8.3 最大允许误差

ATG 和参考标准的基本误差应与 7.2.3 和 7.3 b) 中所述要求一致。

8.4 后续校准与重新认证的频率

后续校准与重新认证的频率通常在 LNG 购销协议中规定,并可受到国家或地方法规和国际标准的约束。重新认证通常安排与 IACS 检查时间一致。该频率还宜考虑 ATG 制造商的建议。

9 ATG 的校准记录

应留存所有 ATG 校准记录文件。校准与认证记录应供参与贸易交接计量的各方进行监督检查。ATG 的所有调整应记录在再次校准的证书中。

附录 A
(规范性)
各种常用 ATG 的校准与验证

A.1 通则

本文件未提及的 ATG 如果符合 7.3 中规定的允许误差和其他一般要求,也可用于 LNG 海上贸易交接计量。用于 LNG 海上贸易交接计量的 ATG 的安装和使用应符合国家法规和买卖合同要求。

A.2~A.4 描述了目前通用的 ATG 的校准与验证:

- a) 雷达 ATG;
- b) 电容 ATG;
- c) 伺服 ATG。

注:以上所列不包括所有的 ATG,并且列出的顺序与该技术的优劣无关。

A.2 校准与验证

ATG 的准确度受多种因素的影响(见附录 E)。在下列情况和地点进行校准与验证:

- a) 装运前,在制造车间进行工厂验收测试(见 7.2.2);
- b) 安装在船上后、货舱投入使用前,在船厂进行现场验收测试(见 7.2.3);
- c) 贸易交接作业前验证;
- d) 后续定期校准与重新认证(见第 8 章)。

A.3 校准时调零

ATG 安装在运输船的货舱上后,验证前应对 ATG 进行调零。应在预装 LNG 的温度、组成和密度条件下进行 ATG 调零,以准确显示从货舱底部的基准点测量的液位深度,或从顶部基准点测量的液位空高(有时用)。

A.4 影响准确度测试的参考标准的溯源

国际法制计量组织(OIML)规定了 ATG 校准钢尺溯源到如下基准或标准:

- a) 国家基准(保存在国家计量部门);
- b) 参考标准(可溯源到国家基准,保存在组织总部并在国家计量部门备案的标准钢尺);
- c) 工作标准(可溯源到国家基准,并保存在组织分支机构中用参考标准的校准过的钢尺)。

具体试验程序根据 ATG 技术或设计确定。准确度测试的结果应与本文件的要求一致。

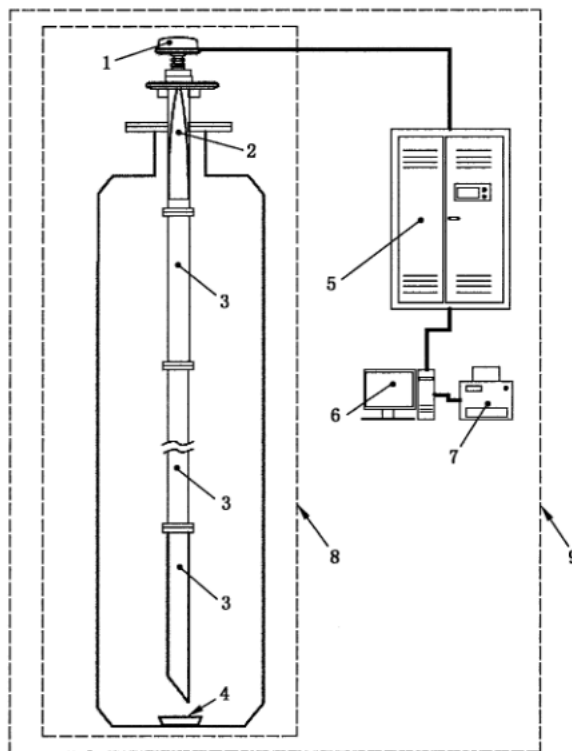
附录 B
(规范性)
雷达 ATG 的校准与验证

B.1 通则

雷达 ATG 由天线、微波收发器和其他部件组成(见图 B.1)。

雷达 ATG 应至少具备一种验证模式,以便货舱使用时在接近正常安全填充高度的液位上进行验证。

雷达 ATG 的误差应不超过本文件的规定。



标引序号说明:

- 1—雷达发射机;
- 2—天线;
- 3—导向管;
- 4—衰减器;
- 5—控制单元;
- 6—显示单元;
- 7—打印机;
- 8—ATG;
- 9—ATG 计量系统。

图 B.1 雷达 ATG 示例

除第 6 章所述的安装要求外,还有下列要求:

- a) 天线应安装在一个特定位置,使“上盲区”不干扰液面接近正常安全填充高度时的准确测量;

- b) 应配备验证参考装置,用于建立距计量基准点已知精确距离的固定基准点,以对 ATG 进行验证;
- c) 应有防止货舱底部信号回波造成不利影响的措施。

B.2 工厂验收测试

工厂验收测试见 ATG 制造商提供的校准方法和程序。ATG 的测试是在整个导向管上多个开孔处进行,ATG 读数应与 7.2.2 中描述的基本误差范围内的参考标准值一致。

B.3 安装在船上后,但在使用前的校准和验证

按 ATG 制造商推荐的具体程序进行:

- a) 激活 ATG,在校准/验证模式下进行操作;
- b) 设定 ATG,与所选择的预设固定基准点一致;
- c) 验证 ATG 读数是否与参考标准距离值一致,即是否在 7.3 规定的基本误差范围内。

B.4 贸易交接操作前的验证

计量交接前的验证应包括 ATG 读数与位置精确已知的固定基准点进行比较。根据不同的 ATG 技术,应优选在运输船货舱的正常填充高度附近验证或通过靠近货舱顶部或底部的基准点进行比较并验证。

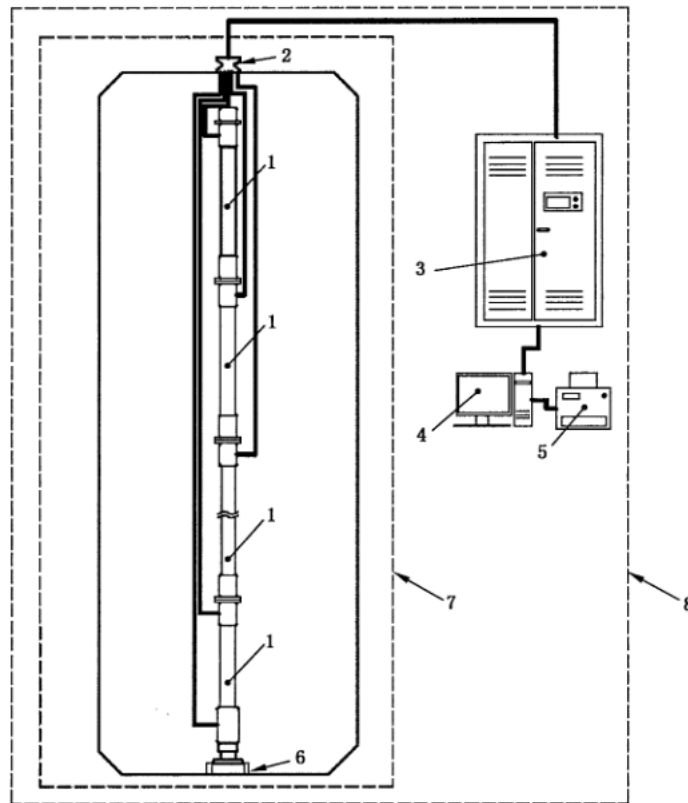
附录 C

(规范性)

电容 ATG 的校准与验证

C.1 通则

电容 ATG 由安装在货舱中的电极、控制室中的控制和显示单元组成。电极由两个同轴铝管组成，即电极的内管通过绝缘支撑以规定间隔与外管连接。电极的长度为 4 m~5 m。在货舱中，一组电极从货舱底部垂直安装到货舱顶部。电容 ATG 的准确度取决于内管与外管间距的准确度和电极的长度。控制和显示单元根据货舱电极计量的电容来计算液位，并显示结果(见图 C.1)。



标引序号说明：

- 1——电极；
- 2——馈通；
- 3——控制单元；
- 4——显示单元；
- 5——打印机；
- 6——底座；
- 7——ATG；
- 8——ATG 计量系统。

图 C.1 电容 ATG 示例

LNG 的介电常数受其化学组成影响，并且由于蒸发气体组成而改变。因此，电容 ATG 的液位计量应基于 LNG 的实际介电常数而非典型值(即 1.67)。实际上，在计量时 LNG 的实际介电常数用于液

位相交的电极下方的电极检测。

C.2 工厂验收测试

工厂验收测试包括：

a) 随机选择电极的线性测试和长度计量；待测试的电极数量通常由有关各方决定；

注：内管和电极的外管之间的距离被精确加工。考虑到材料的收缩系数，电极的长度也经过精确校准。通常，电极被设计为显示当其在 $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下完全浸没在 LNG 中的特定长度。

b) 通过参考标准电容器的输入电容来进行控制和显示单元的模拟测试；

c) 以上测试结果的均方根(RMS)的最大值作为电容 ATG 的最大允许误差；确保允许误差在 7.3 规定的标准范围内。

见 ATG 制造商推荐的具体程序。

C.3 在船上货舱内的安装

除了第 6 章所述的安装 ATG 的要求外，电容 ATG 的计量准确度很大程度上取决于货舱中电极的接线。因此，参考每个电极的序列号，确认所有电极已按照设计图纸组装、安装和连接。在确认过程中，应特别注意货舱内部，以确保货舱衬砌表面和其他设备在安装过程中没有损坏，同时对电极本身进行外观检查，以确认在运输至船厂并安装在货舱时没有被损坏。

C.4 安装在船上后，但在使用前校准

安装在船上之后，使用前对电容 ATG 应进行校准与验证。

验证前，ATG 计量系统应调整至底部固定偏移点。

安装后的校准方法根据制造商而不同。被广泛采用的方法之一是应用内置的验证功能，称之为“自测试”；“自测试”遵循“自校准”的方法。这些特性使 ATG 计量系统能在没有参考标准电容的情况下进行自循环验证。

C.5 贸易交接操作前验证

在某些情况下，能够通过自诊断特性来验证计量交接之前的电容 ATG 的功能。没有配备自诊断功能的 ATG 验证可以用试运行的性能和设备输出检查作为替代。

附 录 D
(规范性)
伺服 ATG 的校准与验证

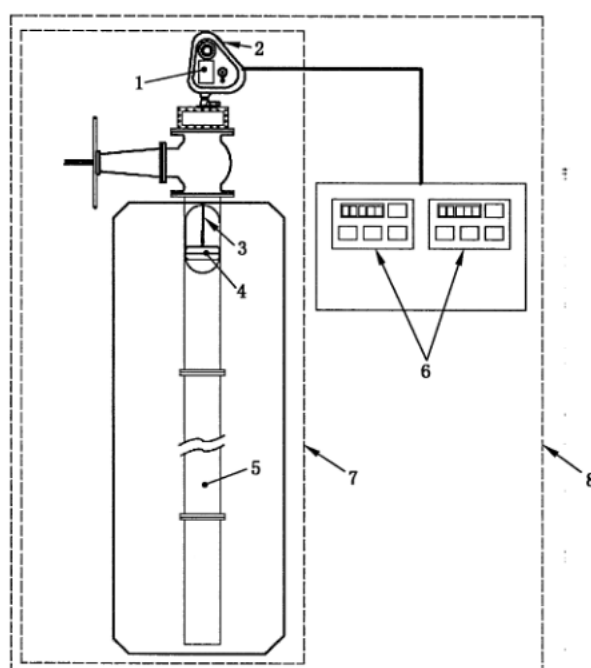
D.1 通则

伺服 ATG 包括浮子、隔板上仪表头上的卷筒以及连接浮子和卷筒的钢尺或钢丝。当浮子到达液面并且部分浸入时,浮子的浮力变化使得能够检测到液体表面。应提供修正表以补偿由于蒸发气温度的变化而引起的液体密度变化和浮子钢尺或钢丝收缩,从而导致的浮子浸没变化。

伺服 ATG 应能承受因运输船运动引起的货舱内波浪。为保护伺服 ATG 不受损坏,浮子可能需要安装在有孔的导向管中。在不使用浮子的情况下,应将浮子升高到顶部存储位置。

伺服 ATG 通常包括以下组件(见图 D.1):

- a) 跟随货舱中液位垂直运动的浮子;
- b) 固定在浮子上,用于计量其位置的钢尺或钢丝;
- c) 防止浮子水平移动的导向管;
- d) 用于就地和/或远程读数的机械、电气或机电设备;
- e) 为钢尺或钢丝提供必要张力的设备;
- f) 上下浮动的设备;
- g) 在不使用时将浮子锁定在适当位置的设备或装置;
- h) 货舱内有足够保护设施,以避免货舱底部受浮子撞击。



标引序号说明：

- 1——表头；
- 2——就地显示；
- 3——钢尺或钢丝；
- 4——浮子；
- 5——导向管；
- 6——远程显示；
- 7——ATG；
- 8——ATG 计量系统。

图 D.1 伺服 ATG 示例

D.2 工厂验收测试

在装运前，应在制造商车间对伺服 ATG 进行校准，并对其准确度进行验证，以确定 7.3 a) 中规定的固有误差。

在工厂验收测试期间，应测量或检查：

- a) 浮子的尺寸；
- b) 浮子自重；
- c) 浮子的浸入液位；
- d) 在使用穿孔钢尺的情况下，穿孔的节距；
- e) 悬置钢尺或钢丝的长度；
- f) 悬置钢尺或钢丝的每单位长度的质量；
- g) 悬置钢尺或钢丝的材料；
- h) 恒张力弹簧的作用；
- i) 对连接有钢尺或钢丝的浮子进行适当定心。

其余要求见 ATG 制造商建议的具体程序。

D.3 安装后投入使用前校准与验证

应按照以下步骤进行校准与验证。

- a) 将浮子降低到基准板。
- b) 在就地和远程显示器上设置 ATG 读数, 读数与 H 和 h 之和一致, H 为货舱底部与基准板或止动件顶面之间的垂直距离, h 为浮子在假定的 LNG 密度下漂浮时计算的浸没液位。
- c) 用夹具将经过认证的校准钢尺固定在浮子底部。在仪表头旋转手柄, 缓慢转动浮子, 直到显示为 1 m。读取附着校准钢尺的测量值作为测量的偏移。
- d) 将手柄上的浮子上浮至货舱高度大约 20% 位置。
- e) 握住手柄, 并将所附钢尺的计量值与考虑了偏移的就地显示器的计量值进行比较。
- f) 将浮子上浮至货舱高度的 80% 位置。重复 c)。
- g) 将浮子上浮, 直至其停止在顶部存储位置。将就地显示器的指示记录为顶部参考点。
- h) 将浮子降低到货舱底部以分离校准钢尺。
- i) 计算伺服 ATG 的就地和远程显示的每次读数偏差, 其结果应在 7.3b) 给出的基本误差范围内。

注 1: 底部基准点与球形储罐的垂直中心轴线底部重合。

注 2: 在整个测量范围内缠绕钢尺或钢丝, 检查钢尺或钢丝、仪表头和伺服 ATG 的所有部件, 以确保平稳操作, 缓慢进行检查以模拟实际操作, 避免损坏伺服 ATG。

注 3: 测量货舱大气温度用于校准钢尺补偿。

注 4: 如果上述方法不可行, 采用功能或性能相同的替代测试方法。

注 5: 除认证校准钢尺(工作标准)引入的校准不确定度外, 上述试验程序引入的测量结构的不确定度主要与人工操作相关。伺服 ATG 准确度测试的扩展不确定度估计为 2 mm(见附录 F)。

D.4 贸易交接计量前验证

在船运行期间为避免由于船晃动造成浮子损坏, 存放在货舱顶部的浮子被降到液面上, 以保持浮子温度稳定。在贸易交接计量前, 卷起浮子, 直至顶部存储位置自动停止, 并将就地 and 远程显示的读数与初始校准时的读数进行比较验证。

附录 E

(资料性)

LNG 液位计量的准确度影响

E.1 概述

LNG 运输船、LNG FPSO 或 FSO 船上的 ATG 进行的液位测量受以下因素的影响,而与它们的类型无关。

E.2 纵倾和横倾的确定

准确确定纵倾和横倾非常困难,因此其影响了液位测量的准确度。由于中拱和中垂、扭曲和弯曲,因此可采取多点多吃水,然后使用适合于货舱的倾斜校正,校正方法见 GB/T 24964。如果提供纵倾和/或横倾自动校正液位计读数,宜验证校正结果的测量不确定度。

E.3 船晃动引起货舱中液面波动的影响

货舱的液面波动使得难以测量平均液位。许多 ATG 在测量点读取瞬时液位,另一些 ATG 对读数采用滤波算法进行一定时间间隔的液位平均。滤波时间可以是固定值,也可根据遇到的波动情况进行程序化设置。

当作业受到海浪影响时,计量液位采用一系列滤波进行平均值测量可能导致第二次读数相对于第一次的读数时间显著延迟(多达几分钟)。

E.4 LNG 温度和重力对货舱尺寸变化的影响

LNG 货舱的尺寸可随温度和其他因素而变化。将影响从货舱液位到容积的转换。垂直方向尺寸的变化也将改变先前存储在 ATG 计量系统中的预先建立的液位基准点。如果不校正,将影响安装在顶部甲板上的 ATG 的准确度。

E.5 LNG 物理性质和货舱环境条件的校正

LNG 组成与 LNG 的物理性质(例如密度、介电常数)和货舱环境条件(例如蒸发气压力、蒸发气温度和液体温度)将影响不同类型 ATG 的液位测量准确度。宜针对此类影响进行校正,校正方法见 GB/T 24964。

附录 F

(资料性)

伺服 ATG 准确度测试的相关测量不确定度

表 F.1 显示了 LNG 运输船上伺服 ATG 在船厂安装之后,但在货舱投入使用之前的准确度测试中所涉及的不确定因素分量。在后续进行定期准确度测试时可参考表 F.1。

表 F.1 伺服 ATG 准确度测试的相关测量不确定度

测量不确定度的来源		测量不确定度 mm	评定类型
钢尺引入的测量不确定度分量	钢尺的分辨率	0.29	B
	校准钢尺的测量不确定度	0.40	B
	钢尺重量的影响	0.06	B
	测量重复性	0.25	A
自动液位计引入的测量不确定度分量	液位计的分辨率	0.29	B
	固定手柄的不稳定性	0.29	B
	浮子钢尺的膨胀	0.33	B
	刻度读数测量重复性	0.29	A
其他	温度测量仪表	0.32	B
	连接浮子和钢尺的夹具	0.14	B
合成标准不确定度		0.89	—
包含因子		2	—
扩展不确定度		1.78	—
注 1: 在 95% 的置信度下, 3 个测量值的平均值的误差预估在 2 mm 以内。			
注 2: A 类是通过一系列观察结果的统计分析来评估不确定性的方法。			
注 3: B 类是除一系列观察结果的统计分析以外的不确定性评估方法。			

参 考 文 献

- [1] GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
 - [2] GB/T 24959 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
 - [3] GB/T 24964 冷冻轻烃流体 液化天然气运输船上货物量的测量
 - [4] ISO 6578 Refrigerated hydrocarbon liquids—Static measurement—Calculation procedure
 - [5] ISO 13398 Refrigerated light hydrocarbon fluids—Liquefied natural gas—Procedure for custody transfer on board ship
 - [6] ISO/IEC Guide 983 Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
 - [7] IEC 60079-0 Explosive atmospheres—Part 0: Equipment—General requirements
 - [8] IACS Unified Requirements E 10
 - [9] API Manual of petroleum measurement standards, Chapters 3.5 and 3.6
 - [10] API RP 500 Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities
 - [11] API RP 2003 Protection against ignitions arising out of static, lightning and stray currents
 - [12] Energy Institute, Hydrocarbon measurement 61
 - [13] ICS/OCIMF/IAPH, International safety guide for oil tankers and terminals
 - [14] IGC, International code for the construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk, 1993 edition, 1994 and 1996 amendments
 - [15] International Group of Liquefied Natural Gas Importers (GIIGNL), LNG custody transfer handbook
 - [16] SIGTTO, Liquefied gas fire hazard management, 1st ed.
 - [17] SIGTTO, Liquefied gas handling practices on ships and in terminals, 3rd ed.
 - [18] US Coast Guard (USCG), 33 CFR, Part 153
 - [19] US Coast Guard (USCG), 46 CFR, Part 39.20
 - [20] US Coast Guard (USCG) Marine Safety Center NVIC 2-89, Basic guidance for electrical installations on merchant vessels
-

中华人民共和国
国家标准
冷冻轻烃流体 自动液位计的一般要求
第1部分：海上浮式储存液化天然气
自动液位计

GB/T 37770.1—2022

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

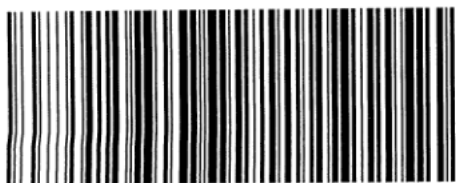
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 46 千字
2022年10月第一版 2022年10月第一次印刷

*

书号: 155066·1-71221 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 37770.1—2022



码上扫一扫 正版服务到

