|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png |   点击此处添加CCS号 |

     团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

液化天然气气瓶电容液位计

Capacitance level gauges for liuquefied natural gas cylinder

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

       发布

液化天然气气瓶电容液位计

* 1. 范围

本文件规定了适用于环境温度范围为-40℃~85℃，用于焊接绝热气瓶和汽车用液化天然气气瓶，用来测量气瓶盛装的液化天然气的液位的电容液位计（以下简称液位计）的构成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装运输和贮存等要求。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分 设备通用要求

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d” 保护的设备

GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部 由本质安全型“i”保护的设备

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 15464 仪器仪表包装通用技术条件

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 21437.2 道路车辆 电气/电子设备对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第2部分 沿电源线的电瞬态传导

GB/T 21437.3 道路车辆 电气/电子设备对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分 对耦合到非电源线的电瞬态的抗扰性

GB/T 24960 冷冻轻烃流体 液化气储罐内液位的测量 电容式液位计

GB/T 25087 道路车辆 圆形、屏蔽和非屏蔽的60V和600V多芯护套电缆

GB/T 28046.2 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 28046.3 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：机械负荷

GB/T 28046.4 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 38617 工业自动化仪表术语 物位仪表术语

* 1. 术语和定义

GB/T 38617界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

电容 capacitance

是指在给定电位差下的电荷储藏量，由两块金属电极之间夹一层绝缘电介质构成。

电容液位计 capacitance level gauge（meter）

测量两个电极间的电容随着液位高度连续变化，并将其转换为液位信号输出的仪表。

[来源：GB/T 38617-2020，2.4.11，有修改]

电容传感器 capacitance sensor

液位计中对液位变化做出响应的部分。由极板（同心圆筒或平行的板或类似结构）、极板之间的绝缘部件、引线组成。

[来源：GB／T 24960--2010／lSO 8309：1991，3.8.1，有修改]。

1. 以下简称传感器。

液位变送器 level transmitter

测量连续液位信号，并将液位信号转变成可识别的标准模拟量或通信信号输出的仪表。

[来源：GB/T 38617-2020，2.1.5，有修改]

显示模块 display module

液位仪表现场显示、调整用的显示或者显示操作模块。

[来源：GB/T 38617-2020，2.5.43，有修改]

密封组件seal assembly

用于传感器引线密封及电容信号连接的装置。

连接电缆 connecting cable

模块器进行电气连接并传输信号的导线，包括电气接插件。

基准电容 reference capacitance

液位计制造商给出的某型号的液位计检测条件下介质为空气电容值。

标准电容 standard capacitance

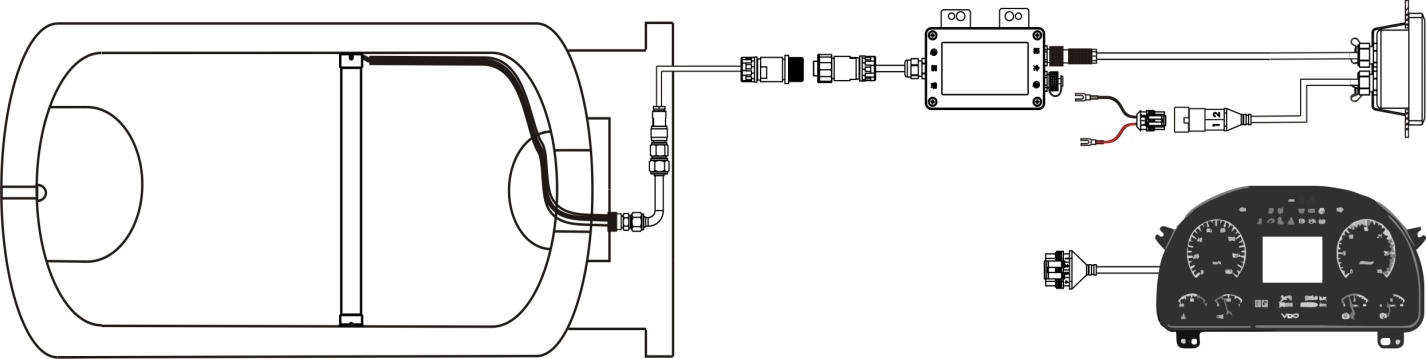
是保存和传递电容量值的实物标准，用于电容测量校准。

重复性误差 repeatability error

液位计在短时间内，相同测量条件下，对液位（电容）进行多次测量所得结果之间的差异。

[来源：GB/T 38617-2020，2.2.8，有修改]

* 1. 设计
     1. 构成

液位计主要由电容传感器、传感器引线、密封组件、电气接插件、液位变送器、显示模块、连接电缆、电源（非必要提供）等部件组成，如图1所示（仅展示了适用于卧式气瓶的形式）。

1. 液位计各部件示意图

标引序号说明：

1——电容传感器

2——传感器引线

3——密封组件

4——电气接插件

5——液位变送器

6——显示模块

7——连接电缆

8——电源

* + 1. 基本条件

液位计各部件的环境条件应符合表1的规定。

1. 环境条件

| 项目 | 传感器/传感器引线 | 密封组件 | 电气插接件/液位变送器/连接电缆 | 显示模块 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度/（℃） | -196~200 | -196~85 | -40~70 | -25~55 |
| 压力/（MPa） | — | ≥4.0 | — | — |
| 相对湿度/（RH） | 5%~90% | | | |
| 1. 显示模块的温度低于-25℃时，由用户与制造商确定最低温度。 | | | | |

* + 1. 各部件要求
       1. 传感器

传感器在构造上应考虑以下要求：

* 1. 电容值误差不应超过基准电容的±2.5%；
  2. 盲区不宜大于30mm；
  3. 电容变化对应液位变化应是线性关系；
  4. 电极应设计为紧密装配以防止其同轴移动/平行移动；
  5. 电极之间尽可能不使用支撑；
  6. 电极内外的液体应自由流通，以保持极内外的液体组成相同；可通过规律地间隔开
  7. 孔的方式来实现；
  8. 电极的内外表面应光洁，不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷。
     + 1. 传感器引线

连接传感器与密封组件的传感器引线的选型应满足下列要求；

* 1. 不受电干扰的影响；
  2. 经得起低温冲击及振动冲击或流动液体造成的冲击；
  3. 有保护绝缘层和芯线的不锈钢丝网套。
     + 1. 密封组件

密封组件应满足下列要求：

* 1. 承受不小于7MPa的压力；
  2. 漏率满足6.2的要求。
     + 1. 电气接插件

电气接插件应满足下列要求：

* 1. 防护等级不低于GB/T 4208规定的IP67；
  2. 额定耐压值不低与110V。
     + 1. 液位变送器

用来测量阻抗变换、传感器信号的放大和转换；在6.3的试验期间及在试验后应满足下列要求：

* 1. 输出模拟为直流电流信号4~20mA时，其负载电阻允许范围为0~350Ω；输出模拟为直
  2. 流电压信号0~4.2V或定制信号时，其负载电阻应不小于1KΩ；采用总线数据传输方式，
  3. 以标准协议或定制协议输出；
  4. 防护等级不低于GB/T 4208规定的IP67；
  5. 12V标称电压时，电流小于等于60mA； 24V标称电压时，电流小于等于30mA；
  6. 电容值误差不应超过基准电容的±2.5%；
  7. 壳体表面有防锈、防腐蚀涂层，涂层不应有起皱或起层现象。
     + 1. 显示模块

显示模块在6.3的试验期间及在试验后应满足下列要求：

* 1. 传感器的零点等对测量有重要意义的数值，不受电源故障、振动等的影响，且每次测量时都易于校准；
  2. 防护等级不低于GB/T 4208规定的IP67；
  3. 显示清晰、完整，不应有缺损现象。
     + 1. 连接电缆

连接电缆应符合GB/T 25087的规定。

* + - 1. 电源

电源应满足下列要求：

* 1. 电源宜选用干电池、纽扣电池以及直流电，其标称电压为12V或24V；
  2. 单体电池的峰值开路电压小于4.5V,单体电池端子处的最大电压和瞬态电流的乘积不超过33W。
     1. 整体性能要求

液位计的整体性能要求符合下列要求：

* 1. 在传感器与液位变送器组装好后及在试验期间和经过试验后，出厂电容值误差不超过基准电容值的2.5%；
  2. 在试验期间和经过试验后基本误差不超过满量程的±5%，回差和重复性误差不超过2%；
  3. 防爆符合GB/T 3836.1的要求,等级为Ⅱ类，A级，T2组。
  4. 检测
     1. 检测条件

如未标明特殊要求，检测在下述条件下进行（IP防护外按照6.6）：

* 1. 环境温度：23℃±5℃；
  2. 环境相对湿度：25%～75%；
  3. 大气压力：86 kPa～106kPa；
  4. 磁场：除地磁场外，无其他外界磁场；
  5. 机械振动：无影响性能的机械振动。
     1. 误差检测
        1. 传感器电容值误差

用精度等级不低于0.2级的电容表测得的传感器电容值误差符合4.3.1的要求，其误差如式（1）：

=×100%…………………………………………(1)

式中:

—出厂电容值误差；

—电容表测量的电容值，pf；

—液位计厂家根据传感器规格给出的基准电容值，pf。

* + - 1. 液位变送器电容值误差

将与传感器电容值相同规格的标准电容与液位变送器连接，读取液位变送器测量电容值或输出信号，测得的液位变送器电容值误差符合4.3.6的要求，液位变送器测量误差如式（2）：

=×100%……………………………………………(2)

式中:

—液位变送器测量误差；

—液位变送器测量的电容值，pf（可用液位变送器输出信号换算得到）；

—标准电容值，pf；

* + - 1. 液位计误差
         1. 基本误差

依次对液位计施加0%, 25%，50%，75%和100%量程（气瓶有效容积的液位最高处）的输入信号，记下相应各点液位计示值或输出信号，在输入信号的下限值和上限值均应保持1min。然后改变测量行程方向，共测三个循环。

用上述三个循环得到的数据，计算每个循环、每个行程、每个试验点的基本误差，如式（3）：

=×100%……………………………………………(3)

式中:

—被测点的基本误差；

—被测液位计在被测点的示值或输出信号折算为相应的液位高度, mm；

—由校验系统在被测点所得到的实际液位高度，mm；

—被测液位计的测量范围，mm；

液位计的基本误差由各被测点中的最大正或负误差确定，符合4.4要求。

* + - * 1. 回差

回差由上行程误差平均值与上下行程误差平均值之间的最大差确定，符合4.4要求。

* + - * 1. 重复性误差

重复性误差由同一行程、同一被测点各次测量得到的误差确定，并有各误差与其平均误差之偏差的均方根计算得到，符合4.4要求，如式（4）：

=……………………………………………(4)

式中:

—同一被测点的重复性误差；

—同一被测点的基本误差；

—同一被测点N次测量得到的基本误差算数平均值。

* 1. 试验
     1. 试验条件

试验条件符合5.1的要求。

* + 1. 密封组件泄漏
       1. 常温试验

在15℃～30℃温度下，对密封组件施加7MPa的压力，然后将密封组件浸入水中保压不少于5min，期间发生的气泡不超过1个为合格。

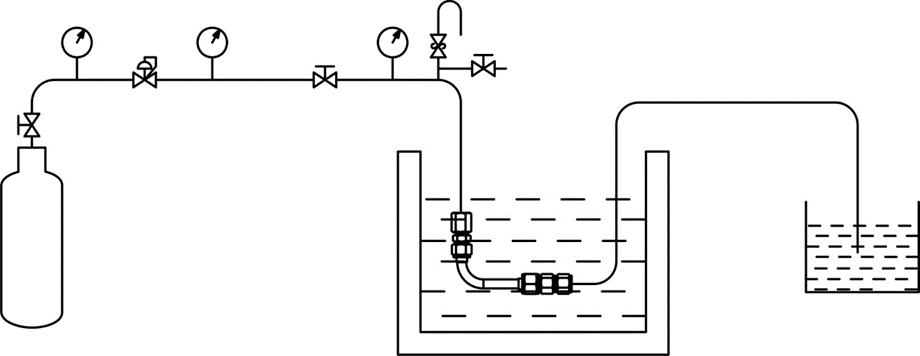
* + - 1. 高温试验

在85℃±2℃温度下，对密封组件施加7MPa的压力，然后将密封组件浸入水中保压不少于5min，期间发生的气泡不超过1个为合格。

* + - 1. 低温试验

低温泄漏试验在不高于-192℃温度下，按以下步骤进行：

1. 按图2将密封组件安装在试验装置上，关闭阀门HV-2；
2. 打开阀门HV-1,充入氮气或氦气至减压阀PV-1，调整减压阀PV-1输出压力至7MPa；
3. 将密封组件浸没在液氮中，待被测密封组件的温度与液氮温度相稳定；
4. 打开阀门HV-2,保持不少于5min，观察密封组件，期间发生的气泡不超过1个为合格；
5. 试验完成，打开阀门HV-3，待密封组件恢复至常温，卸下密封组件。



1. 低温试验示意图

图例符号说明：

PV-1——减压阀；

HV-1——高压截止阀；

HV-2——截止阀；

HV-3——放空截止阀；

SV-1——安全阀；

P-1——2.5级压力表；

P-2——1.6级压力表；

P-3——1.6级压力表。

* + 1. 电气性能及电磁兼容试验
       1. 一般规定

电气性能及电磁兼容试验是针对液位变送器、显示模块为主。

* + - 1. 电气负荷试验

电气负荷试验需进行以下内容：直流供电电压、过电压、供电电压瞬态变化、反向电压、开路试验和短路保护。试验方法按照GB/T 28046.2进行，试验结果符合GB/T 28046.2规定。

* + - 1. 机械负荷试验

机械负荷试验需进行以下内容：振动、机械冲击和自由跌落。试验方法按照GB/T 28046.3进行，试验结果符合GB/T 28046.3规定。

* + - 1. 气候负荷试验

气候负荷试验需进行以下内容：恒温、温度梯度、温度循环、耐盐雾、湿热循环、稳态湿热、流动混合气体腐蚀试验。试验方法按照GB/T 28046.4进行，试验结果符合GB/T 28046.4规定。

* + - 1. 电骚扰试

沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性试验，试验方法按照GB/T 21437.2进行，试验结果符合GB/T 21437.2规定；对耦合到非电源线的电瞬态的抗扰性试验，试验方法按照GB/T 21437.3进行，试验结果符合GB/T 21437.3规定。

* + - 1. 电磁兼容试验

静电放电抗扰度试验，试验方法按照GB/T 17626.2进行，试验结果符合GB/T 17626.2规定。射频电磁场辐射抗扰度试验，试验方法按照GB/T 17626.3进行，试验结果符合GB/T 17626.3规定。

* + 1. 防护等级

液位变送器按GB/T 4208的规定的，进行试验。

* 1. 环境温度：15℃～35℃
  2. 环境相对湿度：25%～75%；
  3. 大气压力：86 kPa～106kPa；
  4. 防尘：将液位变送器放置于防尘箱内，不与真空泵连接，试验持续8h。
  5. 防水：将液位变送器放置于潜水箱内，水面在外壳顶部以上至少0.15m，外壳底面在水面以下至少1m，试验持续时间大于30min。
     1. 防爆

液位计变送器按GB/T 3836.1与GB/T 3836.2或GB/T 3836.2的要求进行试验。

* 1. 检验规则
     1. 出厂检验

液位计在出厂前应按表7规定逐件检验和抽样检验。

逐件检验过程中，如有一项不合格则该液位计不合格。

每批（不大于1000件为一批）连续生产的经逐件检验合格的产品中抽取，每批次抽取3件。抽样检验过程中，如果有1件不符合，则加倍抽取，重新检验该项目，如仍有不合格，则该批液位计不合格。

1. 出厂检验项目及要求

| 序号 | 检验项目 | 检验要求 | 检验方法 | 逐件检验 | 抽样检验 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 外观 | 4.3 | — | √ |  |
| 2 | 传感器误差 | 5.2.1 | 5.2.1 | √ |  |
| 3 | 液位变送器误差 | 5.2.2 | 5.2.2 | √ |  |
| 4 | 密封组件常温泄漏试验 | 6.2.1 | 6.2.1 | √ |  |
| 5 | 密封组件高温泄漏试验 | 6.2.2 | 6.2.2 |  | √ |
| 6 | 密封组件低温泄漏试验 | 6.2.3 | 6.2.3 |  | √ |
| 7 | 电器性能 | 6.3 | 6.3 | √ |  |
| 8 | 环境适应性 | 6.5 | 6.5 |  | √ |
| 1. “√”表示需检测。 | | | | | |

* + 1. 型式检验

液位计正常生产时，如有下列情况之一时应进行型式试验：

1. 产品定型投产时；
2. 产品停产一年以上，恢复生产时；
3. 产品的设计、工艺和材料有重大变更可能影响产品质量时；
4. 国家质量监督部门提出进行检验要求时。

型式试验的样品从出厂检验合格中随机抽取3件，分为三组进行试验，检验项目表8。

1. 型式检验项目表

| 序号 | 检验项目 | 检验要求 | 检验方法 | 样件1# | 样件2# | 样件3# |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 外观 | 4.3 | — | √ | √ | √ |
| 2 | 传感器误差 | 5.2.1 | 5.2.1 | √ |  |  |
| 3 | 液位变送器误差 | 5.2.2 | 5.2.2 | √ |  |  |
| 4 | 液位计误差 | 5.2.3 | 5.2.3 | √ |  |  |
| 5 | 密封组件泄漏试验 | 6.2 | 6.2 |  | √ |  |
| 6 | 电气性能 | 6.3 | 6.3 |  | √ |  |
| 7 | 振动 | 6.4 | 6.4 |  | √ |  |
| 8 | 环境适应性 | 6.5 | 6.5 | √ |  |  |
| 9 | 防护等级 | 6.6 | 6.6 | √ |  |  |
| 10 | 防爆 | 6.7 | 6.7 | √ |  |  |

型式试验结果的判定，按本标准要求应全部符合。

* 1. 标志、包装、运输、贮存
     1. 标志

传感器型号标志宜打印在传感器外管底部。

液位变送器及显示模块的铭牌应清晰、正确，宜包含以下内容：

* 1. 制造厂名称；
  2. 产品名称、型号规格；
  3. 生产日期及出厂编号。
     1. 包装

产品宜按GB／T15464规定的要求和方法进行包装。

外包装箱上至少包含以下内容：

* 1. 制造厂名称及商标；
  2. 产品名称、型号；
  3. 产品数量；
  4. “怕雨”、“怕晒”、“向上”等图示标志，应符合GB/T191规定。

包装箱内应有产品包装箱内应附有产品合格证、装箱单、产品使用说明书。

使用说明书宜有以下内容：

* 1. 制造单位名称；
  2. 产品名称和型号；
  3. 使用要求；
  4. 主要参数和性能；
  5. 产品外形图；
  6. 结构、工作原理；
  7. 安装，使用方法。
     1. 运输

液位计的运输应避免强烈振动，运输过程中应按外包装箱标志防止碰撞、露天雨淋或暴晒。

* + 1. 贮存

液位计应贮存于干燥、通风、无腐蚀性气体、远离热源的室内。