



中华人民共和国国家标准

GB/T 38620—2020

物位计性能评定方法

Methods of evaluating the performance of ultrasonic levelmeter

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 试验条件 2

4.1 环境试验条件 2

4.1.1 参比大气条件 2

4.1.2 一般环境试验条件 2

4.1.3 其他环境条件 2

4.2 电源条件 2

4.2.1 参比值 2

4.2.2 允差 2

4.3 负载条件 2

5 试验方法 2

5.1 测量范围及与准确度等级有关的试验 2

5.1.1 总则 2

5.1.2 试验设备 3

5.1.3 测量范围的试验 3

5.1.4 基本误差试验 3

5.1.5 重复性 3

5.2 与影响量有关的试验 3

5.2.1 总则 3

5.2.2 环境温度试验 3

5.2.3 相对湿度试验 4

5.2.4 机械振动 4

5.2.5 负载变化试验 4

5.2.6 始动漂移试验 4

5.2.7 静电放电抗扰度试验 4

5.2.8 射频电磁场抗扰度试验 5

5.2.9 电快速瞬变脉冲群抗扰度 5

5.2.10 浪涌(冲击)抗扰度 5

5.2.11 射频场感应的传导骚扰 5

5.2.12 工频磁场抗扰度 5

5.2.13 电源电压和频率变化 5

5.2.14 电压暂降抗扰度试验(仅对交流供电的物位计) 5

5.2.15 电压短时中断抗扰度试验(仅对交流供电的物位计) 6

5.3 其他试验 6

5.3.1 绝缘电阻 6

5.3.2 绝缘强度 6

5.3.3 波束角测量(不适用于雷达物位计) 6

5.3.4 盲区的试验 6

5.3.5 抗运输环境性能试验 6

5.3.6 外观 6

5.3.7 防爆试验 7

5.3.8 外壳防护等级试验 7

5.3.9 密封性试验 7

6 其他考虑事项(用于性能评定) 7

6.1 总则 7

6.2 文献资料 7

6.3 安装 7

6.4 例行维护和调试 7

6.5 修理 7

6.6 表面防护处理 8

6.7 设计特征 8

6.8 可调整参数 8

6.9 工具和设备 8

7 试验报告和文档 8



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本标准起草单位：上海凡宜科技电子有限公司、北京昆仑海岸传感技术有限公司、北京瑞普三元计装科技有限公司、西南大学、安徽蓝润自动化仪表有限公司、重庆霍克川仪仪表有限公司、北京古大仪表有限公司、深圳万讯自控股份有限公司、恩德斯豪斯(中国)自动化有限公司、福州福光百特自动化设备有限公司、西门子(中国)有限公司、丹东通博电器(集团)有限公司、天津天威有限公司、北京京仪海福尔自动化仪表有限公司、重庆市计量质量检测研究院、福建上润精密仪器有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海工业自动化仪表研究院有限公司。

本标准主要起草人：王圣斌、郑兆凯、刘伯林、明代都、李振中、刘枫、周雪莲、吕静、张新国、陈万林、陈俊清、郭志强、郑维强、李鑫赓、祁剑峰、王鹏、裴国林、马世英、章英、王刚、戈剑、梅恪、张桂玲、李明华。



物位计性能评定方法

1 范围

本标准规定了工业过程测量用物位计的试验条件、试验方法和性能评定的其他考虑事项。

本标准适用于利用超声波原理进行工业过程物位测量的超声波物位计,以及利用微波测距原理进行工业过程物位测量的天线式微波(雷达)物位计,以下简称“物位计”。其他特殊型的物位计,可参照执行,并增加特殊要求的相应试验方法。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分:由隔爆型“d”保护的設備

GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備

GB 3836.9 爆炸性环境 第9部分:由浇封型“m”保护的設備

GB 3836.20 爆炸性环境 第20部分:设备保护级别(EPL)为Ga级的設備

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 16511 电气和电子测量设备随机文件

GB/T 16842 外壳对人和设备的防护 检验用试具

GB/T 17212 工业过程测量和控制 术语和定义

GB/T 17614.1—2015 工业过程控制系统用变送器 第1部分:性能评定方法

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 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 18271.2—2017 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第2部分:参比条件下的试验

GB/T 18271.3—2017 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第3部分:影响量影响的试验

GB/T 18271.4 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第4部分:评定报告的内容

GB/T 25480 仪器仪表运输、存贮基本环境条件及试验方法

GB/T 38615—2020 超声波物位计通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 17212 和 GB/T 38615—2020 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验条件

4.1 环境试验条件

4.1.1 参比大气条件

物位计的参比性能应在下述大气条件下进行试验：

- a) 温度范围： $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $(65 \pm 5)\%$ ；
- c) 大气压力： $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

4.1.2 一般环境试验条件

不必在参比大气条件下进行的试验，推荐采用下述大气条件：

- a) 温度范围： $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $45\% \sim 75\%$ ；
- c) 大气压力： $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

试验期间，允许环境温度的最大变化率为 $1^\circ\text{C}/10\text{ min}$ ，但不得超过 $3^\circ\text{C}/\text{h}$ ；

试验期间，环境风速不得超过 0.5 m/s 。

4.1.3 其他环境条件

磁场：除地磁场外，无其他外界磁场。

机械振动：无影响物位计性能的机械振动。

4.2 电源条件

4.2.1 参比值

试验采用以下电源条件：

- a) 直流供电： 24 V ；
- b) 交流供电： $220\text{ V}/50\text{ Hz}$ 。

4.2.2 允差

除了用户与制造厂商约定采用更小的允差，应采用下列允差：

- a) 额定电压： $\pm 1\%$ ；
- b) 额定频率： $\pm 1\%$ ；
- c) 谐波失真： $< 5\%$ （交流电源）；
- d) 纹波含量： $< 0.1\%$ （直流电源）。

4.3 负载条件

为便于试验，通常以输出电流在负载电阻 $250\ \Omega$ 两端的电压降作为物位计输出信号。负载电阻准确度等级应不大于被测仪表准确度等级的 $1/5$ 。

5 试验方法

5.1 测量范围及与准确度等级有关的试验

5.1.1 总则

物位计应按制造商的使用说明书，特别是有关预调的说明投入运行。

物位计在接通电源后,应按制造商规定的时间进行预热,制造商未规定时,预热时间不能短于 30 min。

每项试验前可调整零点和量程。

5.1.2 试验设备

试验设备要求如下:

- a) 测量系统可采用轨道式,也可采用固定式或其他形式,测量系统的准确度等级应不大于被测仪表准确度等级的 1/2;
- b) 恒温恒湿试验箱,设定温度允差 $\leq \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,设定相对湿度允差 $\leq \pm 2.5\%$ 。

5.1.3 测量范围的试验

在一般大气条件下,将反射面分别移动到不大于最小可测距离及不小于最大可测距离处,以测量系统测量值为基准,分别记录物位计的输出值。

5.1.4 基本误差试验

在一般试验条件下,将反射面从盲区两倍以上的位置作为开始测量点,或按制造商规定的最小可测距离至 20 m 距离(或最大可测距离)处,当物位计达到稳定读数后,记录读取物位计各位置测试点示值和系统测量值,至少取得三个位置以上量程做线性回归,用独立线性误差、或端基线性误差或零基线性误差取得标准偏差,根据 GB/T 18271.2—2017,即可获得不准确度和回差。

5.1.5 重复性

重复性试验可与基本误差试验同时进行,在同一行程的每一位置上连续记录至少 3 次,每次采样周期间隔不小于 1 min。以系统测量值为基准值,根据 GB/T 18271.2—2017,即可获得重复性误差。

5.2 与影响量有关的试验

5.2.1 总则

试验时,只有所涉及的影响量条件在规定范围内变化,其他工作条件均应在参比条件下保持稳定(由于条件限制,不可能在参比大气条件下进行的影响量试验,可在一般试验大气条件下进行)。影响量对物位计性能的影响应在规定的正常工作条件极限值上确定。

除非条文中另有规定,影响量对物位计性能的影响应由 3 次测量结果的平均值来确定。

5.2.2 环境温度试验

在一般环境条件下,测量特定范围内两个输出值。之后,在物位计前方盲区以外放置反射面,按 GB/T 18271.3—2017 中第 5 章要求进行试验。

试验温度循环为: +20 $^{\circ}\text{C}$ 、+40 $^{\circ}\text{C}$ 、+55 $^{\circ}\text{C}$ 、+20 $^{\circ}\text{C}$ 、-25 $^{\circ}\text{C}$ 、+20 $^{\circ}\text{C}$ 。

每个温度点恒定 2 h,记录物位计的输出值。各试验温度的允差为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,环境温度的变化速率应小于 1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。试验循环期间不对被试装置作调整。

共进行两个温度循环试验。

温度系数 α 按照式(1)进行计算。

$$\alpha = \left| \frac{Y_1 - Y_2}{(W_1 - W_2)/10} \times \frac{1}{L} \times 100\% \right| \dots\dots\dots (1)$$



式中：

- α ——温度系数；
- $W_1、W_2$ ——相邻两测试温度点的温度值；
- $Y_1、Y_2$ ——物位计在相邻两测试温度点时的输出值；
- L ——输出量程。

试验后，在一般环境条件下，测量与试验前相同条件下的两个输出值。试验前后同一测量点输出值的变化量（相对理想输出量程的变化量），即为残余变化量。

将最大温度系数和最大残余变化量列入试验报告。

5.2.3 相对湿度试验

在一般环境条件下，测量特定范围内两个输出值。之后，在物位计前方盲区以外放置反射面，按 GB/T 18271.3—2017 中第 6 章要求进行试验：

切断物位计的电源，按 GB/T 18271.3—2017 中第 6 章的规定升高相对湿度。在此期间的最后 4 h，在稳定条件下接通物位计的电源。待此期间结束后，立即测量输出值。再按 GB/T 18271.3—2017 中第 6 章的规定，将湿度降低至原参比值，稳定后测量输出值，确定相对湿度对输出的影响。

试验后，在一般环境条件下，测量与试验前相同条件下的两个输出值。试验前后同一测量点输出值的变化量（相对理想输出量程的变化量），即为残余变化量。

将相对湿度的影响量和最大残余变化量列入试验报告。

试验后，应进行目检。

5.2.4 机械振动

本试验的目的在于确定物位计工作时所经受的机械振动对物位计性能的影响，同时检查物位计的牢固性。

本试验按 GB/T 18271.3—2017 中第 7 章规定的方法进行。

试验等级：

- 振动频率：10 Hz～500 Hz；
- 位移幅值：0.15 mm；
- 加速度幅值：20 m/s²。

物位计应按规定安装方式安放在振动试验台上，在三个互相垂直的平面上承受直线正弦振动，其中一个平面应为铅垂方向。

应注意安放物位计的振动台、安装板和任何安装托架的刚度，应使传递到物位计上的脉冲损耗为最小，且不增大振幅，亦不产生谐振。

试验的振动等级应在被试装置的正常安装点上测量。

试验时，被试装置应接通电源，并以一固定输入信号工作。

5.2.5 负载变化试验

将 0 Ω 、350 Ω 负载电阻接入输出回路，记录受试物位计在特定范围内的上、下限输出值，以 0 Ω 负载电阻时的输出值为基准，计算 350 Ω 负载电阻时输出的变化量，以输出量程的百分数列入试验报告。

5.2.6 始动漂移试验

按 GB/T 18271.2—2017 中 7.1 进行试验，分别测量 1 h、4 h 的特定范围内的输出值，以 4 h 的输出值为稳定输出值，计算 1 h 的输出偏差，以输出量程的百分数列入试验报告。

5.2.7 静电放电抗扰度试验

本试验按 GB/T 17626.2 的要求进行，只对外壳进行试验，试验值为：

接触放电 4 kV;空气放电 8 kV。

重复次数 10 次,观察仪表的工作状态,将试验结果列入试验报告。

5.2.8 射频电磁场抗扰度试验

本试验按 GB/T 17626.3 的要求进行,只对外壳进行试验,试验值为:

- a) 10 V/m(80 MHz~1 GHz);
- b) 3 V/m(1.4 GHz~2 GHz);
- c) 1 V/m(2.0 GHz~2.7 GHz)。

试验前和试验中分别测试物位计的输出值,计算输出的变化量,以输出量程的百分数表示,并将最大变化量列入试验报告。

5.2.9 电快速瞬变脉冲群抗扰度

本试验按 GB/T 17626.4 的要求进行,试验值为:

- a) 电源端试验值:2 kV(5/50 ns,5 kHz);
- b) 信号端试验值:1 kV(5/50 ns,5 kHz)(仅适用于线路长度超过 3 m 的情况)。

观察仪表的工作状态,将试验结果列入试验报告。

5.2.10 浪涌(冲击)抗扰度

本试验按 GB/T 17626.5 的要求进行,试验值为:

- a) 电源端试验值:1 kV(线对线)/2 kV(线对地);
- b) 信号端试验值:1 kV(线对地)(仅适用于长距离线的情况)。

观察仪表的工作状态,将试验结果列入试验报告。

注:“长距离线”指的是在一个建筑物内长度超过 30 m 的线路,或者是向户外离开建筑物的线路(包括户外设施的线路)。

5.2.11 射频场感应的传导骚扰

本试验按 GB/T 17626.6 的要求进行,试验值为:

- a) 电源端试验值:3 V(150 kHz~80 MHz);
- b) 信号端试验值:3 V(150 kHz~80 MHz)(仅适用于线路长度超过 3 m 的情况)。

试验前和试验中分别测试物位计的输出值,计算输出的变化量,以输出量程的百分数表示,并将最大变化量列入试验报告。

5.2.12 工频磁场抗扰度

本试验按 GB/T 17626.8 的要求进行,试验值为:稳定磁场 30 A/m。

试验前和试验中分别测试物位计的输出值,计算输出的变化量,以输出量程的百分数表示,并将最大变化量列入试验报告。

5.2.13 电源电压和频率变化

本试验按 GB/T 18271.3—2017 中 12.1 规定的方法进行。

当交流电源的电压和频率或直流电源的电压按 GB/T 18271.3—2017 中 12.1 的规定变化时,测量由此所造成的特定范围的下限值和量程的变化量,将测量结果列入试验报告。

5.2.14 电压暂降抗扰度试验(仅对交流供电的物位计)

本试验按 GB/T 17626.11 的要求进行,试验值为:

- a) 0%额定工作电压, 1 周期;
- b) 40%额定工作电压, 10 周期;
- c) 70%额定工作电压, 25 周期。

试验前后分别测试物位计的输出值, 计算输出的变化量, 以输出量程的百分数表示, 并将最大变化量列入试验报告。

5.2.15 电压短时中断抗扰度试验(仅对交流供电的物位计)

本试验按 GB/T 17626.11 的要求进行, 试验值为: 0%额定工作电压, 250 周期。

试验前后分别测试物位计的输出值, 计算输出的变化量, 以输出量程的百分数表示, 并将最大变化量列入试验报告。

5.3 其他试验

5.3.1 绝缘电阻

本试验按 GB/T 18271.2—2017 的要求进行, 除制造厂另有规定外, 采用公称试验电压为 500 V DC 兆欧表、历时 30 s 进行试验, 将试验结果列入试验报告。

5.3.2 绝缘强度



本试验按 GB/T 18271.2—2017 的要求进行。除制造厂另有规定外, 对直流供电的物位计, 电源端子分别与接地端(表盖或表架)之间应能承受交流值为 500 V、频率为 50 Hz、历时 1 min 的试验; 对交流供电的物位计, 其输出端子、电源端子分别与接地端(表盖或表架)之间、输出端子与电源端子之间应能承受交流值为 1 500 V、频率为 50 Hz、历时 1 min 的试验。将试验结果列入试验报告。

5.3.3 波束角测量(不适用于雷达物位计)

将物位计固定在可水平左右转动的支架上, 并在物位计上施加超声换能器工作频率的激励信号。在超声换能器前方声中心线上放置测试超声换能器, 缓慢转动水平支架, 使测试超声换能器上测量的声强最大, 并以此值为 0 dB, 以超声换能器与测试超声换能器的声中心连线为法线, 缓慢水平左旋超声换能器, 使声强下降 3 dB 时, 记下左旋偏离法线的角度 $\beta_{左}$, 再缓缓向右转动超声换能器, 使接收到的声强从 -3 dB 升到 0 dB, 再下降到 -3 dB, 记下右转时偏离法线的角度 $\beta_{右}$, $\beta = \beta_{左} + \beta_{右}$ 即为波束角。

将试验结果列入试验报告。

5.3.4 盲区的试验

将物位计固定在测试支架上, 使超声换能器的中心线与反射屏垂直, 移动测试支架, 物位计的最小测试距离即为物位计的盲区。

将试验结果列入试验报告。

5.3.5 抗运输环境性能试验

物位计在运输包装条件下, 应能符合 GB/T 25480 的要求, 其中高温选 +55 °C, 低温选 -40 °C, 相对湿度为 95% (25 °C), 包装件重量小于 100 kg 时, 自由跌落高度取 250 mm。试验后在参比工作条件下自然回温不少于 24 h, 然后拆除包装, 允许调整零点和量程, 按 5.1.4、5.1.5、5.3.1、5.3.2 的要求进行试验, 并将试验结果列入试验报告。

5.3.6 外观

采用目测方法检查被试装置的外观是否符合要求。

5.3.7 防爆试验

用于防爆场合的物位计,需经国家认可的防爆认证机构,根据 GB 3836.1 和 GB 3836.2 或 GB 3836.4 或 GB 3836.9 或 GB 3836.20 等进行相应防爆类型的试验。

5.3.8 外壳防护等级试验

应根据 GB/T 4208 和 GB/T 16842 进行试验。

5.3.9 密封性试验

向被试装置施加 1.5 倍额定过程压力的试验压力并保持 20 min,观察被试装置有无泄漏和损坏现象。

6 其他考虑事项(用于性能评定)

6.1 总则

为了检验物位计的一些其他特性,应进行附加试验,例如由密封提供的安全和防护等级。

为了准备试验报告、试验程序所需的通用信息,包含下述几个方面:

- a) 安装;
- b) 例行维护和调试;
- c) 维修和大修。

应根据实际运行要求和制造厂商的说明书来进行性能检查,以便能同时对说明书做出评价。

6.2 文献资料

制造厂商主动提供的以及试验室要求提供的全部有关文件应列出清单。

如果这些文件没有附带用来清楚描述物位计操作的完善图表,或没有完整的设备清单及附件清单,则应指出其不足。

应给出具体的证书号码和防护等级等信息。具体要求见 GB/T 16511。

6.3 安装

物位计应根据制造厂商的说明书安装和投入使用,同时要考虑在实际中可能遇到的与要求不同程序的各种应用。

制造厂商规定的安装方法应列入报告。任何由于此种安装方法所造成的对物位计的使用限制都应予以指出并加以说明。

另外,有关安装的难易程度也应指出并加以说明。

6.4 例行维护和调试

应根据制造厂商的说明书进行必要的例行维护和调试操作(根据 GB/T 17614.1—2015 中 8.6,每年应该至少进行 4 次这种操作)。

任何有关执行这些操作的难易程度都应予以指出,并说明原因。

6.5 修理

本条不适用一体化整体封装产品。

对能被分解成若干组件的物位计,为了评估修理的方便程度,每次应拆卸一个组件,每一组件都应

拆卸到不能再拆开为止,并将任何损坏的或其他需要更换的零件换成新的。

任何有关这些修理的难易程度都应予以指出,并说明原因。

6.6 表面防护处理

应列出制造厂商规定的外部零件的表面防护处理完成情况,并附有关评价意见。

6.7 设计特征

应列出所有可能造成使用困难的有关设计或结构方面的情况,并说明原因。同时还要列出可能具有特殊意义的任何特征,例如工作部件的密封等级、备件的互换性和气候防护等。

6.8 可调整参数

报告中应指出制造厂商列出的重要的变型和选件。

6.9 工具和设备

应列出安装、维护和修理所必需的工具和设备。

7 试验报告和文档

试验完成以后,应根据 GB/T 18271.4 准备完整的(评定)试验报告,并提供电子文档。

报告发布之后,所有试验期间与测试有关的原始文档应在实验室至少保存两年。

