

## 试验箱中的湿度测量 —— 问题解答

### 1. 在试验箱中使用薄膜聚合物湿度传感器有哪些优点？

使用电容式聚合物传感器（有时称为电子传感器）的优点之一是响应速度快、维护成本低，并且传感器能够在较大的温度范围内工作。

维萨拉 HUMICAP® 聚合物传感器可在温度处于 -70 至 +180 °C 范围内的试验箱中工作，因为此类传感器的功能不会因水的冰点或沸点受到限制。

维萨拉 HUMICAP® 传感器具有良好的长期稳定性，通常只需要每年校准一次。传感器的预计使用寿命为 10 年或更长，因此降低了总拥有成本。

该传感器不需要湿芯、供水、水箱或与这些部件相关的服务。

HUMICAP® 传感器响应速度快，迟滞低，因为相较于供水系统，它们能够很好地适应温度变化，快速达到平衡。

### 2. 在高于水沸点的条件下如何测量湿度？

维萨拉 HUMICAP® 薄膜聚合物传感器能对水气做出响应，而水气在高于和低于水沸点的温度条件下都会存在。但是，在高于沸点的任何温度下，可能达到的最大相对湿度值会受到物理限制。这可以使用以下湿度理论来解释：

相对湿度的定义是： $RH = P_w / P_{ws} * 100\%$ ，其中  $P_w$  表示水汽压， $P_{ws}$  表示随温度而变的水蒸气饱和压力。

$P_{ws}$  可从文献中检索，最高临界温度为 373.98 °C。蒸气压力  $P_w$  与温度无关，只要  $P_w$  已知，就能确定高至临界温度范围内的相对湿度。

在高于沸点的温度条件下，实际的相对湿度值 (%RH) 会受到限制，因为水汽压不会高于总压力。这意味着在高于水沸点的条件下，未加压系统中的最大相对湿度始终低于 100% RH，如图所示。

例如，在 120 °C 的温度条件下，最大相对湿度是 51% RH。在已知饱和压力和  $P_{ws}$  近似 1.987 bar 的条件下，可以计算出该值。在正常大气压 1.01325 bar 的条件下，可能达到的最高  $P_w$  也是 1.01325 bar。由此换算出的相对湿度是 51% RH，如表 1 所示。

其他湿度参数，例如露点温度，在未加压系统中也会受到限制。例如，最大露点与沸点相同，通常是 100 °C。

#### 常见问题

1. 在试验箱中使用薄膜聚合物湿度传感器有哪些优点？
2. 在高于水沸点的条件下如何测量湿度？
3. 湿度传感器应该如何安装在试验箱内？
4. 不同的材料是否会影响湿度传感器？
5. 如何维护试验箱中传感器的准确度？
6. 在接近冷凝的条件下如何进行准确测量？
7. 产品推荐
8. 实用配件

维萨拉 HUMICAP® 传感器已经过验证，可在温度高达 180 °C 的未加压和加压条件下进行湿度测量。

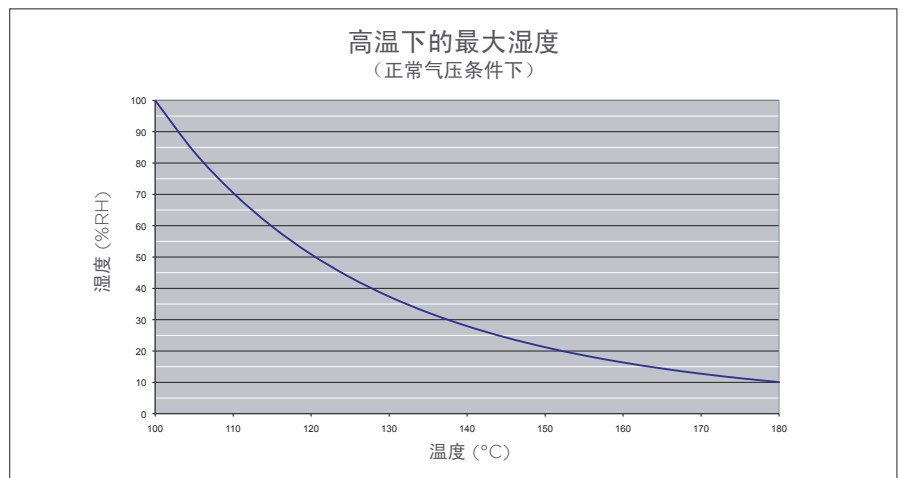


表 1

维萨拉湿度计算器是一款易于使用的工具，可计算不同条件下的湿度参数。[www.vaisala.com/humiditycalculator](http://www.vaisala.com/humiditycalculator)

### 3.湿度传感器应该如何安装在试验箱内？

建议将带有一段探头电缆的湿度探头安装在试验箱内（见图 1），以确保整个探头与试验箱空气的温度平衡。如果探头穿过箱壁进行安装，并且探头尖端和末端之间存在温差，可能会导致传感器与实际空气的温度不相同。这意味着测量的 RH 值将会不准确，甚至会出现冷凝的风险。例如，在 40 °C/95% RH 的试验箱中，即使探头温度仅降低 1 °C，探头上也会出现冷凝。由于试验箱外部房间内的温度传导现象，这种温度效应很容易发生。见图 2。

用于试验箱测量的维萨拉湿度探头全部都是完全密封的。探头电缆引线周围的密封件也必须密封。维萨拉为此提供了不同的配件。使用硅树脂材料是一种替代方法，但这会导致难以拆卸和重新安装，并且在



用于湿度探头的探头卡箍方便用户轻松地将探头牢固地安装在试验箱内。

有些情况下，由于在材料固化过程中发生化学物质挥发，可能会导致测量漂移。

在设计探头安装时，还应考虑湿度现场校准。如果要使用盐浴校准仪，如维萨拉湿度校准仪 HMK15，则探头应有足够长的电缆伸入箱内，以便将探头插入校准仪。

### 4.不同的材料是否会影响湿度传感器？

试验箱壁或电缆引线密封件所使用的一些密封材料会导致湿度漂移、响应时间增加以及湿度仪器发生迟滞。密封材料固化过

程中发生化学物质蒸发时，就会产生这种情形。例如，普通家用品质的硅酮密封胶在固化过程中会释放乙酸或甲醇，因此应避免使用。但好在该效应可逆，一旦这些物质停止挥发，该效应就会消失。温度越高，恢复到原始传感器特性的速度越快。

建议在这些材料固化后再安装湿度仪器。如果不可行，在密封材料固化时，可使用维萨拉湿度探头随附的黄色保护帽保护传感器。

如果在极度干燥的条件下使用试验箱，务必要注意，一些密封材料会吸收湿气并充当湿气缓冲剂。即使该等材料的用量很少，也会延长试验箱的干燥时间。

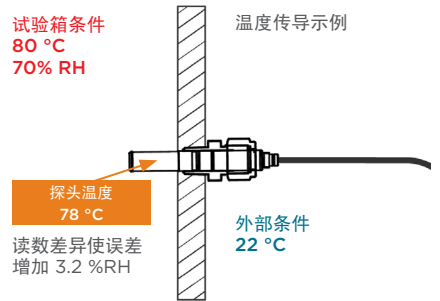
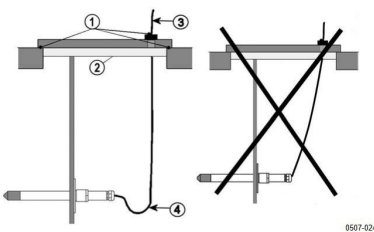


图 2



HMK15

- 首选水平安装方式，这使得探头上的水可以流走，而不是积聚在传感器上。
- 允许电缆弯曲或松弛
- 允许安装温度和压力配件
- 在探头安装区域周围使用隔热材料
- 确保安装点的空气流动在空间中具有代表性



0507-024

0507-022

- 1 = 进行密封处理
- 2 = 进行隔热处理
- 3 = 对电缆进行隔热处理
- 4 = 让电缆保持松散悬挂状态。这可防止冷凝水顺着电缆进入探头。

许多不同的材料均在试验箱中进行测试和老化。有些材料释放的化学物质可能会影响湿度传感器的准确度。在常规 HUMICAP® 的性能受条件影响时，维萨拉可以为仪器提供传感器清除功能，定期加热湿度传感器以清除化学污染物。在配备传感器清除功能的设备中，几乎不会发生因不合适的密封材料或其他材料挥发气体而引起漂移的情况。

如果仪器未配备传感器清除功能，可通过将试验箱手动加热至 160 °C 并持续一小时来进行恢复。这通常足以清除传感器中的大多数常见污染物。

## 5. 如何维护试验箱中传感器的准确度？

通过选择合适的测量技术以及定期对所安装的传感器进行校准，可以长期维护良好的测量性能。

为帮助解决该问题，维萨拉提供了多种方法对试验箱仪器进行校准和调整，包括 HMK15 盐浴校准套件、Insight PC 接口软件以及我们的便携式 HM70 温湿度仪表。



维萨拉 HM70

现场校准的理想解决方案是将 HMK15 套件与 HM70 便携式仪表结合使用。HM70 仪表用作参考，并提供固定仪器的可追溯校准，而 HMK15 套件可用于在多个相对湿度点进行校准。工厂校准服务选项也有助于优化测量准确度。

## 6. 在接近冷凝的条件下如何进行准确测量？

在更高湿度/更高温度条件下进行测试的需求越来越普遍。在许多情况下，85% RH/85 °C 的标准测试条件现在已提升到了 90% RH/90 °C，甚至是 95% RH/95 °C。使用维萨拉 HMM170 中特有的加热探头技术则可以实现准确测量。对探头本体加热会降低传感器感应到的相对湿度，避免发生冷凝，并能在接近 100% RH 的情况下进行可靠测量。

## 7. 产品推荐

湿度和温度探头 HMP110, 准确度为  $\pm 1.5\%$  RH, 适用于要求严苛的应用  
准确度为  $\pm 1.5\%$  RH, 适用于要求严苛的应用



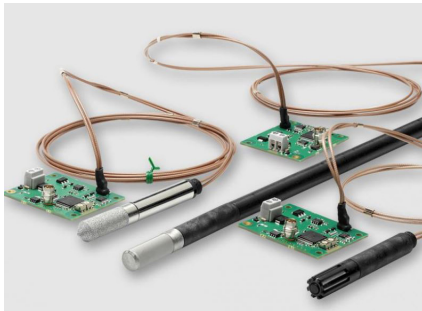
维萨拉 HUMICAP® 温湿度探头 HMP110 是一款经济高效的免维护湿度变送器, 具有准确度高、稳定性强的特点。功耗低, 可快速启动, 适合电池供电应用。坚固的聚氨酯填充不锈钢主体能耐受恶劣的环境。所有型号都配备校准证书。该探头适用于批量应用或集成到其他制造商的设备, 也适用于手套箱、温室、发酵和稳定室、数据记录仪和恒温箱。

### 特点

- 微型湿度变送器
- 低功耗, 可快速启动, 适合电池供电应用
- 测量范围:  
0 ...100 % RH; -40 ...+80 °C
- 带有标准 M8 快速接头的可插拔电缆
- IP65 金属外壳
- 可选的 RS-485 数字输出支持 Modbus® RTU 协议
- 测量准确度为  $\pm 1.5\%$  RH (在 0 ...90 % RH 的条件下)
- 另提供仅测量温度的 HMP110T 型号

## 用于环境试验箱的湿度模块 HMM100

用于环境试验箱, 测量准确度达到  $\pm 2.0\%$  RH



维萨拉 HUMICAP® 湿度模块 HMM100 是能够集成到环境试验箱的开放架构模块。该模块提供单通道相对湿度 (RH) 或露点 ( $T_d$ ) 模拟输出。

### 特点

- 可在以下工作温度范围内提供完全温度补偿: -70 °C ...+180 °C
- 可耐受高温, 也适合加热消毒过程
- 维萨拉 HUMICAP® 180R 传感器
- 可通过微调电容器轻松进行现场校准
- 应用场景: 试验箱、恒温箱

## 适用于苛刻环境试验箱的温湿度模块 HMM170

用于环境试验箱

基本相对湿度测量准确度为  $\pm 1.0\%$  / 20 °C 环境温度下的准确度为  $\pm 0.2\%$  °C



维萨拉 HUMICAP® 温湿度模块 HMM170 是一款坚固耐用的开放架构变送器, 可集成到环境试验箱中, 即使在真空或高压等苛刻条件下也能进行准确和可靠的测量。

该模块经久耐用, 可轻松集成到试验箱和电路板中。提供数字和三个可配置模拟输出通道, 确保与大多数试验箱类型兼容。除了相对湿度和温度外, 还提供露点和其他计算参数。

### 特点

- 可选用加热传感器和探头, 预防冷凝
- 具备化学清除功能, 可保障传感器性能
- 温度测量范围 -70 ...+180 °C
- 可选用耐腐蚀和  $H_2O_2$  的油中水分传感器
- 3 个模拟输出信道
- 支持基于 RS-485 的 Modbus RTU 通讯协议
- 多个输出参数可用
- 3 种探头电缆长度供选择
- 可与 Insight PC 软件兼容

## 8.实用配件

### HMM100 配件

配件:

- USB 服务电缆 226068
- 用于将探头安装在试验箱内的探头卡箍: 226067 (10 个)
- 带有可选盖子的电路板安装支架 225979
- 用于穿壁式探头安装的探头安装法兰 (下一页): 226061
- 模块外壳 (IP65) 226060



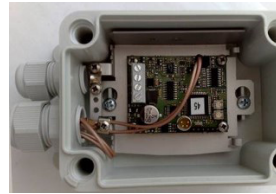
带盖的安装支架



探头卡箍



HMM100 模块外壳

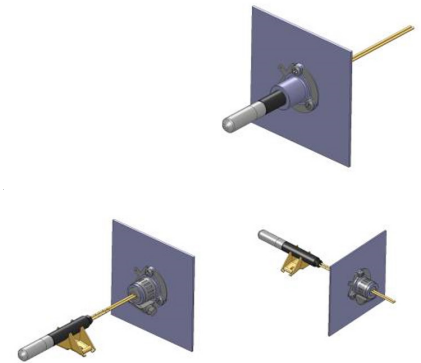


探头安装法兰具有橡胶密封件, 可对探头和电缆进行紧密密封。

可耐受  $-70...+180\text{ }^{\circ}\text{C}$  的温度



HMM100 探头安装法兰



探头安装法兰的安装

图中所示的不锈钢卡箍不是必选配件。当在应用中仅靠法兰不足以固定探头或电缆时, 可以使用该卡箍。



## HMM170 配件和备件



带不锈钢网的金属镀层  
PPS 格栅过滤器, 内螺纹

DRW010281SP



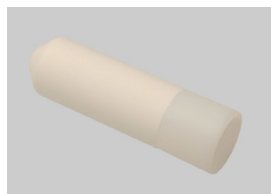
不锈钢烧结过滤器, 内螺纹

HM47280SP



不锈钢过滤器

HM47453SP



烧结 PTFE 过滤器,  
内螺纹

219452SP



USB 服务电缆 M8-4F,  
RS485

219690



带 M8-4F 接头的  
MI70 连接电缆

219980SP



电缆压盖

HMP247CG



12 mm 探头用接头  
(1/2" ISO 螺纹)

SWG12ISO12



HMP337 Swagelok



HMT333 和 HMT337  
的管道安装套件

210697

**VAISALA**

[www.vaisala.cn](http://www.vaisala.cn)

请联系我们, 网址为:  
[www.vaisala.cn/zh/lp/  
contact-form](http://www.vaisala.cn/zh/lp/contact-form)



扫描代码获取更多  
信息

Ref. B210927ZH-B-R ©Vaisala 2021

本资料受到版权保护, 所有版权为 Vaisala 及其各个合作伙伴所有。保留所有权利。所有徽标和/或产品名称均为维萨拉或其单独合作伙伴的商标。未经维萨拉事先书面同意, 严禁以任何形式复制、转让、分发或存储本手册中的信息。所有规格 (包括技术规格) 如有变更, 恕不另行通知。