

VAISALA

使用便携手持式设备进行现场 抽查和现场校准

电子版指南

www.vaisala.cn >



目录

任何值得测量的东西都值得准确测量	3
收集所需数据，做出明智决策	4
平衡质量和可用性	5
现场校准	6
现场抽检	8
使用手持式仪表进行准确测量的实用技巧	10
湿度	10
露点	13
二氧化碳	16
油中微量水份	18
客户案例	21
保持联系	22

任何值得测量的东西都值得准确测量

在当今以知识为中心的世界中，我们希望根据真实数据来理解和控制事物。测量在帮助我们收集这些数据方面发挥着关键作用。然而，只是进行测量还不够。我们使用测量设备收集的数据还必须可靠且准确。

本电子版指南旨在提供实用的建议和技巧，以帮助读者确保他们的便携手持式测量设备可以提供准确的测量数据来为操作提供支持。

便携手持式测量设备通常直接用于测量环境或工艺过程条件，或者用作现场抽查或现场校准现场固定安装仪表的参考仪表。在本指南中，我们将讨论设备校准的基本原理以及影响校准需求的因素。此外，本指南还提供有关校准和对相对湿度、露点温度、二氧化碳、温度和油中微量水分测量进行抽查的一些详细信息。



收集所需数据，做出明智决策

缺乏数据和数据质量低下是需要克服的障碍。没有准确的数据，就无法正确控制工艺，从而会影响最终产品的质量。依赖未经校准的仪表所提供的测量读数可能会产生意想不到的严重后果，其根本原因可能难以确定。便携手持式仪表则是应对这些挑战的理想工具。

借助便携手持式设备，您可以轻松地在工艺流程或环境的不同位置进行测量。在条件状态多变的应用中，更好地控制状态条件是优化质量和实现节能的关键。具有数据记录功能的便携

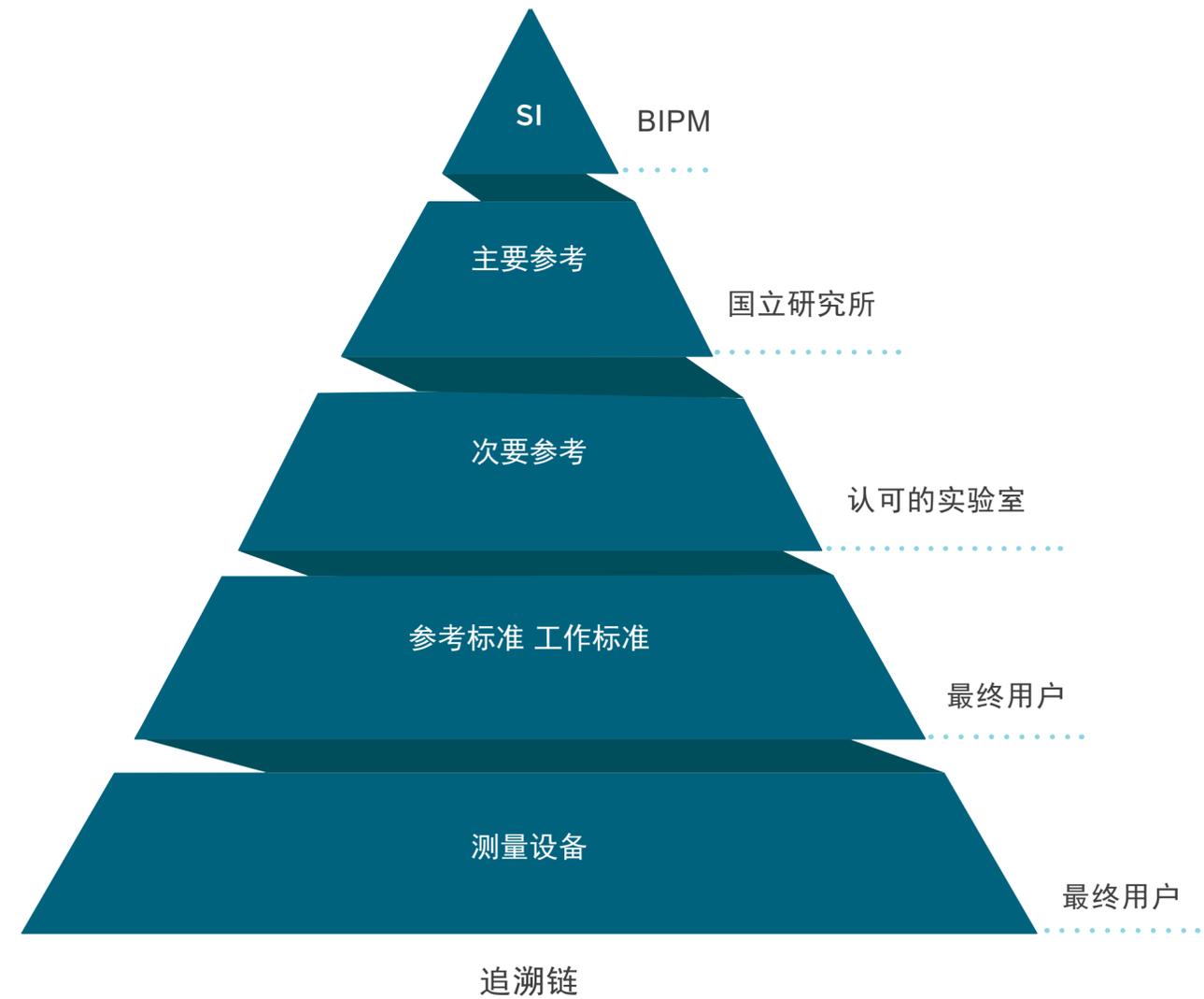
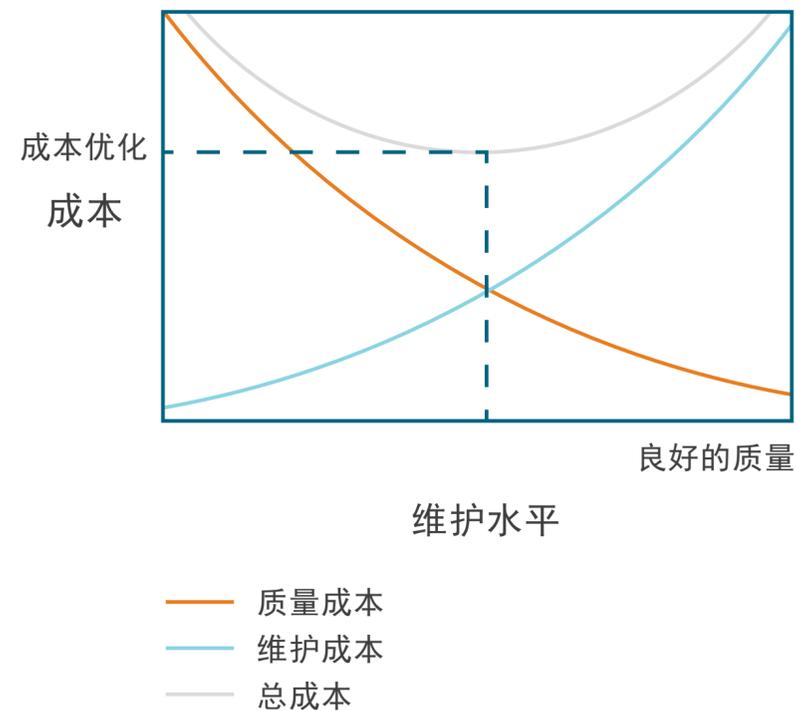
手持式设备可帮助您更好地了解工艺流程及其控制方法，并且还能显示您感兴趣的测量参数的最小值、最大值和平均值情况。在您需要针对应用做出与仪表和工艺控制相关的投资决策时，此类信息非常有价值。

在决策初期，便携手持式设备是进行故障排除和确定缺陷位置的有用工具。在后期阶段，它可用于收集信息以支持持续工艺改进，也可以在校准现场固定安装式仪表时作为参考仪表。

平衡质量和可用性

您的目标应该是根据应用确定校准测量设备的理想方法。尽管更大型、更昂贵的设备能够提供尽可能高的校准精度，但它们对于某些应用和实际位置而言，并不实用。根据应用，便携手持式参考设备可能是现场校准的理想选择。

成本和质量的优化



要在质量和可用性之间找到适当的平衡，您需要确定应用中所需的准确度和不确定性水平。在某些情况下，在连续操作中使用固定式仪表是合理的，同时这意味着实验室校准可能并不适合。经过认证校准的便携手持式设备具备可接受的不确定性，可能足以确保现场可追溯性。

现场校准

通过现场校准，您可以快速轻松地就地校准仪表，而无需将其从工艺过程或场地中拆下。这可避免与拆卸和重新安装仪表有关的人力、停机时间和成本。

现场校准所需的设备

现场校准需要一个工作标准作为参考，该参考可以是手持式设备，也可以是其他类型的设备。理想情况下，工作标准应该用于校准，而不是用于监测相关工艺。处理工作标准时应小心，应在正确条件下进行存放，以确保其功能正常且准确度不受影响。也可以在现场使用校准仪进行多点校准。某些校准仪可用作独立的参考标准，这意味着不再需要单独的工作标准。工作标准通常在实验室中以更高的置信度进行校准。

实验室校准与现场校准

实验室校准是校准测量设备的较准确方法。与现场校准相比，它的不确定性更低，受环境影响较小，并且校准过程影响因素的数量显着减少。通过现场校准，您可以执行快速检查和诊断，而无需拆卸测量设备。

现场校准的优缺点

-  无需拆卸和重新安装测量设备
-  工艺过程无需中断
-  在实际工艺条件下进行校准
-  与实验室校准相比，不确定性更高
-  改变工艺条件可能是个挑战

单点还是多点现场校准？

手持式设备适合进行快速合格/不合格检查，但如果再仔细谨慎一点，它们也可用于在现场执行单点校准和调整。

单点校准是通过将参考仪表放置在尽可能靠近待校准装置 (UUC) 的位置，在某一点对照工作标准执行校准。留出足够的稳定时间以便工作标准和 UUC 之间可以达到温度平衡，这点非常重要。此外，还需要考虑可能影响校准结果的其他因素，包括：

- 工作标准与 UUC 的接近程度
- 温度梯度
- 气流
- 压差

单点现场校准的优缺点

在操作条件变化不大的应用中，单点校准是保持传感器性能的有效方法。在稳定的温度、湿度、压力等条件下运行的传感器适合进行单点现场校准。

使用工艺过程中安装的仪表进行现场校准会将校准曲线限制在一个点上。在条件多变的工艺中，单点校准将曲线限制到一小部分操作条件下。

多点现场校准

可以使用能够再现多种条件的工作标准在现场实现多点校准。单点和多点现场校准之间的区别在于是否必须从工艺中拆下 UUC。与实验室校准相比，在现场执行多点校准可以节省大量时间；但这是以增加不确定性为代价的，因为现场通常存在不可控的因素。

现场抽检

为什么需要现场抽查？

现场抽查是确定工艺条件或固定安装式测量仪表状态的一种快速简便的方法。现场抽查不应与现场校准混淆。它们非常相似，同样是将参考放置在待检查的传感器附近，并将读数与已安装仪表的读数进行比较。现场抽查耗时较少，因为稳定时间不像在现场校准中那么重要。

现场抽查是改进测量设备维护流程的好方法。例如，如果某个装置每年在实验室校准一次，它可能需要每三个月接受一次现场抽查。应该在开始现场抽查仪表之前定义准则，并且应该有预先确定的限制，以确定要根据结果可能采取哪些行动。

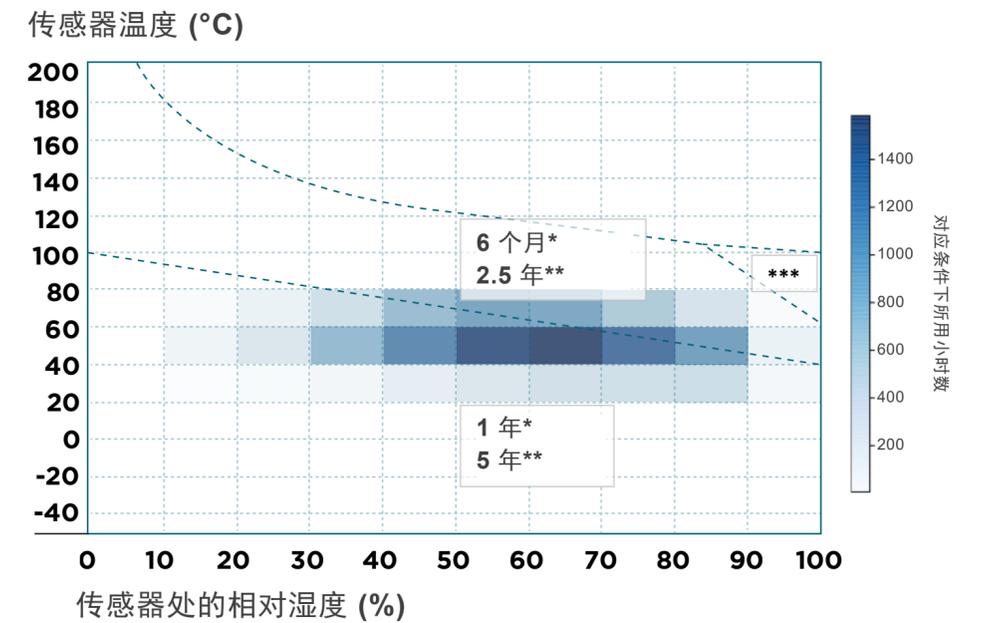
现场抽查的优缺点

- 可根据您的关注点，快速轻松地进行测量
- 有助于确定理想的校准时间间隔
- 更好地了解测量仪表的运行状况
- 改善测量质量证明
- 需要适当的规划、专业知识和记录保持

确定现场校准间隔

校准间隔必须始终由最终用户决定；不过，有一些一般准则可对您有所帮助。

虽然遵循制造商的建议是很好的切入点，但也必须考虑相关应用的测量条件。良好的做法是先进行时间间隔较短较频繁的校准，然后并逐步优化校准时间间隔。手持式设备可让您快速轻松地收集您需要的数据。



右图：湿度仪表校准建议示例。
蓝色的深浅指示在相应条件下所用的时长。

- * +/- 1...2 %RH 准确度要求
- ** +/- 3...5 %RH 准确度要求
- *** 建议使用具有探头加热功能的 HMP7

优化现场校准时间间隔

在执行了多次校准之后，可以确定校准时间间隔。如果在 12 个月内至少执行了三次校准并且装置保持在规格范围内，则可以延长校准时间间隔。延长后的校准间隔不应超过制造商对关键设备的建议时长。

如果待校准设备正与其他更稳定的测量设备一起使用，或者，如果应用允许准确度低于制造商规格中针对正常校准间隔的规定，则也可以延长校准时间间隔。

不必要的调整可能会给您的测量增加干扰

在决定是否对测量设备进行调整时，了解校准的不确定性非常重要。为此，有必要澄清校准和调整之间的区别。校准是指将仪表读数与参考值进行比较。调整是指校正仪表，以尽量减小与校准参考值的偏差。

校准不确定性的尺寸取决于多种因素，包括温差、仪表的热质量和使用的测量技术。可能会经常出现这样的情况：参考和 UUC 的读数都在不确定度范围内，但无法确定哪个读数更准确。

准确度误差有很多种，通常很难区分系统误差和随机误差。出于这个原因，进行微小调整可能并不明智，因为您最终可能会调整随机误差并因此给您的测量增加干扰。



重要技巧！您可以对固定式设备和手持式设备使用相同的校准间隔准则。



使用手持式仪表进行准确测量的实用技巧

湿度

相对湿度是使人类和动物保持舒适的重要参数。在加工和存储行业的各种应用中，控制相对湿度也是气候控制的重要组成部分。

使用手持式仪表测量湿度和温度可提供有关周围环境条件的宝贵信息。执行测量是为了收集有关环境条件的基本信息，检查固定式湿度仪表的运行和校准情况，并验证加湿和/或除湿设备的运行情况。

执行成功环境测量的关键是首先选择可代表周围环境条件的测量点。选择理想测量位置后，应让湿度读数稳定后再进行测量。

理想做法是持续关注湿度仪图形显示屏上湿度读数的稳定情况。或者，可以将湿度仪留在测量环境中进行稳定，并在足够长的稳定期后检查读数 – 探头和测量环境之间的温差越大，所需的稳定时间越长。

进行湿度测量时，能够注意到测量结果与温度高度相关，这点非常好。例如，在 50 %RH（相对湿度）条件下，1°C 的温度变化会使湿度读数变化 3 %RH。在 50 %RH 和 20 °C 环境条件下，3 °C 的温升（至 23 °C）会导致湿度读数下降至 41.6 %RH。因此，如果要获得准确的湿度测量值，就必须避免非代表性的温度变化。

注意事项 - 使用手持式仪表测量湿度

- 测量位置应能代表测量环境中的条件。此外，请确保尽量接近待检查设备，从而减轻温度梯度的影响。
 - 确保未将湿度传感器安装在靠近热源或湿气源的位置。避开靠近送风管道排放口、外门窗以及暴露于太阳辐射的内墙的位置。确保湿度传感器周围的空气自由流动。
 - 有些墙面式传感器会散热量较大，因此请务必从传感器下方进行测量。
 - 避免手持式传感器因您的手部握持而升温，并避免对着传感器和待检查设备呼吸。
- 留出足够时间让温度稳定下来。请记住，1 °C 的温差可能会导致 6 %RH 的差异。利用图形显示屏跟踪温度稳定情况是个不错的方法。
 - 避免出现水在探头上凝结的情况 – 湿度传感器在潮湿时将无法正常工作。

如何选择合适的仪表来测量湿度和露点？请阅读我们的应用说明以了解详情。

了解更多信息 >



测量前须知

- 确保手持式仪表的环境设置正确。
- 如果您的探头包括化学物质清除选件，请定期使用该选件以确保探头免受污染。
- 如果存在冷凝风险，请在安装探头时使用预热功能（如果有）。
- 对于管道传感器，建议提前制定现场检查计划。在安装过程中，请在管道传感器旁边开第二个密封孔，以便可插入用于后续校准的手持式探头。

通过定期维护获得更好的结果

可靠的湿度仪可为您作出设备投资或维护决策提供有力的支持。为确保可靠的测量，必须定期进行仪表维护，包括校准和更换过滤器。维萨拉建议所有湿度仪的校准间隔为一年。

可以使用手持式湿度仪在现场进行校准，也可以结合使用维萨拉 HMK15 盐校准套件进行多点校准。此外，您还可以将仪表送至本地维萨拉服务中心进行校准。维萨拉建议手持式湿度仪的校准间隔为一年。

某些维萨拉手持式仪表包含可更换的测量探头。为方便起见，这些探头可以更换为经过出厂校准的新探头。

除了定期校准外，维护传感器的保护过滤器对于确保准确的湿度测量也至关重要。如果过滤器变脏，则传感器与周围环境之间存在气体交换不足的风险。这会在传感器周围形成一个独立于周围湿度条件的小气候。快速更换过滤器足以解决此问题。为避免更换时损坏过滤器，请勿触摸传感器元件。



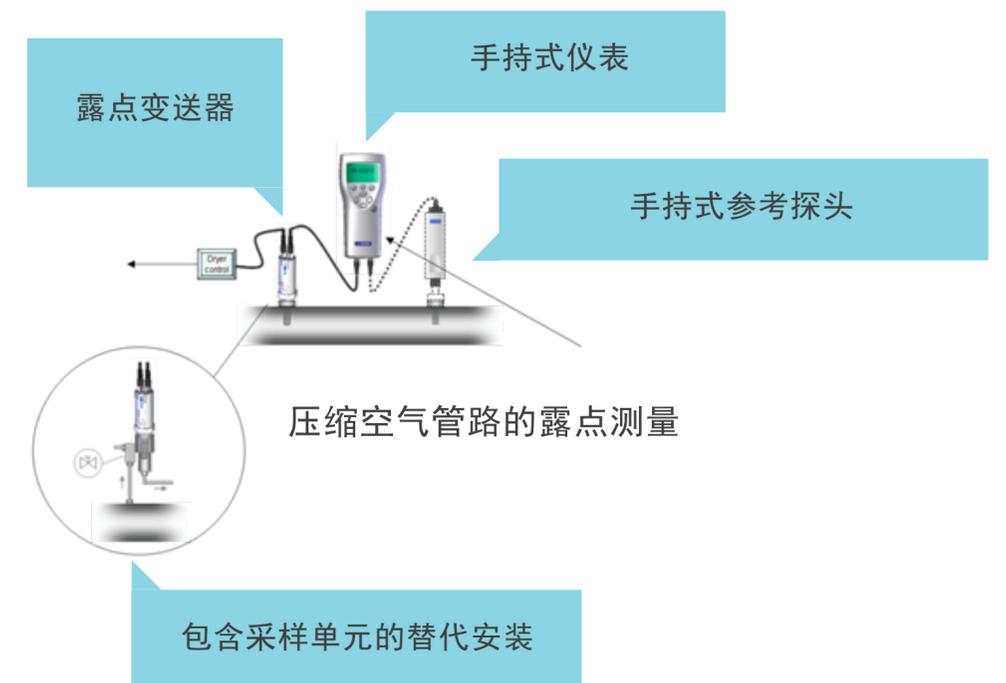
使用手持式仪表进行准确测量的实用技巧

露点

提高气体的压力会提高其露点温度。例如，大气压力为 1013.3 mbar，此时露点温度为 -10 °C。如果水气的压力为 2.8 mbar，然后将空气压缩，使总压力加倍到 2026.6 mbar，那么根据道尔顿定律，水气的分压 e 也将加倍到 5.6 mbar。5.6 mbar 对应的露点温度约为 -1 °C，因此很明显，提高空气压力也会提高空气的露点温度。

相反，将压缩空气膨胀到大气压力会降低所有气体组分（包括水气）的分压，从而降低气体的露点温度。总压力与水气分压 e 的关系可表示为： $P1 / P2 = e1 / e2$ 。通过将露点温度换算为对应的饱和水气压力，可以轻松地计算出总压力变化对饱和水气压力的影响。然后将新的饱和水气压力值转换回对应的露点温度。这些计算可以使用维萨拉在线计算器来完成。

使用计算器



使用采样单元硬件（例如快速连接配件、冷却螺旋管和焊接的压缩配件）可以在工艺过程中轻松安装露点传感器。

注意事项 - 使用手持式仪表测量露点

安装露点传感器时，应能够将其与压缩空气管路隔离开来。可通过使用切断阀隔离端口，或通过将采样单元连接到压缩空气管路中关注点处的 T 形接头来实现。然后在采样单元内，排出少量压缩空气流经传感器。采样单元应由不锈钢制成，并用管 (6 mm) 连接到 T 形接头。在单元和空气管路之间安装隔离阀确保可以轻松安装和拆卸传感器。

由于压缩空气和气体系统中的湿度通常很低，所以哪怕系统中只是出现非常微小的渗漏，露点测量结果也极易受到影响。因此，采样系统具备密闭结构（所有连接均牢固并正确密封）至关重要。对于 NPT 等锥形螺纹，建议使用聚四氟乙烯胶带。对于直螺纹接头（例如 G 1/2"），应将随仪表随附的密封垫

圈安装在探头和采样单元之间。由于水气可能会通过管道或管壁扩散，因此应始终慎重考虑采样系统的制造材料。采样管建议由表面抛光度高的金属材料（如不锈钢）制成。吸湿性材料（例如橡胶管和塑料）不符合需要，应避免使用。PTFE或聚四氟乙烯是一个例外，这种塑料的气密性相当好，可在低至 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右的露点水平下使用。采样管长度应尽可能短，且避免有“死角”。较大程度地减少连接接口的数量也有助于防止泄漏。需要使用放气螺钉或阀门等调节装置来控制流经传感器的气流；建议的流速下限为 1–2 升/分钟。为了测量压力露点，应将压力调节装置安装在传感器的下游，以便当隔离阀打开时，传感器处于加工压力下。要在大气压力下测量露点，应将调节装置安装在露点传感器的上游。

应避免在静止空气中采样，但可以在低气流条件下进行。同时，也请勿在超过推荐流速的空气中采样。测量压力露点时，流速过高会在传感器周围产生局部压降。由于露点温度受压力影响，这将导致测量不准确。

当过程气体温度超过露点传感器的工作温度限值时，需要进行采样预处理。为避免出现冷凝，露点温度必须低于采样管中的环境温度。这样可以防止样本中的水气达到饱和，从而避免采样管中形成液态水。维萨拉露点产品可以暴露于冷凝环境。

切记，气体压力的变化会改变该气体的露点温度。如果传感器所处的压力与工艺流程中的压力不同，可能会产生几十度的明显露点误差。通常应在实际系统压力下进行测量，以免采样系统中压力下降。否则，应将压力补偿值计入读数。

通过将传感器直接安装在压缩空气管路中，可以降低永久性露点测量仪表的安装成本。在这种情况下，有必要选择合适的安装位置，以使传感器周围有足够的气流。

如何可靠地测量压缩空气中的露点？

露点测量的一些原则适用于多种类型的仪表，无论制造商是谁：

- 选择具有正确测量范围的仪表。有些仪表适合测量高露点，但不适合测量低露点。同样，有些仪表适合测量非常低的露点，但在暴露于高露点时，性能会受到影响。
- 了解露点仪表的压力特征。有些仪表不适合在加工压力下使用。可以安装这些仪表来测量膨胀到大气压力后的压缩空气，但如果压力露点是所需的测量参数，则测量的露点值必须进行压力补偿校正。
- 按照制造商的说明正确安装传感器。不要在短管末端或其他无气流的管道的“死区”部分安装露点传感器。
- 维萨拉制造的仪表系列，适合测量压缩空气和环境空气中的露点温度。维萨拉 DRYCAP® 传感器技术可在低至-80 °C 的环境温度下快速测量露点。



应该多久检查或校准一次露点传感器？

维萨拉建议校准间隔为一年或两年，具体取决于仪表和应用。有时，对照经过校准的便携式仪表进行简单的现场检查就足以验证其他仪表的运行是否正常。维萨拉在每种仪表的用户指南中提供了详细的校准信息。如果您对露点仪表的性能有任何疑问，明智的做法便是检查其校准情况。

了解有关维萨拉校准服务的
更多信息



在暖通空调应用中使用手持式仪表进行准确测量的实用技巧

二氧化碳

二氧化碳可以很好地指示室内空气质量。典型大气 CO₂ 浓度约为 400 ppm，但在密闭空间中，浓度会因通风和人员占用情况而异。过度通风会浪费能源，而通风不足意味着室内空气质量会受到影响。为了找到正确的平衡，有必要测量室内空气中的 CO₂ 浓度，并将此信息用作受控通风系统（按需控制通风）的输入，以适应不断变化的室内空间人员占用水平。由于我们的呼吸是建筑物内 CO₂ 浓度升高的主要原因，因此，它也可以用作其他空气质量因素（例如空气传播病毒）的间接指标。

手持式 CO₂ 仪表是用于诊断室内空气健康程度的理想工具。它可用于抽查不同位置的 CO₂ 浓度，以确定固定式 CO₂ 仪表的理想位置，并校准这些固定式传感器。

决定固定式 CO₂ 仪表位置时的典型挑战是整体观感。建筑设计师通常避免将仪表放置在视平线上，而是通常将这些仪表安装在墙壁上靠近排气阀的较高位置。在这种情况下，可以使用手持式设备来确定固定式仪表提供的环境读数是否有代表性。

应通过将手持式参考探头放置在靠近 UUC 的位置来校准安装在排气阀附近的固定式仪表。应该让读数稳定下来。请注意与这两个设备保持距离 – 根据气流，您的呼吸可能是较大的不确定性来源之一。

在校准固定式仪表后，评估安装位置的影响同样重要。检查它提供的测量值是否可代表人们正常呼吸时的水平。较好的方法是在不同的建筑物使用率的情况下进行抽查。

帮助您使用手持式仪表进行 CO₂ 测量的实用技巧

- 对照新校准的手持式设备进行校准可得到较准确的结果
- 通过添加额外的探头，您可以使用额外的仪表同时检查湿度和温度
- 留出足够的时间来执行校准
- 在稳定的环境中进行校准
- 记下温度和压力设置，并在可能的情况下进行补偿
- 在培养箱或其他密闭空间等环境中，抽取样本并使用采样系统进行测量可能更方便

如何测量二氧化碳？请阅读我们的应用说明以了解详情。

了解更多信息 >



何时校准/检查？

校准/检查间的时间间隔由您的目标准确度和质量体系决定。对于办公楼和学校等环境，五年间隔通常就足够了。对于实施严格质量体系的实验室来说，可能必需进行年度校准。





使用手持式仪表进行准确测量的实用技巧

油中微量水份

润滑油和绝缘油中的微量水污染会降低性能，影响油保护设备免受腐蚀和损坏的能力。在线监测油中微量水分是避免代价高昂的故障和计划外停机的重要一步。

水活度与 ppm

水活度 (aw) 指示流体中的微量溶解水分（水）含量，范围为 0...1（0 表示完全干燥，1 表示完全饱和）。此参数与相对饱和度 (%RS) 成正比，后者使用人们熟知的 0...100% 范围。

就像空气一样，每种流体（例如润滑油、液压油或喷气燃料）在低于饱和点时都可以包含溶解状态的微量水。一旦达到该流体的饱和点，进入该流体的任何额外水将分离出来，成为“游离水”，可以将这部分水视为一个不同的层 - 通常位于油下方。

大多数流体的饱和点不仅受基础油品类型、添加剂、乳化剂和抗氧化剂的影响，还受流体的老化程度和温度以及流体生命周期中发生的化学反应的影响。水活度或相对饱和度将始终指示流体接近其饱和点的程度。如果流体的饱和点已知并保持恒定，那么 PPM 可以为您提供相同的指示。

例如，假设一种新油的温度为 90 °C，绝对水含量为 500 ppm，饱和点为 1000 ppm。这种油在达到饱和之前可以再容纳 500 ppm 的水。使用 6 个月后，温度为 35 °C 的相同油的绝对水含量仍为 500 ppm，但饱和点为 550 ppm。这种油在达到饱和之前只能再容纳 50 ppm 的水。

使用手持式仪表进行油中微量水份须知

探头应安装在可以提供整个油系统代表性样本的位置（例如高流量进料管路或油箱回流管路）。传感器只能读取它直接接触的介质的读数。将探头直接安装到循环系统而不是油箱中。须避免的位置包括油箱底部（游离水可能会在该位置渗出）以及由于泵或搅拌器引起的湍流可能形成气泡的区域。

将手持式探头连接到加压工艺或管道时，建议安装球阀。使用球阀组件时，无需清空或关闭管道即可安装或拆卸探头。横向对着工艺流的方向安装传感器头，并避免安装到管道的弯曲处。

油应在传感器周围自由循环；建议使用较快的油流速。传感器的流速限制受高粘度高流速油施加的剪切力的影响。如果剪切力足够高，可能会弯曲或损坏传感器触点。我们建议线性流速上限为1 m/s。

水活度和相对饱和度读数可以直接指示是否有游离水形成的风险。测量取决于油品类型、老化程度或温度。您无需针对每种特定流体对传感器进行编程或校准。维萨拉传感器出厂附带可溯源的 ISO9001 校准证书。由于传感器基于吸收原理测量水分含量，因此无需知道流体的饱和点。传感器仅吸收或释放水，从而与周围的油/水溶液建立平衡。

维萨拉传感器有一个嵌入式模型，用于将矿物变压器油中的水分表示为 ppm。要想获得更高准确度，可以使用矿物油和硅基油专用计算模型。

维萨拉油中微量水份变送器在变压器油、润滑油和液压油应用中已久经考验。此外，它们还可用于测量喷气燃料和磷酸酯流体中的水分含量。



应多久检查或校准一次油中微量水份传感器？

维萨拉传感器在出厂时已充分校准。如果有理由相信设备不在准确度规格范围内，则应进行调整。建议的校准间隔为一年。

您是否想要了解有关校准的更多信息？请联系我们的专业人员以获取更多信息。

联系我们 >

校准与维修

定期校准测量仪表对于确保准确度至关重要。我们建议尽可能将您的仪表送到原始制造商处进行校准，尤其是手持式参考仪表。

作为制造商，维萨拉提供符合严格质量标准的高质量校准和维修服务。

我们的校准服务包括：

- ✦ 功能性测试
- ✦ 可溯源的校准
- ✦ 仪表调整（按需）
- ✦ 过滤器更换（按需）
- ✦ 校准证书和服务报告
- ✦ 校准到期日期更新



请访问 vaisala.cn/zh 浏览我们的校准服务并在线订购。

访问 vaisala.cn/zh >

客户案例



湿度
了解日本油画修复师 Kikuko Iwai 女士如何使用便携式维萨拉湿度测量设备确保艺术品保持良好状态。

了解更多信息 >



二氧化碳
了解荷兰瓦格宁根大学与研究中心 (Wageningen University & Research) 的科学家为什么在他们的研究温室大棚中使用维萨拉二氧化碳传感器长达十多年。

了解更多信息 >



露点
了解压缩空气和气体系统制造商 CompAir 如何使用维萨拉 DRYCAP® 手持式露点仪 DM70 测量压力露点。

了解更多信息 >



油中水分
了解 Powercor Australia 如何使用永久安装式和便携式油中微量水份探头（包括维萨拉 HUMICAP® 水分测定仪 MM70）对变压器进行在线湿度监测。

了解更多信息 >

VAISALA

保持联系

感谢您花时间阅读本电子版指南。



请联系我们的应用专员



Ref. B212379ZH-A-R ©Vaisala 2021
本资料受版权保护，所有版权为维萨拉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。