



保护您的机器并
减少停机时间

油中水分监测电子书

www.vaisala.cn

VAISALA

内容

页码

3 为什么选择维萨拉

4 维萨拉技术

5 油中含水的原因以及可能导致的问题

6 油的作用

7 采样与连续测量

8 油的水溶性取决于多个因素

9 维萨拉 HUMICAP® 工作原理

11 维萨拉高分子聚合物薄膜技术的优点

12 选择合适的仪表

15 资源

16 维萨拉服务

18 维萨拉发展史

19 联系我们

为什么选择维萨拉

维萨拉依托科学创新和行业经验，日复一日地为客户提供价值。我们的目标是为您提供满足您需求的产品和服务；为此，我们会兼顾性能、可靠性及便利性。维萨拉拥有近 50 年开发和制造适用于空气和油类的**电容式湿度传感器**的经验，推出了用于直接测量油类的传感器，并已运用于多个行业领域。我们的仪表是在自有洁净室和制造设施中生产的，能够满足不同应用需求。



了解更多

维萨拉技术

新一代维萨拉 HUMICAP® 流体传感器是我们超过 15 年现场经验的结晶，因其具有高准确度、高稳定性及快速响应能力而被客户广泛认可。

通过维萨拉油中水分测量方法，用户可以实时监测油的水活度，而水活度反映了油中游离水形成的余量。

了解更多



油中含水的原因以及可能导致的问题

在工业领域常见的油中，润滑油占比较大。润滑油的重要性源于其在机器功能和可靠性方面的重要作用。部分容易受到水污染的应用包括：

- 纸浆与纸张
- 海事
- 水力发电
- 涡轮机运转
- 加工行业
- 传动液
- 润滑油

水分在很多应用中都是一种已知的污染物，而在工业油中，水分尤其具有破坏性。除了影响油的性能外，水还会降低添加剂和油膜强度，从而造成机械磨损和腐蚀。

通气阀等标准设备功能的作用是蒸发掉油中的水分。当预防措施失效时，油中的含水量会达到饱和点，形成游离水。游离水的形成会带来不利条件，可能对加工设备造成破坏性后果。它会阻止金属表面形成均匀的油层，

从而降低其润滑性能，增加设备磨损和腐蚀。它会破坏极性添加剂，比如抗磨损和极压 (EP) 添加剂。

游离水还会增加气穴现象（即油中形成气泡，后又破裂）的风险。这种现象发生在真空或抽吸条件下，会导致金属磨损增加。饱和时水解会加速，导致酸性增加，进而造成腐蚀，损坏油及其本应保护的设备。

工业真空油脱水器常用于降低游离水形成风险。这样可以延长油以及使用油的设备的寿命。这些系统会将油加热并降低压力，从而使水以蒸汽形式排出。这会在干燥油的同时过滤掉其他污染物，从而提高油的性能。此过程的有效性通常通过测量进口和出口处油的水活度（或相对饱和度）来确定。稍后我们将更详细地解释这些参数。



油的作用

油在重型机械和工业应用中发挥着多种作用。我们来看看下面的几个例子。

- 在重型机械中，油在减少金属间接触方面发挥着至关重要的作用。用作润滑膜时，它可以减少摩擦和磨损。它还能防止腐蚀，保持金属表面不受潮和氧化。
- 液压缸是另外一个油发挥着关键作用的应用。由于油的润滑力强，相对较轻的气缸可以承受巨大的力。即使在高压下，它也是一种非常有效的动力传输介质。
- 机器经常会受到外界空气、污垢和灰尘的污染。污染物通常会沉积在油中，这会在机器的整个使用寿命期间引发问题。幸运的是，我们可以借助泵和过滤器从系统中去除污染物。
- 除了润滑特性外，油还用于在造纸机或内燃机等机器的运行过程中传递热量。
- 在电力变压器中，油发挥着重要的作用，因为它会将热能从变压器铁芯传递到表面。油还充当着电气元件（例如变压器内部的绕组）的绝缘体。
- 随着油逐渐老化，水和污染物可能会积聚，导致在机器的使用寿命内，油的有效性降低。可以使用大型脱水和过滤系统来清洁和干燥油。测量这一过程的效率至关重要，通常在系统的入口和出口处进行。



采样与连续测量

检测水是防止油超出设计限制的关键，尤其是在必须连续润滑时。部件磨损和卡住是十分严重的问题，可能导致损坏、资金损失并危及人员安全。

水可以：

- 溶解在油中
- 作为游离水（以分离的形式）存在于油中
- 作为水油乳液存在于油中（在高混合力或存在乳化剂的情况下）
- 在油中造成浑浊

手动采样既费时又费钱，而且效率低下，尤其是在实时监测可以更好地洞察不断变化的条件时。对于润滑、燃油和液压油、柴油以及油基流体，连续监测在多个方面优于手动监测。

监测方法

基于样本（离线）的实验室监测（传统方式）：

- 测量数据不能用于控制
- 难以预测故障
- 人为错误
- 温度变化会影响结果
- 适合长期趋势观测

连续（实时）测量：

- 可以在主流（原位在线）或侧流中进行
- 可以连接到自动化系统或干燥机
- 可表示影响溶解性的温度条件
- 无需用户干涉

油的水溶性取决于多个因素

纯矿物/合成油溶解于水的能力是有限的，就像空气容纳水气的能力一样。当空气中的水分达到特定的量时，会产生冷凝；而对于油来说，则会形成游离水。

溶解性很大程度上取决于油的类型。添加剂和氧化产物对老化油的溶解性有显著影响。商业用油的等级之间存在很大差异。

溶解性也与温度呈指数关系。随着油温升高，其将水保持在溶解状态的能力也会提升。如果油未达到其正常工作温度，这种关系会导致启动期间形成游离水的风险增加。

当油冷却到低于饱和曲线极限（在给定的温度和压力下，蒸汽和液体混合共存的状态）时，游离水会迅速形成。



维萨拉 HUMICAP® 工作原理

维萨拉油中水分变送器配备了 HUMICAP® 传感器，这是一款电容式薄膜聚合物传感器，用于测量液体碳氢化合物中的含水率，可以满足严苛的要求。

HUMICAP® 传感器包含四个功能层：玻璃基板、下部电极、水活性聚合物层和多孔上部电极。随着周围含水率发生变化，薄膜聚合物会吸收和释放水分。水分子会

移入和移出聚合物层，直到聚合物和油之间达到湿度平衡。含水率变化会导致聚合物薄膜的介电特性发生变化，进而导致传感器的电容也发生变化。仪表的电子处理部件会测量传感器的电容并将其转换为水活度测量值。上部电极可防止油、添加剂或颗粒渗透到聚合物中，以便其仅测量水分子。仅测量水分子可确保测量不受油类型的影响。

HUMICAP® 基础知识

电容测量原理：

- 相对介电常数 (ϵ_r) 会随着含水率的变化而变化
- ϵ_0 是真空条件下的介电常数

$$C = \frac{A}{d} \epsilon_r \epsilon_0$$

随着薄膜聚合物的含水率发生变化，相对介电常数会受到影响。

上部电极

由导电的多孔材料制成。 H_2O 分子将轻松穿透这一层并被薄膜聚合物吸收。

薄膜聚合物和 H_2O

薄膜聚合物会吸收 H_2O 分子，直至达到平衡。

交变电场和电容

HUMICAP® 电容是通过在两个电极之间交变电场来测量的。电容会随着 H_2O 分子的增加而增加，因为后者具备极性特征。

油中水分以水活度 (aw 0...1) 或相对饱和度 (0...100%RS) 表示，它们是用不同标度表示的同一测量值：

0 aw 或 0%RS = 不含水

1 aw 或 100%RS = 油中的水含量达到饱和

大多数流体的饱和点受多种因素的影响。相对饱和度和水活度将始终指示流体接近其饱和点的程度。百万分之几 (ppm) 也可以给出类似的指示，前提是流体的饱和点已知并保持恒定。如果仅监测 ppm，无法确定油接近其饱和点的程度。但是，如果监测相对饱和度或水活度，就可以检测到油接近饱和的程度。这与油类型、工作温度、添加剂或老化程度无关。

传统的卡尔费休滴定法（“ppm 水分分析”）不考虑水是以溶解状态存在，还是作为游离水存在，这意味着与油的饱和点没有关系。水活度测量始终是对饱和度余量的相对测量。这与卡尔费休滴定法提供的信息不同，但它更能说明游离水形成风险。

如果 ppm 是所需的输出，维萨拉变送器允许用户手动输入将水活度转换为 ppm 时使用的 A&B 系数。这些系数可用于少数变压器油，因为这种类型的油可在很长一段时间内保持非常稳定。尽管维萨拉不支持其他类型的油，但客户可以在实验室中使用卡尔费休滴定法确定自己的系数。

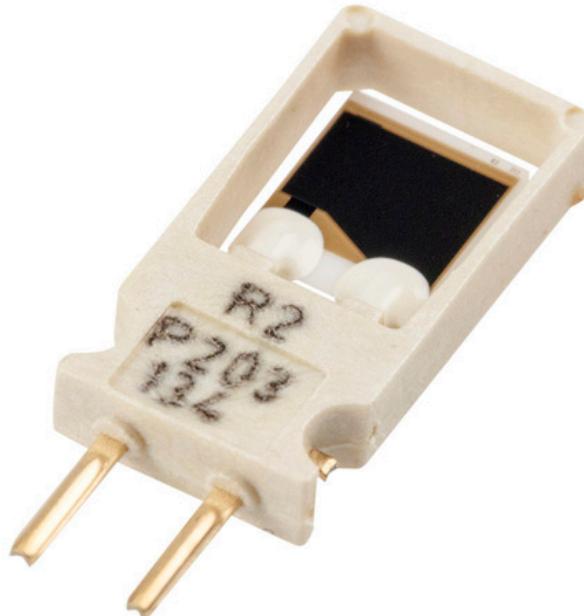


维萨拉薄膜聚合物技术的优点

水活度 (0...1) 或相对饱和度 (0...100% RS) 测量与油类型、添加剂、老化程度和温度无关。有了这种测量，就不需要特定于油的校正表。

维萨拉的油中水分变送器配有专为油设计的 HUMICAP® 传感器，所用的原理与其他维萨拉湿度产品相同。无需特殊的参考油或校准，因为可以根据广泛使用的相对湿度标准校准该传感器。可以使用饱和盐溶液、手持式湿度计或湿度发生器等参考。与测量一样，校准也与油类型无关。

维萨拉的油中水分变送器提供连续测量，因此无需将样本送到污染风险高得多的测试实验室。



选择合适的仪表

维萨拉为潜在应用和安装提供多种多样的传感器和仪表。

MMP8 油中水分检测探头 – 维萨拉

MMP8 可以快速可靠地测量油中水分和温度。它使用久经考验的维萨拉 HUMICAP® 传感器，该传感器设计用于测量变压器油、润滑油、液压油以及其他油类中的含水率，可以满足严苛的要求。MMP8 探头可以独立使用，因为它提供基于 RS485 的 Modbus RTU 输出，并且可以与各种 Indigo 系列数据处理单元配对：

MMP8 探头可以与维萨拉的 **Insight PC 软件**一起使用，实现数据可视化并轻松进行探头配置和自我校准。



[了解更多信息](#)

Indigo 系列数据处理单元

适用于维萨拉智能探头的 **Indigo200 系列数据处理单元**

Indigo201 — 可选配显示屏带三个模拟输出和两个警报继电器

Indigo202 – 基于 RS485 的 Modbus RTU 输出，带显示屏

适用于维萨拉智能探头的 **Indigo500 系列数据处理单元**

Indigo510 – IP66 金属外壳，带有可选配的触摸屏显示器，支持一个可互换的 Indigo 探头。两个模拟输出和以太网连接，采用 Modbus TCP/IP 协议。

Indigo520 – IP66 金属外壳，支持一个或同时支持两个 Indigo 探头，适合用于通过一个位于中央的数据处理单元测量过程的进口和出口条件。可选配触摸屏显示器，采用基于以太网的 Web 浏览器 DC 或 AC 电源（提供四个模拟输出）或 PoE+（不提供模拟输出）。



[了解更多信息](#)



[了解更多信息](#)

[了解更多](#)

完整了解我们的 Indigo 传感器和智能探头系列。

其他变送器

HMT370EX (F 或 H 型) 本安型温湿度变送器系列 -

HMT370EX 是适用于级别高达 O 区和 20 区的危险区域的理想解决方案。HMP378F 和 HMP378H 探头分别设计用于在油类和喷气燃料中进行测量，并提供与标准 HMP378 探头相同的探头机制。可以配置特定于油的计算系数以用于自定义测量。

适用于 OEM 应用或紧凑型封装的 MMT162 湿度和温度变送器 -

- 经济型解决方案，即使在严苛的应用中也能可靠地在线检测油中水分。该传感器具有经过验证的化学耐受性，可在整个工作范围内实现准确可靠的测量。

适用于电力变压器的 MHT410 湿度、氢气和温度变送器 -

在油中进行准确的实时测量，从而得出有关变压器状况的可靠结论。MHT410 的探头设计，可对变压器的运行状况进行精确测量并获取趋势数据。所有已测量的参数均可通过数字和模拟输出获得，这些参数可及时提供关于变压器故障情况的信息，并且可以据此及时主动地作出维护决策，从而尽可能地降低因服务关闭和停电造成的高额损失。

该变送器不含可能会损坏的耗材或活动部件，并且配备了防护等级为 IP66 且带有天气防护罩的金属外壳。



电力变压器产品

手持设备

MM70 手持式油液湿度温度抽检仪 – MM70 是一种可靠的仪表，用于在系统中的含水率至关重要的现场应用中测量油中水分。探头具有良好的压力和温度耐受性，可以通过球阀直接插入工艺管道，无需排空系统中的油。MI70 手持式指示器还支持使用维萨拉公司的湿度、温度和露点探头，是一款适合多种多参数应用的多功能产品。两个探头可以同时连接至 MI70。使用可选配的基于 Windows® 操作系统的 MI70 Link 软件和 USB 连接电缆，可以将记录的数据和实时测量数据传输到电脑。



了解更多信息

资源

我们的专业技术人员在含水率检测和实时条件测量领域具有丰富经验，并定期为行业提供免费资源。这些资源可有效地帮助获取有关该领域感兴趣主题的宝贵知识。

行业白皮书：
用于工业质量控制的油中水分测量

博客：
预测性维护与油中水分测量

点播式在线研讨会：
用于工业质量控制的油中水分测量

开箱视频：
维萨拉 Indigo520 数据处理单元和 MMP8 探头

开箱视频：
维萨拉 MM70 仪表和 MMT162 变送器

常见问题解答文档：
测量油中水分

点播式在线研讨会系列：
变压器油中的水分



维萨拉服务

校准

虽然维萨拉的产品在许多基本应用中几乎无需维护，但我们还是建议您定期对其进行校准，以确保您的高精度仪表继续提供准确数据。

合适的校准时间取决于所需的准确度和传感器的稳定性规格。如果有漂移值记录，或者已经为特定使用环境确定了漂移规格，也会有所帮助。然而，自动漂移补偿永远不应作为“足够好”的替代方案被接受 — 所有传感器都存在一些漂移。

我们建议从较短的检查间隔开始，然后逐渐增加。比较好的方法是通过实际的现场检测数据来确定合适的仪表检查间隔。



[了解更多](#)

全球服务中心

维萨拉在多个国家和地区设有服务中心，配备了训练有素的专业团队，可便捷地提供免费的技术支持和完整的生命周期管理，以满足您的特定需求：

- 标准校准
- 自定义点
- 得到认可的校准服务

各服务中心均已获得世界领先认可机构的认可。



[芬兰服务中心](#)是我们的全球中心，大多数产品都是在这里构建和测试的。



[美洲服务中心](#)为北美、中美和南美的所有客户协调校准和维修服务。



[日本服务中心](#)为日本、韩国以及东南亚、澳大利亚和大洋洲的所有客户协调校准和维修服务。



[中国服务中心](#)为中国的所有客户协调校准和维修服务。



维萨拉发展史

维萨拉的起源可以追溯到 20 世纪 30 年代，当时，维萨拉的创始人兼长期董事总经理 Vilho Väisälä 教授发明了用于监测天气的无线电探空仪的部分操作原理。公司于 1936 年在芬兰成立，无线电探空仪诞生于赫尔辛基市中心一座住宅建筑的地下室。公司从一个小公司逐步发展为产品和服务覆盖众多测量领域的企业。

维萨拉开发出用于湿度测量的电容式薄膜聚合物传感器。我们的 HUMIC 湿度传感器得到了世界各地甚至地球以外的重要设施的采用，NASA 为好奇号和毅力号火星车选择了它们。这项技术使得维萨拉产品能够广泛应用于液压、润滑和电力行业的多种应用。维萨拉仍在继续开发专业的湿度和气体（包括沼气和气化过氧化氢）检测技术，帮助行业提高运营安全性、可靠性以及盈利能力。

如今，维萨拉雇用了超过 1,900 名员工，生产的产品 98% 出口，畅销 150 多个国家和地区。无论过去还是现在，好奇心、迎接挑战的愿望和创新能力都是维萨拉的核心。

了解更多



联系我们

凭借机械、化学、电气和计算机工程方面的综合经验，
我们的工程师和应用销售团队可随时为您提供帮助。

联系我们



下载我们的电力电子书，详细了解我们为电力行业打造的仪表和服务：



下载

www.vaisala.cn

Ref. B212397ZH-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。