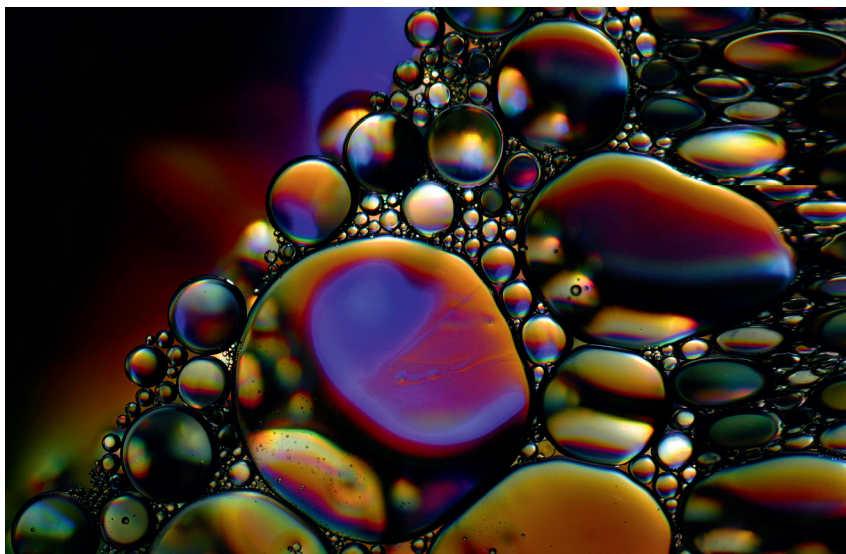


## 用水活性 ( $a_w$ ) 表述油中微水含量



每种油液都有能力溶解一定量的水分。某种给定油液中的最大溶解水分含量称为它的饱和点。一旦达到饱和点，多余水分会形成明显的油水分层，以游离水状态而被析出。由于大多数油的密度比水的密度小，因此水层通常沉淀在油层之下。

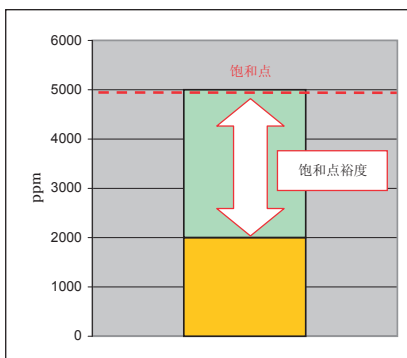
一种油液的饱和点受很多不同因素的影响，例如油成分（矿物油或合成油）以及添加剂的类型等。除了这些初始成分的差异之外，作为工作介质的油的饱和点还会随油液的整个使用寿命而发生变化。随着使用时间的增加、老化程度的加重，温度的波动和化学成分的变化将成为影响油液饱和点的两个主要因素，化学成分的变化是由于动态油路系统中化学反应产生了新的物质所引起的。

传统的油中微水测量单位是ppm（百万分之一）。那么用ppm测量的意义何在？ppm是一个绝对水分参数，可以用来描述油中微水的体积或质量比：

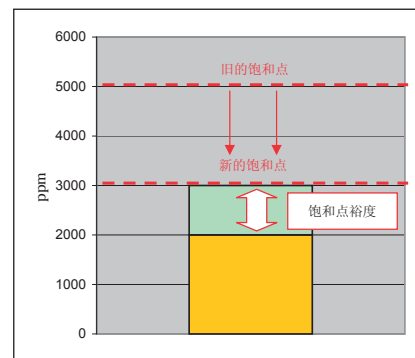
按体积：1 ppm<sub>(v)</sub> 水 = 1毫升水/ 1立方米油  
或  
按质量：1 ppm<sub>(w)</sub> 水 = 1克水/ 1000公斤油

通过测量油中水分的ppm值，可以得知水分的绝对含量。但是ppm测量存在一个主要的限制因素，就是它并不能说明油液饱和点的任何变化。换句话说，在具有不同饱和点的动态油路系统中，ppm测量不会显示水分含量与油液饱和点之间的裕度。当水分接近饱和点时，裕度就变得更加关键，因为实际上可能会存在超过饱和点的风险，并形成游离水，这对于所有的油液而言几乎都是毁灭性的污染物。

现用图解来说明这一概念。使用下列油液要考虑到它能承受40℃的降温：



齿轮箱润滑油  
温度：70 °C  
饱和点：5000 ppm  
油中微水实际含量：2000 ppm  $a_w$ : ~0.40



齿轮箱润滑油  
温度：30°C  
饱和点：3000 ppm  
油中微水实际含量：2000 ppm  $a_w$  ~0.67

上图显示，在70℃时油的饱和点为5000 ppm，油中微水含量为2000 ppm。这意味着在油饱和之前还能容纳另外3000 ppm的水份。有时这也被称为“饱和点裕度”。

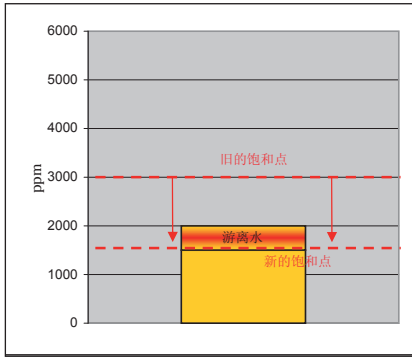
当油温降低到30℃时，油的饱和点也下降到3000 ppm。注意，油中微水的含量没有发生变化（仍然是2000 ppm）。但是距饱和点的裕度已经减少到1000 ppm。

在这种情况下，如果操作者只测量ppm值，即使饱和点裕度已经显著减少，并且饱和点更加接近水分含量，他也不会发现含水量（2000 ppm）的变化，这时形成游离水的风险非常大。

一年后随着油液的老化,饱和点进一步地减少到1500 ppm,将会发生什么呢?在这种情况下,由于含水量大于饱和点,将不再可能存在任何饱和裕度。

如前所述,尽管现在的饱和点已经降低到1500 ppm并因此形成500 ppm的游离水,操作者仍然会得到含水量为2000 ppm的读数。

如果测量水活性而不是ppm值,则可以避免出现上述问题。



## 什么是水活性 ( $a_w$ )?

水活性是某种物质中的水分含量与它所能容纳的水分总量的比值。它可以定义为:

$$a_w = p / p_0$$

式中,

$p$  = 某种物质内的水气分压

$p_0$  = 在相同温度下纯水的饱和水气压

根据上述公式,  $a_w$  的变化与饱和点 ( $p_0$ , 分母) 成函数关系。 $a_w$  的变化也与油中的实际含水量成函数关系, 即水分的进入或脱离会改变油中含水量。换句话说,  $a_w$  始终提供对饱和点裕度提供精确的示值。

油液的  $a_w$  和 ppm 之间都存在某种关联, 在一套动态油路系统中 (例如润滑油系统中), 这种相关的有效性在整个油液使用寿命内将会降低。正如之前所提到的, 随着油液的老化, 油液的成分会随着化学反应发生变化, 这样不但会影响它的饱和点, 而且还会影响到它与水活性 ( $a_w$ ) 之间的关系。这种现象可以从下一页的图中观察到。

下图是根据船用发动机机油的试验数据得出的, 它比较了新机油和旧机油之间的差异性。由于老化导致  $a_w$  和 ppm 数值之间的关系不断发生变化, 因此很难在机油的整个使用寿命期间保持有效的相关性。

目前市面上有很多种不同的油中微水测量方法, 最新的在线水活性测量技术是基于吸收原理的电容式传感器进行工作。

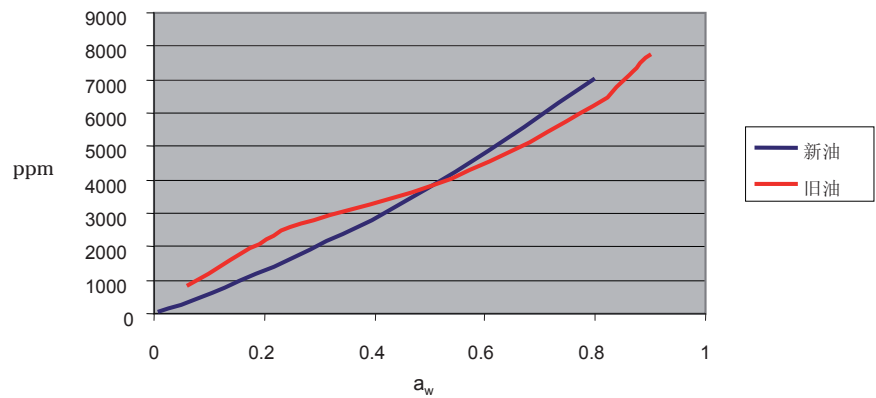
这种电容式传感器由上下各一个电极组成, 电极间的绝缘材料被称为电介质。电介质吸收和释放水分子, 从而改变了介电常数, 引起传感器的电容量发生变化。吸水率与油液的水活性成正比。这种技术的优点就在于能够直接在线安装, 响应快, 化学稳定性高, 适合于各种液体。

这种在线技术可用于大型的油路系统或液压系统, 例如造纸机的润滑、涡轮机和变压器的运行以及润滑油再生系统制造商等。目前很多生产设施都使用某种类型的预测维修程序, 用来预防机器故障并延长设备的使用寿命, 在这种情况下, 一种连续在线的微水测量就成为油液管理计划不可分割的一部分。

综上所述 ppm 是油液中水分含量的传统测量单位, 而测量  $a_w$  值则可以提供更为全面的数据:

1. 不用考虑油液的饱和点情况下,  $a_w$  读数精确显示了产生游离水风险的程度。
2. 无论出于什么原因 (例如温度、老化和物理性能变化), 随着饱和点的提高或降低,  $a_w$  都能精确地反映出新的饱和裕度。
3.  $a_w$  与被测液体无关。因为  $a_w$  适用于所有液体和固体, 它可以在不考虑化学成分或物理特性的情况下用于各种物质。

壳牌 ARGINA X40 油



**VAISALA**

更多详情, 请访问 [cn.vaisala.com](http://cn.vaisala.com),  
或联络我们: [chinasales@vaisala.com](mailto:chinasales@vaisala.com)

Ref. B210806ZH-B ©Vaisala 2009

本资料受到版权保护, 所有版权为Vaisala及其合伙人所有。版权所有, 任何标识和/或产品名称均为Vaisala及其合伙人的商标。事先未经Vaisala的书面许可, 不得以任何形式复制、转印、发行或储存本手册中所包含的信息。所有规格, 包括技术规格, 若有变更, 恕不另行通知。