

在压缩空气应用中不同的露点传感器技术及性能差异



对于从事压缩空气的技术人员，湿度是一个重要的关注点。当露点传感器在最佳工作状态时，它能够及时发现并避免故障、低效运转或终端产品质量低劣等问题。然而压缩空气系统中的露点测量会遇到许多难点，这些难点会导致读数错误、性能不稳定，甚至传感器失灵等现象。露点传感器在压缩空气系统中所遇到的最常见问题通过围绕以下几个方面出现：

- 响应时间
 - 读数的可靠性
 - 如何从水溅或凝水状态中恢复正常
 - 接触压缩机油是否会影响测试性能
- 为了更好地理解这些难点，了解最常见传感器技术之间的性能差异是非常重要的。

不同的传感器技术

测量露点最常用的方法有三种：冷镜法、金属氧化物传感器和聚合物传感器。

冷镜法技术可为宽泛的露点测量提供最大程度的精确度。其工作原理基于露点的基本定义——冷却一定体积的空气，直至结露。样本气体穿过被冷却装置冷却的金属镜面，让光直接照射到镜面上，使光学传感器测量出反射光量。当镜子被冷却至在其表面开始出现露水凝结（即达到露点）时，镜子的反射光量减少，光电传感器会检测到这一点。镜子上的温度传感器精细地控制镜子的冷却速度。一旦蒸发和冷凝速度达到平衡状态，镜面温度就等同于露点（温度）。由于冷镜法采用光学测量原理，传感器对镜面上的污垢、油、灰尘和其他污染物十分敏感。此外冷镜露点设备精度高，通常非常昂贵，只有在需要非常精确，并且能够频繁进行维护和清洁的情况下才使用这种装置。

传感器技术	测量范围广	精度高	不受尘埃和污垢影响	不受冷凝影响	长期稳定性	价格合理
冷镜	+++	+++				
电容式金属氧化物	++	++	++	+	+	++
电容式聚合物	++	++	+++	+++	+++	++

下面讨论的是电容式金属氧化物传感器,包括专为工业生产过程使用极低的露点测量而设计的氧化铝测量技术。虽然使用的结构材料类型各有不同,但传感器的结构和工作原理通常是一样的。电容式传感器一般是三明治式多层结构,包括基层基板、下部电极、吸湿的金属氧化物中间层和可透水的上部电极。由上部和下部电极构成的电容,会根据金属氧化层(电容器的电介质)所吸收的水气数量而发生变化,这种变化与露点有一定函数关系。这种传感器可以提供-100°C甚至更低的低露点测量,但在不同露点的高露点测量范围(例如:冷冻干燥系统)的工业过程中,长期稳定性就表现得较差。金属氧化物传感器容易受到高湿和冷凝水的破坏,体现在输出读数上就是漂移,漂移偏差就意味着要经常对其进行校准,而这种校准通常只能在制造商的校准实验室里才能进行。

相比上述传感器,电容式聚合物传感器不仅可以提供杰出的长期稳定性,还可以在广泛的湿度范围内进行准确测量。自1997年1月维萨拉首次推出用于露点测量的聚合物传感器,DRYCAP®技术已被广泛用于各种工业和气象应用中。新的创新技术使得聚合物传感器也可以用于低露点测量应用中。虽然电容的工作原理与金属氧化物相类似,但是它们之间也存在几个关键区别。除了明显的吸湿层材料差异(聚合物与金属氧化物)外,电容式聚合物传感器还结合了一个电阻式温度传感器。聚合物传感器以相对湿度(RH)的形式测量湿度(被测气体中的水分子数),温度传感器测量聚合物传感器内部的温度。根据这两个数值,变送器中的微处理器则会计算出露点温度。维萨拉还发明了自动校准功能,用于聚合物传感器在非常干燥的条件下准确地测量出露点值。当相对湿度接近零点

时,极小的湿度变化都会引起露点读数的剧烈变化。例如,在室温条件下,-40°C和-50°C的露点对应的相对湿度分别为0.8%和0.3%。聚合物传感器的相对湿度准确度通常为±2%时,达到±2°C精度的露点下限是-9°C。而采用自动校准功能可以在保证±2°C精度时,露点测量下限至-80°C。

在自动校准过程中传感器被加热,然后冷却。在此过程中不断记录、描绘传感器的湿度读数,这些数据被用于分析和调整湿度传感器的读数。

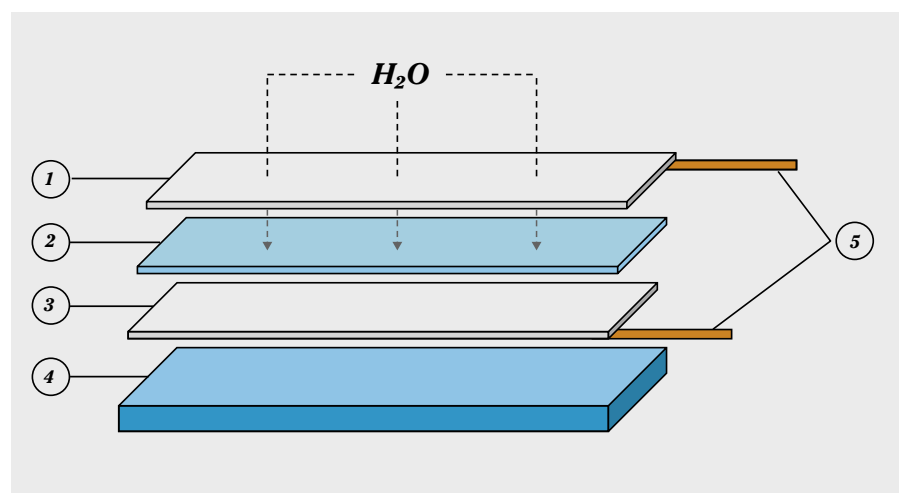
这种准确度的校准的关键是传感器的输出是相对湿度(RH),而相对湿度随温度而发生相应变化。这一众所周知的物理学上的相关特性就使得自动校准可以判断在0%相对湿度情况下的低湿度读数是

否正确。然后通过微处理器自动纠正任何可能的漂移,从而使测量的准确度高于±2°C,甚至低露点的情况下也是如此。

聚合物技术结合了智能电子,是多年的测试和精心选材的结果。在露点变送器需要最小维护的应用中提供了一个高性能的解决方案。

问题1: 如何获得快速的响应时间?

当把一个适应了常温常压下露点的露点探头安装到-40°C露点的压缩空气管道中时,传统的传感器在-40°C露点达到平衡并保持稳定通常需要几个小时,甚至几天的时间。原因是其它类型的电容式传感器中的吸湿层(吸收水分)被过程干燥气吹干,这个过程相对较慢。



DRYCAP®传感器的层次结构图。1. 可渗透水气的上部电极 2. 湿度敏感聚合物层 3. 底部电极 4. 传感器基板 5. 连接管脚

更好的解决办法是使用具备清除功能的电容式聚合物传感器。当感受到露点有10°C及以上的下降梯度时,维萨拉DRYCAP®传感器立即对此作出反应,启动一个对传感器进行加热的清除程序。这个清除功能可以把聚合物层中的水分子驱除,使传感器得到干燥,从而在5-6分钟内提供稳定的读数。

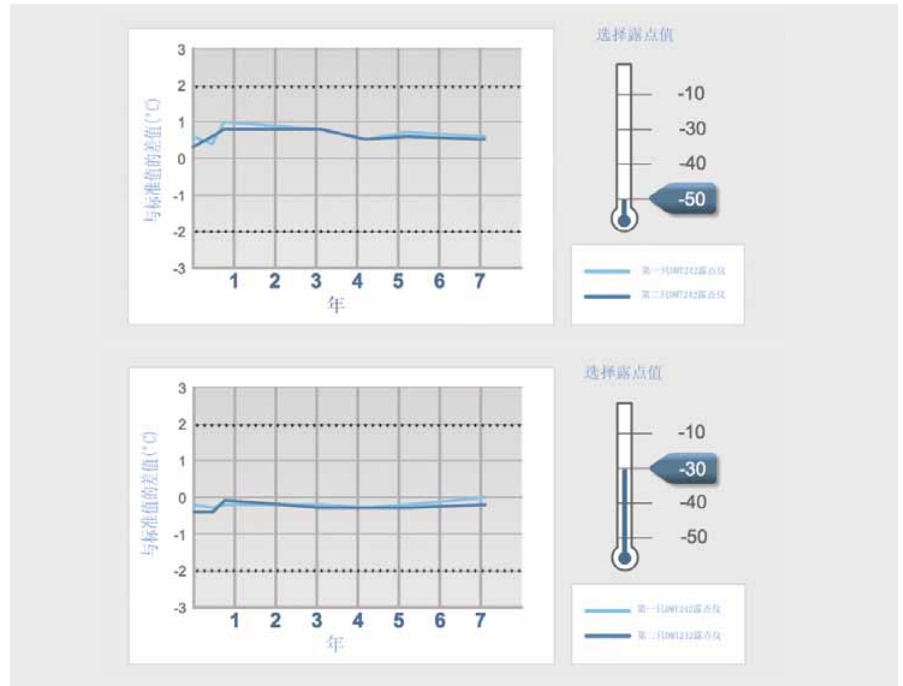
问题2: 如何确保读数是正确的?

从事压缩空气的技术人员最常问的有关露点的问题是:“我同时在相同的位置安装了几个露点仪表,但它们的读数却不相同,我如何知道哪个才是正确的呢?”

这个问题通常是最难回答的,因为有许多因素可以影响读数的准确性。这些因素包括:工艺条件、安装方法、读取信号的方式、已使用的传感器的精度以及距离上次校准的时间长短。

众所周知每个露点传感器都会发生漂移,但关键的问题是:漂移的程度以及漂移速度是多少?

具备自动校准功能的高品质聚合物传感器就能提供很高的准确度,这是因为在稳定



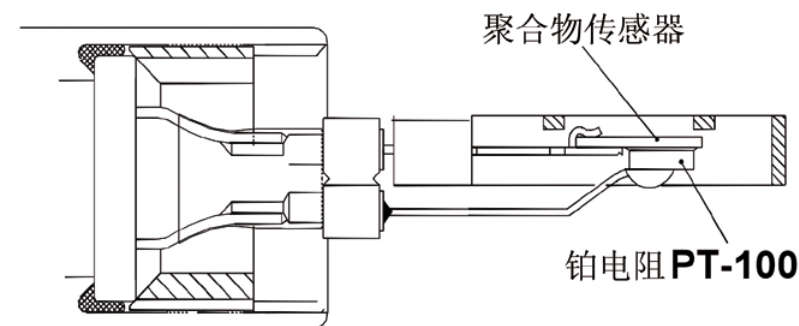
上图来源于一个一直进行的测试。7年前在一个压缩空气管道中安装了两台维萨拉公司采用DRYCAP®传感器的DMT242露点变送器,未进行任何二次校准或调整。压缩空气管线是以仪表用气为代表的。X轴代表年,y轴代表定期检查时与标准值的差值。

的环境下传感器每一个小时激活一次自动校准功能(在不断变化的环境中激活更为频繁),以确保传感器的漂移最小,从而使你长年不用对传感器进行维护,为你提供可靠的测量。

问题3: 传感器如何从水溅或冷凝状态中恢复正常?

偶尔遇到高湿、水溅或接触水滴是压缩空气系统正常运行过程中不可避免的现象。露点传感器是否可以在这些事件中不受影响并恢复到正常工作状态,主要取决于所安装的传感器类型。

有水存在的情况下,金属氧化物传感器会继续氧化,从而导致多孔氧化层的结构发生变化,继而引起测量误差和传感器漂移。



Vaisala DRYCAP®电容式聚合物传感器的结构

与之相反,由于其固有的惰性特性,聚合物传感器不受水的影响。当感觉有水溅时,具备自动校准功能的聚合物传感器会启动自动校准程序。待正常的干燥空气返回管道后,传感器在几分钟内恢复正常运行数值。

问题4: 传感器是否可承受接触到的压缩机油?

悬浮在压缩空气中的微量压缩机油就可以使某些传感器陷入灾难。幸运的是,某些聚合物传感器(例如维萨拉DRYCAP®)的

结构经过特别设计仅适合于水分子。特别设计的透水上部电极和孔径尺寸只允许水气通过。相比之下更大尺寸的碳氢分子(例如:油)无法通过这些空隙,因此消除了油品的交叉灵敏度。由于非常明显的结构设计,冷镜式露点仪的光学部分和反射面需要保持清洁,以确保其工作性能,因此它更不能允许油污染。

小节

- 冷镜技术的露点精度最高,测量范围宽,但是其性能会受到污染物的限制。
- 电容式金属氧化物传感器可提供非常低的露点测量,但是高湿和冷凝会引起其损坏。
- 具备自动校准功能的电容式聚合物传感器可在较宽的湿度范围内运行,不受冷凝影响,具有长期稳定性。

自动校准开始:
加热传感器($\sim 10^{\circ}\text{C}$)当温度增加时,
相对湿度下降

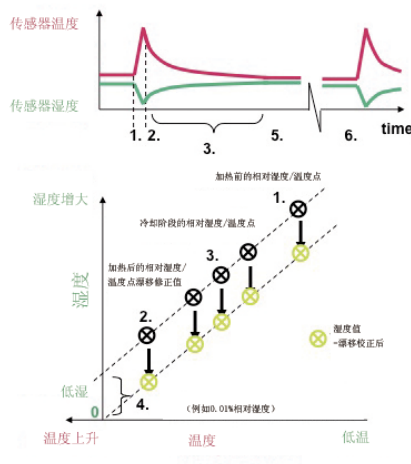
短暂升温后,传感器开始降温
相对湿度读数开始增加

记录冷却阶段的相对湿度和温度值

将记录到的相对湿度和温度点绘制成直线时,
即可获得漂移修正值

自动校准结束:
冷却传感器,再次激活正常测量模式
使用修正值

设定时间间隔后(一次/小时),
重复自动校准



自动校准功能.

VAISALA

Tel:0755-28169165
Fax:0755-81750961

Ref. B21I092ZH-A ©Vaisala 2011

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、发行或储存在手册
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。