

LARK-1 i-C4H8 红外 VOC 传感器

VOC 是可挥发有机物的简称，是现在环保行业重点监测的对象。之所以要重点监测它，是因为 VOC、CO、NO、NO₂ 在光照的条件下，经过一连串的化学和光化学反应后会生成臭氧 O₃。虽然低浓度的 O₃($<0.1\text{ppm}$)对人体没有多大伤害，但污染特别严重的地区，紫外光照度也比较大的地区或时间段，白天 O₃ 的浓度会达到好几百 ppb(1ppb 为 0.001ppm)，这就是人们的呼吸道疾病多发的主要原因之一。

一般地，VOC 传感器的标定物是用异丁烯(i-C₄H₈)，之所以选定它，是因为：1. 异丁烯低毒 2. 分子含 4 个碳原子 碳链不长也不短 具有 VOC 代表性。3. PID 比较容易电离 i-C₄H₈。

很多朋友可能会问，VOC 的检测，环保部门不是规定使用火焰离子化的探测器(FID)吗？比较小型的传感器还有紫外光离子化探测器(PID)，非色散红外(NDIR)原理的 VOC 传感器 LARK-1 i-C₄H₈ 有什么存在的必要性呢？有必要。

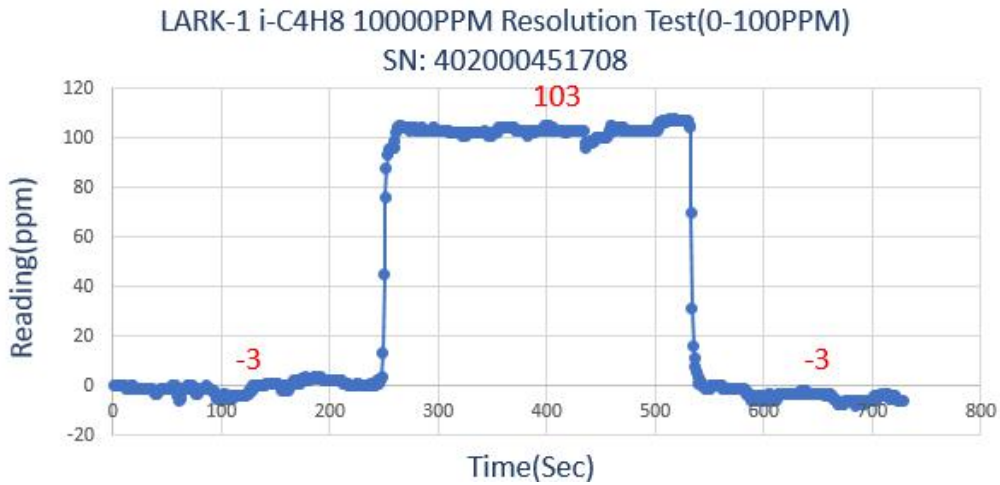
我将以上 3 种技术进行了比较，综合在下面的表格中，供各位看官查阅。

表 1 FID、PID、NDIR 三种技术检测 VOC 的对比

技术类别	最低检测下限	传感器体积	功耗	优点	缺点	传感器价格
FID	50ppb	标准机柜	200W	检测下限低,不受湿度干扰,国家标准支持	体积大,功耗高,需要 H ₂ 参与燃烧	8-10 万元
PID	50ppb	大拇指大小	0.5W	体积小,功耗小	紫外灯寿命小于 1 年,高浓度分辨率低,高湿环境容易误报警	4000 元
NDIR	5ppm	长 12.6cm	1W	寿命大于 5 年,不用更换零件	最低检测下限比较高	4500 元

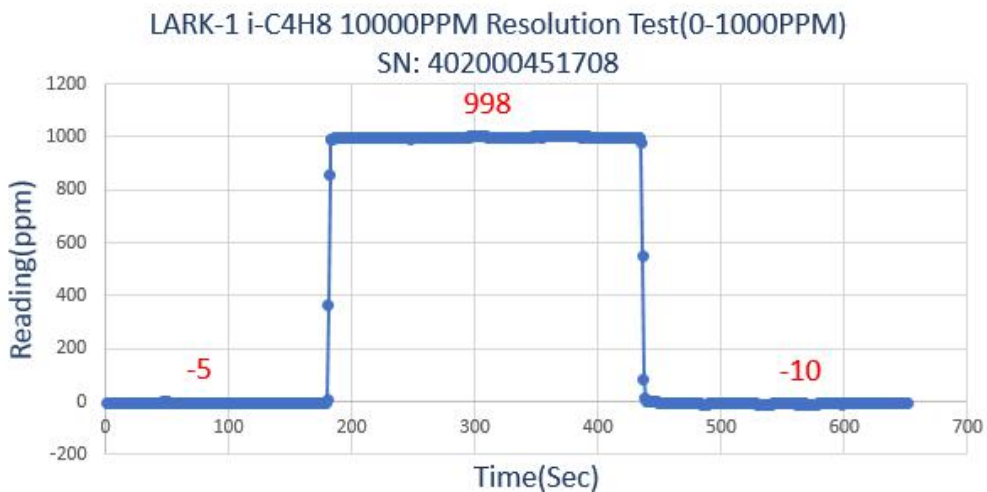
通过上面的比较我们发现，当用户需要监测比较高浓度的 VOC，并且对成本和寿命要求比较高的应用场合，NDIR 技术的 LARK-1 i-C₄H₈ 是最合适的选择。

1. LARK-1 i-C4H8 的基本性能

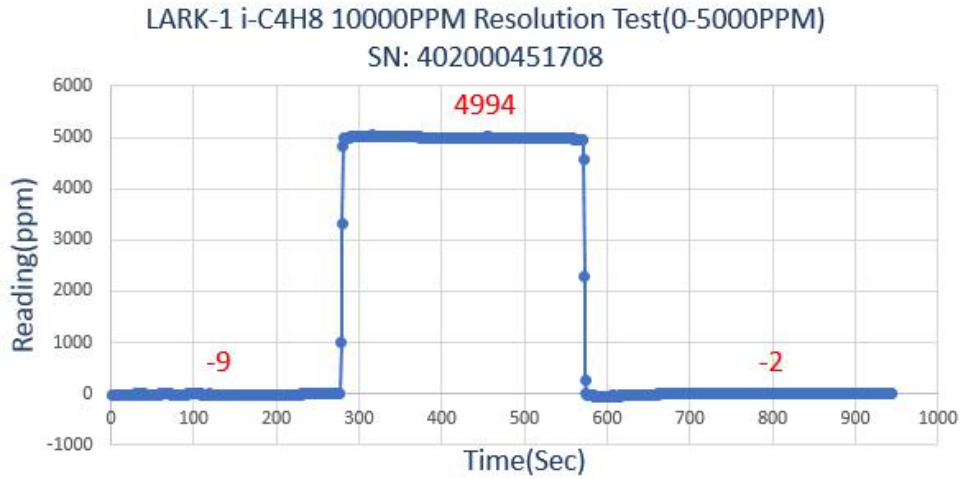


上图是 LARK-1 i-C4H8 通入 N2 和 100ppm i-C4H8 的曲线。通过这根曲线我们可以知道：

1. 其响应时间 T90 和恢复时间 RT90 都在 5 秒钟之内；
2. 分辨率在 5ppm 之内；
3. 在低浓度的时候，检测精度可以达到 ± 10 ppm。也就是说，在线测量汽车厂喷涂车间、家电厂喷涂车间等高浓度 VOC 环境的时候，LARK-1 i-C4H8 是非常适合的。

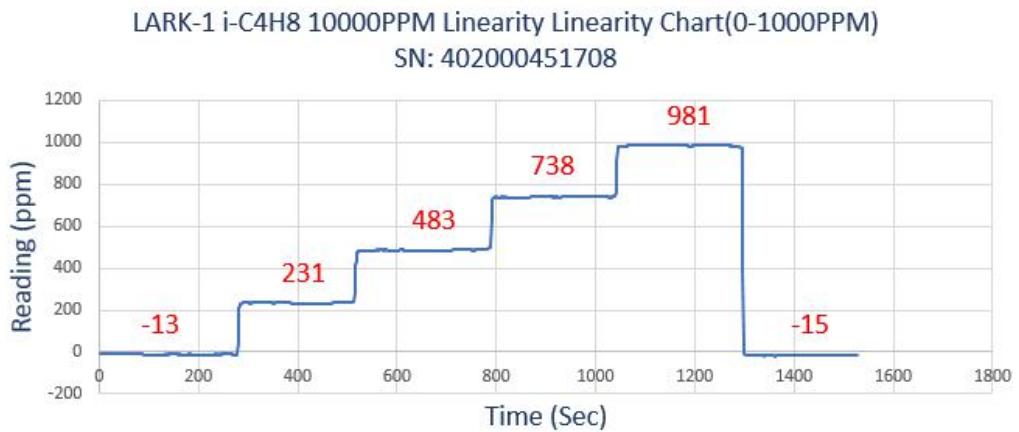


上图是 LARK-1 i-C4H8 测量 N2 和 1000ppm i-C4H8 时候的曲线。

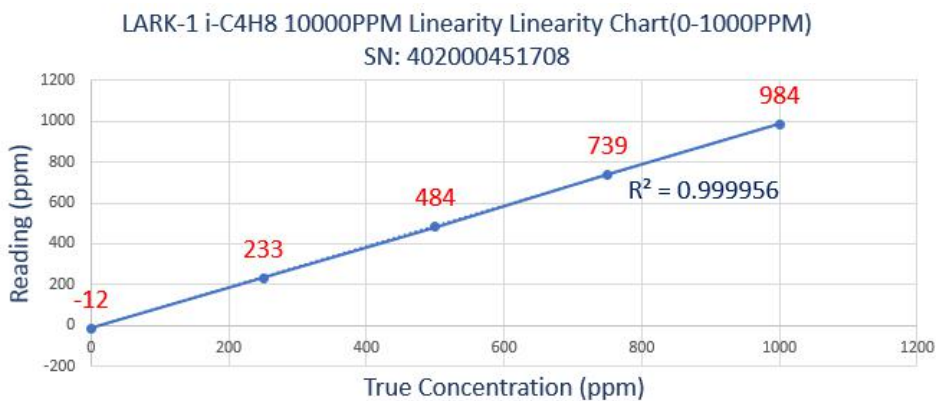


上图是 LARK-1 i-C4H8 测量 N2 和 5000ppm i-C4H8 时候的曲线。

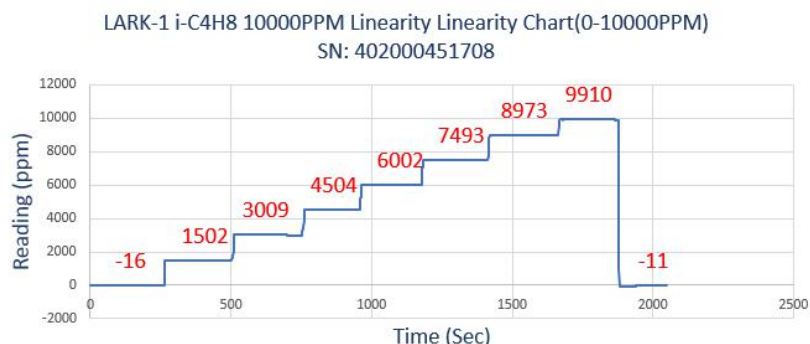
2. 线性



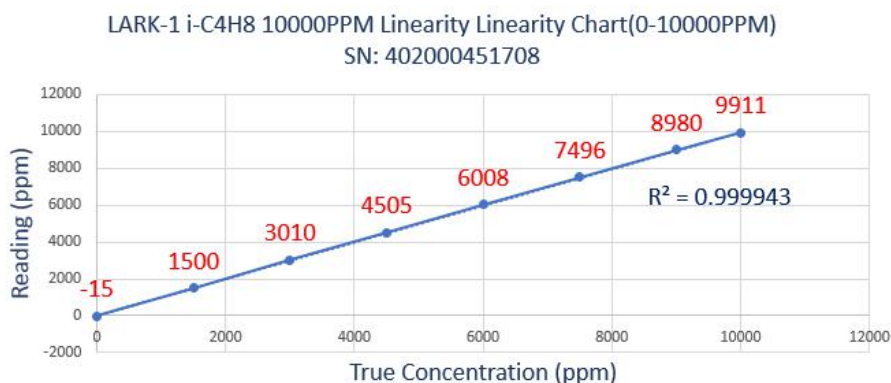
上图中，是 LARK-1 i-C4H8 依次通入 0 - 1000ppm 被测气体时的测量曲线，通气浓度分别为：0→250ppm→500ppm→750ppm→1000ppm，最大误差为 19ppm。如果将零点负漂修正，会将整体的读数向上抬高 13ppm，误差就能控制在 10ppm 之内了。



将 0 - 1000ppm 的测量均值做一根线性直线的话，其线性判决系数 R^2 为 0.999956。

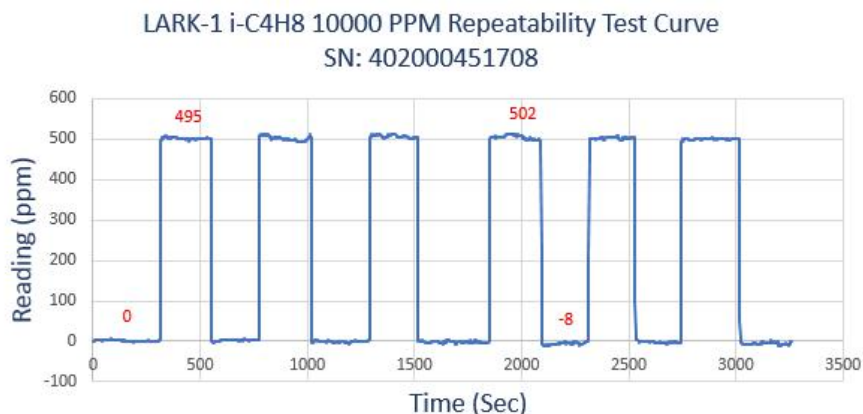


上图中，是 LARK-1 i-C4H8 依次通入 0 - 10000ppm 被测气体时的测量曲线，通气浓度分别为：0→1500ppm→3000ppm→4500ppm→6000ppm→7500ppm→9000ppm→10000ppm，最大误差发生在 10000ppm 处，误差为 90ppm，相对误差为 -0.9%rel。



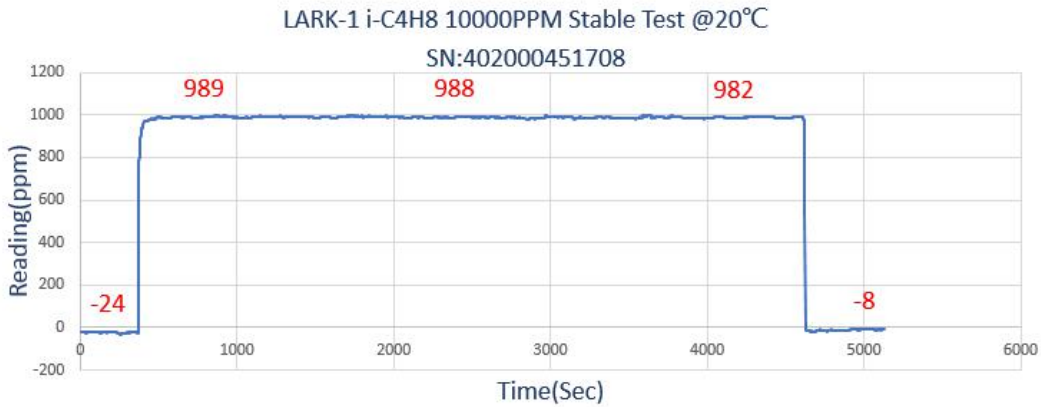
将 0 - 10000ppm 的测量均值做一根直线的话，其线性判决系数 R^2 为 0.999943。

3. 重现性



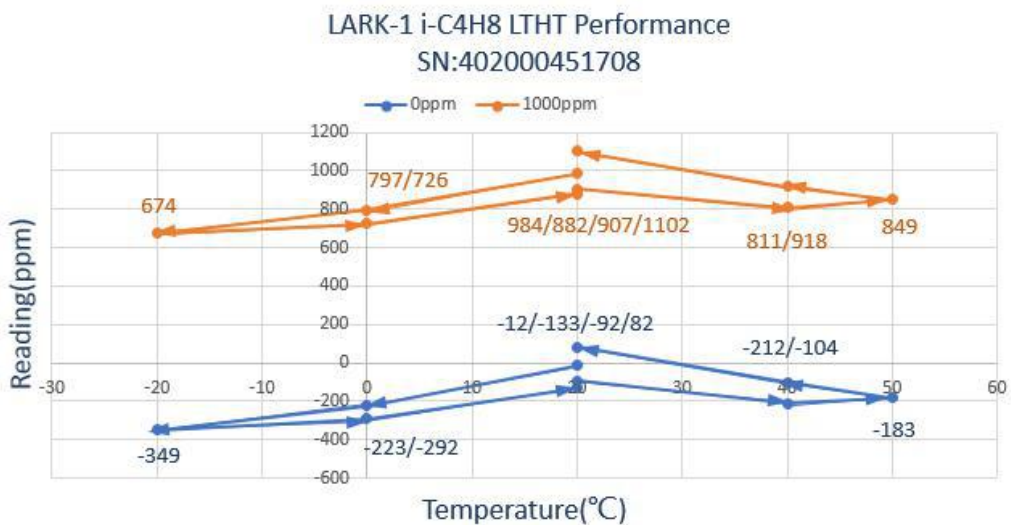
上图是依次通入 6 次 N2 和 500ppm i-C4H8 的曲线，可以看出，其读数的重现性的标准差可以控制在 5ppm 之内，最大一次的读数误差发生在 2100 秒左右的-8ppm。

4. 长时间通气实验



上图是通入 1000ppm i-C4H8 1 小时的曲线。在 1 小时中，读数非常稳定，最大读数为 989ppm，最小的读数为 982ppm。

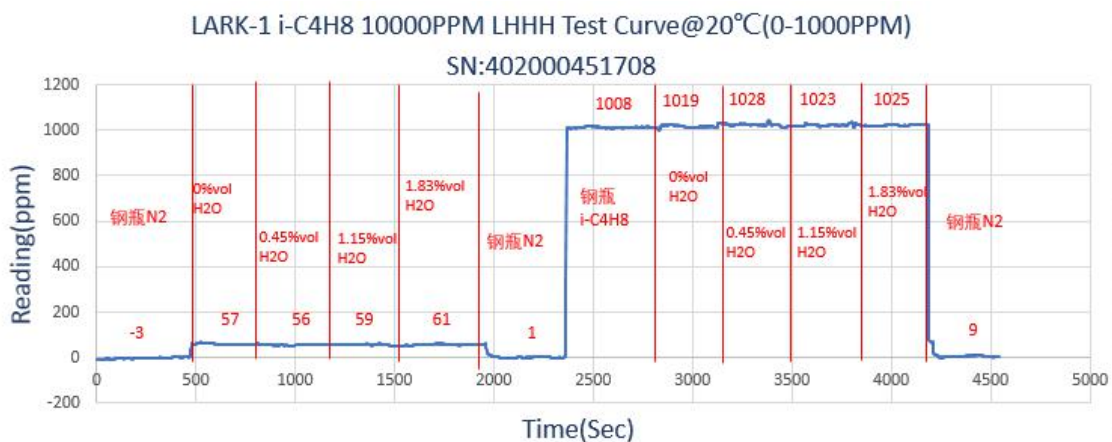
5. 高低温试验



上图中，是 LARK-1 放在高低温箱中，温度变化的次序是 20°C → 0°C → -20°C → 0°C → 20°C → 40°C → 50°C → 40°C → 20°C。每一个温度下，待温度平衡之后，通入 N2 和 1000ppm i-C4H8 所测得的数据。从该图中我们可以得知，在高温和低温的情况下，传感

器的读数会发生负漂。但是如果用户的仪器中如果能够做好负读数的补偿，所得到的读数也会是相当准的。例如-20°C的时候，经过负读数补偿所得到的 1000ppm 读数将是： $674 - (-349) = 1023\text{ppm}$ 。该补偿算法是比较高端的算法，还需要结构设计的配合。如果您对此算法感兴趣，可以来电单独沟通。

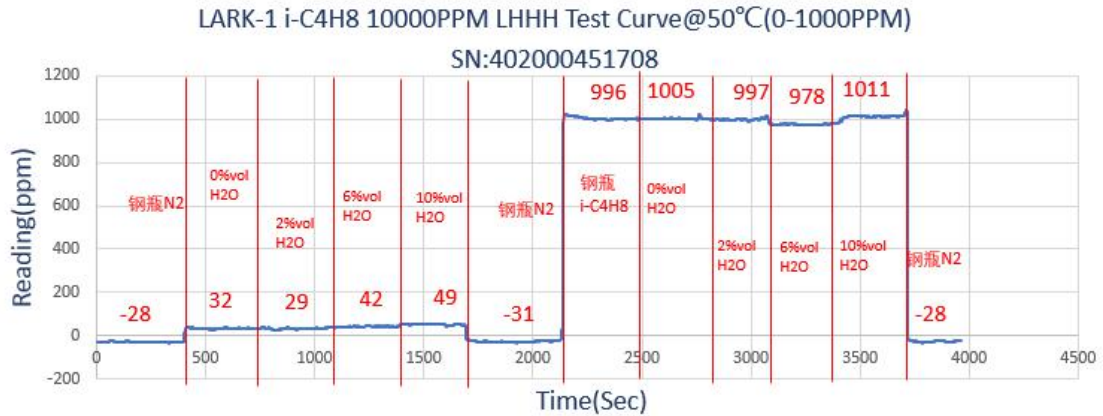
6. 湿度试验



注：图中所列出来的水蒸气的浓度单位不是%RH。0.45%vol、1.15%vol、1.83%vol的水蒸气换算成 ppm，对应的是 4500ppm、11500ppm 和 18300ppm 水蒸气。

上图是在 20°C 的时候，通入不同湿度的 N2 和 i-C4H8 时候的读数。通过该图，我们可以得到如下一些结论：

1. 在温度不变，湿度增大的条件下，传感器的读数会比气体浓度真值偏大，湿度越高，偏大越多，而且基本呈线性增大。
2. 在用气袋配气做湿度实验的时候，我们发现，气袋本身是有 VOC 挥发的，浓度因不同的气袋品牌和型号而不同。有兴趣的朋友，可以来电话沟通细节。
3. 在每次通完带湿度的气体之后，LARK-1 i-C4H8 的读数都会回复到最初的读数附近。误差基本上可以控制在 10ppm。



注：2%vol、6%vol、10%vol 的水蒸气对应的 ppm 浓度值分辨是 20000ppm、60000ppm 和 100000ppm。

上图是在 50°C 的时候，通入不同湿度的 N2 和 i-C4H8 时候的读数。该图所得到的结论，跟 20°C 的时候所得的结论是类似的。

在零度以下的湿度实验我们就忽略不做了，因为水在零度以下绝大多数都已经凝结成了冰，只有极少量的气态水存在。举个例子，在 -20°C 的温度下，100%RH 所对应的绝对湿度也只有 0.88g/M³，折合成相对浓度仅为 1173ppm。

微信公众号：Promisense

联系人: 郭安波

手机号: +86 13817946390

邮箱: Guoanbo@Promisense.com

网站：www.Promisense.com