

仪器最低检测限和电化学传感器分辨率的区别和关联

电化学传感器测量或读数的分辨率经常被误认为是最低检测限。传感器分辨率和仪器最低检测限均为望小值。实际上这两者有关联，但并不等同，应该明确区分。

1. 最低检测限的定义：

通常，最低检测限被定义为与最小可检测信号相对应的被测物质的气体浓度，通常基于统计方法，可以以一定的置信度（通常是 99% 置信水平）将其与仪器噪声区分开来。

2. 最低检测限的作用：

最低检测限是关键的性能指标，它展示了仪器的功能，也是评估仪器对特定应用的适用性的工具之一。在稳定的仪器状态下，内部噪声会导致漂移和波动，从而可能影响测量读数。较高的噪声水平会增加干扰的可能性，从而使最低检测限升高，导致区分信号和背景噪声面临更多挑战。最低检测限是比较同类仪器信噪比、确定检测灵敏度、建立信号与噪声界限的基准，适用于气体检测仪器。

3. 影响最低检测限的因素：

信号噪声、仪器设计、环境因素和测量系统都会对气体检测仪器的最低检测限产生重大影响。

例如：

1) 背景噪声增加会阻碍低浓度目标气体的检测；而较高的信噪比可改善较低浓度的检测，从而优化最低检测限。

2) 目标气体以外的气体的干扰以及温度和湿度等环境因素也会影响检测某些特定目标气体的能力。

当电化学气体传感器集成到气体检测仪器中时，最低检测限通常与其分辨率不同（仪器最低检测限 > 传感器分辨率）。许多声称提供读数的仪器并未使用能够提供所需信号稳定性的传感器，以在保持精度的

同时提供指定水平的读数。如果仪器声称具有一定的分辨率但未指定最低检测限，则初始非零读数可能会大于预期值。因此，最低检测限和分辨率不能直接等同。

总之，气体检测仪器的最低检测限是指仪器能够可靠地检测和测量的气体的最低浓度或仪器在极低水平下检测特定气体的能力。

4. 分辨率的定义：

电化学气体传感器的分辨率表示目标气体浓度的最小可检测和可区分的变化，也可以描述为气体传感器可以检测到的两个相邻目标气体浓度点之间的最小间距的度量。通常，分辨率被量化为传感器能够一致且准确地测量的化学物质的最小增量变化。分辨率越高，表明传感器可以检测到气体浓度的较小变化，这意味着它们对环境的变化更加敏感。

5. 分辨率和最低检测限的关联：

需要注意的是，电化学气体传感器是一个敏感元件，而不是单一的气体检测仪器。气体检测仪器需要安装传感器才能正常运行。最低检出限通常是衡量仪器性能的参数指标。在电化学气体传感器领域，术语“分辨率”是指传感器的精度。较高的分辨率取决于仪器的应用电路，包括信噪比和算法处理等方面，以达到较低的最低检测限。

最低检测限与传感器的分辨率密切相关，但并不完全等同。最低检测限代表由死区和传感器分辨率之和确定的近似仪器读数，它表示可以可靠检测并与背景噪声区分开的物质的最低浓度。而分辨率则与电化学传感器检测浓度微小变化的能力特别相关。

6. 大多数电化学传感器规格书不标出最低检测限的原因：

大多数电化学传感器的规格书上都不会标出最低检测限，但一定标有分辨率。主要原因如下：

- 1) 传感器不是独立仪表，只是一个敏感元件，它必须集成到仪表中运行，才可能有真正意义上的检测限。

2) 某些传感器厂家虽然在其产品规格书上标著了检测限，实际上也并非真正意义上的检测限，而是基于传感器在其厂内测试系统中测得的分辨率，然后近似计算出的最低检测限。

7. 推算气体检测仪表的最低检测限的近似公式如下：

最低检测限 \approx [基线上限-基线下限]/(2 * 灵敏度) + 分辨率

以 SemeaTech 4 系列 CO-100 传感器为例：

基线（零信号）： $<\pm 0.2 \mu\text{A}$

灵敏度： $0.4 \pm 0.1 \mu\text{A/ppm}$

分辨率： 0.5 ppm

则最低检测值约等于 $[0.2 - (-0.2)] / (2 * 0.4) + 0.5 = 1 \text{ ppm}$

由此可见，4CO-100 的近似值为 1 ppm。

8. 改善仪器最低检测限的方法：

1) 为了获得较低的最低检测值，可以采取一些措施来降低信号噪声，例如改进测量系统、增强仪器性能和避免环境干扰。

2) 最低检测限的优劣也受到每次读数收集的数据量的影响。如果实时响应不是必需的并且延迟响应是可以接受的，那么为每个读数收集更多数据点就变得可行。这种做法倾向于使平均数据与基线更紧密地对齐并提高信噪比，从而有助于减少背景噪声并优化最低检测水平。