

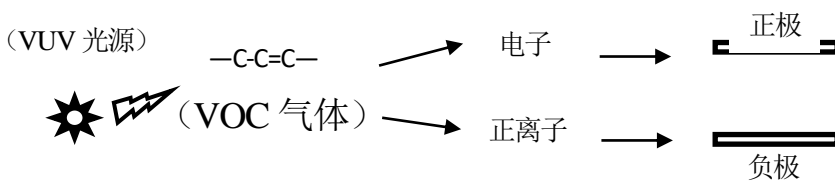
## 光离子检测器（PID）的应用

这里介绍一些光离子检测器（PID）或者传感器的基本常识以帮助使用者正确使用 PID 传感器。

### 1. 什么是光离子检测器（PID）和传感器：

利用高能量的紫外光来使检测物从分子状态离子化成离子和电子从而检测目标物质。因此光离子检测器包括：空紫外源或者紫外灯、驱动紫外灯电子系统、气体离子化室以及离子和电子收集电极。如果把这些都打包在一起就构成 PID 传感器。PID 一般检测低浓度的挥发性有机物 VOC 和少量气态无机物质。

### 2. PID 如何工作：



当高能量的真空紫外光照射到 VOC 气体分子上，VOC 就会被离子化产生有机物正离子和电子。如果在离子化区域间加一对收集电极，那么电子就会流向正极，而正离子就会流向负极，从而形成电流。而且这个电流大小与离子和电子以及 VOC 浓度成正比。因此只要测电流就可知道样品中 VOC 浓度。

### 3. 什么是挥发性有机化合物：

挥发有机化合物（VOC）是指常温下明显或者完全挥发成气体的有机化合物（含碳的）。一般分子量比较小或者沸点低的有机化合物。

### 4. PID 能够检测哪些物质：

PID 一般能够检测大多数挥发性有机物 VOC 和少量气态无机物质。但是也有少量 VOC 不能被检测。PID 能否检测某种 VOC 是根据 PID 灯的输出能量和 VOC 的电离能（IP）来判断。如果 PID 紫外灯的输出能量大于 VOC 分子的电离能，PID 就能检测这种 VOC。PID 紫外灯的能量是由灯内惰性气体以及紫外灯窗口材料决定，常用紫外灯分为 9.8eV、10.6eV 和 11.7eV 的三种灯。其中 10.6eV 紫外灯

常用于大多数 VOC 检测。9.8eV 灯用于苯或者苯衍生物检测。11.7eV 由于窗口材料特殊, 寿命较短, 主要用于特殊 VOC 检测。VOC 的电离能在工具书有机化合物的物理性能表中能够查到。

## 5. 如何选择光离子源-紫外灯:

紫外灯选择是根据检测物质 (VOC) 以及灯的灵敏度和寿命来选择。由于紫外灯的窗口处理以及制作工艺不同, 一般灯的寿命和性能顺序: 10.6eV > 9.8 eV > 11.7 eV。一般体积大的灯在长期稳定性、灵敏度以及寿命方面要好于体积小的灯。对于检测不同的 VOC, 灯的选择规律如下:

**10.6eV 紫外灯:** 它能检测所有的碳氢化合物包括一些 2 个碳, 大多数 3 碳和所有 4 个碳以上的挥发性有机化合物 (VOC)。

- 1) 除了甲烷、乙烷、丙烷、乙炔以及有些带卤素化合物, 它能检测所有的烷烃、烯烃、炔烃。
- 2) 除了甲醇、甲醛和大多数带氟、氯、溴之外的所有醇、醛、酮和脂类 VOC。
- 3) 所有胺类和有机硫化物。

**9.8eV 紫外灯:** 比较适合检测芳香族和 6 碳或者以上不饱和有机化合物。例如苯、甲苯、乙苯、二甲苯。

**11.7eV 紫外灯:** 能够检测所有 10.6eV 紫外灯能够检测的 VOC, 加上甲醇、甲醛、乙炔以及大多数带氟、氯、溴的有机化合物。

## 6. PID 传感器如何标定:

**传感器标定:** 和其他传感器一样, PID 也是测定相对值或者浓度, 也就是测定浓度是一个相对于标准物质浓度的量。因此传感器在使用前需要用标准浓度气体或物质进行标定。一般标定用两点或者多点标定, 其中包括零点的标定和一个或两个浓度标准气体标定。PID 零点可以选择零点空气 (没有 VOC)。

**标定气体和浓度选择:** PID 传感器标准气体需要用零点空气 (没有 VOC) 来做背景气体, 其选择的原则是如果知道单一目标物质以及大概的浓度, 则需要相同位置和近似的或者高一些的浓度来标定。例如, 测定或者控制环境中 60ppm 左右的苯, 则选用 100ppm 苯标定传感器对后面测定准确度较好。如果不知道目标物质或者是一个混合物, 或者不能得到目标物质的标准气体, 则一般选用比较稳定以及灵敏度适中的物质来标定 (一般选择异丁烯), 浓度则选用比较接近的浓度标定。例如测定环境或者工作场所总的 VOC, 或者不知道目标物质, 或者有几种混合物, 大概浓度几百或者上千 ppm, 则选用 1000ppm 异丁烯标定比较合适。如果浓度范围较大从几十到上千, 为了得到较准确结果, 也

可以选择多点标定，比例除了零点之外，可以用 100ppm 和 1000ppm 两点标定。

**标定频率：**标定频率是根据测量环境干净程度决定，一般比较干净的环境，标定频率可以比较低。比较脏的环境，标定频率要高。一般标定频率越高，传感器测量越准确。对于一般环境，我们建议一个月标定一次。

## 7. 什么是纠正因子或者纠正系数：

PID 传感器灵敏度高，响应时间快，但是选择性不高。几乎对所有低于 PID 灯能量的气体都有响应。因此标定时往往用一种物质或者气体来标定，然后测量其它气体或者混合气体。由于各种气体或者物质对 PID 响应灵敏度不同，因此需要根据标定的标准气体或者物质来纠正测定的响应，这个纠正系数称纠正因子。一般来说，相同浓度的标定气体灵敏度与待测气体灵敏度的比值作为计算纠正因子的方法。比如用 100ppm 异丁烯标定后，50ppm 苯在传感器上的响应或者读数是 100ppm。因此传感器对苯的灵敏度较高。那么相对于异丁烯的纠正因子应该是 0.5。

一般来讲，如果用的 PID 灯和检测电极差不多，各家 PID 传感器纠正因子应该相差不大。但是如果对测量结果准确度要求比较高，必须根据不同传感器厂商提供的数据为准。

## 8. PID 传感器的维护：

PID 传感器电子部分不需要维护，主要是 PID 灯（lamp）和检测电极（detector）需要维护清洁。根据使用环境不同，维护频率也不相同。一般不建议长时间用在过湿和过脏的环境。维护工作主要是定期清理灯的窗口和检测电极，保持窗口和电极干净。清理完窗口和电极，需要重新标定。标定前，最好将传感器先静置 1 小时以上待清洁剂彻底挥发。对于比较好的环境像室内空气质量检测，一般建议一个月检查和维护一次。对于高浓度 VOC 或者灰尘大或者有其它污染的环境，建议多做灯窗口清洗，也经常检查检测电极。

一般来说，如果传感器的灵敏度下降比较大，就需要清洗 PID 灯和重新标定。清洗方法根据环境和窗口情况而定，如果是灰尘和其它物质，可以用棉签粘些三氧化铝粉末擦磨窗口，然后用酒精清理干净，不能有粉末残留在灯表面或电极上。如果只是油污，可以用丙酮或者其它有机溶剂清理表面。如果清理表面之后，灵敏度仍然达不到要求，也许考虑更换新灯。

如果传感器对湿度响应非常大，或者标定后基线一直上飘，或者基线不稳定，就要考虑用易挥发性溶剂清理电极或者更换电极。

## 9. 4S PID 简介:

4S PID（光离子传感器。见图 1）是一个直流电压输出传感器模块，设计用于检测 0 至 10000 ppm 的 VOC（挥发性有机化合物）气体，信号分辨率为 5 ppb 至 1000ppb 可选。它的外形尺寸可以兼容其它四系列的光离子传感器。其接口定义也和市场上现有的 3pins 四系列模拟信号输出的光离子传感器一致。可由 3.3 V 至 5.5 V 直流电源供电，最大工作电流不大于 80mA。4S PID 封装在带有 3 针接口的不锈钢外壳底部。有关更多详细信息，请参阅 4S PID 传感器规格书。

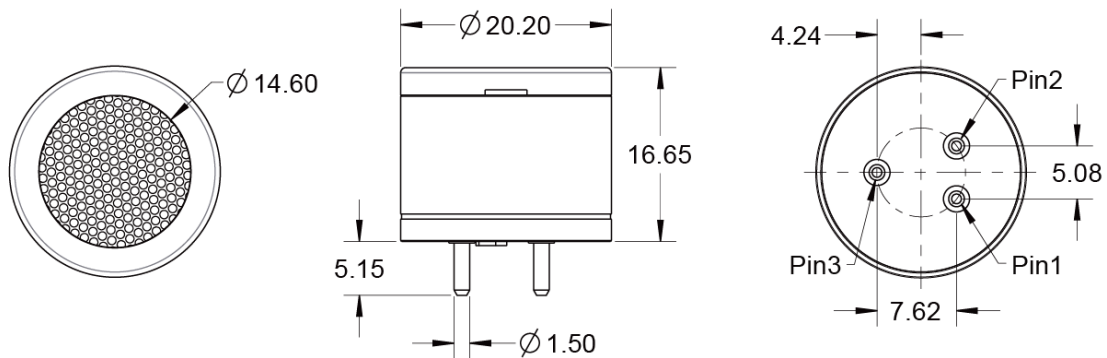


图 1 4S PID 外形尺寸图

## 10. 4S PID 管脚定义:

Pin 脚	功能名字	功能描述
Pin1	VCC	供电电源正输入端
Pin2	GND	供电电源地
Pin3	Vout	模拟信号输出

## 11. 4S PID 电路连接和要求:

在给 4S PID 传感器上电之前，先仔细看清楚传感器的管脚定义而不要连接错误。如果将电源的正负端反接会损坏传感器里面的电源芯片，从而给传感器造成不可恢复的损伤。

给传感器的电源一定要是直流电源，直流电压的范围只能在 3.3V 至 5.5V 之间。电压低于 3.3VDC 将导致传感器没有响应没有输出；电压高于 5.5VDC 将会损伤内部的电源芯片导致传感器永久损坏。推荐用 3.6VDC 或是 5VDC 均可。由于传感器有极低的分辨率，所以直流电源的纹波需要控制在一定范围内，最好纹波电压在 10MV 以内，实在达不到也不能超过 20MV 纹波。

传感器正常工作时工作电流不会大于 80mA。但在上电启动瞬间会需要一个 120mA 持续时间 200ms 的瞬间大电流来启动里面的紫外灯使其正常工作。所以给传感器供电的电源电路设计时需要有一个冗余能量，保证传感器上电瞬间能正常启动。

传感器的信号输出端 Vout 输出的是不超过 2.5VDC 的直流电压。此管脚可以直接连接 ADC，跟随器或是单片机管脚。由于 Vout 输出内阻比较大 ( $\geq 100K$ )，不建议直接接放大器或是直接用阻抗分压电路处理信号。