

思瑞浦 TPA8801B 在 PM2.5 传感器中的应用

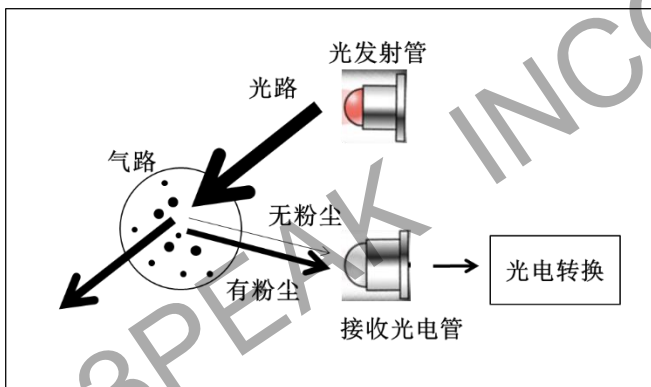
作者: Bob Gao

引言

本文介绍了市场主流的 PM2.5 粉尘传感器的技术, 并比较了各类传感器的特点。随后介绍了适用于脉冲式红外传感方式的 TPA8801B 的产品特点和应用。

PM2.5 粉尘传感器的原理

目前主流的 PM2.5 粉尘传感器采用光学传感方式, 将空气中的颗粒物浓度转化为电信号。基本原理如下图所示,



光发射管发射光到待探测的腔体中, 光被腔体中空气的粉尘折射后被接收光电管接收后, 经过光电转换电路转换成电信号。空气中粉尘较少时, 光被折射较少, 转换的电信号也较弱; 粉尘较多时, 光被折射较多, 转换的电信号也较强。

传感器设计中的难点是光路和气路。光路要求一致性较好, 避免环境光的干扰, 同时不对发射光产生反射和折射从而产生干扰信号, 设计中一般使用特殊设计的腔体和透镜来保证, 有的设计通过调整光发射管的功率来保证光路的一致性。气路是空气进入传感器的通路, 需要保证空气可以迅速在气路中流通, 减少粉尘在光路中的沉积从而影响测量精度。

主流 PM2.5 粉尘传感器的介绍

目前市场主流的产品按传感器使用的光的种类, 可以分为激光和红外两种, 其中红外按照光的发射方式, 分为常亮式和脉冲式两种。

激光式传感器在光路中采用激光发射, 激光的指向性非常好, 所以可以对空气中的粉尘颗粒物进行计数, 可以分清 PM2.5 和 PM10 的颗粒物, 测量精度较高。传感器的气路中使用了风扇主动进气, 提高检测速度。传感器的设计中, 算法是主要难点, 需要分辨出 PM2.5 和 PM10 的粉尘, 并配合气路进行颗粒物浓度的计算。缺点是, 传感器的发光管一般是常亮工作, 加上风扇的功耗, 整理功耗较大, 而且发光管和风扇的寿命限制使传感器的工作时间为 3 年到 5 年左右。

红外常亮式传感器在光路中把激光改为红外光, 红外光的发射管的寿命比激光管长, 使得传感器寿命可以提高到 5 年以上。采用红外光不能对颗粒物进行计数, 只能估计颗粒物浓度, 所以该方案相对激光是针对低成本应用的产品, 相应的气路采用电阻发热进气, 比激光传感器的模块响应速度慢, 同时也要求模块必须垂直安装才能保证气路工作。红外常亮式传感器的输出大都是 PWM 输出, 当颗粒物浓度增加时, PWM 输出中低电平的占空比会增加, 只需要对 PWM 的占空比进行统计得到浓度。由于红外发射管一直工作, 加上发热电阻的功耗, 模块整体的功耗在 80mA 到 100mA 左右。

红外脉冲式传感器针对功耗和安装方向性进行了改进。为了降低功耗, 常亮发射红外光改为脉冲发射红外光, 检测信号也从 PWM 的占空比变成了脉冲信号的幅度; 将接收光电三极管改为光电二极管降低接收电路的功耗; 将主动进气的方式改为了内部通孔自然进气的方式, 去掉了发热电阻的功耗, 提高了安装的灵活性。缺点是脉冲信号的电信号处理比较难, 自然扩散的方式也降低了响应的速度。最初的传感器的输出为脉冲信号, 新一代传感器也有内置 MCU 将脉冲信号处理为数字信号输出。

以下为三类传感器的外形。



激光传感器



红外常亮式



红外脉冲式

以下为三类传感器的比较

(信息来自于有限产品，可能不能覆盖最新产品的指标)。

种类	精度	功耗	安装方向	工作时间	颗粒物计数	分辨 PM2.5 和 PM10	检测范围 (ug/m ³)	进气方式	响应速度	参考价格	应用	典型厂家
激光	10%	>100mA	无要求	3年	能	能	1000	风扇主动进气	1秒	100	PM2.5检测仪, 民用空气净化器	攀藤, 汉王蓝天, 四方光电
红外常亮式	>30%	<100mA	垂直	>5年	不能	不能	3000	发热电阻主动进气	30秒	40	民用空气净化器	美国安费诺, 日本神荣
红外脉冲式	>30%	<20mA	无要求	>5年	不能	不能	500	被动进气	>30秒	20	民用空气净化器, 车载净化器	日本夏普

TPA8801B 在红外脉冲式粉尘传感器的应用

红外脉冲式粉尘传感器成本低，功耗小，在民用空气净化器中得到大量应用。由于车载净化器的空间小，要求粉尘传感器安装灵活，近期红外脉冲式粉尘传感器在此领域崭露头角。TPA8801B 是思瑞浦公司针对红外脉冲式粉尘传感器设计的模拟前端，相比普通运放的方案，集成度更高，设计更简单。

TPA8801B 内部集成了精密运放，增益调整和带宽设置电路。内置的精密运放是针对此应用做优化，具有 1pA 输入偏置电流，减少输入光电流的测量误差；0.4mV 的偏置电压，提高了放大电路的动态范围；极低的输入噪声提高了测量的精度；内置的增益调整电路可以在放大 1nA 电流时保证 1% 的灵敏度误差。TPA8801B 的应用电路图如下，生产标定时，只需要调整 Rg 达到精度要求。该产品已经成功的帮助客户量产了红外脉冲式的粉尘传感器，获得了终端客户很好的反馈。

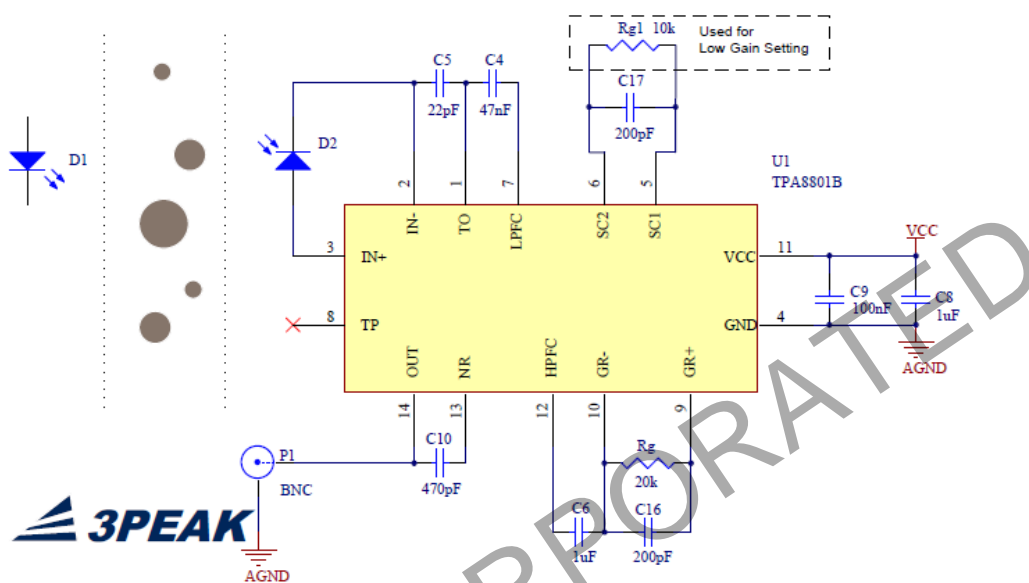


Figure 1 Typical configuration of dust detection by infrared pulse stimulation

✦ 3PEAK and the 3PEAK logo are registered trademarks of 3PEAK INCORPORATED. All other trademarks are the property of their respective owners.