

烟雾探测技术和解决方案



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

议题

- ▶ [相关法规和ADI消防系统解决方案](#)
- ▶ [工作原理](#)
- ▶ [UL测试结果](#)
- ▶ [系统问题和设计考量](#)
- ▶ [支持资源](#)
- ▶ [常见问题解答](#)

相关法规

ADI消防系统解决方案

更高性能、更安全、更优质的烟雾探测器

60%

因火灾导致的死亡发生在未安装烟雾报警器的建筑物内



23%

因火灾导致的死亡发生在安装了烟雾报警器，但因频繁误警而被禁用的情况下



83%

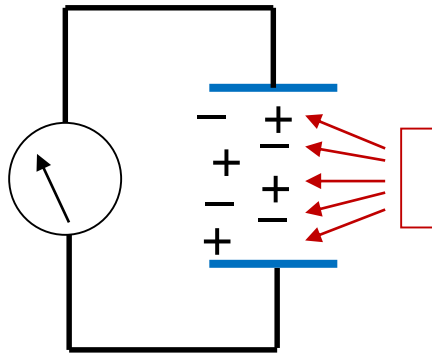
与20世纪70年代相比火灾逃生的时间减少百分比，这是因为现在居住和工作环境中存在许多合成材料



光电与电离检测器比较

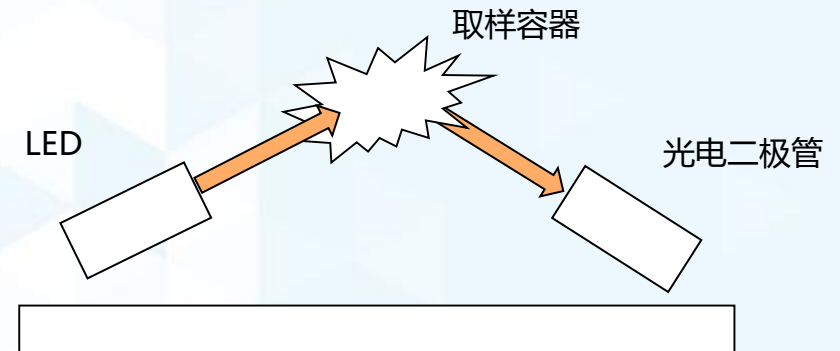
▶ 电离检测器

- 使用辐射源让烟雾颗粒离子化
 - 镅
- 放入小电场和测量电流
- 适合用于测量小颗粒
- 使用放射源引发担忧
- 检测慢燃/阴燃火源的效果不佳



▶ 光电检测器

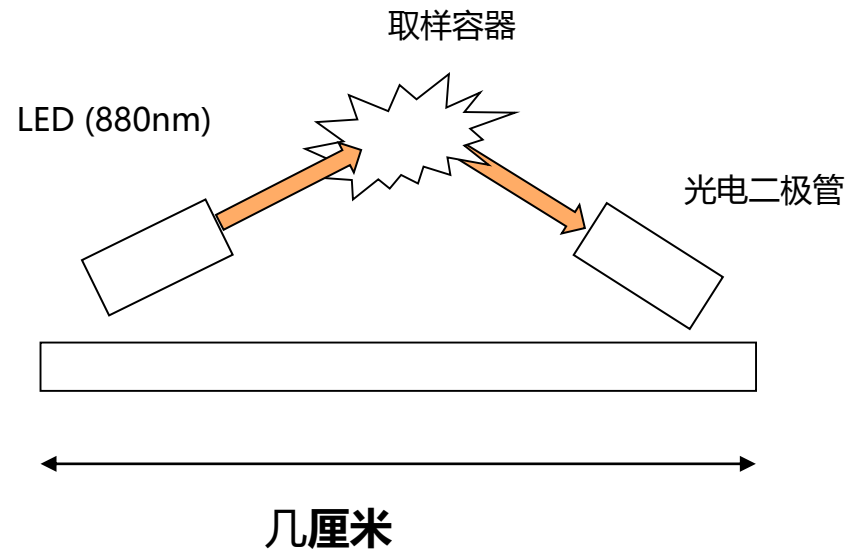
- 使用烟雾颗粒中的光散射
- 向取样容器(LED)发射光，测量散射光（光电二极管）
- 适合用于测量大颗粒
- 有些设计不适合测量小颗粒
- 通常需要使用烟室来抑制环境光，减少/避免灰尘和昆虫/蜘蛛进入
- 烟室降低性能，延长响应时间



ADPD188BI与现有光学解决方案对比

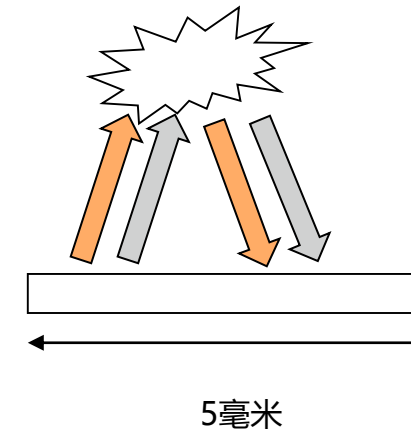
当今典型的光学检测器:

- 从烟雾颗粒向前散射
- 基于颗粒尺寸选择散射角度
- 长度为几厘米
- 收集数据需要较长路径



ADPD188BI:

- 从烟雾颗粒反向散射
- 使用两种颜色来区分颗粒大小
- 体积更小: 3.8mmx5mmx0.9mm



ADPD188BI

用于烟雾和气溶胶探测的光学模块

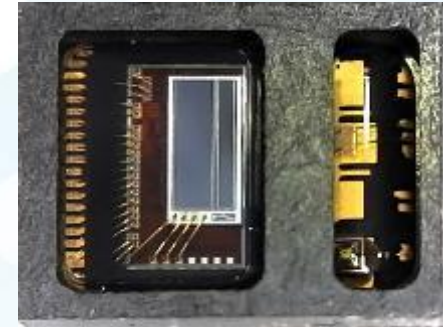
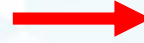
采用超小模块体积的完整光学解决方案：非常适合用于

- 住宅和商业场所的烟雾探测
- 污染监测
- 气溶胶探测

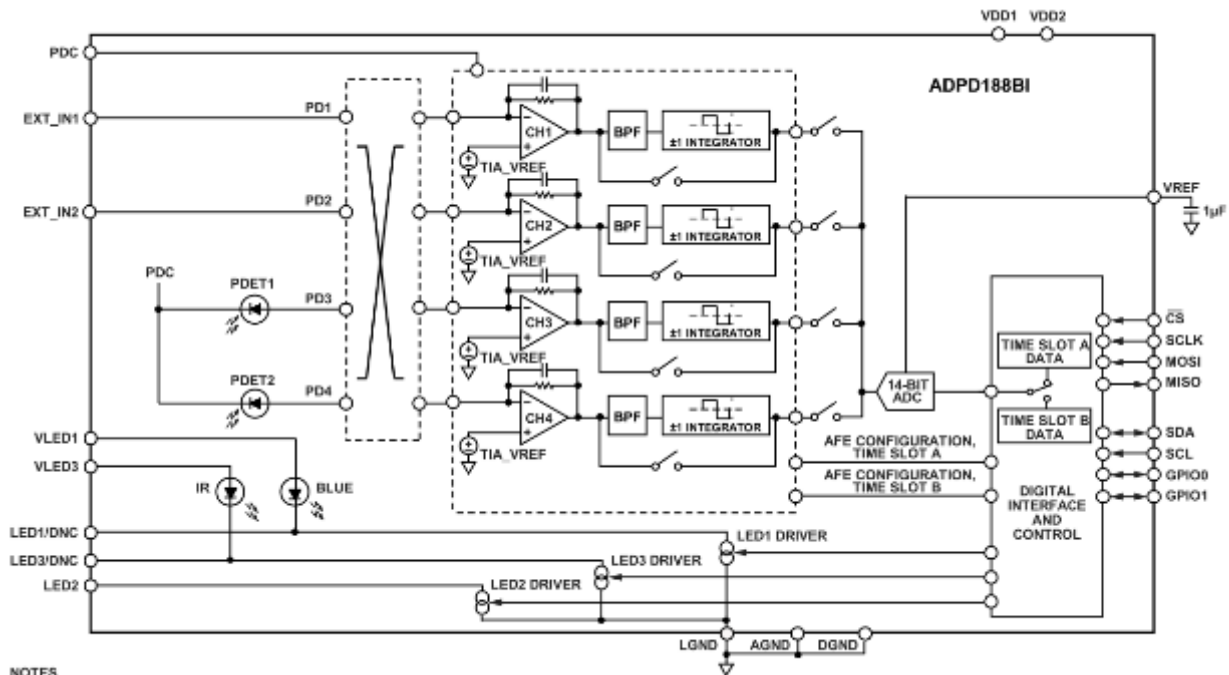
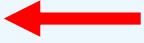
全集成发光二极管、光电二极管、AFE、ADC、发光二极管驱动器和时序内核

高度环境光抑制

光电二极管
和 AFE



蓝光和红外光LED



NOTES
1. DNC = DO NOT CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN WHEN USING INTERNAL LEDs.

ADI的价值主张概览

符合新法规和现有法规的要求

- 高信噪比(SNR)
- 双色检测
- 高动态范围

减少/消除灵敏度校准

- 集成式ADC、LED、PD
- 在ADI最终测试时进行环路校准



低功耗

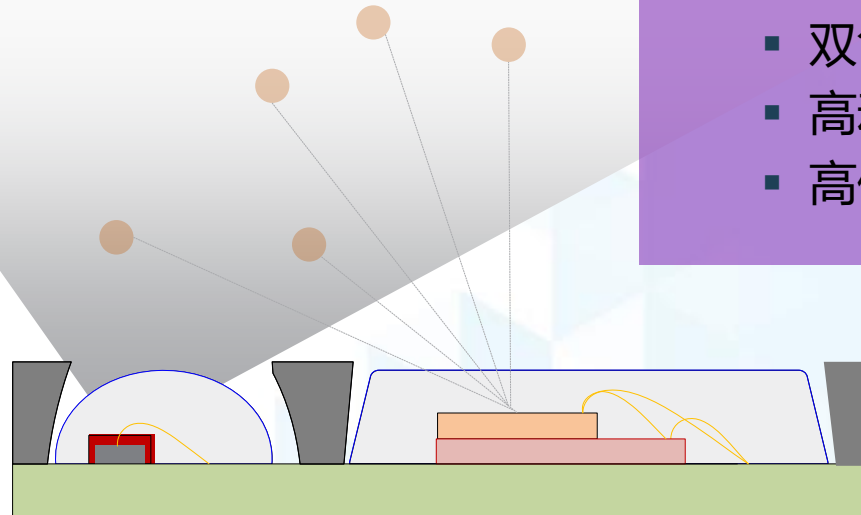
- 电池寿命更长，电池尺寸更小
- 单个电池平均电流低至10s μ A

减少干扰警报

- 双色检测
- 高动态范围
- 高信噪比(SNR)

减小尺寸

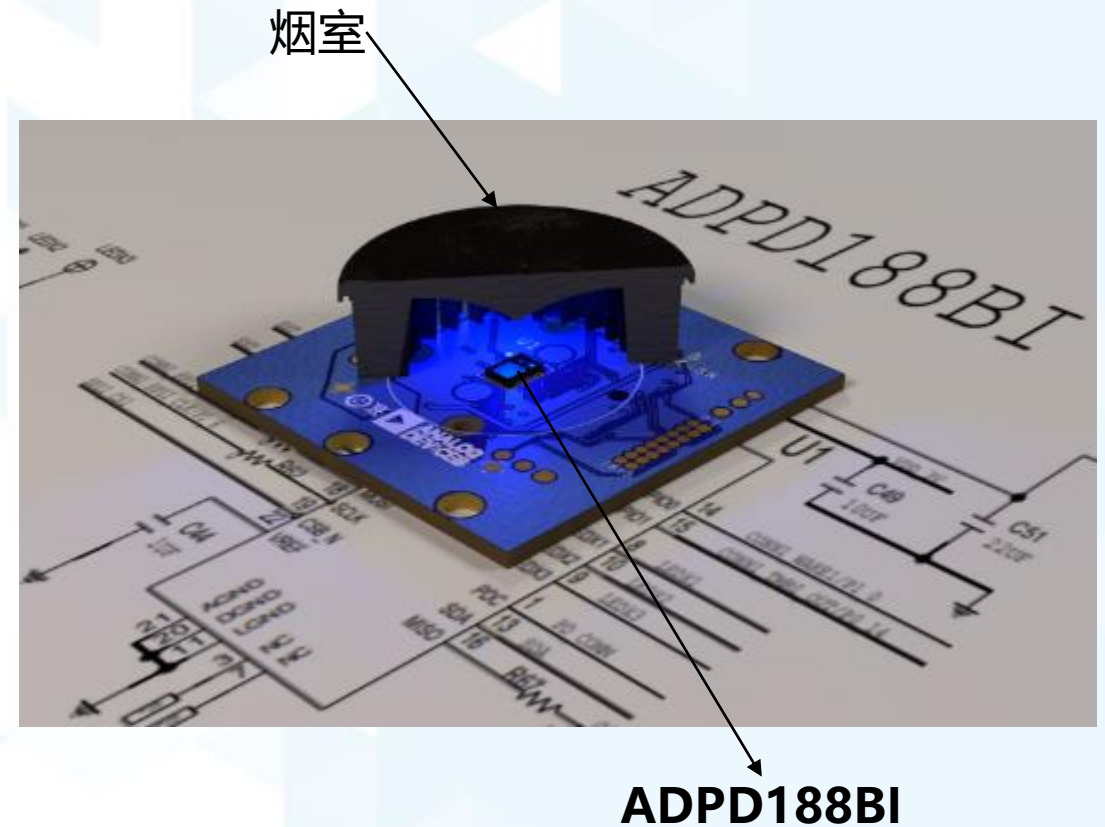
- 3.8 x 5.0 mm
- 更多工业设计选项



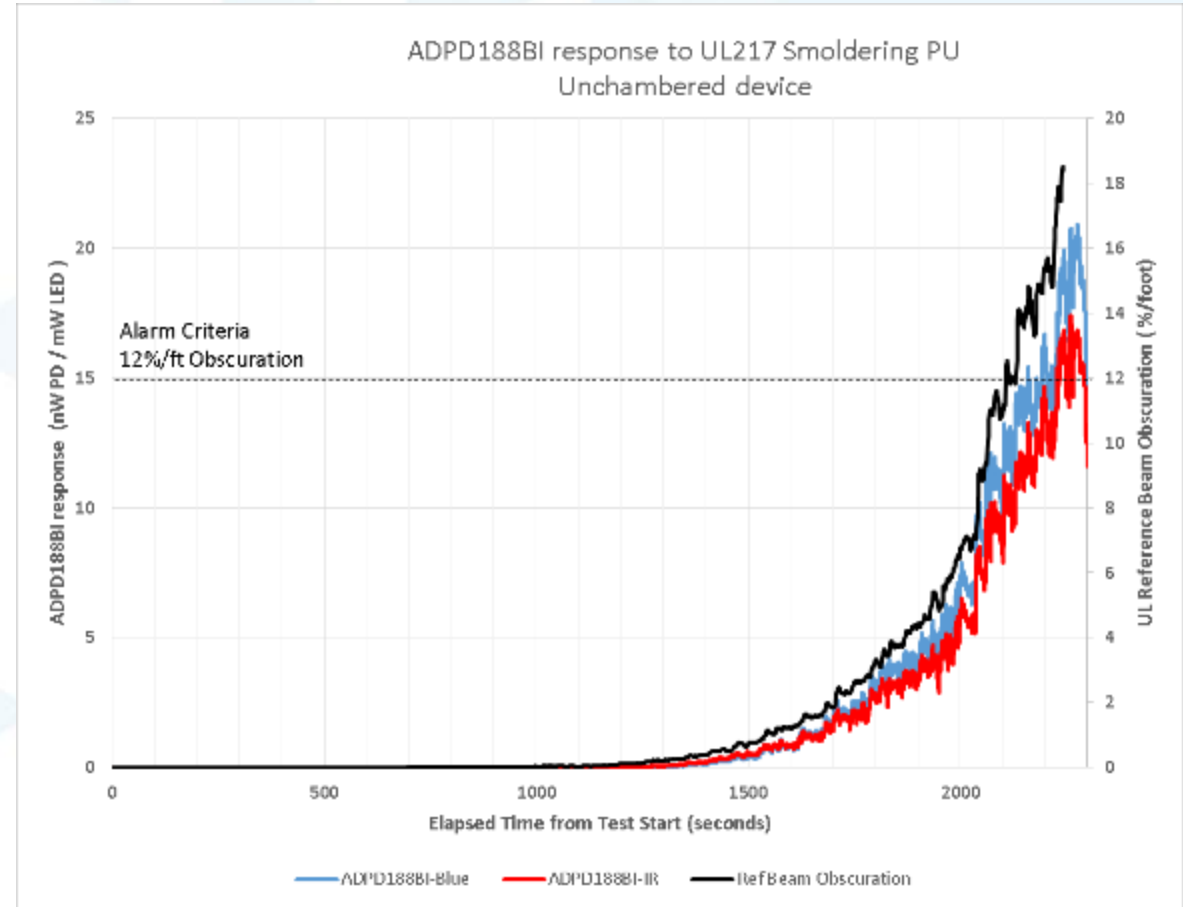
ADI的消防系统——主要规格

- ▶ 灵敏度 ~0.1%减光率/ft (10 μ A平均电流下)
- ▶ LED波长: 470 nm、850 nm
- ▶ 平均散射角度: 85 +/- 50°
- ▶ 器件间差异 (使用fuse数据) : < +/- 10%
- ▶ 温度范围: -40 °C至+85°C
- ▶ ADPD188BI封装尺寸: 3.8 x 5.0 x 0.9 mm

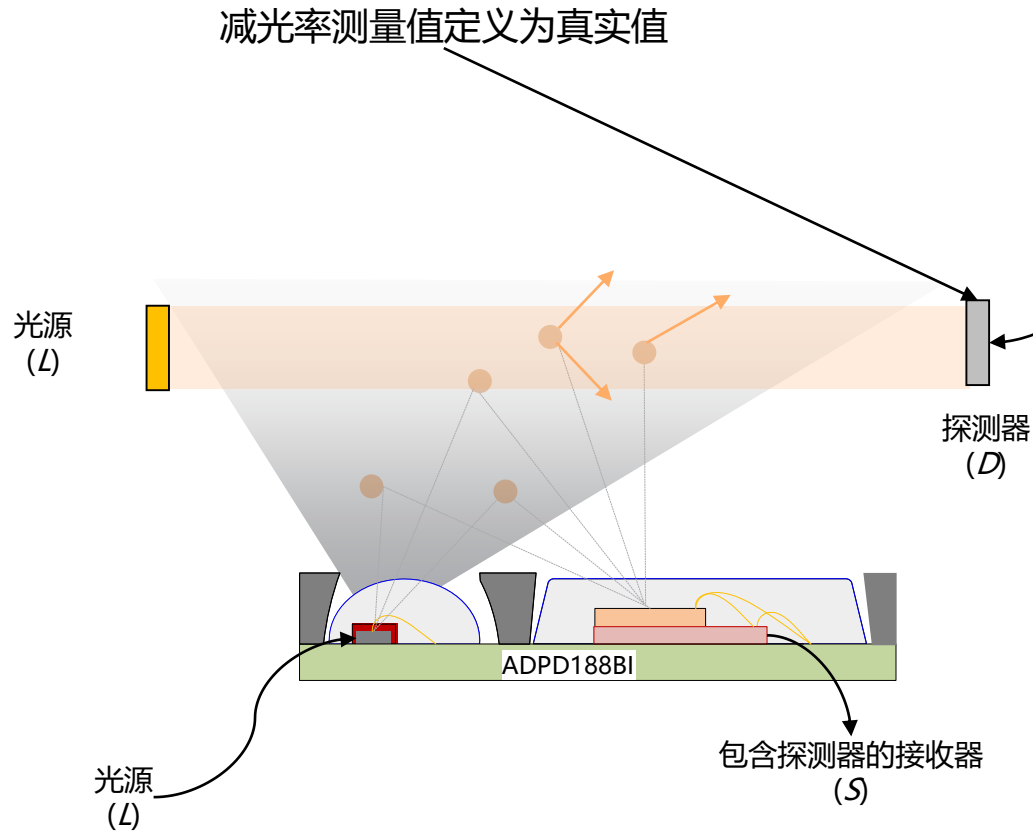
- ▶ 完整的传感器解决方案
 - ADPD188BI集成模块
 - ADI设计的烟室 (合作伙伴生产)



- ▶ 满足新规范和现有规范要求 (UL、EN、GB等)
- ▶ 双色检测能够改善检测精度并抑制干扰源
- ▶ 提供多种选项, 可以在设计过程中或现场实时优化性能
- ▶ 较大的动态范围和高SNR



工作原理



减光率 β 的测量值为 ft^{-1} 或 m^{-1} 。

$$D = L \exp(-n_{\text{smoke}} \alpha_{ST} d) \sim L(1 - n_{\text{smoke}} \alpha_{ST} d)$$

减光传感器经过校准可提供:

$$\beta = n_{\text{smoke}} \alpha_{ST}$$

散射横截面
(取决于烟雾、波长)

烟雾密度

ADPD188BI测量与 相关的量 β

对于经过校准的188BI:

$$PTR(nW/mW) = \gamma \beta$$

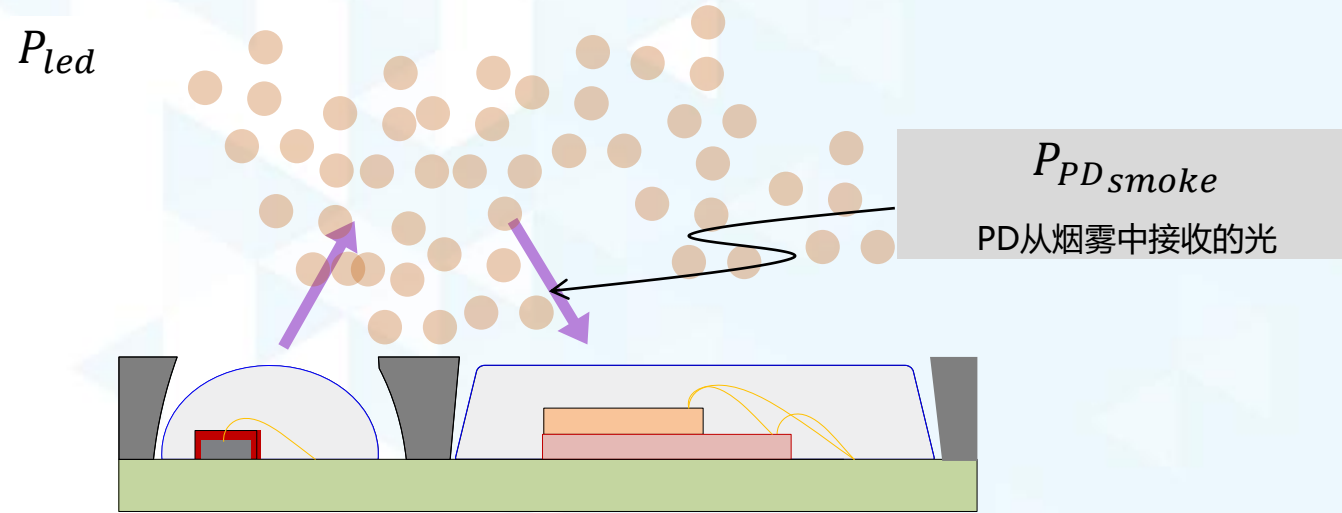
其中, γ 取决于烟雾类型、模块的几何形状和所有组件的特性

PTR表示功率传输比, 由接收功率(nW)/
发射功率(mW)表示

要点: ADPD188BI减光率测量值和通过金标烟雾减光率测量方法仅相差一个比例因子!

功率传输比(PTR)

- ▶ PTR 是每次给LED供电时，光电二极管接收到的功率
- ▶ 无因次量，可以轻松确定比例
- ▶ 应用e-fuse校准常量让所有部件实现标准化
- ▶ PTR_{smoke} 是烟雾信号的 PTR



$$PTR_{smoke} = \frac{P_{PD\ smoke}}{P_{led}}$$

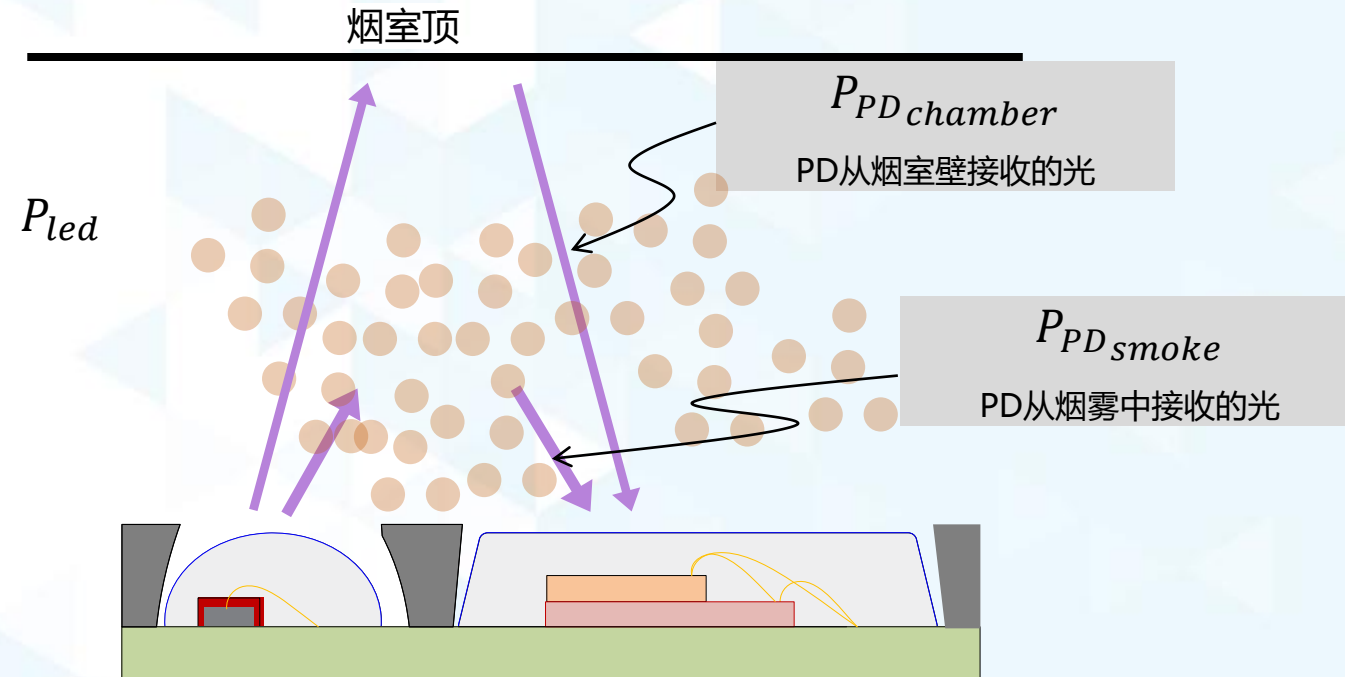
$PTR \equiv$ Power Transfer Ratio in nW/mW

PTR 是光学烟雾探测器应用中表示信号大小水平的最佳方式。 PTR 与烟雾和光学元件具有函数关系，与电子设备无关（LED效率、系统增益、AFE配置等）。

背景减除和烟室

- ▶ 传感器还接收来自烟室和其他背景源的小信号
- ▶ $PTR_{chamber}$ 是烟室信号和其他背景源的PTR
- ▶ $PTR_{chamber}$ 是缓慢变化的信号，随长期积聚的灰尘等发生变化
- ▶ $PTR_{chamber}$ 可主动测量探测器的健康状况

$$PTR_{smoke} = PTR - PTR_{chamber}$$



$$PTR_{chamber} = \frac{P_{PD\ chamber}}{P_{led}}$$

$$PTR_{smoke} = \frac{P_{PD\ smoke}}{P_{led}}$$

$PTR \equiv$ Power Transfer Ratio in nW/mW

不同烟雾类型的UL测试数据

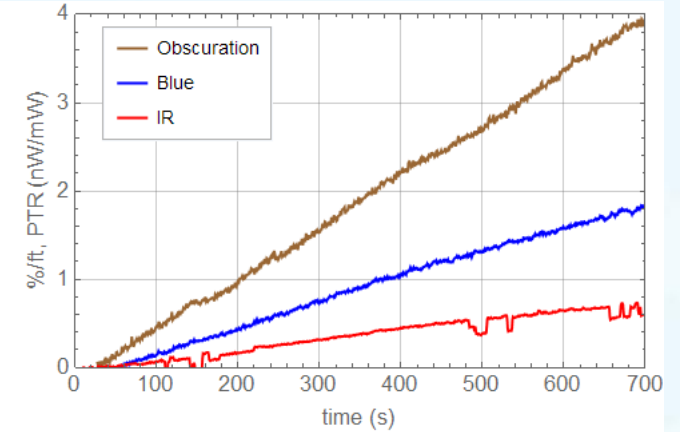
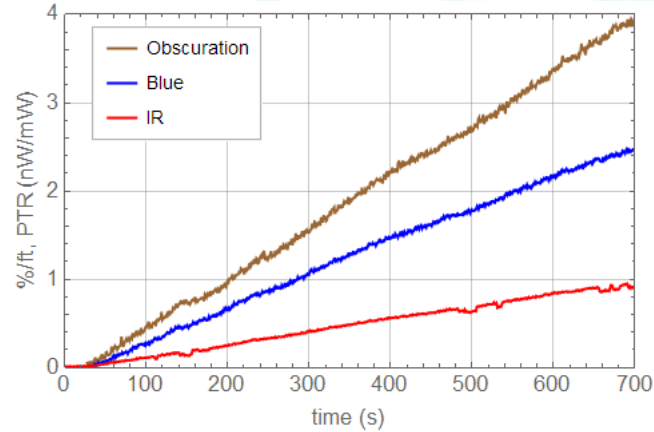
- ▶ ADPD188BI 测量的PTR与减光率之间的比例，取决于
 - 波长
 - 烟雾类型
 - 气流
- ▶ 有无迷宫数据的斜率不同
 - 迷宫对不同烟雾类型的影响不同
 - 烟雾会随着时间而变化，有烟室和无烟室的比率会随着时间而变化
 - 这也取决于烟雾的类型和产品外壳等部分

烟箱数据

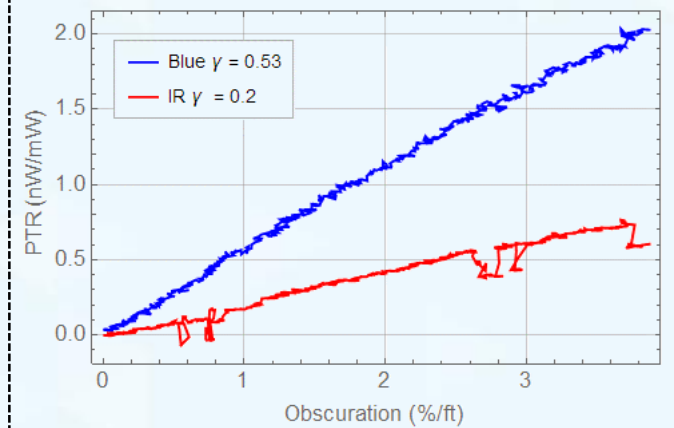
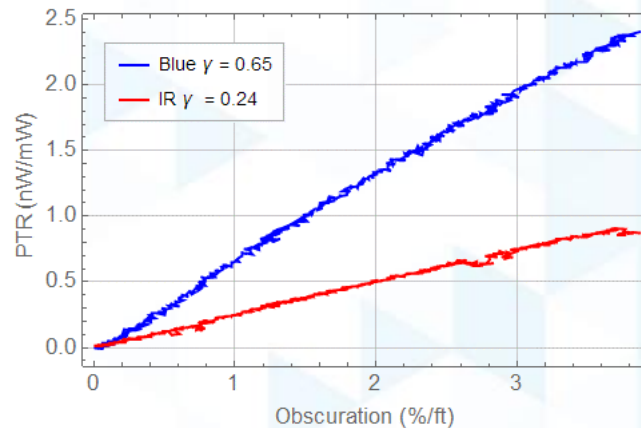
无烟室

有烟室

时域

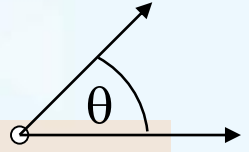


PTR vs 减光率

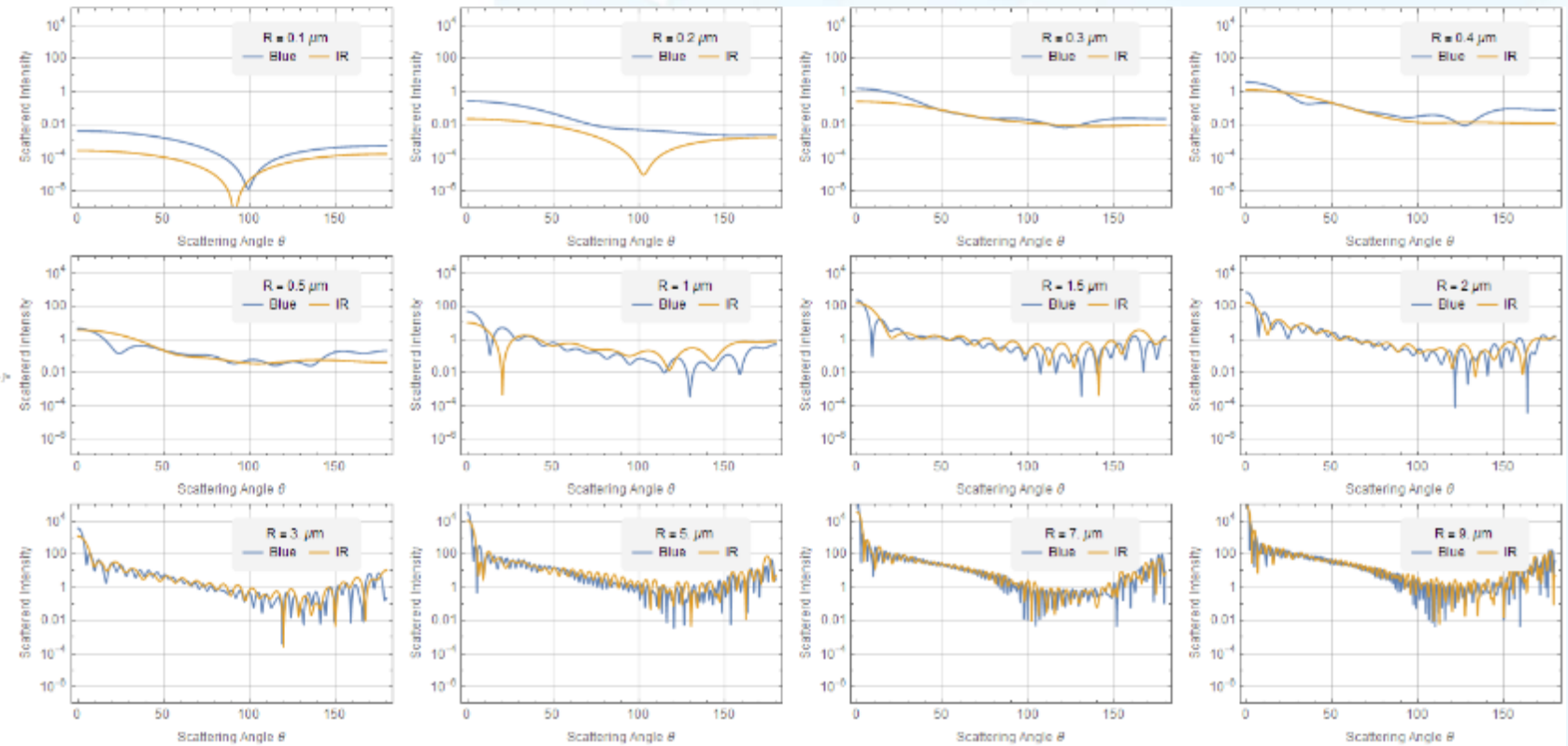


从烟雾散射

散射强度取决于散射角度、 λ 、颗粒的尺寸和形状以及距离



- ▶ 典型烟雾包含不同尺寸和形状的颗粒
- ▶ 减光传感器可测量因烟雾颗粒散射而减少的光。
- ▶ ADPD188BI测量入射光路以外一定角度范围内的散射光，即如果烟雾不散射，它就无法测量到光
- ▶ 根据散射理论，这两个测量值通过几何因子联系在一起



UL测试结果

U/L数据和火灾报警系统

使用ADPD188BI和减光传感器测量每种烟雾的数据

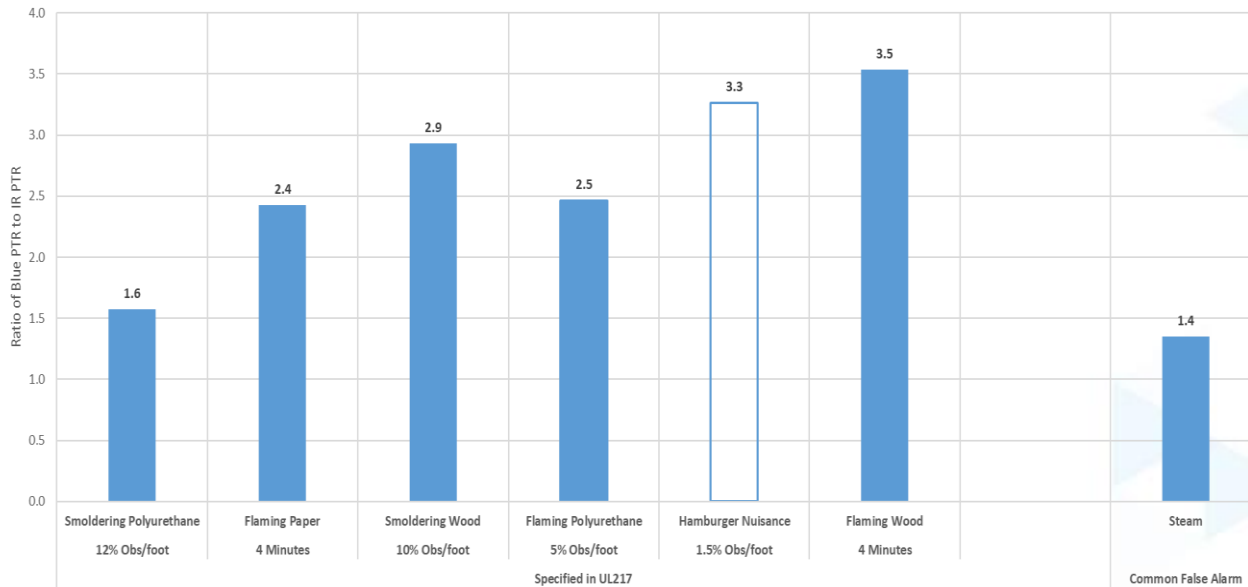
采用蓝光与IR时的烟雾功率传输比(PTR)可以确定PTR水平与UL阈值的关系

通过时域分析了解灰尘和干扰抑制性能

利用智能算法可设置警报

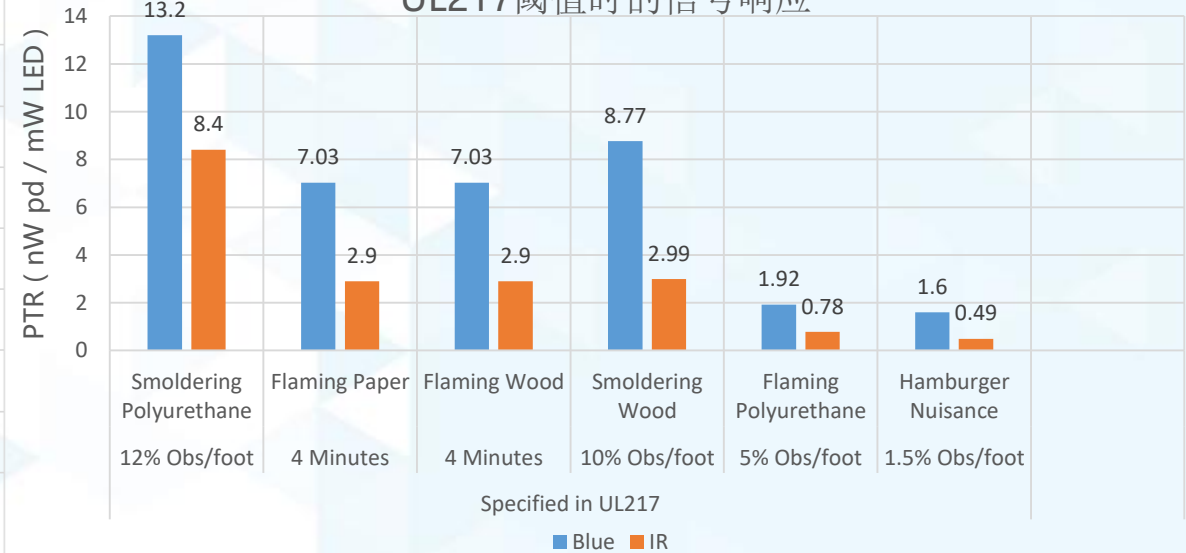
提高烟雾探测和警报的可靠性

ADPD188BI Blue/IR Ratio at UL217 thresholds



ADPD188BI

UL217阈值时的信号响应

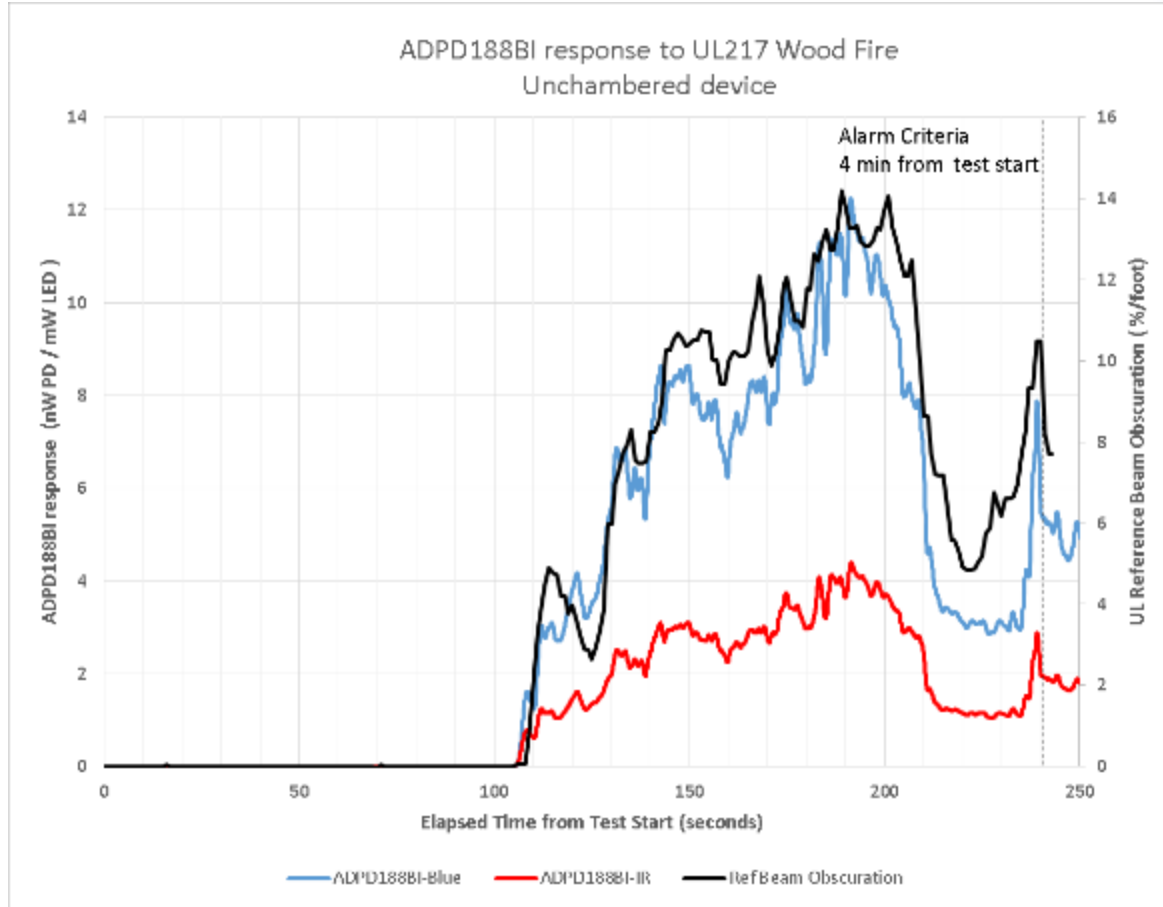


- ▶ 蓝光/IR比例可用于区分大颗粒和小颗粒
- ▶ 此比例无法区分同时产生的多种烟雾

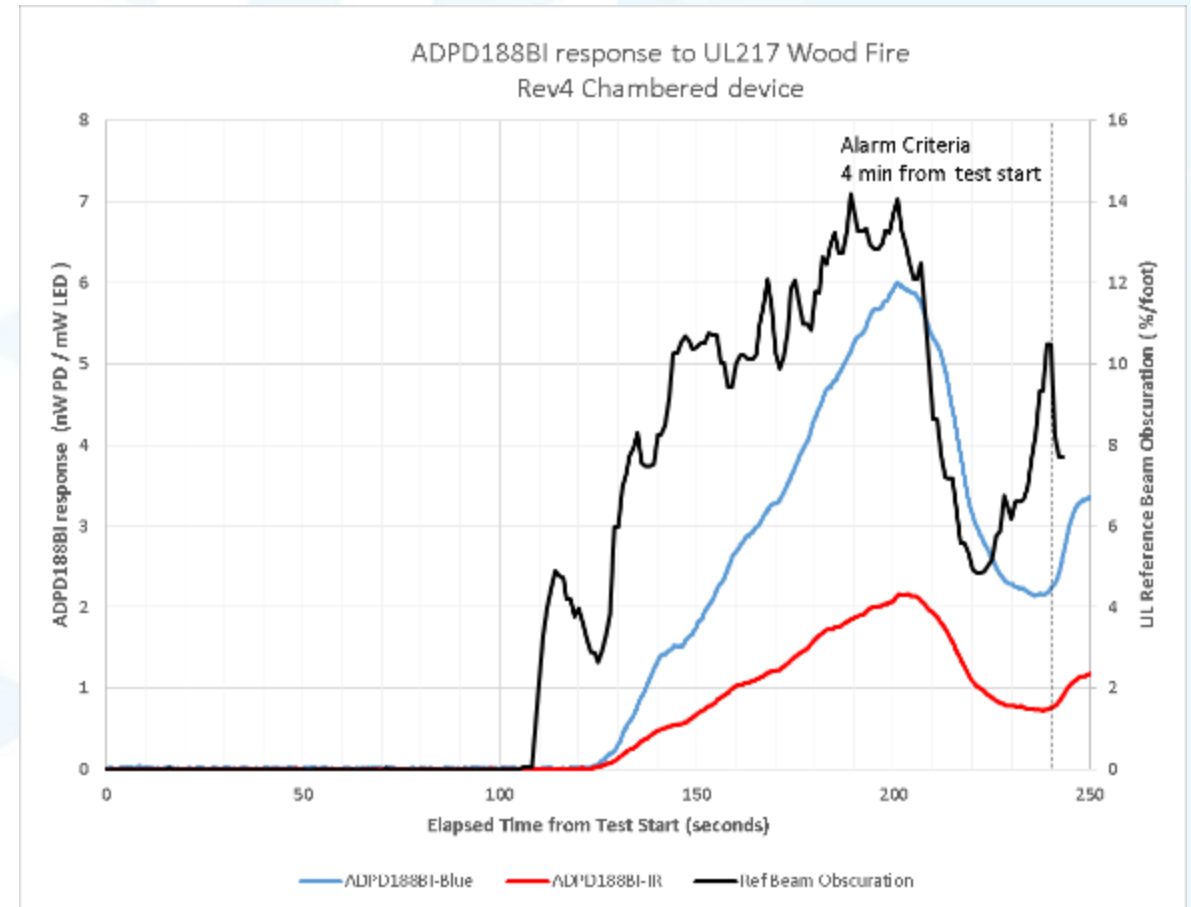


木头燃烧测试 - UL217 par. 51.3

未采用烟室

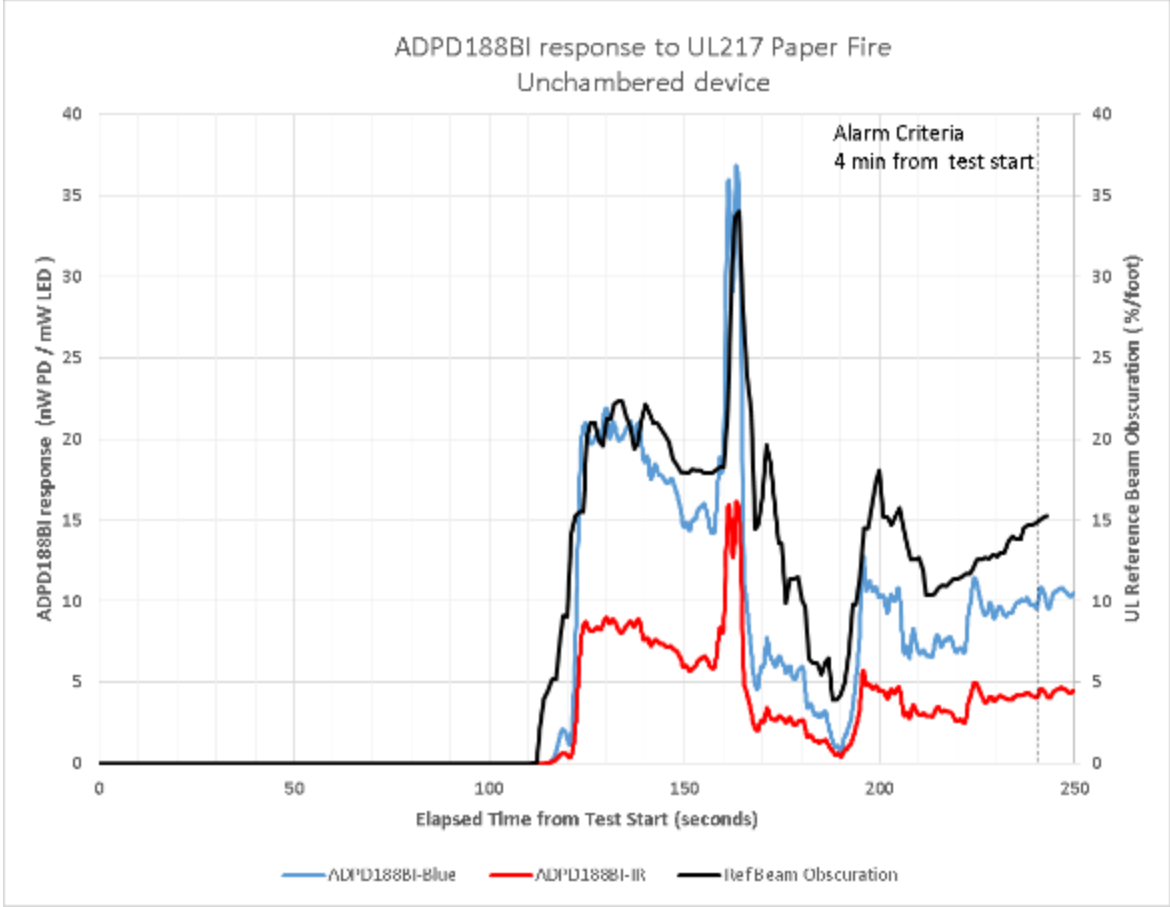


采用烟室

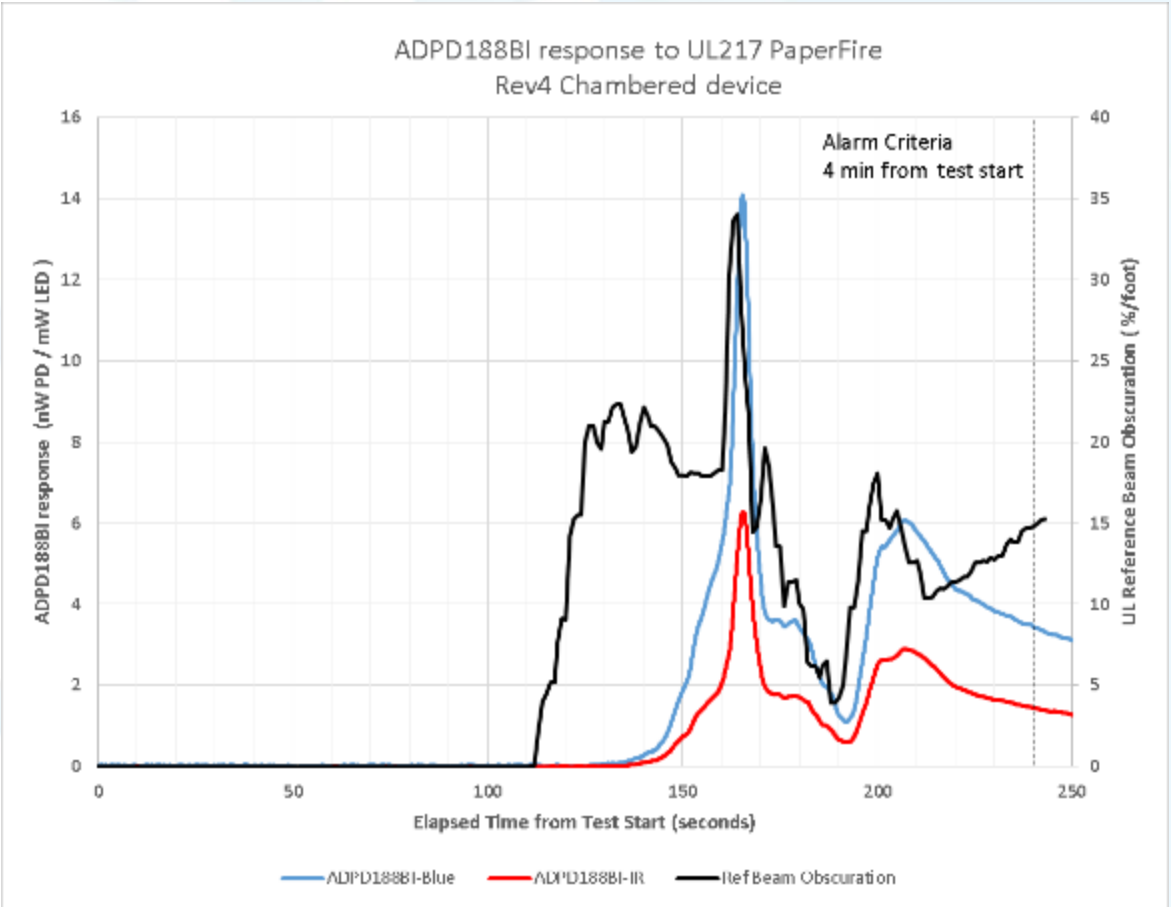


纸张燃烧测试 - UL217 par. 51.2

未采用烟室

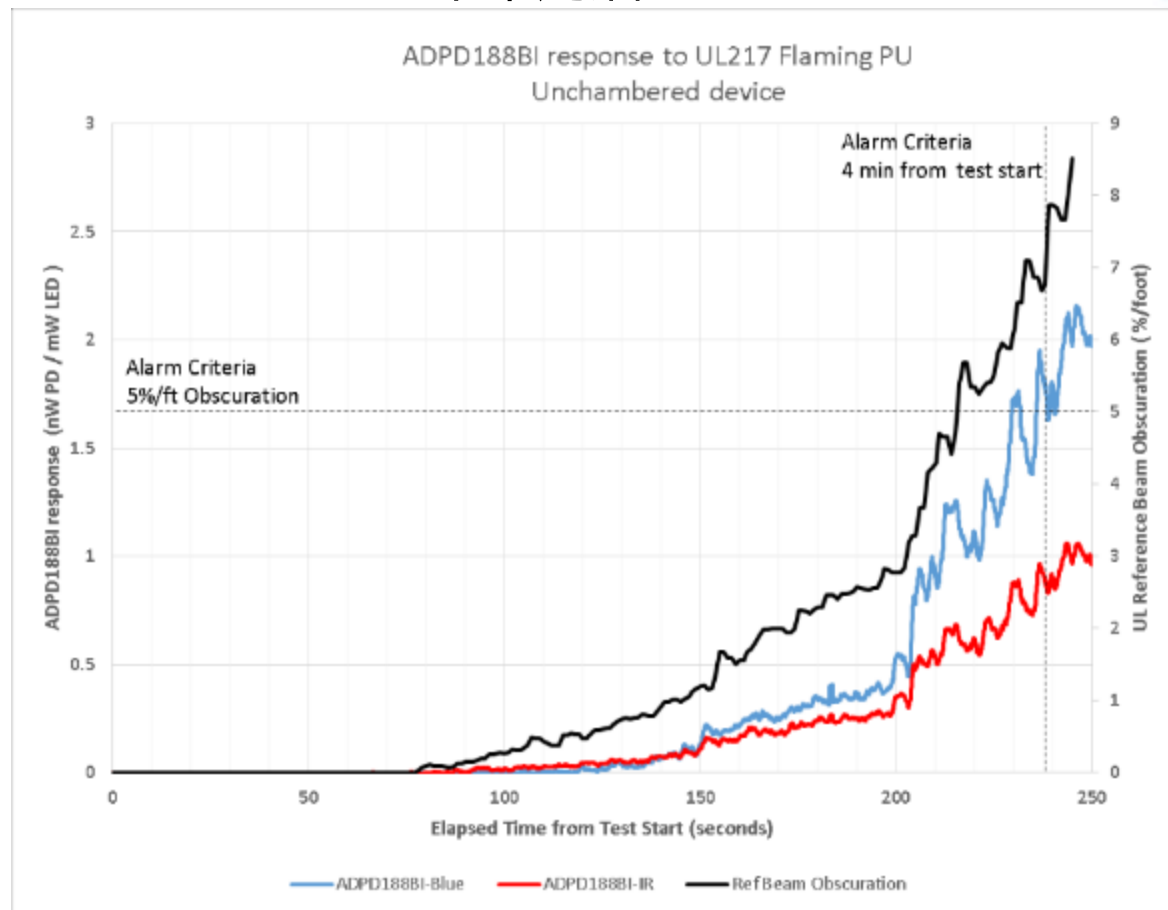


采用烟室

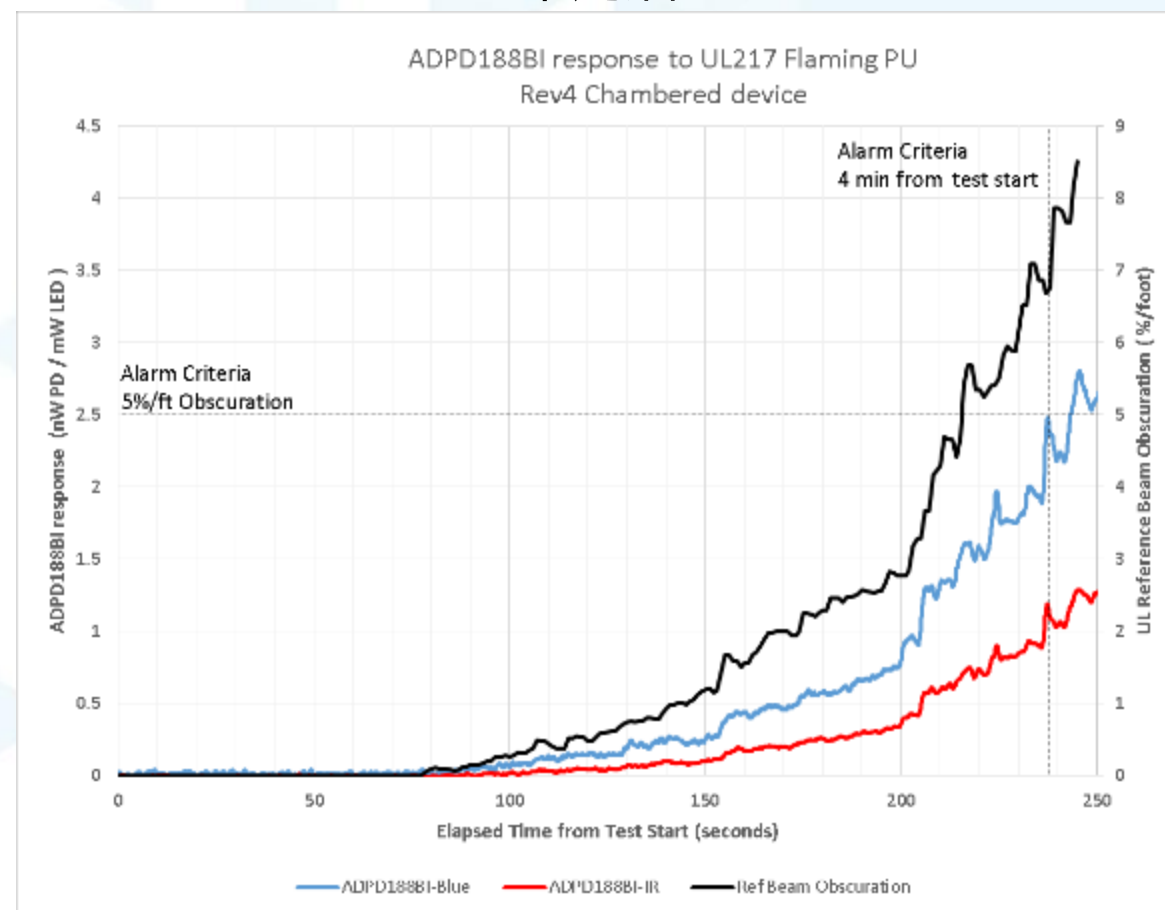


明燃的聚氨酯泡沫测试 - UL217 par. 51.4

未采用烟室

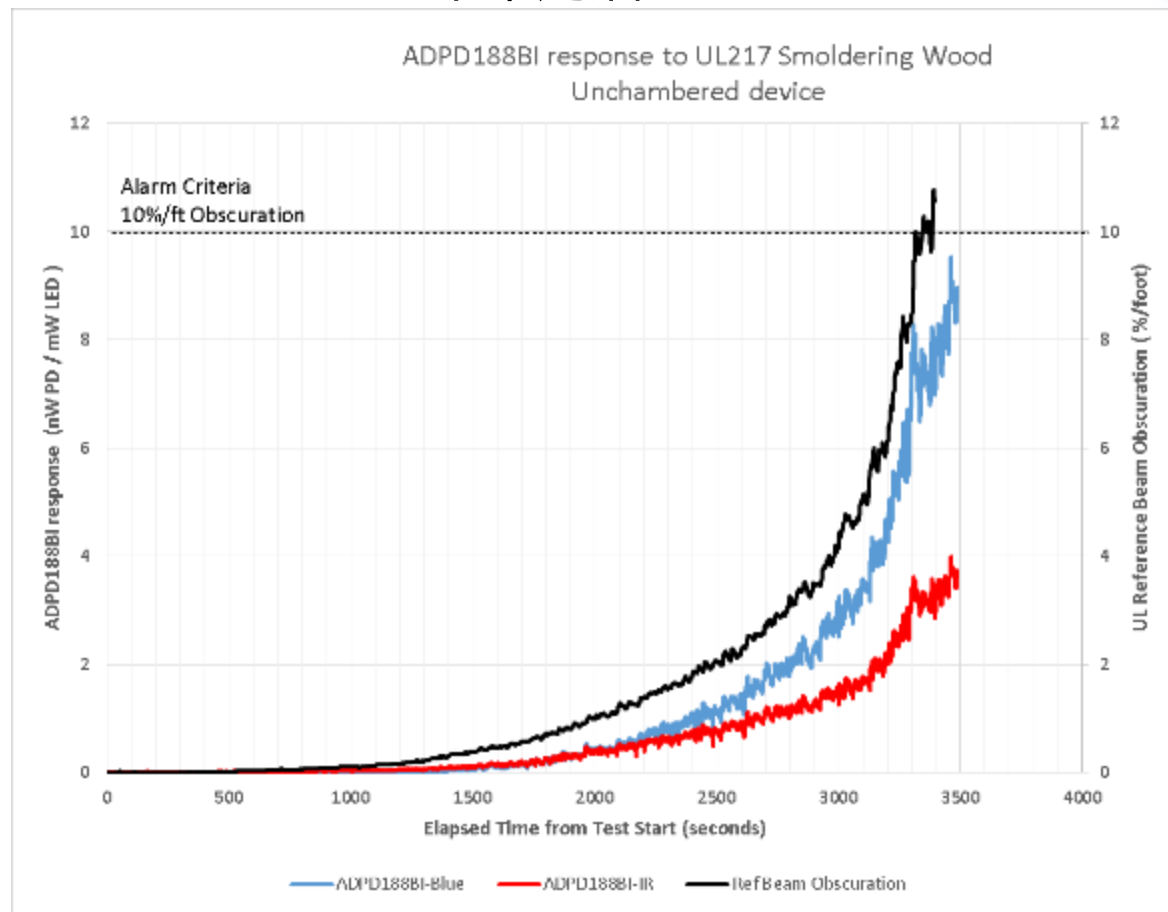


采用烟室

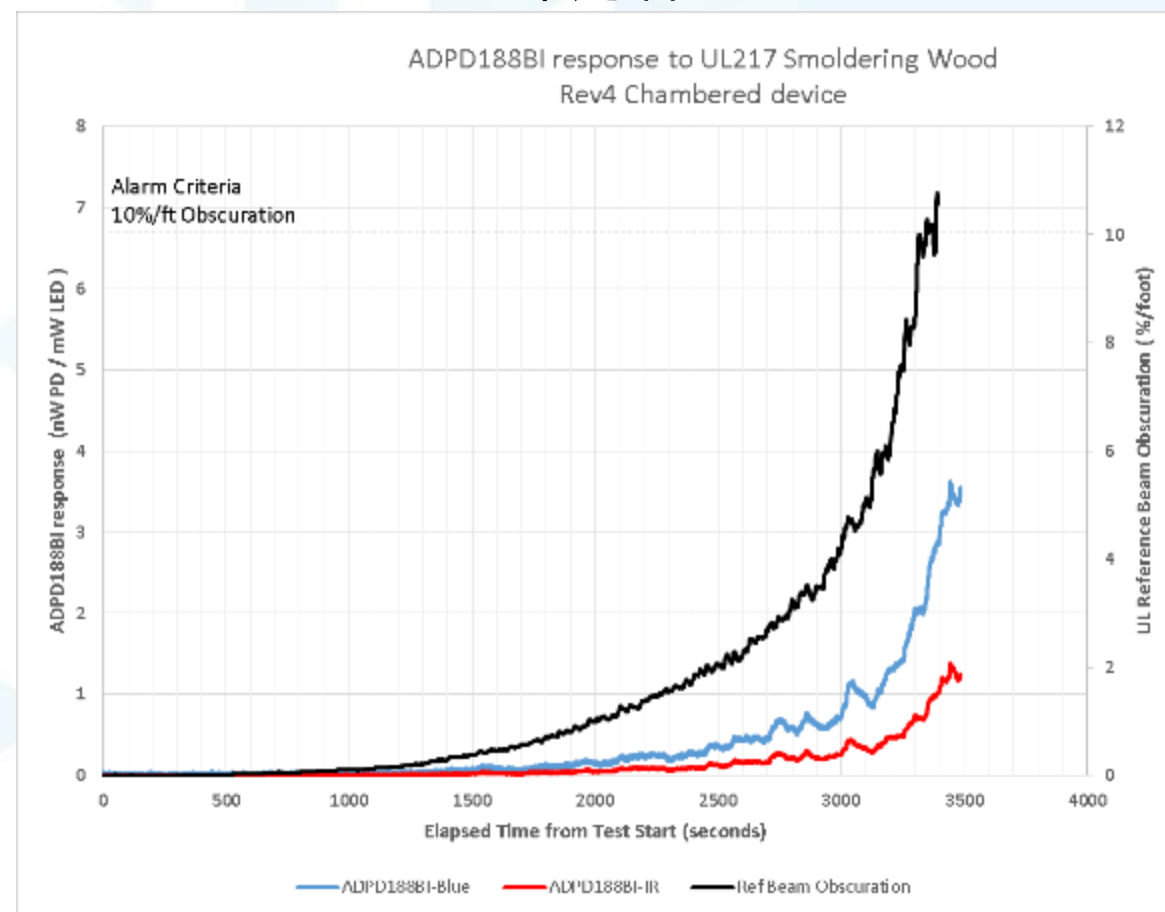


阴燃的木头测试 - UL217 par. 52

未采用烟室

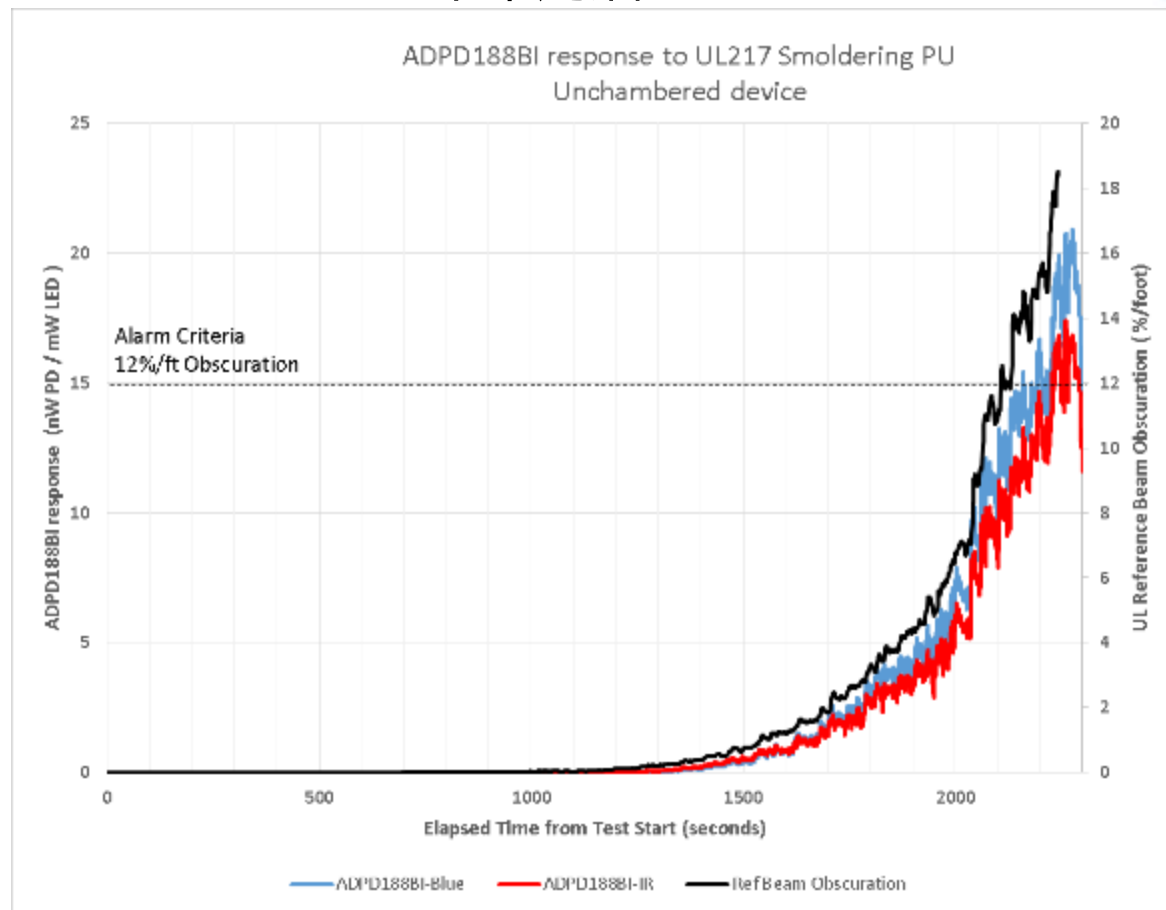


采用烟室

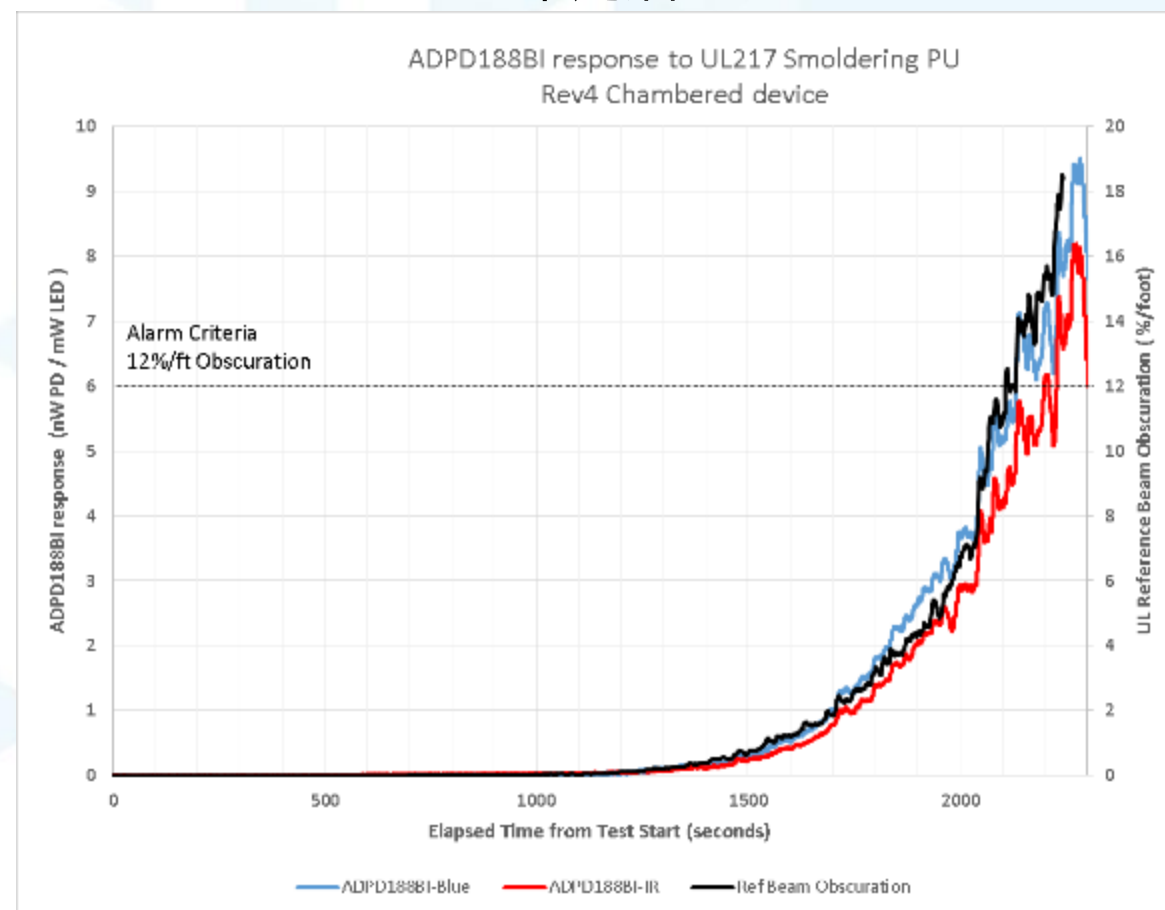


阴燃的聚氨酯泡沫测试 - UL217 par. 53

未采用烟室

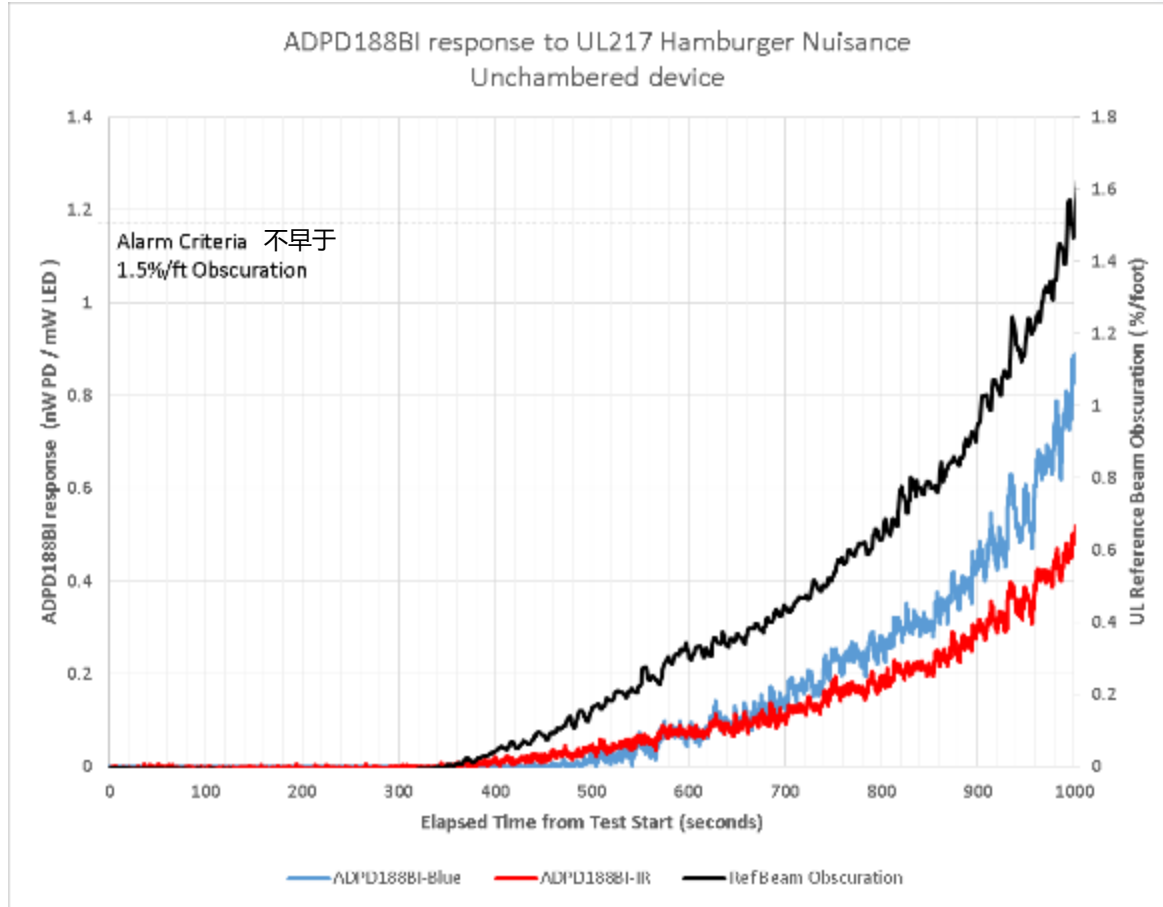


采用烟室

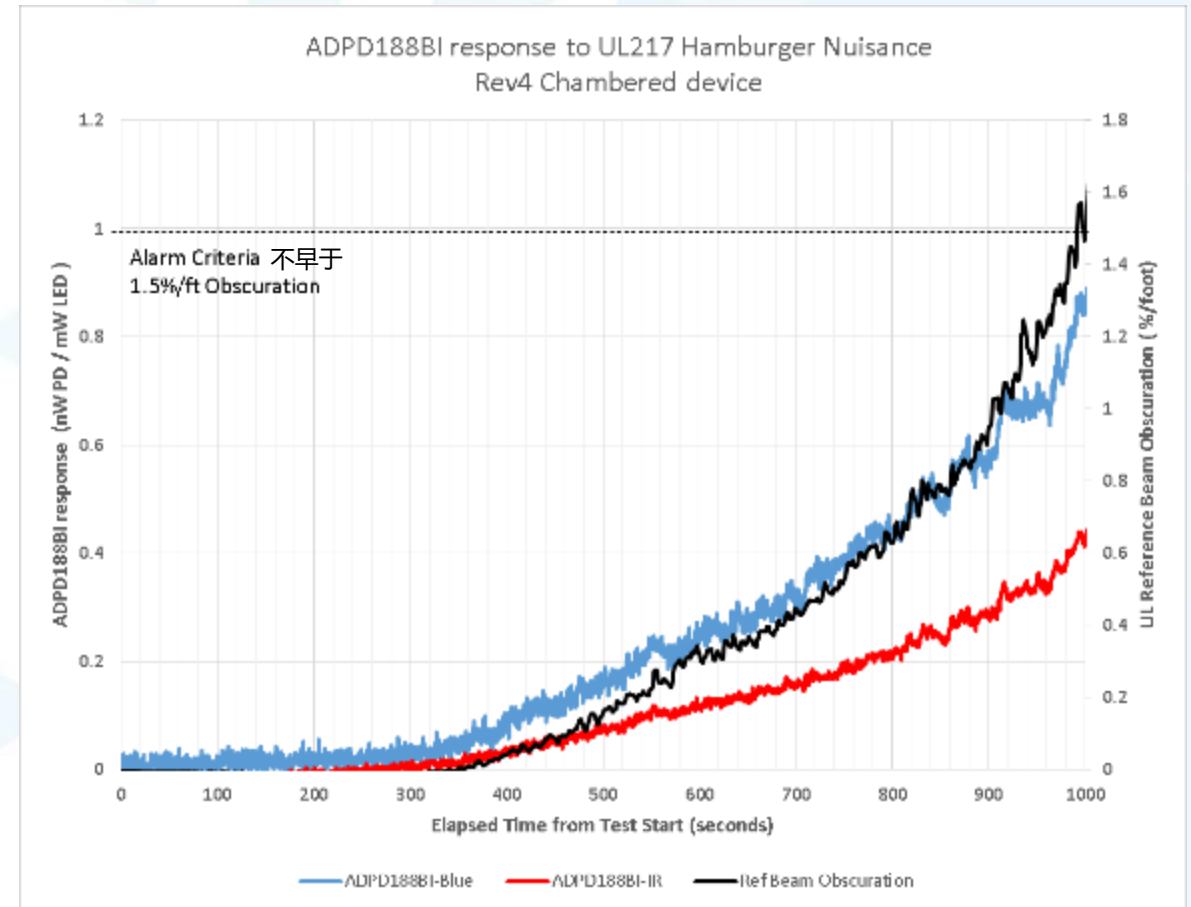


汉堡干扰测试 - UL217 par. 54

未采用烟室

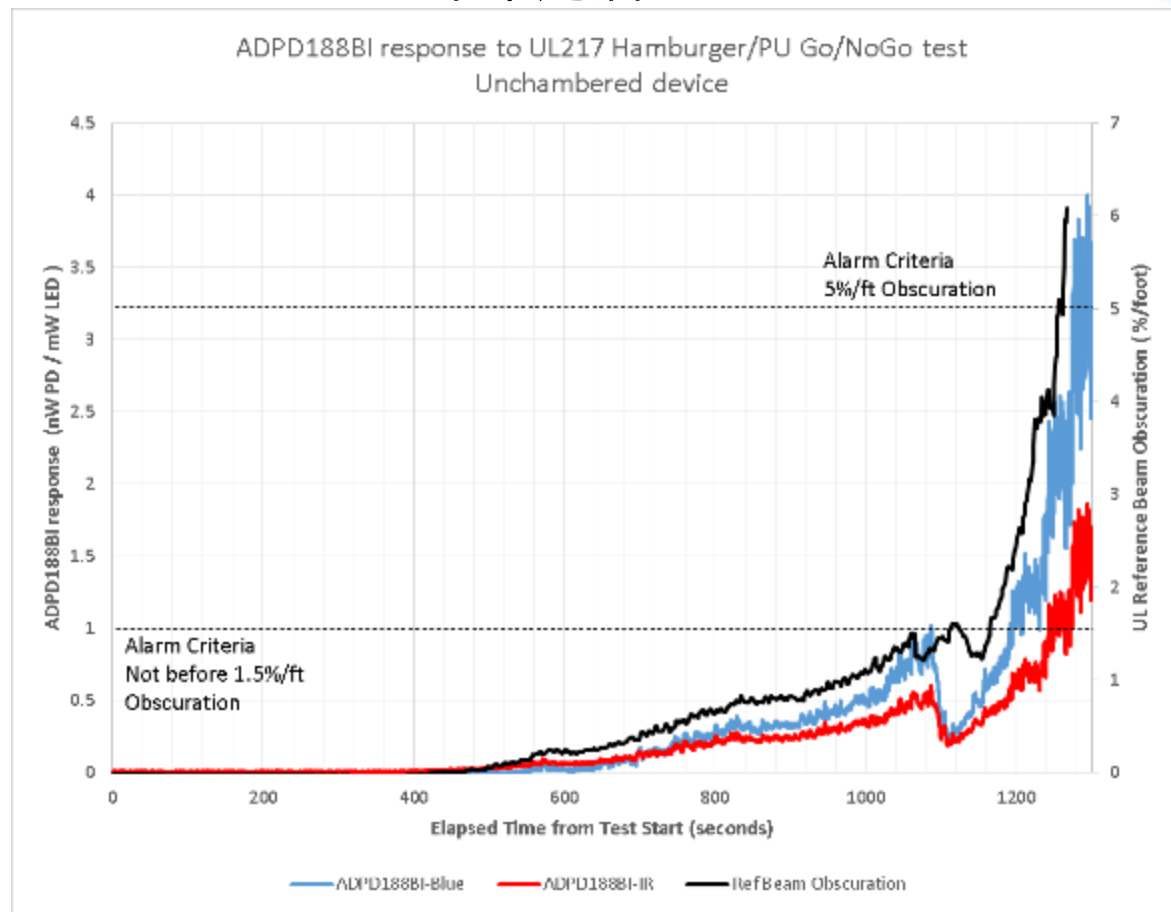


采用烟室

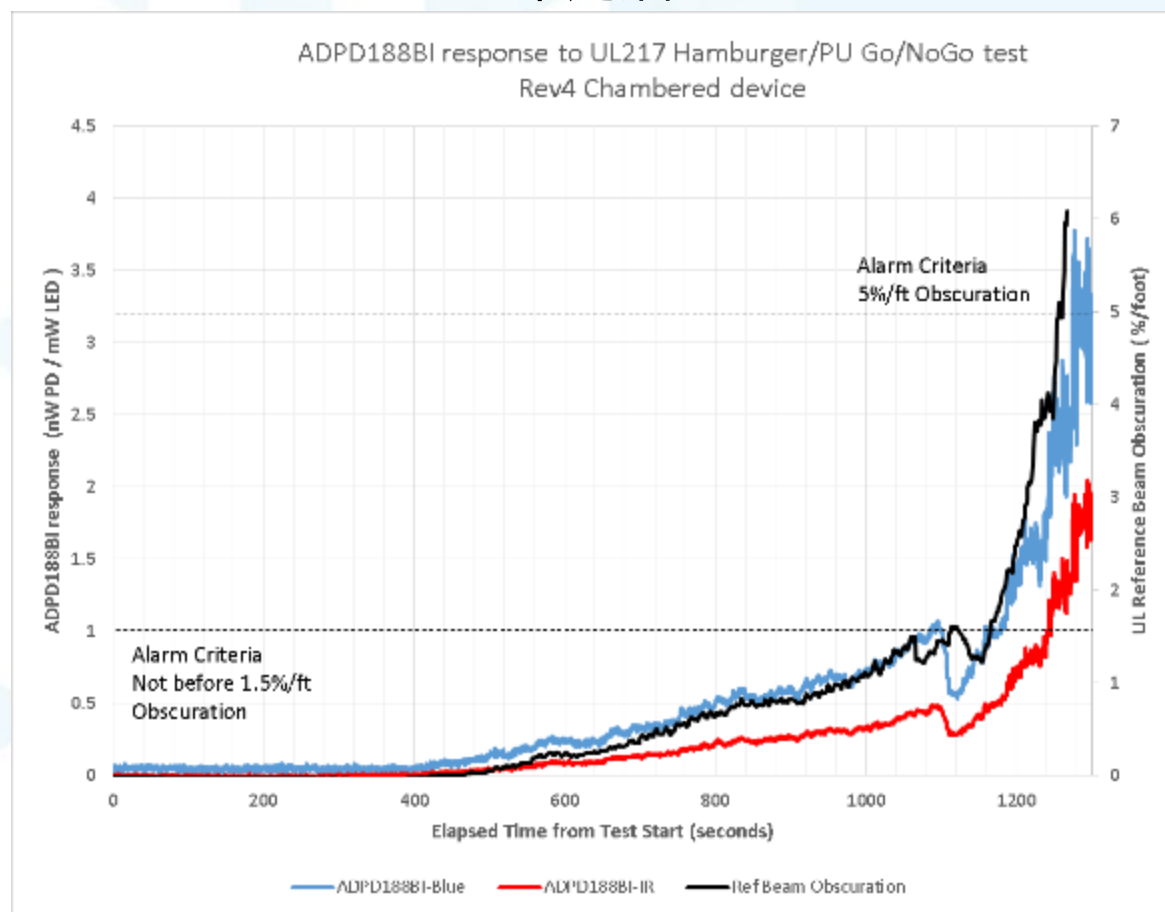


汉堡和聚氨酯泡沫Go/NoGo测试 - 建议用于UL217第9版

未采用烟室



采用烟室



系统问题和 设计考量

高一致性

在生产线上进行实施校准，公差保持在~10%以内

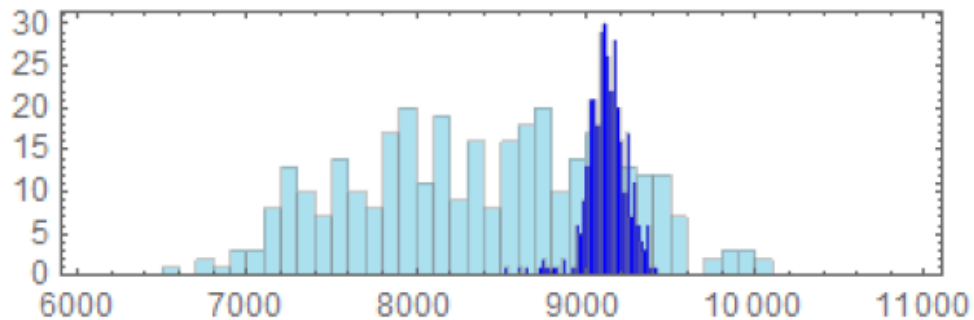
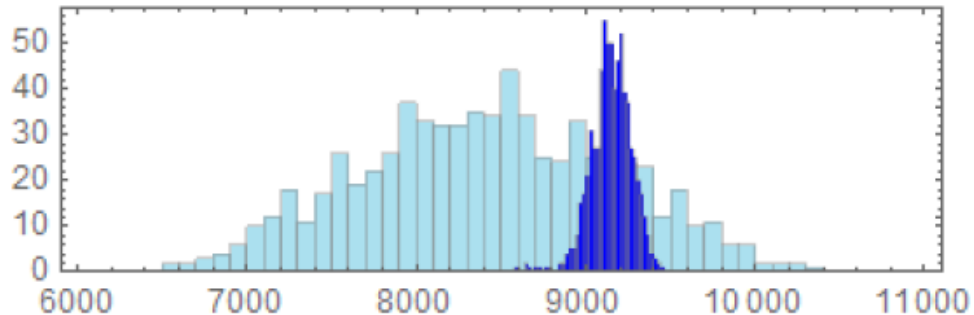
Histogram in light colors

Tester #1
Test and calibrate
Lot 1 qty: 350
Lot 2 qty: 731

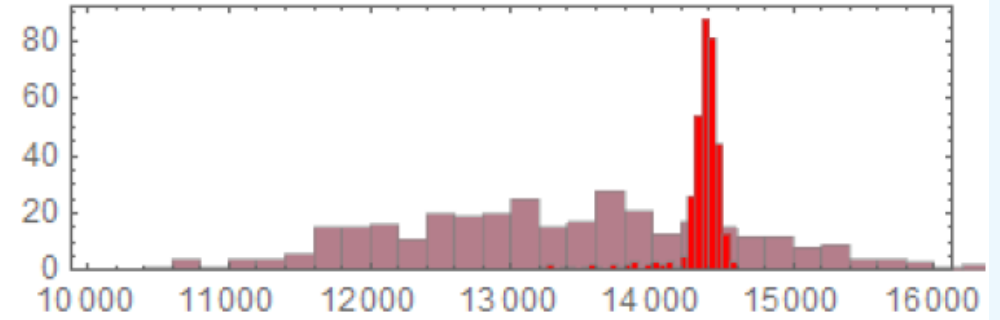
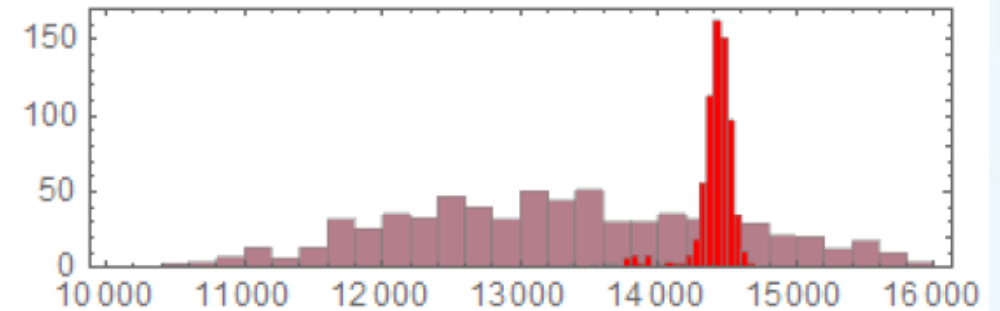
Histogram in Dark colors

Tester #2
Test and use previous cal
Lot 1 qty: 350
Lot 2 qty: 731

BLUE LED

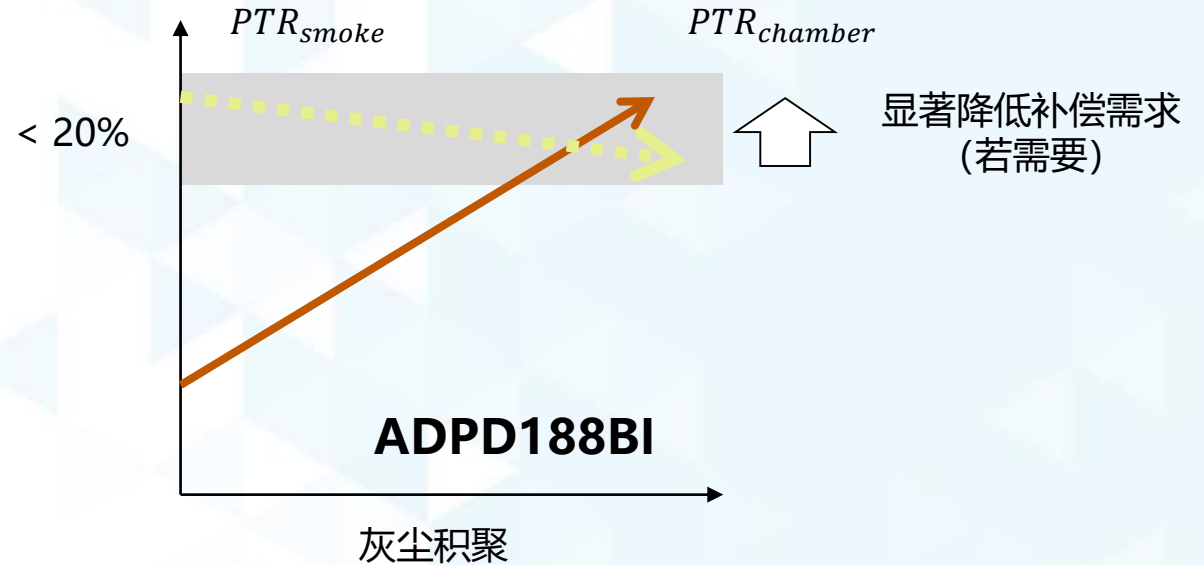


IR LED



灰尘灵敏度

- ▶ 所有表面的积尘水平相同时，烟室PTR上升的速度远快于烟雾PTR降低的速度。
 - 如果光学表面的灰尘散射0.1%的光，则散射信号会非常大，但是，ADPD188BI表面相同的积尘量可将“前向”光减少99.9%，可忽略不计
- ▶ 在临界积尘水平或“尘垢水平”下，烟雾的PTR会受到不利影响。
 - 监测烟室的PTR，并控制在一定范围内。
 - 烟室PTR过低→188BI上有“黑色尘垢”
 - 烟室PTR过高→积尘水平非常高
- ▶ 继续进一步改进对此数据的量化方式



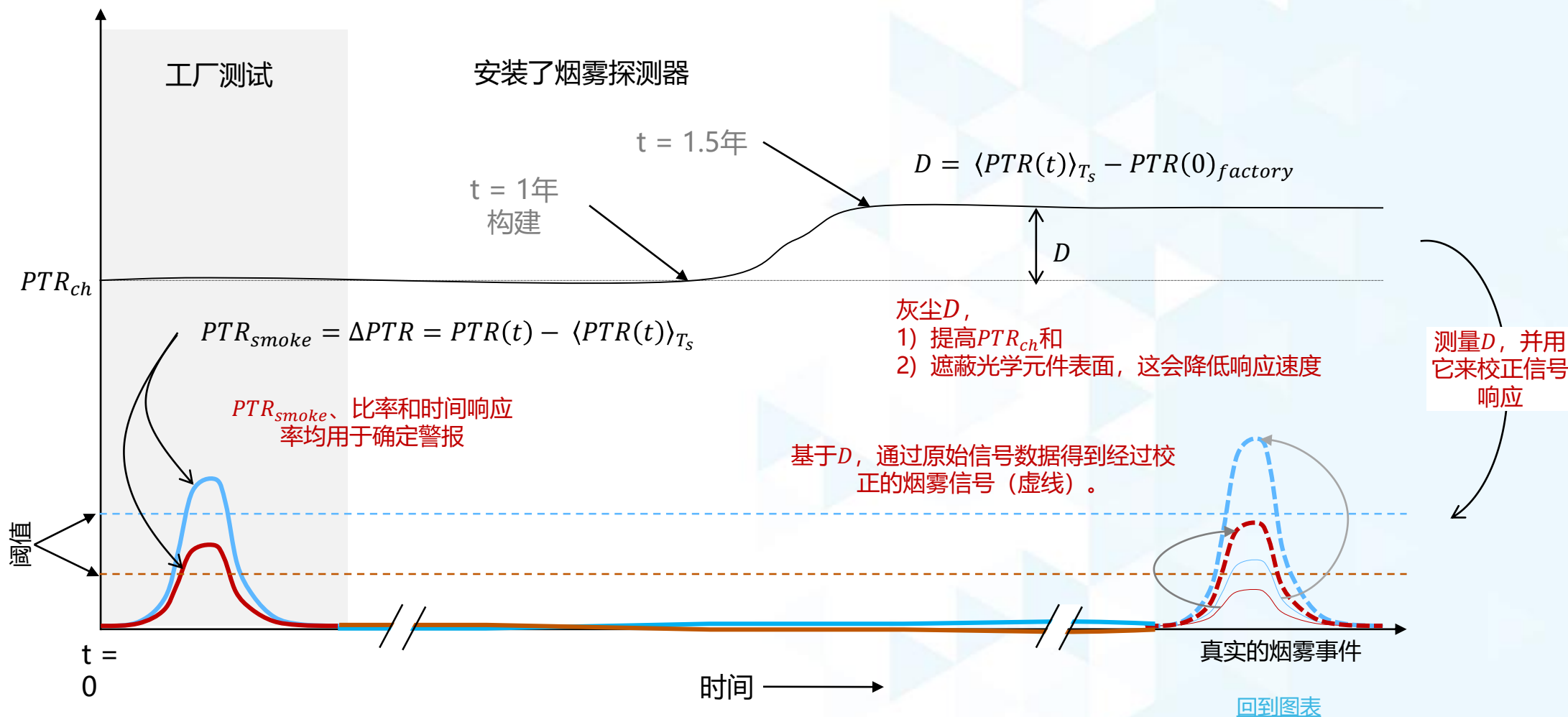
		蓝光	红外光
烟室PTR	之前	1	3.05
	之后	2.2	4.8
	变化率%	220%	157%
烟雾PTR	之前	1.3	0.4
	之后	0.89	0.32
	变化率%	-32%	-20%

最近的U/L运行数据
每次运行获取的数据都有所不同，所以这些数据仅用作指导

[回到图表](#)

如何理解灰尘造成的影响

$\langle PTR(t) \rangle_{T_s}$ 是过去在时间 $t - T_s$ 之前测量得到的PTR平均值，
可以估算烟雾中“快速”变化的PTR



- ▶ 蒸汽在烟室壁和光学器件上凝结
 - 看起来也像烟雾
 - 我们的一些测试中，比率测试（波长比）似乎具有一定的辨别能力
- ▶ 了解如何进行蒸汽测试
 - 关于如何更好地实施这些测试，有何建议？
 - 蒸汽的粒度分布随湿度、与蒸汽源的距离等因素而有较大的差异。
- ▶ 使用与AFE兼容的凝结测量解决方案
 - 使用AFE来确定是否发生了凝结
 - 初始数据非常具有吸引力！

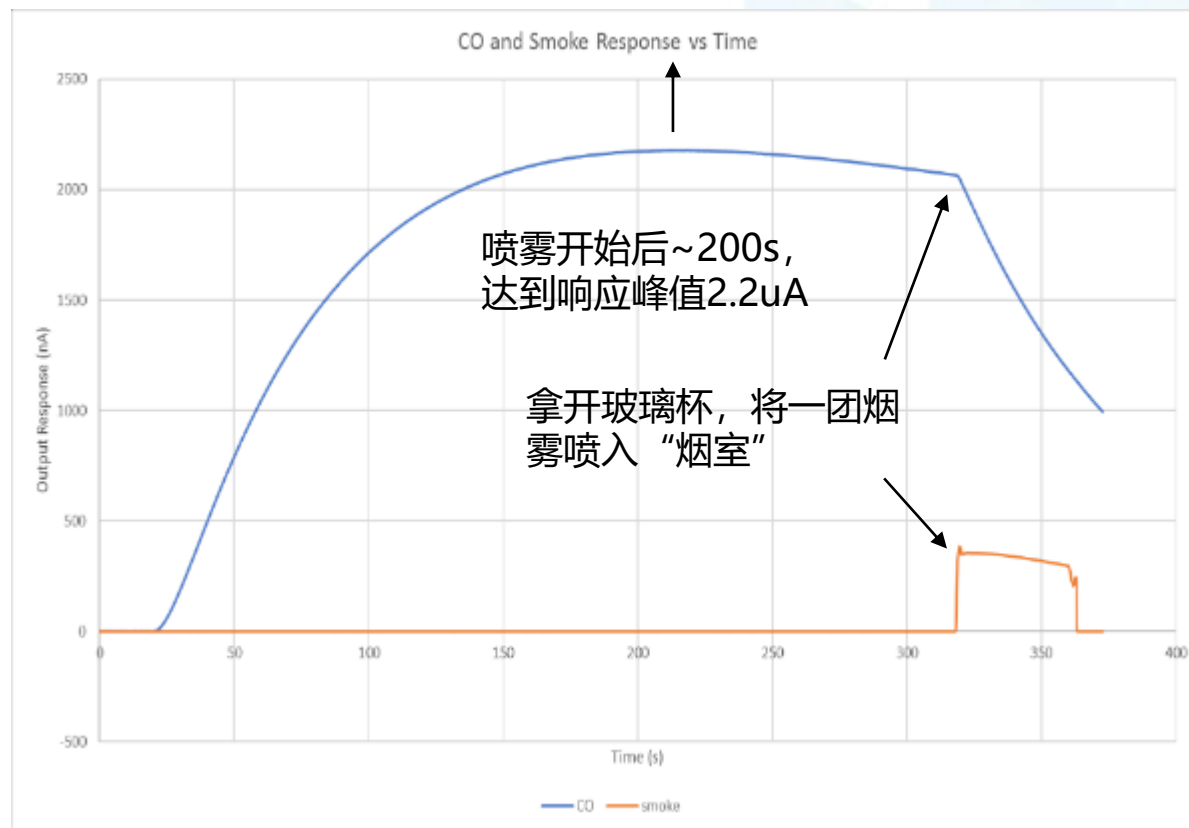
使用RTD实施温度检测

- ▶ 188BI上的额外通道可用于连接RTD传感器。
 - 还需要连接参考电阻。这会用完用于实施绝对测量的两个可用通道
 - 单个通道可用于实施相对测量，以及测量温度的快速上升

通过电化学电池进行CO测量

已完成使用ADPD188BI测量CO传感器的概念验证
计划全面表征这种测量方案的特性

- “CO检查” 检查喷雾罐：
2800ppm CO浓度。
- Figaro TGS5342 CO传感器规格：
0.7-1.4nA/ppm
- 2800ppm CO浓度会导致
1.96-3.92uA响应
- 罐内所有物质都喷入“烟室”



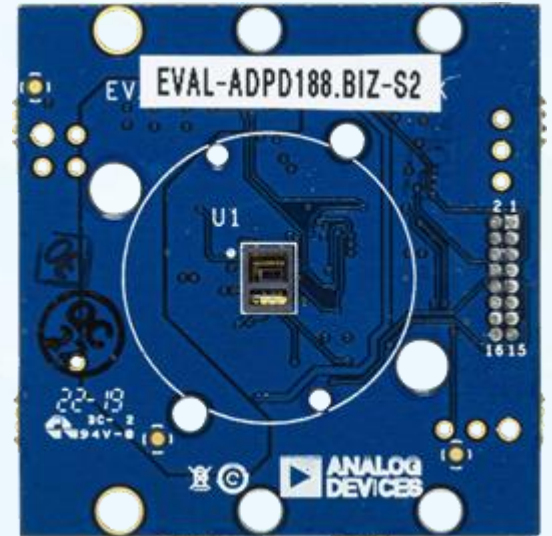
支持资源

ADPD188BI: 设计资源

- ▶ 评估板:
 - EVAL-ADPD188BIZ-SK2
 - 需要采用处理器控制板:
EVAL-ADPDUCZ
- ▶ 烟室
 - 需要评估许可
- ▶ [EngineerZone®](#)
- ▶ 驱动器: [GitHub ADPD驱动器](#)
- ▶ 产品主页: [ADPD188BI](#)



ADI获得评估许可的烟室
可以直接向ADI的合作伙伴
Accumold和
Arrow购买



EVAL-ADPD188BIZ-S2