

Gamma 传感器温度特性说明

盛密科技的 gamma 传感器（包括 3cc sensor 和 mini sensor）采用 CsI 晶体配合光电二极管完成对 gamma 射线强度的测量。其中，CsI 晶体承担接收入射的 gamma 光子，并将接收到的 gamma 光子的能量转化成可见光。由转化而来的可见光照射到光电二极管上，由光电二极管转化成电信号进行测量。

传感器工作在光子计数方式，即每一个接收到的 gamma 光子都转换成一个瞬时电脉冲，通过对电脉冲的计数及幅度分析，可以分析出 gamma 的强度和能量。由于 CsI 晶体以及晶体周围的材料物质的影响，单一能量的 gamma 光子产生的脉冲不是单一幅度的脉冲幅度谱，而是存在所谓的康普顿平台，因此，CsI+光电二极管的 gamma 传感器并不适合做能量的定量分析。因此使用中，通常只对 gamma 光子进行计数分析，根据光子计数率得到被测 gamma 辐射的强度。

Gamma 光子具有很高的能量，因此环境温度的变化对 gamma 光子的探测和能量转化影响很小，所以在传感器的工作温度范围内，温度的变化不会明显影响晶体对 gamma 光子的探测效率和光电转化而来的脉冲幅度的大小。然而，光电二极管的噪声却对温度敏感。当温度升高时，光电二极管的噪声幅度会增大，当温度超过一定值（约摄氏 40 度），光电二极管的噪声幅度会显著增大，当温度达到 50 度时，光电二极管的噪声会淹没低能 gamma 射线产生的脉冲。

系统应用一般采用脉冲幅度甄别器将 gamma 辐射产生的脉冲从噪声中分离出来，脉冲幅度甄别器的甄别电平设置为光电二极管的噪声高度。温度升高时，光电二极管的噪声幅度增大，就要求甄别电平增大，这样就会阻断一部分低能量的 gamma 光子电脉冲的通过，造成用户应用系统（非传感器本身）的计数率随温度的升高而下降的问题。用户应用系统须考虑此影响。

3cc 伽马传感器采用的是 Hamamatsu 公司的 S5106，mini sensor 采用的光电二极管为 Vishay 公司的 VBP104S，这两款二极管的温度特性可参考其对应的规格书说明。

3cc 伽马传感器使用的硅 PIN 光电二极管（Hamamatsu S5106）。随着温度的升高，变化会更加明显。例如，一个伽马传感器记录 100 个脉冲，表示 30 $\mu\text{REM/hr}$ ，而另一个传感器记录 150 个脉冲，表示相同的剂量率。另一方面，光电二极管（滨松 S5106）对环境温度非常敏感，尤其是当温度上升到 40 摄氏度以上时。因此，伽马传感器在安装到伽马监测仪上之后必须进行标定，并且伽马监测仪必须配有热敏电阻来补偿环境温度的变化。

值得注意的是，温度标定并不需要辐射源。相反，标定是通过分析噪声电平在不同条件下的表现以验证传感器在整个温度范围内的性能。此外，脉冲振幅筛选器通常用于从噪声中分离出伽马辐射脉冲。筛选器的阈值通常设置为光电二极管的噪声高度，但随着温度升高，噪声振幅增大，就必须提高筛选水平。这种调整会阻挡一些低能量的伽马光子脉冲，从而有可能降低用户应用系统（而不是伽马传感器本身）的脉冲计数率。

由于噪声与温度之间的关系缺乏固定的量化指标，每个伽马传感器都必须在实际应用中进行标定，因为各个光电二极管的性能可能会有所不同。

图 1 展示了 VBP104S 噪声（即反向暗电流）与温度之间的关系。该图清晰地说明了光电二极管噪声随温度升高呈指数增长。

图 2 展示了 3cc 伽玛传感器输出温度曲线与不同环境温度的关系，并以紧凑型镅 241 作为辐射检查源。

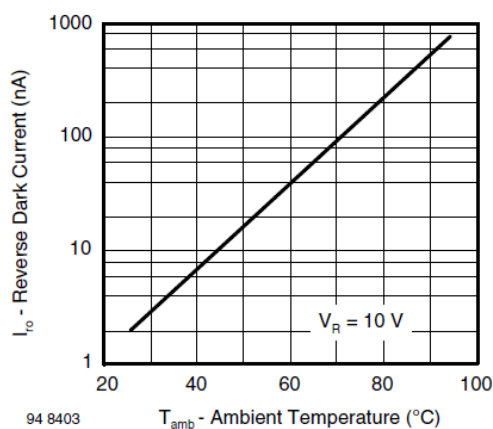


Fig. 1 - Reverse Dark Current vs. Ambient Temperature

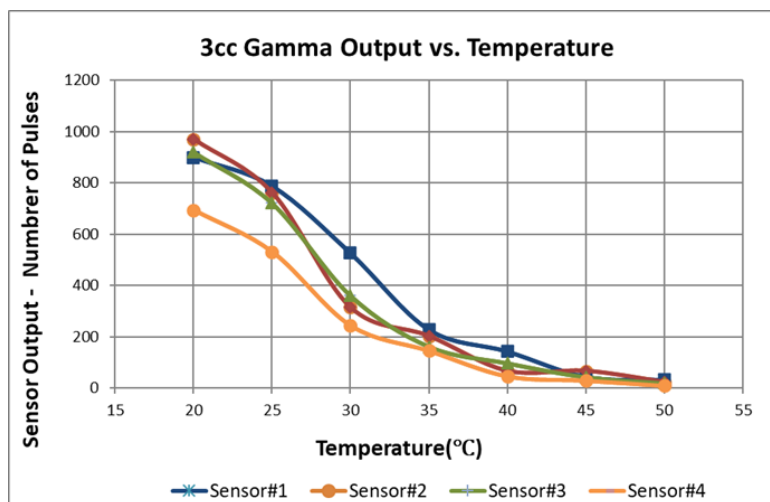


Fig. 2 – 3cc Gamma Output vs. Temperature