

气相色谱仪常用传感器 —— 光电管和光电倍增管

(青岛科技大学 山东化工研究院, 山东 济南 250014)

摘要: 气相色谱仪或者液相色谱仪硬件中, 光电管和光电倍增管一般用于色谱系统的检测器部分。光电管和光电倍增管是基于光电效应进行工作的, 可以将微弱的光线输入信号转换成电信号, 以利于检测。光电倍增管在日常使用中需要避免光线强度过大, 可能造成器件电气损坏。本文对于光电管和光电倍增管的基本工作原理、常见应用场合和使用注意事项予以说明, 希望对色谱工作者和色谱维修人员的日常工作具有一定程度的帮助。

关键词: 气相色谱仪; 液相色谱仪; 光电管; 光电倍增管

中图分类号: O657.7+1

文献标识码: B

气相色谱仪的火焰光度检测器 (FPD)、硫化学发光检测器 (FPD)、液相色谱的荧光检测器、紫外检测器以及蒸发光检测器都是基于光电效应的原理进行检测, 这些检测器内部均安装有光敏传感器, 例如光电晶体管、光敏电阻以及光电管和光电倍增管。

光敏传感器是将光信号转换成电信号的一类传感器, 因其体积小、灵敏度高、功耗低等优点, 在自动控制领域得到较为广泛的应用。

当特定波长光线照射某些物体表面时, 物体收到具有一定能量光子的轰击, 物体中电子吸收光子能量而发生相应的电效应, 例如电导率变化、发射电子或产生电动势等, 此种现象称为光电效应。

1 光电效应通常分为三类:

1) **外光电效应**——在光线的作用下, 可以使电子逸出物体表面的现象。基于外光电效应的光电元件有光电管、光电倍增管等。

2) **内光电效应**——在光线作用下能使物体电阻率发生变化的现象。基于内光电效应的光电元件有光敏电阻等。

3) **光生伏特效应**——在光线的作用下, 能使物体产生一定电动势的现象。基于光生伏特效应的元件有光电池、光电晶体管等。

2 光电管的工作原理

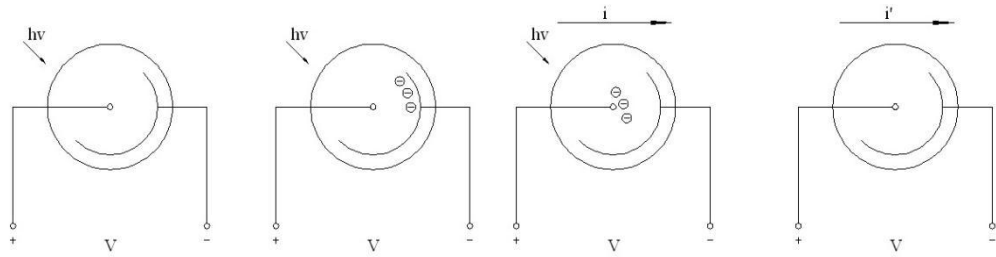


图1 光电管的基本工作原理图

如图1所示，在真空（或充有惰性气体）的玻璃容器内装有阴极和阳极，阴极表面涂有感光金属层，两级之间施加数百伏特的电压。在无光照的情况下，阴极阳极之间仅有极为微弱的电流流过，称为漏电流 i' 。当特定波长光束照射在阴极表面时，阴极表面逸出一定数量的光电子，在电场的作用下向阳极移动，形成光电流 i 。

光电管的阴极材料一般采用碱金属 Li、K、Na 等，用于紫外光区域的涂覆 Hg、Au、Ag 等金属材料，当入射光束的频率低于某个数值（波长高于某个数值）时，光电效应不再发生。即使增加入射光强度，也不会产生光电流。

在一定范围内，光电流的强度与入射光束的强度成正比，因此光电管可以将明暗变化的光信号转换成强弱变化的电信号，但其存在灵敏度较低的弱点，不能检测微弱光信号。

3 光电倍增管

光电倍增管除去阴极和阳极之外，增加了若干个倍增电极（亦称为打拿极或次级发射阴极），可以实现更高的光电转换灵敏度，光电倍增管的结构如图2所示。

打拿极的工作原理是次级电子发射，即具有一定能量的电子轰击某些金属表面时，会有更多的电子从该表面释放出来。例如每个电子激发 3-6 个电子，这些电子经电场加速后轰击到下一个打拿极表面，将产生更多电子，如此不断倍增，最终阳极收集到的电子数达到阴极发出光电子数目的 10^8 倍以上，所以光电倍增管的灵敏度要显著高于光电管，微弱的光照就可以产生较大的输出电流。

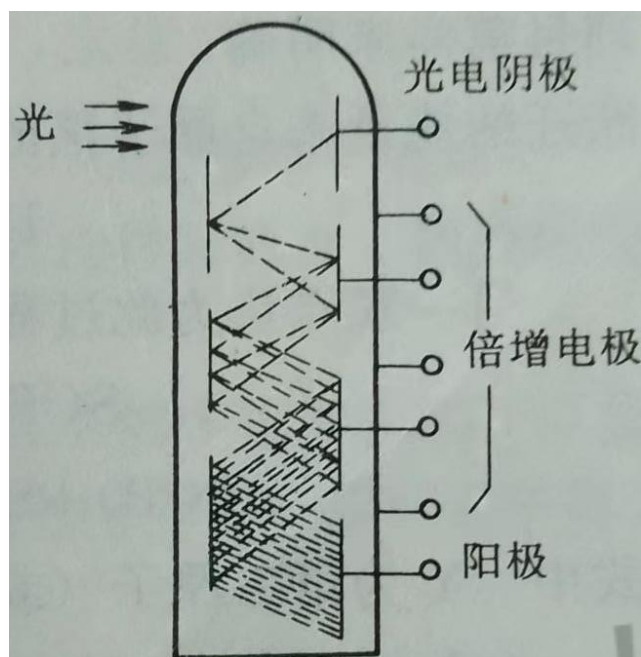


图2 光电倍增管的原理

光电倍增管良好运行需要供电电源保持稳定、表面清洁干燥和良好的散热条件，特别注意不可以使其接受过于强烈的光照，可能会造成倍增电极的老化甚至损坏。当色谱系统使用氦气做载气时，一般需要将光电倍增管周围以氮气保护，避免氦气渗入倍增管内部，造成分析灵敏度降低或者损坏。

光电倍增管一般用于气相色谱仪的火焰光度检测器(FPD)、脉冲火焰光度检测器(PFPD)和硫化学发光检测器(SCD)，用于微量有机硫和有机磷化合物的测定，可以获得极高的分析灵敏度。

光电倍增管工作时需要较高的直流电压，运行环境需要保持较低的湿度。

光电倍增管一般配合微电流放大器工作，与氢火焰离子化检测器(FID)相比，由于其漏电流相对较大，FPD检测器的噪声水平略高。

4 小结

光电管、光电倍增管的基本原理。