

激光尘埃粒子计数器的原理、应用及组成

1 引言

目前激光尘埃粒子计数器的用户越来越多，激光尘埃粒子计数器广泛应用于医药、电子、精密机械、彩管制造、微生物等行业中，实现对各种洁净等级的工作台、净化室、净化车间的净化效果、洁净级别进行监控，以确保产品的质量。激光尘埃粒子计数器是用来测量空气中尘埃微粒的数量及粒径分布的仪器，从而为空气洁净度的评定提供依据。常见的激光尘埃粒子计数器是光散射式（DAPC）的，测量粒径范围 0.1-10 μm ，此外还有凝聚核式的激光尘埃粒子计数器（CNC），可测量尺寸更小的尘埃粒子。本文将介绍光散射式激光尘埃粒子计数器。

2. 激光尘埃粒子计数器的工作原理

激光尘埃粒子计数器基本原理是光学传感器的探测激光经尘埃粒子散射后被光敏元件接收并产生脉冲信号，该脉冲信号被输出并放大，然后进行数字信号处理，通过与标准粒子信号进行比较，将对比结果用不同的参数表示出来。空气中的微粒在光的照射下会发生散射，这种现象叫光散射。光散射和微粒大小、光波波长、微粒折射率及微粒对光的吸收特性等因素有关。但是就散射光强度和微粒大小而言，有一个基本规律，就是微粒散射光的强度随微粒的表面积增加而增大。这样只要测定散射光的强度就可推知微粒的大小，实际上，每个粒子产生的散射光强度很弱，是一个很小的光脉冲，需要通过光电转换器的放大作用，把光脉冲转化为信号幅度较大的电脉冲，然后再经过电子线路的进一步放大和甄别，从而完成对大量电脉冲的计数工作。此时，电脉冲数量对应于微粒的个数，电脉冲的幅度对应于微粒的大小。这就是光散射式激光尘埃粒子计数器的基本原理。

3.1 光源

光源是激光尘埃粒子计数器的关键部件，对仪器的性能影响很大。光源要求稳定性高、寿命长、不受干扰。激光尘埃粒子计数器的光源有普通光源和激光光源两种。普通光源为碘钨灯，体积大、发热量高、寿命短，开机后需要预热。激光光源为激光器，体积小、稳定性高、寿命长，常与检测腔及光检测器做成一体，组成传感器。常见的激光光源有 HeNe 激光器、激光二极管。采用普通光源的激光尘埃粒子计数器对 0.3 μm 以下的微粒信号响应很低，其信号幅度与计数器本身的噪声幅度相差无几，信号很难从噪声中检测出来。此类仪器虽然标有 0.3 μm 这一通道，但只适于测定大于 0.3 μm 特别是 0.5 μm 以上的微粒。由于激光的单色性好，光能量集中稳定，所以采用激光光源的激光尘埃粒子计数器其传感器有较高的信噪比，此类仪器有些能检测到 0.1 μm 的微粒。

3.2 测量腔

测量腔是进行微粒观测的空间，被采集的空气要从测量腔内穿过。仪器的光学系统使光源经透镜、狭缝照射到测量腔中，形成一个体积约几个立方毫米的光敏感区。当空气中的尘埃通过光敏感区时，会散射出一部分光能量，被与入射光成一角度（90 度或 70 度）的集光透镜收集，再投射到光检测器上。

3.3 光检测器

光检测器是将散射光能量转换为电信号的光电转换器件。激光尘埃粒子计数器中最常用的光检测器是光电倍增管和光电二极管。

光电倍增管把光电子放大几万倍后转换成几个毫伏到几十毫伏的电信号，具有光谱线性好、响应时间快、暗电流小的优点，缺点是体积大。光电倍增管工作时需加上几百伏特的负高压，仪器中有相应的高压产生电路，在对仪器进行调试或校准时应注意安全。光电二极管是一种受到光照后能产生电子的半导体元件，具有体积小、外围电路简单的特点，常与检测腔做成一体。

3.4 流量监控

激光尘埃粒子计数器的采样流量一般为 2.83L/min 或 28.3L/min，进口仪器常标识为 0.1cfm（立方英尺每分钟）或 1cfm，主要是为了便于进行符合 Fed-Std-209E 的洁净度的计算。大流量的采样（28.3L/min）更能准确地反映空气的洁净状况，但使最大采样浓度降低。

3.5 气泵及过滤器

气泵位于激光尘埃粒子计数器内部，气泵使仪器产生采样流量。气泵要求噪音低、振动小、产生的气流稳定。过滤器应能过滤掉 0.3 μ m 以上的微粒，以免从仪器排出的空气对洁净区产生影响。

3.6 电路系统

不同粒径大小的粒子经激光尘埃粒子计数器的光电系统转换后，会产生不同幅度（电压）的电脉冲信号，粒径越大，脉冲电压越高。信号电压与粒径之间的关系，也叫转换灵敏度。对于给定的激光尘埃粒子计数器，粒径大小与脉冲电压是一一对应的，例如某台激光尘埃粒子计数器的转换灵敏度为 0.3 μ m 对应 69mv，0.5 μ m 对应 531mv，1.0 μ m 对应 701mv 等，若激光尘埃粒子计数器检测到一个脉冲为 100mv，则这个粒子的大小肯定大于 0.3 μ m 而小于 0.5 μ m。激光尘埃粒子计数器是测量大于等于某一粒径的粒子数量的仪器，其内部电路就是统计大于等于某一电压值的脉冲数量的电路。对于上段中的例子，测量空气中大于等于 0.3 μ m 粒子的数量，在电路中就是统计大于等于 69mv 的脉冲的个数，测量大于等于 0.5 μ m 粒子的数量，在电路中就是统计大于等于 531mv 的脉冲的个数，依此类推。所以仪器对尘埃粒子的测量，主要靠转换灵敏度这个参数。

另外需要说明的是，每台激光尘埃粒子计数器的转换灵敏度均不同，在出厂时及以后须定期用标准粒子进行校准，以获得最佳转换灵敏度值。电路系统就是完成对脉冲信号的放大、甄别、计数的电路。此外还包括电源、控制、显示、计算、打印等电路。

使用激光尘埃粒子计数器的注意事项

- 1、当入口管被盖住或被堵塞，不要启动计数仪
- 2、激光尘埃粒子计数器应该在洁净环境下使用，以防止对激光传感器的损伤
- 3、不要测有可能产生反应的混合气体（如氢气和氧气）。这此气体也可能在计数器内产生爆炸。测这些气体需与厂家联系为取得更多的信息。
- 4、没有高压减压设备（如高压扩散器）不要取样压缩空气，所有的颗粒计数仪被设计用于在一个大气压下操作。
- 5、水，溶液或其它液体都不能从入口管进入传感器。
- 6、颗粒计数仪主要用来测试净化车间干净的环境，当测的地方有松散颗粒的材质，灰尘源，喷雾处时，须最少保持距进口管至少十二英寸远。以免以上的颗粒及液体污染传感器及管路。
- 7、取样时，避免取样从计数器本身排出来的或被计数器出来的气体所污染的气体。
- 8、在连接外置打印机或连接外接温湿度传感器时，需先关掉计数器；当执行打印操作时，打印机上须有打印纸，否则会损伤打印头。