

粒子计数器

粒子计数器由显微镜发展而来，经历了显微镜、沉降管、沉降仪、离心沉降仪、颗粒计数器、激光空气粒子计数器、PCS 纳米激光空气粒子计数器的过程，其中因激光空气粒子计数器测试速度快、动态分布宽、不受人为影响等各方面的优势，而成为近年来很多行业的主流产品。



Fluke 983 粒子计数器

基本原理

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，就是光散射式粒子计数器的基本原理。 粒子计数器测量原理实际上，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。

尘埃粒子计数器的具体工作原理：来自光源的光线被透镜组聚焦于测量腔内，当空气中的每一个粒子快速地通过测量腔时，便把入射光散射一次，形成一个光脉冲信号。这一光信号经过透镜组 2 被送到光检测器，正比地转换成电脉冲信号，再经过仪器电子线路的放大、甄别，拣出需要的信号，通过计数系统显示出来。

需要指出的是，虽然仪器称为“计数器”，但是仪器分辨微粒大小的能力更为重要。因为电脉冲的计数很简单，而判断粒子的大小非常重要。

量值溯源

《计量法》明确了保障计量单位的统一和量值的准确可靠。无论是在生产、经营还是科学研究等方面，计量工作都是维护正常社会经济活动的重要保证。国家为保证全国的某一参数量值的一致、准确，使在用计量器具的量值能够溯源到国家计量基准，实现全国某一参数量值的准确，自上而下的建立了完善的全国量值溯源体系。其目的主是通过对在用计量器具的校准，来保证生产、经营以及科学研究等各项经济活动的正常进行。

粒子计数器是国家规定的计量器具，在使用一段时间后，其光学系统及检测系统都会发生变化，如光源老化、发光效率降低或聚焦错位、透镜被污染，从而使整机的转换灵敏度变化。因此需按 JJF1190-2008《尘埃粒子计数器校准规范》的要求每年定期到建筑能源与环境检测中心进行定期校准，对仪器各方面进行调整，以获得最佳工作状态。

主要部件

光源是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 $0.3\mu\text{m}$ 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 $0.3\mu\text{m}$ 这一通道，但只适于测定大于 $0.3\mu\text{m}$ 特别是 $0.5\mu\text{m}$ 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 $0.1\mu\text{m}$ 的微粒。

分类

1、按测试原理：光散乱法测试（白光、激光）、显微镜法测试、称重法测试、DMA 法测试（粒径分析仪）、惯性法测试、扩散法测试、凝聚核法测试(CNC)等。

2、按流量：小流量 $0.1\text{cfm}(2.83\text{L}/\text{min})$ 大流量 $1\text{cfm}(28.3\text{L}/\text{min})$ ，目前 GMP 新规定中也有 $50\text{L}/\text{min}$ 流量的仪器了；

3、按形状、体积大小：手持式、台式

4、按测试通道：单通道（只测某一种粒子径）；双通道（测试某两种粒子径）；多通道（测试多种粒子径）

5、其他：粒子计数器的应用领域

特性

日期和时间显示；

USB 高速通信接口；

RJ-45 远程控制通信接口；

内置 COM 串行打印机接口；

计数超限报警：仪器可设置 10 级、100 级、1000 级、10000 级、100000 级、1000000 级六个级别（对应 ISO 的 4 到 9 级）的计数超限报警；符合 ISO14644-1/ GB50073-2001（CLASS4 级，5 级，6 级，7 级，8 级，9 级）2010 版 GMP（A 级、B 级、C 级、D 级四个级别静态和动态两个状态的测量），FS-209E（10 级、100 级、1000 级、10000 级、100000 级、300000 级、1000000 级）等级别的检测符合 JJF-1190-2008 尘埃粒子计数器计量校准规范及 JIS B9921:1997 每五分钟 ≤ 1 个

数据存储器，可存 1000 组测量结果；

内置传感器能测量温度、湿度并记录存储；

6 个粒径通道可同时测量 $0.3\mu\text{m}$, $0.5\mu\text{m}$, $0.7\mu\text{m}$, $1.0\mu\text{m}$, $2.0\mu\text{m}$, $5.0\mu\text{m}$, $10.0\mu\text{m}$ 的粒子；可选 0.3、0.5、1.0、3.0、5.0、 $10\mu\text{m}$ ，六档粒径同时计数。

测试范围：10 级~100 万级（对应 ISO 的 4 到 9 级）；

重复性：相对标准偏差 $\leq 10\%$ ；
粒径准确度：相对误差 $\leq 30\%$ ；
光源：采用激光二极管作为传感器的光源；
流量：2.83 升/分（0.1cfm）（误差 $\leq \pm 5\%$ ）；
最大采样时间：59 分 59 秒；
自净时间： $\leq 20\text{min}$ ；
计数模式：累积计数模式、差分计数模式、浓度计数模式；
显示：320×240 高分辨率液晶屏显示（LCD）
电源：Ni-MH 电池（6.0V/3300mAh）或 AC 适配器（输入：180～240V，输出：9V/1000mA）；
电池工作时间：连续测试时间约为 6 小时（Ni-MH 电池）；
重量：0.6kg
工作环境温度：5～40℃相对湿度： $\leq 75\%$ ；
标准附件：手提箱/充电器、等动力采样头、带采样管的采样支架、零过滤器、USB 转 RS 232 模块、USB 连接线、RS 232 连接线、电脑连接通讯软件光盘 USB 高速通信接口可用于与计算机通讯获取数据、分析、软件升级等
RJ-45 远程控制通信接口，该接口用来和计算机通讯获取数据、分析和远距离操作，COM 内置串行打印机接口：接串口打印机 选 件：三角架、打印机（含电缆）、外置温湿度传感器

注意事项

- 1、当入口管被盖住或被堵塞，不要启动计数器
- 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，所有的颗粒计数器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、颗粒计数器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。