

高效过滤器的检测方法

钠焰法 Sodium Flame

源于英国，中国通行，欧洲部分国家于 20 世纪 70~90 年代实行。试验尘源为单分散相氯化钠盐雾。“量”为含盐雾时氢气火焰的亮度。主要仪器为光度计。

盐水在压缩空气的搅动下飞溅，经干燥形成微小盐雾并进入风道。在过滤器前后分别采样，含盐雾气样使氢气火焰的颜色变蓝、亮度增加。以火焰亮度来判断空气的盐雾浓度，并以此确定过滤器对盐雾的过滤效率。

国家标准规定的盐雾颗粒平均直径为 0.4mm，但对国内现有装置的实测结果为 0.5mm。欧洲对实际试验盐雾颗粒中径的测量结果为 0.65mm。

随着扫描法的普及，欧洲已经不再使用钠焰法。国内有关部门正在修订原有的国家标准，是废止还是继续使用钠焰法，两种意见的都没有结论。

相关标准：英国 BS3928-1969，欧洲 Eurovent 4/4，中国 GB6165-85。

DOP 法

源于美国，国际通行，中国从未实行过。试验尘源为 0.3mm 单分散相 DOP（塑料工业常用增塑剂）液滴。“量”为含 DOP 空气的浑浊程度。测量粉尘的仪器为光度计（photometer）。以气样的浊度差别来判定过滤器对 DOP 颗粒的过滤效率。

对 DOP 液体加热成蒸汽，蒸汽在特定条件下冷凝成微小液滴，去掉过大和过小的液滴后留下 0.3mm 左右的颗粒，雾状 DOP 进入风道。测量过滤器前后气样的浊度，并由此判断过滤器对 0.3mm 粉尘的过滤效率。

DOP 法已经有 50 多年的历史，这种方法曾经是国际上测量高效过滤器最常用的方法。早期，人们认为过滤器对 0.3mm 的粉尘最难过滤，因此规定使用 0.3mm 粉尘测量高效过滤器。

DOP 中含苯环，人们怀疑它致癌，因此许多实验室改用性能类似但不含苯环的替代物，如 DOS，但试验方法仍称“DOP 法”。

通过改变发尘参数，可以获得其它粒径的 DOP 液滴。于是就有 20 年前欧美国家测量超高效过滤器的 0.1mm DOP 法，有时测量仪器也改为凝结核激光粒子计数器。有些国外厂家曾标出对 0.05mm 或 0.03mm DOP 的过滤效率，那都是商业上无科学依据的标新立异。

测量高效过滤器的 DOP 法也称“热 DOP 法”。与此对应的“冷 DOP”是指 Laskin 喷管（用压缩空气在液体中鼓气泡，飞溅产生雾态人工尘）产生的多分散项 DOP 粉尘，在对过滤器进行扫描测试时，人们经常使用冷 DOP。

相关标准：美国军用标准 MIL-STD-282。

计数扫描法

欧洲通用，美国类似，其他国家紧跟。目前国际上高效过滤器的主流试验方法。

主要测量仪器为大流量激光粒子计数器或凝结核计数器（CNC）。用计数器对过滤器的整个出风面进行扫描检验，计数器给出每一点粉尘的个数和粒径。这种方法不仅能测量过滤器的平均效率，还可以比较各点的局部效率。

欧洲人的经验表明，对于高效过滤器，最容易穿透的粉尘粒径在 0.1~0.25mm 之间的某一点，先确定测试条件最易穿透的粉尘粒径，然后连续扫描测量过滤器对该粒径粉尘的过滤效果，欧洲人将这种方法称为 MPPS。美国标准干脆规定只测量 0.1~0.2mm 区间。

试验中使用的尘源为是 Laskin 喷管产生的多分散相液滴，或确定粒径的固体粉尘。有时，过滤器厂商要按照用户的特殊要求，使用大气粉尘或其它特定粉尘。若测试中使用的是凝结核计数器，就必须采用粒径已知的单分散相试验粉尘。

用计数器扫描一台过滤器需要较长时间。为了节省时间，国外将 4 组大流量采样头和激光测量装置合为一体，这使检测速度大大提高，但一台扫描台的检测速度仍赶不上一条普通过滤器生产线的生产速度，所以主流过滤器厂经常需要配置数台扫描装置。

计数扫描法是测试高效过滤器最严格的方法，用这种方法替代其它各种传统方法是大趋势。

相关标准：欧洲 EN 1882.1~1882.5-1998~2000，美国 IES-RP-CC007.1-1992。

光度计扫描

尘源一般为多分散相液滴，如 Laskin 喷管产生的 DOP 烟雾。使用光度计对过滤器的全平面进行扫描检漏。这种扫描方法能快速、准确地找到过滤器的漏点。由于尘源为多分散相，而光度计不能确定粉尘粒径，所以这种扫描法给出“过滤效率”没有什么实际意义。

有些厂家和用户认为，只要对滤纸的品质和规格严加控制，过滤器的效率就已经确定了，因此，仅进行以检漏为目的的扫描就可以保证过滤器的质量。

光度计扫描检漏的方法没有相应标准可依，但这种方法对生产过程的质量控制很有效，所用的测试设备又相对简单，因此有些厂家目前使用这种方法。光度扫描测试台很容易改成计数扫描台，花些钱将买台激光粒子计数器就可以了。

油雾法 Oil Mist

原西德，原苏联，中国。尘源为油雾。“量”为含油雾空气的浊度。仪器为浊度计。以气样的浊度差别来判定过滤器对油雾颗粒的过滤效率。

德国规定用石蜡油，油雾粒径为 0.3~0.5mm。中国标准规定的油雾平均重量直径为 0.28~0.34mm，对油的种类未做具体规定。

油雾法在德国本土已经成为历史，德国于 1993 年率先搞出了计数扫描法的国家标准，欧洲标准 EN1882 就是以德国计数扫描法标准为蓝本制定的。

虽然中国标准规定可以用油雾法，但国内厂家更愿意使用同一标准规定的另一种钠焰法，只有部分生产滤材的厂家在测量过滤材料时仍使用油雾法。

相关标准：中国 GB6165-85，德国 DIN24184-1990。

荧光法 Uranine

只有法国使用，目前仅限于对部分核工业过滤器的测试。试验尘源为喷雾器产生的荧光素钠粉尘。试验中，首先在过滤器前后采样，然后用水溶解采样滤纸上的荧光素钠，再测量含荧光素钠水溶液在特定条件下的荧光亮度，这一亮度间接地反映出粉尘的重量。以过滤器前后样品的荧光亮度差别来判断过滤器效率。

根据法国标准，发尘装置产生的粉尘粒径的计数平均值为 0.08mm，粒径的体积平均值为 0.15mm。

荧光法比较麻烦，测量时要先采样，再清洗试样，然后再到另一处去测量荧光。实际上，法国过滤器厂过去最常使用的是 DOP 法，而不是自己规定的荧光法，现在法国人又将欧洲标准化协会的计数扫描法定为国家标准，荧光法成了摆设。只有当涉到核级高效过滤器时，为了满足 20 年前传统客户的要求，他们才使用荧光法。

相关标准：法国 NF X44-011-1972。

其它方法

变风量检漏。使用标准试验风道，如果降低风量后过滤器的效率降低，则肯定有漏点。在过去的高效过滤器试验方法标准中，经常出现变风量检漏的方法。变风量检查只能判断过滤器是否有漏点，不能对漏点定位。

发烟检漏。在暗室中，在过滤器上游发烟，用一束强光照射过滤器出风面，当过滤器有漏点时，可以明显地看到漏点处的一缕青烟。这种方法可以准确地对漏点定位，以便进行可能的修补。发烟检漏方法不那么讲究，但十分有效。

无污染检验。有些客户担心试验用的粉尘污染过滤器，过滤器制造厂不得不在测试时使用客户认为不污染过滤器的粉尘。例如，半导体芯片厂讨厌钠盐、油雾、DOP，他们经常要求制造厂家使用他们认为安全的固体颗粒粉尘；有些制药厂要求直接使用室外大气中的粉尘测量过滤器。