



GB/T 6165—2008 计数法与国际现行标准化测试方法的实验比较

中国建筑科学研究院 冯昕[☆] 张益昭 王智超

摘要 以过滤元件最易透过粒径(MPPS)效率为评价基准,进行了比较评估。介绍了参考过滤器的主要性能参数及测试过程主要参数。评估结果表明,新版国家标准中的计数法与现行美国标准接近,相比于现行的欧洲及日本标准,更接近于 MPPS 基准效率,可满足国际市场的要求。

关键词 过滤元件 过滤效率 最易透过粒径 计数法

Experimental comparison of the particle counting method in China's national standard GB/T 6165—2008 with some foreign standards

By Feng Xin[★], Zhang Yizhao and Wang Zhichao

Abstract Performs the experimental comparison evaluation with the evaluation base of MPPS efficiency for filtration units. Presents the key performance factors of reference filters and key testing factors. As a result, the particle counting method regulated in the national standard approaches that in American standard, and its result is closer to that given by the reference MPPS tests than the current EU and JIS standards, and the national standard could meet the requirements of the international market.

Keywords filtration unit, filtration efficiency, most penetration particle size (MPPS), particle counting method

★ China Academy of Building Research, Beijing, China

①

0 引言

高效以及超高效过滤器是营造高级别洁净空间最为重要的空气净化设备之一,被广泛应用于微电子行业、航空航天、医药净化、卫生治疗、生物安全等诸多方面。对高效以及超高效过滤器的检验则是保证其质量的基本手段,自上世纪末始,世界上发达国家先后提出了基于粒子计数法统计的高效以及超高效过滤器性能试验方法标准。计数法正渐渐成为国际上的主流标准测试方法,但在我国的应用却尚处于起步阶段。

GB/T 6165—2008《高效及超高效过滤器性能试验方法 效率和阻力》已颁布两年多。在标准修订过程中,标准编制组希望将目前在国际上较通行的计数法纳入新的国标体系中。但如何将计数法纳入新的国家标准体系,是国家标准修订编制组首先要考虑的问题。如果直接引入西方发达国家标准,则我国国家标准的实际使用方

(全国各高效及超高效滤料、过滤器生产厂家)将面临着需要进口测试仪器所带来的成本增加,以及使用进口仪器所带来的维护标定等实际问题。因此,编制组在制定国标的修订技术路线时提出,希望通过对国外现行不同标准的比较研究,找到一种立足我国实际技术条件,具有良好的精确度和稳定性,充分适用于我国过滤器生产厂家日常检测需要的简化测试方法。

本文通过对参考过滤器进行测试分析,对新国标计数法的各项性能指标进行测试评估,并与国际现行标准化测试方法进行比较,进而对国标中的计数法在实际应用中的科学性及其可行性进行评价。

①☆ 冯昕,男,1978年10月生,硕士研究生,工程师
100013 北京市北三环东路30号中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院
(010) 84288378
E-mail: xfengjbai@hotmail.com
收稿日期:2011-05-03

1 国际现行计数器测试标准

目前,世界上已有欧洲、美国以及日本颁布了各自基于计数法的过滤器测试方法标准。总体而言,由于市场上滤料的供应商数量要远少于过滤器的供应商数量,因此,欧洲以及美国标准^①选择了类似的技术路线:检测滤料的供应商负责确定滤料

的最易透过粒径(MPPS)以及对应透过率,并提供给过滤器的制造商,后者只需根据滤料供应商所提供的数据进行相应的简化测试即可,而不需针对过滤器再进行完整、严格的 MPPS 效率测试。表 1 给出了欧洲、美国、日本三个计数法标准体系的主要特性比较。

表 1 欧洲、美国以及日本计数法标准对比

	IEST(美国)	EN 1822(欧洲)	JIS(日本)
效率测试基础	0.1~0.2 μm 及 0.2~0.3 μm 两挡测试效率的最低值	涵盖 MPPS 的一挡粒径测试结果	对高效:粒径挡中值为 0.3 μm 的一个粒径挡的效率测试结果 对超高效:粒径挡中值为 0.15 μm 的一个粒径挡的效率测试结果
测试方法	固定探头全效率测试	固定探头全效率测试或者扫描测试	固定探头全效率测试
测试气溶胶	多分散相气溶胶	计数中值直径在 0.5~1.5 倍 MPPS 范围内的多分散相气溶胶	多分散相气溶胶
测试仪器	粒子计数器	粒子计数器	粒子计数器

2 评估参考过滤器的准备

参考过滤器:为保证不同测试方法具有可比性,笔者选择了由同一过滤器厂商生产的同批次同型号的 2 件过滤器作为参考过滤器进行测试。参考过滤器主要性能参数为:尺寸 484 mm×484 mm×220 mm,有隔板,额定风量为 1 000 m³/h,采用纳焰法测试的出厂过滤效率>99.99%,编号分别为 A、B。

参考过滤器 MPPS 过滤效率的测试:如前所述,现有的各类过滤元件测试方法的目的,都是为了使得测试结果与过滤元件的 MPPS 过滤效率尽可能接近,甚至直接体现 MPPS 过滤效率。因此,本项比较测试将首先对参考过滤器的 MPPS 过滤效率进行测试,并将该测试结果作为对国标中计数法以及其他现行国际标准方法的评价基准。测试过程主要参数如下。

气溶胶物质:DEHS(癸二酸二辛酯);

气溶胶发生器:单个 Laskin 喷嘴;

测试气溶胶性能参数:计数中值直径 143.6 nm,几何标准偏差 1.96,气溶胶发生量 $5.89 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$,喷嘴工作压力 0.25 MPa;

测试仪器:静电分级计(TSI 3081),凝结核计数器(TSI 3022);

测试粒径:0.08,0.10,0.125,0.16,0.20,0.25 μm。

过滤器在不同测试风量下的 MPPS 效率测试结果见图 1,2。由图可见,2 台参考过滤器的粒径-穿透率曲线均在 0.16 μm 处出现极值,亦即过滤

器 MPPS 为 0.16 μm 时,该粒径所对应过滤效率即为所测参考过滤器的 MPPS 效率,并在后续的评估测试中作为评价不同测试方法的基准。

3 新国标计数法与现行国际标准化测试方法的比较

这部分测试的目的是以参考过滤器的 MPPS 效率测试结果作为基准值,通过在同一测试平台

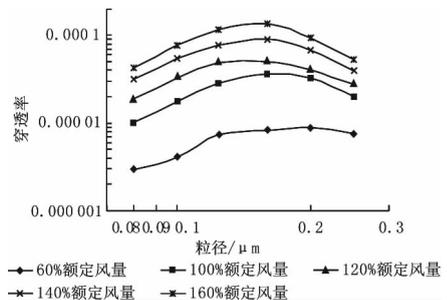


图 1 参考过滤器 A 的 MPPS 效率测试结果

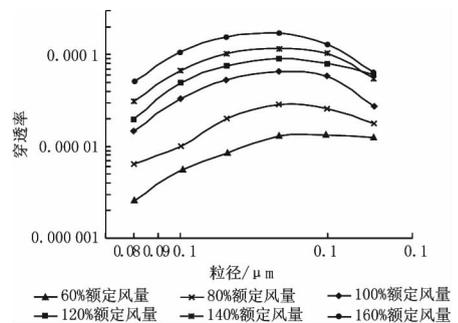


图 2 参考过滤器 B 的 MPPS 效率测试结果

① 笔者注:本文所指的美国标准为美国超高效滤料及过滤器的计数法测试标准,而美国的高效滤料以及过滤器测试标准仍以 DOP 光度计法为主。

上,对相同样品依据不同的标准化测试方法分别进行测试,以对各测试方法的测试精度,即与 MPPS 效率的逼近程度进行评估。

试验条件如下。

参考过滤器:按前述方法选择并进行 MPPS 效率测试的高效过滤器 A 及高效过滤器 B;

气溶胶物质:DEHS(癸二酸二辛酯)+无水乙醇(分析纯)混合溶液,DEHS 体积分数 0.7%;

气溶胶发生器:单个 Laskin 喷嘴;

测试风道中气溶胶浓度 $<10^5 \text{ L}^{-1}$;

上游采样计数器采样流量 2.83 L/min,粒径分挡:0.1,0.2,0.3,0.5,1.0,5.0 μm ;下游采样计数器采样流量 28.3 L/min,粒径分挡:0.1,0.2,0.3,0.5,0.7,1.0 μm 。

进行比较的粒径挡宽度与 MPPS 关系及所对应标准化测试方法见表 2。

表 2 所比较的简化 MPPS 测试方法

测试粒径挡	粒径挡宽度/ μm	测试粒径挡是否涵盖最易透过粒径	对应测试标准
0.1~0.2 μm	0.1	是	GB/T 6165—2008
0.1~0.3 μm	0.2	是	EN 1822-5
0.2~0.5 μm	0.3	否	JIS B9927
$\geq 0.1 \mu\text{m}$	∞	是	GB 6165—1985

图 3,4 给出了 2 台过滤器分别在 40%~160%额定风量范围内共计 7 个测试工况下,简化方法所测得的透过率结果。而从测试结果的对比中可以看出:

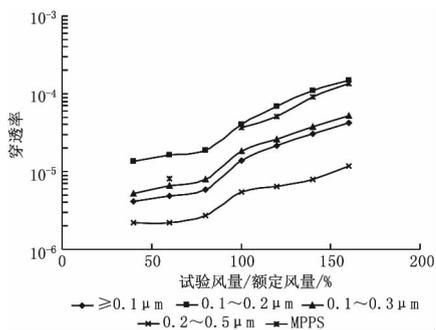


图 3 高效过滤器 A 的不同计数方案测试结果与完整的 MPPS 测试结果比较

1) 对各比较方法来说,风量增加 1 倍,穿透率增加接近 1 个数量级,这表明,在进行洁净室或类似用途受控环境的设计、调试等工作时,应尽量使过滤器的实际风量低于其所标称的额定风量,实际风量高于额定风量的情况必须避免。

2) 对于各方法的测试结果来说,不涵盖 MPPS 的 0.2~0.5 μm 粒径挡测试,在 2 台过滤器

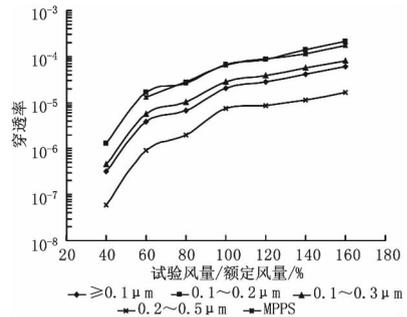


图 4 高效过滤器 B 的不同计数方案测试结果与完整的 MPPS 测试结果比较

的所有测试工况下的测试结果均与参考过滤器的 MPPS 效率相差最大,达到 1 个数量级以上。这表明,若要使得过滤器的效率测试结果尽可能逼近 MPPS 效率,则所选择进行测试的粒径挡必须涵盖 MPPS,这是对过滤元件进行严格效率测试的前提。

3) 对于涵盖 MPPS 的 3 种粒径挡宽度测试来说,粒径挡宽度为 0.1 μm 的测试结果与其他 2 种粒径挡宽度的测试结果相比,存在明显差距,并且测得穿透率更高,也就是说更接近于被测过滤器的实际 MPPS 穿透率。

4) 而对于同样涵盖 MPPS,但粒径挡宽度分别为 0.2 μm 和无限大的 2 种测试方法而言,其测试结果虽然存在着稳定的差距,但相差并不大。究其原因,虽然二者的粒径挡宽度相差较大,但因为测试气溶胶的粒径分布被控制集中在 0.1~0.3 μm 之间, $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 的粒子很少,因此其在穿透率测试结果中所占的权重也就不高,从而导致了 2 种方法之间测试结果差距不大。

4 结论

4.1 GB/T 6165—2008 中所采用计数法的核心实质,是通过覆盖过滤元件 MPPS,并且宽度不大于 0.1 μm 的一挡粒径进行测试,从而实现测试结果与 MPPS 效率的最大可能逼近。这一结论对于滤材以及过滤器生产厂家均具有重要意义。

4.2 如果已知被测过滤元件的 MPPS,例如,对生产工艺未发生变化的同型号滤材,或者采用供应商已提供 MPPS 或 MPPS 所处范围的滤材所制作的过滤器或其他净化设备等情况,效率测试可直接选取覆盖 MPPS,并且宽度为 0.1 μm 的一挡粒

(上接第 12 页)

径进行测试,否则,则应同时对 $0.1\sim 0.2\ \mu\text{m}$ 以及 $0.2\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 两挡进行测试,并取较小值作为最终的效率测试结果。

4.3 相比于现行的各国标准化测试方法,GB/T 6165—2008 中的计数法在测试结果上较欧洲及日本标准更为接近 MPPS 基准效率,对测试仪器的要求较低,具有更好的可操作性,完全可以满足我国过滤器产品进入国际市场的需求。

参考文献:

[1] 中国建筑科学研究院. GB/T 6165—2008 高效空气过滤器性能试验方法 效率和阻力[S]. 北京:中国标

准出版社,2008

[2] 中国建筑科学研究院. GB 6165—1985 高效空气过滤器性能试验方法 透过率和阻力[S]. 北京:中国标准出版社,1985

[3] CEN. EN 1822-5 High efficiency air filters (HEPA and ULPA)—Part 5: Determining the efficiency of filter element[S]. CEN,2009

[4] IEST. IEST-RP-CC007. 1 Testing ULPA filter[S]. IEST, 1992

[5] IEST. IEST-RP-CC0021. 1 Testing HEPA and ULPA filter media[S]. IEST, 1995

[6] JIS. JIS B9927 Cleanroom-air filters-test methods [S]. JISC, 1999