



MIC Cleanroom Testing Ltd.

Tel:010-59753306/07/08

Fax:010-59753309

www.mictest.cn

目录

1、 高效过滤器检漏方法.....	1
2、 高效过滤器 PAO 检漏方法简介.....	4
3、 高效过滤器的使用寿命.....	7
4、 公司简介.....	9



高效过滤器检漏

1. 高效过滤器的检漏方法

1.1. 钠焰法

1.1.1. 原理：钠焰法原理是将氯化钠水溶液喷雾、干燥形成质量中值直径约为 $0.4\mu\text{m}$ 的氯化钠气溶胶作为试验尘。在被测高效滤料的前后进行含尘空气采样，并引到钠火焰光度计内，测出与含尘浓度相关的光电流值，从而算出滤料的透过率。

1.1.2. 测试原理：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，主要仪器为火焰光度计。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 $0.4\mu\text{m}$ ，但对国内现有实测结果为 $0.5\mu\text{m}$ 。欧洲对实际试验盐雾颗粒中径的测量结果为 $0.65\mu\text{m}$ 。随着其他检测方法的普及，欧洲已经不再使用钠焰法。国内有关部门正在修订原来的国家标准，是废止还是继续使用钠焰法，意见还没有等到落实。

1.2. 计数扫描法

1.2.1. 《洁净室施工及验收规范》（JGJ71-90）中规定，被检高效过滤器必须已检测过风量，并设计风速 80%-120%之间运行，对于被检高效过滤器上风侧的颗粒浓度对受控粒径对于 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 粒子的浓度，必须 $\geq 3.5 \times 10^4 \text{pc/L}$ ，对受控粒径 $\geq 0.1\mu\text{m}$ 的粒子浓度，必须 $\geq 3.5 \times 10^6 - 3.5 \times 10^7 \text{pc/L}$ 。使用最小采样量 $> 1\text{L/min}$ 的粒子计数器扫描法，对高效过滤器安装接缝和主断面进行扫描检测，检测点应距被测表面 20-30mm，测头以 5-20mm/s 的速度移动，对被检过滤器整个断面、密封胶头和安装框架处进行扫描。

1.2.2. 在《洁净室施工及验收规范》中规定，由高效过滤器下风侧泄漏浓度换算成的穿透率来衡量是否合格，其合格标准如下。

对于高效过滤器：

$$k' = 1 - \eta$$

$$k = c_2 / c_1$$

k' 表示高效过滤器的额定透过率；

η 表示高效过滤器的额定效率；

k 表示高效过滤器的实际泄漏率；

c_1 表示上风侧含尘浓度；

c_2 表示高效过滤器下风侧含尘浓度。

规范规定，高效过滤器的实际泄漏率不得大于额定透过率的 2 倍，即 $k \leq 2 k'$ 。

1.2.3. 实际存在的问题

高效过滤器一般都在系统风量和各风口风量调整平衡后进行，根据规范要求各风口风量与设计的风量偏差小于 15%，这满足被检风口在接近设计风速下进行的条件。所以当风量平衡好后要及时进行高效过滤器泄漏的检测工作。



在工程上,对于大于 100 级的净化系统一般采用的粒子计数器的最小粒径通道为 $0.3\mu\text{m}$ 。所以,被检高效过滤器在上风侧的微粒浓度受控粒径为 $\geq 0.5\mu\text{m}$,其浓度必须 $\geq 3.5 \times 10^4\text{pc/L}$,而一般大气尘的浓度为 $5.3 \times 10^4 - 2.5 \times 10^5\text{pc/L}$,这到了粒子计数器的读数上限范围。

在许多净化系统中,进入循环空调箱的新风经过过滤器的处理,浓度远远小于大气尘浓度,和回风混和后的浓度会更低。因此,在安装好的净化空调系统中引入大气,是值得慎重思考的问题。为了保证被检空气过滤器上游粒子浓度要求,而不破坏系统风量的平衡,在上游引入均匀浓度的人工气溶胶是理想的手段。引入的气溶胶浓度到底需要多少,这其实跟安装的高效过滤器的效率和粒子计数器的分辨率有关。粒子计数器最小位是个位,最小数为零。测试仪器一般都会有死区,如果要求的下游浓度小于 10 颗为合格,这些数据是否有效,按照统计学的原理是很难保证的。

现在,国内大多以美国 DOP 试验对 $0.3\mu\text{m}$ 粒子的过滤效率作为高效过滤器的分类。所以采用计数扫描法检漏时,被测粒径应 $\geq 0.3\mu\text{m}$,这对上游浓度的要求更好。按高效过滤器的效率 99.97%,下游浓度保证三个有效数字以内,则要求上游空气中粒径 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 的微粒浓度至少约为 $6 \times 10^4\text{pc/L}$ 。如果采用效率 99.99% 效率的高效过滤器,上游 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 的微粒浓度约为 $2 \times 10^5\text{pc/L}$,这时上游 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 的粒子浓度,远远 $\geq 3.5 \times 10^4\text{pc/L}$ 。所以,采用大气作为尘源已经不能满足测试要求。

1.2.4. 大流量的粒子计数器更适合用来检测高效过滤器的安装泄漏,空气采样量越大,测试结果就越具有代表性,准确度也就越高。规范要求的采样量是 1l/min,而我们多使用的采样量是 0.1cfm (2.83l/min),以此满足测试仪器的要求,但这样会影响到检漏的工作效率。以 610×610 高效过滤器为例,使用移动采样头在高效过滤器下侧采样时,采样速度 20mm/s,矩形 100×11.33 采样器至少需要 244 秒;圆形采样器的采样速度更慢,检漏扫描所用的时间更长。而 ISO14644-3《metrology and test methods》计算扫描速率和可接受观测计数法的计算法则对一般工程技术人员来说又比较难掌握,所以,今后国家在制定这方面的规范时,对不同级别的高效过滤器,建议采用合适的采样速率和可接受观测计数,方便工程测试人员实际操作。

1.2.5. DOP 粒子扫描正压检漏法

检测人员必须注意规范中要求的采样时间、上游粒子浓度等参数在实际应用中的可操作性。在参与某一制药厂净化车间高效过滤器的检漏时,结合日本 JIS-b-9927、美国 Fedstd-209d 标准,采用 1askin DOP 粒子发生器产生大量稳定的符合要求的微粒子,以造成上游 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 粒子浓度大于或等于 $1 \times 10^5\text{pc/L}$ 。在过滤器上游通过压缩空气(冷发生)将 DOP 微粒均匀喷射在系统内,由于浓度一般大于 $1 \times 10^5\text{pc/L}$,超出检测仪器测量范围,所以在检测仪器前串联粒子浓度稀释器,使被测浓度在检测仪器测量范围。对出厂效率为 99.97% 的高效过滤器检漏时,实测所得透过率应低于 0.06%,即实测所得颗粒浓度小于 0.06% C_1 (C_1 为上游浓度)。粒子发生器在过滤器上游所发出的粒子浓度 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 时为 $3.3 \times 10^6\text{pc}/2.83\text{l}$,对于不同风量系统,换算成下游极限浓度,如某一设计风量为 $15000\text{m}^3/\text{h}$ 净化空调系统下游极限浓度 $1960\text{pc}/2.83\text{l}$ 。待粒子发生器所发生气溶胶浓度稳定后,用粒子计数器对安装好的高效过滤器进行检漏试验。粒子计数器必须同时对高效过滤器外框和内表面分别进行两次扫描,过滤器上游也必须对风管中的气溶胶浓度进行两次采样测试,采样和扫面的周期必须相等,起止时间尽量要一致。

以规格为 610×610 高效过滤器为例,建议采用采样周期为一分钟,速率为 50mm/s。检漏前用高约 500mm 的围挡放在高效过滤器的四周,可以防止高效过滤器外框以外的气流形成涡流,影响扫描测试的结果。过滤器的泄漏主要原因是外框密封圈的密封效果不好,或者滤料不够平整严密。实际应用中安



装泄漏主要来自于外框，外框密封条的质量与泄漏有很大关系。因此，工程上检漏时会在高效过滤器得四周加放围挡，减小风口围挡下部出口面积时，围挡内形成一定正压，如果高效过滤器安装泄漏，粒子会通过围挡往外泄漏。这时粒子计数器可按 50mm/s 左右的速度在高效过滤器下 25mm 处扫描 1 分钟，即可判断过滤器是否泄漏，这就是“正压检漏法”。对于具有大量的高效过滤器风口的净化车间来说，高效正压检漏法的测试效果与传统的内外框扫描法相当，但效率提高了一倍。以一个有 60 个 610×610mm 高效过滤器风口的净化空调系统为例，采用传统的方法扫描至少一般要两个小时，而采用正压检漏法最快只要一个小时，节省了一半以上的时间。

1.3. 油雾法

测试原理：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 0.3-0.5 μm。中国标准规定的油雾平均直径为 0.28-0.34 μm，对油的种类未做具体规定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格的另一钠焰法，只有部分生产厂家在测量过滤材料时仍使用油雾法。

1.4. 粒子计数器法

测试原理：将含尘气流以很小的流速通过强光照明区，被测空气中的尘粒依次通过时，每个尘粒将产生一次光散射，形成一个光脉冲信号，根据光脉冲信号幅度的大小与粒子表面的大小成正比的关系，由光电倍增管测得粒子数及亮度，确定其过滤效率

1.5. PAO 法（详见 2）

2. 高效过滤器 PAO 检漏方法的简介

2.1. 目的和原理： 现场安装完毕以后对高效过滤器进行检漏是检查高效过滤器及配套的静压箱是否有泄漏或泄漏是否在规范允许的范围之内。如果高效过滤器装置经检漏是合格的，可以确保洁净室的安全可靠的运行，此时室内洁净度仍未达标，应从洁净室的其它方面查找原因。

在被检测高效过滤器上风侧发 PAO 气溶胶作为尘源，在下风侧用光度计采样检测，含尘气体经过光度计时产生的散射光经光电效应和线性放大转换为电量，并由微安表快速显示，采集到的空气样品通过光度计的扩散室，由于粒子扩散引起灯光强度的差异，经测定这个光强度，光度计便可测得气溶胶的相对浓度。

2.2. 发烟的方法：

2.2.1. 热发烟：PAO 气溶胶在仪器里面加热到 380-390℃，在压缩空气的压力下吹出来的。



TDA-5B 型气溶胶发生器

发生粒子：DOP、PAO、多分散

发生浓度：10ug/L： 流量 65000cfm(约 1839.5m³/min 时)

100ug/L： 流量 6500cfm(约 183.95m³/min 时)

发生方法：加热发生

压缩气体：氮气、氩气、二氧化碳等惰性气体(50psi)

流 量：1500-65000cfm(42-1839.5m³/min)



MIC Cleanroom Testing Ltd.
Tel:010-59753306/07/08
Fax:010-59753309
www.mictest.cn

2.2.2. 冷发烟：PAO 气溶胶在冷凝震荡发生发生粒子。



TDA-4B lite 型气溶胶发生器

发生粒子：DOP、PAO、多分散
发生浓度：10ug/L： 流量 4050cfm(约 115m³/min 时)
100ug/L： 流量 405cfm(约 11.5m³/min 时)
发生方法：冷发生，1-3 个喷嘴，无需电源
压缩气体：压缩气体 3-9cfm (85-255 L/min) 20psi
流 量：50-5000cfm(1.4-141m³/min)



TDA-6C 型气溶胶发生器

发生粒子：DOP、PAO、多分散
发生浓度：10ug/L： 流量 2000cfm(约 56m³/min 时)
100ug/L： 流量 200cfm(约 5.6m³/min 时)
发生方法：冷发生，2-6 个喷嘴
压缩气体：内藏空气压缩机
流 量：50-2000cfm(1.4-56.6m³/min)

2.3. 两种发烟方法的比较

2.3.1. 热发烟的粒径是 0.3 μ m、冷发烟的粒径是 0.55-0.65 μ m。

2.3.2. 热发烟的浓度很大，持续稳定，适合于空调机组下面的高效过滤器检漏。冷发烟量小稳定，适合于单个高效过滤器的性能测试，FFU 检漏和厂家做高效性能测试的时候比较实用。

2.4. 检测 PAO 气溶胶浓度仪器



TDA-2H 型气溶胶光度计

显示范围：0.0001%-100%
测试范围：0.0001%-125ug/L
测试精度：满量程的 0.05%
流 量：1cfm(28.3L/min)
输 出：RS-232C



MIC Cleanroom Testing Ltd.
Tel:010-59753306/07/08
Fax:010-59753309
www.mictest.cn



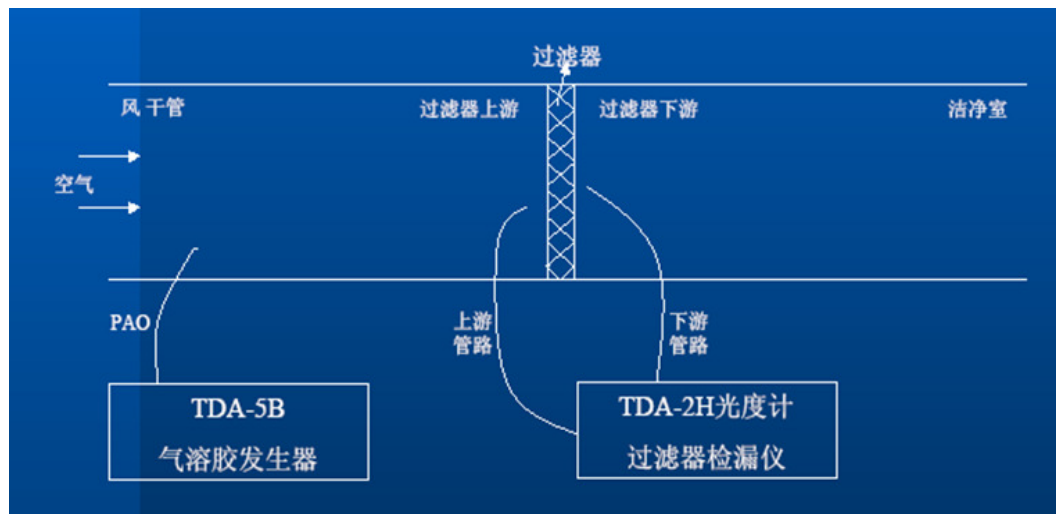
TDA-2GA 型气溶胶光度计

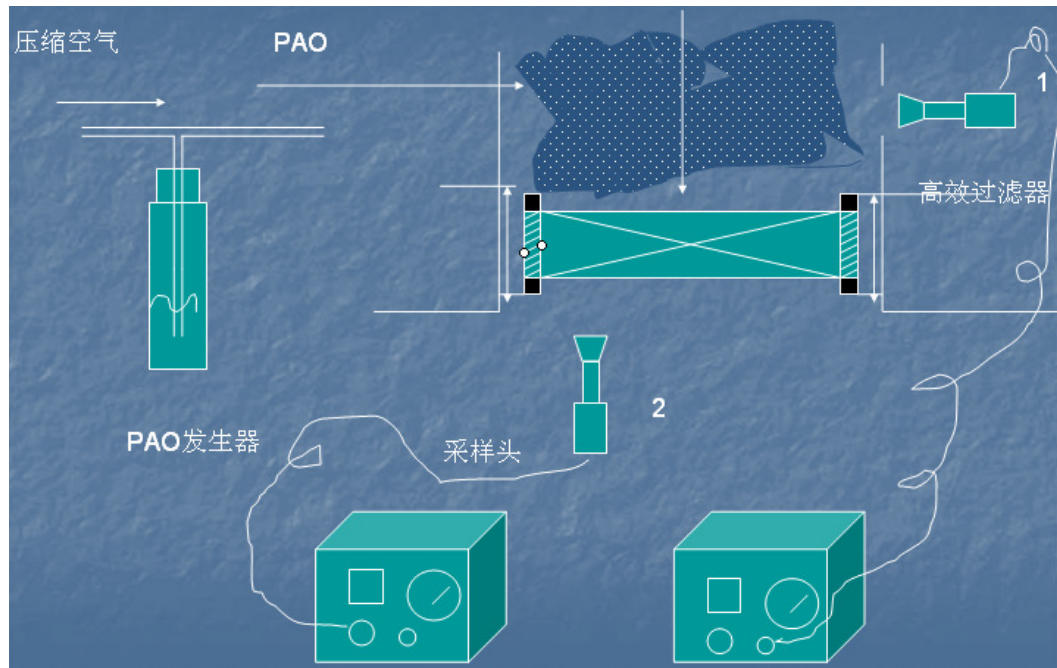
显示范围: 0.0001%-100%
测试范围: 0.0001%-100ug/L
测试精度: 满量程的 1.0%
流 量: 1cfm(28.3L/min)
输 出: 模拟输出 0~1V DC

2.5. PAO 气溶胶



2.6. 安装完后的高效过滤器 PAO 检漏操作的解析





3. 高效过滤器的使用寿命

对于运行中的洁净室，末端高效过滤器的价值并不高，全部加起来可能还不到用户两个小时的产值，但更换过滤器的风险和间接费用会很高。更换过滤器时要停产，停产损失只有业主自己能算出来，这笔损失肯定比过滤器的备件费用高。

更换过滤器是十分仔细的操作，洁净室内的任何东西都经不起折腾，碰坏一个不起眼的设备，其损失可能会高于全部过滤器的费用。更换过滤器后要由专业人员进行检测，有时还要对空调系统进行调试，然后还要经过一段时间的试运行。检测、调试、试运行，三项费用加到一起，可能会与过滤器价格不相上下。聪明的业主总是希望尽可能地延长高效过滤器的使用寿命，不是为了省过滤器那几个钱，他们是想避免因更换过滤器而产生的一堆麻烦。

当代芯片厂洁净室末端高效过滤器的设计使用寿命为“一辈子”，即：投入运行后永不操高效过滤器的心。那种工厂的技术日新月异，一个新项目投产后5-7年就落后了，工艺必须更新，厂房要改造，高效过滤器也同时报废。在那里，高效过滤器的“一辈子”也就是7年，为了保险，设计师将过滤器的设计使用寿命定为10-20年。高效过滤器上积灰过多时阻力增大，大到影响正常送风时，高效过滤器就该报废。增大高效过滤器的过滤面积或增加过滤器的数量，都能延长过滤器的使用寿命。但那些做法的操作空间不大，你不可能无限地增大过滤面积，要延长高效过滤器的使用寿命，最根本的办法是将灰尘挡在预过滤器。更换预过滤器一般无须停产，无须调试，所以有经验的业主会把注意力和金钱花在预过滤器上。

对于10000级和100000级洁净厂房，预过滤可选用F8过滤器（比色法95%），这样，末端高效过滤器的使用寿命一般可达5年。在国外项目和国内新建项目中，F8过滤器是非均匀流洁净室最常见的预过滤器。对于芯片厂100级、10级或更高级别的洁净厂房，预过滤器的常见效率级别为H10（MPPS）



MIC Cleanroom Testing Ltd.

Tel:010-59753306/07/08

Fax:010-59753309

www.mictest.cn

85%),许多新建项目索性选用HEPA(对0.3mm粒子的效率 \geq 99.97%)。设计师号称保证末端高效过滤器使用“一辈子”,其方法不过如此。在国内过去的洁净室空调系统设计中,过滤器的常见配置为:初效→中效→高效。那时末端高效过滤器的使用寿命仅为1-3年,最差的也就几个月。

有些场合,对高效过滤器使用寿命的规定不是出于对阻力的考虑,而是其它因素。若厂房中有氢氟酸,而车间空调又不是全新风系统,高效过滤器中的玻璃纤维滤纸会受到回风的腐蚀,为了安全,必须定期更换高效过滤器。有些财大气粗的制药厂,每年雨季过后要更换高效过滤器,为的是防止过滤器上任何可能的霉菌污染。有些生物实验室和与危险品打交道的实验室,在开展一项新的重要课题前,为了可靠,上司会要求使用新的高效过滤器。



MIC Cleanroom Testing Ltd.
Tel:010-59753306/07/08
Fax:010-59753309
www.mictest.cn

公司简介

北京美科洁净环境检测有限公司是一家专业从事洁净室（区）综合性能检测和灭菌器性能验证的检测公司。公司目前对外开展的检测项目有：

一、洁净室综合性能之

1. 悬浮粒子数；2. 浮游菌；3. 沉降菌；4. 温度 5. 相对湿度；6. 换气次数；7. 风量和风速；8. 静压差；9. 照度；10. 噪声级；11. 高效过滤器 PAO 检漏；12. 自净时间。

二、灭菌器性能验证之

1. 温度分布与控制

——空载热分布试验；

——装载热分布试验；

——热穿透试验。

2. 灭菌温度与时间；

3. 灭菌效果（生物挑战性试验）。

公司拥有一支专业的检测队伍，从事制药行业工作近二十年。检测员均为大专以上学历，具有本行业三年以上的工作经历，进行过数百家/次的洁净室（区）区综合性能检测和灭菌器性能验证，并多次经市药检部门、技术监督管理部门培训，拥有丰富的理论知识和实践经验。当检测过程中发现检品存在问题时，能及时分析出根本原因，并无偿为客户提供参考性改进建议。

公司配有先进的、与检测项目相适应的仪器设备。气溶胶发生器、光度计、温湿度计、风量罩等 70%以上仪器为进口，性能精良。公司所有的检测设备均经法定的部门和机构进行检定和/或校准，为检测数据的准确性提供了客观保证。

公司的管理体系依据《实验室资质评审准则》建立并文件化。质量手册、程序文件、作业指导书三级架构的体系文件保证了公司的各项工作有章可循，质量记录、技术记录保证了工作的真实性和可追溯性。体系运行的顺畅，为公司正确、高效的工作提供了根本上的保障。

本公司将始终如一地秉承公正性原则、保密性原则，竭诚为广大新老客户提供科学、准确的检测数据和热情周到的服务！

手机：13910467483 电话：010-59753308/07/06

E-mail: mictest01@126.com 联系人：聂宗亮