

建筑科学研究报告

REPORT OF BUILDING RESEARCH

1984

No. 5-7

JL 检漏装置的研制

Study and Development of Leak Detection Device

中国建筑科学研究院

CHINA ACADEMY OF BUILDING RESEARCH



提 要

本文阐述了净化设备检漏的重要性, JL检漏装置的基本原理; 性能测试和标定方法。

JL检漏装置包括光散射式JL—82型检漏仪, 测量范围为0.001微克/升~100微克/升; QB—30型气体采样泵, 采样流量为30升/分; 高浓度的DOP发生器(通常为80微克/升~100微克/升); 手握式采样器。

文中还对净化设备检漏的有效结果作了介绍。

目 录

一、概述	(2)
二、JL检漏装置的设计	(3)
三、JL检漏装置的性能测试和标定	(9)
四、JL检漏装置的使用效果	(15)
五、小结	(16)
参考文献	(16)

Study and Development of Leak Detection Device

Institute of Air Conditioning

Abstract

In this paper, the importance for leak detection in local cleaning devices, basic principles of the JL apparatus for leak detection, methods for test and calibration of the JL apparatus were described.

The JL apparatus for detecting leaks consists of four components; the JL—82 light scattering photometer, detectable concentrations ranging from $0.001\mu\text{g/l}$ to $100\mu\text{g/l}$; the QB—30 vacuum pump with sampling volume 30l/min ; the high—concentration dioctyl phthalate (DOP) generator, which generates DOP aerosol as a test aerosol, its concentration ranging approximately from $80\mu\text{g/l}$ to $100\mu\text{g/l}$; the hand-probe for scanning.

A good experimental results for leak detection of local cleaning devices were also described.

JL 检漏装置的研制

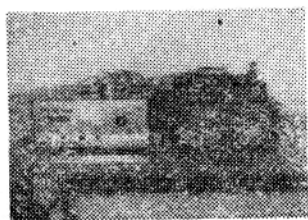
中国建筑科学研究院 空调研究所
李贵文 施能树 朱培康 王君山

一、概 述

高效过滤器的过滤效率虽很高,但过滤器内的小孔洞和安装不严密形成的微小裂隙就足以使其实效严重恶化。故在高效过滤器出厂前或安装后,必需经过检漏、堵漏,才能保证有效使用。

国外早在80年代就开始使用高效过滤器。在1966年修订的“洁净室和洁净工作台的环境控制标准—美国联邦标准209a”的第50条漏气试验中就明确规定:为了证实高效过滤机组的密封性必需对滤料,滤料与过滤器框架的交接部分,支撑密封填料与过滤器的框架间进行渗漏试验,确定无漏气现象。同时规定:渗漏试验时应将高浓度烟雾气(冷态发生的DOP气溶胶)送入高效过滤器上风侧的静压箱内,该浓度应比检测用的浊度计的最低灵敏度 10^4 倍(通常为80~100微克/升)。用光散射型浊度计对高效过滤器的出风面进行全面扫描,以28.3升/分的流率进行采样。采样口基本上应能达到等速吸气,并必需同滤料和框架保持2.5~5厘米距离。当浊度计显示的数值为上风侧烟气浓度的0.01%时,便说明存在显著的漏气,必需进行修补。1973年修改的美国联邦标准209b,美国航天局NASA标准NHB5340—2,美国污染控制协会(AACC)暂行标准CS—2T,日本空气净化协会(JACA)1975年修订的“空气净化装置性能试验方法标准(草案)”等都有明确规定,并都把此法列入各自的标准中作为检漏的测试方法。

我国编制的“空气洁净技术措施”也对渗漏检查作了类似的明确规定。但由于当时我国还不能生产成套检漏设备,故在规定采用浊度计进行检查的同时还规定了:“当上述方法由于种种原因无法进行时,也可采用粒子计数器进行检查(上风侧空气含尘浓度 ≥ 30000 粒/升)”。相比之下,浊度计法读数为瞬时读数,便于扫描,巡检速度快。粒子计数器法读数为累积读数,不便于扫描,巡检速度慢。



在过滤器前发高浓度的雾,使用瞬时显示浊度计对过滤器进行检测,是一种较好的检漏方法。本专题组研制的JL检漏装置,主要包括高浓度的DOP发生器(通常为80~100微克/升);用作检测的光散射型浊度计,即JL—82型检漏仪,其测量范围为0.001~100微克/升;QB—30型气体采样泵,采样流量为30升/分;手握式采样器等(见照片)。经过测

试、标定、现场使用，本装置性能达到设计要求。

二、JL检漏装置的设计

(一) JL—82型检漏仪

1. 基本原理

检漏装置的工作原理是：在被检测设备的上风侧发DOP气溶胶作尘源，在下风侧用检漏仪进行采样。含尘气体经过检漏仪产生的散射光由光电效应和线性放大转换为电量，并由微安表快速显示。对其技术要求是：1) 检测范围为0.001~100微克/升。2) 采样流量30升/分。3) 工作稳定可靠。

检漏仪的方框图如图1。

光学系统是在CLJ—776型尘埃粒子计数器的基础上稍加改动而成的。

尘粒在光照射下产生的散射光强度与尘粒的物理性质(大小、形状、颜色、折射率等)、光波波长、散射方向等有关，如果光源和尘源一定，在与入射光成 90° 角的方向上，散射光通量正比于含尘浓度。

光信号转换成电信号是利用光电倍增管的光电转换特性，即在一定的输出光电范围内，输出电流正比于射到光阴极上的光通量。光电流 I 与空气中含尘浓度 N 可写成下列关系：

$$I = aN$$

a ——与空气中尘粒性质有关的系数。

光电倍增管输出的微弱电流 I 经过线性放大器放大后驱动微安表。线性放大器由场效应管差分对接成射极输出器，输出信号到运算放大器BG305进行放大、其原理如下(图2)。

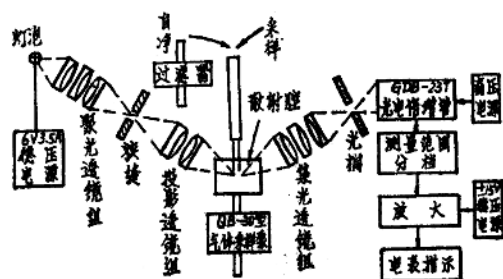


图1 检漏仪方框图

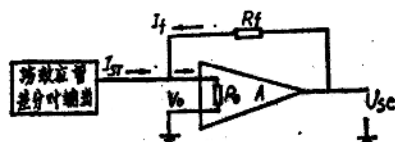


图2

改变输入电阻，由 $5.1M\Omega$ ， $510K\Omega$ ， $51K\Omega$ ， $5.1K\Omega$ ，变到 510Ω 。仪器的测量范围变化为 $\times 1$ ， $\times 10$ ， $\times 10^2$ ， $\times 10^3$ ， $\times 10^4$ 倍，电路图如图3、及图4。

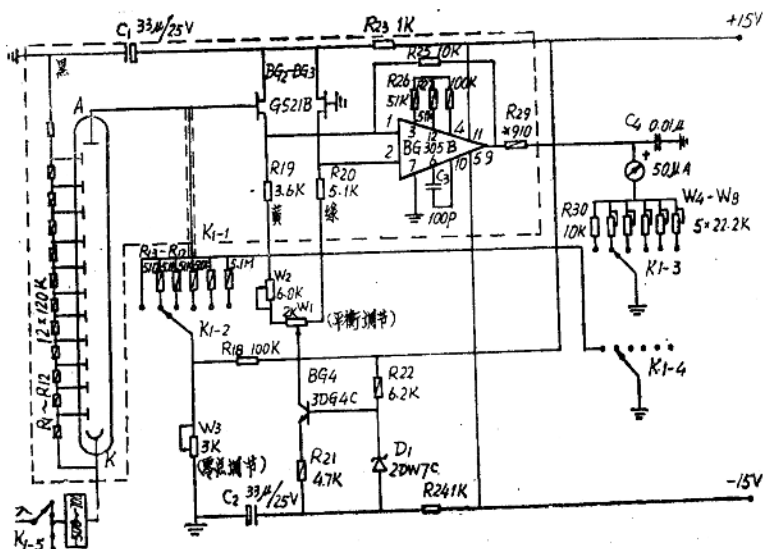


图 3 放大电路原理图

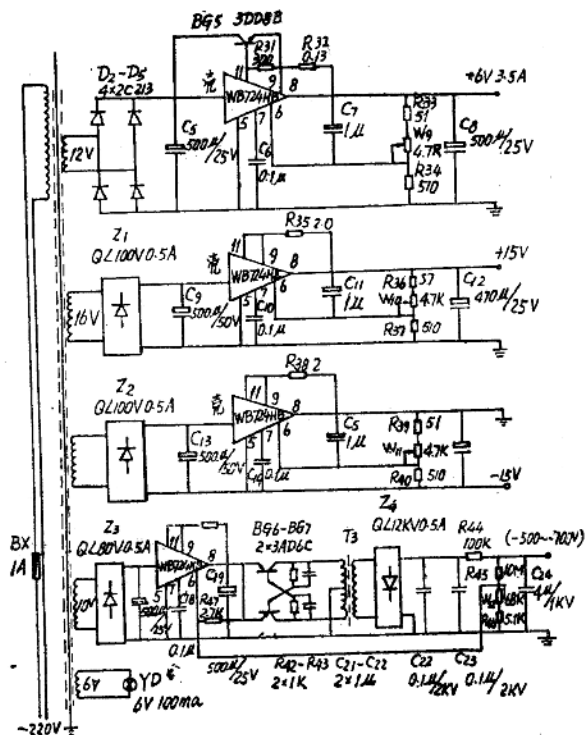


图 4 电源供给电路原理图

2. 仪器的主要技术性能

仪器的技术性能主要是灵敏度和稳定性。

仪器在检漏时,规定的测量范围为 $0.001\sim 100$ 微克/升。在仪器的最高灵敏度档(即 $\times 1$ 档),气体的含尘浓度极低,散射腔产生的散射光通量很小,光电倍增管输出的光电流也很微弱。这时,信号和本底噪声之比即信/噪比很小,所以杂波干扰将限制仪器的灵敏度。要保证仪器的灵敏度必须提高信/噪比,即提高气体含尘浓度由光信号到电信号的转换效率。降低杂波干扰,即降低杂散光,电磁场等等干扰。

仪器工作不稳定表现为测量指示读数不稳定和零点漂移。测量指示读数不稳定是由于干扰造成的。仪器的零点漂移是由于电源电压变化、温度变化等引起光电倍增管起始光电流变化,差动放大器的性能 and 对称性变化造成的。零点漂移随时间和环境条件缓慢变化,影响仪器测量的准确性。经测试,检漏仪的漂移每小时不超过满刻度的4%。仪器并设有“平衡调节”和“零点调节”,可随时调整差动放大器的对称性和补偿抵消起始电流。

为保证仪器有较高的灵敏度和稳定性,采取了下列措施:

①良好的光路设计是保证仪器灵敏度的关键。要求光路在实现气体含尘浓度到光信号的转换效率高,输出信号强而杂散光小。本仪器的光路采用钨丝灯点光源,发光亮度高,由两组透镜进行良好的聚光,投影在散射腔中心位置形成 $1\times 1\times 2$ 毫米³的轮廓清晰明亮的感光区,周围杂散光很小。样气尘粒通过感光区受光照产生各向散射,在 90° 方向用一组透镜收集散射光信号。为减少杂散光,在光路中采取多种限制和消减杂散光的措施。聚光和集光通道上设有狭缝、光栏限制无用杂光通过。整个光路发黑处理以吸收削减杂散光。散射腔还设有光陷圈,吸收经过感光区后的投射光以消除杂散光反射。

②为保证仪器的灵敏度和稳定性,设有良好的屏蔽,稳压滤波。仪器将光电倍增管和放大器装在纯铁材料的屏蔽圆筒内,屏蔽圆筒阻止了外部光线的进入,并消减了电磁场干扰。仪器全部电源均用集成稳压器稳压,WB724HB的电压调整率为 4×10^{-4} ,保证仪器有较高的稳定性,所有电源供电电路设有良好的滤波,阻止可能通过电源引入的干扰。

③为减少仪器零点漂移,主要是保证差动放大电路的对称性和高的共模抑制比。为此差动放大采用单端输入,对称输出,采用场效应对管CS218,还设有“平衡调节”电位器保证差动放大电路的对称性。射极接恒流源电路,保证有高的共模抑制比。此外选定稳定性高的光电倍增管对减小零漂也是有益的。

④选择合适的光源和光电倍增管配合,对提高仪器灵敏度是必要的。当尘源一定时,入射光波长越短,散射光越强。常用国产光电倍增管的频率响应范围约3000~6500埃,应选用亮度高,能量在3000~6500埃范围较集中的光源。虽卤钨灯比钨丝灯效果好,但钨丝灯有寿命长,价格低的优点,故仍采用后者。

⑤仪器工作时,气泵抽力较大,因此对气路密封要求严格,否则仪器不能“自净”,微安表有读值。在散射腔、过滤器、进出气嘴等气路接续处均加有密封胶圈并涂有703胶紧固,保证密封。

3. 仪器结构特点

①仪器光学系统的散射腔体发黑处理较好,杂散光小,信/噪比高。

②为了保证仪器的稳定性可靠性，尽量采用集成件、组合件。各种电源电路和放大电路都独立装成小块板，生产、调整、维修都很简便。

③仪器除光电倍增管外，没有活动插头，避免由于震动、受潮等导致接触不良，提高了仪器的可靠性。

(二) DOP发生器

1. 尘源的选择

渗漏试验的目的是确定含尘空气穿过孔洞或缝隙的渗漏率，渗漏的粒子未经过滤介质，而随着通过缺陷或孔洞的空气一起通过。由于孔洞或缝隙对粒子粒径的选择性不明显，故渗漏试验对粒子直径的要求不严，不必选择单分散相，而选用多分散相，便于现场使用。

DOP即邻苯二甲酸二辛酯—— $C_{26}H_{54}(COOC_8H_{17})_2$ ，沸点为 $387^{\circ}C$ ，蒸汽分压力低，具有不易挥发，粒径不易变，化学稳定性好的特点。比重为 0.986，喷雾后粒子呈球形状，且它的折射率为 1.4853，接近于大气气溶胶的平均折射率 (1.5)。

因此，选用国外渗漏试验通常所用的多分散相 DOP 粒子。

2. DOP 发生器构造

DOP 发生器，主要参照美国的资料，选用六个拉斯克喷嘴（详见图 5），每个喷嘴在使用压力为 $1.2 \sim 1.8$ 公斤/厘米² 时，其压缩空气的喷射量不大于 50 升/分。每个喷嘴上都装有截止阀以控制总发雾量。在压缩空气入口处装有一压力表，并有一总阀门控制发生器的压力。详见图 6。

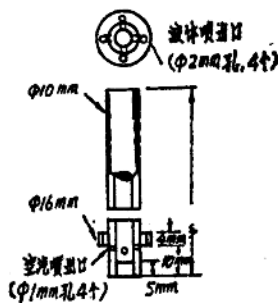


图 5 拉斯克喷嘴

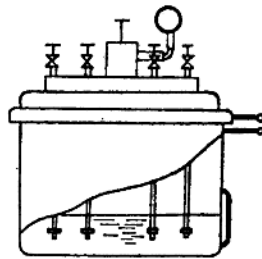


图 6 DOP 发生器

(三) QB—30型气体采样泵

气体采样泵的设计要求是：通过 5 米长管道，又经过 $\Phi 3.5$ 毫米直径的气嘴及过滤器后，抽气量应为 30 升/分，误差为 10% 左右的定值。

根据设计及使用要求该泵应达到：运转平稳、抽气量均匀、噪声小、体积小、重量轻、寿命长和操作维修方便。此泵作为采样用，故在高速旋转时不能采用油润滑来减小泵片磨损。

根据液压马达与气动马达的原理，设计了容积式单作用叶片泵。其原理是：转子与定

子偏心，形成月牙形变量容积腔，通过高速旋转的叶片，改变密封容积的方法来进行工作。

这种泵理论上是变量叶片泵，抽气量的大小与偏心量 e 的大小、转子宽度及电机转数成正比。可通过改变偏心值 e 来改变抽气量，但设计方案制定后，偏心 e 及转子宽度，电机转数均为定值（装配时 e 值变化较小，抽气量可调范围不大），这样该泵在应用时为定值泵。我们所研制的泵经过试运转一段时间，性能较好，可连续工作24小时，未发现任何问题。

1. 泵的主要技术指标

空载抽气量：43升/分；

经过消声后的抽气量：37升/分；

抽气口负压：380毫米汞柱；

电机电压：AC220伏；

电机功率：120瓦；

重量：6公斤。

2. 泵的负载特性

（1）当气嘴截面积大于9.6平方毫米（即 $\Phi 3.5$ 毫米）时，其抽气量变化较小，详见图7气嘴截面积与流量（抽气量）关系曲线。

（2）当过滤器（测大气时的采样面积）中滤纸有效面积大于1589平方毫米（即 $\Phi 45$ 毫米）时，其流量几乎不变。详见图8滤纸面积与流量关系曲线。

这样，该泵不仅用于本仪器，又可用于大气测尘。

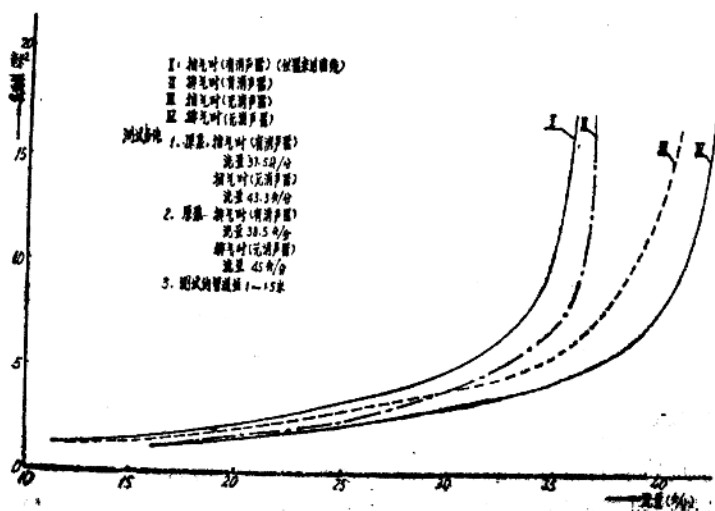


图7 气嘴截面积与流量关系曲线

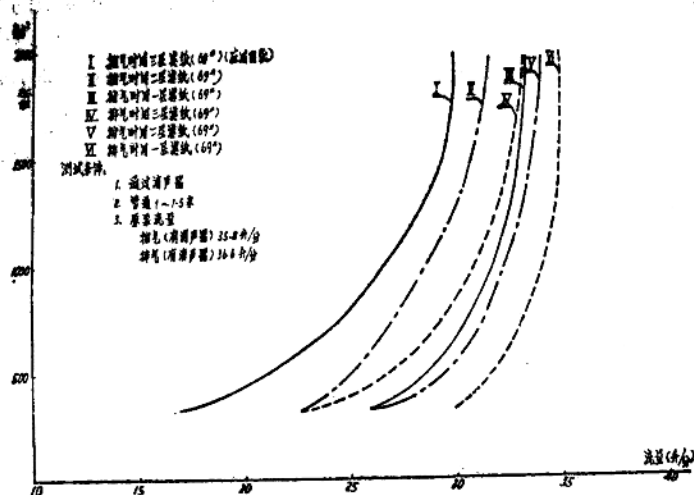


图 8 滤纸面积与流量关系曲线

3. 泵的设计特点

(1) 在定子套中开三角形卸荷槽，目的是消除困气现象，避免压力突变及减小噪声，使抽气均匀。

(2) 在抽气口及排气口外皆装消声器（也可叫缓冲器），使抽气气流平稳。

泵的噪声测定结果见表 1

泵的噪声测定结果

表 1

仪器 型号	类别 噪声 (db)	声 级				频 谱 (赫)							
		A	B	C	LIN	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
本	底	31	41	43	57	45	37.5	32	25	24	<20	<20	<20
美制TDA-2D 粒子检漏装置		67	67	68	70.5	50	55	60	62	60	59	54.5	51
QB-30 型气体	泵 面	65	64	68	81	54	55.5	60.5	54	58	57.5	57	58
	吸气侧	66.5	66.5	67	69.5	48	54	60.5	56	59	60	61	56.5
采 样 泵	电 机	66.5	66.5	67.5	68.5	51	54.5	62.5	57	60	59.5	62.5	52.5
	排气侧	67	66.5	67	70	47	54	62	59.5	60.5	58.5	60	52.5

注：测点距泵500毫米。

(3) 泵片采用特制石墨片，石墨本身是干润滑材料，在高速旋转时石墨片与套体润滑磨擦下来的石墨粉通过管道排出。采用石墨片后，减少定子及转子的磨损，保证了泵的寿命。经磨损后的石墨片磨损1/3仍可使用，故把石墨片定为易损件，其寿命可达1000~2000小时。

(4) 转子直接安装在电机主轴上, 没有采用联轴节, 这样加工困难些, 但减少了噪声, 减小了体积, 使用和维修方便。

(5) 泵体的冷却直接用电机泵风冷, 经过长期使用, 泵体的温度不超过电机温度。

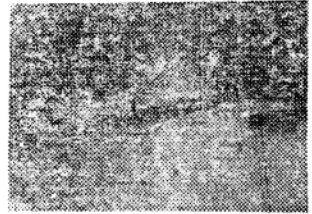
由于采取了一系列措施, 使泵运转平稳, 抽气均匀, 从性能上满足了检漏仪的要求。但还有不足之处, 如电机电容太大, 增加了泵的体积, 密封不太好, 没有发挥出泵的效率等, 这有待于今后解决。

三、JL检漏装置的性能测试和标定

JL检漏装置的各部件: 检漏仪、气体采样器、DOP发生器等都必须进行相应试验和标定。例如检漏仪的稳定性, 例行实验; 气体采样泵连续运转和负载特性实验; DOP发生器烟雾分散度; 在不同压力、不同数量喷嘴情况下烟雾浓度的变化; 检漏仪的读值与重量浓度的关系以及测量范围 $0.001 \sim 100$ 微克/升等性能应进行必要的量测或标定, 并将测试结果汇总列表, 作出曲线, 以便于查用。

(一) 性能测试和标定的实验系统

JL 检漏装置性能实验和标定工作是在空调所负压系统实验台上进行的。其外形见照片。



DOP烟雾由系统前端引入, 与两侧经中效过滤器、高效过滤器过滤的洁净空气混合后进入测试段。在系统的末端设有调节阀, 可调节空气量, 从而控制被测空气中DOP烟雾浓度。

图9是实验系统图。空气压缩机产生的压缩空气经油水分离器、稳压罐、压缩空气过滤器、调节阀、转子流量计等直接送到DOP发生器内, 发生器内装有DOP液体。

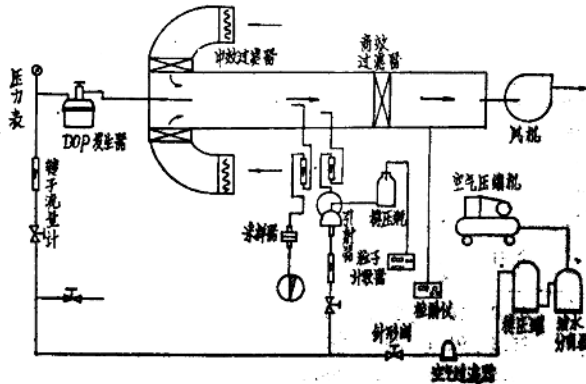


图9 DOP发生试验系统图

重量浓度的测定用过滤计重法, 十万分之一天平称重。

图10为聚苯乙烯塑料球标准粒子试验发生系统。压缩空气经过稳压罐(也作为油水分离)

离器和干燥器用)、压缩空气过滤器、分气缸后,成为洁净空气送入 Royco—256 发生器,由它喷出的含标准粒子的气流引到稳压瓶内。从分气缸引出另一部分洁净空气直接送到稳压瓶内起稀释作用。标准粒子的浓度由分气缸上的阀门和 Royco—256 发生器上的阀门进行调节。

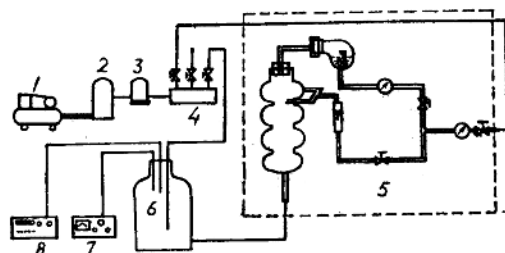


图 10 标准粒子发生试验系统

1—空气压缩机; 2—稳压罐; 3—压缩空气过滤器; 4—分气缸;
5—Royco 256; 6—稳压瓶; 7—检测阀; 8—J—73 粒子计数器

(二) JL 检漏装置的性能测试

1. DOP 气溶胶分散度的检测

检漏试验在粒径选择方面并不要求象测量穿透率那样严格。国外资料报导,往往将喷嘴压力大约控制为 1.7 公斤/厘米²,而其平均粒径一般在 0.5 微米~0.8 微米。

DOP 气溶胶发生实验系统如图 9 所示,用洁净的压缩空气将 DOP 雾化后送入实验管道内,用 J—73 粒子计数器从稳压瓶内取样。调节连接在引射器上的阀门,以确保 DOP 气溶胶的浓度不超过 10⁶ 粒/升(粒子计数器最高有效测量浓度)。

分散度是在喷嘴压力分别为 1.2 公斤/厘米² 和 1.8 公斤/厘米²,喷嘴数从 1~6 个情况下进行测试的。其量测结果列入表 2。

DOP 气溶胶分散度测定结果

表 2

粒 径 (微米)		1.2 公斤/厘米 ²											
		1		2		3		4		5		6	
喷嘴数(个) 百分比(%)		单计	累计	单计	累计	单计	累计	单计	累计	单计	累计	单计	累计
0.3		65.9	56.9	61.7	61.7	63.4	63.4	54.8	54.8	58.1	58.1	55.7	55.7
0.4		25.5	91.4	29.9	91.6	28.4	91.8	32.6	87.4	30.1	88.2	32.1	87.8
0.5		6.8	98.2	7.0	98.6	7.2	99.0	10.9	98.3	9.3	97.5	10.2	98.0
0.6		1.1	99.3	1.0	99.6	0.9	99.9	1.5	99.8	1.9	99.4	1.7	99.7
0.8		0.4	99.7	0.3	99.9	0.1	100.0	0.2	100.0	0.4	99.8	0.2	99.9
1.0		0.2	99.9	0.1	100.0	0		0		0.2	100.0	0.1	100.0
1.2		0.1	100.0	0		0		0		0		0	
1.5		0		0		0		0		0		0	

续表 2

粒 径 (微米)	压 力		1.8 公斤/厘米 ²											
	喷嘴数(个)		1		2		3		4		5		6	
	百分比(%)		单计	累计	单计	累计	单计	累计	单计	累计	单计	累计	单计	累计
0.3			70.8	70.8	69.0	69.0	71.5	71.5	62.9	62.9	65.4	65.4	71.9	71.9
0.4			22.9	93.7	24.2	93.2	23.8	95.3	27.7	90.6	24.6	90.0	23.1	95.0
0.5			4.7	98.4	5.5	98.7	3.7	99.0	7.9	98.5	3.9	93.9	4.2	99.2
0.6			0.8	99.2	0.9	99.6	0.6	99.6	1.1	99.6	3.0	96.9	0.5	99.7
0.8			0.5	99.7	0.3	99.9	0.2	99.8	0.3	99.9	0.5	97.4	0.2	99.9
1.0			0.2	99.9	0.1	100.0	0.2	100.0	0.1	100.0	0.1	97.5	0.1	100.0
1.2			0.1	100.0	0		0		0		0.3	97.8	0	
1.5			0		0		0		0		0.6	98.4	0	
2.0			0		0		0		0		0.8	99.2	0	
3.0			0		0		0		0		0.8	100.0	0	
4.0			0		0		0		0		0		0	

结果表明DOP发生器所发的DOP气溶胶, 集中度高, 粒径在0.6微米以下的占99%以上, 而粒径大于1微米的基本为0。且喷嘴压力由1.2公斤/厘米²升到1.8公斤/厘米², 喷嘴数由1个变为6个, 分散度基本不变。

根据质量平均粒径计算公式:

$$\bar{d}_m = \frac{\sum n_i d_i^4}{\sum n_i d_i^3}$$

式中: n_i ——粒子数

d_i ——粒子直径(微米)

计算出质量平均粒径约为0.5微米。

2. DOP发生器烟雾量的检测

DOP发生器在不同的风量、喷嘴数、喷嘴压力情况下的浓度变化见图11。图中表明: 相同压力下喷嘴数越多发尘浓度越大; 当喷嘴数一定时喷嘴压力越高发尘浓度越大。

为了便于使用时合理选用空气压缩机, 作了在喷嘴压力1.8公斤/厘米²时, 不同喷嘴数时压缩空气喷射量的实验, 列入表3。

3. JL-82型检漏仪的标定

根据光散射原理和线性放大器的线性关系, 检漏仪在理论上是应能满

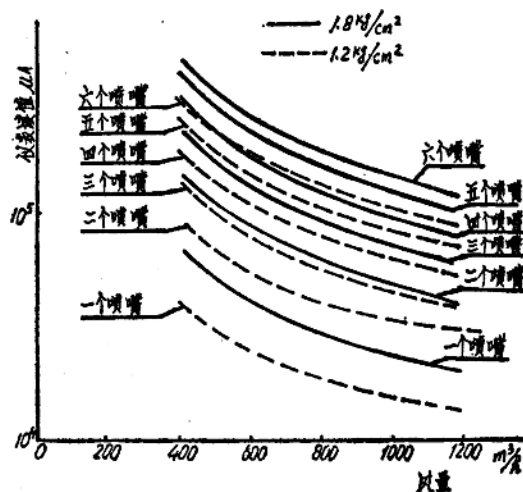


图 11 浓度曲线

足测量范围为 0.001~100 微克/升的要求。但如果设计不合理或安装不当,则不能达到满意的结果。此外,仪器指示是电流值,它与DOP气溶胶重量浓度的对应关系,必须进行标定才能便于仪器的使用。

压缩空气喷射量 表 3

喷嘴数	压缩空气喷射量 (米 ³ /小时)	备 注
1	6.2	喷嘴压力为1.8公斤/厘米 ²
2	8.3	
3	10.3	
4	12.7	
5	15.0	
6	17.0	

标定实验先是在图 9 所示的试验系统对四台检漏仪同时标定。在负压实验台上,气流稳定的测试段内,用计重法采样和检漏仪采样同时进行。计重法采样器选用效率为六个 9 的玻璃纤维滤纸,增重用十万分之一天平称重,此重量浓度与检漏仪读值对比。测定结果列于表 4。根据表中所列数据作出图 12。试验时重量浓度由 141.0 微克/升逐渐变化到 0.2178 微克/升。采样时间由 5 分钟增加到 2 小时。为了确保重量浓度量测的可靠性,应有足够的增重。因此发尘浓度越低,采样时间必须相应延长。但浓度低到一定程度时,负压系统的本底影响(即大气尘的影响)就不容忽视。即使采取相应措施,使大气尘的影响小到可以忽略不计,但因发尘浓度过低,采样时间也不可能无限延长,因此想用计重法进行定量标定,取得足够的增重,实际上也是难以实现的。从图 12 曲线看,证明仪器有很好的线性关系,曲线很有规律。但低浓度时重量浓度无法做,因此采用标准粒子法如图 10 的系统,验证在低浓度时是否符合规律。

发 DOP 尘 测 定 结 果 表 4

重量浓度 (mg/m ³)	仪表编号	仪表读值 (μ A)	系 数 (mg/m ³ · μ A)	备 注 (仪表换档)
141.0	1	45×10^4	0.000313	
	2	45×10^4	0.000313	
	3			
	4	45×10^4	0.000313	
80.5	1	23×10^4	0.000350	
	2	24×10^4	0.000335	
	3	24×10^4	0.000335	
	4	23×10^4	0.000350	
76.0	1	23×10^4	0.000330	
	2	20×10^4	0.000380	
	3			
	4			

续表

重量浓度 (mg/m ³)	仪表编号	仪表读值 (μ A)	系数 (mg/m ³ · μ A)	备注 (仪表换档)
62.0	1	16.3×10^4	0.000380	
	2	15.0×10^4	0.000413	
	3	15.3×10^4	0.000405	
	4	14.3×10^4	0.000434	
13.0	1	4.125×10^4	0.000315	41.25×10^3
	2	3.750×10^4	0.000347	37.50×10^3
	3	3.125×10^4	0.000416	32.00×10^3
	4	3.125×10^4	0.000416	32.00×10^3
7.0	1	23.3×10^3	0.000300	
	2	22.7×10^3	0.000308	
	3	21.0×10^3	0.000333	
	4	17.3×10^3	0.000405	
4.8	1	13.8×10^3	0.000348	
	2	12.7×10^3	0.000378	
	3	12.5×10^3	0.000384	
	4	9.3×10^3	0.000516	
1.27	1	3.75×10^3	0.000339	38.33×10^2
	2	3.60×10^3	0.000353	36.00×10^2
	3	3.60×10^3	0.000353	36.33×10^2
	4	3.90×10^3	0.000326	38.00×10^2
0.747	1	20.625×10^2	0.000362	
	2	18.375×10^2	0.000407	
	3	18.875×10^2	0.000396	
	4	19.375×10^2	0.000386	
0.480	1	12.0×10^2	0.000400	
	2	10.3×10^2	0.000466	
	3	10.0×10^2	0.000480	
	4	10.0×10^2	0.000480	
0.2174	1	4.9×10^2	0.000444	49×10^1
	2	4.0×10^2	0.000545	40×10^1
	3	4.0×10^2	0.000545	40×10^1
	4	4.2×10^2	0.000519	42×10^1

* 每栏中的数据为四台仪器的测定结果

粒子计数器和JL—82型检漏仪同时从稳压瓶采样,在同一标准粒子浓度下,两台检漏仪与J—73型粒子计数器同时量测,其数值进行比较。又在改变标准粒子浓度下进行量测,其结果见表5。

根据表5的数据,作出标准粒子浓度曲线(见图12)。这是一条与发DOP气溶胶完全平行的直线。

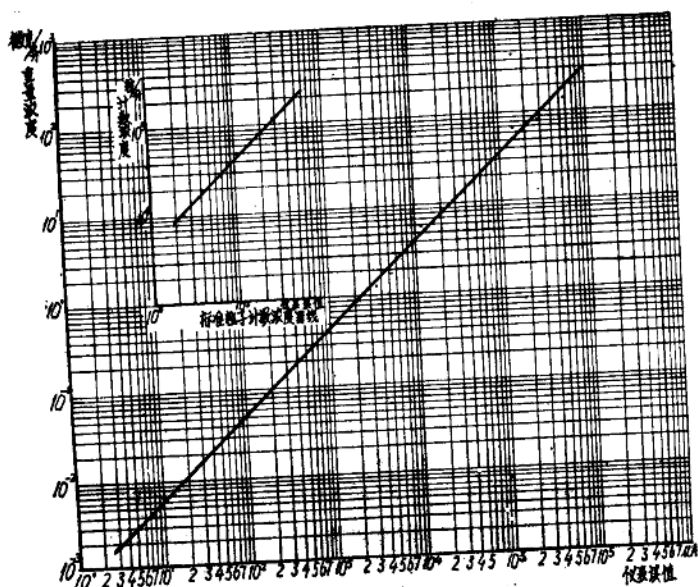


图 12 DOP 重量浓度曲线

发标准粒子(0.584 μ)测定结果

表 5

计数浓度(粒/升) ($>0.3\mu$)	仪表号	仪表读数 (μA)	系数 (粒/升 $\cdot\mu A$)	备 注
9980	1	2.75	3629	
	2	2.20	4536	
48260	1	9.75	4950	
	2	11.70	4124	
7434	1	18.50	4018	
	2	19.70	3773	
120760	1	26.50	4557	粒子计数器稀释 2 倍
	2	29.20	4135	
151230	1	35.50	4260	粒子计数器稀释 2 倍
	2	39.20	3858	
174320	1	41.50	4200	粒子计数器稀释 2 倍
	2	47.20	3693	

由这条曲线可以看出, 在低浓度时, 检漏仪指示值也是线性的, 因此, 可以将图12的直线延长。所得曲线就是检漏仪对DOP气溶胶的标定曲线。

在标定实验过程中, 控制发生浓度对各台仪器的档与档之间倍数关系, 即 $\times 10^4$ 、

$\times 10^3$ 、 $\times 10^2$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1$ 档之间的 10 倍关系进行测量与标定。结果表明“10:1”的比例关系是正确的。应当指出的是:

1) 由于对各台仪器未能“校正”到同一灵敏度, 因此几台仪器标定测试结果是有所差异的。

当需要测定某一气溶胶的重量浓度绝对值时, 根据某一灵敏度作出标定曲线后, 仪器的灵敏度应固定, 否则测量的重量浓度是不准确的。

2) 仪器设计要求的测量范围是 $0.001 \sim 100$ 微克/升。标定实验时发生浓度为 141.0 微克/升时, 仪器是能测量的。而仪器可测的最低浓度是每微安 0.35×10^{-3} 微克/升。

可见试制的检漏仪完全可以满足净化设备的检漏要求。

四、关于检漏装置在净化设备检漏中的使用

检漏装置在净化设备过滤器系统中的检漏效果究竟如何, 这是对仪器的试制者和使用者共同关心的问题。

我们用标定过的一套检漏装置, 对自净器, 净化工作台, 过滤器进行了检漏试验。DOP 发生器发生的 DOP 气溶胶, 从过滤器的上风侧, 也就是风机的入口处注入 (当然离开过滤器越远越好, 这样可以保证气溶胶和空气混合得足够均匀), 仪器调整后, 手握式采样头轻轻地在过滤器表面和它的周边进行扫描、巡检。采样头距过滤器的表面约为 $20 \sim 30$ 毫米。扫描速度每秒 $25 \sim 50$ 毫米。因为采样泵的流量较大 (30 升/分), 采样头的喇叭口直径为 20 毫米, 扫描巡检时捕获的面积较大, 使扫描巡检时间大为减少。

1. 对自净器检漏

DOP 发生器只用一个喷嘴, 压力为 1.2 公斤/厘米²。由于过滤器上风侧的 DOP 浓度较大, 检漏仪可以很快地找到泄漏点。绣花针在过滤器上扎的一个针眼, 用检漏仪很快就可以找到。

2. 对净化工作台的检漏

在某一净化工作台上进行检漏试验, 仍是用一个喷嘴, 1.2 公斤/厘米² 的压力, 用手握式采样器在过滤器上扫描, 结果只发现在过滤器的边角上检漏仪有 $2 \sim 3$ 微安的指示 (检漏时将过滤器的穿透率补偿为 0), 也就是接近 1 微克/米³ 的很小渗漏。经灌胶堵漏再检测时, 仪表指示为 0 。说明找出了漏点, 并堵住了漏点。

3. 过滤器的检漏

过滤器在出厂前, 用粒子计数器检漏, 由于采样量小, 采样管细, 检查一个过滤器约需 1 个小时左右, 并且稍一疏忽还可能把漏点漏检。

我们在作某一过滤器检漏时, 由于空气压缩机容量小, DOP 发生器用两个喷嘴, 0.8 公斤/厘米² 的压力。在过滤器检漏台上, 在其入口处将 DOP 气溶胶注入。在过滤器下风侧上进行检漏, 只需 5 分钟即可将过滤器巡检一遍。在过滤器的底边, 突然仪表超过满量程, “打表”, 换到 $\times 10$ 档还“打表”, 可见浓度已超过 175 微克/米³ 以上, 这是一个大漏洞。仔细查找发现原来是封头胶开裂。