

• 专题交流 •

可吸入性粉尘测定的意义、方法及其应用*

上海医科大学 (200032) 陆培廉 叶亭亭 戴国强 范华英

棉尘病症状与可吸入性粉尘有关。可吸入性粉尘 (inhalable dust, 以下简称可吸入尘) 是指可以沉积在肺泡和气管支气管内的粉尘粒子, 主要是小于 15μ 的粒子。测定可吸入尘浓度可以反映棉尘危害情况, 根据我们1981年和1983年在上海三个棉纺厂测定可吸入尘浓度和棉尘病患率调查来看, 两者呈浓度-反应关系, 因此发展可吸入尘测定方法具有现实意义。1982年世界卫生组织在《关于以健康为目标的植物性粉尘职业接触限值》中, 推荐美国的垂直淘析仪作为监测可吸入尘的手段。

上海医科大学曾引进了美国垂直淘析仪 (Lunsden-lynch) 并用于现场工作中。上海棉纺科研所为了解决棉纺厂测尘问题, 会同无锡化工仪表厂在垂直淘析仪的基础上, 研制了可由我国取材的KC-1型可吸入尘采样仪, 并由上海医药工业研究院研制了采集可吸入尘的滤膜, 1985年我们在上海国棉二厂进行效果比较。

1 滤膜效果评价

表 1

两种滤膜测尘效果比较 (可吸入尘浓度 mg/m^3)

采样时间	样本对数	MSA滤膜		CDR滤膜		t	P
		M	SC	M	SD		
83.12	42	1.570	0.710	1.510	0.490	0.853	>0.05
85.1~85.2	9	1.610	0.486	1.566	0.180	1.841	>0.05
85.3	14	2.067	0.577	1.848	0.552	1.897	>0.05
合计	65	1.683	0.679	1.590	0.486	1.824	>0.05

2 测尘仪效果评价

在比较了滤膜的可行性后, 即采用 CDR 滤膜在两台美国仪器和两台KC-1₁仪器上采样, 作仪器效果比较。比较时, 两种仪器各一台挂置在车间同一柱子两侧, 次日位置对换。

2.1 采样仪结构: 由淘析仪、采样盒、阻尼管、真空泵 (220V电源)、竖杆等组成。淘析仪进气口的流量是 $7.4 \pm 0.2 \text{ L}/\text{min}$, 真空泵负压KC-1型采样仪为 $570 \sim 580 \text{ mmHg}$, 美国淘析仪为 $14 \sim 20$ 吋汞柱。小于 15μ 粒子随气流上升而捕集在滤膜上。

2.2 操作步骤: 将真空泵箱置于工作地点、放平稳; 接上电源, 装上竖杆、淘析仪; 事先将采样盒中滤膜称重, 采样盒编号, 在真空泵开动10分钟后, 装上采

美国棉尘采样滤膜要求用聚氯乙烯 MSA FWS-B (PVC) 制成, 孔径为 5μ , 直径 37 mm 。由上海医药工业研究院研制了孔径为 5μ 的氯化聚氯乙烯滤膜, 称为 CDR 型滤膜, 在扫描电子显微镜下将两种滤膜进行了比较, 发现 CDR 滤膜的孔径比 MSA 滤膜整齐。于是我们将 CDR 滤膜和 MSA 滤膜进行了捕尘效果比较。采用两台垂直淘析仪和两台 KC-1 型可吸入尘采样仪, 同种仪器用两种滤膜, 悬挂在车间同一柱子的两侧, 第二次将滤膜位置对换。主要在粉尘浓度较高的梳棉工序进行, 每次采样120分钟, 共测定了65对样品 (表1), 滤膜在采样前后由同一人在同一十万分之一天平上称重, 根据采样前后滤膜重量之差, 计算出空气中粉尘浓度 (mg/m^3)。

由表1看出, 两种滤膜测定结果经 t 检验为 1.824 ($P > 0.05$), 因此认为是可比的, 相关 $r = 0.726$ ($P < 0.01$)。

因此在以后对仪器进行比较时, 以 CDR 型滤膜作为捕尘滤膜。

样盒, 进行采样, 每次采样 $2 \sim 3$ 小时, 当滤膜上粉尘过多时, 应调换另一只备有已称重滤膜的采样盒, 记录采样盒号和采样时间, 采样后滤膜再称重, 根据滤膜增重, 算出空气中可吸入尘平均浓度 (mg/m^3)。

2.3 测尘结果: 共在开棉、梳棉、并条、粗纱和细纱5个工序测定了60对样品, 结果见表2。

由此可见, 两种仪器测尘效果无显著性差异, 因此无锡 KC-1 型仪器在棉尘测定中是可用的。

3 国产仪器和滤膜联用与美国仪器和滤膜联用比较

从表1和表2看, 美国和中国滤膜和仪器的测尘效果基本一致, 但今后要立足于国产滤膜和仪器, 完全

* 本文为1993年广州国际棉尘病研讨会大会交流论文

表2 两种采样仪采样效果比较 (粉尘浓度mg/m³)

工序	采样对数	美国仪器		无锡仪器		t 值
		M	S.D	M	S.D	
开棉	12	1.01	0.44	1.18	0.77	1.47
梳棉	12	2.35	0.37	2.21	0.54	1.09
并条	12	1.44	0.46	1.42	0.33	0.25
粗纱	12	0.697	0.17	0.68	0.26	0.44
细纱	12	0.31	0.13	0.33	0.17	0.43

采用国产的KC-1型采样仪和CDR滤膜时其效果能否达到美国垂直淘析仪和MSA滤膜的要求?于是我们又进一步在该厂梳棉工序进行了测尘效果比较,即一台KC-1型可吸入尘采样仪装上备有CDR滤膜的采样盒与一台美国垂直淘析仪装上备有MSA滤膜的采样盒悬挂在车间同一柱子两侧,第二次位置对换,共测29对样品,结果两者之间 $r=0.9387$, $P<0.01$ 。

$$\hat{y} = 0.1723 + 0.9128x$$

其中 $\hat{y}$ ——美国仪器和滤膜

x ——中国仪器和滤膜

根据本测定结果,两种测定仪器和滤膜各联用时,无锡 KC-1 采样仪和 CDR 滤膜的测尘效果在

1mg/m³ 左右时与美国垂直淘析仪和 MSA 滤膜比较接近,而在低浓度时,前者联用时数值稍低,但总的看来,两者的相关性是好的。

4 滤膜上粉尘分散度

根据垂直淘析仪采样原理,滤膜上收集到的粉尘粒子直径应在15 μ 以下,因此我们对滤膜上粉尘进一步分析。计数时以15 μ 为界(表3),滤膜上确有纤维状和片状尘,因此我们以直径小于3 μ ,长度与直径之比>3:1作为纤维尘,以直径大于3 μ ,长度与直径之比<3:1作为片状尘列入计算。

此外,我们又按常规分散度分组法进行了计数,结果见表4。

表3 以15 μ 为界的粉尘分散度计数 (%)

采样点	样品数	<2 μ	2~15 μ	纤维尘	片状尘	合计
开棉	4	60.3	35.2	2.1	2.4	100
梳棉	4	59.4	37.2	2.2	1.2	100
并条	2	48.5	46.3	2.1	3.1	100
粗纱	2	45.4	46.9	5.1	2.6	100
细纱	2	57.4	40.8	1.4	0.4	100

表4 以常规分组法进行分散度计数结果 (%)

采样点	样品数	<2 μ	2 μ ~	5 μ ~	10 μ ~	纤维尘	片状尘	合计
开棉	2	57.6	33.9	5.9	0.8	0.6	1.2	100
梳棉	2	65.9	31.3	1.3	0.9	0.6	0	100
并条	2	49.9	38.4	3.7	2.2	5.4	0.4	100
粗纱	2	45.6	39.4	6.4	4.1	3.1	1.4	100
细纱	2	40.4	42.0	7.9	3.5	1.8	4.4	100

从以上两表看出,虽然由于计数样品次数少,数值分布不甚规律,但基本上滤膜采样所得粉尘>98%为颗粒状,且为小于15 μ 的,符合根据 Stock 定律所计算要求的。

5 可吸入尘中游离二氧化硅分析

既然可吸入尘代表人呼吸道吸入粉尘情况,则这种粉尘中游离二氧化硅含量多少,涉及到棉纺厂粉尘的危害性问题。我们采用红外分光光度法进行分析,结果:开棉 $4.31 \pm 0.31\%$,梳棉 $2.75 \pm 0.8\%$,并条

$2.25 \pm 1\%$,粗纱 $2.44 \pm 1.1\%$,细纱 $0.84 \pm 0.2\%$ 。其中除梳棉分析8个样品外,余均分析4个样品。

从以上数值可知,以开棉工序空气粉尘中游离二氧化硅含量稍高,但也不超过5%,以后随棉花加工过程的进行,其含量逐渐减少,到细纱仅1%左右。

6 总尘测定问题

目前可吸入尘采样仪尚未推广,国内绝大多数地区只能用总尘测定方法,因此我们在采集可吸入尘的同时,在同一地点采用上海 DK-60 I 型测尘仪和北

京红波滤膜测定总尘, 结果见表5。

表5 棉纺厂各工序总尘浓度(mg/m³)

工序	样品对数	总 尘		可吸入尘		r	P
		M	S.D	M	S.D		
开棉	26	2.338	1.199	1.067	0.612	0.470	<0.05
梳棉	20	5.358	2.056	2.207	0.420	-0.038	>0.05
并条	18	2.408	0.845	1.475	0.416	0.054	>0.05
粗纱	24	1.761	0.524	0.688	0.210	0.175	>0.05
细纱	23	1.823	0.706	0.325	0.147	-0.05	>0.05
合计	111	2.643	1.718	1.102	0.752	0.623	<0.01

由表5可看出, 总尘样本测定结果的离散度大, 当与可吸入尘浓度比较时, 两者相关性差。当把5个工序111对样本加在一起计算时, 两者的相关 $r=0.623$, $P<0.01$ 。粗略地看, 总尘约为可吸入尘的2.5倍。

从总尘标本的分散度来看(表6), 它们的纤维尘和片状尘的比例也是较高的, 虽也以小颗粒尘为主, 但纤维尘和片状尘较多, 因此影响总尘数值较大, 尤以细纱工序空气中粉尘基本上总尘为可吸入尘

表6 总尘分散度计数(%)

工序	<2μ	2μ~	5μ~	10μ~	纤维尘	片状尘	合计
开棉	34.9	45.9	6.8	4.6	3.2	4.6	100
梳棉	29.6	48.0	5.7	2.7	8.3	5.5	100
并条	28.7	45.5	8.0	5.1	5.5	7.2	100
粗纱	31.0	52.5	3.1	1.3	3.9	7.5	100
细纱	30.7	38.1	9.5	6.2	1.4	14.2	100

的6倍, 用这种方法来表示棉纺工所接触到的粉尘的量及其危害程度显然是不确切的, 当然如果前纺车间(开棉、梳棉、并条、粗纱)的粉尘浓度达到卫生要求时, 细纱工序就毫无问题了。

7 总结

7.1 由于棉尘来源混杂, 不应采用包括大量棉纤维的总尘测定, 而应采用可以代表人吸入情况的可吸入

尘采样方法和仪器。

7.2 国产KC-1型可吸入尘采样仪和CDR 滤膜可用于棉尘可吸入尘采样测定。

7.3 棉尘中游离二氧化硅含量一般来说小于5%, 且从棉尘患病率来看, 棉尘的危害主要以气道反应为主, 故不应以尘肺的标准来要求棉尘的卫生标准。

(参考文献 略)

尿中原卟啉测定条件的探讨

湖南医科大学预防医学系(410078) 陈安朝 吴维生

红细胞原卟啉测定是铅接触调查和铅中毒诊断时一项较特异的监测指标, 该指标的测定国内已有许多报道。但在现场调查及实际工作中获取血样有一定的困难, 而尿样则较易获得。为此我们根据测定血液红细胞中原卟啉的原理与方法, 探讨尿中原卟啉的测定条件, 以了解尿中原卟啉的测定在铅接触调查和铅中毒诊断时的应用价值。

1 测定方法

1.1 原理 原卟啉为荧光物质, 尿液中原卟啉用乙酸乙酯和冰醋酸混合液溶解, 再以稀盐酸萃取原卟啉。在激发光波长403nm, 发射光波长600nm处测其

荧光强度, 根据荧光强度定量。

1.2 主要仪器及试剂 荧光分光光度计; 旋涡式混匀器; 4:1乙酸乙酯-冰醋酸溶液; 0.5N 盐酸; 原卟啉标准溶液储备液: 用1/10万的天平准确称取5.4mg原卟啉钠盐, 加入12.5ml浓盐酸溶解后, 移入500ml容量瓶中, 用去离子水稀释至刻度, 此溶液为10.0μg/ml原卟啉; 原卟啉标准应用液: 取0.5ml标准储备液置于100ml容量瓶中, 用4:1乙酸乙酯-冰醋酸混合液稀释至刻度, 此液为0.05μg/ml原卟啉。

1.3 分析步骤

1.3.1 原卟啉标准曲线的制备