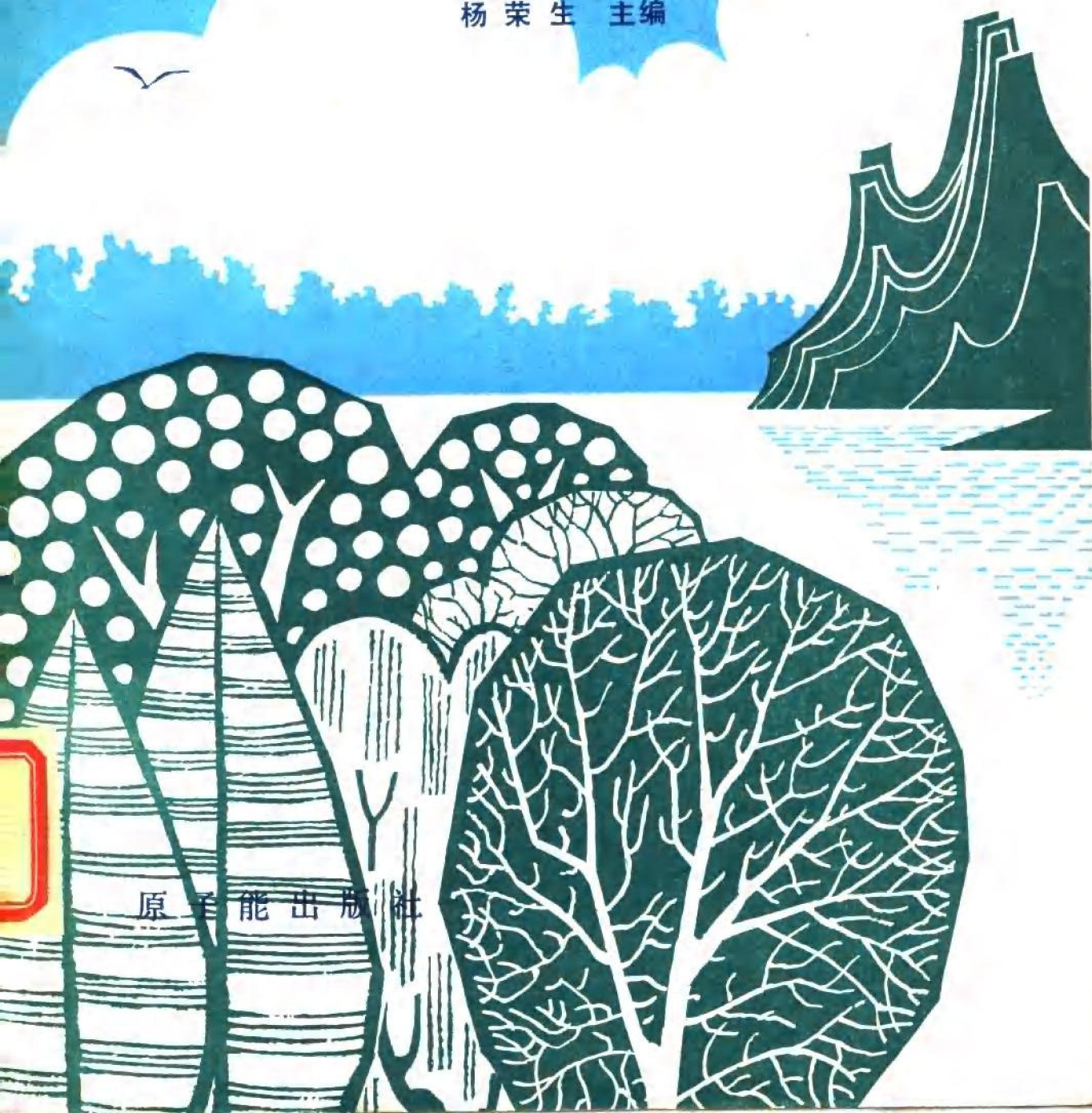


空气净化

(1979年会议资料选编)

杨荣生 主编



原能出版社

86.652083
682
=1979

空 气 净 化

(1979 年会议资料选编)

杨荣生 主编

原 子 能 出 版 社

内 容 简 介

这是 1979 年空气净化会议的资料选编。其主要内容包括：空气过滤器滤材性能的研究，高效空气过滤器性能、结构和检测方法的研究，过滤装置及其密封技术的研究，被污染的过滤器的回收以及气溶胶粒度分析等。

本选编可供从事空气净化、环境保护和洁净技术的有关人员参考，也可供高等院校原子能和环境工程等专业师生参考。

空 气 净 化

(1979 年会议资料选编)

杨荣生 主编

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 787×1092¹/₁₆·印张 8·字数 191 千字

1983 年 1 月第一版·1983 年 1 月第一次印刷

印数 001—3500·统一书号：15175·433

定价：1.05 元

前 言

空气净化是防止大气污染，保护环境的一项重要措施。随着科学技术和现代工业的发展，对空气净化的要求越来越高，因此迅速提高这方面的技术水平，对发展环境科学和洁净技术具有重要的意义。

空气净化也是防止核工业中放射性物质污染大气的一项重要措施。由于放射性物质的毒性大、粒度小、排放的容许浓度很低，所以排气的净化程度要求很高。以二氧化钚为例，居民区最大容许浓度为 2×10^{-17} 居里/升，相当于在20立方米空气中只允许一个直径为0.5微米的球形二氧化钚粒子存在。另外，在核空气净化设施中，还必须考虑放射性防护措施及放射性废物的处理问题。

在核工业中，逸入空气中的放射性物质，绝大多数呈气溶胶状态。因此，放射性气溶胶的净化研究和净化放射性气溶胶所用的高效空气过滤器的研制，是核工程中迫切需要解决的问题。为此，1979年8月在大连召开了核工程空气净化会议。会上交流总结了有关空气净化，特别是放射性气溶胶净化方面的工作和经验。

为了进一步交流这方面的经验，我们从会议资料中选出了10篇文章汇编成册，供从事空气净化、环境保护和洁净技术的有关人员参考。本选编的主要内容包括：过滤器滤材性能的研究，高效空气过滤器性能、结构和检测方法的研究，过滤装置及其密封技术的研究，被污染的过滤器的回收以及气溶胶粒度分析等。

参加本选编审定工作的有杨荣生（主编）、马如谦、李水清、叶璠生、邢松年和韩国光同志。

由于我们水平所限，选编中难免有错误和不妥处，恳请批评指正。

编 者

1980年10月

目 录

前言

两种高效滤材性能测定.....	(1)
合成纤维中效无纺滤材过滤性能的测定和比较.....	(10)
PB 型高效 空气过滤 器的研制.....	(17)
高效空气过滤器的钠焰法检测装置.....	(36)
用天然氦氖子体法就地检验高效过滤装置.....	(61)
排风过滤器组合装置的研制.....	(70)
闭孔海绵橡胶垫的密封性能实验.....	(83)
后处理厂排风过滤器的回收.....	(91)
铀、钍、钷、镅放射性微粒释放及粒度特征初步研究.....	(97)
降低核工程室内空气含尘量的重要性.....	(112)

两种高效滤材性能测定

李 兆 麟

一、前 言

目前国内用于净化放射性气溶胶的高效滤材,主要有超细合成纤维滤布和超细玻璃纤维滤纸两种。虽然它们早已广泛用于制作高效过滤器,但对其性能进行较全面的实验研究报道却不多。然而对设计和使用者来说,在特殊环境中使用上述滤材时,仅知道其主要技术参数(阻力、透过率和抗张力),显然是不够的。因此,通过对滤材进行某些物理化学处理,测定它们对主要技术参数的影响,不但有利于按照实际情况选材,而且为今后进一步提高其性能和研制新型滤材指出了方向。

过去我们曾对超细玻璃纤维滤纸进行过部分性能测定^[1, 2],但并没有在相同实际条件下,将它与超细合成纤维滤布进行对比。本实验是在相同条件下,对超细合成纤维滤布和超细玻璃纤维滤纸在耐温、耐湿、耐辐照和耐酸、耐碱、耐有机溶剂等方面进行了对比实验。由于条件所限,以及对滤材试验的物理化学处理过程不一定符合实际使用情况,因此本实验测得的数据仅供参考。

二、滤材的主要技术参数测试方法

(一) 材料、试剂和仪器

1. 材料

(1) 苏联 $\Phi\P\P$ -25 超细合成纤维滤布 1960 年产品。滤布的原料为过氯乙烯树脂。纤维直径平均为 2.5 微米。

(2) 国产 LXGL-25 超细合成纤维滤布 1978 年产品。

(3) 超细玻璃纤维滤纸(以下简称玻纤滤纸) 上海红光造纸厂 1977—1978 年产品。玻纤滤纸系用无碱玻璃棉做原料,不加粘结剂,采用造纸工艺制成。纤维直径平均为 1 微米左右。

上述滤材的主要技术指标列于表 1。应当指出,苏联滤材由于存放时间过长,性能可能有些变化,但取得的定性对比结果,尚可供参考。

2. 试剂

实验所用试剂,除 30% 磷酸三丁酯(TBP)-煤油为自己配制外,其余均为市售分析纯级。

3. 仪器

KOJI-90 和 KOJI-45 浊度计(苏),用于测定油雾浓度、分散度和滤材的透过率;ZLL-10 型纸张拉力机(宜宾造纸厂制造),用来测定滤材的抗张力; ^{60}Co 放射源,用来照射滤材。

表 1 滤材的主要技术参数

滤材类别	油雾浓度, 毫克/米 ³	比速, 升/分·厘米 ²	阻力, 毫米水柱	透过率, %	抗张力, 克/15×180毫米
ΦПП-25	2500	0.06	<3.60	<1×10 ⁻³	>700 (纵向) >400 (横向)
LXGL-25	2500	0.06	<2.40	<1×10 ⁻³	>800 (纵向) >400 (横向)
玻纤滤纸	2500	0.06	<8.00	<1×10 ⁻⁴	>280 (横向)

(二) 主要技术参数测试方法

1. 滤材透过率的测试方法

滤材的透过率是确定滤材优劣的主要指标之一。透过率的测试装置如图 1 所示。透平油是在油雾发生器 1 中被加热气化的。油蒸气是在油雾发生器内的混合器中与冷空气(室温)混合形成油雾, 按规范将油雾颗粒直径调至 0.28—0.34 微米, 并将油雾浓度调至 2500 毫克/米³。以 0.06 升/分·厘米²的比速将含油雾的空气通过被试滤料夹 2。分别在被试滤料夹前后取样送至浊度计 3 和 4, 以确定被试滤材前后的油雾浓度, 从而推算出被试滤材的透过率。也可直接从 КОЛ-45 浊度计转鼓上读出所测滤材的透过率。油雾的初始浓度和分散度可由 КОЛ-90 浊度计测出。

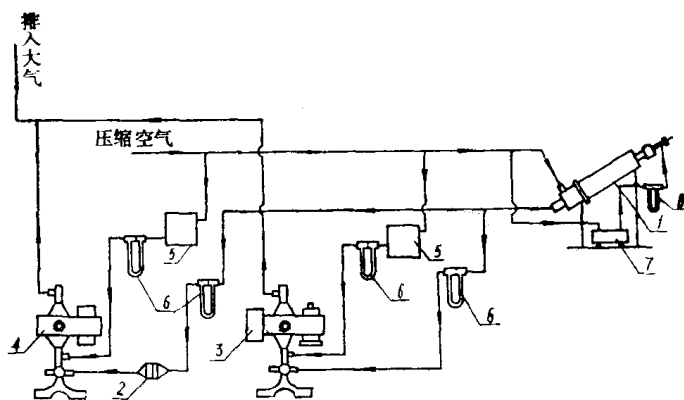


图 1 滤材透过率的测定装置

1——油雾发生器; 2——被试滤料夹; 3——КОЛ-90 浊度计; 4——КОЛ-45 浊度计; 5——压缩空气过滤器; 6——玻璃孔板流量计; 7——贮油桶; 8——油量表。

2. 滤材阻力的测试方法

实验装置和流程如图 2 所示。将试样放在夹具上, 开启真空泵 1, 通过滤料夹 4 的流量由玻璃孔板 U 型管流量计 3 量测。比速为 0.06 升/分·厘米²。阻力由倾斜式微压计 5 测得。

3. 滤材抗张力的测试方法

滤材抗张力试样的选取(如图 3 所示): 依横向(或纵向)选取, 将滤材用专用切纸刀裁成 15 毫米×180 毫米大小, 单号为实验试样, 双号为对照试样, 或上部为实验试样, 下部为对照试样。试样断裂时的力由纸张拉力机测得。一般以横向抗张力为衡量抗张力的标准。

三、试样的选取

选取拉力试验试样的方法如前所述。滤材经过大量试验和测定,其结果表明,不论合成纤维滤布还是玻纤滤纸的性能,都存在程度不同的不均匀性,特别是玻纤滤纸的不均匀性更为显著。实验表明,同一型号的滤材,当它们的生产日期相隔不是太长,在阻力相近的情况下,其透过率一般相同或相近。因此,在测试滤材的阻力和透过率时,必须选取原始阻力相近的试样。

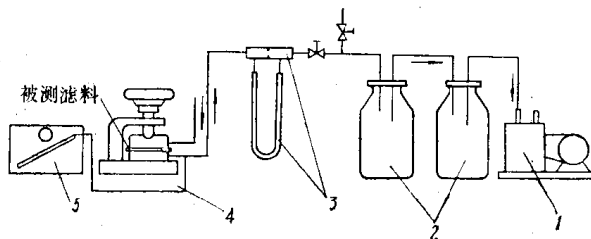


图2 滤料阻力的测定装置

1——真空泵; 2——缓冲瓶; 3——玻璃孔板流量计;
4——滤料夹; 5——微压计; 6——螺旋夹。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

图3 抗张力试样选取示意图

四、实验结果和讨论

下列各实验的实验组和对照组均为5个平行试样,表中所列的数据为算术平均值。

1. 耐温实验

由于滤材的耐温特性不同,故本实验所选定的初始温度也不一样。合成纤维滤布的初始温度为60℃,而玻纤滤纸的初始温度为100℃。将试样置于恒温箱内的隔板上,恒温24小时后取出,测定其阻力、透过率和抗张力。从表2中可看出,当合成纤维滤布在60℃恒温24小时后,其透过率、阻力和抗张力均无变化。当温度升到70℃恒温24小时后,合成纤维滤布的透过率增大一个数量级以上。随着温度的继续升高,不仅透过率继续增大,而且阻力也有增大的趋势。当温度升到100℃时,透过率增大3个数量级,阻力增加0.8毫米水柱,这时抗张力也比对照试样增加一倍以上。然而这种抗张力的增大没有实用价值,因为此时试样显著变形、变色、变脆。温度再升高,这种现象愈加显著。而玻纤滤纸即使在500℃高温下恒温24小时,其透过率仍没有变化;阻力虽略有升高,但不影响使用;抗张力增加30%。玻纤滤纸在一定的温度下加热后,表面熔融,纤维间相互粘结,致使抗张力增大。此时透过率并没有增加,外观也没有变化,只是变得稍硬,但还没有变脆。就耐温性能而言,玻纤滤纸优于合成纤维滤布。但是需要指出的是,本实验中,也发现玻纤滤纸从125℃加温至175℃时,抗张力有下降的现象,当温度高于175℃时,此种现象不复出现。125—175℃温度区间,玻纤滤纸抗张力下降的原因,还不能确切地解释,是否与湿存水变化有关?有待今后进一步研究。

以过氯乙烯树脂为原料的超细合成纤维滤布不耐高温,这是由原料本身性质决定的。过氯乙烯纤维在70℃时就开始软化^[3]。文献[4]指出,ΦΠΠ型滤布极限温度为60℃。本实验结果与上述报道基本相符。

2. 耐湿实验

高效空气过滤器在存放和使用过程中,由于地区气候影响及工艺生产过程中产生的水气等原因,可能使滤材处于高湿状态下的时间较长,因此,测定相对湿度对滤材性能的影响是

有意义的。滤材的恒温恒湿实验是在 DL-301-2 型调温调湿箱中进行的。根据使用单位对湿度所提出的要求以及本实验装置所能达到的最大的相对湿度, 本实验所选定的实验条件为温度 30℃, 相对湿度 93%。当箱内温、湿度稳定后, 即将试样互相交错摆放在箱内上下两层篮子上。测定时, 为使试样尽可能保持温湿状态, 一个试样测定完毕后, 再从调温调湿箱中取出另一个试样进行测定。实验结果见表 3。结果表明, 高相对湿度对两种滤材的阻力、透过率和抗张力均无明显影响。

表 2 耐温实验

温度, ℃	试 样 组 别		阻力, 毫米水柱	透过率, %	抗张力, 克/15×180毫米
60	LXGL-25	实验组	2.20	3.9×10^{-4}	435
		对照组	2.20	2.3×10^{-4}	436
70	LXGL-25	实验组	2.40	3.7×10^{-3}	438
		对照组	2.40	4.3×10^{-3}	457
80	ΦΠΠ-25	实验组	3.64	4.2×10^{-3}	759
		对照组	3.58	5.9×10^{-3}	769
100	ΦΠΠ-25	实验组	4.30	3.8×10^{-1}	1750
		对照组	3.50	4.5×10^{-4}	778
150	玻纤滤纸	实验组	6.82	5.3×10^{-5}	307
		对照组	6.80	8.3×10^{-5}	325
300	玻纤滤纸	实验组	7.36	3.0×10^{-5}	819
		对照组	7.26	6.8×10^{-5}	538
500	玻纤滤纸	实验组	6.88	7.0×10^{-5}	598
		对照组	6.68	6.1×10^{-5}	429

表 3 耐湿实验

温度, ℃	相对湿度, %	试 样 组 别		阻力, 毫米水柱	透过率, %	抗张力, 克/15×180毫米
30	93	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.40	2.3×10^{-5}	732
			对 照 组	3.50	9.6×10^{-5}	747
		玻纤滤纸	实 验 组	8.48	2.2×10^{-5}	347
			对 照 组	8.62	2.1×10^{-5}	324

表 4 水浸和水泡实验

处理方法	试 样 组 别		阻力, 毫米水柱	透过率, %	抗张力, 克/15×180毫米
水 浸	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.46	4.0×10^{-5}	722
		对 照 组	3.42	3.9×10^{-5}	739
	玻纤滤纸	实 验 组	8.48	2.2×10^{-5}	400
		对 照 组	8.45	2.1×10^{-5}	404
水泡*	LXGL-25	实 验 组	2.20	1.7×10^{-4}	403
		对 照 组	2.16	1.6×10^{-4}	439

* 水泡三天。

3. 水浸、水泡实验

在工艺生产过程中由于事故等原因, 可能使高效空气过滤器遭到水淋和水泡, 为此做了

滤材水浸和水泡实验。水浸实验是将试样浸于水中，待浸匀浸透后立即把试样取出吊挂阴乾，然后测定其阻力、透过率和抗张力。水泡实验仅是将 LXGL-25 滤材试样泡在水中若干天后取出阴乾，然后测定其阻力、透过率和抗张力。实验结果见表 4。水浸实验表明，两种滤材的阻力、透过率和抗张力均无明显影响。由于玻纤滤纸是用无碱玻璃棉不添加粘结剂，按造纸工艺制成，其原料一般不怕水，如果在水浸或水泡下复原为纸浆状态后，其强度就很差。合成纤维具有吸水性能差或完全不吸水的优点，试样即使水泡三天，阴乾后测定其阻力和透过率，仍然变化不大。

4. 耐辐照实验

将两种滤材试样交错悬挂在特制的木架上，使试样以等距离置于放射源的周围，且试样间互不遮挡。照射量以距离和照射时间来控制。每次对试样只照射一种照射量。对试样共进行了照射量为 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^6 伦琴的辐照实验。表 5 仅摘录 10^2 , 10^4 , 10^6 伦琴的实验数据。从表 5 中看出，合成纤维滤布经 10^2 伦琴照射后，透过率增大 2 个数量级，经 10^4 伦琴照射后，透过率增大 3 个数量级，经 10^6 伦琴照射后，透过率增大 4 个数量级。透过率明显地随照射量的增大而增大，但阻力无明显变化。抗张力虽有随照射量增大而下降的趋势，但不显著。然而，玻纤滤纸却显示出极好的耐辐照特性，即使经 10^6 伦琴照射后，其阻力、透过率和抗张力基本不变。

表 5 耐辐照实验

照射量, 伦琴	试 样 组 别		阻力, 毫米水柱	透过率, %	抗张力, 克/15×180毫米
10^2	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.56	2.7×10^{-3}	746
		对 照 组	3.52	2.3×10^{-5}	741
	玻纤滤纸	实 验 组	8.40	2.0×10^{-5}	398
		对 照 组	8.40	2.0×10^{-5}	463
10^4	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.40	2.9×10^{-1}	770
		对 照 组	3.42	5.6×10^{-4}	801
	玻纤滤纸	实 验 组	8.46	1.5×10^{-5}	349
		对 照 组	8.50	2.8×10^{-5}	363
10^6	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.40	3.8×10^{-1}	705
		对 照 组	3.46	4.4×10^{-5}	775
	玻纤滤纸	实 验 组	6.60	9.5×10^{-5}	367
		对 照 组	6.60	4.6×10^{-5}	354

经辐照后，合成纤维滤布的透过率有变化，根据资料[5]介绍，射线有电离作用，可用来消除积累的静电荷。静电效应在 ΦΠΠ 型滤布的过滤机制上，起着主要作用^[4]。因此，人们有理由从静电效应的角度探讨透过率增大的原因，当然这只能是一个主要的方面而不排斥其它因素。对此，我们做了把试样放在真空度为 10^{-2} 毫米汞柱的真空干燥器内辐照，并与在真空干燥器外辐照的试样相对照。结果是：经 10^4 伦琴照射后，前者的透过率只增大 2 个数量级，而后者却增大 3 个数量级。由于条件所限未能继续提高真空度，因而对上述结果未能得到进一步的证明。

排风过滤器或工艺过滤器，都有受到酸、碱、有机溶剂等腐蚀的可能，所以滤材耐腐蚀实验有着实际意义。现将耐酸、碱、有机溶剂的实验结果叙述如下。

表 6 耐碱实验

碱的类别和 浓度, %	试 样 组 别		阻力, 毫米水柱	透过率, %	抗 张 力, 克/15×180毫米
氨 水 26—30 (熏)	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.58	2.7×10^{-3}	753
		对 照 组	3.60	1.8×10^{-5}	762
	玻纤滤纸	实 验 组	8.56	1.7×10^{-5}	445
		对 照 组	8.56	1.6×10^{-5}	341
氨 水 26—30 (浸)	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.54	1.6×10^{-4}	732
		对 照 组	3.40	1.9×10^{-4}	743
	玻纤滤纸	实 验 组	6.68	3.2×10^{-5}	410
		对 照 组	6.78	2.7×10^{-5}	373
氨 水 10 (熏)	LXGL-25	实 验 组	2.10	2.4×10^{-4}	—
		对 照 组	2.10	1.5×10^{-4}	—
氨 水 10 (浸)	LXGL-25	实 验 组	2.20	2.7×10^{-4}	—
		对 照 组	2.20	3.6×10^{-4}	—
氢氧化钠 5 (喷)	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.40	3.1×10^{-2}	657
		对 照 组	3.40	7.9×10^{-4}	684
	玻纤滤纸	实 验 组	11.10	3.8×10^{-4}	1076
		对 照 组	8.20	3.3×10^{-4}	411
氢氧化钠 10 (喷)	ΦΠΠ-25	实 验 组	3.44	3.2×10^{-4}	645
		对 照 组	3.50	2.4×10^{-4}	654
	玻纤滤纸	实 验 组	12.60	3.9×10^{-4}	1903
		对 照 组	8.20	3.1×10^{-4}	387
氢氧化钠 20 (喷)	LXGL-25	实 验 组	1.44	3.7×10^{-5}	—
		对 照 组	2.35	4.1×10^{-5}	—
	玻纤滤纸	实 验 组	12.24	1.6×10^{-3}	1932
		对 照 组	8.20	2.9×10^{-4}	323
氢氧化钠 20 (浸)	LXGL-25	实 验 组	1.66	2.1×10^{-3}	357
		对 照 组	2.14	4.4×10^{-4}	417

5. 耐碱实验

本实验选用了弱碱溶液氨水和不同浓度的氢氧化钠溶液对滤材进行了对比实验。用28%氨水以熏、浸两种方式对滤材进行处理。将28%氨水置于密封干燥器(见图4)底部,试样放在隔板上,熏十天后取出试样阴乾,然后测定其阻力、透过率和抗张力。将试样浸在28%氨水中,浸透后立即取出阴乾。同样待干后测定阻力、透过率和抗张力。从表6中可以看出,用28%氨水熏过的合成纤维滤布与对照试样相比,透过率增大2个数量级,阻力和抗张力却看不出有什么变化。在相同实验条件下,玻纤滤纸的阻力和透过率基本不变,抗张力而略有提高。合成纤维滤布用28%氨水浸透阴乾后,测得的阻力、透过率和抗张力均无

变化。玻纤滤纸用28%氨水浸透阴乾后,其结果与熏的基本相同。上述实验结果证明了无碱玻纤滤纸在氨水作用下具有相当的稳定性。超细合成纤维滤布的透过率在熏的情况下有变化,而在浸的情况下没有变化。实验结果见表6。

由于氢氧化钠溶液不易挥发,因此实验采用喷洒和浸渍两种方法。实验结果列于表6。从实验结果看,合成纤维滤布对于较浓的强碱溶液,除浸的方法处理后其透过率略有增大外,具有稳定性。可是用5%氢氧化钠溶液喷雾处理的合成纤维滤布的透过率却增大两个数量级,对于这种现象还不能解释。在相同实验条件下,玻纤滤纸的阻力比对照试样的阻力增加 $1/3-1/2$,且滤纸显著变硬变脆,以至不能使用。相比之下,合成纤维滤布在耐强碱性能上要优于玻纤滤纸。

6. 耐酸实验

按生产需要,选用了不同浓度的硝酸、盐酸和氢氟酸对滤材进行了实验。现将实验结果分述如下。

(1) **耐硝酸实验** 本实验所选用的浓度分别为67, 50, 40, 30, 10和5%。采用熏和浸的方式。具体方法与耐碱实验相同。结果见表7。

经67%硝酸熏过的合成纤维滤布的透过率增大3个数量级,阻力和抗张力则变化不大。在相同实验条件下,玻纤滤纸的透过率和阻力均无变化,而抗张力却有明显地下降。用30—50%硝酸浸过的合成纤维滤布,其透过率仍有增长,但当硝酸浓度降到10%以下时,合成纤维滤布的透过率才基本不变,而对玻纤滤纸的抗张力仍有影响。

从表7可以看出,硝酸对玻纤滤纸的抗张力有不利的影晌,但可采用聚合氯化铝作表面处理来弥补^[6]。

(2) **耐盐酸实验** 采用浸和熏的方式。滤材经37%盐酸熏十天后,合成纤维滤布的透过率增大2个数量级,阻力和抗张力没有变化;而玻纤滤纸的透过率变化不大,但阻力有明显的增大和抗张力有明显的降低。即使盐酸的浓度降到10%,合成纤维滤布的透过率仍增大一个数量级;玻纤滤纸的抗张力仍有明显地降低。两种滤材在耐盐酸性能上,都有各自的弱点,有待今后改进提高。

(3) **耐氢氟酸实验** 采用浸和熏的方式。氢氟酸的浓度分别为40, 10和5%。实验结果表明,玻纤滤纸对以上浓度的氢氟酸均不稳定,特别在氢氟酸浓度大于10%时,玻纤滤纸浸入其中后,反应相当剧烈。这是由于氢氟酸与玻纤滤纸中的二氧化硅起化学反应,生成四氟化硅气体逸出。然而,上述浓度的氢氟酸对合成纤维滤布的阻力、透过率和抗张力均无影响,实验结果见表7。不耐氢氟酸是玻纤滤纸的弱点,而合成纤维滤布则对氢氟酸具有稳定性。

7. 耐有机溶剂实验

两种滤材同时用30%磷酸三丁酯(TBP)-煤油浸渍,合成纤维滤布很快被溶解,最后只剩下两层纱布,玻纤滤纸虽未被溶解,但其性能有所变化,阻力增大近6倍,透过率增大3

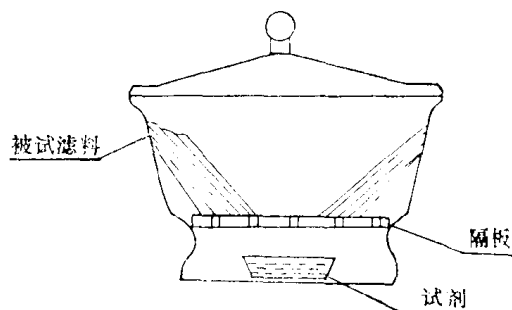


图4 滤材腐蚀试验的密封容器

个数量级，抗张力下降 2/3。实验结果列于表 8。

表 7 耐酸实验

酸的类别和 浓度, %	试 样 组 别	阻 力, 毫 米 水 柱	透 过 率, %	抗 张 力, 克/15×180毫米
硝 酸 67 (熏)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.32	3.1×10^{-1}	768
		对 照 组 3.52	3.9×10^{-4}	740
	玻纤滤纸	实 验 组 8.56	2.2×10^{-5}	261
		对 照 组 8.52	1.7×10^{-5}	366
硝 酸 50 (浸)	LXGL-25	实 验 组 2.34	2.1×10^{-3}	—
		对 照 组 2.28	5.4×10^{-5}	—
	玻纤滤纸	实 验 组 7.98	1.8×10^{-5}	—
		对 照 组 8.02	6.6×10^{-6}	—
硝 酸 40 (浸)	LXGL-25	实 验 组 2.24	7.6×10^{-3}	369
		对 照 组 2.18	8.8×10^{-5}	407
	玻纤滤纸	实 验 组 7.98	2.1×10^{-5}	339
		对 照 组 8.04	1.6×10^{-5}	318
硝 酸 30 (浸)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.60	1.2×10^{-3}	744
		对 照 组 3.50	3.8×10^{-4}	750
	玻纤滤纸	实 验 组 6.96	1.0×10^{-4}	217
		对 照 组 6.80	2.2×10^{-5}	317
硝 酸 10 (浸)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.42	3.8×10^{-5}	696
		对 照 组 3.42	1.9×10^{-5}	642
	玻纤滤纸	实 验 组 8.40	1.9×10^{-5}	357
		对 照 组 8.40	1.9×10^{-5}	453
硝 酸 5 (浸)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.48	2.7×10^{-5}	687
		对 照 组 3.40	2.5×10^{-5}	706
	玻纤滤纸	实 验 组 8.34	1.7×10^{-5}	380
		对 照 组 8.40	1.5×10^{-5}	449
盐 酸 36—38 (熏)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.20	7.8×10^{-2}	764
		对 照 组 3.22	1.6×10^{-4}	763
	玻纤滤纸	实 验 组 9.92	5.6×10^{-5}	187
		对 照 组 8.18	1.5×10^{-5}	350
盐 酸 10 (浸)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.28	2.1×10^{-4}	748
		对 照 组 3.28	1.7×10^{-5}	753
	玻纤滤纸	实 验 组 8.60	5.6×10^{-5}	217
		对 照 组 8.52	1.2×10^{-5}	294
氢 氟 酸 40 (浸)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.44	1.8×10^{-4}	753
		对 照 组 3.40	2.6×10^{-4}	766
氢 氟 酸* 40 (熏)	ΦΠΠ-25	实 验 组 3.40	1.6×10^{-5}	749
		对 照 组 3.42	2.7×10^{-5}	766
氢 氟 酸 10 (浸)	LXGL-25	实 验 组 2.22	4.2×10^{-4}	453
		对 照 组 2.20	4.8×10^{-4}	448

* 熏 9 天，阴乾 8 小时后测定。

表 8 耐有机溶剂实验

溶 剂	试 样 组 别		阻 力, 毫 米 水 柱	透 过 率, %	抗 张 力, 克/15×180毫米
30% TBP- 煤油 (浸)	ΦПП-25	实 验 组 对 照 组	溶 解	溶 解	溶解
	玻纤滤纸	实 验 组 对 照 组	36.10 6.80	1.3×10^{-2} 5.3×10^{-5}	101 348

合成纤维滤布对 30%TBP-煤油的不稳定性,是由合成纤维滤布的原料决定的。玻纤滤纸的阻力和透过率的变化,是由于存在不易挥发的 30%TBP-煤油所造成,当试样加温一段时间后,情况会有所改善^[2]。然而,经 30%TBP-煤油处理过的玻纤滤纸的抗张力大幅度下降问题确应引起重视。

五、小 结

1. 在相同实验条件下,合成纤维滤布的阻力,还不到玻纤滤纸的 1/2;而合成纤维滤布的透过率比玻纤滤纸大一个数量级;合成纤维滤布的抗张力一般也比玻纤滤纸大。

2. 合成纤维滤布在温度高于 60℃、照射量大于 100 伦琴和含有有机溶剂环境中均不宜采用;此外在有浓氨的环境中,使用要慎重。

硝酸、盐酸对合成纤维滤布性能也有影响。

合成纤维滤布适用于含有氢氟酸和高湿的环境中。

3. 玻纤滤纸在温度为 500℃、相对湿度达到 93%、照射量为 10⁶ 伦琴或浓氨环境中均可采用。

硝酸、盐酸和 30%TBP-煤油对玻纤滤纸的性能有一定的影响。

在含有氢氟酸的环境中,不能采用玻纤滤纸。在强碱作用下,玻纤滤纸变硬变脆,阻力增大,也不能使用。

硝酸、盐酸和有机溶剂对合成纤维滤布和玻纤滤纸的性能都有影响,因此,希望积极开展耐硝酸、盐酸和有机溶剂的新型滤材的研制工作。

参 考 文 献

- [1] 清华大学试验化工厂等,过滤材料性能实验总结,未发表资料,1969年。
- [2] 李兆麟,超细玻璃纤维滤纸性能补充实验,未发表资料,1975年。
- [3] 化学工业出版社,合成纤维工业,第267页,1970年。
- [4] 奥格洛德尼科夫(Б.И. ОГРОДНИКОВ)等,原子能,第1期,第40页,1964年。
- [5] 赵忠尧等,原子能的原理和应用,第203页,科学出版社,1965年。
- [6] 李兆麟、李盛芳,核防护,第3期,第23页,1978年。

合成纤维中效无纺滤材过 滤性能的测定和比较

邢 松 年

一、前 言

随着现代科学技术的发展,在通风防尘、洁净技术以及防止放射性及其它有害物对大气的污染等方面,对空气的过滤净化提出了各种不同的要求。在某些场合下,往往需要对含尘(或含放射性粒子)的空气进行多级过滤,使过滤系统既有好的净化效果又能经济合理地运行。高效空气过滤器虽然能够达到较高的效率(如对0.3微米的粒子可具有99.9—99.99%以上的过滤效率),但是,这种过滤器的容尘量较低,所以在含尘浓度较高的地方使用,就需要频繁地更换,而通常更换下的过滤器往往就废弃了。为了延长价格昂贵的高效过滤器的使用周期,提高运行的经济性,需要在高效过滤器前加设预过滤器。

合成纤维中效无纺滤材是目前发展的一类较新的预过滤材料。它与常用的泡沫塑料等预过滤材料相比,具有效率较高、阻力较低、容尘量大等优点,它既可作为多级过滤系统中的中效过滤器,又可单独用于净化要求不太高的场合。国外这方面的研究工作开展较早,而国内仅在近两三年内才开展了这方面的研制工作。

我们结合工程的需要,于1978年对这类滤材进行了初步的调研,并收集了部分样品。由于国内无纺滤材的生产工艺不同,使用场合也不同,实验测试工作又是在各自的人工尘条件下进行的,故数据难于直接进行对照比较。本实验是用室内自然大气尘作为试验尘,用计数法对此类滤材的效率和阻力进行了测定和比较。另外,还测定了在不同滤速下,各种材料对不同粒径灰尘的过滤效率及其变化规律。上述工作为选取较佳的滤材、确定适当的滤速以及设计合理的中效过滤器提供了一些参考数据。

二、合成纤维无纺滤材的情况简介

无纺滤材的制作是将已成形的纤维(包括天然纤维、人造纤维或合成纤维)不用传统的纺织工艺而用其它特殊方法成型的。这种滤材一般多具有“三维结构”,因而比织物滤材在透气性和均匀性方面都要好。

合成纤维无纺滤材主要是由不同直径的各种合成纤维组成(有的是一种,有的是数种混合),它们的一般物理化学特性主要取决于纤维本身的特性,如果是加粘结剂的滤材,还取决于粘结剂的特性。纤维特性可参见文献[1]。

目前, 无纺滤材的成型工艺主要有针刺法、汽溶法、粘结法*、热熔法等。几类成型工艺的主要流程示于图 1。

图 1 所示的四种方法各有优缺点。目前国内单纯采用粘结法制成的无纺滤材已经不多。一般常用的是针刺法和汽溶法, 有时再辅以粘结法中的喷胶工艺。

针刺法是将梳棉、铺层成网以后的纤维(可加底网, 也可不加底网), 在专用的针刺机上用一种带倒勾的刺针, 沿着纤维层的厚度方向反复扎刺, 纤维在刺针及其倒勾的拉扯下, 上下弯曲搭织形成具有“三维结构”的毡状物。一般, 针刺密度在每平方厘米上由数百次至数千次。在其它条件相同时, 随针刺密度加大, 纤维层就越致密, 其阻力、强度和效率上升, 容尘量及厚度下降。

热熔法或汽溶法, 往往采用两种或两种以上的纤维材料, 利用它们熔点不同或溶解能力的不同, 在高温或高温高湿状态下, 使纤维表面熔化或溶化粘结成型。

实验样品有如下几种:

1. DV 型滤材(丹东毛毯厂生产)。此种滤材是由聚酯纤维(涤纶)加上未经缩合处理的聚乙烯醇纤维(维纶, 主要起粘结作用)用汽溶法制成。这次, 选取了纤维较致密的滤材四种——DV-1、DV-5、DV-6、DV-X**。

2. WZ 型滤材(上海无纺布厂生产)。它是由一种涤纶纤维用针刺法成型, 自由厚度为 10 毫米, 未喷粘结剂^[2]。

3. ZLN 型针刺呢(抚顺第三毛纺厂生产)。它是由较细的涤纶纤维在底网上针刺成型, 原作为袋式除尘器配套用, 针刺密度高, 致密性及强度均较大, 效率、阻力均较高^[3]。

4. 聚酯型泡沫塑料滤材(在沈阳净化仪器厂生产的 M 型中效过滤器中使用, 简称 M 型泡沫塑料)。在本实验中它是作为对照样品用的。

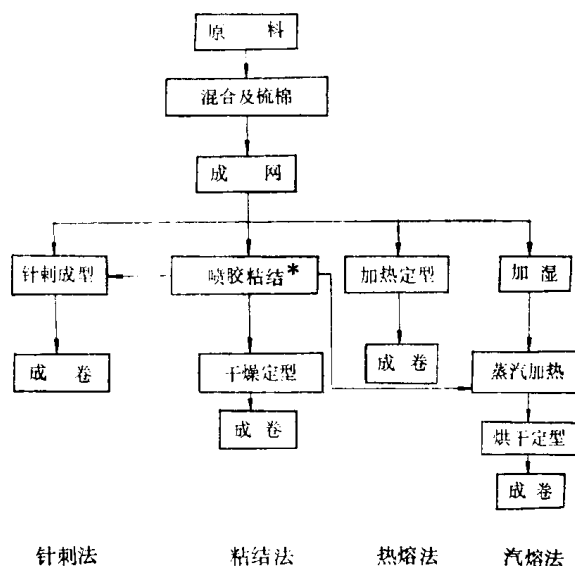


图 1 合成纤维无纺滤材成型工艺流程

三、实 验 方 法

装置原理见图 2, 实物照片见图 3 (图中只示出一个稀释系统)。

浓度测试仪器为苏州无线电专用设备厂生产的 Y-09 型光电尘埃粒子计数器, 该仪器共分 ≥ 0.3 、 ≥ 0.5 、 ≥ 1.0 、 ≥ 2.0 、 ≥ 5.0 微米五个量程。采样流量为 0.5 升/分。仪器经过过照校正后, 过滤前、后同时进行测量。当仪器测量 < 1.0 微米的粒子时, 由于大气中粒数

* 喷胶粘接可与其它方法结合使用。

** DV-X 是一种用下脚料纤维制成的深颜色的滤材, “X” 是实验中的临时编号, 不是该厂的产品型号。

很多, 为避免重叠误差而采用一级十倍的稀释系统, 以保证不超过计数器允许的上限浓度值。稀释系统的原理见图 4。

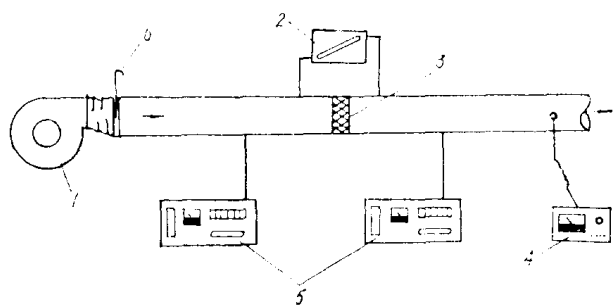


图 2 实验装置原理图

1 —— 风机; 2 —— 倾斜式压差计; 3 —— 被测滤材;
4 —— 热电风速计; 5 —— 光电粒子计数器; 6 —— 调节阀。

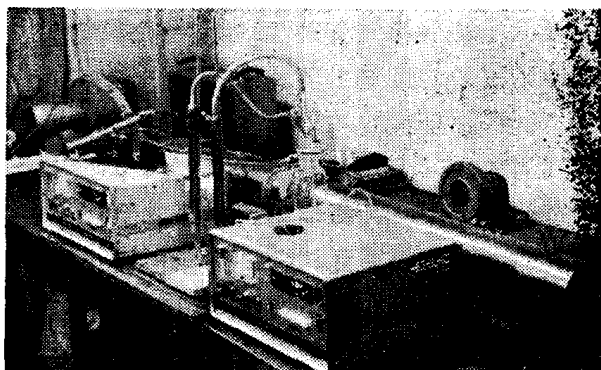


图 3 实验装置外观

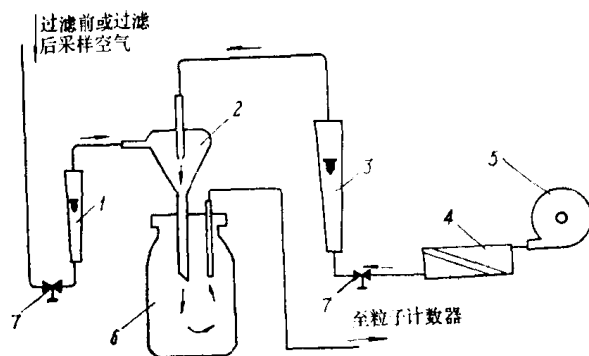


图 4 稀释系统原理图

1 —— 小型浮子流量计; 2 —— 混合器; 3 —— 浮子流量计; 4 —— “绝对”过滤器; 5 —— 鼓风机; 6 —— 缓冲瓶;
7 —— 调节阀。

室内空气在鼓风机 5 作用下, 经“绝对”过滤器过滤(经检测, “绝对”过滤器后空气中 ≥ 0.3 微米粒子的计数值为零), 再经浮子流量计 3 (控制流量 900 升/小时) 至混合器 2。在引射作用下, 另一股不经过滤的空气, 经小型浮子流量计 1 (控制流量 100 升/小时) 吸入混合器 2, 混合后进入缓冲瓶 6。取样气体从瓶内通入光电粒子计数器, 多余气体从瓶口排出。

通过滤材时的空气流速由热电风速计测量^[4]。

为防止外界空气的侵入造成污染干扰, 采用了正压系统。每个滤材样品装上后, 一般先加大风速空吹几分钟, 以防浮尘吹落对过滤后浓度测量的影响。

由于此类滤材具有一定厚度, 又比较松软, 所以滤材在系统上安装时, 不能用一般的法兰直接夹紧, 以防滤材受压变形引起密度的改变而造成对测量的影响。

为了保证实验数据的可靠性, 每组数据至少进行两次测定。

实验中所用的室内大气尘的平均分散度列于下表中。