

# 合成纤维和玻璃纤维制成的 Ashrae 过滤介质的性能比较

Norman Lifshutz, David Healy (Hollingsworth & Vose 公司, 美国)

**摘要:**对常用的超细玻璃纤维制成的 Ashrae 袋式过滤介质、标准驻极熔喷聚丙烯 Ashrae 袋式过滤介质和一种新型的熔喷聚丙烯细纤维 Ashrae 袋式过滤介质进行了比较。标准玻璃纤维毡所用的纤维非常细微,密实性(固体体积分数)很低,导致  $\alpha$  值(品质因子)较高,但该材料不能吸附静电荷。标准熔喷聚丙烯过滤介质所用的纤维比玻璃纤维粗得多,密实性也更高,因能吸附很多静电荷,其初始  $\alpha$  值比玻璃纤维毡要大得多,但放电后的  $\alpha$  值却比玻璃纤维毡低得多。新型的熔喷聚丙烯细纤维过滤介质可完全驻极,其初始  $\alpha$  值和标准熔喷聚丙烯过滤介质一样高,但由于更加细微的纤维结构,在放电后所保持的  $\alpha$  值更高。

**关键词:**过滤介质,纤维,性能

**中图分类号:**TS176.5

**文献标识码:**A

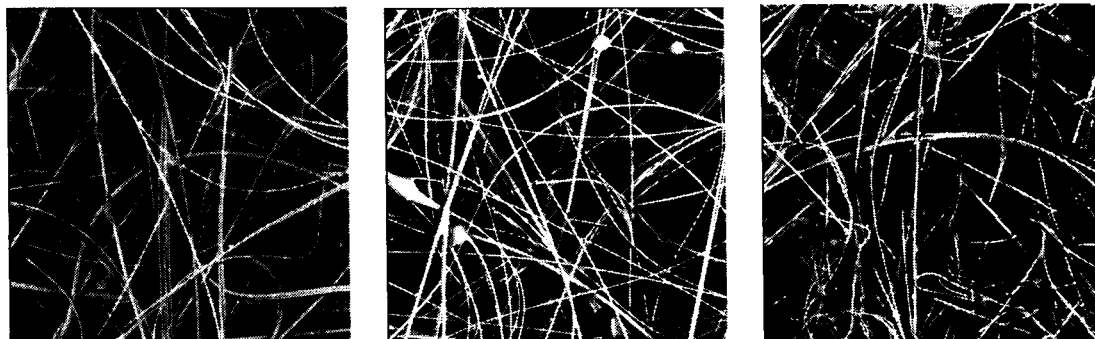
**文章编号:**1004-7093(2007)01-0013-04

在一个时期,生产 Ashrae 滤袋或 Pocket 过滤器几乎都是用树脂粘合的高蓬松超细玻璃纤维毡制成的。大约在 20 年前,一种新材料——驻极熔喷聚丙烯非织造材料开始被引进到这项应用中。除了成本上有显著的优势外,与超细玻璃纤维毡相比,这类材料的压降低得多,而且初始效率也较高。然而,关于其静电荷的暂时性及提高过滤能力方面的问题值得关注<sup>[1]</sup>。已经建立了很多评估电荷效力损耗的方法,1997 年 Nordtest 标准 VVS 被认可<sup>[2]</sup>,2002 年欧洲标准 EN-779 经修订,在附录中增加了产品经工业异丙醇(IPA)浸湿后,定量测试电荷效力损耗的方法<sup>[3]</sup>。针对这些测试,Hollingsworth & Vose 公司开发了新一代用更细的驻极熔喷聚丙烯纤维生产的 Ashrae 袋式过滤介质,其过滤效率有显著改进。本文对用典型的超细玻璃纤维毡、标准粗纤维驻极熔喷聚丙烯和新型 Nanomelt 细纤维改性驻极后的熔喷聚丙烯三种材料制成的 Ashrae 滤袋或 Pocket 过滤介质进行了比较。

sworth & Vose 公司开发了新一代用更细的驻极熔喷聚丙烯纤维生产的 Ashrae 袋式过滤介质,其过滤效率有显著改进。本文对用典型的超细玻璃纤维毡、标准粗纤维驻极熔喷聚丙烯和新型 Nanomelt 细纤维改性驻极后的熔喷聚丙烯三种材料制成的 Ashrae 滤袋或 Pocket 过滤介质进行了比较。

## 1 纤维

超细玻璃纤维和超细聚丙烯纤维都是在很不规则的生产工艺中生产的。火焰吹制、旋转吹制和熔喷各工艺都有湍急的空气流,所以其生产的纤维有较宽的直径分布。图1~3是超细玻璃纤维、标



F6 60%~65%

F7 80%~85%

F8 90%~95%

图1 超细玻璃纤维 Ashrae 过滤介质显微镜扫描图像

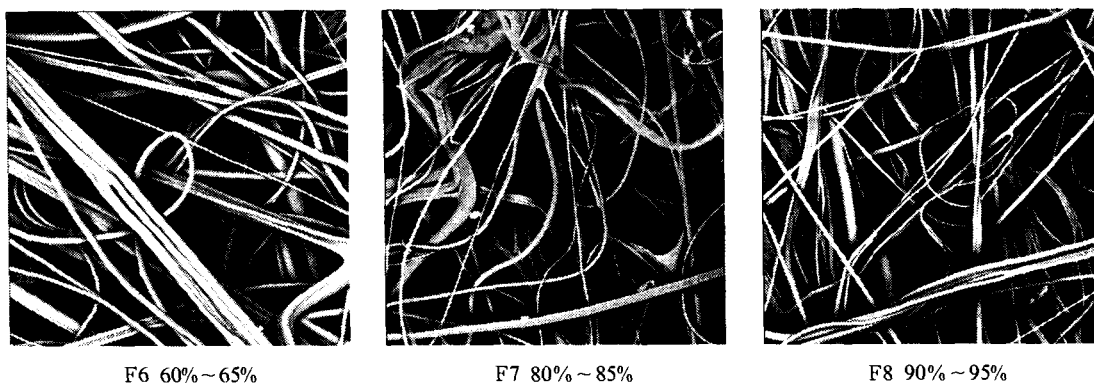


图 2 标准熔喷聚丙烯纤维 Ashrae 过滤介质显微镜扫描图像



图 3 F8 90%~95% 熔喷聚丙烯细纤维 Ashrae 过滤介质显微镜扫描图像

准熔喷聚丙烯纤维和新型熔喷聚丙烯细纤维 Ashrae 显微镜下观察到的纤维图像。

从显微镜照片中可推导出纤维直径分布的信息,在高放大倍数下对 100 根纤维进行测量,逆累积正态概率与纤维直径对数的关系如图 4 所示。正如所期望的那样,这些分布大致呈对数分布。连同几何标准偏差,图 4 给出的值还包括几何平均数、算术平均数、均方差和表面等效平均数。很显然,超细玻璃纤维直径(几何平均数的范围是 0.68 ~ 1.1  $\mu\text{m}$ )比标准熔喷聚丙烯纤维直径(几何平均数的范围是 2.3 ~ 3.6  $\mu\text{m}$ )要细得多,而熔喷聚丙烯

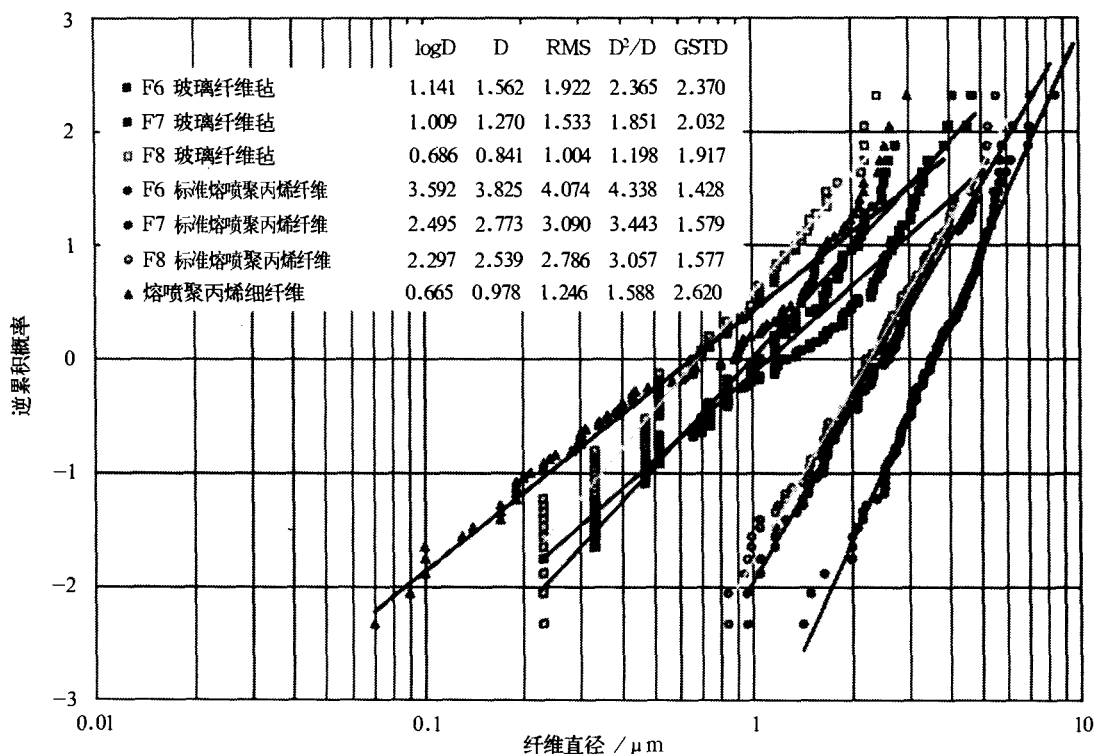


图 4 纤维直径分布

细纤维的直径(几何平均数是  $0.67 \mu\text{m}$ )与超细玻璃纤维纤维中最细的部分一样,也可明显地看出直径分布的范围很宽。

## 2 密实性

过滤毡的另一重要变量是密实性或是固体体

积分数。用测厚仪进行测试,负载外推至零,得出的密实性结果列于表 1。

值得关注的是,忽略纤维直径的影响,玻璃纤维毡的密实性比熔喷聚丙烯材料低一个数量级,生产方式不同是其原因之一,但其中一个不容忽视的原因是玻璃纤维的硬度比聚丙烯纤维高。

表 1 Ashrae 过滤介质的比较

项 目	细纤维熔喷介质			标准熔喷介质			玻璃纤维毡		
	F6	F7	F8	F6	F7	F8	F6	F7	F8
欧洲等级									
美国等级	60% ~ 65%	80% ~ 85%	90% ~ 95%	60% ~ 65%	80% ~ 85%	90% ~ 95%	60% ~ 65%	80% ~ 85%	90% ~ 95%
面密度/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$	135	153	162	105	115	120	81.4	62.4	74.5
厚度/mm	2.41	2.67	2.67	1.78	1.78	1.78	2.11	1.45	1.80
密实性/%	3.0	2.9	3.2	3.0	5.1	5.3	0.34	0.35	0.37
纤维直径几何平均值/ $\mu\text{m}$	0.665	0.665	0.665	3.592	2.495	2.297	1.141	1.009	0.686
气流阻力/Pa	13.7	34.3	49.0	12.7	21.6	30.4	9.8	17.6	34.3
初始 DOP 渗透率/%	30.5	14.5	7	30	13.5	9.5	67	54.4	26
初始 DOP 效率/%	69.5	85.5	93	70	86.5	90.5	33	45.6	74
放电后 DOP 渗透率/%	76	50	38	86	78	70	73.1	55.5	30
放电后 DOP 效率/%	24	50	62	14	22	30	26.9	44.5	70
初始 DOP $\alpha$ 值/ $\text{mm}^{-1}$	36.8	24.0	23.1	40.2	39.5	33.0	17.4	14.7	16.7
放电后 DOP $\alpha$ 值/ $\text{mm}^{-1}$	8.5	8.6	8.4	5.0	4.9	5.0	13.6	14.2	14.9

## 3 性能特点

除了纤维直径和密实性以外,表 1 还列出了气流阻力、DOP 渗透率、放电前和经工业 IPA 处理放电后的 DOP 渗透率。测试方法采用 TSI 8130 测试标准,表面速率为  $5.35 \text{ cm/s}$ 。三种不同介质的 F6、F7、F8 三种不同等级材料的初始和 IPA 放电后 DOP 效率如图 5 所示。从图 5 可看出,新型细纤维熔喷材料和标准(粗纤维)熔喷材料的初始 DOP 效率基本一致,而比超细玻璃纤维材料高得多。放电后,新型细纤维熔喷材料与超细玻璃纤维材料的 DOP 效率相似,而标准熔喷材料的 DOP 效率比前两者低得多。

不同材料初始和结束时的 DOP  $\alpha$  值如图 6 所示。 $\alpha$  的定义如下式:

$$\alpha = -100 \frac{\log(\text{Pen})}{\Delta P}$$

从图 6 可看出,标准熔喷聚丙烯纤维的初始  $\alpha$  值明显高于新型熔喷聚丙烯细纤维的初始  $\alpha$  值,而

后者的初始  $\alpha$  值比超细玻璃纤维高;用 IPA 处理放电后,标准熔喷聚丙烯纤维的  $\alpha$  值下降得最快;放电后的  $\alpha$  值,超细玻璃纤维材料最高,新型熔喷聚丙烯细纤维其次,标准熔喷聚丙烯纤维最低。

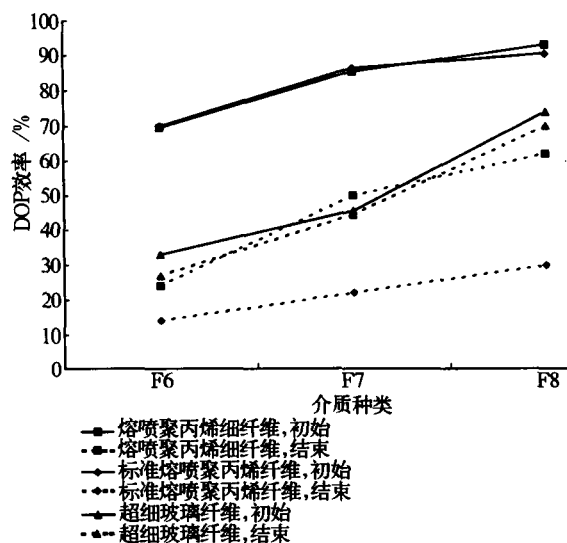


图 5 放电前后不同介质的 DOP 效率

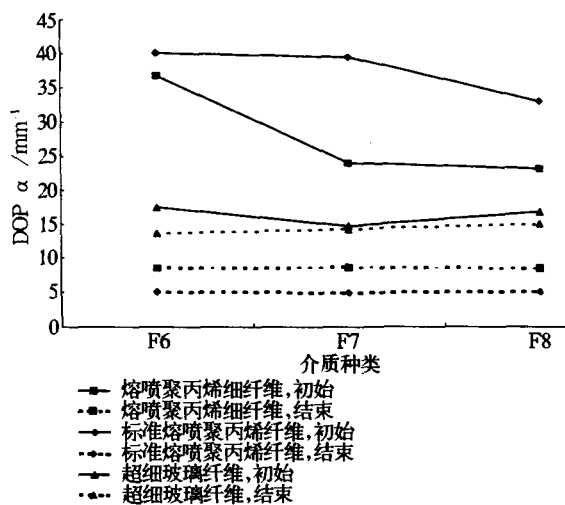


图 6 放电前后不同介质的 DOP  $\alpha$  值

## 4 结论

新型系列的 Nanomelt 驻极熔喷聚丙烯细纤维

Ashrae 过滤介质的纤维结构比标准的驻极聚丙烯材料要细得多,其纤维线密度与超细玻璃纤维十分相近。该新型材料在完全驻极时的初始过滤效率要比超细玻璃纤维材料高得多,而用工业 IPA 处理完全放电后,其过滤效率仍与超细玻璃纤维材料相似。

## 参 考 文 献

- [1] GUSTAVSSON J. Air filters for ventilating systems-laboratory and In situ testing[J]. International Nonwovens Journal, 1999, 8(2) : 63 ~ 69.
- [2] Nordtest Method NT VVS 117 Electret filters: determination of the electrostatic enhancement factor of filter media[S]. Nordtest, Espoo, Finland, 1997.
- [3] CEN EN 779 particulate air filters for general ventilation determination of the filtration performance[S]. 2002.

## A comparison of the performance of synthetic and glass Ashrae filtration media

Norman Lifshutz, David Healy (Hollingsworth & Vose Co., USA)

**Abstract:** This paper undertakes a comparison of conventional microglass mat Ashrae bag filtration media, conventional charged meltblown polypropylene Ashrae bag filtration media, and a new charged fine fiber meltblown polypropylene Ashrae bag filtration media. Conventional glass mat has very fine fibers and an extremely low solidity (solid volume fraction), which results in a moderately high alpha value. However, it is incapable of accepting an electrostatic charge. Conventional meltblown polypropylene filtration media has considerably larger fibers than does glass mat media, and also has a higher solidity. Because it is capable of accepting a very high electrostatic charge it has a significantly higher initial alpha (quality factor) than does glass mat. However, after discharge the alpha value is significantly lower than for glass mat. A new fine fibered meltblown polypropylene filtration media has a fully charged initial alpha as high as conventional meltblown polypropylene, but because of its finer fiber structure it retains a higher alpha value after discharge.

**Keywords:** filtration media, fiber, performance

欢迎长期订阅 欢迎踊跃投稿  
欢迎批评建议 欢迎刊登广告