

# 浅谈丙纶熔喷非织造布在过滤领域的应用

26-28, 46

张伟力 (天津泰达股份有限公司, 天津, 300400)  
刘瑞霞 (天津美达有限公司, 天津, 300400)

TS176.5

TS102.526

**摘 要:** 由于独特的生产工艺赋予丙纶熔喷非织造布的基本属性, 使其成为空气过滤和液体过滤中性能较好的超细过滤材料, 用于烛形滤器和滤袋达到微滤效率, 可过滤掉  $0.2\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$  以上的微粒。

**关键词:** 丙纶, 熔喷非织造布, 过滤, 应用 过滤材料

熔喷法非织造布是聚合物一步法成布技术中的一种, 起始于 20 世纪 50 年代初。当时美国海军实验室在政府资助下, 为了收集上层大气中的放射性微粒, 要开发一种具有超细过滤效果的过滤材料。经过几年的努力, 研究小组成功地发明了堪称今天熔喷法非织造布先驱的一种工艺, 可以生产超细过滤材料。60 年代中期, Exxon 公司也开始对熔喷非织造布技术进行研究, 5 年之后一台经专利登记的原型机成功地生产出了超细纤维。除 Exxon 公司拥有熔喷法非织造布的专有技术外, 其他一些公司也开发成功各自的熔喷非织造布技术, 如美国 3M、德国 Freudenberg、日本的旭化成、NKK 等公司。

我国早在 70 年代中期就由上海市纺织科学研究院开始了熔喷非织造布技术的研究, 仅用了两年时间就试验成功丙纶熔喷非织造布, 80 年代中、后期, 在中国纺织大学等单位推动下, 熔喷非织造布技术在我国一些地区推广、应用。有数十条简易的国产熔喷非织造布生产线投入应用。生产过滤布、电池隔板、高效口罩布等。

90 年代我国天津、安徽、江苏引进了熔喷非织造布技术和设备, 更推动了我国熔喷非织造布的应用, 特别是过滤领域中的应用, 发展速度之快是没有想到的。

## 1 丙纶熔喷非织造布的基本属性

独特的生产工艺所赋予丙纶熔喷非织造布的

基本属性可归纳为:

(1) 丙纶熔喷非织造布常见的单丝直径在  $2\ \mu\text{m} \sim 7\ \mu\text{m}$ , 超细是其基本属性。

(2) 丙纶熔喷非织造布的生产工艺是一种特殊非稳态喷丝成网工艺, 生产的超细纤维的直径不均匀, 同一根纤维的粗细也不一样, 这是其又一基本属性。

(3) 丙纶熔喷非织造布纤网的超细纤维直径呈对数正态分布, 通过改变生产工艺, 使相同单丝纤维的纤维在纤网中有不同的分布。

(4) 丙纶熔喷非织造布可以驻极(如静电), 驻极丙纶非织造布的静电效应对于滤材至关重要。

(5) 丙纶熔喷非织造布是超细纤维自行固结的杂乱纤维集合体, 纤维网结构虽有各向异性, 但随机分布较均匀, 其纤维中超细纤维随机排列, 形成大量微小孔隙, 虽然纤网较蓬松, 但纤维重叠, 排列成网的致密程度可以做到透气不透水。

(6) 耐酸碱、无毒、防潮。实验证明, 浓苛性钠溶液对其强度无影响, 除浓硝酸等氧化性酸外, 对其他酸抵抗性能良好。丙纶的吸湿率为零, 可防潮不霉变。

## 2 丙纶熔喷非织造布在过滤领域的应用

过滤材料是丙纶熔喷非织造布最早的应用领域, 新型过滤材料的需求推动了丙纶熔喷非织造布的发展。目前过滤材料仍是丙纶熔喷非织造布

的最大应用领域,全世界熔喷非织造布用于滤材约2万t/a,主要用于气体和液体过滤,其中液体过滤占65%,气体过滤占35%。

### 2.1 空气过滤

随着现代工业迅速发展,对环境的洁净度要求越来越高,要达到高等级的空气洁净度,就需要有性能优越的过滤材料。目前高效、亚高效等过滤器大部分还在使用玻璃纤维滤纸,虽然具有对微细粒子高效捕集的优点,但因其结构密集,孔隙小且少,导致过滤阻力大,还因玻璃纤维的抗折皱能力极差,影响了滤材的使用寿命。最致命处是其用后无法销毁,将给环境造成污染。

丙纶熔喷非织造布的生产工艺决定了其纤维细、结构蓬松、孔隙多、抗折皱能力好,具备作滤材的优点。特别是由于丙纶的原料特性,使其比表面积大(密度小)、耐化学腐蚀性好,尤其适于工业滤材,被电子、制药、食品、饮料、化学等行业广泛应用。通过控制熔喷工艺,能获得合乎需求的纤网结构及合适的单丝纤度分布。丙纶熔喷非织造布是目前大有发展前途的滤材。

根据纤维过滤五种机理(拦截效应、惯性效应、扩散效应、静电效应、重力效应),丙纶熔喷非织造布完全可以作为理想的过滤材料,尤其是丙纶熔喷非织造布驻极后的静电作用,可提高效率20%~30%,是其他滤材无可比拟的。

丙纶熔喷非织造布做滤材一般使用复合的方法。熔喷非织造布的纤网强度较低,且薄,为了增加强度及容尘量,一般根据净化级别要求,采用与纺粘、针刺等材料复合方法,得到综合效果较好的空气过滤复合材料,在相同滤速下既有初始阻力低,又有过滤效率高、容尘量大的特点。

泰达股份公司的合资公司经过多年的研究,开发出了用丙纶熔喷非织造布复合而成的中效、亚高效等滤材。其型号按效率级别分为MD45、65、85和95(相当美国ASHRAE45%、65%、85%和95%)四个级别。在国内市场畅销不衰,并开始步入东南亚及美欧国际市场。

图1是泰达公司与Schuller公司同等级别滤材的阻力-滤速曲线。

从图1可以看出,丙纶熔喷非织造布复合空气滤材比玻纤滤材的初始阻力要低,表明可以节

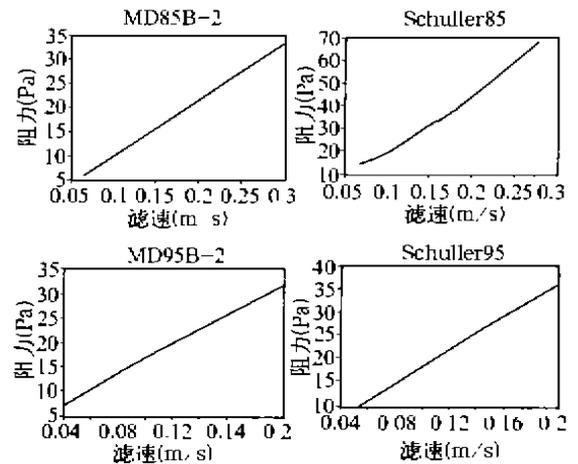


图1 滤材的阻力-滤速曲线

能、使用寿命长。目前丙纶熔喷非织造布复合空气滤材已经非常广泛地应用于各行业的洁净工程领域,泰达公司的滤材已在美国芝加哥机场通过使用,并通过了美国UL防火级别认证。

### 2.2 液体过滤

丙纶熔喷非织造布经热轧等特殊工艺处理后,可作为液体微滤膜,广泛应用于液体过滤领域。所谓微滤是指用于过滤0.02 $\mu\text{m}$ ~10 $\mu\text{m}$ 粒径的颗粒,如细菌、血液及大分子等物质,称为微孔过滤。其原理和普通过滤相类似,微孔过滤属筛网过滤。在静压差的作用下,小于膜孔的粒子通过滤膜,比膜孔大的粒子则被截留在膜面上,使大小不同的组分得到分离。

用丙纶熔喷非织造布做的液体滤膜有如下特征:

(1)孔径较均一,能将液体中大于额定孔径的微粒全部阻拦。

(2)孔隙率高,可高达80%,膜表面有无数微孔,每平方厘米约有 $10^7$ 个~ $10^{11}$ 个。因而阻力小,对清液的过滤速度较同样效果的常用滤膜快10倍。

(3)滤层薄,质量小,对于滤液或滤液中的有效成分的吸附量小,因此可以减少贵重物料的损失。

(4)丙纶熔喷非织造布滤膜是近似于一种多层迭置筛网,纳污强。

由天津泰达股份有限公司与美国合资,全套

引进美国的具有 90 年代先进水平的设备和检测仪器,采用美国 Exxon 公司的聚丙烯树脂(获美国食品药品监督管理局 FDA 认证)和美国先进技术生产的各种专项产品均通过了美国药典实验和美国食品和药品部门(CFP177.1520)验收认可。液体微孔滤材是该公司的主导产品,由 100% 聚丙烯制造,不含任何添加剂,其主要技术指标微孔尺寸使用美国 Coulter 公司 Poremeter 孔径检测仪进行精确测试,并自动打印出孔径分布曲线,以便于生产中对于微孔尺寸的轻微变化给予控制,确保产品的一致性和精度范围。其他技术指标,如厚度、透过率也采用美国仪器进行检测监控(TSI 和 Fra-zien)。液体过滤材料的技术指标见表 1。

表 1 液体过滤材料技术指标

| 规格      | 厚度(mm)<br>(7.3 Pa) | 定量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 透过率<br>(m <sup>3</sup> /min) | 平均孔径<br>(μm) |
|---------|--------------------|---------------------------|------------------------------|--------------|
| MDL-075 | 0.265              | 173.5                     | $1.60 \times 10^{-3}$        | 0.748        |
| MDL-1   | 0.223              | 134.5                     | $2.89 \times 10^{-3}$        | 1.021        |
| MDL-2   | 0.190              | 96                        | $1.15 \times 10^{-2}$        | 1.99         |
| MDL-3   | 0.169              | 80.2                      | $3.69 \times 10^{-2}$        | 3.102        |
| MDL-5   | 0.153              | 60.4                      | $9.97 \times 10^{-2}$        | 5.162        |
| MDL-7   | 0.137              | 51.5                      | $1.46 \times 10^{-1}$        | 6.898        |
| MDL-10  | 0.140              | 42.6                      | $4.59 \times 10^{-1}$        | 9.041        |
| MDL-25  | 0.132              | 32.5                      | 1.85                         | 23.25        |

丙纶熔喷滤膜的使用一般做成烛形过滤器,主要应用于电子工业的感光抗蚀剂过滤,医药工业的医药、生物和血浆产品过滤,饮料工业的饮料、啤酒和糖浆过滤,电镀业的精滤。一般行业的液体过滤系统如图 2 所示。

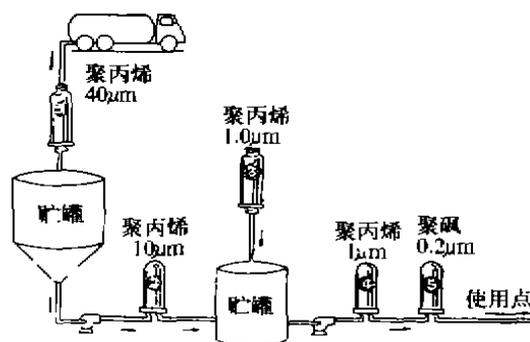


图 2 液体过滤系统

丙纶熔喷非织造布与其他材料复合还可做成液体滤袋,用于液体过滤。如水厂的净水过滤、污水排放等,液体滤袋可根据不同过滤精度需求采用不同丙纶熔喷非织造布组合制成,以保证污水排放达标。滤袋的优点是流量大、阻力小、纳污大、成本低。

目前我国随着环保力度的加强,液体滤袋的市场及应用范围将越来越大。泰达股份有限公司液体滤袋已试用于美国西部水厂。

### 3 存在问题

丙纶熔喷非织造布作为空气滤材在我国目前只能做到亚高效的水平。要取代玻璃纤维做高效、超高效滤材,目前还存在一定的问题。主要是纤维刚性小;纤维纤径离散系数大;过滤效率与其静电效应相关(特别是对粒径  $0.5 \mu\text{m}$  以下微粒),所以过滤效率的检测值重复性差,即不稳定。

丙纶熔喷非织造布做液体滤材时只能用于微滤范畴,还达不到超滤膜的高效率。

随着熔喷技术的发展,以上问题有可能在不久的将来得到解决。

### 4 结论

(1)丙纶熔喷非织造布超细纤维,单丝直径一般在  $2 \mu\text{m} \sim 7 \mu\text{m}$ ;由于非稳态喷丝成网工艺决定了其纤维直径不均匀和同一根纤维粗细不一;纤网纤维直径呈对数正态分布,这是丙纶熔喷非织造布的基本属性。

(2)丙纶熔喷非织造布可以驻极(加静电),对其用作空气滤材时的过滤效率是至关重要的。

(3)丙纶熔喷非织造布用于空气过滤,被广泛用于粗效、中效、高中效、亚高效范围,相对于玻璃纤维有很好的特性,作为液体滤材被广泛用于食品、制药、电子、化学等领域,这是由于其原料本身的无毒、耐酸碱等特性决定的。目前作为烛形过滤器和滤袋可达到微滤的效率,可过滤掉  $0.2 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$  以上的微粒。

(4)丙纶熔喷非织造布在用作空气滤材和液体滤材时,只是在微滤范畴进入高效,用于超滤还存在一定问题有待解决。

(下转第 46 页)

量泵、低压大风量的方式,产品质量一直徘徊在 80 年代科技攻关的水平上。而属于同一方式纺粘法的意大利 NWT 公司,已有了改进与提高,单纤纤度已从 3.3 dtex ~ 5.5 dtex 降至 2.2 dtex 以下,布面上并丝减少、复盖率提高。建议我国重点设备生产企业建立起自己的样机生产线,加强研究,并有所突破,完全有可能尽快地达到或接近 NWT 公司的水平。再在此基础上,开发出薄型聚酯纺粘布,真正实现一机两用(PP、PET)或多用,以及开发出厚型针刺纺粘布(PP)。这样必将会加快提高我国纺粘技术的进程。

国产水刺法生产线在我国的诞生是一项突破。今后仍宜加强工艺研究,进一步向欧美水刺产品的风格方面努力。根据国内的机加工实力,完全可以超越我国台湾地区的水平,实现这一目标,相信是指日可待的。

近年来熔喷法在实现连续化、宽幅化(幅宽 1.6 m)方面获得了进展,但在降低能耗及与纺粘法生产线匹配复合方面还有距离,还要做很多工作。

(2)进一步提高国内设备制造水平(指单机水平)。由于生产设备是非织造布发展的基础,不能老依靠进口设备来填补。要集中一定的力量研究高密高速针刺机、宽幅高速梳理机、系列化穿透式圆网烘干机和高速卷绕自动换卷机等。

国内一些大型纺织机械厂(郑纺机、青纺机、邵二机)开始介入,无疑给非织造布行业增强了实力,应该发挥其作用,根据各厂的条件与市场需

求,在精密、高难设备制造上投入力量,可提高我国设备的整体水平。

值得提倡的是设备制造厂要搞“错位”生产,即不要几个厂都同时从事于制造同一种设备,要各有侧重。一个单位生产的设备,要尽量少而精,要有特点与专长,不搞多而全,不样样都搞,才能生产出精品来。在我国非织造布发展的初始阶段,出现趋同现象是不足为奇的,但至目前阶段,则设备生产必须有其专长,才能满足市场的需求。

非织造布的发展也必将促进许多相关行业的发展,例如与设备配套的器材、电气元件与控制系统,与非织造布产品配套用材等。

(3)培养人才是当务之急。要提高质量、开发产品,要突破模仿、科技创新,关键是人才,特别是优秀人才的发现与培养以及员工素质的提高,必要时也可以采用延请行家的办法。

许多企业害怕人员成才以后流失,但许多企业的经验表明,可以采用事前签定协议、高薪聘用,特别是公司入股的办法解决好人才流失问题,决不能“因噎废食”,漠然视之。否则在激烈的市场竞争中,产品没有后劲,必然会造成极大的被动。

(4)中小企业必须发挥灵活多变的特点,要不断地掌握市场信息,提高应变能力;绝对不能低水平重复,抢夺同一种产品的市场,而且一成不变,势必造成压价竞争。市场是无情的,最终将有一批企业迟早会“淘汰出局”。

(北京市纺织控股(集团)公司 王继祖)

(上接第 28 页)

## Brief Discussion about PP Melt-Blown Nonwoven Application in Filtration Materials

Zhang Weili, Liu Ruixia

**Abstract:** As the process produced basic features for PP melt-blown nonwovens, they become good quality superfine filtration materials for air and liquid filtration, which are used in filters and filter-bags to get micro-filtration result for holding 0.2  $\mu\text{m}$  ~ 10  $\mu\text{m}$  particles.

**Keywords:** PP fiber, melt-blown nonwoven, filtration, application