



新型纤维材料的开发及其应用 (二)

3 通过分子结构改性的合成纤维日渐成熟

4 功能性纤维开发方兴未艾

5 纤维的物理改性技术开发仍为当今主流

6 特种纤维独树一帜

7 新型纤维材料的鉴别技术



新型纤维材料的开发及其应用（二）

撰文_Intertek(上海) 王建平

随着纺织和相关技术的快速发展，越来越多的纤维原材料被应用到纺织品服装中，尤其通过对原料的改性和添加功能性元素等技术，使得服用和装饰纺织品更加丰富多彩。同时，人们环保和崇尚自然意识的不断提升，也使得绿色纤维和纤维素纤维的应用成为了热门。

各种纤维原材料的层出不穷，不仅丰富了市场，更提升了纺织品的功能和档次，但不免存在着鱼龙混杂或纯粹概念炒作的现象，往往使得贸易公司和生产企业无所适从或增加不必要的成本，亦相应给检测鉴定带来很大的挑战。以下通过对各种新型纤维材料开发应用的介绍和分析，旨在使大家能较清晰地认识目前市场上的各种纺织品原料，有利于最终产品的开发和质量控制。

（接上期）

3 通过分子结构改性的合成纤维日渐成熟

3.1 阳离子染料可染改性涤纶纤维(CDP)

CDP纤维是在常规PET二元缩聚的基础上，添加少量的（通常3%~5%）3,5-间苯二甲酸二甲酯磺酸纳（SIPM）作为第三单体而形成的。SIPM的加入，使CDP纤维因引入可作为阳离子染料染座的磺酸基而成为阳离子染料可染纤维。CDP纤维不仅染色性能较之常规的PET大为改善，而且可以通过调整纺丝工艺改善其力学性能和服用性能。但由于磺酸基的空间位阻效应，染料的可及性仍很低，要提高上染率，仍必须采用高温高压染色的方法。CDP纤维的耐热稳定性低于常规PET纤维。

3.2 常压沸染阳离子染料可染改性涤纶纤维（ECDP）

ECDP是在CDP的基础上，再引入聚乙二醇（M≈1500）作为第四单体而获得的常压沸染阳离子染料可染改性涤纶纤维。由于引入了链段较长的柔性链段，ECDP纤维的超分子结构发生了明显的变化，其热性能和结晶性能与常规PET和CDP相比存在显著的差异，不仅可使纤维在常压沸染的条件下用阳离子染料染色，而且纤维的手感更为柔软，其服用性能更为舒适，用作仿毛纤维时，仿真性能更为优越。但ECDP纤维的耐热稳定性不太理想。

3.3 PBT纤维

PBT纤维是以1,4-丁二醇取代常规PET中的乙二醇，经缩聚而成的二元共聚改性涤纶。以1,4-丁二醇取代乙二醇不仅使分子链更为柔软，也由于分子链中的柔性链段大大增加，使纤维的染色性能大大改善，可以达到常压沸染的目的。PBT纤维的纤维物理性能大大优于常规的PET纤维，但由于1,4-丁二醇原料价格大大高于常规PET所用的乙二醇，因而PBT纤维的推广应用在价格上缺乏竞争优势。以1,4-丁二醇作为第三单体与PET的两种单体共聚所得的改性涤纶，不仅可以改善纤维的染色性能。而且可以使纤维价格与PBT相比大大下降，另外，在耐热稳定性方面也要大大优于ECDP纤维。

3.4 PTT纤维

一种以对苯二甲酸二甲酯和1,3-丙二醇为单体的新型改性涤纶纤维（PTT）已经成为新的开发热点。有关PTT的实验室研究已有很多年，但直至1996年才开始推向市场。目前实现工业化生产的分别是杜邦公司的生化法和壳牌公司的环氧乙烷法。PTT的突出优点在于优异

的弹性回复率(参见表6)和易染性，同时兼具涤纶和锦纶的许多优点，除了可替代锦纶用于地毯外，在服用方面也具有良好的应用前景。Triexta、杜邦Sorona分别为特定商家PTT纤维的商品名。据称，PTT纤维将成为新世纪最具发展潜力的差别化涤纶纤维新材料。

表6 PTT纤维与PET和PBT的性能比较

性能	PET	PTT	聚酰胺纤维
熔点 / °C	260	228	226
玻璃化温度 / °C	70	55	24
尺寸稳定性	免烫	免烫	不稳定
允许应变(100%回复) / %	3	0.2~0.4	9
允许应变(80%回复) / %	7	14	17

3.5 牛奶蛋白纤维

20世纪90年代初，国内外的科学家开始致力于再生动物和植物蛋白纤维的开发，日本东洋纺公司采用新西兰牛奶为原料，提取其中的牛奶蛋白与丙烯腈接枝，纺得再生牛奶蛋白纤维，定名为Chinon纤维。由上海正家和山西恒天开发的牛奶纤维均是以丙烯腈为单体的牛奶蛋白纤维，而深圳优尼卡公司开发的牛奶蛋白纤维则是以聚乙烯醇（PVA）为基体的牛奶蛋白纤维。

牛奶蛋白纤维具有蚕丝般的光泽和柔软的手感、较好的导湿和吸湿性、良好的拉伸性能，适用于内衣面料的制作。但由于耐热、耐碱性差，染色的色泽鲜艳度不够理想，且价格昂贵，因此限制了其推广应用。

3.6 大豆蛋白纤维

大豆蛋白复合纤维属于再生植物蛋白纤维，是目前我国唯一拥有自主知识产权和全套生产技术的新型合成纤维，产能已超过1万吨。大豆蛋白纤维采用化学、生物化学方法，从大豆豆粕中提取球状植物蛋白，通过添加适当的助剂，改变蛋白质的空间结构，与聚乙烯醇（PVA）共混接枝，制成纺丝原液，经湿法纺丝而成。大豆纤维单丝细度小、比重轻、强度高，耐酸碱性好，具有羊绒般的手感、蚕丝般的

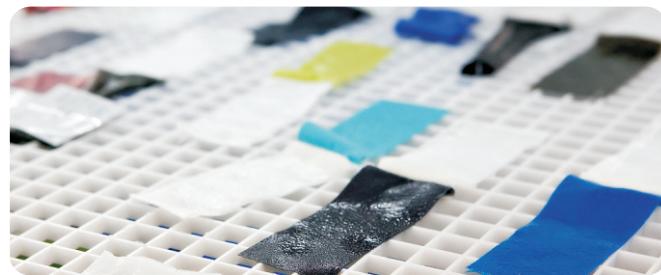
光泽、棉纤维的吸湿性和羊毛的保暖性。但大豆蛋白纤维本身呈较深的米黄色，难以漂白，染色的色泽鲜艳度较差，且不耐湿热，故在染整加工过程中对温度的控制存在较大的技术难度。

3.7 新型聚烯烃弹性纤维——Lastol纤维（Elastolefin）

由美国陶氏公司开发的Dow XLA™纤维是一种新型聚烯烃基弹性纤维，通过运用添加剂改性技术获得的交联性烯烃类聚合物纤维。目前，美国联邦贸易委员会已经命名这种纤维为Lastol，而在欧洲，则称为Elastolefin纤维。Lastol纤维具有常规弹性纤维所没有的杰出的耐化学腐蚀和耐高温性能，如：能耐220 °C的高温，可以承受氯气烘烤，对硫酸等的耐酸性也很强。另外，还具有柔和的伸缩性（伸缩性相当于氨纶纤维，但回复较缓慢）、耐季节性，不会变黄等性能。由此，采用该新型弹性纤维设计制作实用且奢华的服装面料就成为了可能。

Lastol纤维与棉或毛等纤维混合使用时，能够显著改善服装外观、持久性、手感以及随体感。纺织厂也能显著提高加工效率。对消费者而言，采用Lastol纤维的服装具有舒适弹性、持久耐穿、易于打理以及经反复洗涤后不变形、不褪色等优异性能。该纤维除了服用，还可广泛拓展至床品、汽车座椅套等用途。又由于Lastol纤维在耐热性和耐化学性方面优于氨纶，因此可以开拓某些氨纶纤维不能涉足的用途领域。

世界弹性丝市场的年增长率估计为6 %~8 %，10年后预期Lastol纤维能够占有10 %的市场份额。事实上，Lastol纤维因其特性已经成为众多服装争相采用的原料。如在泳装方面，该纤维经1 000 小时的含氯泳池水浸泡后仍具有良好的性能，以及舒适的弹性与定形能力，有助于改善鼓包和松弛现象；在衬衫制作中，Lastol纤维是真正能经受免熨衬衫高强度处理工艺的最好的弹性纤维之一；在牛仔面料中仅添加1 %~3 % 的Lastol 纤维，就既能保持纯正的棉质触感，又能在湿处理和高强度加工后仍维持良好的弹性。



4 功能性纤维开发方兴未艾

4.1 远红外纤维

远红外纤维是具有远红外辐射功能的一类功能性纤维的统称。在很宽的波长范围内，远红外纤维可吸收环境或人体发射出的电磁波并辐射出波长范围在2.5~30 μm 的远红外线。这是由于纤维中具有远红外辐射功能的添加剂，其分子在吸收了外界的电磁辐射能量后，能态从低能级向高能级跃迁，后又从不稳定的高能级回到较低的稳定的能级而辐射出远红外线。部分远红外陶瓷微粉添加剂的化学组成及物理性能（见表7）。由于辐射出的电磁波中4~14 μm 波长范围内的远红外线与人体细胞中水分子的振动频率相同，当人体表面受到这种远红外线的辐射时，会引起人体表面细胞的分子的共振，产生热效应，并激活人体表面细胞，促进人体皮下组织血液的微循环，达到保暖、保健、促进新陈代谢的功效。

目前所有已实现产业化的远红外纤维都是由共混纺丝法制得的，如远红外涤纶、远红外丙纶、远红外锦纶、远红外粘胶和远红外腈纶等。

表7 部分远红外陶瓷微粉的化学组成及物理性能

名称	化学式	色调	粒径 / μm	密度 / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
超细二氧化钛	TiO_2	白	0.02~0.10	4.0
超细氧化锌	ZnO	白	0.01~0.04	5.5~5.8
碳化锆	ZrC	灰黑	1.2~2.0	3.2~3.3
氧化铝	Al_2O_3	白	0.6~1.0	3.9~4.0
氧化锆	ZrO_2	白	0.02~0.10	3.3~3.5
氧化锡	SnO_2	白	0.01~0.06	6.9
氧化镁	MgO	白	0.3~1.0	3.0

远红外涤纶和远红外丙纶主要用于各种具有保暖功能的冬季防寒服、絮棉、运动服、工作服、风衣、窗帘、地毯、床垫、睡袋以及保健枕头、保健被褥、女性保健文胸和其他各种具有改善人体皮下组织微循环的保健产品。远红外锦纶多用于滑雪衫面料、运动衫、紧身衣、防风运动服等产品。远红外粘胶由于具有吸湿透气、手感丰满、穿着舒适和悬垂性好等特点而主要用于内衣、贴身服饰和冬季薄型保暖内衣等产品和部分贴身使用的保健产品。远红外腈纶具有优异的耐蛀性和染色性，良好的蓬松感和舒适感，有类似于羊毛的手感，且穿着的舒适性和透气性也大大优于其他合成纤维，因此在袜子、手套、垫子、毛衣、围巾、帽子、被子和毛毯等传统的应用领域有很大的发展优势。

其实，从本质上讲，远红外纤维就是在常规纤维的一般应用性能的基础上增加了保暖和改善皮下组织微循环的功能，所有的产品开发的目标都是围绕保暖和保健功能而展开的，从而提高了产品的附加值。远红外纤维的保暖和促进微循环的功能原理其实是有区别的。远红外纤维的保暖功能来自于它在吸收外界电磁波辐射的能量后能放射出远红外线，以及反射人体散发出的远红外线的功能，因此，用远红外纤维制成服装后可以阻止人体热量向外部的散发，起到高效保暖作用。而远红外纤维促进微循环的作用，则是基于其吸收以可见光为主的外界电磁辐射后发出的远红外线，及反射人体发出的远红外线作用于人体表面细胞，因振动频率相吻合而增强分子的热运动、促进皮下组织的微循环和新陈代谢。很显然，要达到这些目标，有几个必须的条件，一是要吸收外界的能量，二是要能与皮肤直接接触。由于远红外线穿透普通纺织品的能力有限，故纤维必须用于内衣才能起到促进微循环的作用。但这样一来，其吸收外界能量的途径就受到了限制，而更多的是反射人体本身散发出的远红外线，因此能量十分有限。

4.2 抗紫外线纤维

紫外线是一种对人类既有利又有害的电磁波，它有助于人体内维生素D的合成，促进钙的吸收，同时还具有杀菌、消毒的功效。但过量的紫外线照射却可使人体皮肤产生红斑、皮炎、色素沉积甚至引起皮肤癌。抗紫外线纤维是通过将具有紫外线屏蔽或紫外线吸收功能的添加剂与成纤聚合物进行共混纺丝而获得的。共混纺丝可以是将添加剂与聚合物直接混合，也可以先制成母粒，再将母粒与聚合物混合后纺丝。由于是将具有抗紫外线功能的添加剂均匀分布在纤维内部，因而，抗紫外线纤维及其制成的纺织产品的抗紫外线功能，比以后整理方式制得的抗紫外线纺织产品的功能更为持久、耐洗性好、手感柔软、易于染色。

到达地球表面的阳光，其波长范围为280~30 000 nm，分别由紫外线（UV, 5 %）可见光（50 %）和红外线（45 %）组成。其中，紫

紫外线由波长较短、强度较大的UV-B (280~320 nm) 和波长较长、能量较低的UV-A (320~400 nm) 及波长小于280 nm的UV-C三区段组成。研究表明, UV-C波段的紫外线虽然对人体的影响也较大, 但因其绝大部分受到臭氧层和空气介质的阻隔而难以到达地面, 所以对人类的实际影响并不大。而引起皮肤癌的主要波段为UV-B, 即UV-B区段的紫外线是导致病理性作用的主要区段, 通常其作用强度为UV-A区段紫外线的1 000倍左右。近年来, 由于工业化的发展, 某些消耗臭氧层的化学物质的排放日益增多, 使平流层的臭氧量逐年减少, 甚至造成臭氧层空洞, 使紫外线对地球的辐照增大, 人类健康受紫外线的影响也成倍增加。

加入添加剂的抗紫外线纤维的作用机理有两类: 一是添加的物质为对紫外线有反射作用的紫外线屏蔽剂, 如某些金属氧化物的超细粉体, 象 Al_2O_3 、 MgO 、 ZnO 、 TiO_2 、石墨、高岭土之类的物质等, 它们可以通过对射入的紫外线反射和散射起到屏蔽作用; 另一类是添加的物质对紫外线有强烈的吸收并能通过能量转换以减少紫外线的透过量, 这类物质通常是一些有机化合物, 如水杨酸酯类、金属离子螯合物、二苯甲酮类、苯并三唑类等, 它们通过吸收紫外线而使分子能级发生跃迁, 并将之转换成热能, 再经过热量的散失而减少紫外线的透过。

4.3 负离子纤维

负离子纤维是近年来出现并迅速走红的一种新型功能性纤维。近几十年来, 科学家们对负离子的生物效应进行了大量的研究, 确认空气中的负离子会对人的情绪、精力和健康产生明显的影响。空气是由无数分子组成的, 当有足够的能量作用于这些气体分子时, 它们就有可能释放出一个电子并很快再与空气的中性分子结合, 生成空气负离子。以共混纺丝方法制取具有负离子发生功能的负离子纤维, 一般选择某些在特定条件下可产生负离子的天然矿物质, 利用现代的超细粉末加工技术, 使之成为适合于与成纤聚合物共混纺丝的超细颗粒, 经不同的工艺纺制而成。

负离子产生的两个基本条件是: 有能量来源和空气中存在气态水分子, 而负离子添加剂本身只起到了促使空气分子发生电离的作用。显然, 吸湿性好的负离子纤维发射负离子的功能要好于吸湿性差的纤维。

最早证实负离子对人体有益的是德国物理学家菲利普·莱纳德博士(因研究阴极射线而获得诺贝尔物理学奖)。他认为, 在地球的自然环境中, 有益于人体健康的负离子最多的地方是瀑布附近, 瀑布附近飞溅的水雾气具有负离子效应。基于这一学说, 人们把在瀑布附近因吸入大量负离子而感觉心情舒畅的状态称为“莱纳德效应 (Lenard Effect) ”。

首先, 人处在负离子充沛的环境中会觉得空气特别新鲜、情绪特别好。其次, 负离子对某些疾病具有明显的辅助治疗作用, 如改善呼吸道疾病的症状、制止疼痛、降低癌症发病率和提高人的免疫力、清

洁空气和杀菌灭毒、改善睡眠质量和防止偏头痛、使氧自由基无毒化、使体液呈弱碱性、增强人的抵抗力、抑制肿瘤细胞的增长。研究还表明, 负离子具有明显的降低体内5-羟色胺 (5HT) 含量的功效。5-羟色胺是一种血管收缩剂, 能加速人体的衰老。人吸入负离子后, 会降低肠黏膜、松果体和中枢神经系统内血清素的含量, 从而可以延缓衰老。

能促使空气电离的能量绝大多数来自于地球外壳上的放射性物质, 以及一些来自于瀑布的“莱纳德效应”, 或者当大量的空气团迅速移动时所产生的摩擦力, 还有就是受到宇宙射线或闪电的作用。空气中的负离子主要是以水合离子状态存在的负羟离子 (H_3O_2^-)、负氢氧离子 (OH^-) 和负氧离子 (O^{2-})、其中对人体健康最有益的是水合羟基离子, 人们通常称其为负碱性离子。不同的环境中, 负离子的浓度存在很大的差别(参见表8), 在认识到负离子对人体健康的有益作用之后, 人们总试图通过人工的方式来提高周围环境的负离子含量, 以改善生活和工作环境。

表8 不同环境中负离子含量比较

场所	负离子数量/个· cm^3	场所	负离子数量/个· cm^3
森林、瀑布区	10000~20000	城市公园	400~600
疗养地	5000~10000	街道绿化地带	200~400
乡村	1000~5000	城市办公室	100
公园	400~1000	城市居室	40~50
旷野、郊区	100~1000	工业净化区	0

人工产生负离子的方法通常有: (1) 喷水法。利用莱纳德效应, 用高压空气或高压水将水喷成雾状小水滴, 使之撞击某些坚硬的表面, 造成水滴的连续破裂, 形成空气正、负离子。(2) 电晕放电法。使空气电离, 正离子被阴极板吸收, 而负离子被气流吹出。(3) 放射源法。利用辐射剂量较小的放射性物质使空气离子化。(4) 天然矿石法。利用某些天然矿石在特定条件下, 如温度、湿度、压力的变化和受到低辐射激发时使空气电离而释放出负离子。事实上, 在某些大型景观场所, 利用喷水法增加负离子浓度的做法已相当普遍, 利用电晕法生产的负离子发生器也已进入商场、办公室和家庭, 放射源法由于安全性评估的有效性尚不能为大部分人所接受而尚未被有效地利用, 而天然矿石法则已被纺织产品普遍采用以共混纺丝方法制取具有负离子发生功能的负离子纤维, 一般选择某些在特定条件下可产生负离子的天然矿物质, 利用现代的超细粉末加工技术, 使之成为适合于与成纤聚合物共混纺丝的超细颗粒, 经不同的工艺纺制而成。目前用于负离子纤维生产的负离子添加剂主要有: (1) 奇冰石; (2) 电气石; (3) 蛋白石; (4) 古代海底矿物层, 以硅酸盐和铝、铁等氧化物为主要成分的无机系多孔物质; (5) 奇才石。

矿物类负离子添加剂产生负离子的机理, 可以电气石为例: 该物质的一个重要特征是在一定的条件下能够产生热电效应和压电效应, 即在温度和压力变化的情况下, 能引起电气石晶体之间的电势差(电压), 这种静电压很高, 并且随着电气石粒子的细化而加强, 其能量足以使空气中的分子发生电离。因此, 纤维中混入的电气石超微颗粒在一定的外部能量波动的情况下, 如体温、阳光、摩擦等, 通过其结晶粉末两端所具有的永久正、负极性, 与空气中的水分子或人体皮肤表面散发出的水分子接触后, 会产生瞬间的放电电离效应, 将水分子电离为 H^+OH^- 。 H^+ 与电气石释放出的电子结合而被中和成 H 原子, 而



OH^- 则与其他的水分子结合，连续生成羟基负离子 H_3O_2^- ，这就是电气石能够持续、永久产生负离子的主要作用机理。很显然，负离子产生的两个基本条件是：有能量来源和空气中存在气态水分子，而负离子添加剂本身只起到了促使空气分子发生电离的作用。从这一点看，吸湿性好的负离子纤维发射负离子的功能要好于吸湿性差的纤维。



4.4 抗菌纤维

自20世纪90年代起，抗菌纤维的开发在全球渐起高潮，至今已形成一个生机勃勃的产业。目前抗菌纤维的开发以采用共混纺丝技术为主，所采用的抗菌剂体系主要有三大类：（1）以含银沸石为代表的银系无机抗菌剂体系；（2）以部分金属氧化物为主的无机抗菌剂体系；（3）有机抗菌剂体系。

考核、评估抗菌纤维性能的着眼点主要在于是否能广谱抗菌及抗菌效果、抗菌效果的耐久性、所采用的抗菌剂体系对人体的安全性、加入抗菌剂对纤维的加工和服用性能的影响等。目前，具有持久抗菌效果的抗菌纤维开发已遍及服用或产业用化学纤维。

4.5 高吸湿纤维

高吸水纤维材料的开发始于20世纪60年代，当时人们力图通过化学或物理的方法开发高吸水性的粘胶纤维。所谓化学方法，就是在纤维素分子链中引入某种具有亲水性的化学基团，同时由于额外基团的引入而破坏粘胶纤维原有的紧密的超分子结构，得到高吸水性的纤维。所谓物理方法则是通过改变粘胶纤维的物理形态，使之由于机械力的作用（如表面张力）而具有吸水和贮水的功能。

高吸水纤维的分类可从吸水能力范围、高分子材料化学结构、纤维形态和制备工艺等不同的角度进行分类，但在目前大部分业内专家的论述中，一般均按制备工艺的不同来进行分类，主要有如下三大类：（1）通过纤维亲水化的化学改性获得高吸水纤维；（2）用高吸水性树脂纺丝制得的高吸水纤维；（3）通过纤维的物理形态改性获得的高吸水纤维。

4.6 吸湿排汗纤维

吸湿排汗纤维作为一类功能性纤维，并无严格分类定义，通过物理或化学改性，多种成纤聚合物材料都可纺制出具有吸湿排汗功能的纤维。纤维的吸湿排汗功能可以通过如下方式实现：（1）化学改性。使纤维本身具有吸湿、导湿性能。（2）物理改性。异形纤维—沟槽—芯吸效应—吸湿、导湿、快干。（3）共混改性/化学处理。掺入超细粉末—化学溶解—形成孔隙—增加吸湿、导湿功能。（4）细旦化改性。超细纤维—毛细管效应—导湿、快干。

4.7 芳香纤维

众所周知，香味能够影响人的情绪甚至对人产生生理方面的影响。在芳香的环境下生活和工作，可使人消除疲劳、愉悦身心、提高工作效率。芳香纤维的开发研究始于20世纪80年代各种功能性纤维开发的热潮之中。目前，日本在芳香纤维及其制品的产业化开发方面仍处于领先地位，开发的产品主要涉及家纺产品和部分服用产品。芳香纤维的分类并无严格定义，但一般按加工工艺来划分，目前主要有以微胶囊法、共混纺丝法和复合纺丝法制备的三种类型的芳香纤维产品。

4.8 阻燃纤维

有多种阻燃改性方法可用于材料的阻燃功能性纤维制备：（1）共聚阻燃改性。将阻燃元素（磷、卤素、硫等）或其化合物作为共聚单体引入成纤聚合物分子链中，使纤维具有阻燃性能。（2）共混阻燃改性。将阻燃剂通过共混纺丝方法引入纤维内部，使纤维具有阻燃性能，但需注意不得使用有害阻燃剂。（3）皮芯复合纺丝。采用皮芯复合纺丝技术，形成皮芯结构纤维，其中皮层为常规聚合物，芯层为共聚或共混阻燃改性的聚合物。（4）接枝共聚改性。通过高能辐射接枝或化学接枝方法，将含磷、溴或氯的反应性化合物作为接枝单体接枝到纤维上，使之具有阻燃功能。（5）后整理改性技术。以后整理方式改性，但耐久性差。

4.9 竹炭纤维

采用纯氧高温和氮气阻隔延时煅烧工艺和技术，将毛竹在800 °C高温下干燥炭化，形成竹炭，然后微粉化，所得竹炭微粉呈蜂窝多孔状，具有很强的吸附能力。将竹炭微粉与成纤聚合物共混纺丝，制得所谓的竹炭纤维。由于混入呈蜂窝状的多孔竹炭，使竹炭纤维也呈现多孔的微孔结构，使之具有独特的吸湿干燥、消臭抗菌功能。目前市场上的竹炭纤维一般都是涤纶竹炭纤维，而粘胶竹炭纤维也已开发成功。竹炭纤维的性能与竹炭本身的质量、竹炭在纤维中的添加量及其在纤维中最终的可及度有关。

4.10 抗辐射纤维

现代社会电磁波辐射无处不在，其对人类的负面影响也逐渐为人们所认识。电磁波对人体的危害包括两个方面：（1）使人体产生热效应，因吸收过多能量而升温，且不能释放时，对人体造成伤害；（2）非热效应，主要通过改变机体结构而造成功能紊乱，其累积作用会引发失眠乏力、神经衰弱、心律不齐、组织变异以及诱发白血病、癌症等。电磁波是一种连续波，在不同的波段具有不同的特性，其对人体的危害也是不同的。对电磁波的防护主要通过屏蔽的方式进行，而抗辐射纤维的开发，为人们通过服装这一便利的方式防止电磁波辐射的伤害奠定了基础。

抗辐射纤维包括：（1）防X射线纤维。铅纤维、腈纶/醋酸铅离子交换纤维、粘胶/硫酸钡共混纤维、丙纶/硫酸钡纤维等。（2）防中子辐射纤维。皮芯结构复合纤维（芯层含溴化锂或碳硼）。（3）防电磁辐射纤维。金属丝/纱线、金属纤维/常规纤维混纺、金属化纤维（涂层、镀层）、金属粉末共混纺丝导电纤维、本体导电共轭聚合物纤维。抗辐射纤维主要用于防护服、孕妇服、职业服等。



5 纤维的物理改性技术开发仍为当今主流

5.1（超）细纤维

早期的细旦化技术是对涤纶长丝进行碱减量处理以降低纤维的细度。减量的方法主要是在织物的后处理中实现的。经碱减量处理过的涤纶仿真丝织物具有理想的光泽、手感和悬垂性。剥离法和海岛法复合纺

丝技术的出现使细旦化纤的生产技术获得了重大突破，并使超细旦纤维的工业化生产得以实现。实践证明，超细旦纤维的生产及后道产品的开发利用是一个系统工程，它不仅涉及超细旦纤维生产的本身，而且与特殊的织造、染整工艺紧密相关。

细旦丙纶生产技术的开发成功，不仅使丙纶纤维原有的质轻、保暖、疏水性好、强力高、化学稳定性好、防霉抗菌以及价廉的优点得以充分保留，而且极大地改善了丙纶纤维的手感并充分利用了细旦纤维的毛细管作用，提高了导湿性和穿着舒适性，很有实用意义。细旦丙纶生产技术的开发成功，且丙纶生产技术的开发成功，在很大程度上依赖于切片的改性技术。另外，为进一步改善丙纶纤维的染色性能，各种易染丙纶的开发研究已取得相当大的进展，为细旦丙纶的推广使用开创了美好的前景。

5.2 羊毛拉伸细化技术

羊毛纤维按其化学组成而言，主要是由角酰类物质构成，而角酰类物质则是由多种 α -氨基酸缩合而成的链状大分子。在一般情况下，羊毛纤维中的角酰链状大分子是以螺旋状存在的。当羊毛纤维在特定的物理和化学条件下被拉伸时，其螺旋状的大分子链会转化成 β 折叠型角酰，从而使羊毛纤维变细、变长。通过合理的拉伸，可使羊毛纤维长度增加20%~30%，同时，纤维支数也大大提高，这不仅使纤维的可纺性大为改善，同时也由于羊毛鳞片结构发生变化，而使被拉伸细化的羊毛兼具羊毛和绢丝的双重优点，不仅弹性好，而且呈现出理想的光泽。目前羊毛拉伸细化技术已经成为高档细支毛纺产品开发的亮点。

5.3 四异纤维

所谓四异纤维是指异细度、异收缩、异截面和异材质纤维。异细度就是采用不同细度的单丝组成复丝，其中较粗的作为芯丝可提供足够的强力、刚度、弹性及挺括性。较细的纤维可作为皮层提供柔软的手感及蓬松性。异收缩就是不同单丝的收缩率存在差异，并利用这种差异，经过后处理之后，使织物获得织物结构紧密而表面蓬松、浮凸的效果，富有层次感。异截面就是采用各种不同的单丝截面形状，以追求某种特殊的外观效果。异材质就是不同单丝可以由不同材质构成。四异纤维的制备技术主要是复合纺丝技术和混纤复合技术。

5.4 新合纤

新合纤是在超细纤维的基础上发展起来的，运用先进的生产技术和后加工技术生产的新型合成纤维及其织物。新合纤可分为以下几类：（1）新丝型（New Silky）。强调的是膨松、悬垂性和有丝鸣，其主要技术是细旦异收缩复合丝技术。（2）桃皮型（Peach Skin）。由0.55 dtex以下的超细纤维配置在织物表面，其主要技术包括纱和织物结构的设计以及物理磨毛和化学起绒技术。（3）新粗纺毛型，又称新精梳毛型（New Woolly）。具有膨松、高密度和超羊绒的感觉。（4）干爽型（Dry Touch）。触摸时有一种轻爽清凉感或干燥温暖的感觉，其主要技术是纤维的异截面及材料改性。

5.5 混纤复合加工技术—新型面料开发的突破口

在合理利用各种新型化纤原料的同时，如何采用技术含量更高的混纤复合加工技术，将成为新型纺织面料开发中的一个重要环节和突破口。化纤已经从常规、仿真发展到超真，相应面料产品的设计对化纤原料的选择也已从简单型向复合型、单一型向混纤型、单层型向多层型方向发展。混纤复合加工技术是一项正在掀起的新技术，可以预料，在今后一段时期内，将迅速成为纺织新面料开发中最重要的技术之一。

混纤复合加工技术涉及聚合、纺丝、拉伸、变形和二次复合加工等环节以及相应的纺纱、织造、染色和后整理设计及工艺技术。混纤复合加工技术在原料选择、产品结构、功能定位上有相当大的创意空间。

目前市场上比较成熟的混纤复合丝主要有：（1）异收缩涤纶混纤丝。由细旦丝和高收缩丝混纤并经网络加工而成。（2）网络丝。包括常规网络、间断网络、并列网络丝等。（3）假捻丝。包括常规假捻弹力、混纤假捻及混捻假捻丝等。（4）不均匀拉伸丝。包括常规不均匀拉伸丝和综合运用混纤、网络技术的混合式混纤拉伸（不均匀）丝等。

5.6 复合纺丝与新型复合纤维

5.6.1 T400（Elasterell-P、Elastomultiester）

T400是英威达公司注册的一种特殊的双组分纤维商品名，由PTT和PET复合纺丝而成，在美国的通用名称为Elasterell-P，在欧洲为Elastomultiester。由于PTT与PET的热收缩率不同，PTT/PET复合纤维在遇热时可产生一种平滑的螺旋状卷曲，由其制成的织物，在染色和整理过程中，因纤维受热产生卷曲，可使得织物的拉伸性和回弹性要优于普通化纤加弹丝织物。

5.6.2 ES纤维

ES纤维是采用PP和PE切片，通过复合纺丝技术制得的皮芯结构的复合纤维，其中PP为芯层，PE为皮层。由于PE的熔点相对较低，ES纤维可用于热压型非织造布的生产，主要用于卫生巾、尿片表面的疏水层。

5.6.3 PET/PET

这是一种用于纺粘法非织造布生产的新型原料。传统的纺粘法非织造布采用单一的PP为原料，使其应用受到一定的限制。若采用适应性更广的PET原料，则由于常规的PET熔点较高而难以适应纺粘法非织造布的设备和工艺条件。现通过采用低熔点PET和常规PET切片，以皮芯结构复合纺丝技术，可以制得PET/PET皮芯结构复合纤维的纺粘法非织造布，使其应用面得以扩大。



6 特种纤维独树一帜

6.1 芳纶1313

1960年，杜邦公司研制出一种间位型芳香族聚酰胺纤维，学名为聚间苯二甲酰间苯二胺（PMIA），商品名为Nomex。1972年，日本帝人公司也开始生产商品名为Conex的PMIA纤维。PMIA纤维具有良好的防火、耐热、耐化学试剂的性能，可用于制作航天飞行员的宇航服、赛车运动服、防火工作服、耐高温滤布、烘干机衬布、传送带基布以及复合材料等。PMIA纤维在中国的小试开发早已成功，但大规模产业化进程相对缓慢。目前，烟台氨纶股份有限公司已经通过技术引进和消化吸收，实现了PMIA纤维的产业化生产。PMIA纤维在中国的标准名称为芳纶1313。

6.2 芳纶1414

1981年，杜邦公司开始批量生产另一种对位型芳香族聚酰胺纤维，即聚对苯二甲酰对苯二胺（PPTA），商品名Kevlar。1986年，荷兰的AKZO公司也开发出商品名为Twaron的PPTA纤维。PPTA纤维是一种高强、高模和耐高温纤维，具有优良的韧性、耐疲劳性、耐摩擦、电绝缘性等，应用范围非常广泛，如高性能轮胎帘子线、强力传送带、防弹服、头盔、降落伞、机翼或火箭引擎外壳、压力容器、绳索以及其他类型的纤维增强复合材料。PPTA纤维的开发在中国曾小试成功，但由于原料、技术、装备等多方面的原因，至今未实现产业化生产，而Kevlar纤维在中国的销售逐年迅速上升。PPTA纤维在中国的标准名称为芳纶1414。

6.3 碳纤维

碳纤维是指碳的质量分数占90%以上的纤维状炭素材料。碳纤维通常是将有机物经热分解过程而制得，其直径约5~15μm。一般碳纤维可有长纤维和短纤维（短切纤维、研磨纤维）等，按性能分，可有通用碳纤维、高性能碳纤维、活性碳纤维和气相生长碳纤维。制造碳纤维的原料相当广泛，如纤维素纤维、木质素纤维以及聚丙烯腈、沥青、酚醛、聚酰胺、聚乙烯醇、聚氯乙烯、聚苯并咪唑、聚二恶唑等纤维经碳化制得。目前已实现工业化生产的主要PAN基、沥青基和纤维素基碳纤维，其中PAN基碳纤维以生产工艺相对简单、技术成熟、产品综合力学性能好及成本相对较低的优势而占主导地位。

碳纤维是一种既有炭素材料的结构特性，又具有纤维形态特征的新型纤维材料。因其优异的力学性能（碳纤维复合材料的比模量较钢和铝合金高5倍，比强度高3倍）、耐热性（在2000°C以上高温惰性气氛中，碳纤维是唯一强度不下降的材料）、低密度、化学稳定性、电热传导性、低热膨胀性、耐摩擦、耐磨损、X射线投射性、电磁波遮蔽性、生体亲和性，通常作为复合材料的增强体而广泛用于航空航天、体育用品和产业用领域，如航天器、航空器、体育器材、汽车、能源和基础工程、建筑材料等。

碳纤维强度高，但易折断，故一般作为复合材料的增强体。对某些需先进行编织的场合，一般先将原料纤维加工成预氧化丝，经编织后再进行碳化加工。

6.4 超高分子量聚乙烯纤维UHMW-PE

该种纤维也称高强高模聚乙烯纤维。在通常条件下，常规柔性成纤聚合物在熔纺或溶液纺成形及后处理中，大分子多呈折叠链结构，只能制成满足一般要求的化学纤维。1975年，荷兰DSM公司以十氢萘为溶剂，采用凝胶纺丝超拉伸技术研制出具有优异抗张性能的超高分子量聚乙烯纤维，打破了只能由刚性高分子制取高强、高模纤维的传统局面，并于1990年开始产业化生产商品名为Dyneema的高性能聚乙烯纤维（HP-PE）。此后，美国的Honeywell公司购买了DSM的专利，并将十氢萘溶剂改为矿物油，所制得的高性能聚乙烯纤维（商品名为Spectra）的强度和模量都超过了杜邦的Kevlar纤维。目前，中国也已建成数条数十吨至数百吨规模的UHMW-PE生产线，产业化开发已经开始。

通常情况下，PE是典型的柔性大分子，PE纤维中含有大量的折叠链结构，易拉伸、强度低。UHMW-PE的制备就是通过凝胶纺丝超拉伸的技术使折叠链结构转变为伸直链结构，使纤维的强度和模量大大提高。HP-PE纤维具有轻质、高强、高模、耐化学、耐气候、高能量吸收、耐切割、电绝缘、防水、可透X射线等特性，广泛用于防弹服、装甲、雷达罩、绳索、电缆增强材料、体育用品、纤维增强复合材料等。HP-PE的不足为：（1）耐热性较差，熔点较低（约144°C~155°C）；（2）易蠕变。因此，HP-PE纤维更适用于以包埋方式制成的纤维增强复合材料或制品，如头盔等。

6.5 芳砜纶纤维

芳砜纶纤维（简称PSA，商品名TANLONTM）属于芳香族聚酰胺类耐高温纤维。PSA具有25%的间位结构和75%的对位结构，由于主链上含有砜基（-SO₂-），进一步提高了耐热性能，在250°C条件下长期使用尺寸稳定性好，收缩率低，强度保持率高，并且具有卓越的阻燃性，极限氧指数（LOI值）高达33。芳砜纶在高温高压条件下即可染色，十分适合应用在防护服领域。经测试，其耐热性、阻燃性、染色性、稳定性均超过杜邦的芳纶1313（Nomex）。目前由上海特安纶纤维有限公司建设运行的年产1000吨芳砜纶生产线已经投产，产品主要用于安全防护产品、过滤、电绝缘、摩擦材料等领域。

6.6 聚酰亚胺纤维

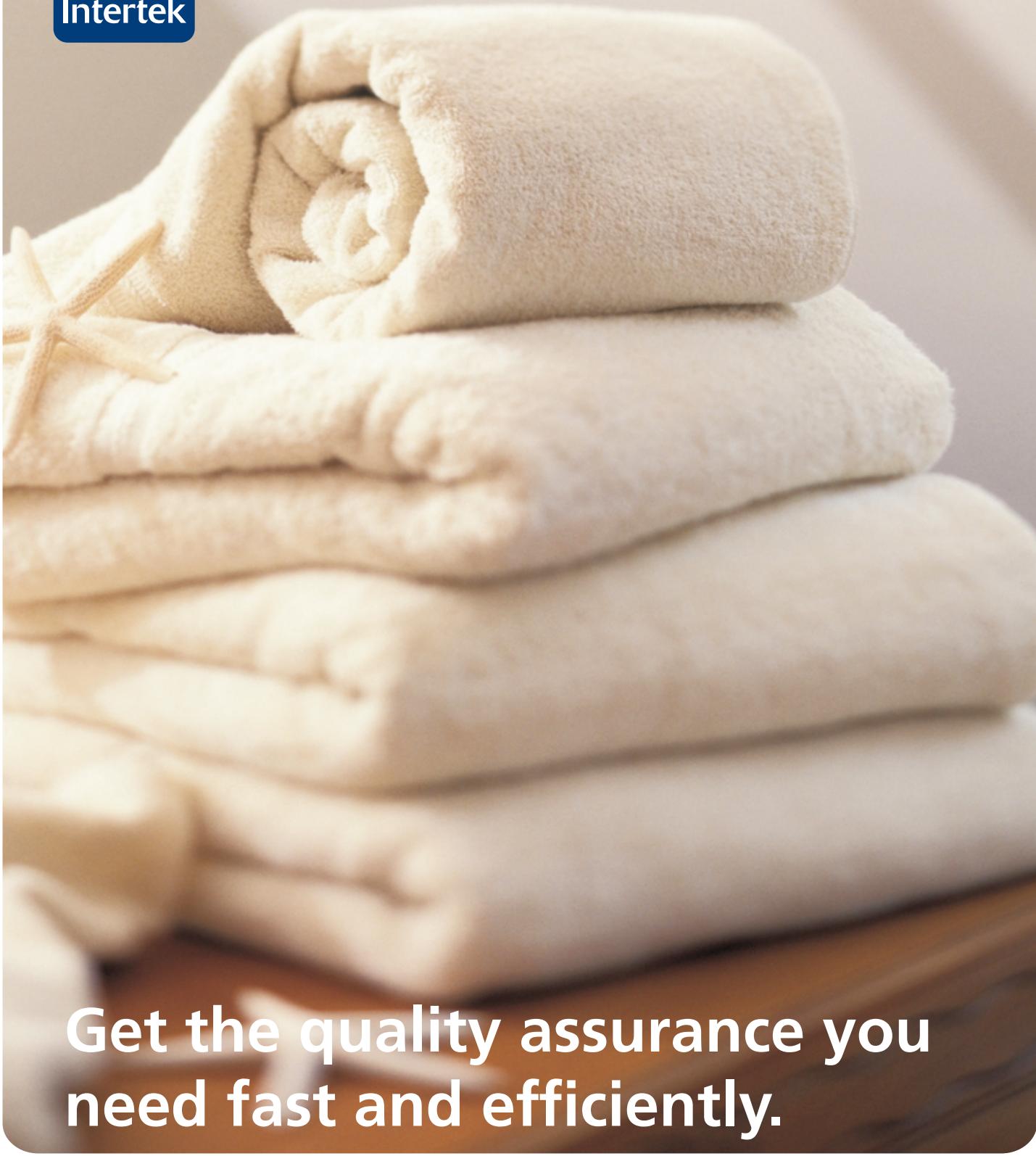
作为耐热纤维的一种，聚酰亚胺纤维的发展虽然不如芳纶纤维那么快，但因其性能独特而受到人们的重视。聚酰亚胺纤维是指主链上含酰亚胺环的一类聚合物，其中以含酰亚胺结构的聚合物更为重要。聚酰亚胺纤维采用湿纺或干纺成形工艺制得，使用DMF、N-甲基吡咯烷酮（NMP）等作为溶剂。目前，商品化的聚酰亚胺纤维品种还较少，其中P84是商品化最早的聚酰亚胺纤维，由奥地利Lensing公司于20世纪80年代中期研制成功。1971年，法国Phone-Poulenc公司开发出另一种聚酰亚胺纤维，商品名为Kermel。

P84纤维主要用于高温防护制品如外套、衬衣、手套、围布以及高温过滤、密封、绝热、航空航天飞行器的内饰材料等。Kermel纤维呈淡黄色，耐热性和耐化学试剂性类似于间位芳香性聚酰胺纤维，但耐紫外性较差，使用时应避免强烈的紫外光照射。Kermel纤维在高温防护服、手套、绝热地毯、高温过滤材料等方面都有应用。



7 新型纤维材料的鉴别技术

- (1) 常规化学及物理鉴别技术
- (2) 红外光谱分析技术 (IR)
- (3) 裂解色谱-质谱分析联用技术 (PY-GC-MS)
- (4) 核磁共振分析技术 (NMR)
- (5) 扫描电子显微镜分析技术 (SEM)
- (6) 热分析技术 (DSC, Tg/dTg)
- (7) 元素分析技术 (EA)
- (8) 各种分析技术的综合运用



**Get the quality assurance you
need fast and efficiently.**

区域联络

上海

电话: 86 21 6120 6060
传真: 86 21 6485 0559 / 0592
E-mail: textile.shanghai@intertek.com

无锡

电话: 86 510 8821 4567
传真: 86 510 8820 0428
Email: consumergoods.wuxi@intertek.com

宁波

电话: 86 574 8818 3650
传真: 86 574 8818 3657
Email: consumergoods.ningbo@intertek.com

天津

电话: 86 22 8371 2202
传真: 86 22 8371 2205
Email: consumergoods.tianjin@intertek.com

杭州

电话: 86 571 8679 1228
传真: 86 571 8679 0296
Email: consumergoods.hangzhou@intertek.com

广州

电话: 86 20 8396 6868
传真: 86 20 8222 8135
Email: consumergoods.guangzhou@intertek.com