

青岛纺织工程与管理

Qingdao Textile Engineering and Administration

2013 年第十期 (总第 58 期)

青岛市纺织工程学会 主办

锦桥纺织网 协办

qtlei@sina.com

本期目录

木棉棉混纺纱性能的分析	1	
国内外变色纤维材料的发展与应用	6	
<table border="1"><tr><td>小知识</td></tr></table>	小知识	21
小知识		

木棉棉混纺纱性能的分析

孙景侠 王府梅 刘维 晏国馨（东华大学）

为扩大木棉纤维的开发和利用价值，介绍了木棉纤维的主要物理化学性质，实测对比分析了纯棉纱和不同比例木棉与棉混纺纱的性能，发现木棉比例在 50% 以内时，虽然木棉棉混纺纱的强力较低，但条干均匀度好，可作为机织、针织用纱，且可降低成本。

1 木棉及其主要性质

木棉纤维因其长度较短、强度低、抱合力差和缺乏弹性，难以单独纺纱，导致其在纺织方面的应用具有很大的局限性。但是木棉纤维具有一些其他天然纤维和合成纤维所不具备的优势，如体积质量小、薄壁中空结构和不含有化肥、农药残留物等。

木棉纤维是锦葵目木棉科内几种植物的果实纤维，属单细胞纤维，其附着于木棉蒴果壳体内壁，由内壁细胞发育、生长而成。一般长约 8 mm~32 mm、直径约 20 μ m~45 μ m。纵向外观呈圆柱型，表面光滑，不显转曲；截面为圆形或椭圆形，中段较粗，根端钝圆，梢端较细，两端封闭，细胞中充空气。纤维的中空度高达 80% 左右。

木棉纤维的主要产地为热带美洲和东南亚地区，目前应用的木棉纤维主要指木棉属的木棉种、长果木棉种和吉贝属的吉贝种这 3 种植物果实内的绵毛。我国的木棉纤维主要来自于木棉属的木棉种，应用较少。吉贝种是速生落叶乔木，主要产于印度尼西亚、尼日利亚、美国等，典型品种为爪哇木棉，我国海南、云南、

广西等地有引进栽培。表 1 将木棉与棉的物理和化学性质进行了比较，其中木棉纤维的各项数据引自尼日利亚的爪哇木棉。

纤维	纤维素 /%	木质素 /%	非纤维素物质 /%	纤维长度 /mm	回潮率 /%	形状特征	体积质量 /g·cm ⁻³	耐酸碱性
棉	93.9	0	6.1	23~64	8.50	腰圆形,有天然转曲	1.53	耐碱不耐酸
木棉	64.9	13	22.1	8~34	10.73	圆柱形,外壁光滑	0.29	耐碱耐弱酸稀酸

当前木棉纤维的主要应用方面包括吸油材料、浮体材料、保暖材料和其他填充材料。本文试验所用木棉纤维为印度尼西亚的爪哇木棉，研究着眼于木棉混纺纱与纯棉纱的性能比较，以预测不同比例的木棉棉混纺纱线的可能应用领域。

2 木棉棉混纺纱与纯棉纱性能对比试验

2.1 试样

试验所用木棉棉混纺纱为上海攀铭企业发展有限公司提供的转杯纱。对比的纯棉纱为浙江一企业的牛仔布用转杯纱。其中木棉棉混纺纱中所混木棉纤维具体特征如下：纤维细度 0.824 dtex 纤维手扯长度 21.2 mm，纤维回潮率 9.4%。表 2 为木棉和棉的混纺比例和所纺纱线密度。

试样编号	纱的线密度/tex	混纺比例(棉:木棉)
1	58.3	100: 0
2	58.3	60:40
3	58.3	40:60
4	58.3	33:67
5	36.4	100: 0
6	36.4	60:40
7	36.4	40:60
8	27.8	100: 0
9	27.8	33:67

2. 2 试验条件

纱样：由吸湿达到调湿平衡 24 h。试验环境：温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $65\% \pm 3\%$ 。纱线强度和断裂伸长率在 XL-1 型纱线强伸度仪上测试，测试长度 50 cm，速度 500 mm / min，每种纱样各测试 40 次。纱线均匀度、疵点、细节、粗节在 YG135G 型条干均匀度测试分析仪上进行，速度 400 m / min，测试长度 400 m。纱线毛羽在纱线电子检测仪(EIB-S)上进行，速度 50 m / min。

参照国家纺织行业标准 FZ12001 — 1992 分等标准对纱的质量进行评价。

3 试验结果分析

3. 1 细纱条干不匀率

表 3 为纱线的不匀率、粗节、细节和毛粒比较。

由表 3 可知：当木棉含量低于 50% 时，混纺纱比纯棉纱的条干好。木棉含量超过 50% 后，不匀率增加。混纺纱的粗细节均比纯棉纱要少，尤其是毛粒数量大幅度降低。针织纱要求纱线均匀，条干好，所以混纺纱更适合做针织用纱。

试样编号	条干 CV/%	机织纱标准等级	针织纱标准等级	细节 /个· km^{-1}	粗节 /个· km^{-1}	毛粒 /个· km^{-1}
1	13.98	2	2	2	48	1000
2	12.11	1	1	0	40	40
3	15.98	2	2	5	25	98
4	14.72	2	2	0	40	58
5	15.11	2	2	20	110	305
6	13.47	1	1	5	28	110
7	18.24	2	2	12	40	638
8	15.62	2	2	145	202	422
9	16.00	2	2	40	130	295

3. 2 细纱强度和断裂伸长率

表 4 为细纱强度和断裂伸长率数据。

试样编号	单纱断裂强度 / $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	机织纱标准等级	针织纱标准等级	断裂伸长率/%
1	11.20	优	优	5.85
2	10.29	优	优	6.35
3	8.13	三	优	6.78
4	6.07	三	三	4.00
5	8.90	优	优	4.00
6	8.13	优	优	4.70
7	7.28	三	优	6.83
8	7.87	优	优	3.94
9	4.94	三	三	3.12

由表 4 可知：混纺纱比纯棉纱强力低。60：40 混纺纱强力约降低 9%左右；木棉纤维含量超过 50%后，强力下降幅度达 45%左右。

混纺纱强度下降可能是因为木棉纤维外壁光滑，表面摩擦性能低，导致纱线中纤维之间的滑移增加，使纱线强力下降。同时木棉单纤维强力较低，长度短，其短绒率的增加使成纱中分担外力的长纤维减少，也使纱线强力下降。纱线不匀率的增加也是纱线强力降低的因素之一。

同时由表 4 知纱号相同时，当木棉纤维含量低于 50%时，混纺纱比全棉纱断裂伸长率高。这可能是因为木棉纤维密度小，纤维之间容易折叠纠缠，当纱线受力伸长时，折叠的纤维会伸直；另外木棉纤维表面光滑，纤维伸直后会使纤维间的滑移增加，从而断裂伸长率增加。木棉含量超过 50%后，断裂伸长率降低。其原因除纤维滑移之外，木棉纤维短绒率高也是一个重要因素。短绒率对转杯纱强力和条干影响很大。木棉纤维短绒率高，随着其含量的增加，短绒率增加，这些

极短的纤维在纺杯中积聚会引起条干不匀和增加断头。

3.3 细纱毛羽

表 5 为细纱毛羽数对比。

试样编号	毛羽数/个·m ⁻¹			
	1 mm	2 mm	3 mm	3 mm 以上
1	118.50	7.03	0.41	0.11
2	489.10	21.18	1.30	0.23
3	583.80	25.16	1.72	0.35
4	478.60	27.81	1.92	0.38
5	151.40	6.24	0.32	0.04
6	283.83	9.64	0.51	0.07
7	391.50	10.08	1.01	0.69
8	154.76	6.88	0.35	0.03
9	224.57	11.59	0.49	0.08

从表 5 可知，混纺纱中 3 mm 以下毛羽数量明显增加，均在 1.5 倍以上。纱线越粗毛羽数增加越明显，其中 58.3 tex 纱 1 mm 长度的毛羽数增加约 3 倍左右。这是因为纱线的毛羽与纤维细度和长度有关。木棉纤维长度短容易产生毛羽，同时纱线内纤维根数增多，头尾数也越多，其他条件一样的情况下毛羽数也越多。以上数据表明混纺纱不适合做表面光洁、滑爽度高的织物，但适合做一些起绒织物或要求手感蓬松柔软的织物。

4 结论

木棉纤维不可纯纺，但可与棉纤维混纺，其中棉的混纺比例不能低于 40%，所纺纱线强力稍低，但条干较好，纱较粗时仍适合机织用，纱较细时可做纬纱或针织用纱。木棉含量超过 60% 时纺纱难度增加，但仍可成纱，也可用作针织用

纱或纬纱。因为纬纱所需强力较低，而且混纺纱的体积较大，有较好的覆盖性。

混入木棉后的纱线强度会下降，但可以降低成本，提高产品的环保卫生性能，提供新的产品应对国际的“特保”等贸易壁垒。

国内外变色纤维材料的发展与应用

青岛市纺织工程学会戴受柏 辑自网络

一、变色纤维的起源

随着经济和社会的发展，发光纤维在安全领域和防伪领域起着越来越重要的作用，装饰服饰领域随着人们对纺织品的求新及个性化要求的心理日益增强和对功能性要求的提高，对服装颜色的要求也由实用型转向丰富多彩，而变色纤维材料正好迎合了人们的这种消费心理，需求越来越大，近些年来发展迅速。该类纤维在军事上可作为军事伪装和某些功能性测试；在防伪领域可作为防伪材料广泛应用于票据、证件、商标等；在装饰服饰领域可广泛应用于 T 恤衫、裤子、游泳衣、休闲运动服、工作服、儿童服装、窗帘、玩具等。随着高新技术不断引入该领域，变色纤维不断发展并完善，开发新型变色纤维材料、变色织物的开发具有良好的发展前途和宽广的应用前景。

早在 1899 年，人们发现某些固体和液体的化合物有光敏性，从此，各种光致变色材料的研究就引起了人们极大的兴趣。20 世纪 50 年代，Hirshbery 发现了螺吡喃类化合物的光致变色现象，并将这种现象称为"Potochromism"(光致变色)。变色纤维最早应用在 1970 年的越南战争的战场上，美国的 CYANAMIDE 公司

为满足美军对作战服装的要求而开发的一种可以吸收光线后改变颜色的织物。此后各种变色复合纤维，如绣花丝绒、针织纱、机织纱等，广泛用于装饰皮革、运动鞋、毛衣等，受到人们的喜爱。

二、变色纤维种类

变色纤维是一种具有特殊组成或结构，在受到光、热、水分、不同酸碱性或辐射等外界条件刺激后可以自动改变颜色的纤维。变色纤维目前主要品种有光致变色和温致变色两种，其它还有水致色和酸致色等。

1、光敏变色纤维

自从 1989 年 W MARCKWALD 发现了某些固体或液体化合物具有光敏性能以来，各种光敏材料的研究就引起了人们极大的兴趣。日本首先开发出光致变色复合纤维，并以此为基础制得了各种光敏纤维制品，如绣花丝绒、针织纱、机织纱等，用于装饰皮革、运动鞋、毛衣等，受到人们的广泛喜爱。

光致变色纤维光致变色是指某种物质在一定波长的光线照射下可以产生变色现象，而在另一种波长的光线照射下，又会发生可逆变化回到原来的颜色的现象。

具有光敏变色特性的物质通常是一些具有异构体的有机物，如萘吡喃、螺吡喃和降冰片烯衍生物等。这些化学物质因光的作用发生与两种化合物相对应的键合方式或电子状态的变化，可逆地出现吸收光谱不同的两种状态即可逆的显色、退色和变色。

光致变色材料分有机类和无机类两种。有机类有螺吡喃衍生物、偶氮苯类衍生物等。该类变色材料的优点是发色和消色快，但热稳定性及抗氧化性差，耐疲劳性低，且受环境影响大。无机类有掺杂单晶的 SrTiO_3 ，它克服了有机光致变色

材料热稳定抗氧化性差，耐疲劳性低的缺点，且不受环境影响。但无机光致变色材料发色和消色较慢、粒径较大。

目前，光致变色纤维的研究已在日本等发达国家取得较大进展，如松井色素化学工业公司制成的光致变色纤维，在无阳光的条件下不变色，在阳光或 UV 照射下显深绿色。日本 Kanebo 公司将吸收 350~400nm 波长紫外线后由无色变为浅蓝色或深蓝色的螺吡喃类光敏物质包敷在微胶囊中，用于印花工艺制成光敏变色织物。微胶囊化可以提高光敏剂的抗氧化能力，从而延长使用寿命。采用这种技术生产的光敏变色 T 恤衫早就于 1989 年首次供应市场了，而近年来，国内也有类似的产品销售。

腈纶织物采用带有变色分子的阳离子染料进行染整加工后，其在不同的光源下发生变色，故称变色针织物。匀染剂、酸剂对变色效果有一定的影响。实验结果表明：采用 1227 匀染剂和冰醋酸，织物的变色效果最佳。变色腈纶针织物烘干前必须进行开幅整理，烘干温度应在 98~100℃。由这种方法制备的纤维、织物在不同的光的波长下有不同的色调，都属于光致变色纤维织物。

2、热敏变色纤维

热敏变色纤维是指随温度变化颜色发生变化的纤维。获得热敏变色纤维的方法除了将热敏变色剂充填到纤维内部外，还可将含热敏变色微胶囊的氯乙烯聚合物溶液涂于纤维表面，并经热处理使溶液成凝胶状来获得可逆的热敏变色功效。

80 年代以来，国外热变色材料的发展趋向于低温及可逆两个方面，低温可逆热变色材料出现了一系列的品种，除涂料外，还出现了变色油墨。不但用于示温作用，而且还广泛地应用到日常生活的各个领域，如印刷、纺织服装和娱乐等。随着其应用的不断扩大，对其的研究也日益加强。目前日本和美国走在世界的前

列，日本的热敏变色材料市场规模已达 20 亿日元左右，而且还不断上升，美国也有很多产品实现了工业化生产。我国热敏材料的研究起步较晚，热敏变色材料的系列产品更是寥寥无几。在应用方面 93 年夏北京印染厂和美国松井国际公司合资兴办的斯派印染公司独家生产变色 T 恤衫，其技术国内尚未掌握。在研究方面，自 1960 年起，化工部涂料研究所进行示温涂料的研究工作，也出了一系列的产品，如：SW-Y、SW-D、SW-P 系列，但都是不可逆示温涂料。1988 年，河北轻化工学院研制出 TC-R 系列可逆热变色油墨，用于印制防伪商标等。国内还有几家科研单位在研究热敏染料、涂料等，有的还申请了专利，但距工业化应用还有很大距离。在热敏变色纤维材料方面，国内的研究甚少，只是在织物热敏印花中有过尝试，纤维研制未见报导。而日本已经成功的推出了一系列新的变色纤维，如：东丽公司推出的"スエイ"；钟纺公司的"液晶レレグリント"；小松精练的"カテミサグリト"等。美国早在 1954 年就开始研制热敏变色染料，70 年代进行热敏记录纸的工业化生产。我国在这一方面已与世界先进水平存在差距。

按热敏剂化合物的性质可把热敏剂分为以下三类：无机类、有机类、液晶类。

无机类热敏剂

无机类热敏剂主要是过渡金属化合物，一般是多种金属氧化物的多晶体。其颜色变化是由于晶型变化、配位几何体变化或配位溶剂分子数的变化引起的，有少数化合物是由于溶液中络合平衡或有机金属化合物的分子结构平衡造成的，还有一些化合物是通过升华、熔融、分解、化合、氧化还原反应而引起颜色变化。某些固态金属合金、汞化合物、铜络合物、镍络合物具有热变色性质。金属合金的热敏变色是有晶格结构的无序化或氧化物形成引起的，汞化合物的热敏变色是低温 β 构型向高温 α 构型的转化而成，络合物的热变色原因在于构型发生变化或

配位体数量与种类发生变化。络合物中阴离子以及溶剂的选择对颜色的变化也有一定的影响。某些三芳甲烷配位酮水溶液与一些金属形成的螯合物也有热敏变色性质。

无机热敏剂中 Pb_2CrO_5 具有良好的热色性，但色调变化固定、单调，其示温性、视认性不能满足使用要求，为改善其示温性需加入其它金属元素。将 Pb_2CrO_5 与有热色性的 Pb_2MO_5 ($\text{M}=\text{Mo}$ 、 W 、 S 、 Se 、 Te) 形成固溶体，以 $\text{Pb}_2\text{Cr}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_5$ 表示，在铅位置上有微量的空格存在，向该空格引入前述 M 元素化合物，即使引入很少量，其热色性也会增强。随着温度升高，色调从橙色-赤橙-茶色变化，热跟踪性良好，没有热过程。这类无机热变色材料耐温、耐久、耐光照，有足够的可逆重复寿命，同时具有很好的混合加工性，有很强的研究和应用价值。但是由于 Pb 的毒性阻碍了其在纤维材料方面的应用。

有机热敏剂

具有热敏变色性的有机化合物数量较多，可分为螺吡喃类、取代乙烯类、茋烷类、三芳甲烷类等。其热敏变色机理是不同的。螺吡喃衍生物的热变色是经由离子共振结构，即 C 螺- O 键断裂。受热前螺碳原子在闭环时为 sp^3 杂化，受热后开环成离子化结构，螺碳原子为 sp^2 杂化，整个分子处于共轭平衡，使吸收光谱红移，颜色变深。取代乙烯类的热变色机理目前研究的很少，但有关研究表明：具有热变色性质的化合物的基态必须是能够拆分的芳香环。其它化合物的热变色过程是经由各种分子间的平衡：酸-碱平衡，烯醇-酮平衡，立体异构体间平衡或结构平衡引起的。

目前研究的最多，最有应用前景的有机热变色材料是一种多组分的复配物。其热敏变色温度范围为 $-200^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$ 。

电子给予体也称隐色染料，当温度变化时与电子接受体发生可逆热变色反应，通过其电子的转移而吸收或辐射一定波长的光，表观上便有了颜色的变化。溶剂的作用除了溶解给电子体和电子接受体外，还可以起到控制变色温度的作用，溶剂的种类与用量对热变色温度影响很大。为了改善某些性质或达到不同的热变色效果还要加入适宜种类、适宜用量的添加剂。这几种组分的不同选择与配合可实现变色温度的选择性、颜色组合的自由度、变色明显度及价格因素等特点，极有发展前景。日本 PILOT 油墨株式会社于 1973 年开发此类热敏材料，于 1980 年前后将其产品 Metamocolor 打入国内外市场，其色彩变化及变色感度都很好，但耐光性欠佳，不适合长时间阳光下曝晒。

液晶类热敏材料

胆甾型液晶具有层状分子结构，层内分子长轴相互平行，各层分子轴方向与邻层分子轴方向都略有偏移，使液晶分子呈螺旋状结构，因而表现出独特的光学性质。设 n 为液晶的折射率， p 为螺距，那么液晶的光学波长为 $n \times p$ 。当入射光波长与液晶的光学波长一致时，液晶就显示出特定颜色的光，这也叫液晶的选择光散射。同时大多数胆甾型液晶的螺距对温度有很强的依赖性，温度变化选择光散射的波长就发生很大的变化，一般 p 随温度升高而变小，散射光的波长向短波移动，颜色相应从红、橙、黄、绿到紫发生变化，温度降低又从紫到红发生变化。日本三菱人造丝株式会社于 70 年代利用液晶材料开发热敏变色织物，但真正有实用意义的液晶热敏材料是英国 Hull 大学研究开发，Merk 化学公司进行工业化生产的。由于液晶的化学敏感性 & 价格因素使液晶热敏变色材料的应用受到了一定的限制。

热敏变色纤维的研制方法

研制热致变色(热敏变色)纤维的方法之一是将热敏变色剂填充到纤维内部，由融熔共混纺丝液制成。日本旭化成公司 saran 纤维里，加入了一种特殊的感温微型胶囊，使纤维一加温就变成透明的，成为感温变色纤维 SaranArt TC。在此情况下感温纤维会变，用吹风机加温，用冰水冷却后对体温和呼吸等的温度起反应即便是从室内到户外时的温差也不退色，保持鲜艳色彩保持防水性和不易燃的特性象涂层过的丝一样不会脆化。感温变色的温度如下：20℃型：16℃~20℃之间变色；25℃型：22℃~31℃之间变色。另外，也可根据要求在 0~45℃之间进行设定。感温变色纤维 SaranArt TC 的用途包括：长绒毛玩具、洋娃娃假发、提花布等等。

方法之二是将含热敏变色微胶囊的聚合物溶液涂于纤维表面，并经热处理使溶液成凝胶状来获得可逆的热致变色功效。1988 年日本东丽公司开发了一种温度敏感织物 Sway，这种织物是将热敏染料密封在直径 3~4 μm 的胶囊内，然后涂在织物表面。这种玻璃基材的微胶囊内包含了三种主要成分：热敏变色性色素；与色素结合能显现另一种颜色的显色剂；在某一温度下能使相结合的色素和显色剂分离并能溶解色素或显色剂的醇类消色剂。调整三者组成比例就可以得到颜色随温度变化的微胶囊，而且这种变化是可逆的。它的基色有 4 种，但可以组合成 64 种不同的颜色，在温差超过 5℃时发生颜色变化，温度变化范围是-40~85℃，针对不同的用途可以有不同的变色温度，例如滑雪服装的变色温度为 11~19℃，妇女服装的变色温度为 13~22℃，灯罩布的变色温度为 24~32℃等。温敏变色织物可作儿童服装、旅游用品及某些人体不宜接触的设备、仪器、管道的外包材料。方法之三是将热敏化合物掺到染料中去，再印染到织物上。染料由粘合剂树脂的微小胶囊组成，每个胶囊都有液晶，液晶能随温度的变化而呈现不同的折射率，使

服装变幻出多种色彩。通常在温度较低时服装呈黑色，在 28℃ 时呈红色，到 33℃ 时则会变成蓝色，介于 28℃~33℃ 会产生出其他各种色彩。

目前，默克公司使用该方法，并已掌握了精细地调整热敏变色材料的技术，使这种面料能在常温范围内显示出缤纷色彩。

三、变色纤维的制造技术

与印花和染色技术相比，变色纤维技术开发稍晚。但随着功能织物的兴起，这种技术吸引了日本诸多大公司的关注，开发专利不断出现。纤维技术有着明显的优点，它制成的织物具有手感好、耐洗涤性好，且变色效果较持久等特点。按生产工艺不同，变色纤维的制造技术主要包括溶液纺丝法、熔融纺丝法、后整理法以及接枝聚合法。

1、溶液纺丝法

与常规溶液纺丝法相近，但要在成纤的纺丝液中加入具有可逆变色功能的染料和防止染料转移的试剂--即将变色化合物和防止其转移的试剂直接添加到纺丝液中进行纺丝。由丙烯腈/苯乙烯/氯乙烯共聚物、变色类化合物组成的溶液纺丝后放入水浴中凝固成纤，经水洗得到光致变色纤维。该纤维在无阳光条件下不显色，在阳光或紫外线照射下显深绿色，可用于制作服装、窗帘、地毯和玩具等方面。

2、熔融纺丝法

熔融纺丝法又分为聚合法、共混纺丝法、皮芯复合纺丝法。

(1) 聚合法：将变色基团引入聚合物中，再将聚合物纺成纤维。如合成含硫衍生物的聚合体，然后纺成纤维，它能在可见光下发生氧化还原反应，在光

照和湿度变化时颜色由青色变为无色。

(2) 共混纺丝法：将变色聚合物与聚酯、聚丙烯、聚酰胺等聚合物熔融共混纺丝。或把变色化合物分散在能和抽丝高聚物混融的树脂载体中制成色母粒，再混入聚酯、聚丙烯、聚酰胺等聚合物中熔融纺丝。

东华大学采用淡黄绿色的三甲基螺哌嗪为光敏剂，与聚丙烯切片共混后制成切片经高温熔融纺丝制得两种性能较佳的光敏变色聚丙烯纤维。一种为光敏剂和聚丙烯切片共混纺丝，所得纤维经阳光照射后会由白色变为蓝色；另一种由光敏剂、聚丙烯切片和黄色色母粒共混纺丝，所得纤维阳光照射后由黄色变为绿色。该法虽然简便易行，但对光致变色化合物的要求很高(如耐高温等)，因此其应用受到一定限制。

(3) 皮芯复合纺丝法：皮芯复合纺丝法是生产变色纤维的主要技术。它以含有光敏剂的组分为芯，以普通纤维为皮，共熔纺丝得到光敏变色皮芯复合纤维。芯组分一般为熔点不高于 230°C ，含 1%—40% 变色剂的热塑性树脂。变色粒子的尺寸为 $1\sim 50\mu\text{m}$ ，耐光性 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ (30 min 后无颜色变化)。皮组分为熔点 $\leq 280^{\circ}\text{C}$ 的热塑性树脂，起到维持纤维力学性能的作用。日本的可乐丽和帝人公司就此项技术申请了多项专利。由这种光致变色复合纤维制成的布料无论是在手感、耐洗性方面，还是在耐光性、发色效果等方面都得到了很大提高。

3、后整理法

将光敏变色材料与织物结合，最早和最简便的方法是印花和染色技术。由于多种原因，处理前变色材料常需制成微胶囊的形式。

涂料印花法

涂料印花法将光敏变色染料粉末混合于树脂液等粘合剂中，再使用此色浆对

织物进行印花处理，获得光敏变色织物。印花工艺可采用常用的筛网、辊筒印花设备操作，也可采用喷墨和转移印花，且基本过程为：织物前处理→印花→烘干→焙烘。烘干温度为 80~90℃，温度过高对微胶囊中的溶剂和添加剂的稳定性不利。焙烘温度主要取决于印花色浆中的粘合剂和增稠剂的性质，一般为 140~150℃，时间多控制在 3~10min。用于纺织品印花加工的变色涂料应满足：手感柔软；耐洗涤性好，摩擦牢度好；适于印花加工。这些要求可通过选用合适的粘合剂、交联剂、柔软剂和微胶囊技术达到。

光敏变色染料染色

光敏变色染料的品种多样，但只有具有一定牢度的染料才能用于纺织品的染色。纺织品不同的应用，对染料牢度的要求也不同。如用于服装上，对耐洗牢度、耐汗渍牢度、耐晒牢度的要求都较高；如用于窗帘，对耐晒牢度要求较高；而椅套、坐垫则要求耐摩擦牢度高些。光敏变色染料染色一般不需改变常规的染色工艺及染色设备，关键在于变色染料的选择，从而得到满意的染色效果和变色效果。国内已有企业及研究单位应用

后整理法中最重要的是变色染料的采用， 变色染料染色一般不需改变常规的染色工艺及染色设备，关键在于变色染料的选择， 从而得到满意的染色效果和变色效果。根据《国际印染杂志》报道，LJSeppialiltes 公司已生产出特种变色系列染料， 其中备受市场关注的有随温度变化的热变色染料、通过吸收紫外线而变色的光致变色微胶囊染料、对湿敏感的水致变色染料和对 pH 值敏感的酸碱度变色染料。根据市场调研获悉，这些新型的染料可以在服装、面料上产生特殊的效果，预计将成为吸引时尚消费者的热点。

近年来，直接用于纺织品加工的光敏变色染料还不多，主要是因为染料价格

较高，耐高温、耐光牢度不理想，反复使用性和稳定性较差，发色褪色速度缓慢等。因此人们迫切希望开发出多种新型耐光和耐高温、色差明显、耐久型等品质优良的光敏变色化合物。大多数光敏变色染料对纤维亲和力不高，较难通过常规的染色印花工艺加工；熔融纺丝法中变色染料分散于聚合物中，其性能受聚合物分子和微结构的影响，故需对聚合物种类和纤维微结构加以选择和控制，还要受纺丝条件限制；光变染料多制成微胶囊后进行应用，但由于染料稳定性、耐光牢度及价格等因素，其商品化还有一定困难。因此，对于光敏变色化合物在纺织品上的应用，除了深入研究已有的应用工艺技术外，还期望开发出新型着色途径，如将光致变色基团或光敏变色化合物通过共价键连接在合成纤维高聚物的高分子主链或侧链上，使高聚物高分子本身具有光致变色特性，且变色效果不受影响。

单体浸渍法

还有一种方法是将纤维或织物用含螺吡喃衍生物的单体浸渍，单体一般为苯乙烯或醋酸乙烯，单体在纤维内进行聚合，使纤维具有光致变色性。如丝织物在 60℃ 下于上述组分的溶液中聚合 1h，可保持光致变色性 6 个月以上，用于制作服装、伞、衣饰等时显出特殊的迷人效果。后整理聚合技术对变色材料的要求较低。它不经过纺丝过程，变色材料的分解温度可低于纺丝温度。由于在纺丝后引入变色化合物，故对纺丝工艺没有影响，也不会影响纤维的力学性能。该法操作简单，应用范围广，是一种较易推广的变色纤维生产技术。

相应的产品还有日本 KANEBO 公司的光敏变色织物，而由这种织物制成的 T 恤衫早在 1989 年就供应市场了。美国的 CLEMSON 大学和 GEORGIA 理工学院等几所大学最近已经开始研究改变光敏纤维的表面涂层材料，而使纤维的颜色能够实现自动控制。

4、接枝聚合法

接枝聚合法主要采用接枝聚合技术使纤维具有变色性能。例如，将纤维或织物用含螺吡喃衍生物的单体浸渍，单体(一般为苯乙烯或醋酸乙烯)在纤维内进行聚合，使纤维具有光致变色性。如丝织物在 60℃下于上述的溶液中聚合 1 小时，可保持光致变色性 6 个月以上，用于制作服装、伞、衣饰等会显出特殊的迷人效果。接枝聚合技术对变色材料的要求较低。它不经过纺丝过程，而且变色材料的分解温度可低于纺丝温度。由于在纺丝后引入变色化合物，故对纺丝工艺没有影响，也不影响纤维的力学性能。该法操作简单，应用范围广，是一种较易推广的变色纤维生产技术。

四、变色纤维及织物的应用

1、变色服

变色龙能随环境的变化而自动变色来隐蔽自己是因为变色龙的多层皮肤的细胞内含有在细胞内可以移动的绿色素，有时聚成一点，有时散开，改变了体色。如今，人们利用动物这种特性并以仿生学的原理研制成功一种能自动变色的化学纤维，称为光敏变色纤维。它是采用纤维中引入具有光敏变色性化合物，或合成能变色的聚合物纺丝的方法。如将能在可见光下发生氧化-还原反应物的、色泽变化可逆的硫堇衍生物导入聚合物，然后纺成纤维。该纤维制品不仅对光线十分敏感，而且湿度变化也能够引起颜色变化。如果把这种变色纤维采用光色性染料进行染色后，便能随着周围环境的光色变化而改变颜色。另外，还有一种热敏变色纤维，它能随温度的升高而显示出与常温下不同的颜色。

人们所谓变色服，是指能够随着周围环境的变化而自动变色的服装，它是由

变色纤维制造的，或是织物采用变色染料印染而成的服装。采用变色纤维制作的伪装服，可随地貌环境的变化而交替变换不同的颜色。如用于作战服装的"变色龙"，在雪地中呈白色，在沙漠中呈黄褐色，在丛林中呈绿色，在海洋中呈蓝色。

目前国外有的科学家根据变色服装的原理，研制出一种新的化学纤维，它并不是随着环境的变化马上改变颜色，而是有一定时间的稳定性和变色的滞后性。这种变色纤维在受到一定光照改变颜色后，可保持 24 小时不变。这样，每天外出前可按照自己喜爱的色彩改变一下服装的颜色，每天换一次颜色犹如每天穿一件新衣服，迎合了人们爱美、时尚的穿着需求，特别是年轻人。

例如，美国 Clemson 大学和 Georgia 理工学院等几所大学近年来正在探索在光纤中掺入变色染料或改变光纤的表面涂层材料，使纤维的颜色能够实现自动控制，其中噻吩衍生物聚合后特有的电和溶剂敏感性受到格外重视。美国军方研究人员认为，采用光导纤维与变色染料相结合，可以最终实现服装颜色的自动变化。光敏变色纺织品主要用于娱乐服装、安全服和装饰品以及防伪制品等。

温控变色纤维

据《日本纤维新闻》报道，温控变色纺织品在日本市场引起关注，利用温度来改变颜色的产品在日本国内还不是很普遍，但在美国，近数年来，变色的 T 恤大放异彩。

温控变色纤维的研究是纺织印染界很重要的一个课题。温控变色纤维不是纤维本身的颜色会改变，而是使封入液晶的微胶囊附在纤维上使颜色起变化的。胶囊中含有特殊色素和发色剂，在一定的温度下，反复进行结合而发色，切断而清除色。现在被商品化的是以 T 恤为主的服装，变化的标准温度一般设定在 27℃，除了气温超过 27℃ 的盛夏的白天以外，在平时面料颜色也很易起变化，这和人本

身的体温有关系，T恤直接与肌肤接触，所接触的部分有30℃左右的热，这种变化是否会到达T恤的表面，则看接触时间而定。透过外界温度、衣服内温度以及体温三者的综合作用，T恤的表面有时也会出现意想不到的花纹。而且花纹还会因身体的活动，就如同活的东西一样地起变化。因此，温控变色纤维可以制造出前所未有的趣味性极高的商品。美国首先使用该技术开发了T恤，进而在欧洲普及起来，增添了新风格的商品，现在在日本也开发了很多这样的产品。

品牌服饰

TAMSA 集团开发的变色服饰，已登陆中国销售。

变色时装

近几年来，国外已经研制出一些新型的衣料提供给许多专业人士。英国伦敦的一家时装公司曾推出各种变色时装。这些时装是用一种含液晶的感温变色纺织面料制造的，在28℃时，面料是红色；到33℃时，又变成黄色；28~33℃之间，还可以变出其他各种色彩。另外，日本的一些人造纤维公司还研制出一种变色游泳衣。游泳衣在岸上是一种颜色，到了水中会变出红、蓝、绿等色彩。这种衣料是由感温变色纤维制成的。这种面料可随陆地、水中、野外、室内或海边沙滩等地温度变化变幻出不同色彩。

2、名牌服饰防伪技术

商标防伪：一般的电脑织带商标，几乎没有多少技术含量；新的防伪商标采用丝网印刷工艺，并在特定部位采用了“紫外隐形文字图案”、“温变识别”和“手感立体文字”技术，可以通过验钞机或手摸识别真伪，必要时还可以加入“红外检测”，大大增加了技术含量。

标识防伪：标识图案采用丝网印刷和绣花技术结合，特定部位有“紫外隐形文

字""手感线温变识别"和"干涉光学变色"图案等，可以手摸眼看或验钞机识别。

北京服装学院新近研制的变色纤维，可用于绣制各种服装商标或暗记，它在不同光源下颜色将产生变化，从而达到防伪功能。因此，变色纤维是服装行业假冒伪劣产品的克星。该技术产品除用于服装商标防伪外。还可用于服装、泳装、伞具等高档新产品的制造，和一般由染料染色导致的变色有本质上的区别。

洗唛防伪：新的洗唛采用"温变+手感线"技术，手摸具有明显的手感，在特定温度下会改变颜色。

半隐形图案夹里：在夹里面料上印刷或烫压一种"半隐形"图案，可以用紫外光源检测，增加了仿造的难度。

防伪缝纫线：在部分特定部位采用了"防伪缝纫线"缝制，可以在日光或者紫外光源下进行检测。

衣片直印防伪标记：可以和普通印花结合，在衣片的特定部位印上特定防伪标记。

人民币真钞防伪吊牌：在服装吊牌上应用了人民币防伪技术，如"手感线"技术和"光学变色"文字；大大提高了了假冒难度。总之，标记标识物涉及了商标图案和文字，假冒者最容易侵犯和仿制的地方，综合防伪技术方案把现代高科技的变色技术灵活应用在服饰防伪上，为名牌服装驰名品牌保驾护航。

3、其它方面

防毒服物：现代战争发生在城市或城市的周边地带，为了限制非战斗性的严重伤亡，这就要提高战士的防毒、识毒能力。其中变色纤维起到了举足轻重的作用。比如将植有化学检测传感器的变色纤维织物制成服装让战士穿上，当有毒物质存在时，织物就会象石蕊试纸一样变色。还有用变色纤维织物制成的手套，只

要戴上这种手套把手插入水中，就能从它的颜色变化中得知水是否可以安全饮用。

变色墙布：利用光致变色纤维和热致变色纤维的变色原理，可以使室内的墙布或涂料在早上、中午、晚上各呈现不同的颜色和图案；还可以根据季节的不同呈现不同的颜色和图案-夏季呈冷色调，冬季呈暖色调，春秋季呈中性色调。

五、小结

变色纤维是一类新型的高技术纤维，它在工业和日常生活中有着广泛的应用前景。日本、美国等国家早已投入了大量的人力和物力去研究和开发这类纤维。当前世界合成纤维领域的竞争已经从产量的扩大转移到开发高品质、高附加值的新产品上来。研究和开发具有变色效果的功能纤维有着较好的经济效益和社会效益。随着经济和社会的发展，变色纤维在安全领域和防伪领域起着越来越重要的作用，装饰服饰领域需求也越来越大，人们不断致力于变色纤维的研究和产品的开发。随着各种高新技术的不断应用，更多更好的发光纤维产品将会不断涌现。

小知识

织物染整工艺词释

桃绒感处理工艺：指某种丝织物特别柔软的感觉以及获得这种感觉的处理工艺。

烧毛处理工艺：一种用于除去由于未缠绕纤维和突起纤维在纱线表面所形成的茸毛的处理方法。

起绒处理工艺：一种通过旋转表面带有用于割断织物表面纤维的针刀的滚轮使织物起毛的处理工。

丝光处理工艺：用氢氧化钠溶液对纯棉或高含棉量的纱线和织物进行处理以增加其表面光泽的工艺。

上浆处理工艺：通过使用特殊物质以增加布料韧性和光泽的处理方法。

蜡染处理工艺：一种用于产生类似于传统的爪哇蜡染印花布效果的印染方法。

波纹工艺：使用不同压力的轧辊对织物进行压轧以获得波纹效果的工艺。

轧光处理工艺：用表面展平和熨平的方法使织物具有特殊光泽的处理方法。

拉毛处理工艺：对经过竖毛处理后的长毛绒类织物所进行的以产生类似于动物毛的织物表面效果的处理工艺。

石洗处理工艺：最初是对于制造牛仔服和运动外套的粗斜纹布所进行的处理工艺。现推广到其它织物；用以产生一种“饱经风霜”的特殊效果。

水洗处理工艺：使织物产生一种古旧、褪色的外观感觉的处理工艺。

环染处理工艺：是一种对于表面光滑的丝织物以类似于树干年轮的同心圆方式进行染色的一种工艺。

打褶处理工艺：用于制造不同形式(阳光状或风琴状)的缩褶或起泡织物的工艺。

压皱处理工艺：对于制造年轻人时髦物品的织物进行揉皱的处理工艺。

防皱处理工艺：用于制造无皱织物的物理或化学的处理工艺。

技术性整理工艺：技术性整理工艺的目的不仅在于用一般的处理工艺，如：软化处理、防皱处理和防缩处理等，来增强织物的性能；而且可用特殊的处理

工艺，如：防霉处理，防腐处理和斥油处理等，来增强用于特殊目的的织物的性能，这些性能可达到很高的技术水平。例如：经过抗静处理的织物可以消除因摩擦而产生的静电而适用于实验室中使用；而经过阻燃处理的织物可用于体育活动或具有危险性的工作。