

青岛纺织工程与管理

Qingdao Textile Engineering and Administration

2013 年第二期 (总第 50 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

可分解致癌偶氮染料测定中假阳性结果的鉴别方法	- 1 -
抗静电非织造布在电子产品包装方面的应用分析	- 9 -
退而不休 著书立说	- 13 -
再生纤维素纤维擷英	- 20 -

可分解致癌偶氮染料测定中假阳性结果的鉴别方法

鲍军方，宁霞，石文娟，王洪

（国家生态纺织品中心）

摘要：

总结近几年国内造成可分解致癌偶氮染料检测方法的假阳性结果的原因，探讨解决方案，提高定性分析的准确性。

关键词：偶氮染料；芳香胺；生态纺织品；假阳性

Identification Method of False Positive Result for the Banned Azo Colourants

Abstract:

This paper in detail introduced false positive causes of the banned azo colourants measures for textile inspection in China, proposed the solutions to some key problems and improved the accuracy of qualitative analysis.

Key words: prohibited azo dye; aromatic amine; ecological textile; false positive

偶氮染料是由芳香胺和亚硝酸钠进行重氮化反应合成的，因该类染料色谱齐全、色光良好、牢度较高，几乎能染所有的纤维，成为纺织品染色时最重要的一种染料。而部分偶氮染料经与人体代谢过程中释放的成分混合并发生偶氮基还原反应后，可能会释放有致癌危险的芳香胺，成为人体病变的诱发因素。此类染料为有害偶氮染料，其检测一直是人们关注的焦点，从2002年以来，本单位一直从事这方面的检测研究工作[1]。

目前，国内禁用偶氮染料检测的机构虽然较多，但与国外相比检测效率、检测水平仍有一定的差距，仍无法满足我国当前生态纺织品发展的需要[2]，像含氮纶织物、含

黏合剂或涂层等一些产品的假阳性结果的处理和同分异构体的排除也没有规范化，这些种种不确定因素，使实验结果出现误差，甚至造成误判，给生产企业造成巨大的损失。因此，提高检测水平，保证实验结果的准确性至关重要。

本文总结了近几年偶氮染料假阳性结果的鉴定方法，并从五个部分进行阐述，进而提高定性分析的准确性，减少误判。

1. 未经着色加工的纺织品

1.1 现象

未着色的白色或本色纺织品中检测出可分解致癌芳香胺。

1.2 假阳性原因

禁用偶氮染料仅针对着色加工的产品进行控制。未着色的白色或本色产品中检测出可分解芳香胺，主要原因是这些产品在加工工程中采用了整理剂、粘合剂等其他化学品，而与偶氮染料无关。

1.3 判定方法

对未着色产品一般不做禁用偶氮染料项目的检测，即使检测出可分解芳香胺，也应分析是否是染料或颜料造成的。如果该产品未经过染色或印花工艺，则可判定该产品未使用禁用的偶氮染料。

2. 含氨纶纺织品

2.1 现象

含氨纶的纺织品检出可分解致癌芳香胺。

2.2 假阳性原因^[3]

氨纶，学名聚氨基甲酸酯纤维，是由二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)等经高温聚合纺丝而成。原料MDI则是由4, 4'-二氨基二苯甲烷(MDA)与光气(COCl₂)反应生成。气相色谱

谱/质谱法检测MDA的结果为假阳性的原因是：气相色谱-质谱联用仪进样口温度一般在260 °C左右，氨纶织物中自带的MDI在气相色谱进样口的高温下发生分解产生MDA所致。

2.3 解决方案

时连等[4]用安捷伦公司生产的6890/5973GC-MSD在检测含氨纶的棉质面料时，发生误判。用自动质谱图检索功能，发现此样品中存在与MDA有96%匹配度的化合物，且出峰时间差小于1 min。用手工拆线的方法，将同一样品中的氨纶去除，而未检出MDA。因此，可以推断在含有氨纶的样品中出现MDA是由于氨纶造成的，而并非使用了禁用偶氮染料所致。

张文皓等[3]采用高效液相色谱法进行复检。因为高效液相色谱的温度基本在40 °C左右，未使MDI分解。同一样品，在用高效液相色谱法检测时，检测浓度小于方法检出限，说明样品中不含MDA。

2.4 判定方法

这就要求检验者有一定的纤维纺织方面的知识。关注是否有氨纶存在，如果有氨纶存在，检出MDA，这时就需要复检(可将氨纶拆除或者采用高效液相的方法)，降低误判的风险。如果是由于氨纶引起的，不属禁用偶氮染料，在检测报告中注明。

3. 有涂层或涂料印花的纺织品

3.1 现象

涂层织物或涂料印花的产品检出可分解致癌芳香胺。

3.1 假阳性原因^[5]

印染助剂中聚氨酯涂层剂常用的二异氰酸酯中的TDI(2,4和2,6-甲苯二异氰酸酯)和MDI分别是由2,4'-二氨基甲苯和MDA为原料合成，合成时产率约70%。如产品处理不当，就会在最终产品中残留。

3.2 解决方法

张榆辉等[6]对实验样品进行结果分析时，检出与2,4'-二氨基甲苯匹配度92%的化合物，时间也非常吻合。但仔细查看样品，发现表面有一层很薄的涂层，复检未涂层前的原始织物，2,4'-二氨基甲苯消失，并不存在。

3.3 判定方法

这就要求检验者了解织物的状态。如果织物是经过涂料印花或涂层处理(很薄，不易识别)的，且结果分析报告中指出含2,4'-二氨基甲苯，匹配度很高，这时就需要谨慎。印花织物需要复检大身部位(避开涂料印花部位)，可能是由聚氨酯造成的假阳性结果，涂层织物最好和送样单位联系重新送样，降低误判的风险。

4. 检出苯胺或对苯二胺的纺织品

4.1 现象

检出苯胺或对苯二胺，不含4-氨基偶氮苯的纺织品。

4.2 假阳性原因

纺织品中分解产生的4-氨基偶氮苯仅来源于以它为中间体合成的染料[7]。在模拟加速人体穿着环境中，4-氨基偶氮苯不能稳定存在，而是继续分解成苯胺和对苯二胺，无法据此判定产品是否含4-氨基偶氮苯。原因之一目前使用的很多染料都以苯胺和对苯二胺为重氮组分合成。它们的合成过程中不涉及相应中间体，在还原条件下也不会产生4-氨基偶氮苯。只会直接分解出苯胺和对苯二胺。像酸性黑1号[8]（如分子式所示），经还原裂解后也能够检测出苯胺和对苯二胺，但苯胺和对苯二胺没有直接结合，在染料分子结构中不含有4-氨基偶氮苯结构，这种染料是不禁用的。只有一些确实由4-氨基偶氮苯为中间体合成的染料，如酸性红73、分散黄3R等。其苯胺和对苯二胺才是来源于中间产物4-氨基偶氮苯。

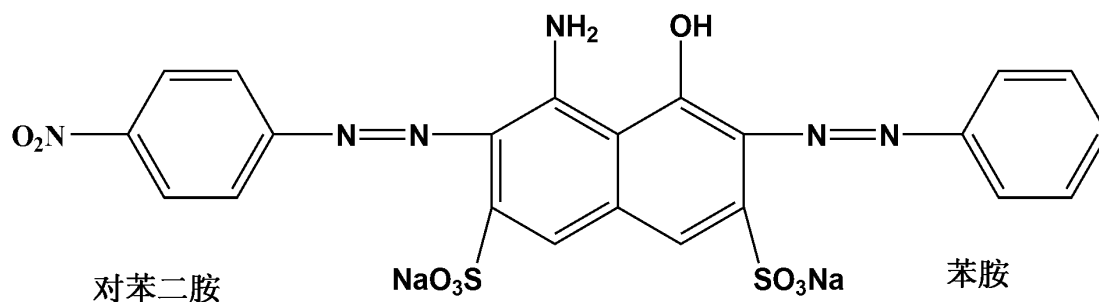


图1 酸性黑1号的分子式

4.3 解决方法

采用通常的检测法一般只有在具有4-氨基偶氮苯含量较多的染料样还原液中才能找到，而它极不稳定，在染料量较少的纺织品中，其还原分析液中往往很难检出，我们必须选合适的操作条件来达此目的。即采用减少保险粉量、降低反应温度和改变还原介质，减少4-氨基偶氮苯的分解，以达到检出4-氨基偶氮苯的目的。

4.4 判定方法

只有通过GB/T 23344-2009检出4-氨基偶氮苯时，才能进行定性定量。

5 检出存在致癌芳香胺同分异构体的纺织品

5.1 来源^[5]

一是由于合成这些染料的中间体是致癌芳香胺的同分异构体，而它们在合成前又没有经过充分提纯，导致了非禁用染料中含有少量致癌芳香胺。另一个原因是由致癌芳香胺的同分异构体合成的非禁用染料，在还原裂解的条件下，又能分解出这些同分异构体，它们的存在会严重干扰致癌芳香胺的测定，导致错误的定性结果。

5.2 假阳性原因^[9]

禁用芳香胺与其同分异构体（未在禁用之列），分子量相同，物化性质接近，气相色谱的保留值相近，质谱图之间的差异很小，检索结果的匹配度很高，单靠质谱本身工作原理的限制，对这些同分异构体几乎分辨不出来，无法确认是禁用芳香胺还是其不禁用的同分异构体。

5.3 解决方法

赵嵩等[10]对所有的禁用芳香胺及其同分异构体进行分离研究。利用禁用芳香胺在不同极性GC/MS色谱柱，如弱极性的HP-5 GC/MS柱、中极性的HP-50 GC柱和极性的HP-PEG20M CC柱（只适用于4-氨基联苯前出的峰，对2,4-二氨基甲苯、2,5-二氨基甲苯、2,4-二氨基苯甲醚和对苯二胺响应值较低），保留时间和出峰次序不同，分离同分异构体。他们采用MS图的差异、常规GC/MS柱上保留时间的差异、在不同极性GC柱上保留时间的差异，对只有GC仪而没有HPLC-DAD仪实验室定性工作有相当帮助，可大大降低GC/MS法检测结果中呈的假阳性率，从而提高分析的准确性。近几年也有不少工作者对其中某些同分异构体进行鉴定。

5.3.1 2-萘胺的鉴别

2-萘胺磺酸类偶氮染料在一定浓度无机酸和一定温度下，或高温下发生水解，磺酸基被脱除，剩下2-萘胺[11]。利用此染料的纺织品往往含2-萘胺。

康宁等[12]检测中使用惠普的6890/5973GC/MSD，将1-萘胺误判为2-萘胺。用自动质谱图分析检索功能，得出与2-萘胺90%的匹配率的化合物。而采用NIST98美国国家标准质谱库检索，发现1-萘胺的匹配度有91%，排在90%匹配度的2-萘胺之前。与标准2-萘胺样品的谱图反复比对保留时间和峰形，才发现存在着一定的差异，从而推翻原先的误判。

阿阳[13]、张榆辉等[14]检测出匹配度98%的2-萘胺，但它的保留时间(21.80 min)比2-萘胺标样(22.18 min)快了0.38 min。经验证，它是2-萘胺的同分异构体1-萘胺。

5.3.2 邻甲苯胺异构体的色谱鉴别

朱峰等[15]发现GC-MSD色谱从保留时间上无法区分邻甲苯胺和对甲苯胺，从特征离子上难以区分邻（间、对）甲苯胺。细化升温程序后，依然不能实现邻甲苯胺、对甲苯胺的分离，故只可用来初步定性。采用ODS-C18柱，以甲醇-水为流动相的HPLC，

可在短时间内实现异构体的基线分离。结合GC-MS，建立了快速确证纺织品中禁用邻甲苯胺异构体的HPLC测定方法。

5.3.3 对氯苯胺异构体的鉴别

时连等[16]发现GC-MSD对间氯苯胺与对氯苯胺无法辨别，采用HPLC-DAD比较出峰时间及光谱图来确认对氯苯胺。

本单位也遇到过误判问题，利用GC-MSD检测有高达97%的匹配度，且保留时间、特征离子相对丰度比几乎相同，然而，HPLC-DAD却未检出对氯苯胺及其它的同分异构体。原因可能是，在气相高温裂解时，产生与对氯苯胺具有相同离子碎片的化合物，此问题还需进一步探讨。

5.4 判定方法

对于含同分异构体的禁用芳香胺，为了避免出现假阳性的结果，至少采取两种以上的检测方法检测，如采用GC-MSD和HPLC-DAD互为确认手段的阳性结果的鉴别方法，可有效提高定性结果的准确性，减少误判的可能性，决不能仅通过一种手段来确认阳性结果。

本文着重对照GB/T 17592-2006，结合日常监测工作，总结了可分解致癌芳香胺染料检测中假阳性结果产生的原因和解决的办法，并提供了判定方法。由于目前的偶氮检测方法对某些特殊的芳香胺检测具有不确定性，像4-氨基偶氮苯按照GB/T 17592-2006是否能检测出来，利用GC-MSD和HPLC-DAD互为验证的阳性结果可靠性如何，因此，仍需要对偶氮染料的检测方法进行进一步的研究，加以改进，提高可分解致癌芳香胺染料检测的准确性。这就需要各个科研机构相互合作，克服各种弊端，努力寻找更合适的检测方法，满足当前检测的需要，促进生态纺织品的发展。

参考文献:

- [1] 宁霞, 金安, 姜芸, 袁征. 《纺织品中偶氮染料的测定》[J]. 中国纤检, 2004, 4: 21, 22, 39.
- [2] 姜逊, 张玉莲, 汪福坤. 《禁用偶氮染料检测现状与发展建议》[J]. 上海纺织科技, 标准与测试, 2008, 36(1): 52-53.
- [3] 张文皓, 孙忠松, 张清智, 李馨. 《氨纶织物中禁用偶氮染料GC/MS检测方法的假阳性原因探讨》[J]. 科技创新导报, 2010, 03: 117.
- [4] 时连, 林斌, 杨民. 《有关纺织品中禁用偶氮染料检测问题的探讨》[J]. 检验测试, 中国纤检, 2006, 6: 25-26.
- [5] 胡小钟, 余建新, 倪澜荪, 钱浩明, 邵俊杰. 《禁用偶氮染料检测中假阳性结果的鉴别方法》[J]. 分析化学, 2000, 28(4): 411-416.
- [6] 张榆辉, 林芳, 陈惠玲. 《皮革及纺织品中禁用偶氮染料检测标准分析》[J]. 西北皮革, 2009, 31(15): 37-42.
- [7] 张建扬, 洪钢林, 户献雷. 《纺织品中4-氨基偶氮苯的来源、性质及检测技术现状》[J]. 科技前沿, 2008, 1: 46-48.
- [8] 赵嵩, 张菁. 《出口纺织品中禁用的4-氨基偶氮苯检测方法探讨》[J]. 技术纵横, 2007, 4: 2-13.
- [9] 朱少萍, 顾丽娟. 《禁用偶氮染料检测中的鉴别方法》[J]. 技术纵横, 2007, 4: 2-13.
- [10] 赵嵩, 张菁. 《禁用芳香胺及其同分异构体的分离研究》[J]. 上海丝绸, 2010, 1: 7-17.
- [11] 陈荣. 《非结构性的禁用偶氮染料与颜料》[J]. 上海染料, 2008, 36, 1: 9-29.
- [12] 康宁. 《禁用偶氮染料检测中的若干问题》[J]. 中国纤检, 2005, 8: 24-25.
- [13] 阿阳. 《纺织品禁用偶氮染料的检测》[J]. 纺织科技进展, 2007, 6: 7-10.

[14] 张榆辉, 林芳, 陈惠玲. 《皮革及纺织品中禁用偶氮染料检测标准分析》[J]. 西北皮革, 2009, 31 (15): 37-42.

[15] 朱峰, 施点望. 《纺织品中邻甲苯胺异构体的色谱鉴别》[J]. 质量技术监督研究, 2010, 3: 38-42.

[16] 时连, 姜文良, 林斌, 杨民. 《纺织品中禁用偶氮染料的测定》[J]. 纺织科技进展, 2009, 3: 60, 61, 87.

抗静电非织造布在电子产品包装方面的应用分析

黄晨昀 (广州盛鹏纺织业专用设备有限公司)

摘要: 我国是世界上最主要的消费类电子产品的生产基地之一, 而静电对电子产品中的电子元件和集成电路造成的危害是破坏性甚至是毁灭性的。非织造布是一种环保的材料, 抗静电的非织造布可预防静电的发生。随着消费类电子产品需求日益增加, 加上消费类电子产品使用周期不断缩短, 抗静电非织造布包装材料在电子产品的包装上的应用将会有很大的发展。

关键词: 抗静电; 电子产品; 包装; 非织造布

我国是世界上最主要的消费类电子产品的生产基地之一, 电子产品的包装是非常重要的, 而静电对电子产品中的电子元件和集成电路造成的危害是破坏性甚至是毁灭性的, 电子产品的包装需要抗静电。

国家的《产业用纺织品“十二五”发展规划》指出在“十二五”期间, 将重点加强医疗与卫生用纺织品、过滤用纺织品、土工与建筑纺织品、交通工具用纺织品、安全与防护用纺织品和结构增强用纺织品等六大类高性能产业用纺织品。非织造布在包装市场应用仅占 2.5%, 但据英国专门针对非织造材料的 KellieSolutions 市场调查公司表示, 包装用非织造材料市场在过去 10 年来综合年成长率(CAGR)超过 8.3%, 超过

一般非织造材料市场和包装市场，估计这个数值在不久的将来会增大。本文旨在对电子产品及其包装的市场，静电及静电对电子产品的危害，非织造布及抗静电非织造布在电子包装中的应用作综合的分析。

一、电子产品及其包装在中国的市场情况

我国是世界上最主要的消费类电子产品的生产基地之一，从二十世纪九十年代开始，我国凭借着良好的制造业产业配套资源及较强的制造成本优势，吸引了大批消费类电子产品制造业的跨国企业和知名品牌相继在我国布局生产。在我国经济实力不断增强，人均消费水平稳步提高的背景下，消费类电子产品需求日益增加，加上消费类电子产品使用周期不断缩短，电子产品的市场保有量将是非常巨大的，我国的消费类电子产品制造业还将有很大发展。而电子产品的包装是电子产品的重要一环。

二、什么是静电

首先让我们了解一下什么是静电：静电并不是静止的电，是宏观上暂时停留在某处的电。人在地毯或沙发上立起时，人体电压也可高 1 万多伏，而橡胶和塑料薄膜行业的静电更是可高达 10 多万伏。物质都是由分子构成，分子是由原子构成，原子由带负电荷的电子和带正电荷的质子构成。在正常状况下，一个原子的质子数与电子数量相同，正负平衡，所以对外表现出不带电的现象。但是电子环绕于原子核周围，一经外力即脱离轨道，离开原来的原子 A 而侵入其他的原子 B，A 原子因减少电子数而带有正电现象，称为阳离子；B 原子因增加电子数而呈带负电现象，称为阴离子。造成不平衡电子分布的原因即是电子受外力而脱离轨道，这个外力包含各种能量，如动能、位能、热能、化学能等。

三、静电对电子产品的危害及预防

随着科学技术的飞速发展，生产的高效率和自动化程度的提高，电子元件的

高度集成，使产品在生产和使用过程中产生的静电危害越来越严重。静电对电子产品中的电子元件及集成电路造成的危害是破坏性甚至是毁灭性的。

在电子产品中运输过程会产生各种摩擦和碰撞，会使电子产品的电子元件通过摩擦充电带上静电，或者是接触到带有静电的物体而放电。高压的静电会击穿集成电路和精密的电子元件，使电子元件完全损坏，或者是促使元件老化，减少元件的寿命，最终完全损坏。

对付静电，我们可以采取预防的方法，通过防止摩擦起电的动作，尽可能减少电子产品与绝缘材料的接触，以及让所有表面都处于等电位的措施来防止静电的产生。通过使用带有导电性的抗静电包装材料，使电子产品处在等电位状态，从而避免了电子产品静电的产生。

四、非织造纺织品在电子产品包装上的应用

抗静电的电子产品包装材料一般有：聚乙烯塑料薄膜材料及聚丙烯 PP 非织造材料。一般的聚乙烯塑料薄膜材料需要 300 年时间才能降解，环保形的可降解聚乙烯塑料薄膜材料需要 2-3 年降解，而聚丙烯 PP 非织造材料在室外只需要 90 天就降解。在环保意识日益强烈的今天，环保型非织造材料作为电子产品的包装，已为许多先进国家接受并提倡。

Kellie Solution 发布一个新的关于非织造布在包装领域中应用情况的调查研究结果。包装用非织造布市场在过去 10 年来综合年成长率 (CAGR) 超过 8.3%，超过一般非织造布市场和包装市场。虽然，现在包装用非织造布大约仅占非织造布所有应用领域的 2.5%，但这个数值在不久的将来会大量增加。报告评估了非织造布在包装市场的最终用途和价值链。并对 2015 年进行了预测。为非织造布生产商展示了一个每年 500 多亿美元的包装市场世界。

普通纺粘、水刺及 SMS 等非织造布材料的生产原料是聚丙烯(PP)，由于聚丙烯(PP)是非极性结构，结晶度较高，分子排列规则，结构致密，未经处理的非织造布的接触角达 148° ，本身具有一定的拒水性，所以在摩擦时容易产生静电。为避免静电损坏电子产品中的电子元件，应使产生的静电荷迅速泄漏。非织造布材料泄漏静电荷的能力与非织造布材料的亲水性和比电阻有关。通常把在标准条件下（相对湿度 65%， 20°C ）达到 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下比电阻水平的非织造材料称为抗静电非织造布材料。

一般非织造布材料比电阻多在 $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上，需要对非织造布材料作抗静电的改性，通过吸湿改性方法，使非织造布材料达到抗静电的水平，才能将非织造材料应用在电子产品的包装上。

五、非织造布的抗静电吸湿改性

非织造布抗静电吸湿改性的方法有化学改性法和物理改性法，现在用得比较多的是物理改性法，物理改性法有共混改性法和后整理改性法。

1. 共混改性法是将其他亲水聚合物或表面活性剂与生产非织造布的原材料聚丙烯（PP）颗粒混掺，使亲水聚合物填入 PP 较大的球晶内，使非织造布带上抗静电吸湿性能。

共混改性法可分为：

(1) 母粒法，将亲水聚合物制成亲水母粒，再与生产非织造布的原材料聚丙烯（PP）颗粒混合后共同熔融纺丝。

(2) 全造粒法，将亲水聚合物与聚丙烯（PP）混合，用螺杆挤出机挤出造粒，制成亲水的聚丙烯（PP）颗粒，再进行熔融纺丝。

(3) 纺前注射法，将亲水聚合物注射入螺杆挤出机，与聚丙烯（PP）熔体混合纺丝。

混合法的缺点是亲水聚合物与聚丙烯（PP）有时会混合得不均匀，容易堵塞喷丝板，造成喷丝板的维修及更换。另外，还会引起可纺性问题，并丝及滴浆，一个极微小的浆滴，可引起整片非织造布的抗静电吸湿性能失败，且不容易发现，造成质量问

题。

2. 后整理法，将普通非织造布上浆，让普通的非织造布带上亲水性的活性抗静电整理剂、助剂，再经过烘干，使整理液、助剂固着在非织造布的表面，连续的亲水基让非织造布的接触角接近为零，形成连续的导电通道，即可让普通的非织造布带上抗静电吸湿的性能。

非织造布上浆有三种形式：喷淋式、Kissroll 添液辊及泡法给湿。喷淋式成本低，占的位置小，但上浆的效果不太好，特别是有一两个喷嘴坏了的时候无法发觉，造成上浆不均匀。Kissroll 添液辊上浆及泡沫给湿，上浆效果好，但设备较贵，占的位置大。烘干设备是烘箱，按照不同的亲水性抗静电吸湿后整理工艺要求，需要一定的烘干温度、一定的烘干时间，烘箱需要能调整温度，烘干的时间由生产线生产的速度及烘箱中非织造布的长度决定。烘箱中的气流要均匀，很多劣质或自制的烘箱里气流紊乱，容易造成非织造布烘干过程中变形，好的烘箱要有分配气流的装置，使非织造布的烘干达到理想的效果，且节能。

电子产品在中国及非织造布在包装上的应用都会有很大的发展，非织造布是一种环保的材料，静电对电子产品的危害很大，抗静电的抗静电非织造布包装材料在电子产品的包装上的应用将会有很大的发展。

退而不休 著书立说

——记享受国务院政府特殊津贴的宋钧才研究员

戴受柏（青岛市纺织工程学会）

1934年2月生于江苏省江阴的宋钧才在1952年8月从无锡市工商学校纺织专业毕业后离开了美丽富饶的江南水乡来到了青岛，成为了国营青岛第六棉纺织厂的技术骨干。1964年调至山东省纺织纤维检验局(驻青岛)，1974年调至青岛市纺织纤维检验所，后任科研科科长。长期以来他一直是青岛市纺织工程学会的活跃分子，不仅致力于纤

维和纺织品测试技术的科研工作还积极参与科普宣传工作，曾任青岛市纺织工程学会标准测试专业委员会副主任，直到 1995 年 2 月退休。1988~1995 年是连续几届的青岛市专业技术拔尖人才，1993 年起成为享受国务院政府特殊津贴的专家。

在长达 40 多年的科研生涯中，宋钧才获得 1978 年全国科学大会成果奖 1 项、国家级科技进步奖 1 项、省、部级科技进步奖 8 项。在国内外刊物发表论文 50 余篇，其中：《棉纤维结构和性能的研究》在 1988 年第 19 届不莱梅国际棉花会议上发表，为我国首次在该会议上发表论文；《束纤维强伸度仪的设计与研制》获中国纺织工程学会 1992 年第二届陈维稷优秀论文奖二等奖（当年一等奖空缺，二等奖仅二篇）。主持起草国家标准 5 项，主编出版《偏振光检验纤维》，并参加编写《棉纤维检验学》等 3 本著作。另外，获得国家发明专利和实用新型专利 10 项。



退休 17 年来，宋钧才退而不休，仍致力于科研和写作，并乐于助人。

1996 年应中国纺织大学（现东华大学）之邀，协助指导博士生科研一年；协助指导的研究生，研制了“Y147-3 型棉纤维偏光成熟度仪”，其论文在 2008 年第 29 届不莱梅国际棉花会议上宣读（宋钧才也接到会议邀请，因故没能成行）。

2000 年与青岛纺织机械厂合作争取到国家科委立项的“棉纤维大容量测试仪的研制”项目，并参与设计和研制，所研制的棉纤维气流式成熟度仪在国际纺织机械展览会上展出。2005 年与青岛纺联控股集团公司合作争取到国家发改委立项的“**棉纤维 HVI**

测试数据在配棉纺纱技术中的应用研究”项目，并承担了棉纤维的常规测试与快速仪器测试方面研究工作，业已于 2007 年通过专家验收。



此外，除撰写一些“漫谈颜色”、“漫谈色差评定”、“原棉性能与成纱品质关系的综述”等科普方面的文章发表外，还针对 2007 年颁布的国家标准《棉花 细绒棉》中存在的一些问题，及时的在标准颁布前和颁布后不断撰写论文向有关方面反映，并发表：“论棉花色特征的综合评定”、“再论棉花色特征的综合评定”、“三论棉花色特征的综合评定”。国家发改委基本上赞同宋钧才提出的论点，并特邀他于 2010 年 6 月底，参加中央有关部委在秦皇岛召开的“棉花色特征分级及实物标准研制研讨会”，会上宣读了上述论文。

宋钧才同志退休后还把主要精力用于著书立说。1996 年应中国纺织大学（现已改称东华大学）之邀，与李汝勤教授两人合作主编《纤维和纺织品测试技术》一书，由东华大学出版社出版。十多年来随着纤维和纺织品新产品的迅速发展，纺织测试技术也随之不断的发展，因此该书也做了相应的修改补充再版。第一版于 1996 年出版，第二版于 2005 年出版，第三版于 2009 年出版，目前又在作第四版的编写工作。

特别是《纤维和纺织品测试技术》第三版是作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材由国家教育部立项。两主编接到该项目后，既感到光荣、又感到责任重大，为了在一年内编好这本近 60 万字的国内外唯一的教材，都忘了古稀之年，尽心尽力地做到精益求精，使其既有理论，又有应用实践；既有广度，又有深度。其内容也十分丰富：从纤维原料到纱布成品；从地下土工布到天上航天服；从纤维内部的结构分析到纤维和纺织品表面的颜色测试；是一本内容较为完整的纺织测试技术书籍，是涉及基础和专业知识和多学科交叉的教科书，可供纺织院校本科生、研究生作为教材，也可供生产企业、测试中心、检验机构和研究单位专业技术人员阅读参考。

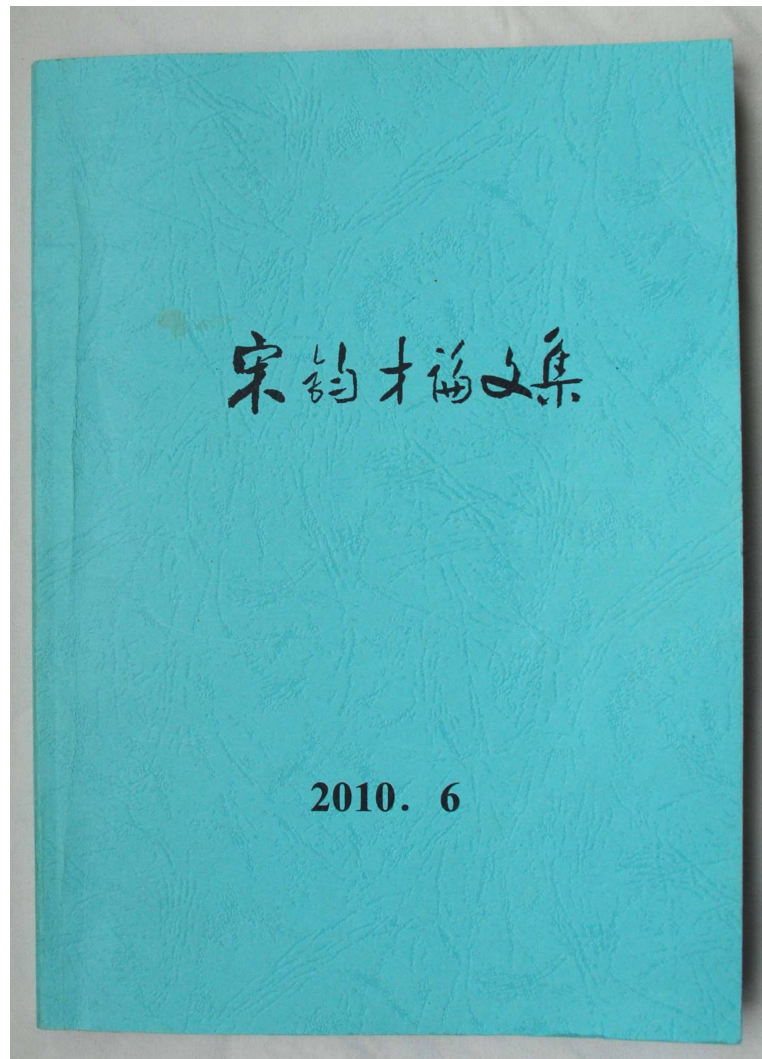


宋钧才在这一年时间里，三赴上海参加讨论和编写，最长的一次在上海达三个月之久。书稿完成后，宋钧才又建议：为了提高学生使用教材进行学习的直观效果，对该书制作附加教学光盘，内容除提供便于教师讲课的各章各节演示文稿（PPT）外，重点对反映测试技术发展的部分内容进行实际操作录像：（1）新纤化学纤维测试系统；（2）乌斯特棉纤维测试系统；（3）生态纺织品测试技术；（4）纤维结构分析技术。李汝勤教授也深表赞同和支持，并派年轻人协助宋钧才摄录和制作 DVD 光盘，制作期间

正值酷暑，宋钧才同年轻的技术人员一起加班加点将近 200 幅彩图一一插到入到演示文稿中去，完成光盘制作任务。该光盘容量达 4.7G，其中演示文稿 1.0G、录像 3.7G，容量之大在一般书籍所附的光盘中是没有的。

宋钧才同志在青岛工作近 60 年，特别 1964 年以来专心致志地搞科研，取得了丰硕的成果，颇得有关领导和专家的赞誉。笔者近日见得宋钧才同志正在汇编的 40 万字的《宋钧才论文集》（初稿），西安工程大学名誉校长、中国工程院院士姚穆撰写的序言：“……宋钧才同志近 50 年来的研究成果为这一部分（注：上边文字指的是纺织材料结构的研究、纤维和纺织检测技术、纤维和纺织测试仪器等的理论研究和开发研究）增添了重要的、不可或缺的内容，这本论文集是这方面的一个珍贵缩影。……”。有关领导和专家撰写的题字，可见同行的反响和评价。

原青岛纺织局副总工程师、原青岛市副市长施稼声的题字：“明察纤毫”；原中国纤维检验局副局长吕善模的题字：“钧才同志把毕生精力奉献纤维检测事业取得了丰硕成果，他是我们学习的楷模，我深表钦佩和敬意”。原中国纺织大学纺织材料教研室主任、86 岁高龄的老教授张佩良的题字：“篇篇论文，人生轨迹；步步脚印，应用落实；慎始敬终，社会受益；印象影响，有口皆碑；贯彻始终，贵在求实；忠实切实，踏实真实；诚实厚实，朴实丰实”。原江苏省纺织学会副理事长兼秘书长姚梅伦的题字：“老骥伏枥夕阳照 乐书论著晚节香”。



笔者近日访问宋钧才同志，最后询问他年近八十，精力仍很充沛，有什么秘诀，他回答得很简单：一是心态好。把科研和写作当于乐趣，一点不求别的，当作老有所乐、老有所为，写点东西留给后人吧。二是身体好。身体好主要得益于体育锻炼，退休之后，更有时间锻炼了。1995年到2009年坚持15年，春夏秋冬每周打篮球3到4次，2008年还参加在上海体育馆举办的“上海NBA大篷车篮球比赛”，三分球投篮还得了奖。近两年改游泳了，基本上坚持每天参加游泳，持之以恒，风雨无阻。

再生纤维素纤维撷英

戴受柏（青岛市纺织工程学会） 整理

再生纤维素纤维是由纤维素溶液或纤维素衍生物再生的一类纤维素的统称。

一、第一代再生纤维素纤维

再生纤维素纤维的发展总体上可以分为三个阶段，形成了三代产品。第一代是粘胶纤维，1891年，克罗斯(Cross)、贝文(Bevan)和比德尔(Beadle)等首先制成纤维素黄酸钠溶液，由于这种溶液的粘度很大，因而命名为“粘胶”。粘胶遇酸后，纤维素又重新析出。根据这个原理，在1893年发展成为一种制备化学纤维的方法，这种纤维被命名为粘胶纤维。到1905年，米勒尔(Muller)等发明了一种稀硫酸和硫酸盐组成的凝固浴，实现了粘胶纤维的工业化生产。

普通粘胶短纤维虽具有优良的服用性能和广泛的适用范围，但也存在一些严重缺点，主要是在湿态时剧烈溶胀，使纤维的断裂强度显著下降，在较小的负荷下就容易伸长(即湿模量很低)。因此，织物洗涤时受到揉搓力容易变形，干燥后强烈收缩，尺寸很不稳定。又由于普通粘胶短纤维不耐碱，经碱溶液处理后，强度和湿模量明显下降，断裂伸长上升，纤维素剧烈溶胀并有部分溶解。因此，普通粘胶短纤维与棉的混纺织物不能经受改善织物外观的丝光处理。普通粘胶短纤维的另一缺点是，织物进行染色加工时必须采取松式，因为湿模量较低，如在张力下进行染色加工，织物在使用时剧烈收缩，因此，染色加工不便连续进行。

铜氨纤维是一种再生纤维素纤维，它是将棉短绒等天然纤维素原料溶解在氢氧化铜或碱性铜盐的浓氨溶液内，配成纺丝液，在凝固浴中铜氨纤维素分子化学物分解再生出纤维素，生成的水合纤维素经后加工即得到铜氨纤维。铜氨纤维的截面呈圆形，无皮芯结构，纤维可承受高度拉伸，制得的单丝较细，所以面料手感柔软，光泽柔和，有真丝感。铜氨纤维的吸湿性与黏胶纤维接近，其公定回潮率为11%，在一般大气条件下回潮率可达到12%—13%，在相同的染色条件下，铜氨纤维的染色亲和力较黏胶纤维大，上色较深。铜氨纤维的干强与黏胶纤维接近，但湿强高于黏胶纤维，耐磨性也优

于粘胶纤维。由于纤维细软，光泽适宜，常用做[高档](#)丝织或针织物。其服用性能较优良，吸湿性好，极具悬垂感，服用性能近似于[丝绸](#)。

醋酯纤维分为二型醋酯纤维和三醋酯纤维两类。通常醋酯纤维即指二型醋酯纤维。它是[人造纤维](#)的一种，一般用精制棉子绒为原料制成三醋酸纤维素酯，溶解在二氯甲烷中成仿丝溶液而用干纺法成形，耐光性较好，染色性能较差，一般制成[短纤维](#)，可用作[人造毛](#)。也可制成强力醋酸纤维。

醋酯纤维由瑞士人 H. 德雷富斯和 C. 德雷富斯兄弟开发。他们将生产清漆用醋酸纤维素溶于[丙酮](#)后经喷丝头压出，在热空气流中[溶剂](#)挥发，细流形成纤维。在 20 世纪 20 年代投入[工业生产](#)。

二型醋酯纤维 以三醋酸纤维素部分皂化所得的二醋酸纤维素(酯化度为 230~250，溶于丙酮)为原料，经[纺丝](#)加工制得。二型醋酯纤维的吸湿性能良好，回潮率为 6%，能用[分散染料](#)染色，并具有良好的穿着性能。[长丝](#)光泽优雅，手感柔软，有良好的悬垂性，酷似[真丝](#)，适于制作内衣、浴衣、童装、妇女服装和[室内装饰](#)织物等，还可做[香烟](#)滤嘴。短纤维用于与棉、[羊毛](#)或合成纤维混纺，但在湿态下强度降低 40%~50%，纤维在 140~150℃时开始变形，176℃发生粘结。其中空纤维(见[化学纤维](#))具有透析功能，可用于医疗和化工净化、分离等。二型醋酯纤维长丝常用[干法纺丝](#)制得。将二醋酸纤维素溶解在含少量水的丙酮溶剂中，配成浓度为 22%~30%的纺丝液，经过滤和脱泡后送去纺丝。纺丝液细流与热空气流接触，溶剂挥发，形成丝条，经拉伸制得纤维。短纤维以[湿法纺丝](#)制得。纺后需经水洗和净化处理。

三醋酯纤维 以纤维素完全乙酰化所得的三醋酸纤维素(酯化度为 270~300，不溶于丙酮)为原料，经纺丝制得。其性能与二型醋酯纤维相似，但湿态下强度降低达 30%，[耐热性](#)较优，经热处理后能在 240~250℃下不变形，回潮率仅为 3.2%，但耐磨性较差。三醋酯纤维长丝一般也用干法纺丝制得，溶剂由二氯甲烷和少量乙醇组成，纺丝液浓

度 20%~22%，也可采用均相乙酰化所得三醋酸纤维素溶液为纺丝液，纺丝温度稍低。短纤维也以湿法纺丝制得。

醋酸纤维诞生于 20 世纪初，于 20 世纪 20 年代初由英国试制成功并实现工业化生产，目前在纤维素纤维中是仅次于粘胶纤维的第二大品种。目前全球醋酸纤维总产量约为 75~80 万吨，占世界化纤总产量的 3%，占纤维素纤维产量的 35%左右，其中烟用丝束约 55~57 万吨，纺织用醋酸纤维约 21~25 万吨。全球有醋酸纤维生产厂家 20 余家，主要生产家有美国的 Celanese 公司，占 45%，Eastman Koclak 公司，占 9.3%，S.Amereic 公司，占 5.5%，意大利的 Novaceta 公司，占 15.6%，日本的三菱醋酸纤维公司，占 6.0%，帝人公司，占 5.2%以及英国的考陶尔兹公司等，约占世界总产量的 90%左右。

醋酸纤维的密度比粘胶纤维的要小，和涤纶的较为接近；强度是三种纤维中最低的，而且湿态下的强度损失较大，剩余强度约为干强的 70%，和粘胶的湿态强度差不多。因此，在醋酸纤维的拉伸和湿加工时一定要采取温和的方式。但是醋酸纤维的断裂伸长和粘胶相比要高，湿态下伸长更大。因此，醋酸纤维的弹性相对较好，类似于蚕丝，羊毛。沸水收缩率较低，但是高温处理会对纤维的强力和光泽等性能造成影响，因此温度不宜超过 85℃。回潮率要低于粘胶纤维，但是远远高于聚酯纤维，介于粘胶和聚酯之间。也就是说醋酸纤维既具有一定的吸水性，又具有吸水后快速脱去的性能。醋酸纤维的软化温度和熔点与聚酯相比较为接近，具有类似合成纤维的热性能；松弛条件下的干热处理不会对纤维的性能造成影响。

醋酸纤维的耐酸稳定性较好，常见的硫酸、盐酸、硝酸在一定浓度的范围内对纤维的强力、光泽和伸长等都不会造成影响；但是可以溶解于浓硫酸、浓盐酸、浓硝酸。醋酸纤维对碱剂非常敏感，尤其是二醋酸纤维，遇到强碱后，容易发生脱乙酰化，空白文化衫造成重量损失，强力和模量也随之下降。因此，处理醋酸纤维的溶液，其 pH

值不宜超过 7.0。在标准洗涤条件下，具有很强的抗氯漂白性能，还可用四氯乙烯进行干洗。

醋酸纤维虽然来源于纤维素，但是在酯化过程中，纤维素葡萄糖环上的极性羟基很大一部分被乙酰基取代成酯，因此，纤维素纤维染色常用的染料对醋酸纤维几乎没有亲和力，难以上染。从理论上来说，醋酸纤维通过部分皂化还原出原来的羟基后，则也是可以用直接、活性等染料进行染色。但是，这是不可行的。此外，因为纤维素醋酸酯上的羰基氧原子及残留的羟基带有一定量的负电荷，所以也有人实验用阳离子染料对二醋酸纤维染色，但结果表明，只能染得浅色。醋酯纤维的染色性能与聚酯或尼龙较相似，只有精细分散的非水溶性染料才可以在一定温度的条件下进入醋酸纤维内部，对纤维上染。最适合醋酯纤维用的染料是低分子量且染色上染速率相近的分散染料。而实际上，第一支分散染料的诞生也是由于醋酸纤维染色的需要。用分散染料染出的醋酸纤维或织物色泽鲜艳亮丽，匀染效果好，染料吸尽率高，色牢度也高，而且色谱齐全。

人造纤维的主要品种有：①粘胶纤维 1848 年 J. 默塞发现棉纤维素被浓碱液浸渍后，化学反应灵敏性增加。此后英国人 C. 克罗斯和 E. 贝文用二硫化碳与碱纤维作用获得溶解性纤维素黄酸酯，从而制得粘胶纤维。后来出现了离心罐式绕丝器，使粘胶纤维有了工业化生产的条件。②硝酸酯纤维，又称硝酸人造丝。1855 年，英国人将纤维素硝化后溶解成胶液并挤压成丝。1884 年，脱硝方法研究成功，硝酸法制造人造丝正式投产。③醋酯纤维，将棉短绒在以冰醋酸为主的试剂中醋化形成纤维素醋酸酯，溶解在三氯甲烷的浆液中经过纺丝获得三醋酯纤维。如将纤维素醋酸酯局部皂化，则获得溶于丙酮的纤维素醋酸酯，纺丝后所得纤维称二醋酯纤维。④铜铵纤维，采用氢氧化四氨铜溶液作溶剂，将棉短绒溶解成浆液纺丝制得的人造丝。丝质精细优美，但成本较高。⑤人造蛋白质纤维，英国人最早研究从动物胶中提取蛋白制造人造蛋白纤维。1935 年

[意大利](#)有人试验从牛乳中提取乳酪素，制成人造羊毛。此后，一些国家相继以大豆蛋白、花生蛋白制取人造纤维获得成功。由于这类纤维的实用性能和制造成本存在问题，产量极少。

上述纤维均为第一代再生[纤维素](#)纤维。

二、第二代再生[纤维素纤维](#)

为了克服上述缺点，20 世纪 50 年代开始实现[工业化](#)生产的[高湿模量粘胶纤维](#)，除具有高强力、低伸长和低膨化度外，其主要特点是具有较高的湿模量，因此有高湿模量粘胶纤维之称。粘胶纤维可分为普通型、强力型和高性能型。强力型粘胶纤维中，干态强度超过 30.0cN/dtex 的长丝称强力丝；超过 38.0cN/dtex 的称超强力丝；超过 44.1cN/dtex 的称二超强力丝；超过 48.5cN/dtex 的称三超强力丝；超过 53.0cN / dtex 的称四超强力丝。高性能粘胶纤维中，在湿态下弹性模量较高的纤维，称波里诺西克纤维，也称高湿模量纤维，中国称富强纤维，简称富纤。湿模量介于普通型纤维和波里诺西克纤维之间，但具有较高勾结强度、脆性较小的纤维，称改良型高湿模量纤维。由于高湿模量粘胶纤维具有优良的物理机械性能，因此有人称它为第二代再生[纤维素纤维](#)。主要有两个品种：

(1)波里诺西克(Polynosie)纤维，亦称为经典高湿模量纤维，包括日本研发的[虎木棉](#)。特点是湿态断裂强度和湿模量特别高，但这种纤维生产工艺复杂，成本高，而且断裂伸长较小，勾结强度和耐磨性能较差。1950 年开始工业化生产，后来美国和西欧也有生产，美国的商品名为赞特雷尔 (Zantrel)，西欧的商品名为 Z-54。目前世界上只有日本的东洋纺和富士纺两家公司在生产波里诺西克，东洋纺的商品名为 Tufcel，富士纺的商品名为 Junlon。我国的商品名称为富强纤维。

(2)变化型高湿模量粘胶纤维，简称为高湿模量纤维(或称为 HWM 纤维)。这类纤维的干强力和湿强力略低于波里诺西克纤维。但断裂伸长较高，勾结强度特别优良，

湿模略低于波里诺西克纤维，但与棉大致相同。已基本克服上述普通粘胶短纤维的几项严重缺陷，而且克服了波里诺西克纤维勾强较差、脆性较大的缺点。

Modal 纤维是奥地利兰精 (Lenzing) 公司以中欧森林中的山毛榉木浆粕为原料制成，采用高湿模量粘胶纤维的制造工艺，从其性能看它属于变化型高湿模量纤维。

具有以下特点：

(1) 采用纯度较高，分子量较大的浆粕，以提高产品的强度；

(2) 为减少纤维素分子在加工中的降聚，富强纤维应该在常温下进行浸渍和粉碎，粉碎后的碱纤维素一般不经过老成工序，以避免纤维素降解。

(3) 纺丝凝固浴组成也与粘胶纤维生产不同，采用在低酸、低盐纺丝浴。

(4) 凝固浴温度和纺丝速度都比粘胶纤维低。

(5) 在进行碱纤维素的磺酸化反应时，使用较多的二硫化碳，其用量为纤维素的 45%。

(6) 富强纤维的拉伸度比普通粘胶纤维高，而且不用普通传统的一级拉伸方式，而是采用多级拉伸（三级或五级），这样拉伸比较缓慢，纤维内部结构比较稳定，内应力较小。

因此：

(1) 强度大，也就是说富强纤维织物比粘胶纤维织物结实耐穿。

(2) 缩水率小，富强纤维的缩水率比粘胶纤维小 1 倍。

(3) 弹性好，用富强纤维制作的衣服比较板整，耐折皱性比粘胶纤维好。

(4) 耐碱性好，由于富强纤维的耐碱性比粘胶纤维好，因此富强纤维织物在洗涤中对肥皂等洗涤剂的选择就不像粘胶纤维那样严格。

三、第三代再生纤维素纤维

第三代再生纤维素纤维是以 20 世纪 90 年代推出的短纤 Tencel (天丝)、长丝

Newcell 为代表。国际人造纤维标准化局 (BISF) 将 Lyocell 纤维作了定义：一种用有机溶剂纺制而成的新的纤维素纤维的通称，包括长丝、短纤维、薄膜等。溶剂纺丝不同于传统的纤维素酯化，在纤维素溶解与纺丝时不生成纤维素衍生物。Lyocell 纤维已经通过国际化标准组织 (ISO) 备案，被列为与 Gupro、Modal、Viscose、Acetate、Triacetate 并列的六大纤维素纤维成员之一。NMMO 工艺的基础是基于氧化胺类化合物在特定条件下可以溶解纤维素，纤维素可从该溶液中再生出来。1969 年公开的专利 N-甲基-吗啉-N 氧化物 (NMMO) 已被证明是合适的溶剂，从上个世纪七十年代开始，荷兰 Akzo Nobel 公司开始研究溶剂法纺丝制造纤维素纤维，以 NMMO 为纤维素的溶剂，1992 年又研发了 Lyocell 长丝产品，注册商标 “Newcell”。

德国 Thuringian 纺织和塑料研究所 (简称 TITK) 发展了溶剂纺丝法的生产工艺，1998 年与德国 Zimmer 工程公司合作建立了中试试验、示范工厂，规模为 300~800 吨/年。

英国 Courtaulds 公司 1980 年起开发 NMMO 新溶剂纺丝技术，1988 年小批量的生产 Tencel 纤维，1992 年开始在美国建成第一家万吨级工业化生产厂，产品商品名为 “Tencel” (我国音译为 “天丝”)。曾经一度成为 Lyocell 纤维的世界主体生产企业。

奥地利 Lenzing 公司于 1986 年开始研究 Lyocell 纤维的生产工艺技术，1997 年在国内建成第一条纤维生产线，商品名为 “Lenzing Lyocell”。目前，Lenzing 并购了 Courtaulds 的 Lyocell 纤维项目并继续使用 “Tencel” 品牌，成为世界规模最大的、完全占有 “天丝” 市场的生产企业。

四、三代再生纤维素纤维性能比较

三代再生纤维素纤维典型性能比较表

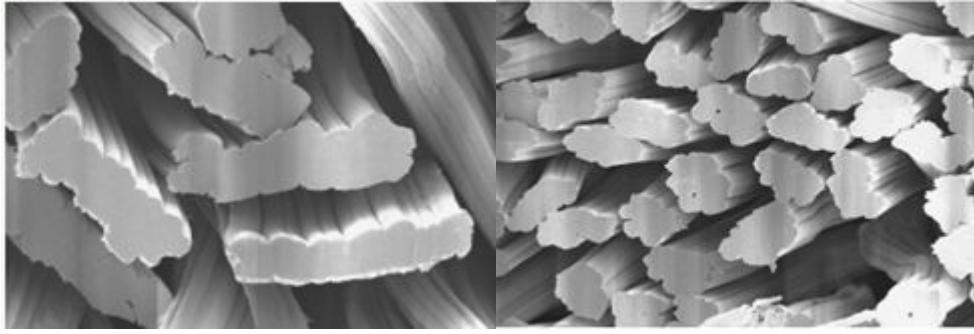
名称	Viscose (Rayon)	Modal	Tencel/lyocell
简介	湿态下的强力急	有较强的	这是一种由溶液纺丝

	剧下降，通常情况下可达 80%，收缩高达 10%，变干后强力恢复，收缩是永久的。	湿态下强力，与棉相似，是一种改良型的人造丝。	法制成的纤维素纤维形成的类似于人造丝的新型纤维，具有较强的强力及防收缩性。
干态强度	1.0-2.5	2.5-5.5	5.0
湿态强度	0.5-1.5	1.8-4.0	4.3
回潮率	11-15	11-14	11
弹性	差	一般	较好
抗日光性	受损严重	受损严重	受损不严重
尺寸稳定性	差	较好	较好
耐磨性	很差	差	一般

五、再生纤维素纤维的延伸产品

为了提高再生纤维素纤维性能，尤其提高再生纤维素纤维的功能性方面近期出现不少新的产品，典型的有：

[Viloft 纤维](#)：“VILOFT”纤维是由木质素制成的再生纤维素纤维，纤维具有独特的扁平纤维截面，具有肌肤般的柔软舒适；织物中有大量的空间气囊，能抵御寒冷的强烈袭击，具有一定的保暖性；优良的芯吸、湿气调节功能，具有良好的吸湿透气性；原材料来自天然的木质素，给人以回归自然的感觉。



Viloft original

Viloft Microsoft

优良的纤维特性：

独特的扁平纤维截面，具有肌肤般的柔软舒适；

构造大量的空间气囊，能抵御寒气的强烈袭击；

优良的芯吸、湿气调节功能，让您的肌肤尽情呼吸；

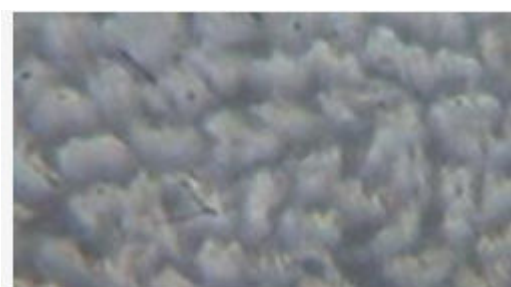
来自纯天然的木质素，给人以回归自然的感觉；

舒适美观的保暖内衣，尽显美好身段；

穿着轻盈、洗涤打理方便，轻松自在。

圣麻：以麻材为原料，经过一系列的物理化学处理而制成，有许多优异的性能，并且具有其它再生纤维素纤维没有的抗菌、防霉、保健的功能。

圣麻纤维截面呈梅花形和星形，有沟痕，边沿具有不规则的锯齿形，沿纤维纵向有很多条纹。



圣麻纤维横向切片



圣麻纤维显微镜下纵向形态图片

特性

1. 较好的吸湿性和导湿性

圣麻纤维素大分子间的氢键少，加之其特有的形态，因此该纤维具有良好的吸湿

性、渗透性、放湿性及透气性能，给人一种吸湿排汗、凉爽的感觉，因此适合加工夏季针织面料和高档衬衫等产品。

2. 较好的染色性和染色均匀性

圣麻纤维可以在水中润胀，导致活性染料这种水溶性极好而分子又极小的染料能迅速吸附于圣麻纤维，并能迅速在纤维中扩散，初染率高，半染时间短。由于活性染料在纤维中较高的扩散速率，又赋予其良好的渗透性和匀染性。因此，圣麻纤维的染色性能优良，其平衡上染百分率较高，半染时间短，色泽鲜艳，匀染性好。固色率高，牢度优良，染色鲜艳亮丽，不易褪色，具有独特的风格特征。

3. 天然的抑菌防霉、灭螨驱螨性

麻材有多种抗菌药物组成具有天然的抗菌物质，具有广谱性，在生产过程中最大限度地保留了这种物质。因此，圣麻纤维具有天然的抗菌防霉、灭螨驱螨性，服用时不会对皮肤造成过敏反应，同时原料在种植时不需施加农药和杀虫剂，纤维在生产过程中全部实施绿色生产，加工时不但把黄麻和红麻中纤维素提取出来，而且还保留了黄麻和红麻中的天然抗菌物质，具有保健功能，并具有生物可降解性。

圣麻纤维物理性能一览

指标		测试结果	测试方法
长度/mm		38.0	手扯法
线密度/dtex		1.5	中断切断称重法
回潮率/%		12.8	烘箱法
吸湿性能		吸放湿、快干性能佳	
摩擦系数	动	0.152	Y151 型纤维摩擦因数测试仪
	静	0.251	

竹纤维：是以优质的天然竹子为原料，经特殊的工艺处理，把竹子中的纤维素提取出来，再经制胶、纺丝等工序而制造出的再生纤维素纤维。

颜色稍黄，强力和其它物理性能均与粘胶接近。

干断裂强度 (CN/dtex)	2.40	疵点 (mg/100g)	2.4
湿断裂强度 (CN/dtex)	1.41	油污黄纤维(mg/100g)	0
干断裂伸长率 (%)	21.3	干强变异系数 (CV%)	11.96
线密度偏差率 (%)	0	白度 (%)	60.1
超长纤维 (%)	0.4	含油率 (%)	0.22
倍长纤维 (mg/100g)	2.0	回潮率 (%)	11.94
残硫量 (mg/100g)	13.3	等级	一等品

再如海藻粘胶纤维、甲壳质粘胶、竹炭纤维、丝维尔纤维、珍珠纤维、玉石纤维、负离子纤维等。

Newdal、Richcel 纤维和 FORMOTEX 纤维等均属第二代再生纤维素纤维。

所有再生纤维素纤维除了醋酸纤维外，均可以用活性染料染色，而且具有较好的得色率和色牢度，醋酸纤维用分散染料可以染出色泽鲜艳亮丽的颜色，匀染效果好，染料吸尽率高，色牢度也高，而且色谱齐全。

六、再生纤维素纤维的发展趋势

1、绿色趋势：溶剂法因其独特的环保理念将成为再生纤维素纤维的技术主流方向，产量正稳步增长，瓶颈仍然是回收的可靠性和高昂的回收成本；引入纤维素氨基甲酸酯技术可使粘胶生产技术进行安全的逐步转换；一种可在室温下溶解纤维素的新溶剂体系，可形成取代粘胶法生产再生纤维素膜。粘胶丝和无纺织的传统工艺的新工艺线路；通过高温水蒸汽对纤维素渗透膨胀，然后通过闪蒸效应，水蒸汽冲击引起纤维素形态结构的变化而生成水合纤维素，破坏了氢键的作用，使其在碱溶液中能溶解，制

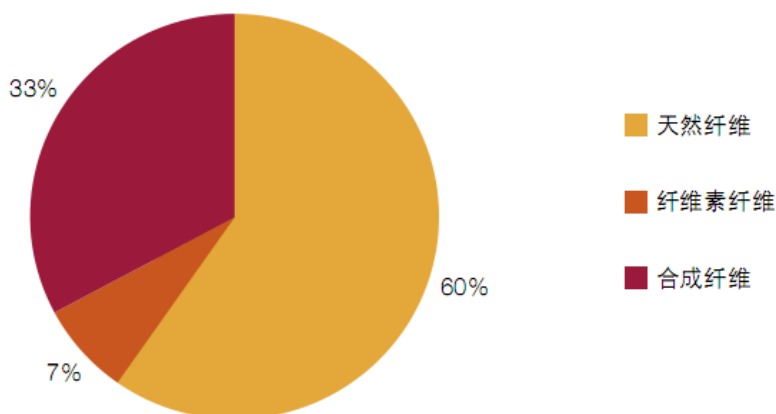
备碱溶性纤维素。

2、复合工艺：注重舒适、安全、保健性能，差别化、功能性纤维素纤维的发展潜力巨大。如释放出活性电石离子的再生纤维素纤维，这种纤维放出的离子能激励人体细胞的活性及促进机体健康。高度发磷光纤维和具有抗菌性能的再生纤维素纤维，纳米银离子持久抗菌的再生纤维素纤维，用抗菌乙烯单体接枝的耐洗性抗菌再生纤维素纤维、含碳 Seace1I 再生纤维素纤维，用于耐磨防缩织物的再生纤维素纤维等，方向是高湿强、高勾结强度、无氯、高吸收性、纺前染色、抗菌、阻燃、微细纤维等。

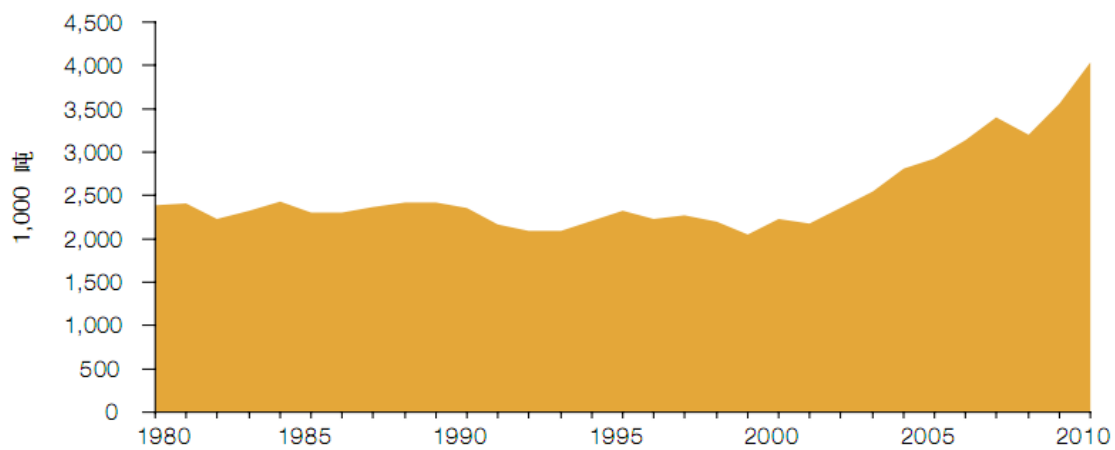
3、多元化原料：从传统的木材扩展到竹藤、秸秆、草本植物和藻类植物；从天然纤维材料扩展到蛋白质材料以及生物矿物材料；从可再生材料的利用扩展到可再生能源的利用；从宏观材料的简单初级利用到微观化学成分的提纯、分离的再加工利用；从低价值利用到高附加值的利用。向着非食物性木质纤维素等植物残体(Residues)和农林废弃有机物质为主要原料来源的方向发展，以减少对农田的压力和降低原料成本。生物质纤维材料研究与相关学科不断交叉、渗透，新的学科增长点不断出现，从传统的生物学科及其相关的物理、化学学科渗透到材料学科、能源学科、复合材料学等领域。

4、短纤维产品主导市场的发展：

2010年短纤维市场份额



纤维素纤维的产量



纤维素长丝的产量

