

仿丝绸用化学纤维长丝的研究

纺织部纺织科学研究院

绪言

蚕丝素有“纤维皇后”的美名，丝绸织物具有华贵、高雅、美观和穿着舒适等特点。丝绸技术和产品发源于我国，后传入日本、欧、美，传到世界各地，对世界人民的穿着和文化进步曾经做出了重要的贡献。

技术的进步，纺织业的发展，合成纤维的兴起，无疑对人类的穿着发生了深刻的影响，而丝绸织物始终保持高贵上乘的地位，经久不衰。

但是作为天然资源的蚕丝来源是很有限的，随着人口的增长，需求的增加，耕地的减少，使丝绸产品的供求矛盾愈来愈突出，产品的价格成倍增加，迫使人们考虑用其他办法开辟丝绸产品的来源，这就出现了“仿丝绸”产品。最初的仿丝绸产品只是在外观上或某些单一性能上模仿天然丝绸产品，后来，人们的目标逐渐转移到综合仿制，全面达到丝绸的性能，甚至在某些性能上超过天然丝绸。国外许多公司投入了大量的研究和开发工作，并已取得了显著的进步，特别是以涤纶纤维做为仿丝绸的原料工作更为深入，发现涤纶纤维有许多比其化学纤维更适于做仿丝绸原料的特点。目前的仿丝绸产品，主要是以涤纶为原料进行的，产量逐年增加。如日本东丽公司一家现年产仿丝绸织物约 250 百万 m^2 ，目前仿真丝产品在日本的用量已达真丝产品的 20 倍，并以 20% 的年增长率发展，西欧的涤纶仿丝绸产品近年来也迅速增加，1989 年达 120 万 m^2 。见表 1。

表1 西欧涤纶仿丝绸织物产量(百万m²)

	意大利	西班牙	西德	法国	共计
1987年	57	24	110	3	94
1988年	64	26	122	2	104
1989年	71	30	182	4	123

可见增长率是很高的。值得注意的一点是丝绸除了用做薄型织物以外，也用于中厚型高档织物和装饰织物。

我国是丝绸生产大国，也是丝绸出口大国，产量超过世界产量的一半，丝绸出口每年为国家挣得大量外汇。“八五”期间，我国丝绸产品产量将从18亿米增加到25亿米，靠天然资源显然远远不能满足要求，必须大力研制和开发仿丝绸产品，特别是高档仿丝绸产品，才能满足国内市场的需要，增加出口创汇。

仿丝绸产品的开发具有很高的经济效益，这一点也是十分重要的。目前仿丝绸的涤纶长丝，其价格远高于其他品种的涤纶长丝。在国外，一件较好的仿丝绸衬衣，可以卖到100多美元甚至更多一些，因此发展仿丝绸产品对提高纺织产品的附加价值，提高经济效益，加快纺织业的进步，走出低谷都是有重要意义的。

第一部分 真丝纤维特性简述

一、真丝的外观形态

真丝纤维是由丝素和丝胶两种物质组成。蚕丝由两根丝素单丝

依靠丝胶包覆胶 在一起〔见图 1〕。

丝素和丝胶都是蛋白质。蚕茧内层、中层和外层的茧丝纤维是适当分散配伍的，外层纤维较细，

中层最粗，最内层的纤度最细，

纤度变化范围大约是 1 - 3

dtex。丝素纤维截面呈三角形，

结晶度为 50 - 60%。在精炼时，丝胶的脱胶率为茧丝重量的

20 - 25%。丝胶脱除后，真丝绸组织之间及构成经丝和纬丝的

丝素纤维之间产生了空隙，有助于提高真丝织物的回弹性、柔软性

和丰满性。脱胶后的丝纤维在长度方向上呈弯曲形态，这种弯曲是

蚕在作蚕时以 8 字形吐丝而形成的，它使蚕丝在织成织物后具有独特的丰满手感。

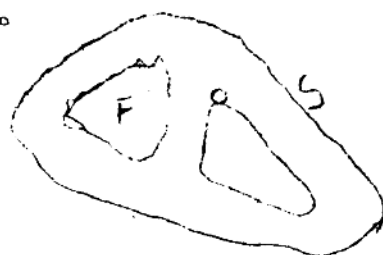


图 1 蚕丝的截面

F (丝素) S (丝胶)

二、茧丝的化学组成

茧丝的主要成分是丝素和丝胶。还有一些其他物质，如蜡、碳水化合物、色素和无机成分等。这些物质的含量很少，且大部分分布在丝胶中。〔见表 2〕

在同一蚕茧中，茧丝成分也会因茧的层次不同而有差异。一般说茧的外层其茧丝的丝素含量较低，丝胶含量较高。与此相反，茧的内层茧丝的丝素含量较高，丝胶较低。

茧丝主要成分是蛋白质，在茧丝蛋白质中已发现的有十八种氨

表 2 茧丝的一般组成

成 分	含 量 %
丝 素	70 - 80
丝 胶	20 - 30
蜡	0.4 - 0.8
碳水化合物	1.2 ~ 1.6
色 素	约 0.2
灰 分	约 0.7

基酸，含量较高的有：乙氨酸、丙氨酸、酪氨酸、丝氨酸和天门冬氨酸几种。丝素和丝胶的氨基酸组成是显然不同的，而柞蚕丝与家蚕丝的组成也有差异。

三、茧丝的物理性能

1、比重，家蚕茧丝的比重一般在 1.30 ~ 1.45 之间。丝胶比重大于丝素，故茧丝外层比重较大，内层比重较小。生丝精炼后除去了丝胶，比重变小，精炼丝的比重在 1.25 ~ 1.30 之间。

吸湿性。丝纤维大分子中有许多极性基团如羟基（-OH）、羧基（-COOH）、氨基（-NH₂）、酰胺基（-CONH₂-）等。这些基团都是亲水基团，对水分子有相当的亲和力，加之丝纤维是多孔的，纤维中微小的缝隙很多，比表面积大（可达 140 m²/g），有较大的面积吸附作用，使丝纤维具有较强的吸湿性，由于蚕丝富

于吸湿性，丝绸衣服容易吸收人体排出的汗液并向外发散，因此穿着舒适。

丝纤维的公定回潮率为 11%。其吸湿性与其它天然纤维相似，但远高于各种类型的合成纤维。

3、强度：蚕丝的强度一般在 $2.9 \sim 3.5 \text{ CN/dtex}$ 左右。高于羊毛和普通粘胶纤维。

4、伸长。蚕丝的伸长为 15 - 25%，伸长比较适中，利于加工。

5、比热和导热性。蚕丝的比热为 $1382 \sim 1386 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ 。丝胶的比热大于丝素，丝纤维吸湿量增加后，其比热也增加。

家蚕丝的导热系数为 $0.0500 - 0.0547 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 左右，保暖性优于棉、麻等纤维。

6、耐热性。100℃下长时间处理时强力下降，150℃下处理时，丝色变深，丝减量减少，强力和伸长显著降低。235℃开始分解。丝的烘干温度以 140 - 145℃为宜。

在天然纤维中，蚕丝的耐热性较好，比棉、毛都强。

7、耐光性。在各种纺织纤维中，蚕丝耐光性是最差的一种。丝纤维经日光照射后，性质显著变坏，强力降低，丝色变黄。蚕丝除去丝胶以后，由于缺乏丝胶的保护。耐光性比生丝更差一些。

8、导电性。丝纤维是不良导体，电阻很大是良好的电器绝缘材料。蚕丝的比电阻大于棉、羊毛和苧麻等纤维。在织造加工时需采取一定的防静电措施。

四、蚕丝纤维的主要特点与缺点

蚕丝具有特殊的光泽。不似金属般的耀眼，而像珍珠似的漫射，可染性好，色泽鲜艳，其漂亮的轮廓，活泼明快；悬垂性好，再加上不规则的自然感。由于这种因素，使丝绸能满足各种服装设计的要求，并使丝绸服装具有魅力。

蚕丝织物具有很好的手感，穿着时暖而不闷，丰满柔软，并兼有丝鸣。

蚕丝纤维有如下主要特征：细纤度，不同纤度的混合，三角形断面；具有微卷曲，对光线的各向反射和散射，高的透明度；高的摩擦系数；低的收缩率，低的导热性；高的吸湿性和较大的比重。

蚕丝有诸多优良性能，盛得人们喜爱，但它并不是制做服装完美无缺的材料，它也有一些弱点与不足。主要是耐光性，耐热性和耐洗涤性较差；染色牢度也较低，洗后易起皱，另外防虫、防霉性也差，同时蚕丝生产率低，价格昂贵，而合成纤维的长处恰好可以克服天然丝绸的这些不足，如果能赋予合成纤维一些新的性能，不但可以使合成纤维酷似天然蚕丝，甚至还可以胜过天然蚕丝，在这方面涤纶的性能和优点尤为突出，这也是各国目前都致力于用涤纶纤维开发仿丝绸织物的原因之一。

第二部分 化学纤维仿真丝的简史

一、概况

用化学纤维仿真丝可以追溯到很久以前，早在十九世纪末期，法国曾把用硝酸纤维素（纤维素的硝酸酯）制成的长丝叫做“人造丝”，后来人们又把粘胶纤维和醋酯纤维的长丝叫做“人造丝”，并沿用至今。1938年杜邦公司开发了合成纤维长丝——锦纶丝，曾风靡全球。但这些产品还只是低级的仿真丝产品，在性能上和真丝还有相当差距。真正的仿丝绸产品是从本世纪六十年代起步的，到现在有近30年的历史，在这段时期内，从整体上和各项性能上研究了真丝的各项特性，探讨了化学纤维仿真丝的各种措施和途径，并取得了重大的突破，现代的涤纶纤维仿丝绸产品已经非常接近甚至在某些方面超过了真丝绸，并在总体上正向超过真丝绸而继续努力。

在这近30年中，仿丝绸的技术不断获得进步与发展，经历了几个阶段的变化。具体在阶段的划分上各自的说法也不同。按日本尤尼吉可公司的划分方法，仿丝绸的研制和生产已经经历了三个阶段。第一阶段为1965—1975年，第二阶段为1976—1980年，第三阶段为1981—1985年，1986年以后被认为已进入第四阶段。也有从1960年算起的，第一阶段为1960—1965年，第二阶段为1965—1975年，第三

阶段为1975-1985年，1986年以后为第四阶段。东丽公司则认为过去只经历了两个阶段的研制，现在只是进入了第三阶段。意大利的Montitilre公司也认为仿丝绸的研究只经历了两个阶段，现在的产品可以说属于第三代。

尽管在时间的划分上说法有些不同，但都认为真正的仿丝绸研制是从六十年代开始的，综合前人的工作，我们可以把仿丝绸的研究大体上分为三个阶段。

二、三个历史阶段

第一阶段：初段阶段

主要从外形上模仿丝，主要措施有：

1、使用细旦丝

蚕丝脱胶后纤度为1-1.5d，故纺制并使用单丝纤度1-1.5d的涤纶细旦长丝。

2、使用异形截面长丝

真丝截面为三角形，故使用异形喷丝板纺制三角形截面的长丝。

3、使用有光或半消光切片

真丝有光泽、透明，故使用有光或半消光切片。

4、使用碱减量处理

真丝具珍珠般柔和的光泽，碱减量处理可使涤纶丝表面被剥蚀掉一部分，从而可使反射光呈漫射而更趋柔和，另外手感和穿着舒适性均有进一步改善。

第二阶段：中级阶段：

从整体性能上模仿真丝，除了使用第一阶段的措施外，主要措施有：

- 1、使用不同收缩率、不同截面组成的长丝，以改善仿丝绸织物的丰满性。
- 2、使用不同纤度的混合长丝，改善织物的悬垂性与手感。
- 3、使用部分超细纤维，增加织物的柔软性和透气性，并改进穿着舒适性和手感。
- 4、对长丝进行变形加工，改善织物的手感和回弹性。
- 5、使用阳离子可染聚酯，增加染色鲜艳度。

第三阶段：高级阶段

新一代仿丝绸织物的出现。此阶段主要目的是运用最新技术的进步结合发挥合成纤维自身的特点

以使在某些性能方面超过真丝绸产品，从而形成新一代的仿丝绸织物，继承与发扬真丝绸的优点，克服其不足与缺点。在发挥合成纤维自身的特点方面，主要是充分利用涤纶纤维的优点，目前各大公司仿真丝绸都是以涤纶为主体进行的。在运用最新技术进步方面，

主要有：微细纤维与超细纤维的技术、复合纺丝的技术、微孔结构纤维的技术、高速纺丝的技术、纺牵联合和牵伸、整经、上浆一条龙的技术以及后加工整理

的新技术等。这些工作虽开始时间不久，但已经取得了可喜的进展。据报导，意大利 Montifiber 公司的第三代仿丝绸产品 Terimix；日本尤尼吉可公司的第四代产品 Mixy；以及东丽公司的第三代产品 Shin-Gosen 等，都有了显著的进步。

三、国内仿丝绸研究开发简况

我国开发涤纶仿真丝绸，起步较晚。七十年代末，纺织部纺织科学研究院与苏州丝绸研究所首先着手研究，先开发了绉类产品，深受欢迎。随后，江苏、浙江、上海、天津和其他省市也致力于此项研究与开发。

经过近 10 年的努力，已经推出了数十种涤纶仿真丝及其交织绸新产品，这些产品大都具有真丝绸的风格，光泽柔和，手感柔软，基本上达到了以假乱真的地步。

在纤维方面，近年来，苏州振亚丝绸厂，新会合成纤维厂等开发出 83.3 dtex / 72 F 半光涤纶丝 75.5 dtex / 48 F 有光涤纶丝、55.6 dtex / 36 F 半光涤纶丝和 55.6 dtex / 48 F 有光涤纶丝等仿丝绸纤维新品种，采用不同组织、不同捻度和不同经纬密度，设计了多种纺类和绉类新品种，织物柔软而富有弹性，悬垂性也好，产品档次有了进一步提高。纺织部已经组织了两次仿丝绸全国大展销，很受消费者欢迎。

但总的说来，我国的仿丝绸还处于起步阶段，在技术上还落后于国外，与日本的差距更大。无论在纤维的质量与品种方面。还是

在织造和染整方面，都需要继续努力和提高，以适应国际市场的激烈竞争，满足人民丰富多彩的衣着要求。

第三部分 化学纤维仿丝绸的原料及其 生产方法

由于涤纶纤维是仿丝绸产品的主要原料，这里将着重讨论涤纶仿丝绸的问题，其他原料只做简述，不予过多的讨论。

一、粘胶纤维

粘胶纤维做为仿丝绸产品或丝绸代用品已有多年历史，广泛用于制造丝织物、针织物和编织物。可以纯织，亦可与蚕丝、棉纱、合成纤维长丝交织。粘胶丝的织品质地轻薄、光滑、柔软、吸色力强，能染成十分艳丽的色彩，织成纺、绸、绫、绉、缎和縐等织物别有特色，深受欢迎。目前全世界的粘胶长丝总产量约为100万吨，其中三分之一为产业用丝，其余部分为纺织用丝。从世界粘胶长丝的需求看，略有增长的趋势，主要是发展中国家产量增加。我国近年来相继新建和扩建了一批粘胶长丝厂，八五、九五期间还将继续发展。

粘胶丝的主要缺点是湿强度低，尺寸稳定性不好，只能做为中低档仿真丝产品。同时，由于粘胶长丝生产劳动强度大，劳动条件较差，对环境的污染比较严重。发达国家采取减产和压缩的趋势，有的公司关掉了粘胶丝生产的工厂，从国际市场的需求来看，还有

一定发展的潜力。

粘胶丝一般的生产流程如下：

浆粕→碱处理→压榨→粉碎→老成→黄化→

溶解→过滤→脱泡→纺丝→后处理→粘胶丝

粘胶丝的性能如表3

二、醋酯纤维

醋酯纤维长丝是纤维素在酯酸酐的作用下，乙酰化而生成纤维素的酯酸酯，然后溶解于丙酮，或二氢甲烷中，经纺丝和后加工而得到的化学纤维。

醋酯长丝在纺织原料上长期占有一定的比例。它的织物在光泽、手感、湿态强度性能方面优于粘胶人造丝，尤其在光泽、比重方面更接近真丝。醋酯丝制织绒类织物或其他纤维交织作外衣料、里子绸、装饰用窗帘、台布等。较普遍的是作里子绸。我国在本世纪六十年代开始试使用，大部分为取代粘胶丝的织物，用于交织软缎、被面、美丽绸、羽纱等产品。

醋酯纤维目前世界产量约20万吨/年，不包香烟过滤嘴用醋酯丝束。

醋酯长丝的主流程如下：

纤维素梳松→干燥→纤维素活化→纤维素乙酰化→

三醋酯纤维素析出→洗涤→压榨→干燥→三醋酯纤维

素溶解→过滤→脱泡→纺丝→三醋酯纤维人造丝。

如将三醋酸纤维先经部分皂化水解，制成二醋酯纤维，再经过

洗涤、压榨、干燥、溶解纺丝等，便可制得二醋酸人造丝。

醋酸长丝的干态强度低于粘胶人造丝，制成的织物其摩擦牢度较差，且成本高于粘胶长丝，这是醋酸长丝未能继续发展的重要原因。

醋酸长丝的性能见表3。

表3 三种纤维素纤维长丝的性能

		粘胶长丝	醋酸长丝 (二醋酸)	铜氨长丝
纤度	d/f	75/26 ~75/18	55/22 ~150/40	60/45 ~120/90
断裂强度				
干态	g/d	1.7~2.3	1.2~1.4	1.8~2.7
湿态	g/d	0.8~1.2	0.7~0.9	1.1~1.9
延伸度				
干态	%	18-24	25-35	10-17
湿态	%	24-35	30-45	15-27
初始弹性模量	g/d	65-85	30-45	50-75
比重		1.50-1.52	1.32	1.50
吸湿率 %	20°C65%	12-14	6.0-7.0	10.5-12.5

三、铜氨纤维

铜氨纤维是将纤维素在氢氧化铜氨的溶剂内溶解制成纺丝溶液

而后在凝固液中成型得到的纤维。铜氨纤维生产流程比较粘胶法简单，操作次数少，铜氨法纤维素的纺丝溶液比较稳定，能较长期的保持而其粘度不会剧烈变化。而且制造过程中的毒性比粘胶法人造丝低得多。

铜氨人造丝的用途和粘胶丝相似，常用于较精细和高贵的纺织品。如妇女绣花衫袜和内衣等。也常用作细薄的袜子。它的触感柔软，光泽明快，与染料的亲和力甚大，染后色泽鲜艳。由于价格昂贵，已经逐渐失去了在纺织品中的市场，在近年的世界纺织原料的统计中，已经没有它的地位，但仍有少数一些公司在生产，用于医药和其它行业，一般的纺织品中已不多见。

铜氨人造丝的性能见表3。

四、锦纶纤维

锦纶纤维的学名叫聚酰胺纤维，又称尼龙，是以尼龙盐为原料（锦纶6以己内酰胺为原料，锦纶66是以己二酸与己二胺制成的66盐为原料）经聚合纺丝而制成的一种合成纤维。在合成纤维中它是发明和工业化最早的一种。1989年全世界的产量为380万吨，仅次于涤纶而居第二位。锦纶系纤维中主要为锦纶66与锦纶6，还有锦610、尼龙1010、锦纶46等多个品种。锦纶66的产量略多于锦纶6。

锦纶纤维性能优良。主要是强度高、耐冲击性好；弹性高、耐疲劳性好；耐磨性优于其他纤维；比重小，除聚烯烃外，比其他合

成纤维比重都小；耐腐蚀，不发霉，不怕虫蛀；染色性良好，虽不及天然纤维，但在合成纤维中是比较容易染色的。

作为仿丝绸产品，锦纶主要用于锦纶丝袜，用它的单丝、复丝和弹力丝织成的袜子非常耐穿，一双锦纶丝袜的寿命相当于棉线袜子的3 - 5倍。

锦纶绸广泛用于制做雨伞、羽绒制品和仿羽绒制品，用锦纶丝制降落伞是最好的材料。

锦纶66纤维的生产工艺流程如下：

石油→环己烷→环己酮→己二酸
↓
己二腈→己二胺

己二酸

己二胺→缩聚→锦纶66→熔融→纺丝→牵伸加捻
→络丝→锦纶66丝

由于锦纶纤维具有聚酰胺结构，恰好与真丝纤维的蛋白质结构类似，故最初人们认为：用锦纶纤维做为仿真丝的材料应该是最好的，经过长期的研究认为涤纶纤维比锦纶纤维更好。

锦纶纤维也有一些缺点，主要是：

——弹性模量小。使用中容易变形，尺寸稳定性不好。

——耐热性能不够好。锦纶66的临界温度为130℃，锦纶6仅为93℃。

——耐光性能差。锦纶纤维长期在光照射下，颜色发黄，强度

下降。

当然，目前仿丝绸原料以涤纶为主不只是以上的原因，还有一些其他的考虑，下面在讲到涤纶时还要述及。

锦纶丝和涤纶丝的性能列于表 4

表 4 锦纶丝与涤纶丝的性能

	锦 纶 6	锦 纶 6 6	涤 纶 丝
断裂强度			
干 态 g/d	4.8 - 6.4	3.0 - 6.0	4.3 - 6.0
湿 态 g/d	4.2 - 5.9	2.6 - 5.2	4.3 - 6.0
延伸度			
干 态 %	28 - 45	25 - 65	20 - 32
湿 态 %	36 - 52	30 - 70	20 - 32
弹性模量 g/d	20 - 45	5 - 24	90 - 160
比 重	1.14	1.14	1.38
吸湿率% 20℃ 65%	3.5 - 5.0	4.2 - 4.5	0.4 - 0.5

五、涤纶纤维

聚酯纤维是由二元酸和二元醇缩聚制得聚酯树脂，而后将这种树脂进行熔融纺丝加工制成的合成纤维，这类纤维分子结构中含有酯基，故称聚酯纤维。现在我们所说的涤纶，是聚酯纤维中的一个品种，也是最主要的一个品种，由对苯二甲酸和乙二醇缩聚而制得