

中空粘胶纤维的研究

广西化纤研究所中空纤维试验组

执笔人 潘燕如

一九九一年十一月

中空粘胶纤维具有棉纤维一样的空腔结构，纤维比重小、柔软复盖性、蓬松性和吸湿性都优于普纤和棉花(表1)。广泛应用于与聚酯纤维或棉共混织物，制成的各式服装具有外观丰满，毛型感强烈、新颖、柔和的直观效果，体现出中空粘胶纤维良好的吸湿性和舒适感。从70年代始至今，世界一些国家进行广泛的研究并投入了工业化生产。英国考陶尔兹公司(Courtaulds)生产的维罗夫特(Vilort)纤维是比较有代表性的中空粘胶纤维。国内，中空粘胶纤维生产尚属空白，为开发纺织工业新原料，使纺织品多样化，进行中空粘胶纤维的研究具有一定意义。

表1 纤维特殊性质

扭转刚度 ($\times 10^{-3}$) Torsional rigidity ($\times 10^{-9}$)($\text{Nm}^2\text{tex}^{-2}$)	维罗夫特	普 纤	美国中等棉花
	3.7	1.52	3.2
马克隆尼 micronair (Lu.ft/hour)	4.7	13.7	8.5
吸水性 (%)	130	100	47
密 度 (g/cm^3)	1.15	1.5	1.5

注：扭转刚度提供手感因系马克隆尼值与松散性有关，密度说明一定的重量纤维有多大复盖性。

本研究是采用国产普纤浆粕(棉浆或木浆)为原料,在粘胶中加入发泡剂和变性剂,在特定的酸浴中产生气体给纤维充气,实现了纤维的中空结构。本研究试制的中空粘胶纤维性能和形态结构接近文献报导的英国考陶尔兹公司生产的同类产品维罗夫特(Vilfort)水平。

本研究首先列为纺织工业部一九八五年重大科研项目,在广西化纤所小型设备上进行一系列小型试验。经过一年多的研究试验,成功地研制出棉型、毛型中空粘胶纤维200公斤,并试纺试织出各类纺织产品,产品风格明显优于普纤纺织品同类产品。接着又以开山屯NH浆为原料纺制中空粘胶纤维,均取得成功。于一九八七年四月通过部级小试技术鉴定。为利于进行工业化生产,填补国内空白。纺织工业部又将“中空粘胶纤维的研究”列为1989~1990年生产性中间试验项目。1990年3月13日~22日在江西化纤厂日产15吨普通粘胶纤维的五合机生产线上进行中空粘胶纤维的中间试验,制得中空粘胶纤维93.73吨,91年3月28日通过专家现场技术考核时,又成功地制得中空粘胶纤维33吨。91年3月通过部级技术鉴定。本文以中试为主要内容,介绍中空粘胶纤维。

一、原料及化工原料

浆粕:中试浆粕是浙江上虞化纤厂生产。

小试浆粕是广州化纤厂，上海化纤六厂，开山屯浆粕厂生产。

其主要质量指标如下：

表2

项目 厂名	甲纤 %	DP	灰份 %	铁质 mg/kg	吸碱值 %	定积重 克/米 ²	水份 %
上虞 化纤厂	93.5	507	0.16	23.2	831	596	10.5
广州 化纤厂	96.16	500	0.07	31.0	772	535	6.6
上海 化纤六厂	94.03	489	0.10	14.0	60.5	537	11.5
开山屯NH 浆(木浆)	92.01	18.58 (CP)	0.094	20			10.25

二硫化碳、烧碱、硫酸等化工原料及变性剂均为国内产品。

二、中试主要设备

切粕机	SR-105
五合机	SR-201-300
后溶解机	R223
混合桶	R161
压滤机	Kr-62-P
单面纺丝机	R372
浆束机	R382

三、中试工艺流程

棉浆备料→切粕→五合机→溶解→混和→过滤(I、II道)→连续发泡→熟成→过滤(III道)→纺丝→塑化→切断→精炼→上油→烘干→打包

四、粘胶的过滤性能

粘胶是在投料 350 公斤/批的五合机上制备，从 3 月 13 日至 21 日共投料 298 批，获得中空粘胶纤维 93.73 吨，整个制胶过程比较顺利，制出符合要求的粘胶。

中空粘胶纤维的生产是在粘胶中加入发泡剂，使粘胶在凝固浴里成形时产生气泡而获得具有空腔结构的中空纤维。在粘胶中加入发泡剂、变性剂后对粘胶的过滤、熟成及可纺性的影响，是考察生产中空粘胶纤维的主要内容。

本次中试是在江西化纤厂日产 1.5 吨一条生产线上进行。另一条生产线日产 1.5 吨同时生产普纤。表 3 列出 8 天生产换布率。

(紧接下页)

表 3 中空粘胶和普纤粘胶过滤性能比较

生 产 日 期	投料批数		I 道 过 滤				II 道 过 滤			
	中 空 纤	普 纤	拆机 台数		换布率 (升/米 ²)		拆机 台数		换布率 (升/米 ²)	
			中 空	普 纤	中 空	普 纤	中 空	普 纤	中 空	普 纤
3月14日	34	43	6	6	319.9	404.55	3	7	639.5	346.76
15日	31	45	4	5	437.49	508.05	10	2	175.0	1185.45
16日	41	45	8	8	289.3	317.53	4	3	578.6	846.75
17日	39	43	9	7	244.6	346.76	3	3	733.9	809.11
18日	38	43	4	2	536.3	1213.67	9	5	238.3	485.4
19日	26	42	5	4	293.5	592.77	6	6	244.6	395.15
20日	25	35	5	3	282.3	658.55	6	6	235.2	329.29
21日	24	39	3	4	451.6	550.38	8	5	169.4	440.31
平均					356.87	574.03			376.85	604.77

从表 3 可以看出普纤粘胶过滤换布率比中空纤维粘胶高。以 8 天平均计算，普纤粘胶 I 道过滤换布率为 574.03 升/米²，II 道为 604.77 升/米²；中空粘胶 I 道过滤换布率为 356.87 升/米²，II 道为 376.85 升/米²。这说明加入发泡剂后对粘胶的过滤稍有影响。小型试验过滤影响不大，相同胶量，普纤胶过滤时间与中空纤维胶过滤时间相差不大。中试发泡剂溶解后未经过净化，随发泡剂溶液进入粘胶中的杂质较多，对粘胶过滤产生不良影响。

试验后期测定了过滤速率。从表 4 看, I 道过滤比较好有 30.5 升/米²时, II 道过滤速率较低, 平均值为 8.0 升/米²时。但从表 3 看 II 道过滤前期比较好, 以后慢慢变差。原因是纺丝后处理不配套, 减少了纺锭数, 造成了粘胶积压, 延长了粘胶熟成时间, 粘胶熟成度高, II 道过滤越来越差。若能控制好生产过程, II 道过滤会得到改善。

表 4 粘胶过滤速率测定

总胶量升 升	过滤面积 米 ²	过滤压力 Mpa	过 滤 时 间		过 滤 速 率 升/米 ² 时
			第一次测	第二次测	
I 道 3500	4×62	0.42	24.5分	32分	30.5
II 道 3500	4×62	0.60	87分	143分	8.0

五. 可纺性

整个试验过程纺丝比较稳定、顺利。中空粘胶可纺性好。表 5 所示, 中空纤维纺丝换头率平均为 13 个/吨, 同期普纤换头率为 13—14 个/吨。值得指出, 由于中空粘胶纤维与同等纤度的普纤相比, 纤维截面明显增大, 丝束变粗, 通过塑化槽和切断机比较困难, 所以这次试验纺锭数相应减少 6~15%。粘胶有稳定粘度和熟成度是提高中空粘胶纤维质量的主要条件之一。这次试验后期因粘胶熟成时间过长, 粘胶变老, 纺出的纤维质量下降。从表

5所示，纺前胶熟成度低的成丝质量比粘度高、熟成度高的要好，所以纺制中空粘胶纤维，粘胶要有一定粘度和熟成度，并要相对稳定。

表5 纺前胶粘度及熟成度对纤维质量影响

日期	粘 度 (秒)	熟成度 NH ₄ CL (值)	成 品 质 量					备 注
			纤度 dtex	干强 CN/at	湿强 CN/at	匀强 CN/at	干伸 %	
17—19	35.5	13	1.71	2.01	1.14	0.85	21.13	9个班 平均
20	41	7.5	2.78	1.87	0.97	0.71	20.18	4个班 平均
21~22	41	7.9	5.26	1.82	0.91	0.70	22.43	6个班 平均
中试模拟试 验(小试)	37	13—14	1.68	2.35	1.23	0.91	14.4	

(紧接下页)

六、中空粘胶纤维质量

表6 中空粘胶纤维和其他纤维性能对比

项 目 品 种	纤度 dtex	干强 CN/at	湿强 CN/at	匀强 CN/at	干伸 %	中空率 %	吸水性 %	密度 g/cm ³
合同指标	1.67~ 5.56	≥1.76	≥0.88	≥0.62	>18	>80	>120	
中试模拟试验	1.71	2.01	1.14	0.85	21.13	95	165	
中试模拟试验	1.68	2.23	1.23	0.81	18.1	100	127.3	
小试(棉浆)	1.77	1.96	1.06	0.95	20.2	98.2	133	1.08
小试(木浆)	5.06	1.98	1.05	0.70	17.8	96		0.99
Viloft	1.67	2.2	1.06	0.88	14.0	85~ 90	120~ 130	1.15
棉 花	中绒棉	2.47 ~2.8	2.47 ~3.0	1.59 ~1.76	8~12		50~ 55	1.51
普 纤	1.67	1.94	0.97	0.79	19		80~ 100	1.51

本次试验生产的中空粘胶纤维93.73吨,加上现场技术考核生产的33吨,共126.73吨纤维。从表6看,纤维性能较好,手感柔软、蓬松。质量达到或超过合同指标要求。相当于普纤部颁标准一等品,接近英国Viloft中空纤维八十年代水平,基本重现小试结果。中试的干、湿强度比中试模拟试验(小试规模)稍低。

主要是该厂塑化槽结构存在一定问题，塑化率伸低（纺晋纤时为4%）。加之粘胶纤维在成形过程中，纤维膨胀较大，丝束变粗。所以丝束通过塑化槽时产生毛丝较多，甚至通不过。为了顺利通过塑化槽，采取了减少纺丝锭数和降低塑化率伸率措施。在一定范围内影响着产量和纤维强度。从表6可见，干伸大的干强偏低，说明中试纺丝率伸分配在理想。

七、中空纤维横截面结构

小试和中试的中空粘胶纤维送华南理工大学测试中心电镜室，利用扫描电子显微镜（S-550日本产）观察。分析结果：小试纤维全部为中空纤维，截面为圆形或椭圆形如图3、5。中试中空纤维纵向表面呈竹节状，比晋纤透明，部份纤维扁平；大部份纤维横截面为胞腔状中空，小部份纤维横截面为充满大小不一微孔中空纤维（假实心）图1、4。本研究的中空纤维截面形状和英国的ViLoft纤维都很相似（纤维扁平是切片受外力挤压）。

从表6看，中试纤维的吸水率都比小试或ViLoft纤维高，吸水率高达177%，接近高湿纤维水平。这现象我们认为，从电镜观察，中试纤维截面有胞腔状中空结构，壁厚且其中有大量小微孔，还有部份纤维横截面充满大小不一微孔（见图4）。小试和ViLoft纤维横截面为胞腔状中空，微孔结构较少，因此中试纤维具有较大的中空表面积，故吸湿率高。

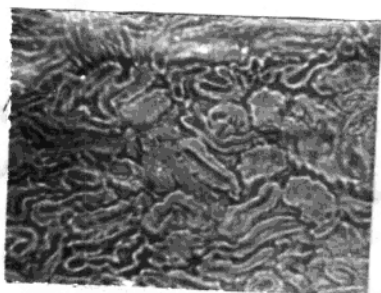


图 1 中试中空粘纤

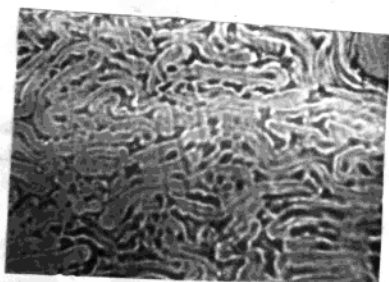


图 2 英国 V1Loft

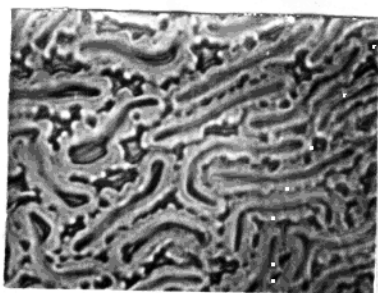


图 3 小试中空粘纤



图 4 中试中空粘纤

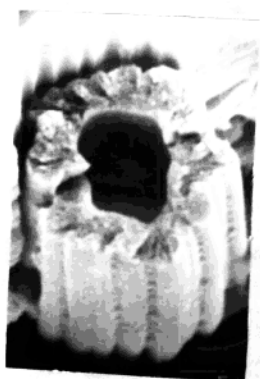


图 5 小试中空粘纤

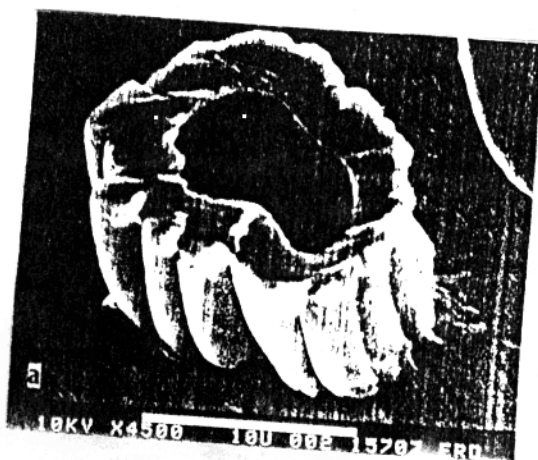


图 6 英国 V1Loft

八、纤维的纺织加工性能

本研究试制的中空粘胶纤维通过在广西、云南、江西、上海、广州、浙江、江苏、湖南等地30多个单位、企业进行试纺、试制。试纺试织单位普遍认为中空粘胶纤维的可纺性好，成纱的纱线织造性能好。织物毛感丰富，手感柔软、细腻，富有弹性，服用性能好。

云南大理毛毯厂织造的纯中空粘胶纤维毛毯，用纤维原料1.6公斤，该厂生产的普纤毛毯用普纤2.0公斤。两种毛毯性能比较见表7、8。中空粘胶比普纤1.5，普纤1.5。（厚度厚，但用纱省20%）

表7 两种纤维毛毯性能比较

项 目 名 称	保暖性 (%)	透气性 ($m^3/m^2 \cdot s$)	膨松度 (cm^3/g)	表面 厚度 (mm)	稳定 厚度 (mm)	压缩 弹性率 (%)	压缩弹 性率 (%)	全压缩 弹性率 (%)	质量 (g/m^2)
单纤毛毯	76.75	564×10^{-3}	10.73	6.89	5.00	27.4	73.5	20.2	606.4
中空粘胶 纤维毛毯	78.48	356×10^{-3}	13.2	8.39	6.45	23.1	67.5	15.6	567.6
备注	1、膨松度测试条件为压重 $2 g/cm^2$ 。 2、透气量按 GB5453-85 方法试验。								

注：表7数据为上海纺织科学研究院测试。

表 8

项 目 \ 名 称	32S 中空棉毛 衫布 (中空 50/50)	32S 棉毛衫布	中空纤 毛毯	普纤 毛毯
织物透气性 公升/米 ² ·秒	551.5	341.0	231.2	250.1

注：上表数据为广西纺织产品检验中心站测试。

可见中空纤维的织物都优于普纤。与聚酯纤维混纺织物透气性比纯棉好。

江西化纤厂纺织分厂纺制中空粘纤涤纶50/50混纺纱线时，纱纺质量均创厂历史最好水平，条干多次出现九块优级，一块一级上板，全部达到优级水平。

广州针织厂试织的中空纤维产品介绍：使用中空粘胶纤维/涤纶纺纱设计的秋冬面料，经染整后制作的针织时装，手感柔软，毛感丰富，色彩明亮，具有机制毛料的质感。用该面料制作较高档次的男性T恤和女性时装，纺毛效果几达乱真程度。使用中空粘纤/涤纶混纺纱设计的夏季面料，经染整后，面料有如麻类针织面料，用来制作夏令针织时装，别具风格。该面料通风透气，吸湿性好。

江西洪都棉纺织厂研制的中空海力蒙，得到江西纺织品站的极好评价，认为：中空海力蒙织物……仿毛风格突出，手感蓬松，弹性强，宜做男女套装……通过试销以来，深受广大消费者喜爱。

所有应用中空粘胶纤维于针织、机织、织袜、毛纺等的单位一致认为，中空粘胶纤维是一种很有前途的纺织原料。特别是与合成纤维混纺，可各尽其长，互补优缺，达到完美结合。

九. 纤维生产成本和经济效益分析

1990年3月13~22日在江西化纤厂一条日产1.5吨粘胶短纤维的生产线上进行中试生产，历时10天，实际9天(扣除设备故障及维修时间)。共生产中空纤维93.73吨，平均10.41吨/日。

根据实际消耗和待摊费用，财务决算中空粘胶纤维单位成本为12231.96元/吨。中空纤维定售价为14030元/吨，比普纤提期15% (据85年考陶尔兹公司提供价格，普纤为1.2美元/公斤，中空纤维为1.8美元/公斤)。每吨中空纤维获利1788元。中试当月(90年3月)，普纤成本为11050元/吨，计划售价12200元/吨，每吨净利为1149.3元，可见，生产一吨中空纤维比生产一吨普纤增利648.7元。若年产10000吨，可增利65万元。按正常生产和销售其成本还可降低，售价定14500元/吨，估算每吨可获利1920元左右，若年产1000吨，年创利139万元，年上缴税金53万元，即年创利税为192万元，经济效益相当可观。由于中空纤维有良好的纺织加工和服用性能，其前景和社会效益是不可估量的。

十、结语

1、以普纤浆粕(棉浆或木浆)为原料,采用粘胶中加入发泡剂和变性剂,在特定的纺丝条件下,在普纤生产厂,可以生产中空粘胶纤维。其质量指标相当于部颁普纤一等品质量。该纤维的性能和形态结构接近文献报导的英国考陶尔兹(Courtaulds)公司生产的同类产品维罗夫特(Viloft)水平。

2、中空粘胶纤维具有中空和多孔结构,纤维比重小,吸水性强,蓬松性、保暖性、透气性染色性好等特点。试制的纤维经过试纺试织,证明该纤维加工性能良好纯纺或与聚酯纤维混纺的织物外观丰富,手感柔软,富有弹性,毛型感强,服用性能好,证明该纤维性能明显优于普纤,是比较有前途的纺织新产品。

3、中空粘胶纤维的生产成本虽比普纤高15%左右,但由于该纤维具有比重小等一系列优点,纺织品所用原料纤维重量可相应减轻,因此不会影响纺织品成本。用于开发高档次有特殊风格的纺织产品,可提高纺织品的使用价值。因此中空粘胶纤维的开发成功具有明显的经济效益和社会效益。