

兔毛衫防掉毛等离子体改性技术研究

冷 纯 廷

(吉林省纺织工业技术经济开发公司)

【摘要】 采用有极低真空低温等离子体对兔毛纤维进行表面改性, 可使纤维表面摩擦系数明显增加, 进而增强了纤维间的抱合力, 提高了兔毛纤维的可纺性, 有效地减少了兔毛衫的严重掉毛。

一、概 述

兔毛是我国特有的高级纺织原料, 手感柔软, 表面光滑, 质轻保暖, 吸湿性好。兔毛作为高档的纺织原料, 现已广泛地应用于各类产品。兔毛衫高雅华丽, 丰满美观, 独具风格, 在市场上, 颇受消费者的欢迎。由于兔毛纤维的结构特点, 如单纤维强力低, 表面光滑, 摩擦系数小, 卷曲数少, 抱合力差等, 导致其加工困难, 兔毛衫穿着掉毛严重等问题。

兔毛衫的掉毛, 是一个难度较大的技术课题。为此, 我们借鉴了国内外现有的各种方法, 提出了采用有极、低真空、低温等离子体兔毛改性的新方法, 从理论到实践进行了大量的探索与研究。

有极低真空低温等离子体对兔毛纤维表面处理方法与传统的化学处理方法相比, 前者属于气相-固相反应, 因此既经济, 又安全, 且无公害。设备结构简单, 工艺流程短, 处理时间短, 可达到与化学处理方法相同的效果。它同辉光高频放电方法相比较, 克服了设备能耗高的问题, 解决了真空状态下的连续化。另外它与电晕放电方法相比较, 电晕放电方法改变气氛困难, 生产效率低。新方法不存在改变气氛问题, 同时效率较高。通过几年的研究与实践, 我们认为采用有极低真空低温等离子体对兔毛纤维进行表面处理, 是一种比较理想的物理改性新方法。它有效地减少了兔毛衫的掉毛。

二、有极低真空低温等离子体兔毛改性机理

改性设备单机原理见图1。

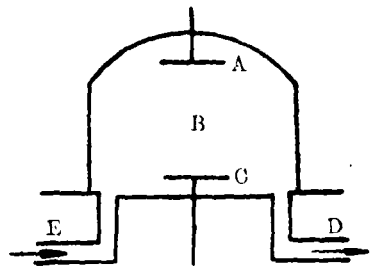
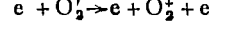
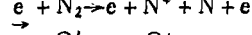
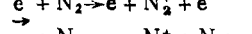
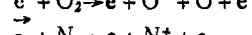
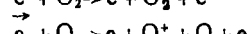


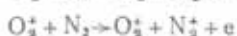
图1 改性原理图

A-阳极; B-等离子体区域; C-阴极;
D-抽气管道; E-放气管道。

将平均比电阻为 $1.75 \times 10^{12}(\Omega)$ 的兔毛纤维放满产生等离子体的正柱区域, 抽至 133 Pa 低真空度, 两极加电压起辉, 电流密度为 $0.76\text{mA}/\text{cm}^2$, 维持电压为 300V, 处理时间为 15 分钟, 处理时纤维表面温度为 $27 \sim 30^\circ\text{C}$, 兔毛纤维表面处理的电离过程:



其中: e 为快电子; O_2^* 为被激发的氧分子; N_2^* 为被激发的氮分子; N_2^* 为亚稳态的氮分子; ΔE 为 N_2^* 的激发能与 O_2 的电离能之差。同时, 根据汤生放电理论^[1]:



除上述电离过程外, 还有电子与氧分子碰撞的离解过程:



等离子体-兔毛纤维界面及氧原子兔毛纤维界面的物理化学过程, 决定了兔毛纤维的改性效果。

等离子体对兔毛纤维的溅射作用, 使纤维表面粗糙, 在 N_2^+ 、 N^+ 、 O_2^+ 、 O^+ 的轰击下, 使兔毛纤维表面上的附着物溅射出来, 实际上起到了等离子体的清洗作用, 而大部分附着物被抽走。

兔毛纤维改性过程中, 离解的氧原子很容易将兔毛表面氧化而生成 CO 、 CO_2 和水蒸汽, 然后被真空泵抽走, 这样便实现了对兔毛纤维表面的刻蚀作用。由于等离子体的辉纹效应及密度的不均匀性, 引起了刻蚀的不均匀, 其结果使兔毛纤维毛干表面出现台阶, 见电子扫描显微镜图 2。

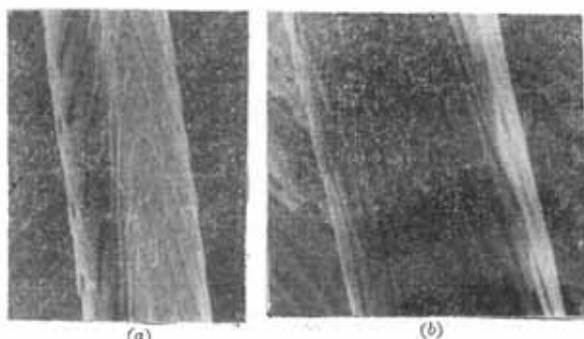


图 2 兔毛纤维扫描电镜照片
(a) 经处理; (b) 未经处理。

从未被处理的兔毛纤维扫描电镜图 2(b) 看出, 兔毛纤维鳞片排列密度大, 鳞片尖端角度较小, 与毛干包覆得较紧, 张角小, 纤维鳞片呈长斜条纹, 表面存在明显的辉纹结构, 这种鳞片结构特点, 导致纤维手感光滑, 表面摩擦系数小, 抱合力差, 成纱率低, 织成毛衫易掉毛。

由图 2(a) 看出, 通过有极低真空低温等离子体改性处理后的兔毛纤维, 表面鳞片张角

变大, 花纹不呈长斜条辉纹, 所以使得兔毛纤维表面摩擦系数增大, 差微摩擦效应增强, 提高了兔毛纤维的抱合力, 减少了兔毛衫的掉毛。

三、测试结果及对比分析

通过对处理前后的兔毛纤维机械理化性能、成纱质量及毛衫脱毛所进行的大量对比测试分析, 从中得出一些规律性的认识, 现总结如下:

1. 兔毛纤维机械理化性能的变化

表 1 兔毛纤维机械理化性能及摩擦系数测试对比

结 果	兔毛纤维		66°澳毛
	处理前	处理后	未处理
细度(μm)	15.74	15.31	20.90
细度变异系数(CV%)	20.18	19.44	24.04
断裂强力(N)	2.85×9.8	2.77×9.8	4.71×9.8
伸长率(%)	45.14	44.52	36.92
比电阻值(Ω)	1.75×10^{12}	1.69×10^{12}	3.45×10^{12}
动摩擦系数(μ_d)	0.2638	0.3243	0.4109
静摩擦系数(μ_s)	0.3144	0.3973	0.4825
摩擦效应(%)	19.18	22.32	17.43

由表 1 可以看出, 经过有极低真空低温等离子体处理, 兔毛纤维的单强基本没有什么变化, 伸长率变化不大, 细度略有变化。纤维细度离散程度减小。处理纤维表面摩擦系数明显增加, 差微摩擦效应大大增强, 处理前后纤维手感略有变化。

2. 兔毛纤维卷曲度与抱合力的变化

表 2 兔毛纤维卷曲度和抱合力的测试对比

项 目	处理前	处理后
卷曲数(个/25mm)	6.24	7.71
振动至断裂(次)	561	875
振动至断裂(min)	3.2	5.1

由表 2 可见, 处理后兔毛纤维卷曲度增加了 23.58%; 抱合力明显增大, 提高了 56.25%。纤维的抱合力之所以明显增大, 是由于兔毛纤维经改性处理后, 其表面摩擦系数和卷曲度增

加的结果。

3. 处理兔毛对羊毛衫生产工艺的影响

表3 相同条件下生产工艺及半成品质量对比

兔毛	未处理	经处理
混纺比(羊毛/兔毛/锦纶)	7/2/1	4/5/1
纺部制成率(%)	74.1	89.6
细纱断头率(根/千锭时)	349	136
单纱强力(cN)	191.4	354.7
强度离散(CV%)	11.6	7.9
毛纱条干均匀度(CV%)	25.4	19.1
毛纱一等品率(%)	78.4	90.6

表3表明兔毛改性对羊毛衫生产工艺影响最为明显的是混纺比,由于改性兔毛摩擦系数和抱合力的增加,所以兔毛比例可由传统的20%提高到50%,纺部工艺不仅顺利,而且产品质量有所提高,纺部制成率提高了15.5%;细纱断头率降低了61.3%,条干均匀度提高了25.1%,入库半成品率提高了12.2%。

虽然兔毛混纺比加大了,可生产车间环境却变好了。飞花少,温湿度容易控制,机台运转率也相应提高。生产车间的产品质量明显提高。

表4 半成品及成品质量对比测试

兔毛		未处理		经处理	
编织过程	织片重量(g)	投纱	织后	投纱	织后
		82	74.9	82	77.4
	掉毛率(%)	8.66		5.61	
洗缩过程	平均湿重(g)	缩前	缩后	缩前	缩后
		759	724.4	768	751.2
	平均干重(g)	712.1	681.9	729.1	708.4
	掉毛率(%)	4.24		2.82	
毛衫顶破强力(N/cm ²)	577		643		
毛衫脱毛量(mg/100cm ²)	49.11		31.14		
兔毛衫入库一等品率(%)	88.9		94.6		

4. 兔毛衫半成品及成品质量的变化

由表4结果可见,兔毛改性后,直接影响了编织、洗缩过程中的脱毛量,同时也关系到最终的产品质量和服用风格。由表4可知,经处理与未处理的兔毛相比,在编织过程中,投纱量虽然相同,可掉毛率减少3.05%;在洗缩过程中,掉毛率减少1.42%;这些结果表明,改性兔毛提高了毛衫的制成率,降低了产品成本。成品兔毛衫的30次刷洗脱毛量相差更大,改性兔毛衫含毛量增加了30%,可脱毛量却减少了17.97%,改性效果比较明显。

四、结 论

1. 有极低真空低温等离子体处理,是兔毛纤维表面改性的一种有效手段。它不仅提高了兔毛可纺性,而且解决了兔毛衫的掉毛问题。

2. 改性兔毛纤维表面摩擦系数增大,使抱合力增强,从而提高了兔毛混纺比,我们先后纺出了16、22、26和32支高比例(50%)兔毛混纺纱和纯兔毛纱。

3. 等离子体改性技术,不仅提高了兔毛混纺比和毛纱制成率,而且减少了编织、洗缩工艺过程中的落毛,从而有效地解决了兔毛衫穿着过程中的掉毛问题。

4. 等离子体兔毛改性设备简单,能耗低,无污染,投资少,操作方便,经推广应用,经济效益和社会效益较好。

5. 利用有极低真空低温等离子体技术,既解决了兔毛衫掉毛,又使兔毛衫趋于高档化,因此说,此技术具有推广应用价值。

此项工作受到长春物理所,东北师大分析中心,沈阳真空设备厂,白城羊毛衫厂大力支持,在此一并致谢。

参 考 资 料

- [1] 高树香著,《气体导电》上、下册,南京工学院出版社,1988年。
- [2] 《毛纺科技》,1990, No.1, p58~62。
- [3] 《吉林工学院学报》,1992, No.3~4, p.179~184。