

# 纺中长纤维胶辊的辐射改性

田雨康 荆越 吴文元

(无锡轻工业学院)

林德柔 王汝栋 刘云葆 马英 宋福荣 李国英

(无锡第二橡胶厂)

(无锡第四棉纺织厂)

## 一、引言

纺纱胶辊是纺纱生产中的关键器材。为了能有效地握持须条进行牵伸,对胶辊除要求其内在质量坚实均匀、富有弹性、耐磨、耐油、耐老化外,还要求其表面光、滑、燥、爽,有一定的吸放湿性和抗静电性等。所以,在通常情况下,出厂的硫化丁腈胶辊还不能直接用来纺纱,需要定期对磨砺好的胶辊用涂料或酸进行表面处理后才能使用。

近年来,用紫外线处理胶辊和用 $\gamma$ —射线辐照纺纯棉纱胶辊都取得了较好的结果<sup>[1]</sup>。报道的实验分析与我们的体会基本上是一致的。但对纺中长纤维胶辊辐射改性尚未见报道。为此,我们对纺中长纤维胶辊进行了辐射改性方面的研究。因中长的纤维较长,牵伸力大,对胶辊的质量要求就更高。目前,一般是用纯酸对其处理,以改善胶辊的表面状况。可是,重酸处理使胶辊表面发生龟裂,龟裂的结果是缩短了回磨周期和增大了回磨量,从而影响了胶辊的使用寿命。我们用辐射改性或用辐射辅以轻酸对纺中长纤维胶辊进行改性的目的是:在保证纺纱质量的前提下,延长胶辊使用寿命,减少三废污染,提高经济效益。而且, $\gamma$ —射线有很强的穿透力,只要对已硫化的胶辊进行一次性辐照改性,就可在纺织厂反复磨砺使用,不象紫外线处理那样,每次磨砺后还要照射。所以,工艺上还是比较简单易行的。

## 二、试验材料和方法

### 1. 胶辊

无锡第二橡胶厂提供的301—12、513及含有聚四氟乙烯细粉的513丁腈胶辊(有套差,套差3~3.5毫米)。

### 2. 纤维

中长纤维。纤维长度51~65毫米,唛头2.5D×65毫米,纤度2D—2.5D,断裂伸长率20~25%,含油率0.10~0.20%,回潮率0.40%(涤)、13.0%(粘),比电阻 $10^7\sim 10^9$ ,配比65(粘)/35(涤) $\pm 1.5\%$ 。

### 3. 纺纱条件

无锡第四棉纺织厂的A513A型细纱机。前罗拉转速237.5转/分,罗拉加压 $14\times 8\times 10$

本文1984年10月3日收到。

公斤/双锭, 钳口隔距 2.5 毫米, 车间温湿度为 24℃, 51%。

#### 4. 辐照

在无锡轻工业学院的钴-60源上进行。

#### 5. 硬度、抗张强度、永久变形、伸长率及磨耗的测定方法

硬度按 GB531—76 测定。抗张强度、永久变形、伸长率按 GB527—76、GB528—76 测定。磨耗按 HG4—843—76 测定。

#### 6. 弹性恢复系数 $K_B$ 的测定方法

将试样压缩 30%, 放在 35℃ 恒温箱中恒温 1 小时, 然后去掉负荷, 3 分钟后测定高度。

$$K_B = \frac{h_2 - h_1}{h_0 - h_1} \times 100\%$$

式中

$h_0$ —试样原始高度

$h_1$ —压缩后的高度

$h_2$ —去负荷 3 分钟后的高度

#### 7. 溶胀度的测定方法

将样品浸入溶剂中, 在室温放置一定时间后(达到平衡)取出, 用滤纸吸干表面溶剂后, 放入称量瓶中称量。

$$\text{溶胀度} = \frac{\text{浸渍后胶的重量}}{\text{干胶重量}} \times 100\%$$

## 三、结果和讨论

### 1. 交联密度

交联密度在一定程度上反映着高聚物的质量, 因为化学硫化丁腈橡胶已形成网状结构, 凝胶含量已相当高。我们只能用硬度来反映交联的程度, 用溶胀度的变化来表征交联密度的变化。

1) 硬度 硬度不仅能在一定程度上反映橡胶的交联程度, 而且在某种程度上还决定着胶辊表面在磨砺时所能达到的光滑程度。又因为它的检测手续十分简单, 所以橡胶厂、纺织厂都乐意用它来定性地估计胶辊的内在品质。经不同剂量照射处理后胶辊的硬度有所变化。结果见表 1。测物理量的胶辊(包括试片)除指明者外, 均系 301—12 胶辊。

表 1 胶辊辐照前后硬度的变化

辐照剂量(兆拉德)	胶辊硬度(邵氏)
0	82
2	82
4	84
6	84
8	85
10	85

表 1 所列数据表明丁腈胶辊的硬度在辐照剂量的范围内随辐照剂量的增加而增加。胶辊硬度的提高表明它在辐照过程中交联密度在继续增加。交联密度的继续增加还可用溶胀度的变化来进一步证明。

2) 溶胀度 网状结构高分子在溶剂作用下发生溶胀。高聚物网状结构的稠密程度不同溶胀程度也不相同。溶胀

度、体积溶胀比  $Q_v$  都可用来反映这一点。

$$Q_v = \frac{\text{高聚物溶胀后的体积}}{\text{高聚物溶胀前的体积}}$$

丁腈橡胶试片(配方与胶辊相同)受  $\gamma$ -射线照射后溶胀度的变化见图 1。

由图 1 可见, 丁腈橡胶的溶胀度随着辐照剂量的增加而略有下降, 这表明它经辐照后, 其高分子的网状结构更加稠密了, 交联密度提高了。

体积溶胀比  $Q_v$  及根据 Flory 溶胀平衡方程式算得的交联网络分子量  $M_c$  见表 2。

溶胀平衡方程式为:

$$Q_v^{5/3} = (0.5 - \mu) M_c / \rho V$$

式中

- $\mu$ —高分子溶剂作用参数
- $\rho$ —高分子(干)密度
- $V$ —溶剂的克分子体积
- $M_c$ —交联网络分子量
- $Q_v$ —体积溶胀比

表 2 辐照剂量与体积溶胀比及网格分子量的关系

辐照剂量 (兆拉德)	体积溶胀比 $Q_v$	交联网络分子量 $M_c$ ( $\times 10^{-3}$ )
0	2.73	2.26
2	2.70	2.22
4	2.68	2.19
6	2.66	2.17
8	2.64	2.14
10	2.63	2.12

从表 2 可见, 丁腈胶经辐射处理后体积溶胀比  $Q_v$  和网格分子量  $M_c$  均有一些变化, 但因它的化学硫化程度已经比较彻底, 因而变化是不大的。

### 2. 抗张强度、永久变形和伸长率

丁腈橡胶经  $\gamma$ -射线辐照后, 抗张强度、永久变形和伸长率均随着辐射剂量的增加有明显的变化。结果见图 2。

由图 2 可见, 抗张强度先升高后下降, 通过一个极大值。永久变形则相反, 先下降后上升有一极小值。而且出现这两个极值时的辐照剂量是一致的。伸长率随着辐照剂量的增加逐渐下降, 到某一值后, 相对稳定在一个水平上。伸长率下降对胶辊的品质是有利的。伸长率发生突变的辐照剂量与抗张强度、永久变形出现极值时的辐照剂量基本上是一致的。我们认为抗张强度出现极大值时的辐照处理量就是这种胶辊的最佳辐照剂量。以该值为主, 结合其它物

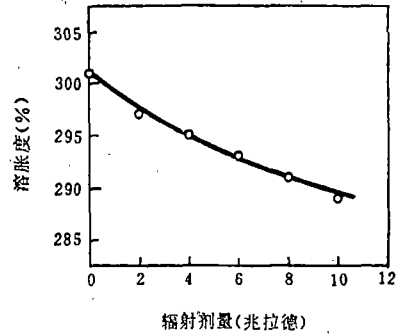


图 1 溶胀度与辐照剂量的关系

理量的变化和纺纱效果, 综合考虑定出辐照处理的条件。

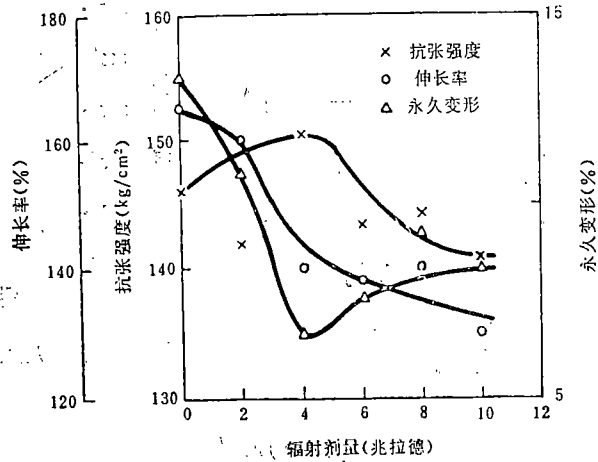


图2 抗张强度、永久变形和伸长率与辐照剂量的关系

### 3. 弹性恢复系数

弹性恢复系数是橡胶弹性的重要指标之一。胶辊具有一定的弹性对纺好纱是十分重要的。弹性太差会使胶辊对纤维的握持力变差, 从而影响纱的质量。我们测定了不同辐照剂量下胶辊的弹性恢复系数。结果见图3。

由图3可见, 胶辊的弹性恢复系数随着辐照剂量的增加, 先是基本保持不变, 当辐照剂量增加到某一值时突然下降。弹性恢复系数发生突变时的辐照剂量与抗张强度出现极值时的辐照剂量基本上一致。弹性和硬度是一种互相制约的关系, 在某一硬度时弹性最好。比较表1、图3可以看出301-12胶辊的硬度在84邵氏度时弹性最好。

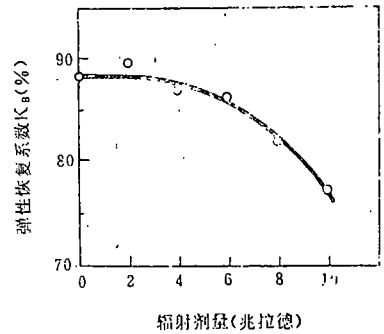


图3 弹性恢复系数与辐照剂量的关系

### 4. 耐磨性

在纺纱过程中胶辊作高速运转, 在牵伸过程中纤维对胶辊表面作磨擦运动。胶辊的使用寿命在很大程度上决定于胶辊的耐磨性能。我们做的耐磨性能结果见表3。

表3 丁腈胶试样耐磨性

胶 样	辐照剂量 (兆拉德)	磨耗 (毫升/1.61公里)
301-12	0	0.0904
	0.1	0.0895
	0.5	0.0809
	1.0	0.0662
含有聚四氟乙烯细粉的胶样 不含有聚四氟乙烯细粉的胶样	0	0.0859
	0	0.1143
含有聚四氟乙烯细粉的胶样	未辐照	0.0930
	辐照	0.0083

由表3可见,辐照能提高胶辊的耐磨性能。丁腈胶内含有适量的聚四氟乙烯细粉能提高耐磨性能,尤其是经辐照处理后其耐磨性能更有明显的提高。

### 5. 纺纱工艺效果

胶辊质量的好坏,不仅要看它的硬度、弹性、抗张强度等物理量合不合要求,而且要看它上车之后运行情况,看它的抗绕花性能,干锭小时断头率,使用寿命和成纱质量等。我们先后共五批在一台车上进行了试验。试验胶辊的实际纺纱结果见表4。

表4 试验胶辊的纺纱工艺效果

项 目	胶 辊				
	对比胶辊*	301-12	301-12	513	513 (含聚四氟 乙烯细粉)
辐照剂量(兆拉德)	0	4	4	8	8
酸处理情况	纯酸	轻酸	纯酸	/	/
硬度(邵氏)	84±2	84	84	86	90
纱的支数(T/Vi)	32 <sup>s</sup>	32 <sup>s</sup>	32 <sup>s</sup>	32 <sup>s</sup>	32 <sup>s</sup>
胶辊空绕 (绕花次数/拉断次数)	0/5	0/5	0/5	1/5	0/5
干锭小时断头率	0.024	实际测定 40 锭, 测定时间 60 分钟内未见断头			
绒辊积花(毫克/小时)	2.25	2.80	1.0	未测	未测
回磨周期(天)	28~35	44~69	44~69	43**	43**
每次回磨量(丝)	30~40	15	15	15	15
黑板条干(级/块)	一级 条干均匀 毛羽少	一级下 毛羽多	一级下 毛羽多	一级 条干均匀 毛羽少	一级 条干均匀 毛羽少

注: \* 对比胶辊为301-12经纯酸处理。不经辐射改性的301-12和513胶辊如不用纯酸作表面处理是不能上车运行的。

\*\* 513及含聚四氟乙烯细粉的513胶辊因机械损伤未能继续下去。实际的回磨周期可能比这要长。

从表4可知,513及含聚四氟乙烯细粉的513胶辊经辐射改性后,不需再作任何表面处理就有良好的纺纱性能,可以纺出品质优良的纱,回磨周期也较长。纺纱胶辊用 $\gamma$ 射线一次辐照改性后就可反复磨砺使用是有可能达到的。

表4还表明,301-12胶辊用辐照辅以轻酸处理可以明显地延长胶辊的回磨周期和减少回磨量,但纱的质量略低于对比胶辊。对此尚需进一步研究改进。

试验还指出胶辊经辐射改性后,如再酸处理,就不容易脱酸。胶辊经辐照改性后适应性有明显提高。如1984年6月中旬,正值黄霉季节,又改变了中长纤维的原料(主要是原料中抗静电油的含量减少)。当时对比胶辊绕花十分严重,达40%左右,而经辐照改性的试验胶辊均运行正常,绕花只有1%左右。

### 6. 辐照条件的选定

不同配方的胶辊有不同的最佳辐照剂量。根据上述的各种物理量与辐照剂量的关系,结合纺纱效果,我们认为无锡第二橡胶厂生产的丁腈胶辊用来纺中长纤维时的最佳辐照剂量为

4~8兆拉德。在常温常压和空气介质中辐照胶辊即可。根据文献报道,丁腈橡胶对辐射是相当稳定的,它的损坏剂量——以严重损坏的剂量计为 $1 \times 10^9$ 拉德。所以,在我们的处理剂量范围内,丁腈橡胶的辐射裂解是微不足道的,主要是辐射交联。

#### 四、结 语

丁腈橡胶的结构单元内含有双键,这种双键极易氧化裂解。裂解的结果是使橡胶的分子量下降,发生老化龟裂。酸处理是裂解型的方法,对胶辊是不利的。丁腈橡胶是辐射交联型的高聚物<sup>[2]</sup>。辐射交联能使高分子形成稠密的网状结构,使模量增加,硬度提高,国内外文献对此均有报道<sup>[3,4]</sup>。此外,辐射交联还能有效地抑制高分子的应力开裂。这些对胶辊的使用都是有利的。辐射改性是替代对胶辊进行酸处理的有效的方 法之一。

新配方的513抗静电胶辊,纺纱性能好,受到纺纱厂越来越广泛的欢迎。使用量越来越大。它经辐照改性后不要再作任何表面处理就有好的纺纱性能。对于制造经一次辐射改性,就可反复磨砺使用的胶辊是很有意义的。

并非任何配方的丁腈胶辊经辐射改性都能达到预期的目的。在研究辐照改性的同时,选择合适的胶辊也是重要的。

胶辊经辐射改性后纺纱性能有所改善,适应性提高,使用寿命延长。即使要辅以酸处理时,辐照改性也提高了酸处理的效果——降低酸处理的程度和不易脱酸。

在丁腈橡胶内加入适量的聚四氟乙烯细粉对提高胶辊的耐磨性能等有明显的好处。

#### 参 考 文 献

- [1] 张月芳、孙家珍,《纺织器材》1983, No.5, p.1.
- [2] 孙家珍,《辐射交联和辐射裂解》,辐射工艺讲座中级班讲义,1983
- [3] W. W. Jackson, D. Hale, Rubber Age, 86, 251(1959).
- [4] 焦天璇、任朝阳、赵致贤,《纺织器材》1982, No.6, p.9.