

新型纺纱胶辊的研制与应用

无锡二橡胶股份有限公司 赵德平、朱兴学、胡万春、邵焕

摘要：探讨新型纺纱胶辊研制要点与应用效果。将基础理论与应用实践相结合，论述了新型纺纱胶辊的基本技术要求、胶辊改性和配方设计创新要点以及胶辊使用中表面辅助处理办法，并以应用实例说明了新型胶辊的实际纺纱效果。认为，综合运用丁腈橡胶改性技术使胶辊表面获得性能良好的摩擦聚合膜，并在使用中采用正确磨砺和表面处理办法，能够有效改善胶辊防静电、缠绕和磨损性能，获得良好的纺纱效果并延长其使用寿命，较好地满足现代纺纱技术对胶辊的技术要求。

关键词：防静电；防缠绕；抗磨损；橡胶改性；表面辅助处理；条干；使用周期

1 现代纺纱工艺对牵伸胶辊的要求

纺纱胶辊作为重要的牵伸部件，在提高纺纱质量和生产效率方面具有不可替代的作用。然而，传统纺纱胶辊在某些方面已不能完全满足新的纺纱要求，现代纺纱新工艺、新技术、新原料对牵伸胶辊提出了新的技术要求，主要反映在以下几个方面。

(1) 集聚纺微导纱动程（3~4mm）造成摩擦剪切和压缩形变应力相对集中，易产生中凹、起槽现象，缩短了胶辊磨砺周期和使用寿命。

(2) 粗砂重定量、细纱大牵伸、赛络纺等新工艺对细纱胶辊提出较高要求。由于粗砂定量重，牵伸力增大，须条对胶辊的摩擦作用增强，促使胶辊表面温度升高产生早起磨损，缩短磨砺周期和使用寿命。

(3) 新型纤维、多组分纤维混纺，如异形、高模量纤维直接增大胶辊表面磨损程度，多组分混纺纱摩擦产生的静电荷正负变向复杂，对胶辊提出了更高的防缠绕要求；在色纺、半精纺工艺中，纤维功能助剂应用加大对胶辊表面腐蚀溶胀，导致胶辊表面硬度下降、起泡掉皮、易黏附缠绕胶辊，增加断头。

要满足现代纺纱工艺发展需求，必须提高各牵伸、卷绕元件的加工精度和制造质量。就纺纱牵伸胶辊而言，早期免处理胶辊在普通环锭纺应用取得了良好效果。推广应用现代新型纺纱工艺后，早期免处理胶辊在实际纺纱生产中难以胜任，纺纱质量衰减快，条干CVB值差，损耗大幅度增加，维护保养难度加大，为此研制适用于现代纺纱工艺新型牵伸胶辊迫在眉睫。

2 新型纺纱胶辊的基本技术要求

根据现代纺纱工艺特定要求，通过胶辊配方设计创新优化，结合表面辅助处理方式，着重提高适纺性能，使研制的纺纱胶辊符合以下预定性能。

2.1抗静电缠绕

纺纱纤维与胶辊相互间摩擦受挤压后，两个接触表面发热，表面层的分子、基团发生运动，偶极基团受剪切力发生取向，同时两个摩擦的表面间发生电荷激化，使电荷由这一表面向另一表面迁移形成接触电位差，便产生静电，是造成绕花的主要原因之一。静电的产生与两摩擦物质静电电位序列位置有关，位置越靠近则越小；与摩擦物质表面的导电性有关，导电性越强则越小；化学纤维与胶辊摩擦产生的静电量远高于原棉纤维。防止纺纱摩擦静电积聚产生缠绕的途径主要有三个：一是选用与纤维电位序列相近的有机高分子材料改性丁腈橡胶，有利于减少静电发生量；二是有机电介质与抗静电剂的综合应用，直接增加胶辊表面导电性；三是利用同种电荷相斥的原理选用相应改性有机高分子材料。

2.2抗黏附缠绕

棉纤维中含有果胶质、油脂和蜡，果胶质呈粘状物，含有单糖碳水化合物，溶于水，在一定温湿度下，与胶辊、胶圈表面接触形成溶解状态污垢；油脂是高级脂肪酸的甘油酯，植物油脂熔点较低，蜡主要成分由高级饱和脂肪酸和高级一元醇所组成的酯，在一定温度下，其与胶辊、胶圈表面接触熔融形成覆盖膜状污垢。化学纤维中添加工艺助剂“和毛油”主要由油剂、表面活性剂组成的乳液，其在胶辊、胶圈表面形成覆盖状污垢，易渗透表面内部扩散，发生浅表溶胀。以上各种油污又可划分为亲水性污垢、亲油性非极性污垢，在一定温湿度条件下，这些污垢易与纤维发生黏附，危害正常纺纱。根据纺纱纤维自身特点发生的黏附缠绕，胶辊表面有吸湿性但更要具有抗水溶性，来防止水溶性污垢增粘产生的黏附；增大表面极性排斥非极性油类污垢黏附；增大表面耐油性防止“和毛油”渗透溶胀黏附现象。

2.3抗水雾缠绕

当生产环境相对湿度超过65%时（相对湿度低于35%容易产生静电），空气中的水分容易受温度的影响，在胶辊表面凝聚形成水雾，而水雾由微小的液滴组成，纤维在接触胶辊表面过程中形成液桥，由液桥产生的作用力，增强了纤维对其表面吸附力，上述状况在开冷车时较为明显，随之胶辊、胶圈表面经纤维摩擦升温 and 周围环境达到平衡，水雾逐渐消失纺纱趋于正常。

当空气中水分含量和气压不变的条件下，气温降低到使空气达到饱和时的那个温度称为露点温度（简称露点），气温降至露点以下，水汽发生沉降凝结现象，在车间过道、门等处由于冷热交换最易发生此类现象，使胶辊表面形成水雾和纤维产生液桥吸附纤维，液桥黏附力主要由液桥曲面产生的毛细压力及表面张力引起的附着力组成。胶辊表面应降低胶辊表面

张力，极大地减小表面对水的润湿接触角，使水在表面充分散开抑制液桥产生。

2.4表面磨砺状态

表面粗糙度Ra值：轮廓算术平均偏差—

指加工表面具有较小间距和微小峰谷不平度。胶辊表面粗糙度Ra值控制范围：0.4~0.8 μm，最佳范围应为0.6~0.7，精磨往复一般二次，三次以上对粗糙度无明显改善。Ra值过小摩擦系数反而增大，因真实接触面积越大摩擦系数也越大，随之摩擦表面温度升高，不利于纺纱生产。表面粗糙度微小峰谷形成的轮廓，理想状态为驼峰形而不是锯齿形。未经科学设计的胶辊配方，制造的胶辊磨砺表面涩性大，组织结构比较粗糙松弛，砂轮磨粒切削深度大和夹带胶屑，造成峰顶、谷底比较尖锐毛糙，谷底易吸纳污垢，峰顶易挂花。经综合优化的胶辊配方，表面磨砺砂轮切削阻力小不易夹带胶屑，对胶辊表面组织结构破坏小，故形成峰谷比较圆润光洁，特别有利于消除纺纱“走熟期”。

2.5抗磨损

油性磨损。化学纤维（色纱）含有化学介质（和毛油），侵蚀胶辊表面，发生局部溶胀发粘，导纱动程产生卷状物剥离磨损，出现胶料发粘颜色变浅，呈蜂窝状结构。

层状磨损。该现象在软胶辊静态加压开车启动加速状态下最易发生。胶辊本身是黏弹体，在压力形变下发生蠕变和下罗拉沟槽贴合黏附，在受压状态下突然加速会使其受到横向剪切力，随之而来的破坏初始发生在胶辊表层下面（分子隐性断裂），逐步向表层扩展，直至剥离“掉胶”。

撕裂磨损（碎粒磨损）。主要发生在导纱动程内，纺纱大牵伸剪切（纤维变速）应力大，橡胶分子链来不及松弛恢复而受热、氧化降解，造成分子链断裂，沟槽边缘呈放射性裂纹。

疲劳磨损。存在周期性载荷造成重复压缩、拉伸、剪切等应力，使橡胶表面发生疲劳磨损，表现为出现有规律的花纹小裂缝（龟裂）。

3 新型纺纱胶辊的配方设计创新要点

3.1丁腈橡胶改性

合成改性。丁腈橡胶是制造纺纱胶辊的主体材料，其优点：一是耐油性好，具有强极性，对非极性和弱极性油类和溶剂有优异的抗耐性；二是抗静电好，具有半导体性能，体积电阻率等于或低于半导体材料的体积电阻率，是目前橡胶中惟一的半导体料，可制作抗静电制品；三是耐热性和耐老化性能较好。随着棉纺技术的发展，对纺纱胶辊提出更加苛刻的要求，普通丁腈橡胶已很难适应，需选择合成改性特种丁腈橡胶作主体材料才能满足使用要求，

它在原有的丁二烯、丙烯腈单体中引进第三特种单体改性共聚合成。能充分发挥特种丁腈橡胶的优势，进一步增强丁腈橡胶极性，大幅度提高硫化胶静态机械和动态机械综合性能，明显改善硫化胶功能特性。

有机高分子材料并用改性。丁腈橡胶并用有机高分子材料同样能显著改善硫化胶的结构性能和功能特性，针对性应用有机高分子改性材料，可满足产品特殊性能设计，弥补丁腈橡胶先天不足之处，是纺纱胶辊配方设计中的重点技术。

粉体助剂表面改性、预处理。粉体表面改性、预处理是指用物理、化学、机械等方法对粉体物料表面进行处理，根据应用的需要有目的地改变粉体表面的物理化学性质，以满足现代新材料、新工艺和新技术发展的需要。

3.2改性、预处理方法

物理改性。利用无机物或有机物对粉体表面进行包覆以达到改性的方法。

化学改性。通过表面改性剂对粉体颗粒表面进行化学反应或化学吸附的方式完成。

机械力化学改性。其实质是表面化学等改性方法的促进手段，激活的颗粒极易与周围的固体、液体、气体物质发生反应，产生机械力化学效应。

预处理。是将粉体首先进行表面改性，再加入到基体中形成复合体的方法。

3.3交联、活性、促进剂表面改性、预处理效应

通过粉体助剂的化学物理改性预处理，粉体颗粒再次充分细化，表面改性处理剂阻止了粉料的自聚结团、静电排斥效应，增强在胶料中的相溶性和流动分散性，有效降低橡胶中的粉杂颗粒。

通过粉体助剂的化学物理改性预处理，使粉体混入橡胶得到充分均匀的分散，在混炼胶硫化过程中，能发挥出各种材料的最佳效应和使用效力价值，使胶料交联密度深而均匀，制品硬度均匀、变形小、回弹性好、耐磨性增加，同时消除胶料的回性期，达到更佳的综合物理性能。

通过粉体助剂的化学物理改性预处理，粉体助剂表面在改性剂物理化学作用下具有释缓性，混炼胶在加工中不易发生早期关联和自硫化，可按配方设计硫化速度达到充分硫化，提高混炼胶加工安全性和优化工艺流程。

3.4综合改性、预处理技术特殊功效

经综合改性、预处理材料配伍设计的胶辊配方，能使胶辊呈现表面滋润、表面能低、摩擦系数适中的状态，组成一个抗绕、耐磨、适合纺纱的功能界面。胶辊上车运转，改性、处理功能助剂将缓慢迁移表面达到平衡状态，在罗拉摩擦力作用下，胶辊表面同时发生物理化

学变化，有机官能团相互作用，发生游离基反应，逐渐形成致密光洁的摩擦聚合膜（再生膜），它是免处理纺纱胶辊的核心技术。

4 胶辊表面辅助处理

纺制纯棉品种应用免处理软胶辊，只要纺纱生产工艺具备特定条件，确实可以实现经磨砺停放后直接上车纺纱的效果，无需任何表面处理，回磨使用周期普通环锭纺可达4~6个月；紧密纺、赛络纺可达2~3个月。随着现代新型纺纱工艺推广应用，免处理软胶辊本身技术性能的限制，目前棉纺厂普遍采用传统双组分涂料（AB组分大比例配制成稀涂料）和紫外线光照作为辅助手段处理胶辊表面，能有效改善走熟期延长回磨周期，扩大纺纱品种范围。

4.1 双组分涂料

A、B双组分涂料是专门为纺纱胶辊表面处理配套使用的液体化学材料，涂于胶辊表面经固化形成牢固黏附、具有一定强度和光洁度的渗透固态涂层，赋予胶辊防静电、防污、耐油、耐磨、耐热等特殊纺纱功效。A组分为单组分湿固化聚胺酯类胶粘剂，主要靠空气中的水分固化，以室温缓慢自然固化为宜。它含有高活泼极性基团，对极性高分子材料具有很好的黏接力，其分子体积小，容易渗透胶辊表面，并且能和胶辊中含水氧化物及空气水分产生固化反应，同时与胶辊的活性键、活性基团发生化学交联。涂料渗透交联后，在胶辊表面形成薄而致密、附着力好的纺纱功能涂层。B组分为卤代烃极性有机溶剂，对不饱和碳链丁腈胶溶解力强，当B组分与胶辊表面接触，促使浅表溶胀，橡胶分子间隙扩大，有利于A组分渗透，且B组分能使浅表橡胶分子链段及交联网络发生降解后，重新和A组分产生化学交联。B组分挥发速度快，干燥时间短，不会对胶辊表面产生实质性的破坏。

4.2 紫外线光照

波长在200nm~300nm短波紫外线照射在胶辊表面易被吸收变成内能，激发胶辊表层自身发生一系列自由基快速聚合反应，生成三维网状弹性结构膜。这是一种适应现代新型纺纱胶辊，可扩大纺纱品种范围的绿色环保表面处理方法，是当今胶辊表面处理应用发展方向。同化学涂料处理方法相比有以下优点：一是处理过程无挥发有毒物质产生；二是紫外线光照机自动处理成本低，工效比笔涂高；三是处理完毕上车停放时间短，能有效消除胶辊上车“走熟期”，适用、适纺范围广；四是表面摩擦系数均衡保持原有弹性，无机械波产生。

5 生产应用

5.1 WRC-DM65型不处理胶辊

WRC-

DM65型胶辊硬度为A65度，通过选用新材料新工艺，使胶辊弹性比同硬度不处理胶辊

提高了15%；压力变形恢复率提高了5%；抗变形能力优于原65°胶辊，尤其是瞬时变形回复得到了改善，使胶辊受压形变后能迅速回弹，适应集聚纺中、细号纱。在K45型集聚纺纱机上纺织JC7.4tex纱，进行同锭纺纱试验。该前为J-463型进口胶辊，改后为WRC-DM65型胶辊，两种胶辊经1:10涂料处理、紫外线光照60s。实验结果如下：

胶辊型号	J-463胶辊	WRC-DM65胶辊
条干CV%	13.98	14.18
-50%细节	13	19
+50%粗节	46	45
+140%棉结	347	328
+200%棉结	68	69
管间CV%	1.8	2.3
毛羽H	2.52	2.52
毛羽CV%	3.6	3.17

从以上数据上看，WRC-DM65型胶辊的质量水平与进口胶辊接近，3个多月回磨一次。

5.2 WRC-MF65型胶辊

该胶辊为硬度邵尔A65度的桔红色防静电型胶辊。表面处理：纯棉为免处理、光照；混纺或化纤为光照、涂料轻处理。主要特性：磨擦系数、硬度微观分布均匀，纯棉、涤棉、粘胶纺纱条干和粗细节、棉结较优。该胶辊具有良好的一致性和稳定性，明显缩小了锭间差。某厂在青泽集聚纺细纱机上纺制JC11.8tex和JC7.4tex，原料为70%的长绒棉、30%细绒棉。前胶辊压力160N，采用压力棒隔距块，锭速：16000r/min；铝衬套胶辊（经紫外线光照3分钟）。在同锭、同粗砂条件下，对WRC-MF65型胶辊与国产同硬度某胶辊进行纺纱质量对比，结果见表1。

表1 WRC-MF65型胶辊与国产同硬度某胶辊纺纱质量对比

品种	胶辊类型	条干CV/%	细节/个·km ⁻¹	粗节/个·km ⁻¹	棉节/个·km ⁻¹	条干CV _b /%
JC11.8	WRC-MF65	11.01	0	5	14	1.76
JC11.8	某胶辊	11.42	1	9	16	1.83
JC7.4	WRC-MF65	12.42	7	15	70	1.57
JC7.4	某胶辊	13.07	9	18	77	2.08

由表1可以看出，同等条件下，WRC-MF65型胶辊表现出较好地使用效果。其具有高弹性、低硬度、压缩变形小、表面功能膜手感滋润等特点，在纺纱生产过程中相对稳定，同时采用紫外线光照处理有效发挥了胶辊原有特性，用户使用反映良好，已推广应用达5万锭。因回磨周期延长为两个月，生产成本也得到大幅度降低。

5.3 WRC-JF68型胶辊

该胶辊为硬度邵尔A68度青灰色防静电型胶辊。表面处理：纯棉品种可免处理或光照处理；混纺或化纤品种可采用光照处理或涂料轻处理；该胶辊表面功能膜具备防静电、抗拉、低变形、耐油剂等性能，特别适合光照处理，用于集聚纺、赛络纺可明显延长使用周期。我们将该胶辊在莫代尔14.8tex集聚纱、莱赛尔14.8tex集聚纱、36.9tex涤纶氨纶赛络包芯纱品种与国产同类型胶辊进行纺纱质量对比，结果见表2。

表2 三个品种WRC-JF68型胶辊与国产同类胶辊纺纱质量对比

品种	胶辊型号	条干CV/ %	细节/个 • km ⁻¹	粗节/个 • km ⁻¹	棉节/个 • km ⁻¹	使用周 期/月	周期内损 坏率/%
莫代尔14.8集聚纱	WRC-JF68	10.86	0	6	13	3	1.2
莫代尔14.8集聚纱	68度某胶 辊	10.78	0	7	15	2	6.4
莱赛尔14.8集聚纱	WRC-JF68	11.43	1	12	26	2	2.2
莱赛尔14.8集聚纱	68度某胶 辊	11.57	0	15	31	1.5	8.6
T/Pu36.9赛络包芯 纱	WRC-JF68	8.04	1	1	1	3	5.6
T/Pu36.9赛络包芯 纱	68度某胶 辊	7.96	0	0	1	2	18.7

同表2可知，WRC-JF68型胶辊成纱条干质量与同类国产胶辊基本相当，但胶辊使用周期延长、周期内损坏率明显降低。以36.9tex涤纶氨纶赛络纺包芯纱为例，推广应用9台车，胶辊上车磨砺直径30.2mm，采用双组分涂料1：5表面处理，与原65度国产胶辊相比，WRC-JF68型胶辊基本保持原有成纱质量，但周期内损坏率由18.7%大幅度降低为5.6%，使用周期延长1.5倍，获得了良好的综合使用效果。经长时间生产实践证明，WRC-

JF68型胶辊硬度适中、压缩变形小、耐磨性好、适纺性能好、成纱质量稳定性好、使用寿命长，可适用于差别化纤维多个系列品种的生产。胶辊经表面光照处理6min~10min即可上机使用，对车间湿度的适应性强，上车无走熟期，无带花、缠绕等现象，断头少，生产效率高。其回磨周期一般为3个月~4个月，较其他类型胶辊延长了1个月~2个月。回磨周期延长使生产成本大幅度降低。

6 结束语

改进纺纱胶辊性能，研制新型纺纱胶辊是胶辊制造厂商适应当前纺纱技术新要求，提高纺纱质量和生产效率的一项重要工作。我们从分析传统胶辊目前存在的一些问题出发，提出了改进胶辊性能的途径和方法。首先，在胶辊研制方面，技术创新的核心是通过丁腈橡胶多种改性技术的综合运用，使胶辊表面获得性能良好的摩擦聚合膜。在胶辊使用方面，则要采用正确的磨砺方法和标准，合理使用双组分涂料、紫外线光照等表面处理方法。应用实践表明，所研制的胶辊，防静电、防缠绕和磨损性能明显改善，纺纱质量良好，使用寿命较国产同类胶辊明显延长，较好地满足了现代纺纱新工艺、新技术对胶辊的技术要求，促进了纱线质量和生产效率的提高。

参考文献：

- [1] 钱樨成, 秦家浩, 刘紫葳, 陆宗鲁. 纺织材料静电的消除 [M]. 北京: 纺织工业出版社, 1984, 9-15.
- [2] 卢寿慈, 粉体加工技术 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000, 222-225.
- [3] 张嗣伟, 橡胶磨损原理 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998, 10-25.
- [4] 谢遂志, 刘登祥, 周鸣峦. 橡胶工业手册第一分册 (生胶与骨架材料) [M]. 北京: 化学工业出版社, 1989, 399-410
- [5] 李绍雄, 刘益军. 聚氨酯胶粘剂 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1998, 40-41.
- [6] 欧怀林, 细纱胶辊的选型与使用 [J]. 棉纺织技术, 2010, 38 (3) : 4-7
- [7] 邹小祥, 颜卫珍. 紧密纱胶辊的选用实践 [J]. 棉纺织技术. 2010, 38 (1) :

摘自: 棉纺织技术 2015年01期