
低温等离子体技术在纺织上的应用方向

亚洲纺织联盟

低温等离子体技术在纺织上的应用始于上世纪 50-60 年代，我国从 80 年代开始对低温等离子体处理纺织品进行研究，近年来，等离子体技术在纺织加工中的应用日益引人注目，将成为 21 世纪染整技术发展主要方向之一。

(A) 低温等离子体的原理及在纺织上的技术：

在真空状态下给气体施加电场，气体在电场提供的能量下会有气态转变为等离子体状态（也称物质的“第四态”。其中含有大量的电子、离子、光子和各类自由基等活性粒子。等离子体是部份离子化的气体，与普通气体相比，主要性质发生了本质的变化，是一种新物质聚集态。

利用等离子体中含有的大量电子、离子、激发态的原子、分子等活性粒子来轰击材料表面时，会将能量传递给表层分子，使材料发生热蚀、交联、降解和氧化，并使材料表面发生大量的自由基或引进一些极性基团而使材料表面性能获得优化。

低温等离子体技术通过高能粒子的物理和化学作用对纺织品/纤维表面进行改性，以其快捷、环保和干态的加工方式等特点，挑战传统以水为介质的化学湿法加工生产方式。

目前有两种不同“低温”等离子技术系统可应用于纺织品，电晕放电和辉光放电。

(1). 电晕放电 指在电场作用下，气体被击穿，气体绝缘层被破坏，使得气体层内阻降低，急剧上升的电流越过自持电流区后，立即引起极间电压的迅速减

小，同时在电极周围产生昏暗的辉光，此称电晕放电。电晕放电，电场强度较高，气体压力通常为常压，属于“高”压放电，可产生密度较低的低温等离子体。

(2). 辉光放电 指在电场作用下，达到电晕放电区域后，若继续增加放电功率，则放电电流也随之上升，并使辉光由电极附近区域逐步伸展到两个电极之间的全部放电空间，辉光强度增大，变得十分明亮，此称为辉光放电。辉光放电属于电晕放电的进一步扩展，是一种稳定的自持放电，它所需的电场强度高于电晕放电，放电压力通常远低于大气压，在真空状态下进行，产生高强、高密度的低温等离子体，是染整加工领域广为采用的一种放电形式，

(B) 低温等离子体技术在纺织上的优点：

低温等离子体处理可用于各种纤维、纱线、织物的表面改性，对纤维基体的内部影响小，不损伤纤维原有性能。清洁、快捷、无污染、成本低，在当今倡导清洁和绿色生产、节约资源的形势下，低温等离子体处理技术以其无需化学品、无需耗用大量水和能源、无需进行高成本废水处理和对环境友好的优势，在纺织工业中具有广阔的应用前景和市场。近年来国内外都在努力加强等离子体技术在纺织领域的应用研究。

(C) 现今纺织上的研究应用方向：

(1) 在纺织品前处理中的应用：

在纺织品的前处理工序中，目前主要可用于各类织物的退浆，真丝和麻类生坯织物的脱胶，以及其它的杂质去除等。传统的织物退浆工艺（如棉织物等）需要经过退、煮、漂等多种工序，加工工序长，生产效率低，而且需要消耗大量水、能源和化学药品，同时产生大量的废水等。而低温等离子体技术的应用，可大大缩短其工艺流程及生产周期，节约能量和水资源，可有效降低企业的生产成本。

除此之外，低温等离子体在去除织物上其它杂质如色素、蜡质、果胶等也具有很好的效果。用氧或空气等离子体（频率 13.56MHZ，真空度 1Torr，放电功率 100W）处理棉坯布后的芯吸性与工艺条件之间的关系，用空气等离子体处理 60s，氧等离子体处理在 30s 后，棉布的除蜡质和浆料的效果达到正常煮炼漂白的程度。

(2) 改善纤维或织物的吸湿、润湿性：

利用低温等离子体中处于激发态的各种高能粒子的物理刻蚀和化学反应，或者通过等离子体的接枝、聚合沉积等方式，可在纺织品的纤维表面产生或引入亲水性基团、支链及侧基，从而可有效改善、提高纺织品的吸湿或润湿性。目前应用在疏水性的涤纶合纤类织物、涤纶/棉混纺交织物、棉纱以及腈纶类纺织品。

此外，低温等离子体技术在改善碳纤维、聚乙烯纤维、聚丙烯纤维及聚四氟乙烯纤维等的润湿性，得到大大改善。跟常规化学方法相比，其工艺更简单、流程更短，而且可轻易实现化学方法所不能进行的改性加工。

(3) 提高毛类纤维纺织品的防缩绒性：

羊毛类纺织品。由羊毛纤维外覆鳞片层所产生的定向摩擦效应，往往使这类织物在服用和洗涤的过程中产生收缩，从而影响织物的服用性能。因而为提高此类纺织品的尺寸稳定性和可洗性（尤其是可机洗性），常需进行防缩绒加工。

利用低温等离子体的刻蚀和化学反应作用，可有效去除或削弱鳞片层的定向摩擦效应，可到达或提高织物的防缩绒性。与湿法化学加工中防缩处理相比，无需额外的化学药品或助剂，而且节水节能，无任何废水产生。

(4) 提高或改善纺织品的染色性：

目前等离子体技术在提高或改善纺织品的染色性方面的研究及应用,主要集中在棉、涤纶、锦纶,以及毛类(如羊毛、兔毛等)纺织品上。通过对棉纱或其织物处理后,可明显改善纱线或织物的毛效,提高染料及助剂在织物/纱线间的均匀吸附和扩散,使织物的上染率和匀染性得到提高。

低温等离子体的物理刻蚀作用,可提高合成纤维表面的粗糙度,对涤纶、锦纶等纺织品产生增深作用,可达到节约染化料的作用。毛类纤维表面的鳞片成,阻碍了染化料向纤维内相的扩散及在表面的吸附作用。经低温等离子体处理后,纤维鳞片的破坏或消失,可有效提高毛类织物的可染性和染深性,而且可加快上染过程。

将等离子体与 2D 树脂整理联合处理(先树脂整理后等离子体处理),对改善直接染料苧麻织物的耐洗及耐摩擦牢度效果非常明显,而且染色牢度高于固色剂 Y 处理后的染色牢度,可代替固色剂 Y 处理。

(5) 在纺织品后整理中的应用:

低温等离子体在纺织品后整理中具有广泛的用途。根据整理目的和要求,可实现纺织品的多种功能加工,大大提高产品附加值。目前其在纺织品中的应用主要包括以下几类。

(a) “三防”整理:

纺织品传统的“三防”整理,常常需要经过轧、烘、焙等工序,工艺流程长,需要耗用大量的能量;而且需要昂贵的整理剂,以及其它添加剂等。因而其加工成本高,同时整理后,往往也影响或牺牲纤维或织物本身的特性及性能。更为重要的是,这些整理剂或交联剂,以及其它添加剂中,可能含有或会产生如甲醛等的有毒有害物质,因而其在高档产品或外贸产品中的应用正越来越受到限制。

低温等离子体处理技术，以及特有的环保加工方式，可直接采用单体或相关气体作为功能整理剂对织物进行处理，同样可达到传统的“三防”整理效果。无需从单体到功能整理剂的化学合成过程，无需其它任何交联剂或添加剂等，而且工艺环保简单。

(b) 在涂层整理中的应用：

传统的涂层整理工艺中，除需要性能较好的涂层剂外，为增强涂层和织物的剥离强力或粘结力，各种交联剂等往往起到很重要的作用。低温等离子体处理技术，可直接起到或可取代交联剂的作用，能达到增强涂层织物剥离强力的功效。同时由于可减少或无需采用交联剂，涂层织物的手感将得到有效改善。

(c) 其它功能整理：

根据客户的要求，采用低温等离子体处理技术，还可进行各类纺织品的多种多样的特定整理。凡传统工艺能达到的效果，一般都可在等离子体处理技术中得到实现。如疏水性合成纤维的抗静电整理，各类纺织品的阻燃整理，留香整理等等。

[第一阶段研究]---以棉织物为主

低温等离子体对棉的反应：

棉纤维用低温等离子体处理后可改善其粘合性、接枝聚合性及染色性能。原棉纤维在经低温氧等离子体处理时，等离子体中大量基态氧和激发态氧原子等活性粒子将能量传递给棉纤维表面初生胞壁中的分子，使棉纤维表面的伴生物蜡脂、果胶在高能粒子轰击下脱离表面，引起失重。并在棉纤维表面留下许多深浅不同的凹坑，引起棉纤维的表面刻蚀。同时，大量氧活性粒子能使棉纤维表面氧化、接枝，从而使棉纤维吸水性增强。尺寸稳定性等许多方面能获得不同程度的

改善，

低温等离子体除去布匹表面的棉蜡及织物表层夹杂物，使得染料更易附着在布匹纤维上，使染色更加牢固的前处理方法。

等离子体通过对布匹进行 30-300S 左右的处理，可达到甚至超过湿法漂白棉纤维的精炼效果，从而使精炼的效果大大提高，同时干式精炼法具有节水无污染的突出优点。

低温等离子体用于棉针织物的前处理加工，属于非水干式加工，是通过物理溅蚀或化学改性提高天然杂质水溶性的方式，达到去除棉纤维上果胶、蜡质等天然杂质的目的，符合当今节能、降耗、清洁生产的发展方向。

低温等离子体对棉织物之诱发性好处：

除能处理织物的杂质，毛羽，死棉，令表面光洁，处理后部分三丝，尼龙草亦被除去。低温等离子体处理后的织物，尺寸稳定性好，尤以针织物，线圈排列整整齐齐，斜度扭骨亦被改善。

因纤维织物的表面改性，引发后工序得到更佳的效果，如吸色，功能等等。

等离子体在纺织行业中的应用领域无穷，随着第一阶段研究，再进入第二阶段——染色后整，新产品等等。

结论：

尤其是近几年来，人们对纺织面料性能的要求越来越高。等离子体在合成纤维的亲水化处理，服装的无缝粘结，面料风格的改善，抗静电处理以及改善纤维的表面摩擦性等方面的应用非常广泛。

在染整加工过程中，等离子体处理可以改善纤维的染色性和显色性，这一点对于超细纤维和羊绒的染色尤为重要。利用等离子体技术，还可以对纤维进行减量或增量处理，使功能纤维的表面活化或进行涂层整理。

www.cwta.org.cn

中国毛纺织行业协会