



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106337228 B

(45)授权公告日 2018.11.06

(21)申请号 201610837653.4

D01D 5/00(2006.01)

(22)申请日 2016.09.21

审查员 张文娟

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106337228 A

(43)申请公布日 2017.01.18

(73)专利权人 武汉纺织大学

地址 430200 湖北省武汉市江夏区阳光大道1号

(72)发明人 徐卫林 夏治刚 刘欣 曹根阳

陈军 叶汶祥

(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001

代理人 王敏锋

(51)Int.Cl.

D02G 3/36(2006.01)

D01H 4/16(2006.01)

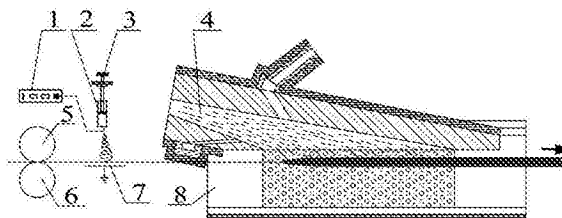
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法

(57)摘要

本发明涉及一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法,属纺织加工技术领域。本发明采用在摩擦纺纱机上的每一对摩擦辊筒和与其对应的喂丝装置之间设置静电纺丝装置,静电纺丝装置的静电喷丝头与接收板的接收面之间形成静电喷丝区,从静电喷丝头纺出的纳米纤维持续喷射到途经静电纺丝区的长丝表面上,附有纳米纤维的长丝继续前行至摩擦辊筒之间时,与牵伸后的短纤维须条汇合,复合摩擦加捻成纱,纳米纤维大幅增加微米级短纤维间、微米级短纤维与长丝间的接触抱合,提高最终成纱强力和成纱结构稳定性。本发明将纳米静电纺丝与长丝摩擦复合纺纱结合,解决了纯纳米纤维纺纱绝对强力低,无法高速顺利生产的问题。



1. 一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法,包括静电纺丝装置与摩擦纺纱机,其特征在于:在摩擦纺纱机上的每一对摩擦辊筒(8)和与其对应的喂丝装置之间设置静电纺丝装置,静电纺丝装置的接收板(7)呈平板状,接收板(7)的接收平面与喂丝装置的喂丝罗拉(6)、压辊(5)之间的水平公切面平行,且位于该水平公切面的下方,静电纺丝装置的静电喷丝头(2)位于该水平公切面的上方,静电喷丝头(2)和接收板(7)的接收平面之间形成静电纺丝区,静电喷丝头(2)通过管道连接到静电纺丝装置的计量泵(3)上;

纺纱时,从长丝卷装上退绕下来的长丝经喂丝装置的喂丝罗拉(6)、压辊(5)形成的握持钳口,沿喂丝罗拉(6)和压辊(5)的水平公切面途经静电纺丝装置的静电喷丝头(2)和接收板(7)之间时,在静电纺丝区的高压静电作用下,从静电喷丝头(2)纺出的纳米纤维持续喷射途经静电纺丝区的长丝上,纳米纤维缠绕在长丝表面上,缠绕有纳米纤维的长丝继续前行喂入至摩擦辊筒(8)之间时,经摩擦纺纱机牵伸系统牵伸后的短纤维须条经输纤通道(4)喂入到摩擦辊筒(8)之间与缠绕有纳米纤维的长丝进行汇合,汇合后的缠绕有纳米纤维的长丝、短纤维须条在摩擦辊筒(8)高速旋转作用下加捻成纱,加捻形成的纱线依次经引纱罗拉、导纱器、卷绕槽筒,最终卷绕到筒管上。

## 一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法,属纺织加工技术领域。

### 技术背景

[0002] 纱线的结构直接决定纱线性能。线密度不同的环锭纱线,其平均孔隙率一般都在10%-30%之间,但不同线密度纱线的平均孔隙率有差异,纱线越粗,平均孔隙率越大;在环锭纱截面上中间层的孔隙率最小,呈现出紧密结构,纱线外层的孔隙率最大,呈现出松弛结构。较大的纱线孔隙率是纱线具有较大的蓬松、透气性能的主要因素,但孔隙率较大,纱体内纤维间连接较松散,导致纱线内纤维间抱合力下降,纱线强度降低的问题。

[0003] 摩擦纺纱是以机械与空气相结合来吸附凝聚纤维,在吸附凝聚纤维的同时,借助摩擦力由回转尘笼摩擦辊对须条进行搓动加捻成纱。摩擦纺纱是一种工艺流程短、设备简易、低速高产的纺纱方法,对原料纤维长度、花色等要求低,经济效益高。该纺纱方法在1973年,被弗勒尔首先在奥地利申请专利,并以发明者姓名的缩写,命名为DREF纺纱。1974年,弗勒尔公司研制出DREF-I型摩擦纺纱机。经改进提高,1975年在国际纺机展览会上首次展出DREF-2摩擦纺纱机,1977年投放市场。1978年,弗勒尔公司研制出DREF-3摩擦纺纱机。到1986年,DREF型摩擦纺纱机已售出6000多头(三头或六头为一机),遍及美国、英国、德国、瑞士、捷克斯洛伐克、南北美洲、欧洲、亚洲等60多个国家。摩擦纺纱方法是用尘笼吸附凝聚纤维须条、搓辊搓动纤维须条或转动尘笼搓动纤维须条,实现对纤维须条的加捻,最终获得内部纤维呈层捻包缠构象的纱线,纱线内部纤维之间缺少内外转移,纤维之间抱合力差,成纱强力低。因此,当纤维弯曲刚度大,纺纱时不易在搓辊或转动尘笼的搓捻作用下有效转曲、缠绕和加捻成纱,摩擦纺纱成纱难度大;由于摩擦纺纱线成纱结构中纤维缺少内外转移,抱合力不足,当纺制高支纱时,喂入到摩擦滚成纱区内的纤维量少,成纱强力过低,无法进行有效加捻成纱。因此摩擦纺不能生产高支纱,一般所纺最低纱支在90特左右。

[0004] 针对模量较低的柔弱低级或下脚料纤维进行摩擦纺纱,纤维输送到凝聚尘笼上时有两种方式:垂直输送和倾斜输送。其中采用垂直输送方式输送纤维时,由于纤维原料非常柔弱,纤维一端先接触到尘笼表面时突然静止,另一端在惯性力作用下就会发生弯折,会造成输送到尘笼凝聚面的纤维产生较多的弯钩、打圈、中间对折、无规则弯曲缠绕等,使得纤维在成纱之前排列差,摩擦成纱强力下降,纱线品质差;为解决上述问题,英国Masterspinner摩擦纺纱机将纤维的输送方向由垂直该进为倾斜于纱轴线一个角度(15°-30°),改善了纤维输送状态,保证了纤维有效成纱长度和成纱强力,大幅度提升纤维摩擦纺纱的成纱品质。然而针对模量较高的麻类精纺原料纤维进行摩擦纺纱,至今还无有效的解决方法。

[0005] 复合纺纱技术是解决摩擦纺纱技术的纺纱强力低、无法对刚度大、弹性高的难纺纤维进行高品质成纱、无法纺制高支纱等问题主要途径,如中国专利申请号201510358978.X,公开日2015.09.30,发明创造名称为“一种摩擦纺芳纶1414包玻璃长丝的

高强隔热基布及其制备方法”；中国专利申请号201510121613.5，公开日2015.07.08，发明创造名称为“一种新型纳米级静电摩擦纺纱装置”。上述申请公案的共同点在于：提供了传统长丝包芯摩擦纱的生产方法，将卷装成形良好的长丝经张力导丝器沿摩擦纺纱机摩擦辊筒轴向，喂入到两个平行摩擦辊筒中间，沿垂直于摩擦辊筒方向，短纤维须条经喂给罗拉进入分梳辊，被分梳成单纤维状的纤维流，纤维流在风力作用下，经纤维通道垂向进入两个平行摩擦辊筒中间，与喂入到两个平行摩擦辊筒中间的长丝汇合加捻成纱，其中长丝位于中部，不发生内外转移，短纤维以层捻包缠在长丝的外围，最终形成长丝包芯的摩擦纺复合纱线。由于所述的长丝与短纤维之间为层捻包缠结构，特别是所用的长丝为经工业化牵伸、定型、卷绕成形良好的卷装形式，长丝为集聚为一体类似圆柱形的线性状，长丝中单丝更无法有效分散到摩擦成纱区短纤维流中，各根单丝无法在线与短纤维进行有效散开复合，长丝只能位于复合纱线芯部，没有发生内外转移，长丝与短纤维层捻包覆层缺少充分的混合，没有改善摩擦纺纱线内部单丝与短纤维之间抱合力，因此就不能大幅改善成纱强力，也就不能解决摩擦纺生产高支纱的难题，而且长丝包芯摩擦纺纱线的短纤维层捻包缠部分易磨损脱落，纱线结构稳定性差、耐磨等级低。

[0006] 纳米纤维直径处在1nm-100nm范围内，具有孔隙率高、比表面积大、长径比大、表面能和活性高等性能优势，体现出优异的增强、抗菌、拒水、过滤等功能，应用在分离过滤、生物医疗、能源材料、聚合物增强、光电传感等领域。如将纳米纤维加工成宏观纱线，将可采用现代纺织手段生产出各类功能医用、功能服装、工业面料等制品，将突破传统纺织产品性能和价值，应用前景广阔；目前将纳米材料加工成纱线主要以纯纳米纱线加工技术的尝试为主：中国知识产权局2005年11月09日公开的发明专利“纳米纤维纱线、带和板的制造和应用”，专利申请号ZL201310153933.X，该申请公案提供了一种采用平行铺放的带状或板状碳纳米管阵列，进行抽拉加捻形成纳米纱线的方法，并将纳米带或纱用于复合增强有机聚合物、制作电极、光学传感器等领域；中国知识产权局2013年09月27日公开的发明专利“一种取向纳米纤维纱线连续制备装置及方法”，专利申请号ZL201310454345.X，该申请公案提出采用自制旋转加捻装置，将纳米纺丝所制作的纤维直接加捻卷绕成线性状材料。但是纳米纤维本身形状尺度太细，纤维绝对强力低，特别是碳纳米纤维具有脆性高的特征，导致纯纳米纤维进行扭转加捻成纱后，纤维受到严重损伤和破坏，据报道纳米纤维加捻成纱时纳米纤维扭转断裂较多，没有发挥出纳米纤维的力学优势，所纺纱线远远低于预期的理论效果。基于纯纳米纤维纱的技术问题和瓶颈，中国知识产权局2012年11月01日公开的发明专利“纳米纤维与长丝复合纱线的纺纱装置及纺纱方法”，专利申请号ZL201210433332.X，该申请公案提供了一种采用在静电纺丝的同时，向两个纳米纤维接收盘上引入长丝，使纳米纤维粘附在两根纳米长丝上，然后再将两根长丝进行加捻并合，得到具有纳米纤维的超高比表面积和长丝的高强力特性的长丝/纳米纤维复合纱；该申请公案虽然克服了纳米纤维自身强力低，难以纯纺成纱的难题，但只涉及长丝伴和纳米纤维加捻成纱，而常规大规模纺织加工是天然、化学短纤维纺纱，因此该申请公案所涉及加工应用范围狭小，未解决和实现纺织工业领域常规短纤维的纳米复合纺纱生产。基于上述技术问题和瓶颈，特别是纳米纤维与常规棉纤维复合成纱的技术生产需求，中国知识产权局2013年11月20日公开的发明专利“一种纳米纤维混纺复合纱线的制备方法”，专利申请号ZL201310586642.X，该申请公案提出了一种在梳棉工序，采用静电纳米纺丝直接喷射到梳棉机输出的棉网上，与棉网混合后

制成棉/纳米纤维条,再将棉/纳米纤维条经粗纱、细纱等工序制成混纺复合纱线的方法,该方法看似简单、有效地将纳米纤维与棉纤维复合在一起,但该方法存在先天性的原理和实际生产问题:关键问题在于纳米纤维比表面积大,与常规棉纤维之间的粘附和抱合力强,这种情况下,棉条在粗纱、细纱工序的牵伸过程中,棉纤维之间将难以自由、顺畅地进行相对滑移,多出现弯钩、牵伸困难、牵伸不匀等现象,导致最终加捻纺制的纱线品质差,不能实现高功能、高品质纳米复合纱线的生产和加工。中国知识产权局2011年08月04日公开的发明专利“一种在纱线或纤维束表面制备纳米纤维涂层的方法及系统”,专利申请号ZL201110221637.X,该申请公案提供了一种采用纱线从在纺丝喷头的喷口与收集器之间通过时,纱线表面直接受到喷口的纳米喷丝喷涂作用,形成一层纳米涂层膜的方法;很明显,该申请公案属于喷涂法,纳米纤维没能进入到纱体内,不能与纱线内部的短纤维之间形成优良的抱合作用,必将在后续使用和加工过程中,导致纳米涂覆层从纱线表面脱离或磨损脱落,产品耐久性差。因此,纳米纤维太细、生产中牵伸不足,存在强力过低、粘附和耐久性差,涂覆在织物表面易磨损脱落、不能常规纺纱加工,导致纳米纤维在纺织工业化生产中,只能少量的加工成无纺布或纳米膜,尚无法进行批量高速纺织加工生产,严重制约纳米纤维的纺织工业化应用。

## 发明内容

[0007] 针对长丝摩擦复合纺纱时常规短纤维与长丝之间抱合力不足、纳米纤维尚未实现高功能高品质纳米纱线生产的技术难题,本发明目的在于提供一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法。为了实现上述目的,其技术解决方案为:

[0008] 一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法,包括静电纺丝装置与摩擦纺纱机,该方法采用在摩擦纺纱机上的每一对摩擦辊筒和与其对应的喂丝装置之间设置静电纺丝装置,静电纺丝装置的接收板呈平板状,接收板的接收平面与喂丝装置的喂丝罗拉、压辊之间的水平公切面平行,且位于该水平公切面的下方,静电纺丝装置的静电喷丝头位于该水平公切面的上方,静电喷丝头和接收板的接收平面之间形成静电纺丝区,静电喷丝头通过管道连接到静电纺丝装置的计量泵上。

[0009] 纺纱时,从长丝卷装上退绕下来的长丝经喂丝装置的喂丝罗拉、压辊形成的握持钳口,沿喂丝罗拉和压辊的水平公切面途经静电纺丝装置的静电喷丝头和接收板之间时,在静电纺丝区的高压静电作用下,从静电喷丝头纺出的纳米纤维持续喷射途经静电纺丝区的长丝上,纳米纤维缠绕在长丝表面上,缠绕有纳米纤维的长丝继续前行喂入至摩擦辊筒之间时,经摩擦纺纱机牵伸系统牵伸后的短纤维须条经输纤通道喂入到摩擦辊筒之间与缠绕有纳米纤维的长丝进行汇合,汇合后的缠绕有纳米纤维的长丝、短纤维须条在摩擦辊筒高速旋转作用下加捻成纱,加捻形成的纱线依次经引纱罗拉、导纱器、卷绕槽筒,最终卷绕到筒管上。

[0010] 由于采用了以上技术方案,与现有技术相比,本发明的纳米静电纺丝与短纤维摩擦纺纱一体化成纱的方法,其优点在于:本发明采用在摩擦纺纱机上的每一对摩擦辊筒和与其对应的喂丝装置之间设置静电纺丝装置,静电纺丝装置的接收板呈平板状,静电纺丝装置的静电喷丝头位于接收板的接收平面上方,静电喷丝头和接收板的接收平面之间形成静电纺丝区,使得静电喷丝头纺出的纳米纤维连续喷向接收板的接收面时,喷射到途经静

电纺丝装置的静电喷丝头和接收板之间的长丝上,并缠绕在长丝上,缠绕有纳米纤维的长丝继续前行喂入至摩擦辊筒之间时,经摩擦纺纱机牵伸系统牵伸后的短纤维须条经输纤通道喂入到摩擦辊筒之间与缠绕有纳米纤维的长丝进行汇合,克服了“以往在梳棉工序时短纤维网内加入纳米纤维,造成后续短纤维条或短纤维粗纱内纤维抱合力大,牵伸困难和牵伸效果差,导致最终成纱条干、纱疵、毛羽等品质性能恶化”的技术难题;汇合后的缠绕有纳米纤维的长丝、短纤维须条在摩擦辊筒高速旋转作用下加捻成纱,实质上是形成了长丝/微/纳纤维复合纱线,长丝/微/纳纤维复合纱线内纳米纤维增加微米级短纤维之间、微米级短纤维与长丝之间的接触抱合,大幅提高长丝摩擦复合成纱强力和成纱结构稳定性,有效解决了长丝摩擦复合纺纱时常规短纤维与长丝之间抱合力不足的问题。由于本发明本质上是将纳米纺丝与长丝摩擦复合纺纱有机结合在一起,长丝摩擦复合纺纱为骨架,保证含有纳米纤维的长丝摩擦复合纱线的高速顺利生产,解决了纯纳米纤维纺纱绝对强力低,无法高速顺利生产的问题;纳米纺丝形成的纳米纤维网为填充和增强抱合,大幅提高长丝摩擦复合纱线的条干和强力等成纱品质,解决了目前纳米纤维尚未实现高功能高品质纳米纱线技术问题。本发明所涉及的设备改造简单,操作使用方便。

## 附图说明

[0011] 图1为本发明的工艺流程示意图。

## 具体实施方式

[0012] 下面结合附图对本发明的一种纳微尺度增强纤维成纱的长丝摩擦复合纺纱方法作进一步详细描述。

[0013] 见附图。

[0014] 针对长丝摩擦复合纺纱时常规短纤维与长丝之间抱合力不足、纳米纤维尚未实现高功能高品质纳米纱线生产的技术难题,本发明采用在摩擦纺纱机上的每一对摩擦辊筒8和与其对应的喂丝装置之间设置静电纺丝装置,静电纺丝装置的接收板7呈平板状,接收板7的接收平面与喂丝装置的喂丝罗拉6、压辊5之间的水平公切面平行,且位于该水平公切面的下方,静电纺丝装置的静电喷丝头2位于该水平公切面的上方,静电喷丝头2和接收板7的接收平面之间形成静电纺丝区,静电喷丝头2通过管道连接到静电纺丝装置的计量泵3上,静电喷丝头3与接收板7的接收面之间的垂直距离大于等于30毫米,距离越大,所纺纳米纤维越细,纳米静电喷丝头3通过连通管接到计量泵2上;纺纱时,从长丝卷装上退绕下来的长丝经喂丝装置的喂丝罗拉6、压辊5形成的握持钳口,沿喂丝罗拉6和压辊5的水平公切面途经静电纺丝装置的静电喷丝头2和接收板7之间时,接收板7的接收面与长丝之间的距离为7毫米,纳米纺丝液经计量泵3注入静电喷丝头2,纳米纺丝液可采用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)质量分数为8%的乙醇溶液,或丝素蛋白含量为12%的甲醇溶液等,纳米纺丝液经计量泵3分别注入纳米静电喷丝头2,纳米静电喷丝头2通过导线外接10KV-100KV的高压直流电源1,接收板7通过导线进行接地,使得纳米静电喷丝头2与接收板7之间形成高压静压场,在静电纺丝区的高压静电作用下,从静电喷丝头2纺出的纳米纤维持续喷射途经静电纺丝区的长丝上,纳米纤维缠绕在长丝表面上,缠绕有纳米纤维的长丝继续前行喂入至摩擦辊筒8之间时,经摩擦纺纱机牵伸系统牵伸后的短纤维须条经输纤通道4喂入到摩擦辊筒8之间与缠绕

有纳米纤维的长丝进行汇合,克服了“以往在梳棉工序时短纤维网内加入纳米纤维,造成后续短纤维条或短纤维粗纱内纤维抱合力大,牵伸困难和牵伸效果差,导致最终成纱条干、纱疵、毛羽等品质性能恶化”的技术难题;汇合后的缠绕有纳米纤维的长丝、短纤维须条在摩擦辊筒8高速旋转作用下加捻成纱,实质上是形成了长丝/微/纳纤维复合纱线,长丝/微/纳纤维复合纱线内纳米纤维增加微米级短纤维之间、微米级短纤维与长丝之间的接触抱合,大幅提高长丝摩擦复合成纱强力和成纱结构稳定性,有效解决了长丝摩擦复合纺纱时常规短纤维与长丝之间抱合力不足的问题;加捻形成的纱线依次经引纱罗拉、导纱器、卷绕槽筒,最终卷绕到筒管上。通常采用的静电纺丝都适用于本方法。

[0015] 采用规格为30D/24f长丝作为芯纱,6.0克/米的麻50/棉50的混纺纤维条作为原料,纺制43.3tex纱线,采用时,采用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)质量浓度为8%、乙醇(EA)为92%的PVB纳米纺丝溶液,纳米静电喷丝头2的头端与接收板7的接收面之间的距离为60毫米,纳米静电喷丝头2通过导线外接电压为60KV的高压直流电源1;对比实现结果表明:与原纱相比,本发明生产的复合纱体内生含有2.0%的PVB纳米纤维,PVB纳米纤维直径分布为70-150纳米,成纱强力提高8%,长丝与短纤维之间的滑移大幅降低,表明复合成纱结构稳定性提高。

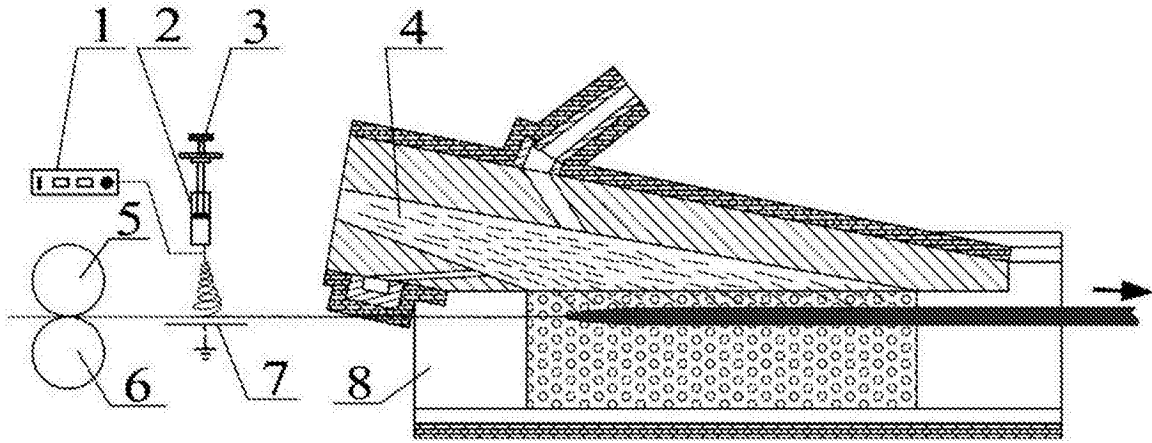


图1