

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

D01D 5/08 (2006.01)

D01D 10/02 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99120000.4

[45] 授权公告日 2008年3月12日

[11] 授权公告号 CN 100374631C

[22] 申请日 1999.11.11 [21] 申请号 99120000.4

[73] 专利权人 东华大学

地址 200051 上海市延安西路 1882 号

[72] 发明人 杨崇倡 王华平 谭志银 魏蕊

杨军亮 廖凤英 朱洪飞 郭磊

孙瑞玉 冯经明 马世龙 周哲

陈菱茜 庞兆智

[56] 参考文献

US4902461 1990.2.20

热管纺丝中若干工艺和设备参数的试验分析. 徐晓辰. 金山油化纤, 第2期. 1999

审查员 茅红

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 刘立平

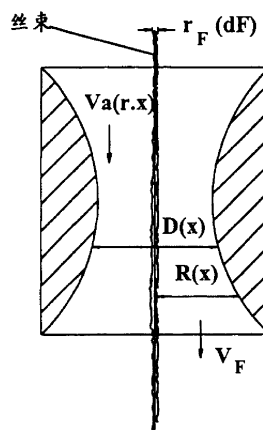
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称

合成纤维体生产用纺丝方法

[57] 摘要

一种合成纤维生产用纺丝方法, 该方法包括如下步骤: 熔融聚酯从喷丝孔挤出, 并经侧吹风窗作初步冷却; 丝束分别进入二个以上加热管, 运动的丝束在该加热管内形成的空气流场和温度场中一步完成拉伸、取向结晶; 上油、加网络, 以 2000 ~ 8000 米/分的卷绕速度卷绕得到所述的全伸展丝; 其中, 所述加热管中至少一个的管横截面圆内径是变化的, 加热管的温度处于其中至少一个加热, 并处于室温 - 260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围, 三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系, 以形成一温度场。藉此, 制得从细旦到粗旦的多品种合成纤维长丝或复丝。



1. 一种合成纤维生产用纺丝方法，所述方法包括如下步骤：

(1) 熔融聚酯从喷丝孔挤出，并经侧吹风窗作初步冷却；

(2) 丝束分别进入二个以上加热管，运动的丝束在该加热管内形成的空气流场和温度场中一步完成拉伸、取向结晶；

(3) 上油、加网络，以 2000~8000 米 / 分的卷绕速度卷绕得到所述的全伸展丝；

其特征在于，

所述加热管中至少一个的管横截面圆内径是变化的，所述加热管的温度处于其中至少一个加热，并处于室温 - 260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围，所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

2. 如权利要求 1 所述的合成纤维生产用纺丝方法，其特征在于，

所述加热管处于 120 - 260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围，所述三个加热温度区段的温度范围为 120℃ ~ 200℃、160 ~ 240℃、200 ~ 260℃ 的三个加热温度区段，所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

3. 如权利要求 1 所述的合成纤维生产用纺丝方法，其特征在于，

所述加热管处于 120 - 260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围，所述三个加热温度区段的温度范围为 140℃ ~ 180℃、160 ~ 220℃、200 ~ 240℃ 的三个加热温度区段，所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

4. 如权利要求 1 所述的合成纤维生产用纺丝方法，其特征在于，

所述加热管处于 120 - 260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围，所述三个加热温度区段的温度范围为 160℃ ~ 180℃、190 ~ 200℃ 和 210℃ ~ 240℃ 的三个加热温度区段，所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

---

## 合成纤维体生产用纺丝方法

### 技术领域

本发明涉及一种新型的合成纤维生产用纺丝装置及纺丝方法，更具体地说，本发明涉及一种新型的合成纤维生产用变径热管、使用该热管的纺丝装置及纺丝方法。

### 背景技术

迄今为止，为纺制大分子晶体结构处于最佳取向状态的长丝等合成纤维，以往的FDY（Full Drawn Yarn）丝，又名“全拉伸丝”通常是用两只拉伸辊对丝束作人为的拉伸。例如，申请号为“96101385”、申请人为德国巴马格股份有限公司的“生产复丝的方法”的中国发明专利申请等，采用了一或二对加热的牵伸辊对丝束进行拉伸。但所述方法对纤维大分子结构中的“结晶区”和“无定型区”的控制往往不够理想。又，由于制造聚酯长丝的二步法工艺通常具有成本高和后加工能力不足等缺陷，因此，近二、三十年来，人们一直致力于制造聚酯等合成纤维长丝的一步法工艺的研究。其中，最主要的基本法纺丝工艺有：纺丝速度在4000米/分以上、在一个加热管中同时进行拉伸和定型的熔融热管纺丝方法。

所述热管纺丝方法的关键在于，通过热管进行拉伸、加热的热管纺丝装置。所述热管通常为一其中设有一或多个加热温度区域的拉伸通道的管状装置。所述的热管纺丝方法通常是将合成纤维熔体自喷丝头挤出后，经侧吹风窗初步冷却，进入设于侧吹风窗下游至卷绕部分之间的热管装置，经侧吹风窗初步冷却的合成纤维丝经热管中不同温度区的拉伸和加热（定型），获得所需纤维大分子结构。

例如，德国巴马格（Bamarg）股份公司的申请号为“89103411”、发明名称为“纺丝设备”的中国专利申请公开了一种纺丝设备，所述纺丝设备系将从喷丝头出来的合成纤维束首先冷却，然后以4500米/分的或更大的丝速拉出。接着，行进中的合成纤维束再次在一个加热管中加热。加热管可沿丝的行程，在导向装置上移动和定位。由此，使得所述合成纤维束的屈服过程始终在加热管中适当的温度下发生。

又如，德国的巴马格公司还曾生产了一种TCS热管，以用于TCS工艺，然

而，该装置能耗大（联苯加热，0.5KW/束丝），笨重（热管带热箱共重1.5吨），纺丝时需用14Kg的高压吸枪；另外，纺丝速度也须在4000米/分以上，其工艺仍旧是先冷却，后加热，且，伸长不易控制在30%以下。

再如，申请人为美国的赫希斯特人造丝公司、申请号为“91103046.8”、发明名称为“一种用于纺制合成可熔纺聚合物的设备”的中国专利申请公开了一种用于纺制合成可熔纺聚合物的纺丝设备，所述纺丝设备主要包括：一个纺丝箱体；一根长度大于5米、并具有二个端点的长形的隔热管，所述管的一端与所述纺丝箱体相连；一个用于减少湍流的装置固定在管的第二端内；一个用于汇聚纤维的装置固定在管第二端的邻近部位。

上述类似工艺存在的问题是：所需纺丝（卷绕）速度都在4000米/分以上；在纺丝成形的机理和过程上，都是在纺丝线上先冷却，以完成部分取向丝（POY）的纺丝工艺，然后，再加热、牵伸得到全牵伸丝。这样，上述纺丝方法或者投资较大，生头困难；或者适用范围有限；或者丝条在纺丝过程中的伸长控制困难，难以推广。另外，所述热管虽然可作成具有不同温度段的加热区，但无法自由调节热管内纺丝的张力及温度场的变化；从而，无法改变及获得所需的最佳纤维的结构和性能；无法获得多种性能、风格各异的丝及复丝。另外，以3000~4000米/分之间的速度高速纺丝得到的纤维丝为一种部分取向（予取向）的丝（Pre-Oriented Yarn, POY）。

同时，上述以往技术仍存在着其纺丝过程的抗干扰性差、条干易不匀、品种范围较窄及纺丝不稳定的问题。

对此，申请人为中国纺织大学吴嘉麟等人、申请号为“96104116”、发明名称为“聚酯全伸展丝的高速一步法纺丝工艺、装置及其锡克斯热管”的中国专利申请公开了一种聚酯纤维的纺丝工艺及其装置，一种聚酯长丝FSY（全伸展丝）的高速、一步法纺丝工艺、装置及该装置中所用的一种热管—应力诱导取向结晶纺丝（Stress Induced Crystall Spinning, 简称SICS, 锡克斯）热管。

上述发明藉由在喷丝板下方的侧吹风窗侧安放一个应力诱导取向结晶纺丝热管—简称SICS（锡克斯）热管，即可在高温条件下，使纤维中的无规取向的大分子网络在临界的非平衡相变条件下，一步取向结晶，完成一步法纺丝的主要工序，制得丝的旦数范围广、强度大、染色性能优异的全伸展聚酯丝。

然而，上述锡克斯热管及其纺丝装置和工艺仍无法自由调节热管内纺丝的张力及温度场的变化，从而，改变及获得所需的最佳纤维的结构和性能，获得多种性能、风格各异的丝及复丝。另外，为获得均匀的纺丝应力，上述吴嘉麟

等人的纺丝装置中还使用了多颗价格昂贵的蓝宝石和红宝石，这样，易影响加工操作及丝束性能，且使其制造成本显著增高。

本发明人经研究后发现：在高温状态下，当丝通过热管时，丝处于张力及受热状态。张力使丝的内部产生内应力，发生应力诱导取向结晶，而受热的结果则又发生热致结晶。设计热管内壁曲线，即横截面圆的直径，可改变热管内的空气流场，使丝上所受的作用力发生变化，导致应力变化，并应力诱导取向结晶的结晶点位置及结晶度也发生变化。与此同时，变径曲线不同，所受辐射热也不同。改变热管的加热温度也是使通过热管的丝束性能产生差异的另一有效途径。在一定的温度下，丝束达到一定的卷绕速度时，可形成预取向丝(POY)，进一步提高卷绕速度，可形成全取向丝(FDY)。所纺制的丝受热均匀，染色性能优异，形成具有不同性能、风格的产品。

本发明人经研究后又发现：采用多个，尤其是采用二个以上上述本发明的变径热管进行同板异性纺丝，各设计不同的管内壁的曲线直径和加热温度，可形成由如缩水率、结晶度、染色性能各异的单丝组成的复丝，扩大热管纺丝的品种。由此完成了本发明。

## 发明内容

本发明的目的之一在于：提供一种合成纤维纺丝用变径热管；所述变径热管具有各种变化的管内壁曲线，对所述热管的不同段分别加以不同范围的温度，在2000~8000米/分、特别是3000~6000米/分的纺丝速度下，可形成不同的空气流场和温度场，在张力及热作用下，使丝内部发生应力诱导结晶和热致结晶；藉此，调节丝的结晶点和结晶度，制得从细旦到粗旦(20 dtex-300 dtex/丝，0.4-6 dtex/单纤)的任一品种的聚酯丝。所述聚酯丝具有优异的染色均匀性、可染性、强度及伸长。

本发明的又一目的在于，提供一种合成纤维生产用的纺丝装置，所述纺丝装置采用一个或二个以上的前述变径热管，藉由对上述二个以上的变径热管实施不同的管内壁曲线和温度，在2000~8000米/分、特别是3000~6000米/分的纺丝速度下，可形成相互各异的空气流场和温度场；在张力及热作用下，使丝的内部发生应力诱导结晶和热致结晶；藉此，调节丝的结晶点和结晶度，制得从细旦到粗旦(20 dtex-300 dtex/丝，0.4-6 dtex/单纤)、染色均匀性、可染性、强度及伸长均优异的复丝。所述的复丝由如缩水率、结晶度、染色性能各异的单丝组成。

本发明的再一目的在于，提供一种合成纤维生产用纺丝方法，所述纺丝方

法系采用一个或二个以上上述变径热管，藉由对上述一或多个变径热管实施不同的管内壁曲线和温度，在 2000~8000 米 / 分、特别是 3000~6000 米 / 分的纺丝速度下，可形成相互各异的空气流场和温度场，在张力及热作用下，使丝的内部发生应力诱导结晶和热致结晶；藉此，调节丝的结晶点和结晶度，制得从细旦到粗旦（20 dtex-300 dtex/丝，0.4-6 dtex/单纤）、染色均匀性、可染性、强度及伸长均优异的复丝。所述复丝由如缩水率、结晶度、染色性能各异的单丝组成。藉此，扩大合成纤维的热管纺丝的品种。

本发明的变径热管及使用该热管的纺丝装置设计、制造简便、能耗低，维修方便；可适用于多种场合；采用本发明的变径热管及纺丝装置的纺丝方法制造合成纤维长丝纺丝工艺流程短，易于操作；成本低廉，可以纺制从细旦到粗旦的多品种合成纤维丝。

本发明的变径热管结构如下：

一种其中间构成纤维拉伸通道、管壁由加热层和保温层构成的加热管，其管内壁的纵截面曲线，即，管横截面圆内径可以变化。

本发明的变径热管为一长 1.0~2.5m、外径  $\phi$  3.0~6.0cm、内径  $\phi$  1.5~5.0mm 的金属加热管。

优选的是，本发明的变径热管长 1.5~2.5m、外径  $\phi$  4.0~5.0cm、内径  $\phi$  2.5~4.5mm。

为获得加热均匀、染色性能优异的纤维长丝，较好的是，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一内向（凸）弯曲的双曲线型，其内径尺寸为  $\phi$  2.5~4.5mm 的范围。

为获得加热均匀、染色性能优异的纤维长丝，较好的是，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一外向（凸）弯曲的双曲线型，其内径尺寸为  $\phi$  2.5~4.5mm。

为获得加热均匀、染色性能优异的粗旦纤维长丝，较好的是，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一内向弯曲的抛物线型，其内径尺寸为  $\phi$  2.5~4.5mm 的范围。

为获得高强、低收缩的合成纤维长丝，本发明变径热管的内壁纵截面曲线为二端直径不同的喇叭型，其二端内径之差在 2.0~4.5mm 的范围。

为获得加热均匀、染色性能优异的粗旦纤维长丝，较好的是，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一外向弯曲的抛物线型，其内径尺寸为  $\phi$  2.5~4.5mm 的范围。

为获得高收缩、性能优异的三异（异纤度、异截面、异收缩）的细旦至粗

且的纤维长丝，较好的是，本发明变径热管的内壁纵截面曲线为一具有二段以上（即，呈波浪型）的变径曲线型。

本发明的采用变径热管的纺丝装置由如下部分构成：

1. 喷丝器；2. 导丝板；3. 变径热管；4. 卷绕装置。

其特征在于，所述纺丝装置由一或二个以上的变径热管及零~二个不变径热管组成，所述变径及不变径热管为如上所述的长1.0~2.5m、外径 $\phi$ 3.0~6.0mm、内径 $\phi$ 2.0~5.0mm的金属加热管。

在采用二个以上上述热管的本发明的纺丝装置中，所述热管的温度处于其中至少一个加热，并处于室温-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围。所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

特别是，所述加热热管处于120-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围，形成一温度场。

上述处于室温-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围中，其中一或二个加热温度区段可不加热，所述不加热的温度区即指热管温度为30℃左右。

在有不加热热管的场合，所述不加热热管虽未经加热，但因受到其周围加热氛围的影响，所以，其温度通常为30℃左右。

上述处于120-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围通常为120℃~200℃、160~240℃、190~260℃的三个加热温度区段，所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

优选的是，上述处于120-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围通常为140℃~180℃、160~220℃、200~240℃的三个加热温度区段。

更加优选的是，上述处于120-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围通常为160℃~180℃、190~200℃和210℃~240℃的三个加热温度区段。

本发明采用由上述变径热管组成的纺丝装置的纺丝方法系由如下部分步骤：

1. 熔融聚合物从喷丝孔挤出，并经侧吹风窗作初步冷却；

2. 丝束进入分别进入二个以上的加热管，其中至少一个的管横截面圆内径是变化的，在使用两个本发明热管的场合，所述热管的温度可处于其中至少一个加热，并处于室温-260℃的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度

范围。所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

运动丝条在该加热管内形成的空气流场和温度场中一步完成拉伸、取向结晶。

3. 上油、加网络，以 2000~6000 米 / 分、特别是 3000~6000 米 / 分的卷绕速度卷绕得到所述的全伸展丝。

特别是，所述加热热管处于 120—260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围，形成一温度场。

上述处于室温—260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围中，其中一或二个加热温度区段可不加热，所述不加热的温度区即指热管温度为 30℃。

在有不加热热管的场合，所述不加热热管虽未经加热，但因受到其周围加热氛围的影响，其温度通常为 30℃ 左右。

上述处于 120—260℃ 的恒定或变化的、分为三个加热温度区段的温度范围通常为 120℃~200℃、160~240℃、200~260℃ 的三个加热温度区段，所述三区段的温度范围处于包括持平阶段在内的递增关系，以形成一温度场。

优选的是，在本发明的纺丝方法中，所述热管加热温度为 140℃~180℃、160~220℃、200~240℃ 的三个加热温度区段，所述长丝的卷绕速度在 3000~6000 米 / 分的范围。

更优选的是，在本发明的纺丝方法中，本发明的纺丝装置中的热管加热温度分作 160℃~180℃、190~200℃ 和 210℃~240℃ 的三个加热区段。

优选的是，在本发明的纺丝方法中，本发明的热管长 1.5~2.5m、外径  $\phi$  4.0~5.0cm、最小内径  $\phi$  2.0~3.0mm。

为获得加热均匀、染色性能优异的纤维长丝，较好的是，在本发明的纺丝方法中，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一内向弯曲的双曲线型，其内径尺寸为  $\phi$ 2.5~4.5cm 的范围。

为获得加热均匀、染色性能优异的纤维长丝，较好的是，在本发明的纺丝方法中，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一外向弯曲的双曲线型，其内径尺寸为  $\phi$ 2.5~4.5cm。

为获得加热均匀、染色性能优异的粗旦纤维长丝，较好的是，在本发明的纺丝方法中，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一内向弯曲的抛物线型，其内径尺寸为  $\phi$ 2.5~4.5cm 的范围。

为获得加热均匀、染色性能优异的粗旦纤维长丝，较好的是，在本发明的



纺丝方法中，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一外向弯曲的抛物线型，其内径尺寸为 $\phi 2.5 \sim 4.5\text{cm}$ 的范围。

为获得高强、低收缩的纤维长丝，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线以二端直径不同的喇叭型，其二端内径之差在 $2.0 \sim 4.5\text{cm}$ 的范围。

为获得高收缩、性能优异的三异（异纤度、异截面、异收缩）的细旦至粗旦的纤维长丝，较好的是，在本发明的纺丝方法中，本发明的变径热管的内壁纵截面曲线为一具有二段以上的变径曲线型。特别是以 $3000 \sim 6000$ 米/分的卷绕速度卷绕得到所述的全伸展丝。

特别优选的是，在本发明的纺丝方法中，本发明纺丝装置采用二个热管，以纺制三异复丝。

在本发明的变径热管的纺丝装置中，对每一热管中的加热片和电热丝以 $5 \sim 75\text{w}$  / 个的功率通电加热，使其中工作区温度保持在如上所述的范围。

本发明的变径热管及采用该变径热管进行纺丝的原理描述如下。

开放丝束（即，非集束状态下的丝束）中的每一根丝在热管中高速运行时，丝束表面与气流进行充分的磨擦接触，此时，丝束的运行速度越大，则摩擦力也越大，致使纺丝张力也增大。再调节热管中的温度场，可使得丝束应力大于纤维的屈服应力。此时，调整牵伸比，实现加热牵伸的目的。

改变变径热管的管壁内径，调节牵伸速度，可以改变变径热管内的空气流场，从而，可以改变纤维在热管中所受到的空气摩擦阻力及其牵伸点。同时，利用本发明热管的加热层和保温层，调节得到不同的温度场，组成了一个从输入（喷头）到输出（卷绕抽取）的稳态的非平衡系统。

从上述理论出发，在上述非平衡（细颈化取向结晶）的相变过程中，所述稳态区域中的临界参数，即，温度、应力和松弛时间（即，热管长度）的变化加以严格控制。在本发明中，即由变径热管来完成。

首先，见图1。图1所示为本发明的变径热管内的空气流场作用的示意图。

### 1. 纤维在空气流场中所受应力调节原理

根据空气动力学原理，一根纤维直径为 $d_f$ （半径 $r_f$ ），在变直径 $D(x)$ （半径 $R(x)$ ）的热管中向下运行时，由层流理论得到管内空气的径向速度 $V_a(r, x)$ 如下：

$$\frac{dV_{a1}(r, x)}{dr} = \frac{V_f}{r \ln \frac{R}{r}}$$

对  $r$  积分, 可得:

$$V_{a1}(r,x) = \int \frac{V_F}{r \ln \frac{R}{r}} dr$$

当  $R(x)$  变小时,  $V_{a1}(r,x)$  增加, 反之, 减少;

当  $r$  变小时,  $V_{a1}(r,x)$  增加, 反之, 减少;

$r=0$  时,  $V_{a1}(0,x) = V_F$ ;

当  $r=R(x)$  时,  $V_{a1}(R,x) = 0$ 。

对热管纺丝工艺而言, 丝束中有  $n$  更纤维,

$$V_{an}(r,x) = \sum_{a=1}^n V_{an} \quad (\text{中心对称分布})$$

$$R_e = 2V_{fr}R/v_0 \quad v_0 = \text{空气运动粘度}$$

$$V_{fr} = V_f - \bar{V}_{an} \quad V_{fr} = \text{空气相对运行速度}$$

$$\bar{V}_{an} = \int_0^R V_{an}(r,x) dr / \int_0^R r dr$$

而空气摩擦系数  $\alpha_{of} = C \frac{\lambda_0}{2R} \zeta^h$   $\lambda_0 = \text{空气导热系数};$

$$\zeta = 8[x/2R_e R]^{0.5} \quad x \text{ 为热管起始位置。}$$

显然, 随着丝束向热管下方运行,  $x$ ,  $R_e$ ,  $R$  等改变,  $\zeta$  改变,  $\alpha_{of}$  改变改变直径之后,  $\alpha_{of}$  在热管中的分别发生变化。直径变小时,  $\alpha_{of}$  增加, 即, 丝束摩擦力增加, 反之亦然。从而, 实现应力变化基调节。

## 2. 纤维在温度场中所受应力调节原理

在热管中, 从纤维的热平衡式  $\frac{dT}{dx}$  及空气流热平衡式  $\frac{dT_0}{dx}$  可知:

$R(x)$  变小,  $T_0(r,x)$  分布,  $T(r,x)$  分布均变化, 导致丝束稳定增加。

## 3. 纤维大分子结构中取向结晶及取向诱导结晶

纤维在成形过程中, 在应力、温度、速度场作用下, 产生取向和取向结晶:

$$\frac{d\Delta n}{dx} = \frac{A_{0p}}{V_f} \frac{dV_f}{dx} - \frac{\Delta n}{V\tau_m}$$

其中,  $\Delta n = \text{双折射表征取向程度}; A_{0p} = \text{应力光学系数}, \tau_m = \text{松弛时间谱}。$

当应力增加,  $\frac{dV_f}{dx} = \frac{a}{\eta_e A}$  增加,  $\Delta n$  增加。

双折射  $\Delta n$  增加, 可使结晶速率常数  $k(T, \Delta n)$  增加。  $10^3 - 10^5$  倍。从而, 导致

快速的取向诱导结晶。从而，达到调节纤维取向和结晶。

#### 4. 纤维结构与性能关系

纤维结构也决定纤维性能。例如，纤维收缩

$$S = K(1 - \theta)f_a + b$$

纤维收缩与取向度成正比，与结晶度 $\Delta_n$ 成反比。

采用不同或相同形状、状态的热管，同时采用不同的纺丝工艺，可以进行同一组份或不同组份的纺丝，得到结构不同的丝束，继而得到单组份、双组份等多组份的三异长丝及花色丝。

#### 附图说明

图 1 所示为本发明的变径热管内的空气流场作用示意图。

图 2 所示为本发明的一个实施例中其轴线纵截面为喇叭型的变径热管的剖视示意图。

图 3 所示为本发明的一个实施例中其轴线纵截面为外向凸曲（即，双曲线）型的变径热管的剖视示意图。

图 4 所示为本发明的一个实施例中其轴线纵截面为内向弯曲（双曲线）型的变径热管的剖视示意图。

图 5、6 所示分别为本发明的二个实施例中其轴线纵截面为二个曲线重复型的变径热管的剖视示意图。

图 7 所示为采用本发明的变径热管的纺丝装置的纺丝流程示意图。

图中，1 为喷丝板，2 为侧吹风微冷却装置，3 为热管，4 为上油嘴，5 为网络喷嘴，6 为卷绕装置。a 为加热层，b 为保温层。

#### 具体实施方式

以下，参照附图，结合实施例，更详细地说明本发明。

##### 实施例 1

使用外向凸曲双曲线型变径热管纺制 120 D/36f 涤纶的纺丝工艺及装置

使用一个如图 3 所示的外向凸曲双曲线型变径热管，36 孔的喷丝板纺制涤纶长丝。所述变径热管长 1.5m，内径 2.0~4.5mm。距离喷丝板 80cm。喷丝板孔径为 0.23mm， $L/D=2.5$ 。纺丝温度为 290℃。热管加热温度设定为 180℃，200℃及 220℃的三区段。纺丝箱体温度在 280~290℃范围。

侧吹风窗的冷却吹风速度为 0.4 m/秒，温度 25℃，空气的 RH 为 65%。使热管均匀散热，从而，在丝条、热管和侧吹风窗之间建立起稳定的热传导系统。

使用本实施例的外向凸曲线型变径热管纺丝，卷绕速度为 4200 米/分，切片的特性粘度 $[\eta]=0.65$  dl/g，喷丝板的孔径为 0.23，孔数为 48 孔。纺丝纤维的总旦数达 120 dtex。纺制的长丝强度为 3.5 CN/dtex，伸长 35%，伸不匀为 4.2%，乌斯特条干不匀率为 1.05%，沸水收缩率为 8%。

上述聚酯长丝的各种性能指标系采用工业化生产中测量聚酯牵伸丝的一般方法和仪器进行的，所遵照的标准为 GB 8 9 6 0 / 8 8。

#### 实施例 2

使用内向凸曲双曲线型变径热管纺制 120 D/36f 涤纶的纺丝工艺及装置

使用一个如图 4 所示的内向凸曲双曲线型变径热管，36 孔的喷丝板纺制涤纶长丝。热管加热温度设定为 130℃，160℃及 190℃的三区段。其它同实施例 1。

纺丝纤维的总旦数达 120 dtex。纺制的长丝的强度为 3.2 CN/dtex，伸长 42%，伸不匀为 4.4%，乌斯特条干不匀率为 1.05%，沸水收缩率为 62%。

#### 实施例 3

使用波浪曲线型变径热管纺制 120D/36f 阳离子改性涤纶的纺丝工艺及装置

除了使用一个如图 5 所示的波浪曲线型变径热管，所述曲线呈双曲线型，纺丝温度为 284℃，热管加热温度设定为 180℃，200℃及 220℃的三区段，切片的特性粘度 $[\eta]=0.60$  dl/g，含水率为 28ppm，纺丝速度 3500m/分，其它如同实施例 1，纺制得到阳离子改性涤纶低缩水丝。纺丝纤维的总旦数达 128 dtex。纺制的长丝强度为 3.15 CN/dtex，伸长 38%，伸不匀为 4.4%，乌斯特条干不匀率为 1.07%，沸水收缩率为 30%。

#### 实施例 4

使用一外向凸曲线型变径热管纺制 120 D/36f 阳离子改性涤纶高缩水丝的纺丝工艺及装置

除了使用一个如图 3 所示的外向凸曲线型变径热管，所述曲线呈抛物线型，纺丝温度为 284℃，热管加热温度设定为 130℃，160℃及 190℃的三区段，卷绕速度为 3000m/分之外，其它如同实施例 3，纺制得到阳离子改性涤纶高收缩丝。纺丝纤维的总旦数达 128 dtex。纺制的长丝强度为 3.0 CN/dtex，伸长 35%，伸不匀为 4.4%，乌斯特条干不匀率为 1.10%，沸水收缩率为 58%。

#### 实施例 5

使用双变径热管纺制 200 d/72f 的涤纶复丝的纺丝工艺及装置

热管之一使用一个如图 3 所示的外向凸曲双曲线型变径热管，内径 2.5-4.5mm，热管加热温度设定为 160℃，190℃及 220℃的三区段，卷绕速度

5000m/分。热管二除了使用直线型热管，内径 3.3cm，热管加热温度设定为 180℃，180℃及 220℃的三区段之外，其它如同实施例 1。纺制得到涤纶单组份收缩丝。纺丝纤维的总旦数达 200 dtex/72f。其中，热管一为 120 d/36f，热管二为 80 d/36f。纺制的长丝强度为 3.52 CN/dtex，伸长 30%，伸不匀为 4.2%，沸水收缩率为 32%，沸水收缩率差为 18%。

#### 实施例 6

使用双变径热管纺制三异涤纶纤维复丝的纺丝工艺及装置

热管之一使用一个如图 4 所示的内向凸曲双曲线型变径热管，内径 3.5mm，加热温度为恒定的 150℃；对应左侧 48 孔、 $d=0.2$ ， $4d=2.5$  的喷丝板；热管二使用如图 5 所示的波浪型热管，内径 3.3mm，热管加热温度设定为 200℃，240℃及 255℃的三区段。对应右侧 16 孔、三叶形、叶长 0.3mm、叶宽 0.1mm、孔深 1.2 的喷丝板。其它如同实施例 1，纺制得到三异（异截面、异纤度、异收缩）的三异复丝。纺制的长丝强度为 3.4CN/dtex，伸长 35%，伸不匀为 4.2%，沸水收缩率为 36%，沸水收缩率差为 28%，异纤度比为 2.5:5=1:2。

#### 实施例 7

使用双变径热管纺制阳离子改性涤纶（CDPET）/涤纶（PET）纤维复丝的纺丝工艺及装置

除了 PET 切片的特性粘度  $[\eta]=0.65$  dl/g，CDPET 切片的特性粘度  $[\eta]=0.60$  dl/g 之外，PET 的其它纺丝工艺如同实施例 1，CDPET 的其它纺丝工艺如同实施例 4，纺制得到阳离子改性涤纶（CDPET）/涤纶（PET）纤维复丝。纺丝纤维的总旦数达 240 dtex/72f。纺制的长丝强度为 3.4 CN/dtex，伸长 43%，沸水收缩率为 29%，沸水缩水率差为 28%。

#### 实施例 8

使用双变径热管纺制阳离子改性涤纶（CDPET）/涤纶（PET）纤维复丝的纺丝工艺及装置

除了 PET 对应如图 4 所示的双曲线型、内径尺寸 2.5~3.5mm 的热管一，CDPET 切片的特性粘度  $[\eta]=0.60$  dl/g 之外，PET 的其它纺丝工艺如同实施例 1，CDPET 的其它纺丝工艺如同实施例 4，纺制得到阳离子改性涤纶（CDPET）/涤纶（PET）纤维复丝。纺丝纤维的总旦数达 240 dtex / 72f。纺制的长丝强度为 3.4 CN/dtex，伸长 43%，沸水收缩率为 29%，沸水缩水率差为 28%。

#### 实施例 9

使用双热管纺制涤纶单组份异收缩丝的纺丝工艺及装置

采用一直线型热管作为热管一，其内径为 3.3mm，长 1.65cm，不加热，即，

保持于大约 30℃ 的温度。另一热管为其二端内径分别为 2.5mm 和 3.8mm（近喷丝板端）的喇叭型热管，热管加热温度设定为 150℃，180℃ 及 210℃ 的三区段。CDPET 切片的特性粘度  $[\eta] = 0.65 \text{ dl/g}$  之外，纺丝温度 290℃，切片含水率 25ppm，喷丝板孔径 0.23mm， $L/D = 2.5$ ，冷却吹风速 0.4m/秒，25℃，RH65%。卷绕速度 4200m/分。纺制得到涤纶单组份异收缩丝。纺丝纤维的总旦数达 200 dtex / 72f（其中热管一为 125 dtex / 48f，热管二为 75 dtex / 24f）。纺制的长丝强度为 3.48CN/ dtex，伸长 30%，沸水收缩率为 27%，沸水缩水率差为 20%。

#### 实施例 10

##### 使用双热管纺制涤纶单组份三异丝的纺丝工艺及装置

热管一采用直线型热管，其内径为 3.3mm，长 1.65cm，热管加热温度设定为 180℃，200℃ 及 250℃ 的三区段。热管二采用一如图 4 所示的内向凸曲双曲线型热管，内径 1.5~4.0mm。不加热，即其温度约为 30℃。喷丝板孔径 0.24mm， $L/D = 2.5$ 。

24 孔的喷丝板的三叶叶长 0.3mm，叶宽 0.1mm，叶深 0.6mm。36 孔的喷丝板单孔孔径 0.2mm，孔深 0.6mm。纺丝速度 5600m/分。其它如同实施例 9，纺制得到涤纶单组份三异收缩丝。纺丝纤维的总旦数达 150 dtex / 796f（68 dtex / 36f + 48 dtex / 36f + 36 dtex / 24f 三叶）。纺制的三异丝强度为 3.6CN/ dtex，伸长 30%，沸水收缩率为 32%，沸水缩水率差为 21%。

综上所述，本发明纺丝方法系采用一或多个上述变径热管，藉由对上述一或多个变径热管实施不同的管内壁曲线和温度，在 2000~8000 米 / 分、特别是 3000~6000 米 / 分的纺丝速度下，可形成相互各异的空气流场和温度场，在张力及热作用下，使丝的内部发生应力诱导结晶和热致结晶；藉此，调节丝的结晶点和结晶度，藉此，制得从细旦到粗旦（20 dtex - 300 dtex/ 丝，0.4-6 dtex/ 单纤）、染色均匀性、可染性、强度及伸长均优异的复丝。所述复丝由如缩水率、结晶度、染色性能各异的单丝组成。藉此，扩大合成纤维的热管纺丝的品种。本发明所纺丝的丝包括由涤纶、改性聚酯产生、尼龙 6 及尼龙 66 等熔融纺丝系列、异形纤维系列等的灰色长丝、三异长丝及符合共纺长丝等。

本发明的变径热管及其纺丝装置设计、制造简便、能耗低，维修方便；可适用于多种场合；采用本发明的变径热管及纺丝装置的纺丝方法制造合成纤维长丝纺丝工艺流程短，易于操作；成本低廉，可以纺制从细旦到粗旦（20dtex-300dtex/丝，0.4-6dtex/单纤）的任一品种的聚酯多品种丝。

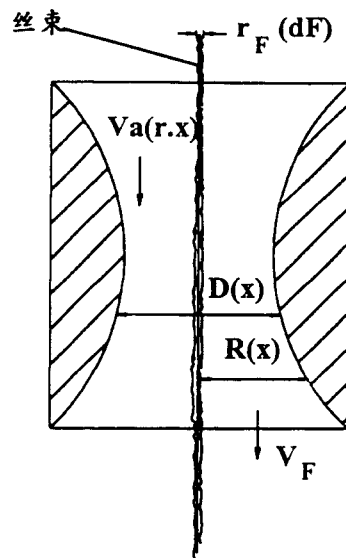


图 1

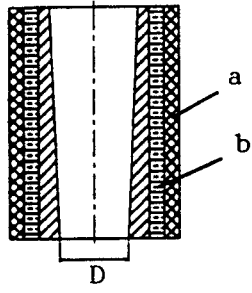


图 2

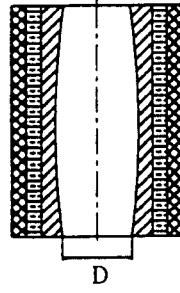


图 3

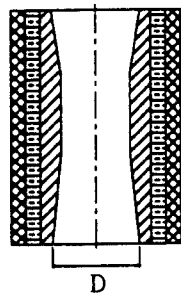


图 4

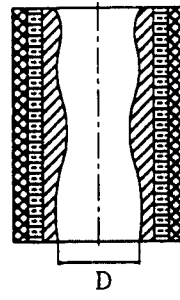


图 5

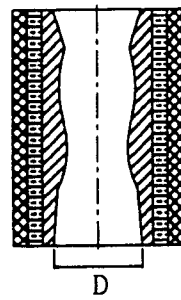


图 6



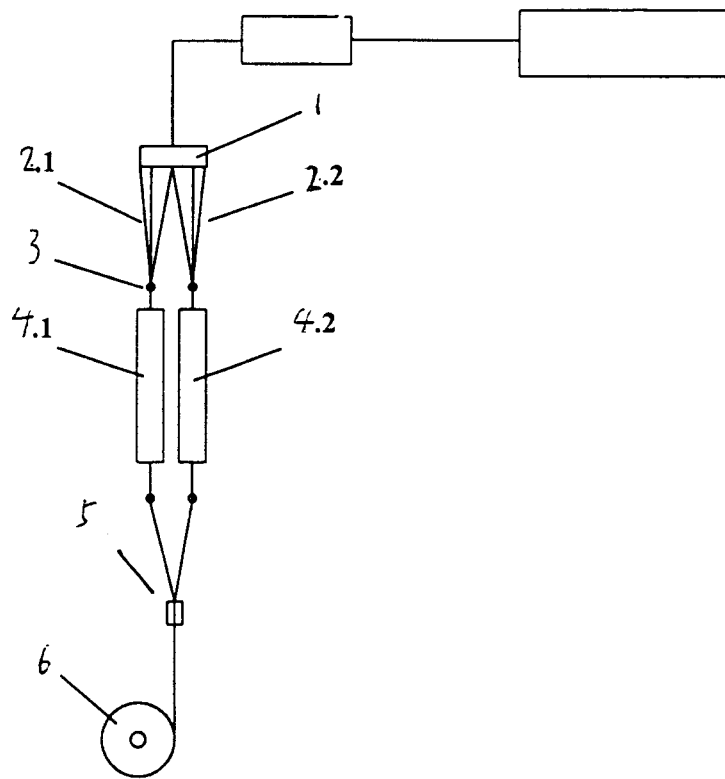


图 7