

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810014185.6

[51] Int. Cl.

D01F 8/06 (2006.01)

D01D 1/04 (2006.01)

D01D 5/08 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 7 月 30 日

[11] 公开号 CN 101230501A

[22] 申请日 2008.2.26

[21] 申请号 200810014185.6

[71] 申请人 山东爱地高分子材料有限公司

地址 271108 山东省莱芜市莱城区辛庄工业  
项目集中区园区路 06 号山东爱地高分  
子材料有限公司

[72] 发明人 任 意 胡建国

权利要求书 2 页 说明书 10 页

[54] 发明名称

一种采用超高分子量聚乙烯与低密度聚乙烯  
共混熔融制备高强聚乙烯纤维的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种采用超高分子量聚乙烯与低  
密度聚乙烯共混熔融制备高强聚乙烯纤维的方法，  
其特征在于它由选择原材料、按比例混合均匀、采  
用双螺杆挤出机共混熔融、制备初生纤维并拉伸、  
进入两个油浴槽内进行拉伸、进入水洗浴槽去除纤  
维表面的油剂、干燥并制成高强聚乙烯纤维的生产  
步骤完成。该方法与目前的高强聚乙烯纤维的制备  
方法相比，具有生产流程短、设备相对简单、原料  
消耗少、能耗低、生产成本低，并且单线产能易于  
提高，可以实现大规模工业化生产，满足日常民用  
领域应用的需求。

1、一种采用超高分子量聚乙烯与低密度聚乙烯共混熔融制备高强聚乙烯纤维的方法，其特征在于它由以下生产步骤完成：

(一)、选择原材料：

原材料的选用标准为：超高分子量聚乙烯的数均分子量为 120—180 万，低密度聚乙烯的数均分子量为 2.5—4 万；

(二)、按比例混合均匀：

将选用的原材料按低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的重量配比比例为 2—10：1 的比例配合，并进行搅拌混合均匀；

(三)、采用双螺杆挤出机共混熔融：

将低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的混合物，加入双螺杆挤出机内共混熔融，熔融温度为 150—300℃；

(四)、制备初生纤维并拉伸：

该聚乙烯熔体经纺丝箱上的喷丝板喷出，喷出速度为 3—5m/min，再经空气侧吹风装置对喷出的纺丝冷却成型，冷风温度为 20—35℃，风速为 5—8 米/秒，则制成初生纤维，再用导丝辊拉伸，拉伸倍数为 2—6 倍；

(五)、进入两个油浴槽内进行拉伸：

纺丝成型的初生纤维，先后经导丝辊送入盛有甘油的两个油浴槽内，在油浴槽中纤维被均匀的拉伸，油浴温度为 100—130℃，油浴中的总牵伸倍数为 3—12 倍；

(六)、进入水洗浴槽，去除纤维表面的油剂：

---

经两个油浴槽内的导丝辊拉伸后的纤维，再进入水洗浴槽内进行水洗，水洗浴槽内盛有含异构醇醚表面活性剂的水，水浴温度为80—95℃；

(七)、干燥并制成高强聚乙烯纤维：

经水洗后的纤维通过烘干除去纤维中含有的水份，并卷绕成筒，即得到拉伸强度为15—30g/d的高强聚乙烯纤维。

# 一种采用超高分子量聚乙烯与低密度聚乙烯共混熔融制备高强聚乙 烯纤维的方法

## 技术领域

本发明涉及一种高强聚乙烯纤维制备方法的改进，具体的说是一种强度为 15—30g/d 的采用超高分子量聚乙烯与低密度聚乙烯共混熔融制备高强聚乙烯纤维的方法。

### 背景技术

高强聚乙烯纤维，是采用分子量在 100 万以上的超高分子量聚乙烯生产的具有高强度和模量的合成纤维材料，在国际上将高强聚乙烯纤维、芳纶、碳纤维称之为三大高性能纤维材料，其中超高分子量聚乙烯纤维因具有高强度、高模量、低密度的特点，所以在现代化战争与防御装备、宇航与航空方面发挥了极其重要的作用，在民用领域也得到了越来越广泛的应用，其生产方法主要采用熔融挤出纺丝法和冻胶纺丝—超拉伸法等。

中国专利CN1539033 公开了一种强度为 15cN/dtex 以上的高强度聚乙烯纤维，该纤维是以重均分子量在 300000 以下、重均分子量和数均分子量之比在 4.0Mw/Mn 以下的聚乙烯为原料经熔融纺丝生产的，采用此种生产方法，由于熔体的超高粘度使其基本无流动性，从而导致纺丝的困难，所以该发明所述的方法很难实现工业化的生产。

自上世纪 70 年代末期，荷兰 DSM 公司利用溶液冻胶纺丝—超拉伸的方法，实现了超高分子量聚乙烯的工业化生产。这种方法是利用

一种溶剂溶解超高分子量聚乙烯，使柔性的聚乙烯大分子链在溶剂的稀释下解除过度的缠结，原液经喷丝孔挤出后经冷却产生相分离，得到具有折叠链片晶和束缚分子网络结构的初生冻胶丝，后经脱溶剂以及超倍后拉伸得到具有伸直链结构的高强聚乙烯纤维。

在荷兰专利 NL7900990 和美国专利 US4344908 当中，提到了利用十氢奈作为溶剂溶解超高分子量聚乙烯制备纺丝原液，原液经喷丝板喷出后经空气或水冷却形成一种初生的冻胶丝，经脱溶剂和超倍热拉伸得到具有伸直链结晶的高强聚乙烯纤维，强度最高可以达到 35g/d 以上。

在欧洲专利 EP0064167、EP0205960，以及美国专利 US430577 中，提到了利用煤油或白油为溶剂溶解超高分子量聚乙烯制备纺丝原液，后经冻胶纺丝、萃取、干燥和超倍热拉伸等过程，同样制得了具有伸直链结晶的高强聚乙烯纤维。

以上方法生产的高强聚乙烯纤维，其目标均追求高强度，其生产出的高强聚乙烯纤维的强度均在 30g/d 以上，但在许多应用领域，仅要求高强聚乙烯纤维的强度在 10—30g/d 之间即可，且这一领域的市场需求很大，造成了市售产品中强度在 30g/d 以下的纤维普遍短缺。对于强度在 30g/d 以下的纤维，如果采用冻胶纺丝—超拉伸方法生产，由于生产工艺难以控制、装备复杂、且需要消耗大量的溶剂，使得产品的价格相对较高，这就在很大程度上阻碍了高强聚乙烯纤维生产规模的扩大及其应用推广。

在以往的超高分子量聚乙烯熔融纺丝的研究中，往往使用单一的

超高分子量聚乙烯原料进行熔融挤出，由于熔体的流动性很差，只能进行超高压纺丝，无法实现工业化生产；而利用低分子量的聚乙烯进行熔融纺丝时，由于熔融聚合物中分子链间的缠结点非常多，导致结晶取向度程度低，从而得不到高强度的纤维。

目前尚未见利用共混熔融纺丝方法生产强度在 15—30g/d、模量在 400—1000g/d 的高强聚乙烯纤维的报道。

### 发明内容

本发明的目的在于提供一种强度为 15—30g/d、模量为 400—1000g/d、采用超高分子量聚乙烯与低密度聚乙烯共混熔融制备高强聚乙烯纤维的方法。

为达到以上目的，本发明所采用的技术方案是：该一种采用超高分子量聚乙烯与低密度聚乙烯共混熔融制备高强聚乙烯纤维的方法，其特征在于它由以下生产步骤完成：

#### (一)、选择原材料：

原材料的选用标准为：超高分子量聚乙烯的数均分子量为 120—180 万，低密度聚乙烯的数均分子量为 2.5—4 万；

#### (二)、按比例混合均匀：

将选用的原材料按低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的重量配比比例为 2—10: 1 的比例配合，并进行搅拌混合均匀；

#### (三)、采用双螺杆挤出机共混熔融：

将低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的混合物，加入双螺杆挤出机内共混熔融，熔融温度为 150—300℃，从而获得一种粘度适合拉

伸的聚乙烯熔体，按此比例配比，超高分子量聚乙烯增加了低密度聚乙烯分子间束缚点的强度，使后拉伸更容易进行；

(四)、制备初生纤维并拉伸：

该聚乙烯熔体经纺丝箱上的喷丝板喷出，喷出速度为3—5m/min，再经空气侧吹风装置对喷出的纺丝冷却成型，冷风温度为20—35℃，风速为5—8米/秒，则制成初生纤维，再用导丝辊拉伸，拉伸倍数为2—6倍；

(五)、进入两个油浴槽内进行拉伸：

纺丝成型的初生纤维，先后经导丝辊送入盛有甘油的两个油浴槽内，在油浴槽中纤维被均匀的拉伸，油浴温度为100—130℃，油浴中的总牵伸倍数为3—12倍，采用油浴拉伸的优点是温度易控，纤维拉伸均匀，试验表明，在温度低于100℃的条件下拉伸时，纤维内部形变困难，要达到一定的拉伸倍数，则产生强迫拉伸，纤维内部张力较大，易导致拉伸的不均匀，拉伸出的纤维强度也较低；在温度高于130℃的条件下拉伸时，则由于分子运动的加剧，大分子链易于产生滑移，从而导致强度下降，甚至出现粘并或熔断的现象，因此，油浴温度应严格控制在100—130℃范围内；

(六)、进入水洗浴槽，去除纤维表面的油剂：

经两个油浴槽内的导丝辊拉伸后的纤维，再进入水洗浴槽内进行水洗，水洗浴槽内盛有含异构醇醚表面活性剂的水，水浴温度为80—95℃，在该水洗浴槽中拉伸纤维表面的油剂被去除；

(七)、干燥并制成高强聚乙烯纤维：

经水洗后的纤维通过烘干除去纤维中含有的水份，并卷绕成筒，即得到拉伸强度为 15—30g/d 的高强聚乙烯纤维。

该工艺生产出的高强聚乙烯纤维，在厂内经过检测，其拉伸强度为 15—30g/d，模量为 400—1000g/d，断裂伸长率为 2.5—3.5%，合格率高于 98%，该产品通过制成绳索、渔网应用，完全符合使用要求。

本发明的有益效果在于：与目前的高强聚乙烯纤维的制备方法相比，具有生产流程短、设备相对简单、原料消耗少、能耗低、生产成本低，并且单线产能易于提高，可以实现大规模工业化生产，满足日常民用领域应用的需求。

### 具体实施方式

#### 实施例 1

##### (一)、选择原材料：

原材料的选用标准为：超高分子量聚乙烯的数均相对分子量为 180 万，低密度聚乙烯的数均分子量为 2.5 万；

##### (二)、按比例混合均匀：

将选用的原材料按低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的重量配合比例为 10：1 的比例配合，并进行搅拌混合均匀；

##### (三)、采用双螺杆挤出机共混熔融：

将低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的混合物，加入双螺杆挤出机内共混熔融，熔融温度为 150—300℃，从而获得一种粘度适合拉伸的聚乙烯熔体；

##### (四)、制备初生纤维并拉伸：

该聚乙烯熔体经纺丝箱上的喷丝板喷出，喷出速度为 3m/min，再经空气侧吹风装置对喷出的纺丝冷却成型，冷风温度为 20℃，风速为 5 米/秒，则制成初生纤维，再用导丝辊拉伸，拉伸倍数为 2 倍；

(五)、进入两个油浴槽内进行拉伸：

纺丝成型的初生纤维，先后经导丝辊送入盛有甘油的两个油浴槽内，在油浴槽中纤维被均匀的拉伸，第一油浴槽内的温度为 115℃，其导丝辊的牵伸倍数为 4 倍，第二油浴槽内的温度为 130℃，其导丝辊的牵伸倍数为 3 倍；在两个油浴槽中的总拉伸倍数为 12 倍；

(六)、进入水洗浴槽，去除纤维表面的油剂：

经两个油浴槽内的导丝辊拉伸后的纤维，再进入水洗浴槽内进行水洗，水洗浴槽内盛有含油异构醇醚表面活性剂的水，水浴温度为 80℃，在该水洗浴槽中拉伸纤维表面的油剂被去除；

(七)、干燥并制成高强聚乙烯纤维：

经水洗后的纤维通过烘干除去纤维中含有的水份，并卷绕成筒，即得到拉伸强度为 15g/d 的高强聚乙烯纤维。

该工艺生产出的高强聚乙烯纤维，在厂内经过检测，其拉伸强度为 15g/d，模量为 410g/d，断裂伸长率为 3.5%，合格率为 99%，该产品通过制成绳索、渔网应用，完全符合使用要求。

## 实施例 2

(一)、选择原材料：

原材料的选用标准为：超高分子量聚乙烯的数均相对分子量为 120 万，低密度聚乙烯的数均分子量为 4 万；

(二)、按比例混合均匀:

将选用的原材料按低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的重量配  
合比例为 2: 1 的比例配合, 并进行搅拌混合均匀;

(三)、采用双螺杆挤出机共混熔融:

将低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的混合物, 加入双螺杆挤出  
机内共混熔融, 熔融温度为 150—300℃, 从而获得了一种粘度适合  
拉伸的聚乙烯熔体;

(四)、制备初生纤维并拉伸:

该聚乙烯熔体经纺丝箱上的喷丝板喷出, 喷出速度为 5m/min,  
再经空气侧吹风装置对喷出的纺丝冷却成型, 冷风温度为 35℃, 风  
速为 8 米/秒, 则制成初生纤维, 再用导丝辊拉伸, 拉伸倍数为 6 倍;

(五)、进入两个油浴槽内进行拉伸:

纺丝成型的初生纤维, 先后经导丝辊送入盛有甘油的两个油浴槽  
内, 在油浴槽中纤维被均匀的拉伸, 第一油浴槽内的温度为 120℃,  
其导丝辊的牵伸倍数为 3 倍, 第二油浴槽内的温度为 130℃, 其导丝  
辊的牵伸倍数为 2 倍; 总牵伸倍数为 6 倍;

(六)、进入水洗浴槽, 去除纤维表面的油剂:

经两个油浴槽内的导丝辊拉伸后的纤维, 再进入水洗浴槽内进行  
水洗, 水洗浴槽内盛有含油异构醇醚表面活性剂的水, 水浴温度为  
95℃, 在该水洗浴槽中拉伸纤维表面的油剂被去除;

(七)、干燥并制成高强聚乙烯纤维:

经水洗后的纤维通过烘干除去纤维中含有的水份, 并卷绕成筒,

即得到拉伸强度为 20g/d 的高强聚乙烯纤维。

该工艺生产出的高强聚乙烯纤维，在厂内经过检测，其拉伸强度为 20g/d，模量为 510g/d，断裂伸长率为 2.7%，合格率为 98%，该产品通过制成绳索、渔网应用，完全符合使用要求。

### 实施例 3

#### (一)、选择原材料:

原材料的选用标准为：超高分子量聚乙烯的数均相对分子量为 160 万，低密度聚乙烯的数均分子量为 3 万；

#### (二)、按比例混合均匀:

将选用的原材料按低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的重量配合比例为 5：1 的比例配合，并搅拌混合均匀；

#### (三)、采用双螺杆挤出机共混熔融:

将低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的混合物，加入双螺杆挤出机内共混熔融，熔融温度为 150—300℃，从而获得一种粘度适合拉伸的聚乙烯熔体；

#### (四)、制备初生纤维并拉伸:

该聚乙烯熔体经纺丝箱上的喷丝板喷出，喷出速度为 4m/min，再经空气侧吹风装置对喷出的纺丝冷却成型，冷风温度为 25℃，风速为 6 米/秒，则制成初生纤维，再用导丝辊拉伸，拉伸倍数为 6 倍；

#### (五)、进入两个油浴槽内进行拉伸:

纺丝成型的初生纤维，先后经导丝辊送入盛有甘油的两个油浴槽内，在油浴槽中纤维被均匀的拉伸，第一油浴槽内的温度为 100℃，

其导丝辊的牵伸倍数为 3.5 倍，第二油浴槽内的温度为 130℃，其导丝辊的牵伸倍数为 2 倍；总牵伸倍数为 7 倍；

(六)、进入水洗浴槽，去除纤维表面的油剂：

经两个油浴槽内的导丝辊拉伸后的纤维，再进入水洗浴槽内进行水洗，水洗浴槽内盛有含油异构醇醚表面活性剂的水，水浴温度为 90℃，在该水洗浴槽中拉伸纤维表面的油剂被去除；

(七)、干燥并制成高强聚乙烯纤维：

经水洗后的纤维通过烘干除去纤维中含有的水份，并卷绕成筒，即得到拉伸强度为 30g/d 的高强聚乙烯纤维。

该工艺生产出的高强聚乙烯纤维，在厂内经过检测，其拉伸强度为 30g/d，模量为 980g/d，断裂伸长率为 2.8%，合格率为 98%，该产品通过制成绳索、渔网应用，完全符合使用要求。

#### 实施例 4

(一)、选择原材料：

原材料的选用标准为：超高分子量聚乙烯的数均相对分子量为 160 万，低密度聚乙烯的数均分子量为 3 万；

(二)、按比例混合均匀：

将选用的原材料按低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的重量配比比例为 4：1 的比例配合，并搅拌混合均匀；

(三)、采用双螺杆挤出机共混熔融：

将低密度聚乙烯与超高分子量聚乙烯的混合物，加入双螺杆挤出机内共混熔融，熔融温度为 150—300℃，从而获得一种粘度适合拉

伸的聚乙烯熔体；

(四)、制备初生纤维并拉伸：

该聚乙烯熔体经纺丝箱上的喷丝板喷出，喷出速度为 4m/min，再经空气侧吹风装置对喷出的纺丝冷却成型，冷风温度为 25℃，风速为 6 米/秒，则制成初生纤维，再用导丝辊拉伸，拉伸倍数为 5 倍；

(五)、进入两个油浴槽内进行拉伸：

纺丝成型的初生纤维，先后经导丝辊送入盛有甘油的两个油浴槽内，在油浴槽中纤维被均匀的拉伸，第一油浴槽内的温度为 115℃，其导丝辊的牵伸倍数为 4 倍，第二油浴槽内的温度为 130℃，其导丝辊的牵伸倍数为 2 倍；总牵伸倍数为 7 倍；

(六)、进入水洗浴槽，去除纤维表面的油剂：

经两个油浴槽内的导丝辊拉伸后的纤维，再进入水洗浴槽内进行水洗，水洗浴槽内盛有含油异构醇醚表面活性剂的水，水浴温度为 90℃，在该水洗浴槽中拉伸纤维表面的油剂被去除；

(七)、干燥并制成高强聚乙烯纤维：

经水洗后的纤维通过烘干除去纤维中含有的水份，并卷绕成筒，即得到拉伸强度为 27g/d 的高强聚乙烯纤维。

该工艺生产出的高强聚乙烯纤维，在厂内经过检测，其拉伸强度为 27g/d，模量为 810g/d，断裂伸长率为 2.9%，合格率为 99%，该产品通过制成绳索、渔网应用，完全符合使用要求。