[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[6]
D01F 6/84

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92103680.9

[45]授权公告日 1999 年 12 月 22 日

[11]授权公告号 CN 1047634C

[22]申请日 92.4.11 [24]颁证日 99.9.18
[21]申请号 92103680.9
[73]专利权人 纳幕尔杜邦公司
地址 美国特拉华州
[72]发明人 R·J·科林斯
H·R·E·弗兰克福特
S·B·约翰逊 B·H·诺克斯
小 E·E·莫斯特
[56]参考文献
JP－A－55062209 1980. 5.10 B01F3/00
US4529368 1985. 7.16 B01F2/55
审查员 封钧祥

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 杨丽琴

权利要求书 5 页 说明书 67 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 纺丝—取向的聚酯细丝及其制备方法

[57]摘要

通过选择聚合物的粘度和纺丝条件,用简化的直接纺丝—取向的方法制备聚酯 细丝,这种细丝具有优异的机械性能和均匀性,并且更可取地具有良好的可染 性和缩率的平衡。

ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 旦数约为 1-0.2 的纺丝-取向的聚酯细丝的制备方法，其中

(i)所选择的聚酯聚合物的相对粘度(LRV)约为 13-23，零剪切熔点($T_M°$)约为 240-265℃，玻璃化转变温度(Tg)约为 40-80℃；

(ii)将上述聚酯熔化和加热到高于表观聚合物熔点(T_M)a的温度(Tp)范围约为 25-55℃；

(iii)将得到的熔体过滤，其中停留时间(tr)少于约 4 分钟；

(iv)以约 0.07-约 0.7 克/分的质量流速(W)将过滤了的熔体通过纺丝板丝孔挤出，选用的丝孔的截面面积(Ac)约为 125×10^{-6} cm^2 至 1250×10^{-6} cm^2，其长度(L)和直径(D_{RND})是这样的，以致(L/D_{RND})比值至少约为 1.25 和少于约 6；

(v)防止挤出的熔体在从纺丝板丝孔射出后的至少约 2 cm 但少于约(12 $dpf^{1/2}$)cm 的一段距离(LDQ)内直接冷却，其中 dpf 是纺丝-取向的聚酯长丝的单丝旦数；

(vi)将挤出的熔体冷却到低于聚合物的玻璃化转变温度(Tg)，并将它变细到表观纺丝线应变(εa)约为 5.7-7.6，表观纺丝线内应力(σa)约为 0.045-0.195 g/d；

(vii)然后在约为 50-140 cm 的距离(Lc)处，用一个低摩擦表面将冷却了的长丝集束成复丝束；

(viii)以约为 2-6 km/min 的卷绕速度(V)，将复丝束卷绕起来。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中所述的聚酯含有约 1-约 3 摩尔%的亚乙基-5-M-硫代间苯二酸酯，其中的 M 是碱金属阳离子。

3. 根据权利要求 1 的方法，其中所述的聚酯基本上是聚对苯二甲酸乙二醇酯，该酯由第一种亚烃基二氧结构单元 A[-O-C_2H_4-O-]和亚烃基二羰基结构单元 B[-(O)C-C_6H_4-C(O)-]交替组成并用较少量的不同于上述第一种交替的亚烃基二氧结构单元 A 和亚烃基二羰基结构单元 B 的其他亚烃基二氧结构单元 A 和/或亚烃基二羰基结构单元 B 对上述聚酯

进行改性而使聚酯聚合物具有约为 240-265℃的零剪切熔点($T_M°$)和约为 40-80℃的玻璃化转变温度(Tg)。

4. 根据权利要求 1 的方法，其中表观纺丝线应变(εa)约为 6-7.3，并控制表观纺丝线内应力(σa)，以获得由延伸率为 7%时的强度(T_7)表示的平均取向，该强度(T_7)的范围约为 0.5-1.75 g/d。

5. 根据权利要求 1-4 中任何一项的方法，其中聚合物温度(Tp)大约高于表观聚合物熔点(T_M) a 30-50℃，纺丝板丝孔的截面面积(Ac)约为 125 × 10^{-6} cm^2 至 750 × 10^{-6} cm^2，挤出长丝的密度(# C/Ao)约为 2.5-25 根长丝/cm^2；用温度(Ta)约低于聚合物玻璃化转变温度(Tg)，速度(Va)约为 10-30m/min 的径向空气进行上述冷却，上述集束是通过在大约 50-(50 + 90 $dpf^{1/2}$) cm 的距离(Lc)处的计量给油尖端导丝器进行的，卷绕速度(V)约为 2-5km/min。

6. 根据权利要求 1-4 中任何一项的方法，其中长丝旦数约为 0.6-0.2，旦数散布(DS)小于约 2%。

7. 纤度为约 1-0.2 单丝旦数的纺丝-取向的聚酯长丝，其中所述的聚酯的特征在于相对粘度(LRV)约为 13-23，零剪切聚合物熔点($T_M°$)约为 240-265℃，聚合物玻璃化转变温度约为 40-80℃；上述细丝的进一步特征在于:

(i)煮沸收缩率(S)小于约最大的潜在缩率(Sm)，其中 Sm = [(550-E_B) / 6.5]%，并且断裂伸长度(E_B)%约为 40-160%;

(ii)在高于聚合物玻璃化转变温度(Tg)大约 5-30℃的最高温度 T(ST_{max})时，最大收缩张力(ST_{max})约为 0.05-0.2 g/d;

(iii)延伸率为 7%时的强度(T_7)约为 0.5-1.75 g/d，这样以致于[$(T_B)_n/T_7$]的比值至少约为($5/T_7$)，其中$(T_B)_n$是标准的断裂强度，以及断裂伸长度(E_B)约为 40-160%;

(iv)平均沿终端方向的旦数散布(DS)低于约 4%。

8. 根据权利要求 7 的长丝，例如特别适于用作拉伸喂入丝，其特征在于，煮沸收缩率(S)和干热收缩率(DHS)均是至少约 12%，断裂伸长

率(E_B)约为 80-160%，延伸率为 7%时的强度(T_7)约为 0.5-1 g/d。

9. 根据权利要求 7 的长丝，例如特别适于用作直接使用的纺织丝，其特征在于收缩率差(△S)小于约 + 2%，其中煮沸收缩率(S)和干热收缩率(DHS)均约为 2-12%，以致收缩后的长丝旦数小于约 1；T_7 约为 1-1.75 g/d，(E_B)约为 40-90%，后屈服模量(Mpy)约为 2-12 g/d。

10. 根据权利要求 7 的长丝，其中该长丝具有进行均匀冷拉伸的能力，其特征在于收缩率差(△S)小于约 + 2%，其中煮沸收缩率(S)和干热收缩率(DHS)均约为 2-12%，冷结晶的开始温度 Tcc(DSC)低于约 105℃，瞬时拉伸模量(Mi)至少约为 0。

11. 拉伸了的纺丝-取向的聚酯长丝，其中该长丝具有煮沸收缩后约为 1-0.2 dpf 的旦数 dpf (ABO)，其中所述的聚酯的特征在于相对粘度(LRV)约为 13-23，零剪切聚合物熔点($T_M°$)约为 240-265℃，聚合物玻璃化转变温度(Tg)约为 40-80℃；并且上述拉伸了的长丝的进一步特征在于:

(i)煮沸收缩率(S)和干热收缩率(DHS)均约为 2-12%。

(ii)延伸率为 7%时的强度(T_7)至少约为 1 g/d，以致[$(T_B)_n$ / T_7]之比至少约为($5/T_7$)，其中$(T_B)_n$ 是标准的断裂强度，断裂伸长度(E_B)约为 15-55%，

(iii)后屈服模量(Mpy)约为 5-25 g/d，

(iv)平均沿终端方向的旦数散布(DS)小于约 4%。

12. 膨化变形的纺丝-取向的聚酯长丝，其中该长丝的纤度约为 1-0.2 dpf (在煮沸收缩后)，其中所述的聚酯的特征在于，相对粘度(LRV)约为 13-23，零剪切聚合物熔点($T_M°$)约为 240-265℃，聚合物玻璃化转变温度约为 40-80℃；并且上述长丝的进一步特征在于:

(i)煮沸收缩率(S)和干热收缩率(DHS)均约为 2-12%，

(ii)延伸率为 7%时的强度(T_7)至少为约 1 g/d，断裂伸长率(E_B)约为 15-55%，后屈服模量(Mpy)约为 5-25 g/d。

13. 根据权利要求 11 的长丝，其中长丝的进一步特征在于动态损

耗模量最高温度 T(E″ max)低于约 115℃。

14. 根据权利要求 12 的长丝，其中长丝的进一步特征在于动态损耗模量最高温度 T(E″ max)低于约 115℃。

15. 根据权利要求 11 的长丝，其中长丝的进一步特征在于相对分散染色速率(RDDR)至少约为 0.1。

16. 根据权利要求 12 的长丝，其中长丝的进一步特征在于相对分散染色速率(RDDR)至少约为 0.1。

17. 根据权利要求 7-10 中任何一项的长丝，其中长丝具有至少约 1.25 的形状因数(SF)。

18. 根据权利要求 11，13 和 15 中任何一项的长丝，其中长丝具有至少约 1.25 的形状因数(SF)。

19. 根据权利要求 12，14 和 16 中任何一项的长丝，其中长丝具有至少约 1.25 的形状因数(SF)。

20. 根据权利要求 7-10 中任何一项的长丝，其中长丝的旦数约为 0.6-0.2 dpf。

21. 根据权利要求 11，13 和 15 中任何一项的长丝，其中长丝的旦数约为 0.6-0.2 dpf。

22. 根据权利要求 12，14 和 16 中任何一项的长丝，其中长丝的旦数约为 0.6-0.2 dpf。

23. 根据权利要求 7-10 中任何一项的长丝，其中长丝沿终端方向的旦数散布(DS)小于约 2%。

24. 根据权利要求 11，13 和 15 中任何一项的长丝，其中长丝沿终端方向的旦数散布(DS)小于约 2%。

25. 根据权利要求 12，14 和 16 中任何一项的长丝，其中长丝沿终端方向的旦数散布(DS)小于约 2%。

26. 根据权利要求 7-10 中任何一项的长丝，其中所述的聚酯纤维含有大约 1-3 摩尔%的 5-亚乙基-M-硫代-间苯二酸酯结构单元，其中 M 是碱金属阳离子。

27. 根据权利要求 11，13 和 15 中任何一项的长丝，其中所述的聚酯纤维含有大约 1-3 摩尔%的 5-亚乙基-M-硫代-间苯二酸酯结构单元，其中 M 是碱金属阳离子。

28. 根据权利要求 12，14 和 16 中任何一项的长丝，其中所述的聚酯纤维含有大约 1-3 摩尔%的 5-亚乙基-M-硫代-间苯二酸酯结构单元，其中 M 是碱金属阳离子。

29. 根据权利要求 7-10 中任何一项的长丝，其中所述的聚酯基本上是聚对苯二甲酸乙二醇酯，该酯由第一种亚烃基二氧结构单元 A[-O-C_2H_4-O-]和亚烃基二羰基结构单元 B[-C(O)-C_6H_4-C(O)-]交替组成并用较少量的不同于上述第一种交替的亚烃基二氧结构单元 A 和亚烃基二羰基结构单元 B 的其他亚烃基二氧结构单元 A 和/或亚烃基二羰基结构单元 B 对上述聚酯进行改性而使聚酯聚合物具有约为 240-265℃的零剪切熔点($T_M°$)和约为 40-80℃之间的聚合物玻璃化转变温度(Tg)。

30. 根据权利要求 11，13 和 15 中任何一项的长丝，其中所述的聚酯基本上是聚对苯二甲酸乙二醇酯，该酯由第一种亚烃基二氧结构单元 A[-O-C_2H_4-O-]和亚烃基二羰基结构单元 B[-C(O)-C_6H_4-C(O)-]交替组成并用较少量的不同于上述第一种交替的亚烃基二氧结构单元 A 和亚烃基二羰基结构单元 B 的其他亚烃基二氧结构单元 A 和/或亚烃基二羰基结构单元 B 对上述聚酯进行改性而使聚酯聚合物具有约为 240-265℃的零剪切熔点($T_M°$)和约为 40-80℃之间的聚合物玻璃化转变温度(Tg)。

31. 根据权利要求 12，14 和 16 中任何一项的长丝，其中所述的聚酯基本上是聚对苯二甲酸乙二醇酯，该酯由第一种亚烃基二氧结构单元 A[-O-C_2H_4-O-]和亚烃基二羰基结构单元 B[-C(O)-C_6H_4-C(O)-]交替组成并用较少量的不同于上述第一种交替的亚烃基二氧结构单元 A 和亚烃基二羰基结构单元 B 的其他亚烃基二氧结构单元 A 和/或亚烃基二羰基结构单元 B 对上述聚酯进行改性而使聚酯聚合物具有约为 240-265℃的零剪切熔点($T_M°$)和约为 40-80℃之间的聚合物玻璃化转变温度(Tg)。

说　明　书

纺丝－取向的聚酯细丝及其制备方法

本发明涉及对聚酯细丝、其制备和用途的改进，并且是关于聚酯细丝、其制备和用途。

过去，或多或少是以复制和／或改进天然纤维为目的，用于服装的合成纤维（包括聚酯纤维）已被普遍地提供给纺织工业用于织物和服装。多年来，例如被制造和被用于服装的商品合成纺织长丝，基本上具有与比较普通的天然纤维（即棉花和羊毛）相似的单丝旦数（dpf）。然而最近，尽管增加成本，已经能够买到dpf 范围与天然蚕丝相似（即大约1 dpf）、甚至低旦（即低于约1 dpf）的聚酯长丝。最近商业上对这种较低的dpfs（例如约1 dpf）、以至低旦有兴趣的各种原因，已经被提出。

关于这种对细旦聚酯长丝增加兴趣，近来已经写出了许多文章。然而，对于制备这种细丝，关于在纺丝（即挤出和卷绕）技术中的任何困难，已公开的技术细节很少，这些纺丝技术已被使用，乃至是所希望有的。尽管在该项技术中技艺熟练的那些人所熟知传统的制备和加工技术不能用于这种细丝。例如，在“Textile Month”1990年6月第40－46页中，对于制造微纤丝讨论了三种方法，即1）对于细旦的常规纺丝，2）分裂双组分纤维（较高旦的），3）从较高旦的双组分纤维中溶解除去一种组分。应该认识到，第2和第3种方法包括双组分纺丝，首先形成较高旦的长丝，然后处理这种纺出的较高旦长丝，得到降低旦的长丝，但是这种加工技术不是本发明的主题。

本发明涉及通过一种新颖的直接纺丝／卷绕方法制造细丝，这与

先纺丝和卷绕成较高旦的双组分长丝，然后必须进一步加工以得到用于纺织品的想要的降低旦细旦长丝的方法大不相同。另一种制造降低旦长丝的2一步可能性是，纺丝大于1旦的长丝，然后在纺丝操作后拉伸长丝。但是这种可能性有该技术中已讨论过的一些重要缺点；一方面对可以实现的拉伸的量有一些实际上的限制；另外与直接纺丝一取向的长丝相比，拉伸长丝在性能上还有一些产品缺点；而且必须考虑到这种加工（即拉伸）的成本，尤其是在先包装纺丝出的长丝后，作为一个分离的操作进行拉伸时，例如单丝或经纱拉伸。这种拉伸的建议可能已经包括了常规的拉伸技术，或者可能已包括了其他技术，例如空气动力学作用或者长丝已被固化后的再加热，但是还提倡在足够张力下去拉伸（有时称为空间一拉伸，如果在没有差速导丝盘的情况下进行）。已经提出的一些直接纺丝的方法依赖于所用的特定的聚合物组分，例如依赖于特定的粘度，这具有一些缺点，因此最好是采用一种方法，该方法不需要利用特殊的粘度或者其他特殊成分的特性。

总之，该技术中已经公开的现有的聚酯长丝制备技术没有特别针对和不适于通过单一的直接纺丝／卷绕操作生产细旦聚酯长丝的实践，或者包含一些限制和缺点。因此，最好是提供这样一种没有这些缺点的制造具有想要的dpf 和性能的细聚酯长丝的直接纺丝方法。本发明解决了这一问题。本发明的长丝是“纺丝一取向的”，“纺丝一取向的”的含义在工艺中以及在下文中加以论述。

最初是通过“分裂”方法来制造商品聚酯长丝，该方法在纺丝和未拉伸卷绕长丝以后含有一个独立的拉伸步骤。在五十年代，Hebeler 在美国专利2604667和2604689中提出聚酯熔体高速纺丝的可能性。在七十年代，正如Petrille 在美国专

利3771307中和Piazza 与Reese 在美国专利3772872中所述的那样，聚酯熔体的高速纺丝成为制备纺丝一取向的长丝的方法的基础，这种长丝已被用作拉伸一变形的喂入丝。聚酯熔体高速纺丝还是其他一些方法的基础，这些方法首先被公开于七十年代，例如Knox 在美国专利4156071中以及Frankfort 和Knox在美国专利4134882和4195051中所公开的。

这些技术披露了纺丝一取向的长丝和拉伸长丝之间在精细结构和性能上的基本差异；纺丝一取向的长丝的聚酯分子的指示取向是由（高速）纺丝获得的；拉伸长丝的指示取向是在卷绕纺丝过的长丝之后，作为一个完全分离的过程由长丝的拉伸产生的，或者甚至是在卷绕之前，但是是在冷却熔体形成固体长丝之后，在拉伸这种长丝之前作为一种连续过程由长丝的拉伸产生的。

本发明的目的是提供具有纺丝一取向特征的细丝，这是因为这种特征能提供有利的性能。

以下根据本发明提供几个特性和实例：

1）一种制备纺丝一取向的聚酯细丝的方法；

2）具有旦数约为1或1以下的纺丝一取向聚酯细丝，这种细丝具有增强的机械性能和纤度均匀性，使它们特别适合于高速纺织过程；

3）纺丝一取向聚酯细丝，特别适于在高速变形、卷曲和卷绕过程中用作拉伸喂入丝；

4）纺丝一取向的聚酯细丝，特别适于在关键染色的单层机织物和平针织物中用作直接一使用的纺织丝，而不需要另外的拉伸或热处理；特别适于用作不需要拉伸的空气喷射变形和填塞箱式卷曲的喂入丝；如果需要，可以将这种细丝均匀地冷拉伸，制成收缩率较高的经

纱，这种经纱具有适于关键染色的最终一应用的染色均匀性；

5）拉伸了的纺丝一取向聚酯细丝，特别适于在关键染色的单层机织物和平针织物中用作纺织丝；以及制备这种精细拉伸的细长丝的方法；

6）能在常压条件下染色而不用染色载体的膨化变形聚酯细长丝；以及制备这种膨化变形的细长丝的方法；

7）混合的长丝，其中的细丝是本发明的细丝，并且特别是混合的长丝，其中除了在旦数、截面和／或收缩潜力方面不同之外，所有长丝都是本发明的长丝。

特别是根据本发明，提供以下内容：

一种制备纺丝一取向的聚酯细丝的方法，其中，

（i）所选择的聚酯聚合物的相对粘度（LRV）约为13—23，零剪切熔点（TM°）约为240—265℃，玻璃化转变温度（Tg）约为40—80℃；

（ii）将上述聚酯熔化和加热到高于表观聚合物熔点（TM）$_a$的温度（Tp）范围约为25—55℃，最好是约为30—50℃；

（iii）将得到的熔体足够快地过滤，结果在聚合物的熔化温度（Tp）的停留时间（tr）少于4分钟；

（iv）以约0.07—约0.7克／分（g／min）的质量流速（W），将过滤过的熔体通过纺丝板丝孔挤出，选用的丝孔的截面面积（Ac）约为125×10^{-6} cm²（19.4 mils²）至1250×10^{-6} cm²（194 mils²），最好是约为125×10^{-6} cm²（19.4 mils²）至750×10^{-6}cm²（116.3 mils²）其长度（L）和直径（D_{RND}）的比值（L／D_{RND}）至少约为1.25，

最好低于约 6，特别是低于约 4；

（ v ）当挤出的熔体从纺丝板丝孔射出，经过至少约 2 ㎝并且少于约（ 12 $dpf^{1/2}$ ）㎝的一段距离时，要防止挤出的熔体直接冷却，那里的dpf 是纺丝取向的聚酯细丝的单丝旦数，dpf 最好是约 1 — 0．2 dpf，特别是约 0．8 — 0．2 dpf；想要的平均沿终端方向（ along —end ） 的旦数的散布（ D S ）低于约 4 %，最好低于约 3 %，特别是低于约 2 %；

（vi）最好是用温度（ T a ）低于聚合物玻璃化转变温度（Tg）并且速度（ m／min ） 约为每分钟 10 — 30 米的径向空气，将变细了的纺丝线（ spinline ）冷却到低于聚合物的T g；

（vii） 对于制备特别适于拉伸喂入丝的长丝，这种长丝的特征在于延伸率为 7 %（ T_7 ）时的强度范围约为 0．5 — 1 g／d，要变细到表观纺丝线应变（ εa ）范围约为 5．7 — 7．6，表观纺丝线内应力（ σa ） 约为 0．045 — 0．195 克／旦（ g／d ），最好是约为 0．045 — 0．105 g／d；对于制备特别适合于直接使用的长丝，这种长丝的特征是延伸率为 7 %（ T_7 ）时的强度约为 1 — 1．75 g／d，要变细至表观纺丝线内应力（ σa ） 最好约为 0．105 — 0．195 g／d；

（viii） 在 约为 50 — 140 ㎝，最好约为 50 —（ 50 + 90 $dpf^{1/2}$ ）㎝的距离（ L c ），用一个低摩擦表面将冷却和变细了的长丝集束成丝束；

（ix）将丝束卷绕起来，卷绕速度（ V ）约为 2 — 6 公里／分（ Km ／ min ），最好约为 2 — 5 K m／min，特别是约为 2．5 — 5 K m／min。

根据本发明，还提供以下纺丝一取向的聚酯细丝以及由此得到的产品：

单丝旦数（dpf）约为1或小于1，最好约为0.8－0.2 dpf 的纺丝一取向的聚酯细丝，其中所述的聚酯的特征是相对粘度（LRV）约为13－23，零剪切聚合物熔点（TM°）约为240－265℃以及玻璃化转变温度（Tg）约为40－80℃；并且上述细丝的进一步的特征在于：

（i）煮沸收缩率（S）小于约最大的收缩潜力（Sm），其中 $Sm=[(550-E_B)/6.5]\%$，并且断裂伸长率（E_B）%约为40－160%，

（ii）在高于聚合物玻璃化转变温度（Tg）大约5－30℃的最高温度T（STmax）时，最大收缩张力（STmax）约为0.05－0.2 g／d；

（iii）延伸率为7%时的强度（T_7）约为0.5－1.75 g／d，这样以致于〔$(T_B)_n/T_7$〕的比值至少约为（5／T_7），最好是至少约为（6／T_7）；其中，$(T_B)_n$ 是对于20.8的参比LRV和0%的消光剂（如TiO_2）%的标准断裂强度；

（iv）合乎要求的平均沿终端方向的旦数散布（DS）低于约4%，最好低于约3%，特别是低于约2%。

特别适于用作拉伸喂入丝（DFY）的纺丝一取向细丝的特征在于，煮沸收缩率（S）至少约为12%，断裂伸长率（EB）约为80－160%，延伸率为7%时的强度（T_7）约为0.5－1 g／d。

特别适于用作直接使用的长丝（ＤＵＹ）的纺丝－取向细丝的特征在于，收缩率差（ΔＳ＝ＤＨＳ－Ｓ）小于约２％。其中，煮沸收缩率和干热收缩率都是约２－１２％，以致煮沸收缩后的单丝旦数dpf（ＡＢＯ）约为１或小于１，优选是约为１－０．２dpf，更优先的是约０．８－０．２dpf；延伸率为７％时的强度（T_7）约为１－１．７５ｇ／ｄ；断裂伸长率（ＥＢ）约为４０－９０％，后屈服（post－yield）模量（Ｍｐｙ）约为２－１２ｇ／ｄ。

能进行均匀冷拉伸的纺丝取向细丝的特征在于，收缩率差（ΔＳ＝ＤＨＳ－Ｓ）小于约＋２％，其中，煮沸收缩率和干热收缩率都是约２－１２％，冷结晶的开始温度Ｔｃｃ（ＤＳＣ）低于约１０５℃，瞬时拉伸模量（Ｍｉ）至少约为０。

拉伸过的纺丝－取向聚酯细丝在煮沸收缩后，其旦数dpf（ABO）约为１或小于１，最好约为０．８－０．２dpf，其中，上述拉伸过的长丝的进一步特征在于：

（ｉ）煮沸收缩率（Ｓ）和干热收缩率（ＤＨＳ）均为２－约１２％；

（ii）延伸率为７％时的强度（T_7）至少约为１ｇ／ｄ，以致〔（T_B）$_n$／T_7〕之比至少约为（５／T_7），优选至少约为（６／T_7），其中，（T_B）$_n$是对于２０．８的参比ＬＲＶ和０％的消光剂（如TiO_2）％的标准断裂强度；断裂伸长率（E_B）约为１５－５５％；

（iii）后屈服模量（Ｍｐｙ）优选约为５－２５ｇ／ｄ；

（ｉｖ）合乎要求的平均旦数散布（ＤＳ）小于约４％，最好小于约３％，特别是小于约２％。

膨化变形的纺丝—取向聚酯细丝在煮沸收缩后的旦数dpf(ABO)约为1—0．2dpf，优选为0．8—约0．2dpf；上述膨化变形丝的进一步特征在于，煮沸收缩率（S）和干热收缩率（DHS）均为2%—约12%，断裂伸长率（E_B）约为15%—55%，延伸率为7%时的强度（T_7）至少约为1g／d，后屈服模量（Mpy）最好约为5—25g／d，对于1dpf 的标准相对分散染色速率（RDDR）至少约为0．1。

其中的细丝是本发明细丝的混合长丝纱；尤其是除了旦数、截面和／或收缩潜力不同以外，其中所有长丝都是本发明长丝的混合长丝纱。

由于含有约1—3摩尔%的亚乙基—5—M—硫代—间苯二酸酯结构单元（其中M是一个碱金属阳离子，例如钠或锂），所以优选的上述纺丝—取向的、膨化变形的和拉伸的直丝都能用阳离子染料进行染色。

特别是在没有染色载体的常压条件下，优选的上述纺丝—取向的、膨化变形的和拉伸的直丝能均匀地分散染色，它们的特征在于．动态损耗模量最高温度T（E'' max）低于约115℃，最好低于约110℃；而且它们是由聚酯聚合物构成的，聚酯聚合物基本上是聚对苯二甲酸乙二醇酯，它基本上是由通式为$(-O-C_2H_4-O-)$的亚烃基二氧结构单元A和通式为〔—C（O）—C_6H_4—C（O）—〕的亚烃基二羰基结构单元B交替组成的，但是，例如为了使聚酯聚合物具有约为240—265℃的零剪切熔点（TM°）和约为40—80℃的玻璃化转变温度（Tg），还要用较少量的不同于上述结构单元的其他亚烃基二氧结构单元A和／或亚烃基二羰基结构单元B进

行改性。

为了增加触觉和视觉的美感与舒适，本发明的长丝可以是非圆形的，这种非圆形长丝的形状因数（SF）至少约为1.25，这里的形状因数是用测量的长丝参数(PM)和对于同等截面面积的圆形长丝的计算参数(P_{RND})的比值来确定的。为了使重量较轻的织物具有比较大的松密度和长丝弯曲模量，以改进织物的悬垂性，通过弓形纺丝板喷丝孔，经过后聚结可以纺丝成中空长丝。

本发明的另外一些特性和实例将出现在本说明书中。

图1是绘制出纺丝线的速度（V）与距离（X）的关系曲线的图解表示，图中纺丝速度从挤出时的速度（Vo）增加到已经完成拉细之后的最终（卷绕）速度（Vc，一般是在集束处下流测定的）；图中，表观纺丝内应力（σa）与颈缩地点的纺丝线粘度（η）$_N$（即，在这里发现是近似地与约比值LRV/T_P^6成正比，其中Tp是以℃表示的）和颈缩地点的速度梯度（dv/dx）（在这里发现是近似地与约V^2/dpf特别是在约为2—4 Km/min的纺丝速度范围内成正比，并且近似地与较高纺丝速度例如约为4—6 Km/min时的约$V^{3/2}/dpf$成正比）的乘积成正比。还绘制了纺丝线温度与纺丝线距离（X）的关系曲线，并且观察到，与颈缩地点纺丝线速度的急剧增加相比，纺丝线温度随着距离均匀地降低。

图2是纺丝一取向的长丝的双折射（Δn）与表观纺丝线内应力（σ）a的关系曲线的图解表示；图中的斜率被称为“应力一光学系数SOC”，并且线A、B和C的SOC值分别为0.75、0.71和0.645$(g/d)^{-1}$；平均的SOC值约为0.7；图中线A和C是有关2GT聚酯的文献中出现的典型的特性曲线。表观纺丝

线内应力（σa）的值与文献中出现的值完全一致。

图3是纺丝一取向的长丝在延伸率为7%时的强度（T_7）与表观纺丝线内应力的关系曲线的图解表示。如图2和3中所示，双折射（Δn）和T_7与表观纺丝线内应力（σa）的关系曲线接近线性关系，这种关系容许用T_7作为一个有用的参数代表长丝平均取向的特征。对于旦数小于1的细丝的测量来说，双折射（Δn）是很难的结构参数。

图4是绘制出表观纺丝线内应力（σa）和延伸率为7%时的纺丝一取向的长丝的强度（T_7）的优选值与以自然对数为尺度的纺丝线伸长比ER（＝V／Vo）（例如200和2000的ER值在图中的X轴上被表示为0.2和2，即ER／1000）的关系曲线的图解表示；图中的自然对数ln（ER）在这里被称为表观纺丝线应变（εa），图中V是最终的（卷绕）纺丝线速度，Vo是丝孔的挤出速度。用封闭的区域ADLI描绘本发明的方法，封闭的区域ADLI包括优选制备直接使用的长丝的区域ADHE（Ⅱ）和优选制备拉伸喂入丝的区域EHLI（Ⅰ）。区域BCGF和FGKI表示的是特别优选的方法。

图5是一个表示“割线”后屈服模量（Mpy）图解计算的有代表性的英斯特朗（Instron）载荷延伸曲线，其中的“割线”后屈服模量（Mpy）是通过用点C表示的延伸率为7%时的强度（T_7）和用点A表示的延伸率为20%时的强度（T_{20}）计算的，而且是用公式（1.07T_7－1.2T_{20}）／0.13确定的；并把“割线”Mpy（在图中表示为tanβ）与“切线”Mpy（在图中表示为tanα，即线段AB的斜率）相比。对于瞬时模量Mi（＝d（应

力）／d（伸长））大于约0的长丝，tanβ的值与tanα大致相同。

图6是割线Mpy（图5中的tanβ）与纺丝一取向长丝的双折射（Δn）的关系曲线的图解表示。对于图中tanα基本上与tanβ相同的长丝，后屈服模量（Mpy）成为分子取向的一种有用的测定。

图7是对于1dpf 的标准的相对分散染色速率（RDDR）与平均长丝双折射（Δn）关系曲线的图解表示。

图8是纤维的长丝无定形自由体积（Vf，am，如下文中所定义的）与纤维的动态损耗模量的最高温度T（E″max）的关系曲线的图解表示，在这里将这个最高温度看做是对玻璃化转变温度的量度，这一玻璃化转变温度一般高于聚合物Tg 20℃至约50℃。对应于较大的无定形自由体积（Vf，am，），T（E″max）值降低，因此改进了可染性，在这里根据至少约为0.1的相对分散染色速率（RDDR）值（对1dpf 标准的）测定可染性。

图9是长丝密度（ρ）与双折射（Δn）的关系曲线的图解表示，其中斜线表示增加的分数的非晶态取向（fa）的密度（ρ）和（Δn）的组合，用于计算图8中所述的自由体积Vf，am。

图10是一个典型的差示扫描量热法（DSC）的图谱，它显示出相应于玻璃化转变温度（Tg）的热转化，开始“冷却”结晶的Tcc（DSC）和纤维的零剪切熔点TM，由于纤维熔点的取向和结晶性的作用，TM高于聚合物的零剪切熔点TM°。为了测定聚合物的零剪切熔点（TM°），将预先熔化了的DSC纤维试样进行第二次DSC加热，以提供聚合物的DSC谱，而不是挤出纤维的DSC谱。

图11是本发明纺丝一取向聚合物细长丝的一个典型的收缩张力

（ＳＴ）—温度谱，它显示了最大收缩张力ＳＴ（max）、最高温度Ｔ（STmax）和优选的热定形温度Tset，低于这一优选的热定形温度Tset，热定形明显地不能对染色性能起反作用。

图*12*是对于本发明典型的拉伸喂入丝（曲线Ｃ），对于本发明典型的直接使用的长丝（曲线Ｂ），以及对于松弛热处理后（即类似于染色后）的本发明优选的直接使用的长丝，有代表性的强度（Ｔ＝载荷（gms）／原始旦数）与伸长率百分数的关系曲线。

图*13*是按照（ＴＢ）n／T_7的比值作为T_7的倒数的函数（即作为*1*／T_7的函数）的关系绘制的，对ＬＲＶ的偏差校正了的断裂强度（ＴＢ）n的优选值和消光剂（例如TiO_2）百分数的图解表示；其中曲线Ａ：〔（ＴＢ）n／T_7〕＝（*5*／T_7），曲线Ｂ：〔（ＴＢ）n／T_7〕＝（*6*／T_7）。

图*14*是比值T_7／（V^2／dpf）作为每个长丝挤出集束的单丝数（＃Ｃ）与比值$(D_{ref}/D_{sprt})^2$的乘积的函数的曲线图，其中D_{ref}和D_{sprt}分别是参照的纺丝板的直径（例如约*7 5* ㎝）和试验纺丝板的直径。发现自然对数—自然对数（ｌｎ－ｌｎ）曲线的斜率“ｎ”约为负*0．7*（－*0．7*）；也就是说，发现延伸率为*7*％时的强度（T_7）和（V^2／dpf）并且和〔（＃Ｃ）$(D_{ref}/D_{sprt})^2$〕$^{-0.7}$成比例地变化；也就是说，随着长丝挤出密度增加至幂数为正*0．7*（＋*0．7*），延伸率为*7*％时的强度（T_7）近似于线性地降低；因此可以将长丝挤出密度用作以较高纺丝速度（Ｖ）纺丝较细旦数的长丝的一个工艺参数。纺丝速度较高时，例如约为*4*－*6* Ｋｍ／ｍｉｎ 时，随着纺丝速度的增加，表观纺丝应力增加得不太快，即发现它与（$V^{3/2}$／dpf）成正比。

以如下特征选择制备纺丝一取向的本发明长丝用的聚酯聚合物：相对粘度（LRV）约为13－23，零剪切熔点（TM°）约为240－265℃，玻璃化转变温度（Tg）约为40－80℃，其中TM°和Tg是在氮气氛下以每分钟20℃的加热速度根据第二次DSC热循环测定的。上述聚酯聚合物是由结构单元A和B交替构成的线型缩合聚合物，其中A是结构为〔－O－R′－O－〕的亚烃基二氧单元，B是结构为〔－C（O）－R″－C（O）－〕的亚烃基二羰基单元，其中R′基本上是〔－C_2H_4－〕，就象在亚乙基二氧（1，2－乙二醇）单元〔－O－C_2H_2－O－〕中那样，R″基本上是〔－C_6H_4－〕，就象在1，4－苯二羰基单元〔－C（O）－C_6H_4－C（O）－〕中那样，这样来构成例如至少约85％的象对苯二甲酸乙二醇酯〔－O－C_2H_4－O－C（O）－C_6H_4－C（O）－〕那样的重复结构单元。

可以通过以下方法构成基于适合的聚对苯二甲酸乙二醇酯（在这里表示为PET或2GT）的聚合物，由H. Ludwig 在他的书“Polyester Fibers，Chemistry and Technology”，John Wiley and Sons Limited（1971）中所述的DMT一方法，以及在Edging 的美国专利4110316中所述的TPA一方法。为了提高低温分散染色性、舒适性和美感性，在共聚酯中例如还包含达约15％的用不同的亚烃基二氧和亚烃基二羰基单元代替的亚烃基二氧和／或亚烃基二羰基单元。在Most的美国专利4444710（实施例Ⅵ）、Pacofsky的美国专利3748844（第4栏）和Hancock等人的美国专利4639347（第3栏）中，可以找到适合的代替单元。

还可以借助于离子的染色部位对聚酯聚合物进行改性。例如亚乙基－5－M－硫代间苯二酸酯，其中M是一个碱金属阳离子，例如钠或锂；例如，正如在Griffing 和 Remington 的美国专利3018272、Hagewood 等人的美国专利4929698、Duncan 和 Scrivener 的美国专利4041689（实施例Ⅵ）和Piazza 及 Reese 的美国专利3772872（实施例Ⅶ）中所公开的那样，可以将1－约3摩尔%的亚乙基－5－钠－硫代间苯二酸酯基加上，以提供聚酯长丝对于阳离子染料的可染性。为了调整纺丝－取向的长丝和由它得到的拉伸长丝的可染性或其他性能，如Bosley 和 Duncan 的美国专利4025592所公开的那样，并配合Goodley 和 Taylor 的美国专利4945151中所述的链支化剂，可以将一些二甘醇（DEG）加到聚酯聚合物上。

根据本发明，提供制备纺丝－取向的聚酯长丝的方法，这种聚酯长丝的纤度例如约为1－0．2单丝旦数（dpf），最好是约为0．8－0．2单丝旦数（dpf）；

（a）象前面所述的那样，将上述聚酯聚合物熔化和加热到温度（Tp），温度（Tp）高于表观熔化温度（T_M）a大约25－55℃，最好是大约30－50℃。其中，由于挤出过程中对聚合物的剪切作用，使（T_M）a高于零剪切熔化温度（$T_M°$），在这里将（T_M）a定义为：

$$(T_M)_a = [\, T_M° + 2\times 10^{-4} \ (L/D_{RND}) \ Ga \,]$$

其中，L是丝孔的长度，D_{RND}是圆形或非圆形丝孔的直径，对于非

圆形丝孔，D_{RND}（cm）是按相同截面面积Ac（cm^2）的圆形丝孔的等效直径计算的，Ga（Sec^{-1}）是下文中定义的表观丝孔剪切速率，

（b）在纺丝头空腔（与Jamieson 的美国专利*3249669*的图*2—31*中所示的相同）中，例如象Phillips 在美国专利*3965010*中所述的那样，通过惰性介质足够快地过滤形成的聚合物熔体，以致使停留时间（tr）少于约4分钟，其中，由过滤腔（用惰性过滤介质填充的）的自由体积（V_F，cm^3）与通过过滤腔的聚合物熔体体积流速（Q，cm^3／min）的比值（V_F／Q）来定义Tr。通过过滤腔的聚合物熔体体积流速（Q）的定义是，丝孔质量流速（W，g／min）与每腔的丝孔数（#C）的乘积除以熔体密度（在这里取为大约*1.2195* g／cm^3）；也就是说，Q＝#C·W／*1.2195*。通过标准的液体代替方法，用低表面张力的液体（例如乙醇），可以实验地确定过滤腔（用惰性过滤介质填充的）的自由体积(V_F, cm^3)。在上述公式中对于熔体停留时间tr,通过用其等量的W=[(dpf·V)/9]（其中V为卷绕速度,以Km/min表示)代替丝孔质量流速(W)，发现停留时间tr随长丝旦数、卷绕速度（V）和每个过滤腔的单丝根数（#C）的增加而减少，并且随着过滤腔自由体积（V_F）的减小而减少。通过改变纺丝头空腔的容积和利用在较小的自由体积的情况下提供足够的过滤性能的惰性材料，可以减小空腔的自由体积(V_F)对于一定的丝支数，可以通过从单个的过滤腔中挤出一个以上的复丝束，来增加每个过滤腔的单丝（即丝孔）根数（#C），也就是说，纺丝出较多的单丝根数，然后将长丝束分裂（在这里称为多一末端）成想要的长丝旦数的较少的长丝束，这种方法最好是通过使用一些设

置在约50㎝至约（50＋90 $dpf^{1/2}$）㎝处的计量给油尖端分离导丝器（metered finish tip separator guides）来进行；

（c）以约为0.07－0.7克／分（g／min）的质量流速，通过纺丝板丝孔将过滤了的聚合物熔体挤出，并且按以下条件选择丝孔，截面面积 $Ac=(\pi/4)D_{RND}^2$ 的范围约为 125×10^{-6} ㎝²（19.4 $mils^2$）至 1250×10^{-6} ㎝²（194 $mils^2$）最好是约为 125×10^{-6} ㎝²（19.4 $mils^2$）至 750×10^{-6} ㎝²（116 $mils^2$），长度（L）和直径（D_{RND}）是这样的以致 L/D_{RND} 的比值约为1.25－6，最好是约为1.25－4；在挤出时。

$$Ga(sec^{-1})=((32/60\pi)(W/\rho)/D_{RND}^3)$$

W是丝孔的质量流速（g／min），ρ是聚酯熔体的密度（取为1.2195 g/cm^3），D_{RND} 是以厘米为单位的丝孔直径（在前面所定义的）；

（d）当新挤出的聚合物熔体从纺丝板丝孔射出，经过至少约2㎝，少于约（12 $dpf^{1/2}$）㎝的一段距离 L_{DQ} 时，要防止它直接冷却，其中的dpf 是纺丝取向的聚酯细丝的单丝旦数；

（e）小心地将挤出的熔体冷却到低于聚合物的玻璃化转变温度（Tg），可以通过使用装有延迟管的层流横吹冷却装置（如Makansi 的美国专利4529368中所述的），最好是通过径向空气（如Dauchert 的美国专利3067458中所述的）实现上

述冷却，其中，骤冷空气的温度（Ta）低于约Tg，骤冷空气的速度约为10—30m／min；

（f）当把冷却了的熔体变细到表观纺丝线应变（εa）约为5.7—7.6，最好是约为6—7.3时，表观纺丝线应变εa等于纺丝线伸长比（ER）的自然对数（ln），ER是卷绕速度（V）与丝孔挤出速度（Vo）的比值，也就是说，对于以厘米计的D_{RND}，εa可以用下式表示：

$$\ln(E_R)=\ln(V/Vo)=\ln[(2.25\times10^5\pi\rho)(D_{RND}^2/dpf)];$$

（g）在变细过程中，使表观纺丝线内应力（σa）约为0.045—0.195g／d，对于制备特别适合于拉伸喂入丝（DFY），其特征在于延伸率为7%时强度（T_7）值约为0.5—1g／d的纺丝—取向的长丝；σa最好是约为0.045—0.105g／d，对于制备特别适于直接使用的长丝（DUY），其特征在于延伸率为7%时的强度（T_7）约为1—1.75g／d的纺丝—取向的长丝。（σa）最好是约为0.105—0.195g／d；在这里表观纺丝线内应力（σa）等于变细的熔体的表观粘度（ηm）与基本上完成变细处（在这里称为“颈缩处”）的纺丝线速度梯度（dv／dx）的乘积，并且在一定的纺丝板表面面积（Ao，㎠）和聚合物温度（Tp）的情况下，发现表观纺丝线内应力（σa）随聚合物LRV和卷绕速度（V）的增加而增加，随长丝的dpf 和单丝数（#C）的增加而减小；在这里用以下实验的分析关系式表示（σa）：

$$(\sigma a)=K(LRV/LRV_{a\,0.8})(T_R/TP)^6(V^2/dpf)(Ao/\#C)^{0.7}$$

其中K的近似值为10^{-2}（ρm／SOC），ρm是纺丝一取向的长丝的密度（例如约为1.345—1.385 g／cm^3，即大约1.36 g／cm^3），SOC是聚酯聚合物的应力一光学系数（例如对于2GT均聚物，以g／d的倒数为单位，约为0.7）；T_R是由（$T_M°$＋40℃）定义的聚合物参比温度，$T_M°$是零剪切（DSC）聚合物熔点；Tp是聚合物熔融纺丝温度℃；V是用Km／min表示的卷绕速度；#C是以#C／cm^2表示的对于一定的挤出表面Ao的单丝根数（即丝孔数）；LRV是测量（实验室）的聚合物粘度，$LRV_{a\,0.8}$是当2GT均聚物的LRV值为20.8在295℃时具有相同零剪切“牛顿”（“Newtonian”）熔融粘度（ηo）的聚酯聚合物的相应的参比LRV一值（LRV的定义在下文中），（例如，发现可阳离子染色的15 LRV的聚酯具有一个用丝孔压降表示的熔融粘度，这一粘度在LRV约为20的2GT均聚物的范围内，因此对于这种改性的聚合物，优选的参比LRV约为15.5，这是通过标准的丝孔压降测量实验地确定的）；

（h）在距纺丝板表面约为50—140 cm，最好是约为50—（50＋90 $dpf^{1/2}$）cm距离（Lc）处，用一个低摩擦表面（即，以既不磨损又不阻滞长丝的方式），例如用一个给油辊，最好是用一个计量给油尖端敷料器（如Agers 的美国专利4926661中所述的），将冷却的完全变细了的长丝集束成一个复丝束，取决于最终一使用加工的需要，这里的给油通常是一种约为5—20％固体重量的含水乳液，在长丝上给油约占固体重量的0.4—2％；

（ i ）基本上象Bunting和Nelson 在美国专利2985995中和Gray在美国专利3563021中所述的那样，用一个空气喷嘴交缠长丝束，在这里，长丝间的缠结程度（在此称为快速针支数RPC，它是根据Hitt的美国专利3290932测量的）是根据长丝的包装和最终用途的需要来选择的；

（ j ）以卷绕速度（ V ），将复丝束卷绕起来，在这里卷绕速度（ V ）等于第一从动辊的表面速度，约为2－6 Km／min ，最好约为2－5 Km／min ，尤其是约为2．5－4．5 Km／min ；象Harris 在美国专利4932109中所述的那样，为了防止在交缠喷嘴表面形成给油沉积，没有采用加热的方法（除了使用热的交缠喷嘴流体例如热空气或水饱和空气），而是超喂约0．5－约5％，使第一传动辊和卷绕辊之间的长丝松弛，这样来减少来自气动阻力的回缩力。

用简化的直接纺丝一取向（ SDSO ）的方法制备本发明的聚酯细丝，该方法不含有拉伸或热处理，并提供缩率和可染性性能的优选的平衡，使本发明的聚酯细丝特别适于代替天然的长丝，例如蚕丝。通过仔细选择SDSO方法的参数，能制出具有优良机械性能和均匀性的细丝；这样以致缩率小于约12％的细丝可被用于复丝形式的直接使用的长丝（ DUY ），并且可以在高速机织和针织中进行加工而不会形成断裂长丝；缩率优选地大于约12％的长丝可以在高速纺织拉伸加工中，例如在摩擦加捻变形、空气喷射变形、填塞箱式卷曲和径向拉伸中，用于复丝形式的拉伸喂入丝(DFY)，而不会形成断裂长丝。

本发明长丝的特征在于具有优良的机械性能，该性能允许由这些长丝构成的纱线用于高速纺织加工而不会形成断裂长丝，例如用于拉

伸假捻和空气喷射变形、径向拉伸、拉伸齿轮卷曲和填塞箱式卷曲、以及空气和水的喷射织造和经编；本发明长丝的进一步特征在于具有优良的旦数均匀性（在这里用沿终端方向的旦数散布ＤＳ来定义），这种性能允许这些长丝用于关键染色的织物。本发明的长丝可以用作拉伸喂入丝（和丝束）中的长丝，特别是煮沸收缩率（Ｓ）和干热收缩率（ＤＨＳ）均大于约１２％的长丝尤其适于拉伸喂入丝；缩率小于约１２％的本发明长丝特别适合于扁平的未变形复丝的长丝，以及象空气喷射变形、齿轮卷曲和填塞箱式卷曲这样的其中不需要进行拉伸的变形加工用的长丝，并且本发明的扁平的和变形的长丝可以被切成切段纤维和纤维屑；而且可以象Knox和Noe 在美国专利５０６６４４７中所述的那样，将缩率小于约１２％的长丝均匀地冷拉伸。

与根据本发明制备的聚酯细丝形成对照，由这样的纺丝工艺（该工艺包括例如为了减小长丝旦数和／或为了提高分子的取向和／或结晶度而进行的气动的或机械的拉伸和／或热处理步骤）制成的细丝的特征通常在于：１）大于约０．２ｇ／ｄ的高的收缩张力（STmax）；２）最高收缩张力出现在温度Ｔ（ STmax ）高于约１００℃（即高于常压染色温度）时；３）随处理温度超过约为１００－１８０℃的常规的织物染色和整理温度，干热收缩率增加（也就是说，对于Ｔ＝１００－１８０℃，ｄ（ＤＨＳ）／ｄ$_{T}$＞０），并且差示收缩（ΔＳ＝ＤＨＳ－Ｓ）大于约＋２％，其中Ｓ是煮沸收缩率，ＤＨＳ是干热收缩率，因此需要对聚酯细丝或由它制成的织物在染色之前或染色以后进行高温处理，以赋予足够的热尺寸稳定性给由这些细丝形成的织物纤维；４）差的可染性，需要在高温加压的条件下用称为载体的化

学染色助剂进行染色，以获得深色和均匀染色的织物。

尤其是，根据本发明提供：

1．纺丝一取向的聚酯细丝，它具有约1或小于1的dpf，特别是小于约0．8 dpf，尤其是小于约0．6 dpf 并且大于约0．2 dpf；上述聚酯的相对粘度（LRV）约为13－23，零剪切聚合物熔化温度（$T_M°$）约为240－265℃，聚合物玻璃化转变温度（Tg）约为40－80℃；所述长丝的进一步特征在于：

（a）缩率差（ΔS＝DHS－S）小于约＋2%，最好是小于约＋1%，尤其是小于约0%；其中S是煮沸收缩率，DHS是在180℃测得的干热收缩率；

（b）最大收缩张力（STmax）约为0．05－0．2 g／d，最大收缩张力的最高温度T（STmax）约为（Tg＋5℃）－（Tg＋30℃），也就是说，对于聚合物Tg约为70℃的聚对苯二甲酸乙二醇酯，T（STmax）约为75－100℃；

（c）延伸率为7%时的强度约为0．5－1．75 g／d，〔$(T_B)_n / T_7$〕一比值至少为约5／T_7），最好是至少约（6／T_7），其中$(T_B)_n$是对于20.8的参比LRV和0%的消光剂（如TiO_2）%的标准断裂强度，其定义为：

$$(T_B)_n = (T_B)\left[20.8 / LRV\right)^{0.75}\right](1-X)^{-4}$$

断裂强度（T_B）＝T（1＋E_B／100）；断裂伸长百分率E_B约为40－160%；X是消光剂用分数表示的重量百分数；T是等于断裂负荷（克）除以原始未拉伸旦数的强度；

（e）平均沿终端方向的旦数散布（DS）小于约4%，最好是小于约3%，尤其是小于约2%。

2．纺丝一取向的细丝，特别适于用作拉伸喂入丝（DFY），例如用于高速拉伸假捻和空气喷射变形、拉伸整经、拉伸卷曲和填塞箱式变形，其中所述的长丝的进一步特征在于：

（a）煮沸收缩率（S）和干热收缩率（DHS）都大于约12%并且小于约最大收缩潜力（S_M=〔（550－E_B）／6．5〕）%。断裂伸长率约为80－160%；

（b）延伸率为7%时的强度约为0．5－1g／d。

3．纺丝一取向的细丝，特别适用于直接使用的长丝(DUY)，它的进一步特征在于：

（a）煮沸收缩率（S）和干热收缩率(DHS)都是约为2-12%，对于机织最好是约为6-12%，对于针织最好是约为2－6%，这样以致于煮沸后的长丝旦数dpf（ABO）＝dpf（BBO）×〔（100／（100－S）〕，约为1－0．2dpf，最好是约为0．8－0．2dpf，尤其是约为0．6－0．2dpf；

（b）延伸率为7%时的强度（T_7）约为1－1．75g／d，以及断裂伸长率（E_B）约为40－90%；

（c）后屈服模量（Mpy）约为2－12g／d，它是由图5中的割线tanβ确定的（即，Mpy＝（1．$2T_{a0}$－1．07T_7）／0．13）。

4．纺丝一取向的细丝，能被冷拉伸而不用热定形，以提供纺丝长丝，其进一步特征在于：

（i）煮沸收缩率（S）和干热收缩率（DHS）都小于约12%；

（ii）Tcc（DCS）低于约105℃时，开始冷结晶，这是以每分钟20℃的加热速率，用差示扫描量热法（DSC）测得的；

（iii）瞬时拉伸模量Mi〔＝d（应力）／d（伸长率）〕×100，大于约0；其中〔d（应力）／d（伸长率）〕是应力（克）／拉伸的旦数）曲线对伸长百分率的正切；其中拉伸应力是拉伸力（克）除以拉伸的旦数，规定拉伸的旦数等于未拉伸的旦数与剩余拉伸一比（RDR＝1＋E_B，%／100）的比值；

只要后热定形温度（Tset）大约低于收缩张力不随温度增加而显著地进一步降低的温度，在不显著地损失可染性的情况下，如果需要，可以减小上述拉伸长丝的收缩率（S）；也就是说，最好是保持Tset大约低于开始迅速（再）结晶的温度。在这里，将Tset的最大值确定为，收缩张力对温度谱的斜率〔d（ST）／dT〕在数值上急剧地减小（成为较小的负数）时的温度，参见图11。

5．通过拉伸本发明的上述纺丝一取向的长丝制备的优选拉伸丝，这种拉伸丝的特征在于：

（a）煮沸收缩后的单丝旦数dpf（ABO）约为1－0．2 dpf，最好是约为0．8－0．2 dpf；

（b）煮沸收缩率和干热收缩率都约为2－12%，优选的是，对于针织约为2－6%，对于机织约为6－10%；

（c）延伸率为7%时的强度（T_7）至少为约1g／d，这样以致〔（T_B）$_n$／T_7〕一比是至少约（5／T_7），最好是至少约（6／T_7），其中，（T_B）$_n$是对于20．8的参比LRV和0%的消光剂（如TiO_2）百分率标准化的断裂强度，E_B约为15-55%；

（e）后屈服模量（Mpy）约为5－25 g／d；

（ f ）对于1 dpf 的标准化相对分散染色速率（ R D D R ）至少为约0．1，优选至少约0．15；

（ g ）动态损耗模量最高温度T（ E″ max ） 低于约115℃，优选低于约110℃；

（ h ）平均沿终端方向的旦数散布（ D S ）小于约4 %，优选小于约3 %，尤其是小于约2 %。

6．膨松的细丝纱（或丝束），它是用本发明的合格的细丝通过膨化工艺形成的，例如通过空气喷射变形、假捻变形、填塞箱式卷曲和齿轮卷曲工艺；其中，上述膨松的长丝的特征在于，单丝旦数（收缩之后）小于约1，最好小于约0．8，煮沸收缩率（ S ）和干热收缩率（ D H S ）小于约12%，T（ E″ max ） 低于约115℃，最好低于约110℃，R D D R至少为约0．1，最好是至少约为0．15。

用于直接使用纱（或丝束）的特别优选的长丝的特征还在于：

(a) 通过广角X 射线散射(WAXS)用0.10平面测量的平均结晶尺寸(CS)约为50-90埃（ Å ），对于约为 1.355-1.395 g/cm^3 的作了消光剂方面的修正的密度值（ ρ m ），分数的体积结晶度X v＝（ ρ m －1．335 ）／0．12，约为0．2－0．5；

（ b ）分数的平均取向函数f ＝Δ n／Δ n° （ Δ n° 是平均的特性双折射，在这里规定它等于0．22），约为0．25－0．5，分数的非晶态取向函数f a＝（ f －X v f c ）／（ 1－X v ），小于约0．4，最好是小于约0．3，其中（ Δ n ）是平均双折射，f c 是分数的结晶取向函数f c＝（ 180－C O A ）／180，C O A是通过W A X S测得的结晶取向角；

（c）非晶态自由体积（Vf，am）至少为约0.5×10⁶立方埃（Å³），最好是至少约1×10⁶ Å³，在这里Vf，am等于（CS）³〔（1－Xv）／Xv）〕〔（1－fa）／fa〕，动态损耗模量最高温度T（E″max）低于约115℃，最好是低于约110℃；

（d）对于1dpf 标准的常压相对分散染色速率（RDDR）至少为约0.1，最好是至少约为0.15。

除了以下特性外，象美国专利4134882、4156071和5066447中那样测定长丝的特性，相对分散染色速率（RDDR）是以1 dpf 为标准的，干热收缩率（DHS）是在180℃测得的，实验室（lab）相对粘度（LRV）是根据Broaddus 的美国专利4712998确定的，它等于约（HRV－1.2），HRV是在美国专利4134882和4156071中给出的。将$LRV_{20.8}$ 的值看做与20.8 LRV的2GT均聚物的零剪切“牛顿”熔体粘度η_o相同的聚酯聚合物的参比LRV（例如，在质量流速和温度相同时，提供相同的丝孔压降）。在表1－Ⅷ中，用符号“∧”表示“上升到幂”的数字（例如10^2 = 10∧2）；为了方便起见，将很小或很大的数例如0.00254 cm和254000 cm／min 表示为0.254和254，其中的单位分别表示为“cm×10∧2”和cm／sec×10∧－3；在数字位置上的虚线（－－－）表示该值没有被测量；在数字位置上的“NA”表示测得的该值是不能应用的；虚线箭头（－－－－→）用于表示某条目的某项参数的值与前面条目的相同。以码／分钟测量纺丝速度（V），在正文中已将它换算为公里／分，并4舍5入到小数第二位

（例如，4500 ypm＝4．115 Km／min⇒ 4．12）。

通过以下实施例，举例说明本发明的优选实例：

聚对苯二甲酸乙二醇酯，它具有以下特性，聚合物的LRV约为13—23（相应于约为0．5—0．7的〔η〕），对于离子地改性的聚酯，LRV最好是约为13—18，对于非离子地改性的聚酯，约为18—23，零剪切熔点（T_M°）约为240—265℃，玻璃化转变温度（Tg）约为40—80℃，并且它含有较少量的消光剂和表面摩擦改性剂（例如TiO_2和SiO_2），将它在聚合物温度Tp（℃）熔化，并通过惰性介质过滤经过停留（持续）时间（tr，min），然后，通过直径（D_{RND}）以及长度（L）的纺丝板丝孔，以丝孔质量流速W〔＝（dpf·V／9），g／min〕，以表观丝孔剪切速率（Ga，sec^{-1}＝〔（32／60π）（W／ρ）／D_{RND}^3）〕为条件，将上述聚对苯二甲酸乙二醇酯挤出，在这里，以厘米为单位表示丝孔尺寸，以Km／min 为单位表示卷绕速度（V）。

虽然只要丝孔的图案（长丝的排列）最适合于骤冷的型式（即径向对横吹）以及初始延迟冷却的“屏蔽”和空气速度分布的长度／分布（见实施例Ⅰ），就有可能纺丝和骤冷出具有象约25那样高的挤出长丝密度的丝束，但是，从长丝密度／挤出表面面积一般约为2．5—13的丝孔纺丝出本文中大多数实施例的长丝；其中，挤出长丝的密度等于单丝根数（#C）除以挤出表面面积（Ao）的比值（即，#C／Ao，cm^{-2}）除以“屏蔽”，“屏蔽”保护新挤出的长丝在至少约2cm和不大于约（$12\,dpf^{1/2}$，cm）的距离不直接与骤冷空气接触；然后，最好是用温度Ta（在这里是约为22℃）低于约聚

合物Tg（此处，对于2GT均聚物，Tg约为70℃）并且线速度Va（m／min）约为10—30m／min 的径向直射的空气，小心地冷却到约低于聚合物Tg的温度。所用的适合的纺丝设备基本上是美国专利4134882、4156071和4529368中所述的。

虽然为了纺丝的连续性选择了Tp，但是通过平衡延迟冷却长度（L_{DQ}）、骤冷空气温度（Ta）、骤冷空气流速（Va）和集束长度（Lc），可以将沿终端方向的旦数散布（DS）和拉伸张力的变化(DTV) 减至最小。提高聚合物的纺丝温度(Tp)（但是低于约〔$(T_M)_a$＋55℃〕一般会增加纺丝的连续性和机械性能（即，T_B，g／d），但是一般会减小沿终端方向的均匀性并增加缩率。

当以机械性能所要求在高温纺丝时，为了将沿终端方向的均匀性的损失减至最小，通过使用高剪切速率（Ga）的丝孔（即小直径的丝孔），可以将热传给挤出的长丝。但是，当高剪切丝孔和高L／D_{RND}比一起被使用时，纺丝的可操作性出乎意外地变坏，例如使用9×50mil 的丝孔（见实施例Ⅲ）。可以推测在这种低的丝孔质量流速和高的剪切条件的情况下，出现了初期剪切引起的聚合物熔体的分子序态（例如较低的链熵和可能的初期“成核”），特别是对于挤出前过滤时停留时间（tr）多于4分钟的聚合物熔体，在这里认为这种分子序态（可能的初期成核）使表观聚合物熔点从零剪切值（T_M°）增加到表观值（T_M）a。这具有减小纺丝温差Tp－（T_M）a的作用。为了保持足够大的足够的纺丝温差，发现需要进一步增加本体聚合物温度Tp，这种增加是根据用于选定L、D_{RND}和Ga值的公式2×10^{-4}（L／D_{RND}）Ga，℃所确定的量而进行的。

为了取得纺丝连续性、机械性能和沿终端方向的均匀性的平衡，在控制熔体伸长应变εa约为5．7—7．6的同时，将“颈缩点”处的表观纺丝线内应力（σa）控制在约0．045—约0．195g／d。将变细和冷却了的长丝集束成复丝束，并且以等于第一从动辊表面速度的纺丝速度（V，Km／min）进行卷绕。在包装以前，通过在第一从动辊和卷取装置之间轻微地超喂（通常在约0．5%—5%之间），来消除由摩擦表面（和空气阻力）引起的纺丝线外张力。在集束点进行给油并形成交缠，最好是在第一从动辊之后。选择在长丝上给油的量（重量%）和长丝缠结的程度（RPC），以满足最终用途的加工需要。

本发明的聚酯细丝具有优良的机械性能和均匀性，它的线密度约小于天然蚕丝，但是约大于蜘蛛丝，即单丝旦数约为1—0．2，并且它具有在不用高温和化学染色助剂的情况下被均匀地染色的能力；也就是说，比较类似于天然丝的这些性质。

有利的是，如果需要，可以在纺丝整理（根据Grindstaff和Reese在1989年10月12日申请的共同待批的专利申请07／420459中所讲述的发明）中用苛性钠处理细旦长丝纱，以提高它们的亲水性并改善湿气传递性和舒适性。可以用不同旦数和／或截面的混合长丝来减小长丝与长丝的填充，由此改善触觉的美感和舒适性。通过将不同的聚合物改性的长丝共混，可以获得极好的可染性效果，例如，均聚物能用分散染料染色，离子型共聚物能用阳离子染料染色。

如果需要，通过象Knox的美国专利4156071、Maclean的美国专利4092229以及Reese的美国专利4883032、

4996740和5034174中的部分内容所述的那样加入相当于约0.1%摩尔的链支化剂，和／或通过增加聚合物粘度约+0.5—约+1.0LRV单丝，可以得到较低缩率的细丝。

本发明的细长丝纱例如适于径向拉伸、空气喷射变形、假捻变形、齿轮卷曲、以及填塞箱式卷曲；并且低缩率的长丝可以被用作直接使用的扁平纺织丝以及其中不需要进行拉伸的空气喷射变形和填塞箱式卷曲用的喂入丝。长丝（和由长丝构成的丝束）还可以被卷曲（如果需要）和被切成切段纤维和纤维屑。由这些改进了的长丝形成的织物可以通过惯用的起绒和刷绒工艺进行表面处理，以产生鹿皮状的触感。可以通过选择截面、消光剂和通过象碱腐蚀那样的处理来改变长丝的表面摩擦性能。改进了的长丝强度和均匀性的组合使这些长丝特别适于最终用途的加工，这些加工要求细长丝纱没有断裂长丝（断丝）和用关键性的染料均匀地染色。

本发明的细单丝纱旦数的聚酯长丝特别适于制造高单丝密度的水分屏障织物，例如雨衣和医用外衣。可以将针织和机织织物的表面去除毛结（刷或砂磨）。为了更进一步减小旦数，可以用常规的碱法处理长丝（最好是以织物的形式）。细长丝纱，尤其是能阳离子染色的细长丝纱，最好是通过Strachan 在美国专利3940917中所述的喷气交缠，还可以被用作弹性处理纱线的包覆线。本发明的细长丝可以与较高旦数的聚酯（或尼龙）长丝进行纺丝中在线的或离线的共混，来提供交染效果和／或混合收缩可后膨化变形的潜力，这里的膨化可以离线发生，例如整经／经纱上浆时在加热的情况下超喂，或者以织物的形式，例如在染色浴中发生。根据纺织加工的需要和最终想要的纱线／织物的美感，选择交缠的程度和给油的种类／数量。

由以下实施例进一步说明本发明的方法和由该方法制得的产品：

实施例Ⅰ

用19 LRV（相当于约0．60〔η〕）并且含有0．3%重量的TiO_2的聚对苯二甲酸乙二醇酯纺丝公称为0．5 dpf 的100根和300根长丝的纱。用不同结构的纺丝板纺丝300一长丝纱；例如，这样来构成：（ⅰ）通过控制丝孔到丝孔的距离大于约40 mils（1㎜）用单头平头钻形成2或更多个丝孔而不致造成长丝间熔合；（ⅱ）300个“等距布置的”单丝孔；（ⅲ）300个以同心圆环形式排列的丝孔最初约占据了可得到的挤出表面面积（Ao）的“外面”一半的50%，这样使有效挤出长丝密度（EFD）从约12．5增加到约25；但是，在挤出后纺丝板（ⅲ）的聚合物熔体流马上就汇合形成一个与纺丝板（ⅰ）和（ⅱ）相似的锥形束，并且由此具有相当于纺丝板结构（ⅰ）和（ⅱ）的有效挤出长丝密度（EFD）；即小于25和大于12．5，在这里对于这种非等距分布的长丝排列的有效挤出长丝密度（EFD），是按照图14中图解的方法实验地确定的。由于挤出后长丝束马上就呈现相似的形状，所以实验地发现等距布置遍及整个挤出面积的长丝和以同心圆环的形式布置在圆周上的长丝，具有大致相同的有效长丝挤出密度。表Ⅰ中的数据是关于300一长丝纱的，这种长丝纱是用以同心圆环形状排列的丝孔纺丝的，上述丝孔最初约占据了可得到的挤出表面面积的50%。除了对于以3500 ypm（3．2 Km／min）纺丝的纱线具有长度（L_{DQ}）约为1英寸（2．54㎝）的保护“屏蔽”，对于以4500 ypm（4．12 Km／min）纺丝的纱线具有L_{DQ}约为2．25英寸（5．72㎝）的保护“屏蔽”以外，用基本上如美国

专利4 1 5 6 0 7 1中所述的径向骤冷装置，将新挤出的长丝冷却至室温。以3 5 0 0 ypm （3．2 K m／min）纺丝的长丝纱具有高的煮沸收缩率（S），使这些纱线特别适于例如在拉伸整经、拉伸空气喷射变形、拉伸假捻变形和拉伸卷曲中作为拉伸喂入丝。当纺丝速度增加到4 5 0 0 ypm （4．1 1 5 K m／min）时，煮沸收缩率（S）的值减少到低于1 2％，差示缩率（ΔS＝DHS－S）低于＋2％，最高温度T（STmax）低于1 0 0℃时的最大收缩张力（STmax）低于0．1 7 5 g／d，屈服强度（在这里接近于延伸率为7％时的强度T_7）大于1 g／d，使这些长丝完全适合于不需要另外拉伸或热处理的直接使用的用途，例如用作扁平状长丝、空气喷射变形和填塞箱式卷曲的纺织长丝纱。

可以看出，由截面面积（Ac）为1 7 6．8 $mils^2$（0．1 1 4 0 mm^2，1．1 4×10^{-3} cm^2）的纺丝板丝孔纺丝出的长丝，其断裂强度（T_B）低于由Ac为2 8．3 $mils^2$（0．0 1 8 2 mm^2，1．8 2×10^{-4} cm^2）的纺丝板丝孔纺丝出的长丝。本实施例Ⅰ的纱线的强度较低，还部分地是由于较低的聚合物LRV（1 9对2 0．8）。T_B的标准值（在这里用$[T_B]_n$表示）等于测得的断裂强度（T_B）与系数（2 0．8／LRV）$^{0.75}$·（1－X）$^{-4}$ 的乘积，对于这些纱线该系数约为1．0 5 7；因此，与参比LRV为2 0．8和TiO_2％为0％相比时，标准断裂强度（T_B）n高出约6％。

在常压条件（1 0 0℃）、不用染色载体的情况下，本实施例的细长丝纱能被染成深色，与常规的全拉伸纱线的相对分散染色速率（RDDR）值（以1 dpf 为标准）为0．0 5 5相比较，本实施

例的细长丝纱的RDDR值约为0．16。

为了形成较少长丝数（和较低旦数）的纱线，例如，最好是在径向骤冷腔的出口处，借助于使用计量给油尖端分离导丝器，有可能将300根长丝的纱束分裂成各为150、100、和75根长丝的2、3或4支纱束。多终端容许以较高的质量流速(W)通过过滤组合件的空腔，并且由此减少了每个丝条在过滤组合件的空腔中的停留时间(tr)。

实施例Ⅱ

除了延迟“屏蔽”长度（L_{DQ}）约为2．25英寸（5．72㎝）以外，基本上象实施例Ⅰ所述的那样，以4000ypm（3.66Km／min）的卷绕速度（V），使用径向骤冷装置，将公称的20．8LRV（约0．65〔η〕）和含有0．1%重量TiO_2的聚对苯二甲酸乙二醇酯纺丝成细长丝。实施例Ⅱ－5和Ⅱ－6的可操作性很差，而且没有收集到纱线。对于以4000ypm（3．66Km／min），用15×60mil（0．38×1．52㎜，0．038×0．152㎝）的丝孔，纺丝出的0．5dpf 长丝，认为低的表观剪切速率（Ga）是造成可操作性差和断裂长丝的原因之一。即使将温度Tp增至约299℃，也不能提供一种可接受的方法。由于担心沿终端方向的旦数均匀性变差，所以没有进行高于约299℃—300℃温度的试验。将方法和产品的细节总结在表Ⅰ中。

实施例Ⅲ

在实施例Ⅲ中，纺丝出68—和136—（未捻合的和捻合的）长丝纱，除了对于实施例Ⅲ－1至Ⅲ－9和Ⅲ－11至Ⅲ－25，是用一个如美国专利4926661中所述的计量给油尖端进行集束以外，基本上按照实施例Ⅰ进行纺丝。实施例Ⅲ－10是象实施例Ⅰ和

Ⅱ中所述的那样，用计量给油辊的表面使长丝集束。其它的工艺细节被总结在表Ⅰ和Ⅱ中。实施例Ⅲ－1至Ⅲ－5和Ⅲ－12至Ⅲ－15具有大于约1g／d的T_7一值，这使它们特别适于用作直接使用的纺织长丝纱中的长丝和其中不进行拉伸的空气喷射变形中的喂入丝；并且如果需要，在如Knox和Noe 的美国专利5066447中所述的整经拉伸（和空气喷射变形）中，可以不用加热（冷却），进行均匀地拉伸。T_7一值低于约1g／d的实施例Ⅲ－6、7和Ⅲ－16至Ⅲ－25的长丝，特别适合于拉伸喂入丝（DFY）中的长丝，例如拉伸假捻变形（FTT）和拉伸空气喷射变形（AJT），或者特别适用于经向拉伸中的喂入丝。

在实施例Ⅲ－1至Ⅲ－5中，从单纺丝头组件的空腔中纺丝出50旦数的68一长丝纱，并将它在集束导丝器处捻合形成具有优良机械性能的100旦数的136一长丝纱。例如，实施例Ⅲ－4的长丝纱具有0.39处断裂/1000 磅(0.86/1000 kg)的纺丝连续性 ，这等于约9．5处断裂／10^9米。对于用Barmag FK6T－80进行的没有拉伸的空气喷射变形，在约10㎝交缠（用美国专利3290932中所述的快速针支数法测量）的情况下卷绕实施例Ⅲ－4的丝纱，对于直接用作机织和经编中的扁平纺织丝，在约5－7RPC交缠的情况下进行卷绕。实施例Ⅲ－6和Ⅲ－7中分别以1.44×和1．7×进行拉伸，没有断裂长丝，产生拉伸的35旦的68－长丝纱。因为实施例Ⅲ－6的纺丝生产率（纺丝旦数×纺丝速度）大于实施例Ⅲ－7约25%，所以与实施例Ⅲ－7相比，实施例Ⅲ－6是优选的。实施例Ⅲ－6中用1．44×的拉伸比成功地进行了经向冷拉伸。已经预料到，按照Frankfort 和 Knox 在美国专利

4 1 3 4 8 8 2中所述的方法，将9 mil （0．229㎜，0．0229㎝）的纺丝板丝孔的L／D_{RND}一比值从2．22增加到5．56，通过为增加挤出聚合物熔体的剪切加热创造条件，会显著地改进机械性能；其中，丝孔剪切加热的程度是用Frankfort 和 Knox的专利中的公式：660（WL／D^4）$^{0.685}$，℃估算的，式中，D是以mils表示的，W是以磅／小时表示的；但是对于实施例Ⅲ－8和Ⅲ－11，观察到了断裂长丝。

实施例Ⅲ－12取得了合格的性能；其中，与68－长丝相比通过纺丝136－长丝，减少了过滤期间在纺丝头组件的空腔中的停留时间（tr）。可以将长丝束卷绕成单独的136－长丝束，或劈开卷绕成两根68－长丝的纱束。为了在不用高的“进料”聚合物温度（Tp）的情况下进行纺丝，发现对于高L／D_{RND}丝孔的纺丝板，停留时间（tr）必须少于4分钟。有关用高剪切丝孔的纺丝板纺丝的比较详细的论述，见实施例Ⅸ。在实施例Ⅲ－12至Ⅲ－15中，纺丝136－长丝纱，使用的是每个纺丝板的136个9×36 mil（0．229×0．916㎜，0．0229×0．0916㎝）的丝孔，并由此使过滤停留时间（tr）减少了50％，以提供具有优良机械性能的纱线。高长丝支数的纱线特别适用于拉伸空气喷射变形（AJT）和假捻变形（FTT），其中，直线的拉伸一变形设备配置是优选的。象实施例Ⅻ中所述的那样，将出自实施例Ⅲ－19、22、24和25的纱线用于制备公称0．5 dpf 的经向拉伸扁平丝。

实施例Ⅲ－10长丝的结构性能是收缩率低于6％的本发明纺丝－取向的长丝的代表。实施例Ⅲ－10的长丝的密度（〔测量的ρ＝纤维的ρ－0．0087（％TiO_2）〕为1．3667 g／cm^3

（对于0．03％TiO_2修正了的），给出计算的分数体积结晶度〔Xv＝（ρm－1．335）／0．12〕为0．264，重量百分率结晶度〔Xw＝（1．455／ρc）Xv〕为0．281；平均结晶尺寸（CS）为70埃（Å）；平均结晶取向角（COA）为12度，它相当于结晶取向函数〔fc＝（180－COA）／180〕为0．93；平均双折射（Δn）为0．0744，给出的平均取向函数〔f＝Δn／0．22〕为0．34，非晶态取向函数〔fa＝（f－Xvfc）／（1－Xv）〕为0．13，非晶态自由体积〔（Vf，am）＝〔（1－Xv）／Xv〕〔（1－fa）／fa〕CS^3〕约为6×10^6立方埃（$Å^3$）。本实施例长丝的双折射差（Δ95－5）为0．0113，Niso为1．5882，声速（SV）为2．72Km／sec，给出的声波模量（Mson）为83．6g／d，在最高温度T（STmax）为80℃时的最大收缩张力（STmax）为0．143g／d，煮沸收缩率（S）为4．6％，给出的收缩模量〔Ms＝（STmax／S）100〕为3．1g／d，干热收缩率（DHS）为5．0％，给出收缩率差（ΔS＝DHS－S）低于＋1％，原始模量为71．6g／d，后屈服模量（Mpy）为5．35g／d，未修正的分散染色速率为0．144，以1dpf为标准的相对分散染色速率RDDR为0．104。

实施例N

除了延迟“屏蔽”的长度（L_{DQ}）约为2－5／8英寸（6．7cm），和用距纺丝板表面43英寸（109cm）的一个计量给油尖端将长丝束集束以外，基本上按实施例I中所述的，用一个径向骤冷纺丝装置，纺丝聚对苯二甲酸乙二醇酯，该聚合物具有公称的21．2

LRV（约0．66〔η〕），它的TiO_2%重量为0．035、0．3和1。在表Ⅲ和Ⅳ中，总结了其它的工艺细节。发现增加TiO_2的重量百分率，使这些细丝的断裂强度（T_B）降低。TiO_2 的用量通常在以下范围之间变化，对于最低限度的纱线与金属和纱线与纱线摩擦而言，为大约0．035%，对于希望的机械性能和视觉美感，低于约1．5%，比较典型的是低于约1%。

实施例Ⅴ

用相似于实施例Ⅳ的装置，纺丝公称的21．1LRV（约0．655〔η〕）并含有0．3 TiO_2%重量的聚对苯二甲酸乙二醇酯。实施例Ⅴ－1至Ⅴ－4、Ⅳ－9和Ⅳ－10使用12×50 mil（0．305×1．270㎜，0．0305×0．127㎝）的纺丝板丝孔。实施例Ⅴ－5、7、8和11－13使用9×36 mil（0．229×0．914㎜，0．0229×0．0914㎝）的纺丝板丝孔，实施例Ⅴ－6使用6×18 mil（0．152×0．457㎜，0．0152×0．0457㎝）的纺丝板丝孔，去纺丝100—长丝85旦的经向拉伸和拉伸空气喷射变形（AJT）用的喂入丝。在实施例Ⅴ－8和Ⅴ－10中，将延迟骤冷的长度（L_{DQ}）从2－5／8英寸（6．7㎝）增加到4－5／8英寸（11．7㎝）。由于增加了延迟长度（L_{DQ}），所以沿终端方向的不均匀性增加了4×，并且由丝束截面光学地测量的长丝间旦数的不均匀性增加了2×。当延迟长度（L_{DQ}）低于约（$12\ dpf^{1/2}$）㎝时，可以获得优良的均匀性。

实施例Ⅴ－11至Ⅴ－13是以2400、3000和3500 ypm（2．2、3．05和3．35Km／min）重复实施例Ⅴ－

7；其中，为了纺丝拉伸喂入丝，改变丝孔的质量流速，以致纺丝的dpf 将会被拉伸到约0．5 dpf 的最终旦数〔在这里，拉伸dpf＝纺丝dpf／拉伸比＝纺丝dpf×（拉伸丝RDR／纺丝长丝RDR）其中剩余拉伸比RDR＝（1＋E_B，%／100）〕。实施例V－11至V－13的长丝在延伸率为7%时的强度（T_7）值低于约1 g／d，使它们特别适用于拉伸喂入丝，虽然未拉伸丝的收缩率低于12%。经向拉伸的结果被总结在实施例Ⅶ中。

实施例Ⅵ

在实施例Ⅵ中，为了改变纺丝旦数，延迟骤冷长度（L_{DQ}），纺丝温度（Tp）和集束导丝器的长度（Lc），以3300 ypm（3．02 Km／min）重复实施例V－13。旦数散布（DS）为3．8%的实施例Ⅵ－2的长丝被成功地拉伸1．35×，产生拉伸的0．3 dpf 100—长丝纱，它的旦数散布为2．3%，强度为4．4 g／d，E_B为32．5%，煮沸收缩率（S）为6．3%。在本实施例中，发现当总纱束旦数和各长丝的旦数被减小时，如果不重新平衡工艺，沿终端方向的均匀性就会变坏。为了在这种低质量流速的情况下保证优良的纺丝连续性，需要提高聚合物的温度。通过使延迟长度（L_{DQ}）减少到约2．9 cm和使集束长度（Lc）从109 cm减少到81 cm，使沿终端方向的旦数散布（DS）从12．1%（实施例Ⅵ－1）改进为低于4 %。对于dpf 低于0．5的纱线，要达到与0．5—约1 dpf 的纱线那样相同的DS一值是困难的。在表Ⅲ和Ⅳ中总结了工艺和产品的细节。

实施例Ⅶ

用公称21 LRV（约0．65〔η〕）含有0．035 TiO_2%

重量的聚对苯二甲酸乙二醇酯纺丝三叶形的细长丝，使用的是具有9×36mil（0.229×0.914mm，0.0229×0.0914cm）和12×50mil（0.305×1.270mm，0.0305×0.127cm）的计量孔的纺丝板，和面积（Ac）约为197 $mils^2$（1.27 mm^2，0.0127 cm^2）的Y型出口的喷丝孔，喷丝孔相当于约15.9mils（0.40mm，0.04cm）的D_{RND}和约为1.5的L／D_{RND}（基本上象美国专利4195051的实施例45—47中所述的那样）。与12×50mil的计量丝孔相比，9×36mil的计量丝孔提供了更好的机械性能和沿终端方向的旦数均匀性。可以将100—长丝纱拉伸到公称50旦，或大约0.5dpf，而没有形成断裂长丝。

实施例Ⅷ

纺丝公称LRV约为15.3用约2摩尔%亚乙基—5—钠—硫代间苯二酸酯改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯聚合物，使用延迟长度为2.2英寸（5.6cm）的层流横吹骤冷装置（基本上如美国专利4529638中所述的），和在约43英寸（109cm）处用计量给油尖端导丝器将长丝束集束。因为离子部位起交联剂的作用并造成较高的熔体粘度，所以对于离子改性的聚酯，通常优选较低的LRV。在这里所用的15LRV具有20LRV均聚物的熔体粘度。但是，如果人们想要纺丝低LRV均聚物，那么添加增粘剂一般是有利的，例如添加硅酸四乙基酯（象Mead和Reese的美国专利3335211中所述的那样）。通常优选的是，纺丝LRV约为13—18的离子改性聚酯和LRV约为18—23的非离子改性聚酯。将卷绕速度从2400ypm（2.2Km／min）增加到3000ypm（2.74

Km／min)。同预料的一样，阳离子共聚物纱线具有基于其较低LRV的较低的T_B一值。对于用于起绒或刷绒织物的长丝纱和对于要被切成纤维屑的丝束，较低的LRV是优选的。纺丝出的纱线可以被拉伸到约50旦的100一长丝纱而不会出现断裂长丝。与在相似条件下纺丝的2GT均聚物的0.125RDDR一值相比，阳离子改性聚酯的RDDR一值为0.225。

实施例Ⅸ

用相似于实施例Ⅳ的装置，以约30m／min 的空气流速，纺丝公称21.9LRV(约0.67〔η〕)并含有0.3TiO_2%重量的聚对苯二甲酸乙二醇酯。实施例Ⅸ－1至Ⅸ－3使用12×50mil (0.305×1.270㎜，0.0305×0.127㎝)的纺丝板丝孔，实施例Ⅸ－4至Ⅸ－8使用9×36mil (0.229×0.914㎜，0.0229×0.0914㎝)的纺丝板丝孔，实施例Ⅸ－9至Ⅸ－11使用6×18mil (0.152×0.457㎜，0.0152×0.0457㎝)的纺丝板丝孔，去纺丝公称50旦的100一长丝低收缩率纱线，这种纱线适用于经编和机织的直接使用纺织丝，和适用于其中不需要拉伸的空气喷射和填塞箱式变形的喂入丝。

预料象Frankfort 和 Knox在美国专利4134882中所讲述的那样，通过增加丝孔的剪切速率(Ga)，会改进机械性能。对于9×36mil 的丝孔与12×50mil 的丝孔相比，看到了这种改进，但是，意想不到的是，用6×18mil 的丝孔纺丝，需要较高的聚合物温度。根据计算由于6×18mil 丝孔的较高剪切速率引起的聚合物温度增加，预料与9×36和12×50mil 的

丝孔相比，6×18 mil 的丝孔实际上将需要较低的聚合物温度（Tp），就象Frankfort 和 Knox所讲授的那样。但是，为了用高剪切的6×18 mil 丝孔的纺丝板提供合格的纺丝连续性，必须增加聚合物温度约5－6℃。据推测，在这种低质量流速（W）时，6×18 mil 丝孔的较高的剪切引起聚合物熔体的分子序态，并且甚至可能导致具有增加表观聚合物熔点（T_M）$_a$ 作用的成核，在这里用（T_M）$_a$ 作为丝孔剪切速率（Ga）的函数的以下经验公式来表示（T_M）$_a$：即（T_M）$_a$ $= T_M° + 2\times10^{-4}$〔（L／D_{RND}）（Ga）〕，℃。聚合物纺丝温差在这里的定义为：

$$〔Tp-(T_M)_a〕=〔(Tp-T_M°)-〔2\times10^{-4}(L/D_{RND})Ga〕,$$

随着表观剪切速率（Ga）与L／D_{RND} 比值的乘积的增加，聚合物纺丝温差有效地减少；因此为了纺丝的连续性，需要增加聚合物温度Tp，以保持至少约25℃的最小纺丝温差，最好是至少约30℃。这与根据Frankfort 和 Knox的讲授所预料的相反。表Ⅳ和Ⅴ中总结了工艺和产品的结果。

实施例X

用与实施例Ⅳ相似的装置，空气流速从约11 m／min 到约30 m／min 不等，纺丝公称21.9 LRV（约0.67〔η〕）并含有0.3 TiO_2 %重量的聚对苯二甲酸乙二醇酯。实施例X－1至X－9使用12×50 mil （0.305×1.270 mm，0.0305×0.127 cm）的纺丝板丝孔，实施例X－10至X

－16使用9×36 mil（0.229×0.914㎜，0.0229×0.0914㎝）的纺丝板丝孔，去纺丝公称70旦的100长丝的低收缩率纱线，该纱线的T_T一值大于约1g／d，使该纱线特别适用于经编和机织的直接使用纺织丝，和其中不需要拉伸的空气喷射和填塞箱式变形的喂入丝。据观察，用较高的聚合物温度和较低的空气流速使机械性能得到改进。对于较高dpf 的长丝，就象已被注意到的那样（Bayer 的德国专利 2814104 ），改变集束导丝器的距离Lc，对机械性能几乎没有作用。遗憾的是，改进机械性能的工艺变化使沿终端方向的旦数均匀性变差。成功地纺丝具有优良机械性能和旦数均匀性的细长丝，需要在为了机械性能的“热的”聚合物和为了均匀性的聚合物的“迅速”冷却之间进行平衡。这与Frankfort 和 Knox的讲授相反，在他们的讲授中，为了提供旦数大于1的优质长丝，采用“热的”聚合物与缓慢骤冷相结合，其中的骤冷是借助于使用低骤冷速率、延迟屏蔽和／或加热延迟骤冷来实现的。较高的“进料”聚合物温度（Tp）与借助于较小直径丝孔纺丝板的剪切加热和借助于短延迟长度（L_{DQ}）的快速骤冷之间的平衡，通常可以较好地平衡纱线的性能。缩短集束长度（Lc）可以改善均匀性，并且，由于空气阻力较低，卷绕张力减小。按Frankfort 和 Knox的方法纺丝较高旦数时，对于缩短集束长度，发现没有显著的改进。在表Ⅴ和Ⅵ中总结了工艺和产品的结果。

实施例Ⅺ

分别以1.45×、1.5×和1.55×的拉伸比，将实施例Ⅴ－11、12和13的细长丝的喂入丝均匀地冷拉伸和在155℃拉伸，来给出可被用作扁平纺织丝的公称50旦100长丝的拉伸纱

线。拉伸过的细长丝纱具有优良的机械性能和沿终端方向的旦数均匀性，以及小于约6%的煮沸收缩率。冷拉伸纱线的收缩率稍小于热拉伸的纱线，并且还稍微更均匀。由于较小的交缠程度和不同的给油，可以按照Knox和Noe 在美国专利5066447中的讲授，将这些纱线进行冷拉伸空气喷射变形。还可将这些细长丝纺丝出的纱线用作拉伸空气喷射／填塞箱式／摩擦加捻变形用的喂入丝。在表Ⅶ中总结了经向拉伸的工艺和产品的细节。

实施例Ⅺ

通过改变纺丝速度和纺丝旦数来重复实施例Ⅲ－20至25，以提供能被拉伸形成35旦68—长丝纱线的拉伸喂入丝。将具有优良机械性能和旦数均匀性的公称50－60旦纺丝出的纱线冷拉伸，并在160－180℃热定形，来获得公称0.5 dpf 纱线的低收缩率长丝，而不损失机械性能和沿终端方向的旦数均匀性。在表Ⅳ和Ⅴ中总结了纺丝工艺和产品的细节，在表Ⅶ中总结了相应的拉伸工艺和产品的细节。

实施例ⅫⅢ

在实施例ⅫⅢ 中研究了获得高T_7的细长丝纱的能力。使用与实施例Ⅹ中相似的纺丝装置。通过9×36 mil （0.229×0.914㎜，0.0229×0.0914㎝）的纺丝板丝孔，挤出公称20.8 LRV（0.65〔η〕）含有0.3 TiO_2 % 重量的聚对苯二甲酸乙二醇酯，并使用除延迟长度约为2.25英寸（5.7㎝）以外，如实施例Ⅰ中所述的径向骤冷装置进行冷却。借助于使用计量给油尖端导丝器，在距纺丝板表面约32英寸（81.3㎝）的集束长度（Lc）处，将冷却了的长丝集束成丝束。卷绕速度

从4500ypm（4.12Km／min）到5300ypm（4.85Km／min）不等，以提供T_7一值为约1－1.5g／d的68和100—长丝的直接使用纺织丝。在表Ⅵ中总结了工艺和产品的细节。与实施例X相比，由于使用了较低的聚合物熔体温度（Tp）和较高的骤冷空气流速（Va），所以实施例XIII 的张力很差。

实施例XN

使用Barmag FK6T80，以300Km／min，将按照实施例N制备的91旦100—长丝纱空气喷射变形；其中，以1.0×、1.1×、1.2×和1.32×的拉伸比，使纺丝出的纱线冷拉伸（约40℃），接着，用常规的空气喷嘴以125磅／英寸^2（8.8kg／cm^2）的压力进行空气喷射变形，以提供长丝旦数为约0.7—0.9（煮沸收缩后）和约0.77—0.94dpf（煮沸收缩后）的膨松纱。没有进行拉伸的变形长丝纱的旦数表明，由于膨化（例如，长丝形成圈），纱线旦数增加了约11%，此处比值（旦数）$_{AJT}$／（旦数）$_{FLAT}$ 最好大于约1.1；但是，长丝的旦数表明旦数没有增加。就象所预料的那样，由于长丝形成圈，所以变形纱线的强度低于拉伸的扁平纱线；但是，适用于膨松织物的最终用途。即使以1.32×的拉伸比，给出剩余伸长为27.2%（相当于1.27的剩余拉伸比RDR）的变形纱线，其煮沸收缩率（S）和干热收缩率（DHS）也分别只是约12.7%和11%，收缩率差（ΔS＝DHS－S）小于约（1.7%）。如果需要的话，经过热定形，可以使这些收缩率减小到约2%。就象这里规定的那样，在拉伸纱线的过程中，通过保持至少约1.4×的RDR，进行实施例XN －1和2的均匀的部分冷拉伸。按照Knox和Noe 在美国专利5066447

中的论述，只要热收缩率低于约12%，最好是低于约10%，特别是低于约8%，这些细长丝被均匀地部分拉伸的能力就被认为是纺丝出的长丝的结晶结构所造成的。在实施例XIV —5至8中，顺序地将68—长丝的纱线冷拉伸和空气喷射变形。只要AJT纱线的收缩率较高，收缩率就随拉伸比而增加。在表Ⅷ中提供了实施例XIV 的工艺和产品的数据。

使2根或更多根冷拉伸AJT纱线的纺织纱线共混（纱线合股），其中至少一根AJT纱线已被热定形至收缩率低于约3%，其他的AJT纱线没有被热定形，因此具有非常高的收缩率，这样来提供一种形成混合收缩纱线的简化方法。可以用较低收缩率的组分提供相似的混合收缩纱线，该组分是借助于另一种工艺，例如借助于热拉伸，进行或不进行热定形而形成的。因此，可以通过共混2根或更多根拉伸过的长丝束来提供混合收缩的AJT纱线，其中的长丝束都是通过冷拉伸在没有后加热处理的情况下拉伸的，但是使这些丝束冷拉伸到不同的伸长度，最好是约10%或多于10%。可以将制得的混合收缩拉伸纱线进行AJT处理，来提供一种混合收缩的变形（膨化）纱线。还可以用不同旦数和／或截面的混合长丝减少长丝对长丝的堆砌，并由此改进触觉的美感和舒适性。通过共混不同聚合物改性的拉伸长丝可以获得独特的可染性效果，例如用分散染料可染色的均聚物与用阳离子染料可染色的离子型共聚物的拉伸长丝的共混。在表Ⅷ中总结了AJT工艺和产品的细节。

实施例XV

在实施例XV 中，纺丝用于假捻变形（FTT）的拉伸喂入丝。在实施例XV —1中，用D／Y—比为1.707的L—900PU

机以500m／min，1.628×的拉伸比，使公称58旦的68—长丝变形，来提供公称37旦（0.54dpf）的68—长丝变形纱线，它的强度（T）为4.1g／d，断裂伸长（E_B）为26.8%，延伸率为7%时的强度（T_7）为2.19g／d，原始模量（M）为44.6g／d。在实施例XV—2中，除了用1.59的D／Y—比，以1.461×的拉伸比以外，象实施例XV—1中那样，加工用于假捻变形的公称118旦200—长丝的拉伸喂入丝，来提供公称83.5旦（0.42dpf）的200—长丝变形纱线，它的强度（T）约为3.25g／d，断裂伸长（E_B）约为23.9%。按照Knox和Noe 在美国专利5066447中的讲授，用1.49×的拉伸比，还成功地将200—长丝的纱线“部分”地经向拉伸，形成公称79.6旦200—长丝的扁平纱线，它的强度为4.81g／d，断裂伸长（E_B）为45.1%。在实施例XV—3中，为了用于假捻变形和经向拉伸的拉伸喂入丝，加工公称38旦的100—长丝纱线。实施例XV—3用6×18mil（0.152×0.457㎜）丝孔的工艺操作性比用9×36mil（0.229×0.914㎜）丝孔的好。在实施例XVⅢ的条件范围内经向拉伸实施例XV—3的纱线，来提供用于机织和针织织物的0.22—0.27dpf的100—长丝纱线。

实施例XVI

在实施例XVI中，通过9×36mil（0.229×0.914㎜）的计量毛细孔和面积为318$mils^2$（0.205$㎜^2$）的四菱形波纹的狭条状截面的出口喷丝孔，在285℃，挤出含有0.035TiO_2%重量的21.2LRV聚酯聚合物。用相似于实施例Ⅲ中使

用的具有2．9㎝延迟长度的径向骤冷装置，骤冷80旦的100一长丝束，在距纺丝板表面109㎝处，借助于一个计量给油尖端敷料器进行集束，并以2350ypm（2．15Km／min）的纺丝速度进行卷绕。用47．5mpm 室温空气骤冷的纱线具有，约1．6—1．8%的沿终端方向的旦数散布（DS），约2．8%的BOS，92．9%的平均断裂伸长（E_B），4．56g／d的断裂强度（T_B），使（T_B）$_n$／T_7一比值约为4．3。骤冷空气速度减小到21．7m／min 时，T_B增加到约4．64g／d，与此同时（T_B）$_n$／T_7一比值约为4．5。较低的T_B一值（即，低于约5）是由于波纹形长丝截面形状的结果，这样的长丝可以被用在一些工艺中，例如假捻变形（FTT）和空气喷射变形（AJT），为了使纺短纤纱外观更为美感，在这两种变形中要求长丝破裂，以产生更加细的长丝（即，比约0．2dpf还要少）。

实施例XVII

在实施例XVII中，以3500ypm（3．2Km／min）和4500ypm（4．12Km／min）纺丝孔隙密集度约为16—17%的公称43旦的50一长丝。基本上象以下专利所述的那样，使用带有15×72mil（0．381×1．829㎜）的计量毛细孔的弧形毛细管喷丝孔在290℃，借助于公称21．2LRV聚合物的后合并，形成中空丝，这些专利是Champaneria 等人的美国专利3745061、Farley 和 Barker 的英国专利1106263、Hodge 的美国专利3924988（图1）、Most的美国专利4444710（图3）、英国专利838141和1106263。调整入口毛细孔（计量孔）到弧形喷丝孔的几何

形状，以优选挤出物的凸出和使中空熔体纺丝线的过早塌缩减少到最低限度。调整由弧形喷丝孔形成的环形截面的内径和外径的比，来达到大于约10%并且最好大于约15%的孔隙含量百分率。发现孔隙含量随挤出空隙的面积（$\pi I D^2/4$）、质量流速、聚合物熔体粘度（即，与LRV／Tp成正比）和卷绕速度（V）的增加而增加，并且选择以上工艺参数来获得至少约10%，最好是至少约15%的孔隙含量（VC）。例如，除了将空气流速减小到约16m／min，和在小于约140cm距离处用计量给油尖端敷料器进行集束以外，象实施例XVI中所述的那样，用装有短的延迟屏蔽的径向骤冷装置，使细的中空丝骤冷。以3.2Km／min纺丝的纱线具有分别为约3gpd／90%／45gpd的强度／伸长／模量，和约为0.88g／d的延伸率为7%时的强度（T_7）。以4.115Km／min纺丝的纱线具有分别为约2.65gpd／46%／64gpd的强度／伸长／模量，和约为1.5g／d的延伸率为7%时的强度（T_7）以3.2和4.12Km／min纺丝的纱线具有在约3—5%之间的煮沸收缩率（S）。

实施例XVII

在实施例XVII中，在从1.4×到1.7×的拉伸比范围内，拉伸实施例XV—3的纺丝出的纱线，来提供旦数分别为26.6至22.2的拉伸长丝纱；随着拉伸比的增加，强度从4.38g／d增加到5.61g／d，断裂伸长（E_B）从36.6%减少到15.8%。所有的拉伸纱线的煮沸收缩率都是约4%。对于工艺和产品的概要见表Ⅷ。

实施例XIX

在实施例XIX －1和XIX －2中，为了在机织和针织织物中用作直接使用的扁平丝，以4400ypm （4.02Km／min），纺丝公称0.5dpf 的200－长丝和168－长丝纱（分别来自实施例XV －3和4的喂入丝）。还可以将这些纱线空气喷射变形（AJT）而不拉伸，以提供公称3％收缩率的低收缩率AJT纱线。

实施例XX

在实施例XX 中，通过将本发明的低旦长丝与较高旦的长丝共纺，制备混合长丝纱，较高旦的长丝例如是由Knox在美国专利4156071中所述的低收缩率长丝和／或由Piazza 和Reese 在美国专利3772872中所述的高收缩率长丝，这样来为混合的收缩（例如在织物中的后膨化）提供潜力，例如在将本发明的低收缩率长丝与Piazza 和Reese 的高收缩率长丝混合时的情况下。对于混合dpf 的低收缩率长丝纱，例如通过共纺本发明的长丝与Knox在美国专利4156071中所述的长丝制备的长丝纱，借助于使用热管或蒸汽喷射进行在线热处理，这种处理基本上不减少长丝旦数（即，没有空间拉伸），由此来提供得到独特的混合收缩率可后膨化变形的长丝纱的路线，在该长丝纱中，本发明的低旦长丝的收缩率基本上保持不变，而较高旦的长丝（例如，2－4 dpf）的收缩率从低于约6－10％的初始煮沸收缩率（S）增加到大于10％，典型的是增加到约15－35％。借助于上述中等的热处理制备的混合收缩率纱线不同于通过混合本发明的低收缩率长丝与Piazza 和Reese 的较高收缩率长丝获得的纱线，在这后一种纱线中，热处理过的高收缩率长丝已经显著地改进了收缩张力（例如，至少约0.15g／d），

即使在结构非常紧密的机织织物中，这种纱线也可以产生由混合的收缩率引起的膨化。到现在为止，例如通过全拉伸一般的ＬＯＹ／ＭＯＹ／ＰＯＹ，接着进行或不进行低温退火，仅获得高收缩率与高收缩张力（在这里称为收缩力）组合。本发明的低旦长丝通过混合收缩位移到表面，并且即使是在结构最紧密的织物中也能提供一种柔软的豪华的触觉美感。一般是在使长丝完全变细和骤冷到低于其玻璃化转变温度以后进行热处理，而且热处理是以如下方式进行的，在热处理期间增加的张力的数量等于所看到的借助于这种热处理增加的收缩张力的数量。选择热处理的条件是，温度约高于冷结晶温度Ｔｃｃ（ＤＳＣ）（一般约为*９５－１１５*℃），并且约低于最高结晶温度Ｔｃ（对于大部分聚酯，一般约为*１５０－１８０*℃），这种选择产生了具有优良可染性（例如，高ＲＤＤＲ）的高收缩张力的长丝，而在高于Ｔｃ的温度下进行的热处理，产生了可染性降低了的高收缩张力的长丝。不是借助于穿过高压过热蒸汽（例如*４０－１４０*ｐｓｉ，在约*２４５*℃），就是借助于穿过一个热管，可将长丝加热。可以从分离的纺丝头组件的空腔纺丝高和低ｄｐｆ 的长丝，然后合并形成一个单一的混合ｄｐｆ 的丝束，或者可以从一个单一的纺丝头组件空腔纺丝，其中，选择丝孔尺寸（Ｌ和Ｄ）和丝孔数＃Ｃ，以提供不同的质量流速；例如，通过选择丝孔，以致使纺丝出的长丝旦数的比〔（ｄｐｆ）$_b$／（ｄｐｆ）$_a$〕近似地等于〔（ＬａＤｂ／ＬｂＤａ）^{n}×（Ｖａ／Ｖｂ）×（Ｄｂ／Ｄａ）^{3}〕，其ａ和ｂ代表不同旦数的长丝；对于牛顿聚合物熔体，ｎ＝*１*（并且在这里是根据惯用的丝孔压降试验，实验地确定的），并且以致使测量的平均ｄｐｆ 等于〔（＃ａ ｄｐｆ$_a$＋＃ｂ ｄｐｆ$_b$）／（＃ａ＋＃ｂ）〕。上述热处理方法还可以被用于，由特

定的最终用途的需要所规定的那样，增加本发明低旦长丝的较低的收缩率，例如，对于结构紧密的机织，随着较高的收缩张力（和收缩力）的增加，收缩率从约3％增至约6－8％。

实施例XXI

在实施例XXI中，均匀地冷拉伸50旦68－长丝的未拉伸扁平纺织丝，并在160、170和180℃进行热处理，来提供公称36旦50长丝的拉伸丝，它具有约4－5％的煮沸收缩率（S），约3．5g／d的T_7，约4．5g／d的强度和约27％的断裂伸长。这种拉伸丝的乌斯特（Uster）％约为2．1－2．4％，并且可以被用于精密地染色的织物。

实施例XXII

象Strachan在美国专利3940917中所讲授的那样，通过高速空气喷射缠结，可以将本发明的细旦长丝用于包覆弹性体丝（和带）。用阳离子可染性方面改性的聚合物制备的聚酯细丝特别适用于弹性体丝，例如Lycra®，以防止染料从这些弹性体丝中“渗出”（“bleeding”），例如对于用经非离子分散染料染色的均聚物聚酯包覆的Lycra®所观察到的。对于空气缠结包覆，本发明的直接使用长丝是优选的（并且具有实施例XX中所述的增加了的收缩率、收缩张力和收缩力的长丝是特别优选的），这些长丝可以使包覆的弹性体丝在常压不用载体的条件下被染色，例如，相似于染尼龙长丝包覆的弹性体丝的染色浴条件（除了用阴离子酸性染料进行染色外）。

用本发明的纱线制造的织物的一些例子是：1）医用阻挡层织物，它是用低收缩率70旦100长丝的直接使用扁平丝纬纱和70旦34长丝的常规经向拉伸的POY经纱构成的，并且它是用高速喷水投纬

织机以每分钟420纬纱的速度机织的，由此产生每英寸164经纱和每英寸92纬纱的平纹组织织物；2）普通服装缎，它是用约70旦100长丝的直接使用丝为经纱与60旦100长丝的假捻变形的纬纱相配合而构成的，由此提供每英寸172经纱和每英寸100纬纱的缎；和3）双绉织物，它是用70旦100长丝的直接使用丝为经纱和2一股60旦100长丝的假捻变形丝为纬纱而构成的。

为了方便起见，下面列出前面所用的符号、换算系数和解析表达式：

PET	聚对苯二甲酸乙二醇酯
2GT	PET
TiO_2	二氧化钛
SiO_2	二氧化硅
( )f	“纤维的”
( )p	“聚合物的”
( )m	“测量的”
dpf	单丝旦数（1克／9000米）
dpf（ABO）	煮沸收缩后的DPF
dpf（BBO）	煮沸收缩前的DPF
DS	沿终端方向的%旦数散布（±3 sigma）
DTV	拉伸张力的变化(%)
〔η〕	特性粘度（IV）
LRV	相对粘度(实验室)
IV	特性粘度
$LRV_{s\,0.8}$	在295℃时与20.8 LRV的均聚物

	（未改性的2GT）具有相同的熔体零剪切牛顿熔融粘度的聚酯聚合物的LRV
C	摄氏温度度数
η_a	表观熔融粘度（泊）
η_o	剪切速度—>0时的熔体粘度
X	消光剂的重量百分率
$T_M°$	零剪切聚合物熔点（℃）
$(TM)_a$	聚合物的表观熔点（℃）
Tg	聚合物玻璃化转变温度（℃）
Tp	聚合物熔体纺丝温度（℃）
Ta	骤冷空气温度（℃）
Ts	纺丝线表面温度
tr	过滤停留时间（min）
W	丝孔质量流速（gpm）
q	丝孔体积流速（cm^3／min）
Q	纺丝头的流速（gpm）
#C	每个纺丝头的单丝数
V_F	纺丝头组件（填充了的）的自由体积（cm^3）
L	丝孔长度（cm）
L/D_{RND}	丝孔长度—直径的比值
D_{RND}	相当于相同×—截面面积（Ac）的圆丝孔的丝孔直径
D_{ref}	参比的纺丝板的直径
D_{sprt}	试验纺丝板的直径

A c	丝孔的截面面积（cm^2）
G a	表观丝孔剪切速率（sec^{-1}）
ε a	表观纺丝线应变
E R	表观纺丝线伸长比
E F D	挤出的长丝密度
d v／d x	速度梯度
σ a	表观纺丝线内应力（g／d）
V a	骤冷空气层流速度（m／min）
L_{DQ}	骤冷的延迟长度
L c	集束长度
V c	集束处的纺丝速度（K m／min）
V	纺丝（卷绕）速度（K m／min）
V o	丝孔的挤出速度（m／min）
A o	纺丝头组件的挤出面积（cm^2）
d v／d x	纺丝线速度梯度（min^{-1}）
η	熔体粘度（泊）
D Q	延迟骤冷
（）N	在“颈缩”点测得的值
ypm，y／min	每分钟的码数
mpm，m／min	每分钟的米数
gpm，g／min	每分钟的克数
ρ m	测量的纤维密度（g/cm^3）
ρ c	对于消光剂做了修正的纤维密度
ρ a	非晶态的密度（1.335 g／cm^3）

ρx	结晶的密度（1.455 g／cm^3）
Xv	体积结晶度百分率
Xw	重量结晶度百分率
S	煮沸收缩百分率
DHS	干热收缩百分率
ΔS	收缩率差（DHS－S）
Sm	最大潜在缩率（%）
S_T	收缩张力（g／d）
STmax	最大收缩张力（g／d）
T（STmax）	收缩张力的最高温度（℃）
Ps	收缩能力（g／d）（%）
Tset	最高定形温度
Mi	瞬时拉伸模量（g／d）
M	起始（杨氏）拉伸模量（g／d）
Mpy	后屈服模量（g／d）
T_7	延伸率为7%时的强度（g／d）
T_{20}	延伸率为20%时的强度（g／d）
T	强度（g／d）
T_B	断裂强度（g／dd）
$(T_B)_n$	标准强度T_B（g／d）
gpdd，g／dd	每拉伸旦的克数
gpd，g／d	每（原始未拉伸的）旦的克数
SF	形状因数（$=P_M／P_{RND}$）
P_M	测量的周长（P）

PRND	相同面积的圆长丝的P
RDDR	相对分散染色速率（$min^{1/2}$）
DDR	分散染色速率（$min^{1/2}$）
RDR	剩余拉伸比
1. abX	例如，值“*1*. ab”的拉伸比
E_B	断裂伸长（%）
tanα	正割后屈服模量（g／d）
tanβ	正切后屈服模量（g／d）
Δn	双折射
Δa	非晶态区的双折射
Δc	结晶区的双折射
Δ°	特性双折射
SOC	应力—光学系数（gpd）$^{-1}$
fa	非晶态取向函数
fc	结晶取向函数
COA	结晶取向角（WAXS）
LPS	长周期间隔（SAXS，Å）
CS	平均（WAXS，*010*）结晶尺寸（Å）
Tcc（DSC）	DSC—冷结晶温度（℃）
T（E″ max）	E″ 最高温度（Tα）
E″	动态耗能模量（g／d）
M_{son}	声波模量（g／d）
Ms	收缩模量（g／d）
SV	声速（Km／min）
Vf，am	非晶态自由体积（$Å^3$）

Å	埃
mil	密耳（0．001英寸＝0．0254㎜＝25．4微米）
μ	微米（10^{-6} m＝10^{-4} ㎝＝10^{-3} ㎜）
Km／min	公里／分＝10^{3} 米／分
A	亚烃基二氧单元〔－O－R′－O－〕
B	亚烃基二羰基单元〔－C(O)－R″－C(O)－〕
R′，R″	亚烃基
C、H、O	碳、氢、氧
－O－	“氧”（醚）键
－C(O)－	羰基
RPC	快速针支数
FOY	在长丝上给油的重量百分率
AJT	空气喷射变形
LOY	低取向的丝
MOY	中等取向的丝
HOY	高取向的丝
POY	部分取向的丝
SOY	纺丝一取向的丝
DUY	直接使用丝
FDY	全拉伸丝
PBY	可后膨化变形的丝

W D F Y	整经拉伸喂入丝
D F Y	拉伸喂入丝
D T F Y	拉伸变形喂入丝
F T T	假捻变形
S B C	填塞箱式卷曲
S B T	填塞箱式变形
S D S O	简化的直接纺丝一取向
W A X S	广角X射线散射
S A X S	小角X射线散射
D S C	差示扫描量热法
R A D	径向骤冷
X F	横吹骤冷
D T	拉伸张力（gpd）
D T V	拉伸张力变化（%）
I F D U	长丝间旦数均匀性
R N D	圆形的
T R I	三叶形的
R I B	带形的
H O L	中空的
A B O	煮沸收缩后
B B O	煮沸收缩前
R V	相对粘度
F V C	分数的空隙含量
E V A	挤出的空隙面积

ID	内径
OD	外径
d	长丝的直径(cm)
Niso	各向折射率
HRV	LRV+1.2
RV	1.28(HRV)
$(\eta o)2GT$	在295℃时的$[0.0653(LRV+1.2)^{3.83}]$
$(\eta o)TP$	$(\eta o)295℃\times(295/T_p)^6$
ft^3	$0.0284\ m^3$
μ(微米)	10^{-4} cm
mil(0.001英寸)	2.54×10^{-3} cm=25.4微米
m/min	0.9144码/分
dpf	1克/9000米
g/min	0.132 pph
d(cm)	$11.89\times10^{-4}(dpf/\rho)^{1/2}$
$(T_M)_a$	$(T_M)^\circ+2\times10^{-4}(L/D)Ga$, ℃
Ga(秒$^{-1}$)	$(32/60\pi)(W/1.2195)(1/D_{RND})^3$, 秒$^{-1}$
t_R(分)	$[1.2195\ V_F(cm^3)]/(W\#C)$, 分
σa	$10^{-3}(\rho/SOC)(LRV/LRV_{20.8})(T_R/T_P)^6[V^2/dpf][Ao(cm)/\#C]^{0.7}$, g/d

E_R	$V/V_o = 2.25 \times 10^5 \ (1.2195\pi)(D_{RND}^2/dpf)$
ε_R	$L_n(E_R)$
T_S	$660(WL/D^4)^{0.685}$, ℃；其中W＝pph，L和D是以密耳为单位的
T_R	$(T_M)_a + 40$℃
W	$dpf\ V(mpm)/9000 = dpf\ V(Km/min)/9$, g/min
D_{RND}	$2(Ac/\pi)^{1/2}$, cm
X_v	$(\rho - \rho_a)/(\rho_c - \rho_a)$
X_w	$(\rho_c/\rho) X_v$
ρ_c	1.455 g/cm³
ρ_a	1.335 g/cm³
ρ_{cor}	测量的$\rho - 0.0087(\%TiO_2)$, g/cm³
ΔS	(DHS, %－S, %)
Sm	(550－E_B, %)/6.5, %
Mpy	$(1.2T_{20} - 1.07T_7)/(1.2 - 1.07)$, g/d
T_B	(强度, T)(RDR), g/d
RDR	$(1 + E_B, \%/100)$
$(T_B)_n$	$T_B \times LRV^{0.75}(1-X)^{-4}$
Δn	$\Delta c + \Delta a = \Delta^\circ[Xvf_c + (1-Xv)f_a]$
f_c	$(1 - COA/180)$

f	$\Delta n / \Delta^{\circ} = 1/2\,(3\langle \cos \rangle^2 - 1)$
Δ°	0.220
SOC	$\Delta n / \sigma a = 0.7\,(g/d)^{-1}$
$V_{f,am}$	$CS^3\{[(1-Xv)/Xv]\}[(1-fa)/fa]$, $Å^3$
$\Delta p =$	$4(L/D_{RND})^n \eta_a G_a$，n＝对牛顿熔体并且当 $Ga \to 0$ 时为1
$(dpf)_b (dpf)_a$	$[(L/D)_a/(L/D)_b]^n[(Va/Vb)(Db/Da)^3$
ΔP	$4(L/D)\eta a Ga = 4(L/D)\tau$器壁
τ器壁	$\eta a Ga$
Ga	$(32/\pi\rho)(W/D^3)$，秒$^{-1}$
Vo	(W／ρ)／(面积)，cm／min
g／d	1.0893牛顿／分特
1克	0.9804×10^3 达因
1牛顿	10^3 达因
PSI(每平方英寸磅数)	0.0703公斤／厘米^2
g／cm^2(克／厘米^2)	0.9(ρ)(g／d)＝(ρ)(克／分特)
EVA	$\pi(ID^2/4)$
FVC	$(ID/OD)^2$
Ps	(ST，g／d)×(S，%)
ABO	BBO[100／(100－S)]

表 I

实施例编号	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11
聚合物																					
LRV	19	---------->			20.0	---------->					21.2	---------->								20.0	21.2
TiO2,%	.30	---------->			.10	---------->					.035	---------->								.030	.035
长丝/纱线																					
dpf	.53	.52	.49	.51	.74	.99	.94	.75	.63	.50	.73	---------->				.88	.51	.76	.49	.51	
# 长丝	300	100	300	100	60	100	80	100	80	100	60	---------->									
纱线旦数	150	51.7	140	50.6	50	99	75	75	50		---------->					60	35	51.5	33	35	
挤出																					
TP, °C	290	290	295	295	299	301	300	--->	299	--->	288	---------->				289	289	300	288	294	290
V/Ao, cm^-2	12.6	4.2	12.6	4.2	2.0	4.2	3.3	4.2	3.3	4.2	2.0	---------->									
W, g/min	.188	.105	.225	.233	.300	.402	.302	.305	.256	.203	.202	.297	.312	.326	.341	.202	.224	.233	.332	.224	.241
q, cm^3/min	.155	.152	.105	.191	.246	.330	.313	.250	.210	.167	.231	.244	.256	.268	.280	.231	.184	.191	.272	.184	.198
tr, min	1.05	3.22	0.00	2.57	2.93	1.48	1.96	1.96	2.92	2.93	3.12	2.95	2.01	2.69	2.57	3.12	3.92	3.77	4.11	3.92	3.64
L, mils	9	60	9	60	---------->						20	---------->						50	---------->		
L, cm x10	.229	1.52	.229	1.52	---------->						.500	---------->						1.27	---------->		
DRND, mils	6	15	6	15	---------->						9	---------->									
DRND, cm x10	.152	.381	.152	.381	---------->						.229	---------->									
L/DRND	1.5	4	1.5	4	---------->						2.22	---------->						5.56	---------->		
AC, mil^2	28.3	176.8	28.3	176.8	---------->						63.6	---------->									
AC,cm^2 x10^3	.182	1.14	.182	1.14	---------->						.411	---------->									
Da, sec^-1	7389	465	8044	506	755	1011	961	767	644	511	3284	3459	3634	3797	3971	3284	2609	2714	3067	2609	2007
(L/DRND)Da x10^-1	1108	106	1327	234	302	404	384	307	258	204	729	650	807	842	471	729	579	1509	2151	1451	1561
4(L/DRND)Da,°C	2.2	0.4	2.7	0.5	0.6	0.0	0.7	0.0	0.5	0.4	1.4	1.3	1.6	1.7	0.9	1.4	1.2	3.0	4.3	2.9	3.1
骤冷																					
LDQ, cm	2.5	2.5	4.0	---->	5.7	---------->					6.7	---------->									
12/dpf, cm	0.7	0.7	7.6	0.6	10.1	11.9	11.6	10.4	9.5	8.5	10.3	---------->					11.3	8.6	10.5	8.4	8.6
Va, m/min	21.3	---------->			---------->						13.1	---------->				16.3	--->	21.3	--->	10.9	13.1
Lc, cm	137	---------->			---------->						109	---------->									
50/90/dpf,cm	116	115	117	114	126	140	137	120	121	114	127	---------->					135	115	129	113	114
纺丝																					
V, y/min	3500	3500	4500	4500	4000	---------->					3000	4000	4200	4400	4600	3000	2500	4500	4300	4500	4650
V, m/min	3200	3200	4115	4115	3650	---------->					3475	3658	3841	4024	4206	3475	2286	4115	3932	4115	4252
ER(=V/Vo)	378	2407	409	2455	1692	1265	1332	1669	1907	2504	617	---------->					512	884	593	920	884
Ea [=ln(ER)]	5.93	7.79	6.01	7.81	7.43	7.14	7.19	7.42	7.59	7.83	6.43	---------->					6.24	6.78	6.39	6.82	6.78
Ea x T?, g/d	5.34	9.82	7.03	10.3	6.76	5.09	6.04	7.20	---	---	6.43	6.94	7.59	0.36	9.00	5.79	3.18	---	6.90	9.34	0.81
纱线																					
S, %	55	35	11.2	7.4	25	11	7	12	---	---	---	---	---	2.9	---	3.7	---	---	3.3	4.6	---
MI, g/d	43	55	59	65	45	37	36	38	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	71.6	---
T?, g/d	0.90	1.26	1.17	1.32	0.91	0.84	0.84	0.97	---	---	1.00	1.00	1.10	1.30	1.40	0.90	0.51	---	1.08	1.37	1.30
EB, %	85	63	76	62	66	81	86	77	---	---	101	94.1	94.2	87.4	79.6	99.7	136.0	---	---	54.5	71.0
T, g/d	3.0	3.1	3.6	3.4	3.1	3.3	3.4	3.5	---	---	3.14	3.12	3.21	3.12	3.09	3.29	2.90	---	---	3.02	2.97
T0, g/d	5.55	5.05	6.34	5.51	5.15	5.97	5.50	6.20	---	---	6.32	6.06	6.23	5.05	5.55	6.57	7.06	---	---	4.67	5.00
(T0)n, g/d	5.77	5.57	6.87	5.97	5.17	6.00	5.60	6.23	---	---	6.23	5.90	6.11	5.77	5.47	6.48	6.96	---	---	4.69	5.01
(T0)n/T?	6.41	4.42	5.07	4.52	5.60	7.14	6.66	6.42	---	---	6.23	5.53	5.17	4.43	3.90	7.20	13.6	---	---	3.42	3.05
DS,%	---	---	---	---	3.5	2.7	2.0	3.5	---	---	1.24	1.22	1.26	1.26	1.35	1.69	1.56	---	1.3	---	1.42
DTV, %	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.29	0.21	0.26	0.26	0.21	0.34	0.50	---	1.0	---	0.37
DFS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES	YES

表 Ⅱ

实施例编号	3-12	3-13	3-14	3-15	3-16	3-17	3-18	3-19	3-20	3-21	3-22	3-23	3-24	3-25	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
聚合物																21.1	20.6	---------->		20.6	------
LRV	21.2	---------->														.30	1.0	---------->		1.0	------
TiO2, %	.035	---------->																			
长丝/纱线																					
dpf	.51	---------->			.09	.75	.70	.09	.00	.00	.03	.75	.75	.75	.70	---------->				.70	------
# 长丝	136	---------->			60	---------->									100	---------->				100	------
纱线旦数	70	---------->			60.6	50.0	50.0	60.4	60.6	60.6	56.1	50.9	50.0	50.0	70	---------->				70	------
挤出																200	---------->			200	------
Tp, °C	291	---------->		287	287	291	291	288	---------->						4.2	---------->				4.2	------
P/Po, cN^-2	5.6	---------->			2.0	---------->															
W, g/min	.209	.225	.246	.225	.244	.229	.235	.225	.244	.263	.260	.259	.274	.290	.331	.327	.327	.270	.285	.299	.313
q, cm^3/min	.172	.185	.202	.185	.200	.187	.192	.185	.200	.216	.213	.213	.225	.244	.271	.254	.254	.222	.233	.245	.257
tr, min	3.25	3.02	2.77	3.02	3.60	3.85	3.75	3.90	3.60	3.34	3.30	3.37	3.21	2.95	1.81	1.93	1.93	2.21	2.10	2.00	1.91
L, mils	36	---------->						20	---------->						36	---------->				36	------
L, cm x10	.914	---------->						.508	---------->						.914	---------->				.914	------
DRND, mils	9	---------->														---------->				9	------
DRND, cm x10	.229	---------->						2.22	---------->						4	---------->				.229	------
L/DRND	4	---------->														---------->				4	------
AC, mil^2	63.6	---------->														---------->				63.6	------
AC,cm^2 x10^3	.411	---------->														---------->				.411	------
Go, sec^-1	2435	2621	2866	2621	2843	2660	2730	2620	2842	3063	3028	3028	3191	3471	3856	3810	3810	3146	3321	2484	3646
(L/DRND)Go x10^-1	974	1049	1146	1049	1137	1067	1095	582	631	681	673	673	709	771	1543	1524	1524	1258	1328	1393	1459
k(L/DRND)Go,°C	1.9	2.1	2.3	2.1	2.3	2.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	3.1	3.0	3.0	2.5	2.7	2.8	2.9
骤冷																				6.7	------
LDQ, cm	6.7	---------->														---------->				0.4	------
J2Idpf, cm	0.6	---------->			11.3	10.4	0.4	11.3	11.3	11.3	10.9	10.4	10.4	10.4	8.4	---------->				13.1	------
Vo, m/min	30.6	---------->						16.3	---------->						13.1	21.2	13.1	---------->		109	------
Lc, cm	109	---------->														---------->				125	------
SQI90Idpf,cm	115	---------->			135	120	125	135	135	135	132	120	120	120	125	---------->					
纺丝																					
V, g/min	4000	4300	4700	4300	2700	3000	3300	2500	2700	2900	3100	3400	3600	3800	4650	4600	4600	3800	4000	4200	4400
V, m/min	3650	3932	4298	3932	2469	2743	3018	2286	2469	2652	2835	3109	3292	3475	4252	4206	5206	3475	3658	3840	4023
ER(=V/Vo)	804	---------->		506	610	644	644	506	506	506	546	603	603	603	644	---------->				644	------
εa [=ln(ER)]	6.70	---------->		6.23	6.41	6.47	6.47	6.22	6.22	6.22	6.30	6.40	6.40	6.40	6.47	---------->				6.47	------
εaHT, g/d	6.92	7.46	8.61	7.79	3.72	3.02	4.21	3.17	3.36	3.61	4.22	4.99	5.30	5.82	7.96	8.35	7.41	6.15	6.21	6.60	7.18
纱线																					
T7, g/d	1.02	1.10	1.27	1.25	0.50	0.59	0.65	0.51	0.54	0.50	0.67	0.78	0.84	0.90	1.23	1.29	1.15	0.95	0.96	1.02	1.11
EB, %	82.7	76.1	69.8	70.1	127.5	104.8	100.3	143.8	139.2	133.2	120.3	107.4	110.2	109.1	69.9	82.8	82.3	102.6	97.2	91.8	87.0
T, g/d	3.22	3.20	3.19	3.12	2.73	2.52	2.95	2.97	3.05	3.10	3.25	3.31	3.31	3.37	3.34	3.00	2.90	2.95	2.95	2.93	2.91
TB, g/d	5.88	5.63	5.42	5.31	6.20	5.16	6.14	7.24	7.30	7.23	7.42	6.78	6.96	7.05	5.67	5.40	5.29	5.98	5.82	5.62	5.44
(TB)n, g/d	5.82	5.57	5.37	5.26	6.14	5.11	6.08	7.17	7.23	7.16	7.35	6.71	6.89	6.98	5.61	5.37	5.18	6.10	5.70	5.51	5.33
(TB)n/T7	5.70	5.06	4.22	4.20	10.5	0.66	9.39	14.0	13.3	12.3	10.9	8.60	8.20	7.75	4.56	4.16	4.50	6.42	5.93	5.40	4.80
DS, %	1.17	1.36	1.72	1.61	0.99	1.06	1.03	1.56	1.54	1.48	1.60	1.71	1.73	1.69	1.7	1.46	2.01	2.10	2.07	2.08	1.90
DIV, %	0.22	0.36	0.20	0.33	0.53	0.40	0.46	0.67	0.65	0.47	0.34	0.52	0.52	0.34	----	----	0.44	0.52	0.44	0.47	0.42
																				----	----

表 Ⅲ

实施例编号	4-0	4-9	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10	5-11	5-12	5-13	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6
聚合物																					
LRV	20.6	---->	21.1	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	21.1	----	---->
TiO2, %	1.0	---->	.30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0.3	----	---->
长丝/纱线																					
dpf	.70	---->	.85	----	----	----	----	----	.77	.78	.76	.76	.83	.76	.69	.42	.56	.75	.42	.56	.75
f 长丝	100	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---->
纱线旦数	70	---->	85	----	----	----	----	----	77	78	76	76	83	76	69	42	56	75	42	56	75
挤出																					
TP, °C	200	---->	206	----	----	----	207	292	207	----	----	----	291	----	----	----	----	----	----	----	---->
I/Ao, cm^-2	4.2	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---->
u, g/min	.316	.358	.207	.233	.259	.205	.259	.259	.250	.262	.255	.255	.202	.232	.245	.141	.180	.252	.141	.180	.252
q, cm3/m	.260	.293	.170	.191	.212	.234	.212	.212	.212	.214	.209	.209	.166	.190	.201	.115	.154	.206	.115	.154	.206
tr, min	1.00	1.67	2.80	2.57	2.31	2.09	2.31	----	---->	2.29	2.34	---->	2.95	2.50	2.44	4.26	3.10	2.30	4.26	3.10	2.30
L, mils	36	---->	50	----	----	----	----	36	10	36	---->	50	---->	36	----	----	----	----	----	----	---->
L, cm x10	.914	---->	1.27	----	----	----	----	.914	.457	.914	---->	1.27	---->	.914	----	----	----	----	----	----	---->
DRND, mils	9	---->	12	----	----	----	----	9	6	9	---->	12	---->	9	----	----	----	----	----	----	---->
DRND, cm x10	.229	---->	.305	----	----	----	----	.229	.152	.229	---->	.305	---->	.229	----	----	----	----	----	----	---->
L/DRND	4	---->	4.17	----	----	----	----	4	3	4	---->	4.17	---->	4	----	----	----	----	----	----	---->
AC, mil^2	63.5	---->	113.1	----	----	----	----	63.6	20.3	63.6	---->	113.1	---->	63.6	----	----	----	----	----	----	---->
AC,cm^2 x10^3	.411	---->	.731	----	----	----	----	.411	.102	.411	---->	.730	---->	.411	----	----	----	----	----	----	---->
Ga, sec^-1	3601	4169	1016	1144	1272	1399	3017	10101	3006	3052	1252	---->	2352	2703	2854	1643	2190	2936	1643	2190	2936
(L/DRND)Ga x10^-1	1473	1668	424	477	530	584	1207	4072	1202	1221	522	---->	941	1001	1142	657	876	1174	657	876	1174
k(L/DRND)Ga,°C	2.9	3.3	0.8	0.9	1.1	1.2	2.4	8.1	2.4	2.4	1.0	---->	1.9	2.1	2.2	1.3	1.7	2.3	1.3	1.7	2.3
骤冷																					
LDQ, cm	6.	----	----	----	----	----	----	----	---->	11.0	6.7	11.0	6.7	----	----	----	----	---->	2.9	----	---->
12Idpf, cm	8.4	---->	11.1	----	----	----	----	---->	10.5	----	----	----	---->	10.9	10.4	10.0	7.0	9.0	10.4	7.8	9.0	10.4
Va, m/min	13.1	---->	25	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---->	21	19	---->	16.3	----	----	----	---->
Lc cm	109	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---->
50190Idpf,cm	125	---->	133	----	----	----	----	---->	129	----	----	----	---->	132	129	124	100	117	120	108	117	120
纺丝																					
V, g/min	4450	4600	2400	2700	3000	3300	3000	---->	3300	----	----	----	---->	2400	3000	3300	----	----	----	----	----	---->
V, m/min	4069	4206	2195	2469	2743	3018	2743	---->	3018	----	----	----	---->	2195	2743	3018	----	----	----	----	----	---->
ER(=V/Vo)	644	---->	943	----	----	----	530	236	505	---->	1054	---->	543	593	653	1073	805	601	1073	805	601
εa [=ln(ER)]	6.47	---->	6.85	----	----	----	6.27	5.46	6.37	---->	6.96	---->	6.30	6.39	6.48	6.98	6.69	6.40	6.98	6.69	6.40
εaΓ7, g/d	7.30	7.44	4.30	5.14	5.62	6.58	5.27	4.40	6.12	5.92	6.60	6.61	5.06	6.22	6.29						
纱线																					
T7, g/d	1.14	1.15	0.64	0.75	0.82	0.96	0.84	0.82	0.96	0.93	0.96	0.95	0.93	0.96	0.97	---	---	---	---	---	---
EB, %	86.0	82.3	136.2	124.9	110.0	104.1	116.2	117.8	103.9	107.4	103.8	104.7	106.0	104.2	103.0	---	---	---	---	---	---
T, g/d	2.91	2.90	2.83	2.90	3.00	3.11	2.98	2.64	3.14	3.16	3.19	3.15	3.20	3.30	3.30	---	---	---	---	---	---
TB, g/d	5.30	5.29	6.60	6.70	6.71	6.35	6.27	5.75	6.40	6.55	6.50	6.45	6.62	6.74	6.70	---	---	---	---	---	---
(TB)N, g/d	5.59	5.50	6.65	6.61	6.62	6.26	6.18	5.67	6.31	6.46	6.41	6.36	6.53	6.65	6.61	---	---	---	---	---	---
(TB)n/T7	4.90	4.78	10.4	8.81	8.87	6.52	7.35	6.91	6.57	6.94	6.67	6.69	7.02	6.92	6.81	---	---	---	---	---	---
DS,%	1.61	2.81	1.85	1.46	1.09	1.81	0.97	0.89	1.09	3.98	0.99	4.16	1.26	1.44	1.26	12.1	3.0	2.4	3.6	2.6	1.1
DFV, %	0.42	0.44	0.57	0.53	0.38	0.34	1.50	0.57	0.37	1.01	0.37	0.74	0.84	0.96	0.69	---	1.3	0.9	1.5	0.7	1.7
IFDU,%	----	----	7.8	8.1	8.1	7.9	5.9	---	6.5	11.4	5.9	11.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---

表 N

实施例编号	6-7	6-8	6-9	6-10	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9	7-10	7-11	8-1	8-2	8-3	9-1	9-2	9-3
聚合物																15.7	---------->		21.9	---------->	
LRV	21.1	---------->																			
TiO2, %	0.3	---------->			.035	---------->															
长丝/纱线																					
dpf	.42	---------->			.90	1.15	.01	.01	.01	.04	.04	.05	.01	.05	.01	.06	.76	.70	.5	---------->	
# 长丝	100	---------->																			
纱线旦数	42	---------->			90	115	80.9	81.2	80.0	80.5	81.2	84.7	81.2	84.5	81.2	85.6	76.0	78.1	50	---------->	
挤出																					
TP, °C	293	296	291	---->	288	290	---->	288	292	287	---------->		290	287	292	284	284	285	289	291	293
#/Ho, cm^-2	4.2	---------->																4.2	4.2	---------->	
u, g/min	.141	---------->			.215	.275	.247	.272	.272	.213	.233	.259	.247	.276	.272	.210	.208	.230	218	.239	.254
q, cm^3/gm	.115	---------->			.166	.225	.200	.223	.223	.175	.191	.212	.200	.227	.223	.172	.171	.195	169	.184	.200
tr, min	4.26	---------->			2.95	2.10	2.36	2.20	2.20	2.00	2.56	2.31	2.36	2.16	2.20	2.05	2.04	2.51	2.90	2.66	2.36
L, mils	36	---------->			50	---------->				36	---------->								50	---------->	
L, cm #10	.914	---------->			1.27	---------->				.914	---------->								1.27	---------->	
DRND, mils	9	---------->			12	---------->				9	---------->								12	---------->	
DRND, cm #10	.299	---------->			.305	---------->				.229	---------->								.305	---------->	
L/DRND	4	---------->			4.17	---------->				4	---------->								4.17	---------->	
AC, mil^2	63.6	---------->			113.1	---------->				63.6	---------->								113.1	---------->	
AC,mm^2 #10^3	.411	---------->			.730	---------->				.411	---------->								.730	---------->	
Ga, sec^-1	1643	---------->			1056	1350	1213	1336	1336	2481	2714	3017	2870	3215	3169	2447	2423	2773	1070	1166	1247
(L/DRND)Ga#10^-1	6571	---------->			440	563	506	557	557	993	1006	1207	1151	1206	1260	979	969	1109	442	487	521
k(L/DRND)Ga,°C	13.1	---------->			0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	2.0	2.2	2.4	2.3	2.6	2.6	1.9	1.9	2.2	0.9	0.9	1.0
骤冷																7.1	---------->		6.7	---------->	
EDQ, cm	2.9	---------->			6.7	---------->															
12/dpf, cm	7.0	---------->			11.4	12.9	10.0	---------->		11.0	11.0	11.1	10.8	11.1	10.0	11.1	10.5	10.6	10.0	---------->	
Va, m/min	16.3	---------->														25	--->	25	30.6	---------->	
Lc cm	109	---->	97	81	137	---------->										109	--->	109	100	---------->	
50+90/dpf,cm	109	---------->			135	147	131	---------->		132	---->	133	131	133	131	133	120	129	114	---------->	
纺丝																					
V, y/min	3300	---------->			2350	2350	3000	3300	3300	2500	2700	3000	3000	3200	3300	2400	2700	3000	4300	4700	5000
V, m/min	3018	---------->			2149	2149	2743	3018	3018	2286	2469	2743	2743	2926	3018	2195	2468	2743	3932	4298	4570
ER(=V/Vo)	1073	---------->			890	697	909	---------->		537	537	530	556	530	556	524	593	586	1602	---------->	
Eo [=ln(ER)]	6.98	---------->			6.79	6.55	6.90	---------->		6.29	6.29	6.27	6.56	6.27	6.56	6.26	6.39	6.37	7.38	---------->	
EoHT7, g/d	---	---	---	---	4.69	8.82	5.93	6.49	7.31	4.91	5.22	5.70	5.32	6.08	5.64	3.00	4.92	4.97	10.1	9.74	11.1
纱线																					
T7,	---	---	---	---	0.69	0.43	0.86	0.94	1.06	0.70	0.83	0.91	0.81	0.97	0.86	0.62	0.77	0.78	1.37	1.32	1.51
E0, %	---	---	---	---	120.6	132.0	94.3	93.7	73.8	121.6	116.8	100.5	90.5	102.0	93.3	127.0	113.	102.3	67.1	69.5	66.4
T, g/d	---	---	---	---	2.51	2.00	2.49	2.87	2.13	2.70	2.88	2.94	2.60	2.90	2.30	1.01	1.00	1.09	3.19	3.20	3.14
T8, g/d	---	---	---	---	5.55	4.66	4.83	5.57	3.71	5.99	6.25	6.14	5.17	6.05	4.44	4.13	4.00	3.82	5.33	5.56	5.22
(T0)N, g/d	---	---	---	---	5.47	4.59	4.76	5.49	3.65	5.90	6.16	6.05	5.09	5.96	4.33	5.54	5.36	5.12	4.50	4.70	4.49
(T8)n/T7	---	---	---	---	7.9	10.7	5.5	5.8	3.4	7.6	7.4	6.6	6.3	6.1	5.0	8.9	7.0	6.6	3.35	3.62	3.03
DS,%	3.0	3.0	3.3	3.1	---	---	9.9	4.3	5.0	14.2	8.4	2.4	9.1	1.7	4.95	2.33	3.47	2.33	1.42	1.34	1.29
DTV, %	1.7	1.9	1.3	1.0	---	---	---	---	---	1.70	1.19	0.44	---	0.33	----	0.01	0.75	0.63	.41	.36	.23

表 V

实施例编号	9-4	9-5	9-6	9-7	9-8	9-9	9-10	9-11	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7	10-8	10-9	10-10	10-11	10-12	10-13
聚合物																					
[RV	21.9	--->							21.9	--->											
TiO2,%	0.3	--->																			
长丝/纱线																					
dpf	0.5	--->							0.7	--->											
# 长丝	100	--->																			
纱线旦数	50	--->							70	--->											
挤出																					
TP, °C	290	----->	292	293	290	---------->		297	296	--->						294	--->	296	294	---->	296
#/Ao, cm^2	4.2	--->															.355	--->	.334	---->	
u, g/min	.171	.210	.239	.254	.171	.210	.239	.254	.334	--->							.291	--->	.250	---->	
q, cm^3/min	.132	.169	.184	.200	.132	.169	.184	.200	.258	--->							1.60	--->	1.9	---->	
tr, min	3.71	2.90	2.66	2.36	3.71	2.90	2.66	2.36	1.90	--->								50	--->		
L, mils	36	--->			10	--->			36	--->								1.27	--->		
L, cm x10	.914	--->			.456	--->			.914	--->								12	--->		
DRND, mils	9	--->			6	--->			9	--->								.305	--->		
DRND, cm x10	.229	--->			.152	--->			.229	--->								4.17	--->		
L/DRND	4	--->			3	--->			4	--->								113.1	--->		
AC, mil^2	63.6	--->			20.3	--->			63.6	--->								.730	--->		
AC,cm^2x10^3	.411	--->			.102	--->			.411	--->							4136	1743	----->	1640	---->
Ga, sec^-1	1992	2540	2704	2959	6722	8570	9395	9905	3891	--->							1654	727	----->	684	---->
(L/DRND)Gax10^-1	397	1016	1114	1184	2017	2571	2819	2995	1556	--->							3.3	1.4	----->	1.3	---->
k(L/DRND)Ga,°C	0.0	2.0	2.2	2.3	4.0	5.5	5.6	6.0	3.1	--->											
喷冷																					
LDQ, cm	6.7	--->							8.5	--->								10.0	--->		
12Jdpf, cm	10.0	--->							11.3	21.3	30.6	21.3	30.6	21.3	--->	30.6	21.3				
Vo, m/min	30.6	--->								61	--->	109		--->	61		109				
LC, cm	100	--->																125	--->		
SQ(90Jdpf,cm	114	--->							125	--->											
纺丝																					
V, y/min	4100	4300	4700	5000	4100	4300	4700	5000	4700	--->							5000	5000	----->	4700	---->
V, m/min	3749	3932	4298	4570	3749	3932	4298	4572	4298	--->							4572	4572	----->	4298	---->
ER(=V/Vo)	1602	901	--->		401	--->			644	--->							641	1145	--->		
Ea [=ln(ER)]	7.38	6.80	--->		5.99	--->			6.47	--->							6.47	7.04	--->		
Eax[7, g/d	9.08	8.77	11.0	11.0	5.63	8.03	7.85	8.81	7.70	7.01	8.22	8.09	8.35	7.10	7.44	7.44	7.09	8.10	8.88	8.66	7.74
纱线																					
S, %	3.7	3.3	3.7	3.2	4.9	3.8	3.9	4.3	3.3	3.1	3.0	2.9	3.0	3.4	3.1	3.1	3.1	3.2	3.4	3.1	3.5
Mi, g/d	42.1	39.4	42.7	46.1	35.1	47.1	45.0	50.9	44.2	50.7	47.1	45.3	44.6	45.2	47.1	39.5	48.6	41.4	40.5	48.7	42.6
T7, g/d	1.23	1.29	1.61	1.62	0.94	1.34	1.31	1.47	1.19	1.16	1.27	1.25	1.29	1.11	1.15	1.15	1.22	1.15	1.12	1.23	1.10
E0, %	72.9	72.8	53.1	62.0	76.4	64.3	67.9	62.7	77.5	76.0	71.7	71.9	68.1	77.3	75.0	74.6	74.3	78.0	78.0	75.2	83.0
T, g/d	3.10	3.31	2.96	3.21	3.05	3.12	3.20	3.31	3.41	3.40	3.20	3.37	3.24	3.51	3.50	3.43	3.55	3.53	3.50	3.47	3.47
TU, g/d	5.50	5.70	4.53	5.23	5.28	5.13	5.51	5.39	6.05	6.01	5.63	5.79	5.45	6.22	6.15	5.99	6.19	6.28	6.37	6.35	6.08
(T0)n, g/d	4.95	5.64	4.08	4.71	4.75	5.62	4.96	4.85	5.07	5.03	5.46	5.62	5.29	6.03	5.97	5.81	6.00	6.09	6.10	6.16	5.90
(T0)n/T7	4.02	4.37	2.53	2.90	5.05	4.19	3.78	3.29	4.93	5.02	4.29	4.49	4.10	5.43	5.19	5.05	4.91	5.29	5.51	5.00	5.36
DS,%	1.40	1.30	1.31	1.50	1.47	1.49	1.54	1.38	1.67	1.96	1.29	1.46	1.13	1.34	1.23	1.16	1.32	1.23	1.06	1.27	2.24
DTV, %	.52	.36	.23	.25	.47	.31	.40	.33	.43	.73	.37	.36	.22	.40	.26	.21	0.67	0.52	0.42	0.45	0.45

表 VI

实施例编号	10-14	10-15	13-1	13-2	13-3	13-4	13-5	13-6	13-7	13-8	13-9	13-10	15-1	15-2	15-3	15-4	15-5	16-1	17-1	17-2
聚合物																				
LRV	21.9	---->	20.0	---------->									21.2	---------->						
TiO2,%	0.3	---------->											0.035	---------->						
长丝/纱线													290	294	---------->			285	290	---->
dpf	0.7	---->	0.5	---------->				0.7	---------->				.05	.59	.50	.45	.30	.82	.86	.86
#长丝	100	---------->											60	200	200	160	200	100	50	---->
纱线旦数	70	---->	50	---------->				70	---------->				50	110	100	75.6	76	82	43	43
挤出																				
TP, °C	294	286	293	---------->									290	294	294	294	294	285	290	290
#/No, cm^-2	4.2	---------->																		
u, g/min	.306	---->	.229	.239	.249	.259	.269	.321	.335	.349	.363	.377	.207	.144	.224	.201	.093	.196	.306	.394
q, cm^3/min	.251	---->	.188	.196	.204	.213	.221	.263	.275	.286	.298	.309	.170	.119	.184	.165	.076	.161	.250	.324
tr, min	1.95	---->	2.61	2.50	2.4	2.3	2.22	1.06	1.79	1.71	1.64	1.58	4.22	3.19	2.06	2.74	4.99	3.03	3.90	3.01
L, mils	50	---->	36	---------->																
L, cm #10	1.27	---->	.914	---------->									1.27	.914	---------->			.457	.914	1.83 ---->
DRND, mils	12	---->	9	---------->									9	---------->				6	9	15 ---->
DRND, cm #10	.305	---->	.229	---------->									.229	---------->				.152	.229	.381 ---->
L/DRND	4.17	---->	4	---------->									5.6	4 ---------->				3	4	4.0 ---->
AC, mil^2	113.1	---->	63.6	---------->									63.6	---------->				28.3	63.6	176.6 ---->
AC,cm^2#10^3	.730	---->	.411	---------->									.411	---------->				.182	.411	1.141 ---->
Ga, sec^-1	1502	---->	2668	2704	2901	3017	3134	3735	3036	4061	4224	4388	3349	1676	2602	2343	3543	2282	230	991
(L/DRND)Ga#10^-1	627	---->	1067	1114	1160	1207	1254	1494	1534	1625	1690	1755	1075	670	1041	937	1093	912	110	476
k(L/DRND)Ga,°C	1.2	---->	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.0	1.4	2.1	1.9	2.2	1.0	0.2	1.0
骤冷																				
LDD, cm	6.7	---->	5.7	---------->									6.7	2.9	---------->					
12Idpf, cm	10.0	---->	8.5	---------->				10.0	---------->				11.0	9.2	8.5	8.0	7.4	10.9	11.1	11.1
Va, m/min	21.3	---->	10.5	---------->									16	30	---------->			16	22	13 13
Lc, cm	109	---->	81	---------->									109	---------->						
50190Idpf,cm	125	---->	114	---------->				125	---------->				133	119	114	110	105	131	133	133
纺丝																				
V, y/min	4300	---->	4500	4700	4900	5100	5300	4500	4700	4900	5100	5300	2400	2400	4400	4400	2400	2350	3500	4500
V, m/min	3932	---->	4115	4298	4481	4633	4846	4115	4298	4481	4633	4846	2195	2195	4023	4023	2195	2149	3200	4115
ER(=V/Va)	1145	---->	901	---------->				644	---------->				530	764	901	1001	1527	550	2911	2911
E a [=ln(ER)]	7.04	---->	6.00	---------->				6.47	---------->				6.27	6.64	6.80	6.91	6.27	6.31	7.98	7.98
EaxT7, g/d	6.97	6.69	8.36	8.36	8.90	9.52	10.1	6.66	6.92	7.44	7.89	8.54	---	4.70	9.06	---	---	6.37	7.02	12.0
纱线																				
S, %	3.5	3.6	---	3.2	4.0	4.0	3.2	3.5	4.5	3.5	3.4	4.0	---	2.8	3.4	---	---	2.5	4.3	5.10
Mi, g/d	46.7	36.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
T7, g/d	0.99	0.95	1.23	1.23	1.32	1.40	1.49	1.03	1.07	1.15	1.22	1.32	---	.72	1.45	1.34	---	1.01	0.80	1.50
EB, %	84.0	89.1	52.1	50.7	53.6	47.5	45.5	66.0	69.4	67.5	56.3	54.0	144.9	126.6	82.0	86.5	121.0	92.9	90.0	46.0
T, g/d	3.45	3.37	2.73	2.84	2.82	2.71	2.70	2.80	3.04	3.13	2.91	2.93	2.80	2.97	3.12	3.22	3.23	2.40	3.00	2.65
TB, g/d	6.35	6.30	4.37	4.15	4.51	4.33	4.00	3.93	5.15	5.24	4.55	4.54	7.05	6.72	5.70	6.01	7.16	4.64	5.70	3.87
(TB)n, g/d	6.16	6.19	4.41	4.19	4.56	4.37	4.04	3.97	5.20	5.29	4.60	4.59	6.98	6.66	3.09	5.64	7.09	4.54	5.64	3.83
(TB)n/T7	6.22	6.51	3.58	3.40	3.45	3.12	2.71	3.85	4.85	4.60	3.77	3.47	---	9.25	2.60	4.21	---	4.50	6.41	2.55
DS, %	1.60	1.87	3.85	1.20	1.23	1.21	1.04	1.00	0.97	0.90	2.90	2.90	4.26	---	---	---	---	---	---	---
DTV, %	0.30	0.71	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

表 Ⅶ

实施例编号	XI-1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
方法																		
类型	UD	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
速度 rpm	600	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
Draw Temp.,°C	COLD	———→	155	———→			COLD	———→		155	———→		COLD	———→		155	———→	
Set Temp.,°C																		
Draw Ratio	1.45	1.50	1.55	1.45	1.50	1.55	1.45	1.50	1.55	1.45	1.50	1.55	1.45	1.50	1.55	1.45	1.50	1.55
纱线																		
# 长丝	100	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
Denier	50.4	56.2	54.7	50.6	56.7	55.0	53.2	51.4	50.3	53.5	51.0	49.0	48.3	46.7	45.5	48.6	47.1	46.1
S, %	4.8	4.7	5.3	5.9	5.5	5.7	4.6	4.6	4.5	5.6	5.2	5.5	4.7	4.3	4.5	5.0	5.2	5.3
HOD., g/d	82.7	89.4	93.9	86.7	90.4	95.2	91.0	96.1	100.5	89.9	93.5	99.2	94.7	97.4	99.3	90.5	96.8	99.4
T7, g/d	3.2	3.7	4.1	3.2	3.7	4.1	3.4	3.9	4.3	3.4	3.9	4.4	3.6	4.0	4.4	3.6	4.0	4.4
E0, %	33.7	20.0	25.7	35 3	31.2	25.0	34.0	26.5	22.6	32.6	20.2	24.0	30.8	27.0	22.8	30.8	25.5	22.5
T, g/d	4.9	5.1	5.3	4.9	5.1	5.2	5.0	5.1	5.3	4.8	5.1	5.3	5.0	5.2	5.3	4.9	5.0	5.2
DS, %	1.8	1.7	1.9	2.0	1.9	1.9	1.0	1.9	1.8	2.0	2.7	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3
Uster, %	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7

TABLE VIII

实施例编号	XII-1	2	3	4	5	6	XIV-1	2	3	4	5	6	7	8	XVIII-1	2	3
方法																	
类型	UD	———	———	———	———	———	OJT	———	———	———	———	———	———	———	UD	———	———
速度 , rpm	600	———	———	———	———	———	300	———	———	———	———	———	———	———	600	———	———
Draw Temp.,°C	COLD	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
Draw Ratio	1.69	1.57	1.44	1.42	1.42	1.42	1.0	1.1	1.2	1.32	1.0	1.1	1.2	1.32	1.42	———	———
纱线																	
# 长丝	100	———	———	———	———	———	100	———	———	———	60	———	———	———	50	———	———
Denier	35.9	35.6	35.4	35.9	36.1	36.1	91.4	95.0	85.0	77.3	81.0	75.1	70.4	64.7	35.9	36.1	36.1
松密度 , %	NA	———	———	———	———	———	1.4	11.8	11.4	12.0	12.1	13.1	15.7	17.0	NA	———	———
S, %	3.9	4.2	4.4	4.0	4.0	4.9	3.5	4.3	8.2	12.7	3.4	4.9	8.2	11.8	4.0	4.0	4.9
DHS, %	---	---	---	---	---	---	2.0	4.1	7.6	11.0	3.2	4.4	7.1	10.4	---	---	---
T7, g/d	3.97	3.84	3.56	3.54	3.54	3.49	---	---	---	---	---	---	---	---	3.54	3.54	3.49
E0, %	23.2	24.4	26.7	26.7	27.2	28.6	61.1	57.1	41.3	27.2	64.4	60.9	43.3	29.6	26.7	27.2	28.6
T, g/d	5.23	4.96	4.54	4.56	4.50	4.50	1.96	2.22	2.42	2.64	2.12	2.46	2.58	2.70	4.56	4.50	4.50
DS, %	1.9	1.8	2.0	2.1	2.1	2.4	NA	———	———	———	NA	———	———	———	2.1	2.1	2.4
Uster, %	---	---	---	---	---	---	NA	———	———	———	NA	———	———	———	---	---	---

说　明　书　附　图

图　1

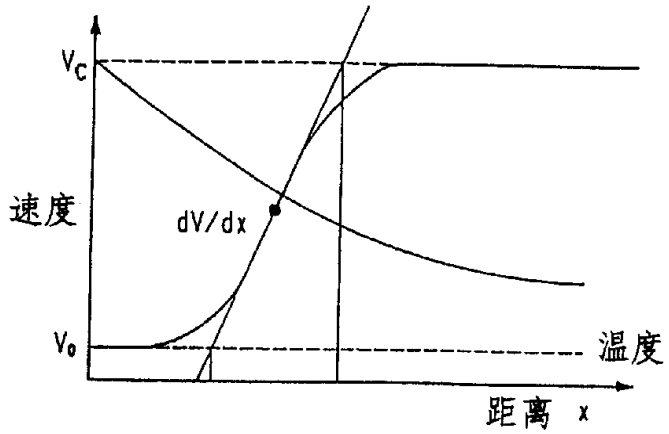

V_C
速度
dV/dx
V_0
温度
距离 x

图　2

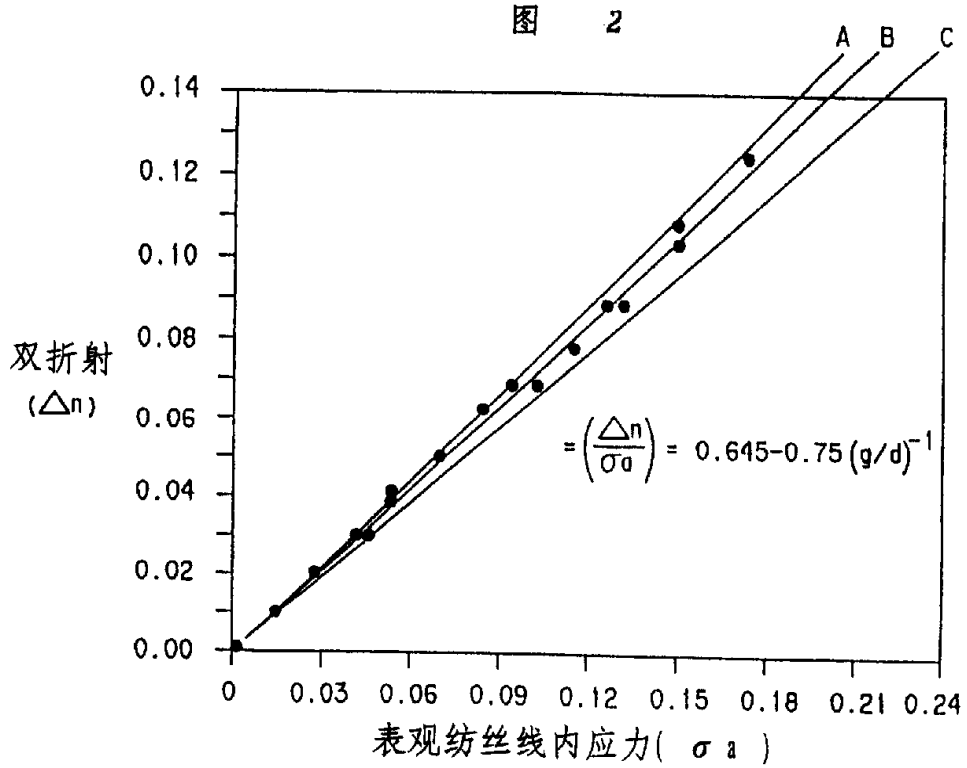

A
B
C
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
双折射
(△n)
$=\left(\frac{\triangle n}{\sigma a}\right)=0.645-0.75\,(g/d)^{-1}$
0
0.03
0.06
0.09
0.12
0.15
0.18
0.21
0.24
表观纺丝线内应力(σ a)

图 3

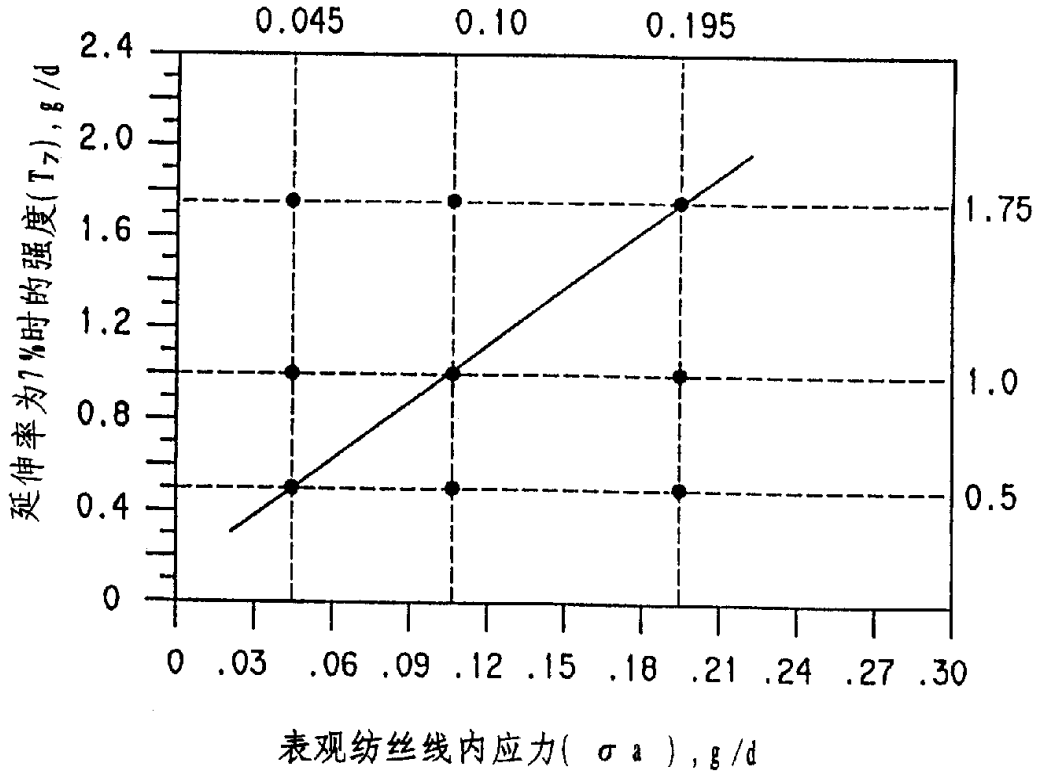

0.045
0.10
0.195
2.4
2.0
1.6
1.2
0.8
0.4
0
1.75
1.0
0.5
0 .03 .06 .09 .12 .15 .18 .21 .24 .27 .30
延伸率为7%时的强度(T_7), g/d
表观纺丝线内应力(σa), g/d

图 4

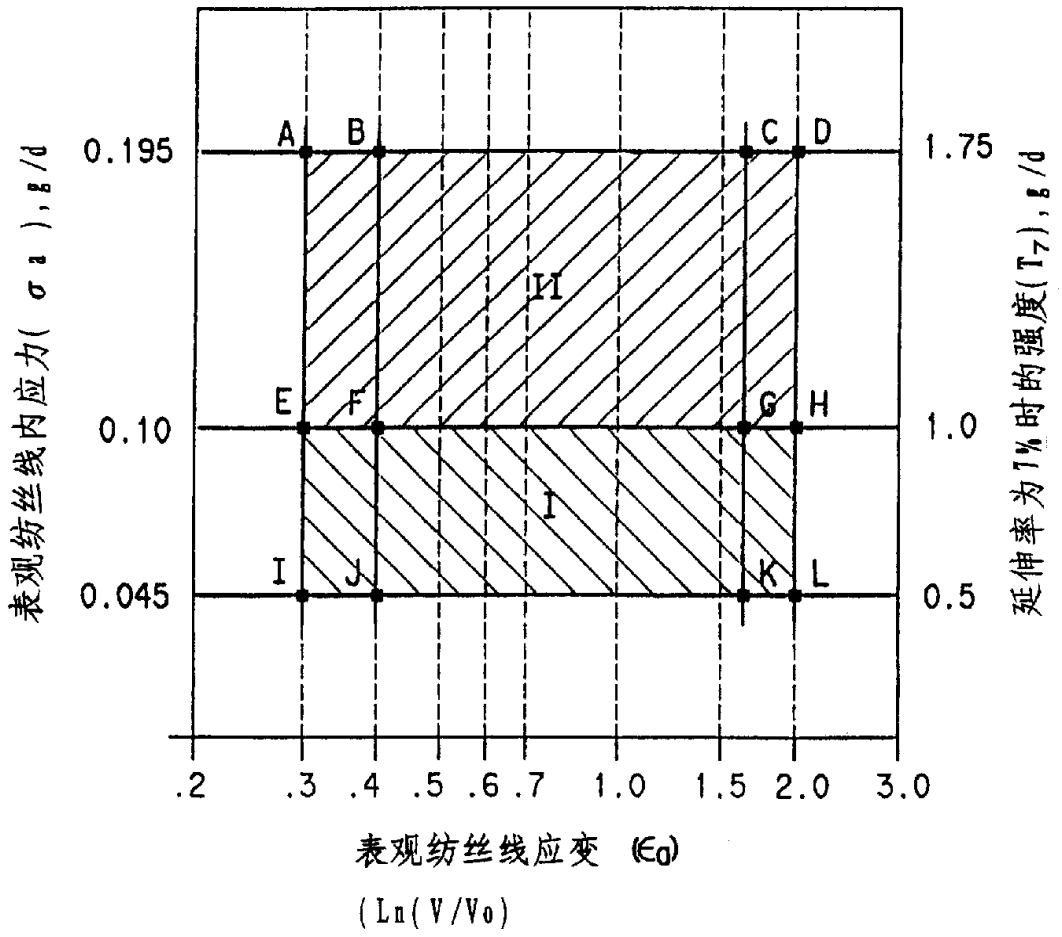

表观纺丝线内应力(σ a), g/d
0.195
0.10
0.045
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
II
I
1.75
1.0
0.5
延伸率为1%时的强度(T_7), g/d
.2
.3
.4
.5
.6
.7
1.0
1.5
2.0
3.0
表观纺丝线应变 (ϵ_0)
(Ln(V/Vo)

图 5

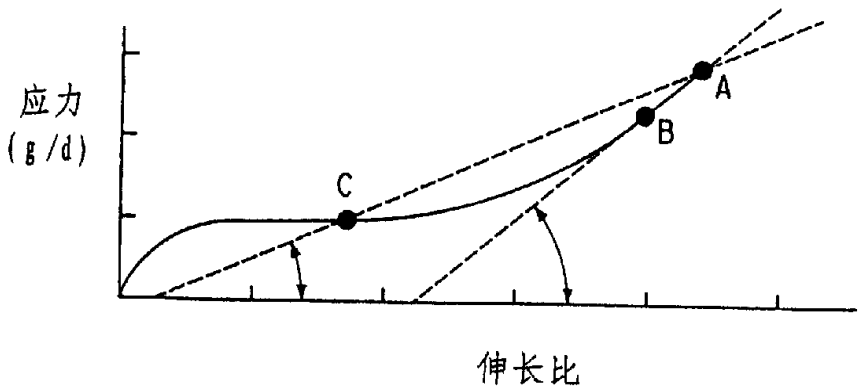
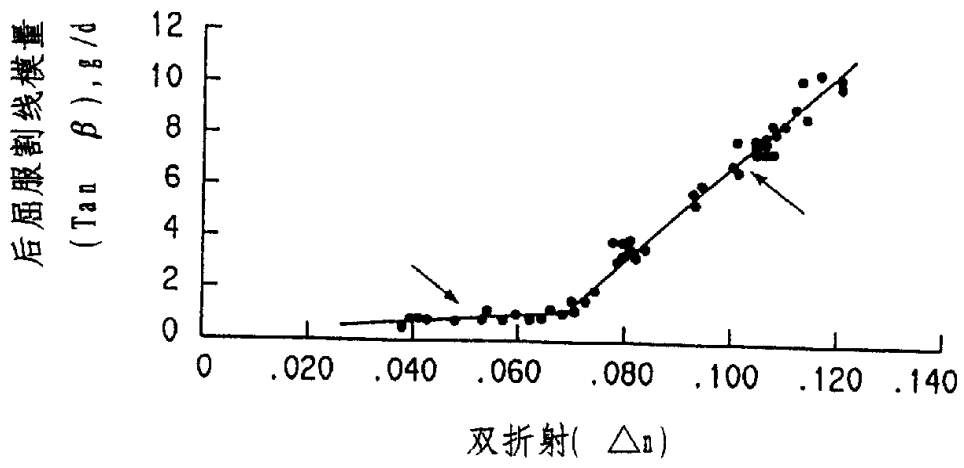

应力
(g/d)
A
B
C
伸长比

图 6


后屈服割线模量
(Tan β), g/d
12
10
8
6
4
2
0
0
.020
.040
.060
.080
.100
.120
.140
双折射(△n)

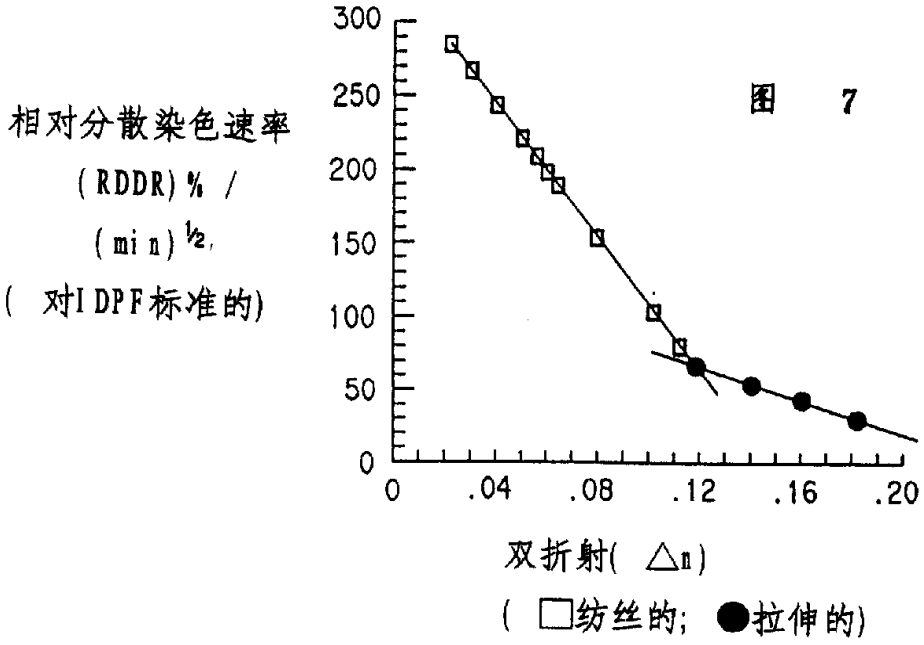

相对分散染色速率
(RDDR)% /
(min)$^{1/2}$
(对IDPF标准的)
300
250
200
150
100
50
0
0
.04
.08
.12
.16
.20
双折射(△n)
(□纺丝的; ●拉伸的)

图 7

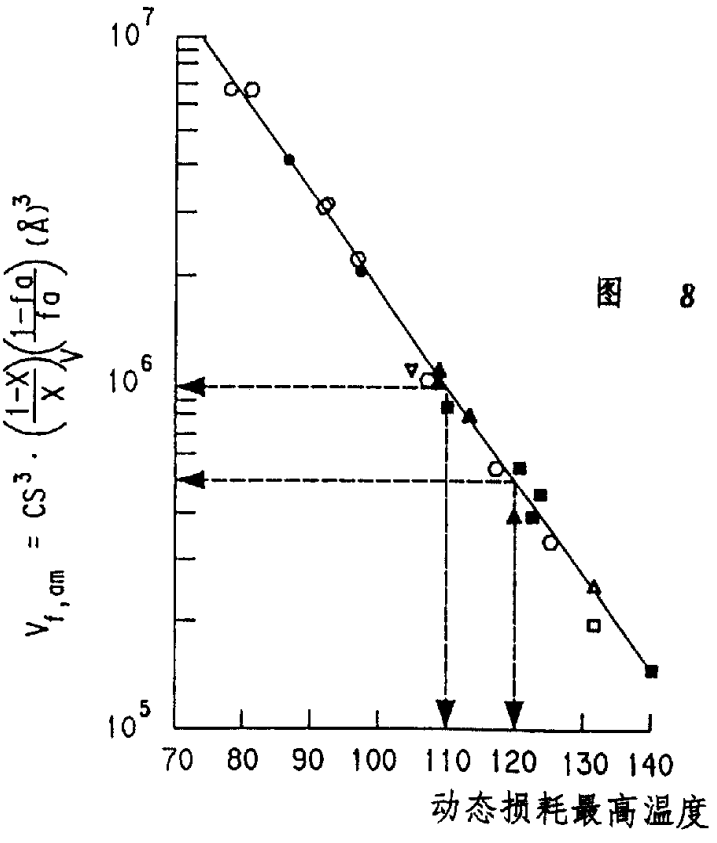

$V_{f,am} = CS^3 \cdot \left(\frac{1-X}{X}\right)\left(\frac{1-f_a}{f_a}\right)(Å)^3$
10^7
10^6
10^5
70
80
90
100
110
120
130
140
动态损耗最高温度
T(E′max), ℃

图 8

图 9

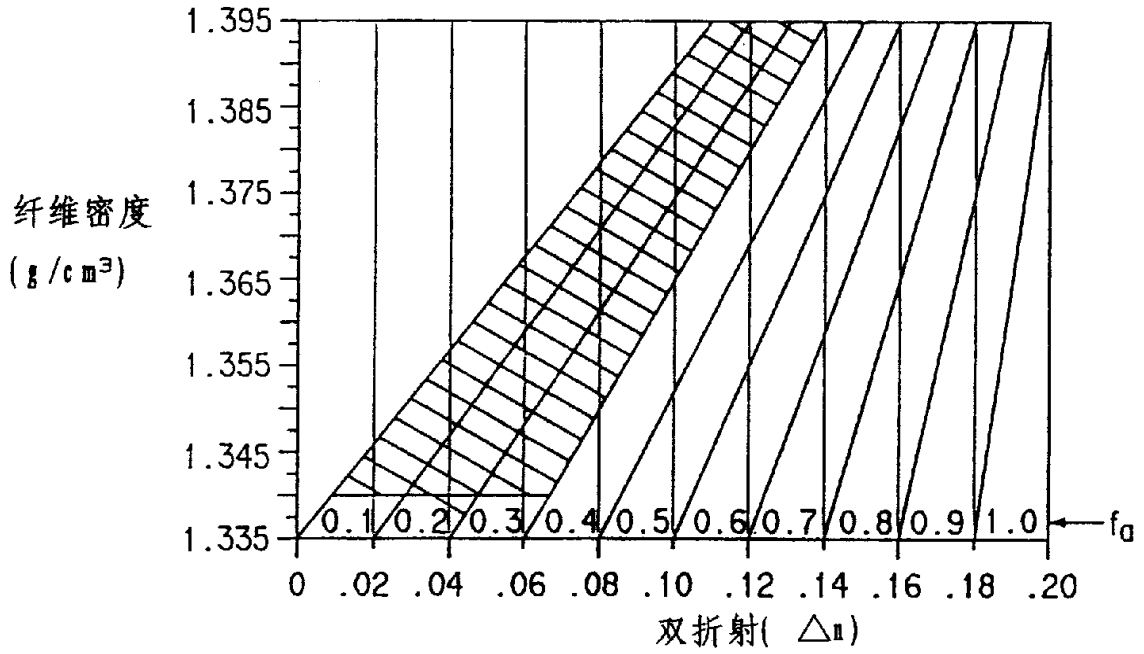

纤维密度
(g/cm³)
1.395
1.385
1.375
1.365
1.355
1.345
1.335
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
fα
0
.02
.04
.06
.08
.10
.12
.14
.16
.18
.20
双折射(△n)

图 10

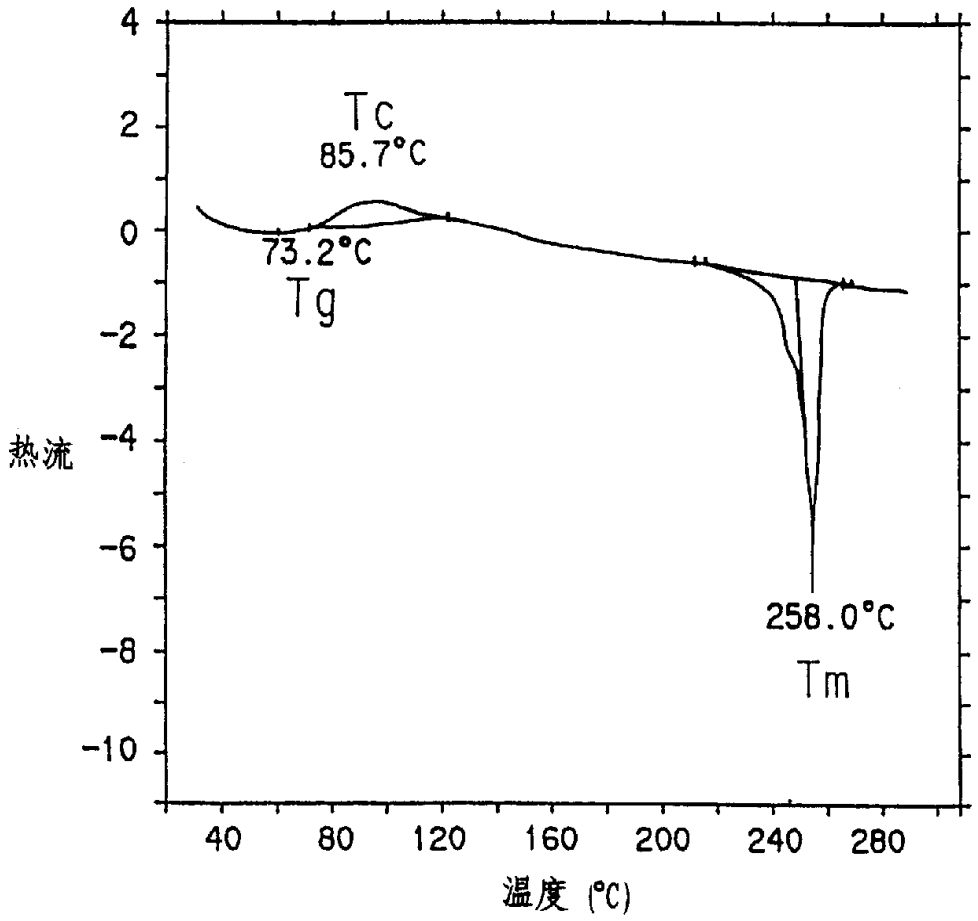

4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
热流
Tc
85.7°C
73.2°C
Tg
258.0°C
Tm
40
80
120
160
200
240
280
温度 (°C)

图 11

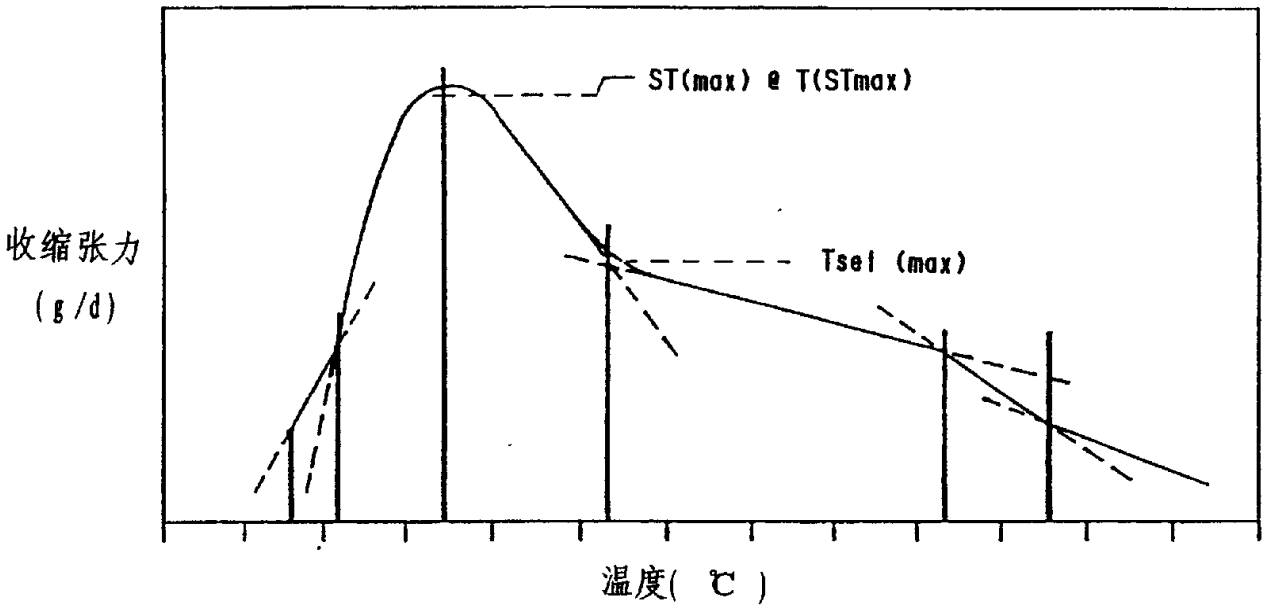


图 12

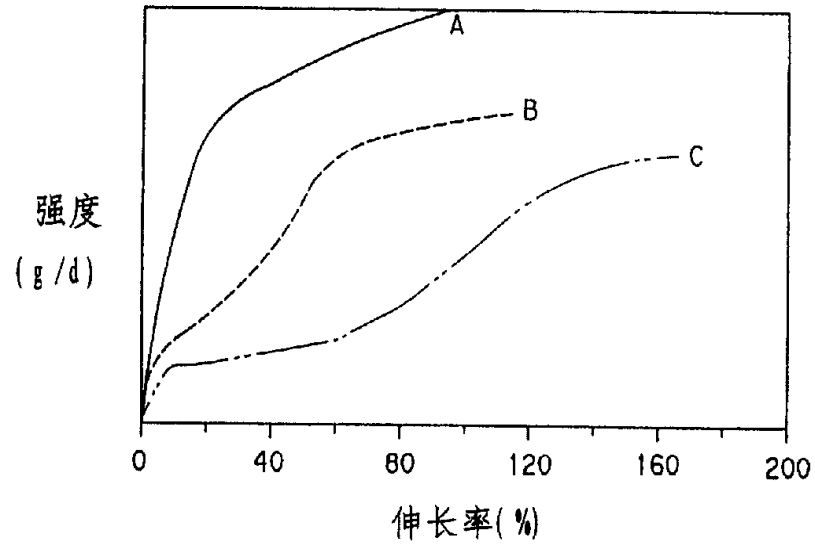

A
B
C
强度
(g/d)
0
40
80
120
160
200
伸长率(%)

图 13

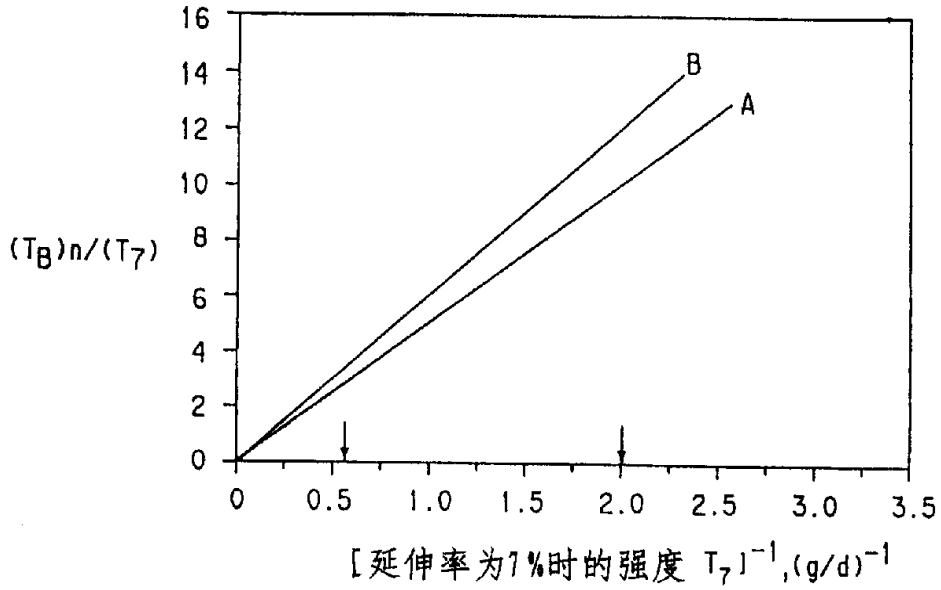

16
14
12
10
8
6
4
2
0
B
A
$(T_B)n/(T_7)$
0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
[延伸率为7%时的强度 $T_7]^{-1}$,$(g/d)^{-1}$

图 14

