

超细 PET-FDY 条干不匀率影响因素的研究

王延伟 王琪 梅峰

(河南纺织高等专科学校, 郑州, 450007) (河南豫淇化纤公司)

摘要: 研究 TCS 法生产涤纶 38dtex/96f FDY 时, 冷却条件、集束位置、热管温度、热管位置等因素对涤纶 FDY 条干不匀率的影响。

关键词: TCS 法 涤纶 条干不匀率 工艺

中图法分类号: TS 105.47 文献标识码: A

条干不匀率是衡量丝条质量的一项重要指标, 它不仅反映了丝条轴向粗细和丝条内在结构不均匀的程度, 同样也反映了生产技术水平和管理水平高低。在 TCS 法生产涤纶 FDY 时, 条干不匀率 CV% 值小于 1.4% 时, 生产稳定, 僵丝、毛丝少。影响条干不匀率的因素有很多, 如切片质量、工艺条件、设备条件等, 本文研究了影响条干不匀率的因素, 以便及早调整纺丝工艺, 加强生产管理, 改造设备, 提高 FDY 的质量。

1 实验

1.1 原料、产品规格及工艺流程

PET 半消光切片: $[\eta]$ 为 0.67 dl/g, 仪征化纤股份有限公司生产。FDY 38dtex/96f。工艺流程: PET 切片 → 脉冲输送 → 预结晶 → 干燥 → 熔融纺丝 → 冷却成形 → TCS 热管牵伸 → 上油 → 卷绕。

1.2 测试仪器及生产设备

杜邦 903 微量水分分析仪; YG021 A-1 型单纱

强力机; Uster III 型条干均匀度仪。切片干燥: 英国 Rosin 公司预结晶/柱式干燥塔。螺杆: Barmag 公司 LTM1 2/ E824D 型(带混合头)。预过滤器: Barmag 公司 N8F4 型。纺丝箱体: Barmag 公司 SP56 型。卷绕设备: Barmag 公司 SDM60 型纺丝—牵伸联合机。

2 结果与讨论

2.1 冷却条件对条干不匀率的影响

在冷却条件三个因素中, 以风速的变化对纤维成形影响最大。这是由于空气的给热系数低, 致使熔体细流与周围空气的换热效果主要决定于空气的给热系数 α 。由于在高速纺丝时, 纺丝速度很快, 冷却风速对丝条结构性质影响不如常规纺丝明显^[1]。但对纤维条干不匀率影响很大, 见表 1。可以看到过大和过小的风速均会增大丝条的条干不匀率, 条干不匀率最小的风速范围是 0.25 ~ 0.4 m/s。风速过大时, 空气的湍动因素增加, 而空气流动的任何湍动必将引起丝条震荡或飘动, 当振幅达到一定数值

时,就会传递到凝固区上方,使丝条的条干不匀。风速过小时,丝条凝固速度减缓,使凝固丝条飘忽、振动而引起丝条条干不匀。另外,过小风速,丝条也易受纺丝室外气流干扰的影响,使丝条的条干不匀。表 2 是白班和夜班丝条的条干不匀率的变化。白班生产时,现场人员多,纺丝室的气流稳定性差,丝条的条干不匀率大;夜班生产时,现场人员少,纺丝室的气流稳定性好,丝条的条干不匀率低。在一定温度范围内,风温对 TCS 高速纺丝成形过程中丝条的性质没有影响。但当冷却风温异常波动时,将影响丝条的条干不匀率,当风温波动时,条干值在波长 8 ~ 60 m 是连续长片段的大山峰,长片段不匀会在 FDY 染色中出现阔条纹(斑马纹),这表明丝条在冷却凝固时,由于温度变化,使丝条凝固点波动,纤维的纤度不匀,从而引起 FDY 的条干不匀率增大。因此,保证冷却风温的恒定对制得高质量产品十分重要。

表 1 风速对条干不匀率的影响

风速/ $m \cdot s^{-1}$	条干 CV/%	风速/ $m \cdot s^{-1}$	条干 CV/%
0.2	1.30	0.5	1.46
0.3	1.24	0.6	1.82
0.4	1.28	0.7	2.10

表 2 白班和夜班丝条的条干不匀率的变化

班次	条干 CV/%						平均
	1	2	3	4	5	6	
夜班	1.14	1.21	1.08	1.20	1.13	1.19	1.16
白班	1.40	1.10	1.42	1.35	1.22	1.38	1.30

2.2 丝条集束位置对条干不匀率的影响

由于在纺程线上增加了热管装置,丝条集束位置的改变,不仅影响丝条固化点,而且还影响到纺程张力。集束时纤维已经凝固,纤维的流变阻力和惯性力基本不变,丝条张力的不同,是由于空气摩擦阻力的变化引起的,随着集束点的改变,丝条与周围空气的接触表面发生变化从而使丝条所受空气摩擦阻力不同。凝固点之前集束位置的改变会使丝条流动变形区的张力发生变化;凝固点之后改变集束位置会使纺丝张力增大,但对纤维成形及微观结构的影响较小^[2]。但由于纺的纤维是复丝,集束位置的改变会影响到单丝间的相互汇集情况,会影响到丝条条干不匀。如果集束点离喷丝板的距离太远,丝条条干不匀率随之增大见表 3,但集束点离喷丝板的距离太近,毛丝增多,容易引起断头。一般情况下丝条的集束位置是在丝条固化点之下 200 ~ 400 mm 之间。

表 3 丝条集束位置对丝条条干不匀率影响

集束点离喷丝板的距离/mm	条干 CV/%	毛丝个/筒
800	1.16	3
900	1.21	1
1000	1.40	无
1100	1.60	无

2.3 热管温度对条干不匀率的影响

在丝条拉伸变形时,TCS 热管温度设定非常重要。因在高速纺丝时,TCS 工艺是属于两次拉伸的工艺技术,丝条经喷丝板拉伸后,进入热管进一步完成其余的细化过程。丝条在热管中的应力随纺程 X (离喷丝板的距离)的增大而增大,在不同的纺程采用热管加热,即相当于在不同的应力下加热。丝条在温度和应力协同作用下,丝条在热管某处达到最佳结晶条件,丝条以毫秒级的时间发生结晶,结晶度在瞬间达到 31% 左右^[3],纤维直径发生大幅度变化,即发生了所谓的“颈缩”现象。由试验知这个转折点控制在距喷丝板 1.9 ~ 2.0 m 处,纤维的各项性能较优异,这个转折点主要由热管温度、位置、纺丝速度控制。当纺速为 4.6 km/min,热管位置为 850 mm 时,热管温度对丝条力学性质和条干不匀率影响见表 4。

表 4 热管温度对丝条力学性质和条干不匀率影响

热管温度 (°C)	断裂强度 (cN/dtex)	断裂伸长 (%)	条干 CV (%)	断头次数 (次/班)
130	3.41	35.10	1.46	4
150	3.44	34.51	1.31	2
170	3.51	34.56	1.15	2
190	3.49	34.50	1.22	3
210	3.48	34.41	1.26	5

2.4 热管的位置对条干不匀率的影响

热管装置不仅使初生纤维在极短时间内获得了较高的结晶速率的温度,而且丝条在热管内运行的有效距离内,补偿了因固化时冷却速率过高而被减小的结晶时间。由于线密度及品种差异,丝条本身的热量在纺程中失散速度不同,在纺程相同的位置上,丝条温度也不同。如果丝条散热快,热管位置距喷丝板近一些,否则在丝条进入热管后,还来不及被加热到所需的拉伸温度就被拉出热管,易产生毛丝和断丝,引起丝条条干不匀率上升。如果丝条散热慢,热管位置距喷丝板远一些,在丝条进入热管后,丝条的温度还没有降到凝固点以下,纤维还没有足够承受较高外力的抗张强度时就进入热管进行第二次拉伸,易造成断头、毛丝,同样也引起丝条条干

不匀率上升。因此要根据纺丝品种的不同来设置热管装置降低纤维的条干不匀率。当纺速为 4.6 km/min、热管温度为 172 °C 时,热管位置对条干不匀率的影响见表 5。

表 5 热管位置对丝条力学性质和条干不匀率影响

热管温度 (°C)	断裂强度 (cN/dtex)	断裂伸长 (%)	条干 CV (%)	断头次数 (次/班)
800	3.42	35.05	1.24	3
900	3.47	34.41	1.21	1
1000	3.44	34.26	1.36	2
1100	3.49	34.38	1.91	5
1200	3.48	34.31	2.16	8

3 结 论

1. TCS 法生产超细 FDY 时,条干不匀率对评价

FDY 的质量有很重要的指导意义;条干不匀率变化,一般受纺丝工艺条件和机械设备两个方面的影响。

2. 冷却条件对条干不匀率的影响很大。风速、风温、丝条集束位置、纺丝间气候条件的变化都会引起 FDY 条干不匀率的变化。

3. 根据纺丝品种的不同来设置热管温度及位置,可降低纤维的条干不匀率。

参 考 文 献

- 1 徐心华等编.涤纶长丝生产.北京:中国纺织出版社,1991:165~166.
- 2 杨胜旺.TCS 工艺对 PET FDY 纤维成形的影响.合成纤维工业,2001(5):59.
- 3 郭大生等编.聚酯纤维科学与工程.北京:中国纺织出版社,2001:374~376.