

半光涤纶 FDY 切片含水率对长丝质量及面料性能的影响

王 敏, 戴伟波, 施寄青, 索俊伟, 赵 爽
(吴江佳力高纤有限公司, 江苏 苏州 215228)

摘 要:为改善长丝面料的平整度与色差问题,从长丝原料出发,采用单因素法探讨了聚酯切片含水率对长丝断裂强度、条干均匀度以及织物面料的影响。实验表明:在纺制 22.2 tex/48F 半光涤纶 FDY 的过程中,切片含水率为 30 mg/L 时,涤纶 FDY 的断裂强度和条干均匀度为最佳,即长丝质量达到最优;为保证切片含水率在 30 mg/L,干燥温度和干燥时间分别为 135 ℃ 与 4 h 最合理。用半光涤纶 FDY 织造的面料布面平整光滑,染色后无色档,优于市场上同规格产品,具有一定的市场应用价值。

关键词:切片含水率;干燥温度;干燥时间;断裂强度;条干不匀率

中图分类号:TS 941.41 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2018)06-0478-04

Study on Effect of Moisture Content of Semi-Gloss Polyester FDY Chips on Filament Quality and Fabric Properties

WANG Min, DAI Weibo, SHI Jiqing, SUO Junwei, ZHAO Shuang
(Wujiang Jiali Advanced Fiber Co., Ltd., Suzhou 215228, China)

Abstract: In order to improve the flatness and color difference of fabrics made by filament, the influence of moisture content of polyester FDY chips on the breaking strength, evenness and fabric properties was studied by single factor method. The experimental results showed that: in the spinning process of 22.2 tex/48F semi-gloss polyester FDY, when the moisture content of chips is 30 mg/L, the full-package rate of polyester FDY is the best. The breaking strength and evenness of polyester FDY are the best, that is, the quality of filaments is the best. In order to ensure 30 mg/L moisture content for chips the drying temperature and drying time are most reasonable at 135 ℃ and 4 h, respectively. The fabrics woven with these filaments have smooth surface and no color file after dyeing, which is superior to the same specification products on the market and has certain market application value.

Key words: moisture content of polyester chips, drying temperature, drying time, breaking tenacity, unevenness

随着经济发展和人民生活水平的提高,人们对服装面料的要求日益增加,如要求服装面料光洁、平整无褶皱,垂感好等。对于长丝织造面料而言,其不匀率是影响面料性能和质量的最主要指标之一。分析化纤长丝的生产工序和流程,发现影响长丝条干不匀率的主要因素有:切片质量、纺丝温度、冷却条件、上油和拉伸工艺等^[1]。其中衡量切片质

量的最主要标准是切片含水率的多少。切片纺丝工艺流程中,第一道工序是切片干燥,即优化切片含水率。由于聚酯高分子易在纺丝过程中发生水解,使分子量降低,导致丝的质量下降,特别是单丝中若夹带水蒸气,易形成“气泡丝”,造成毛丝和断头;纺丝中含水量的差异还可以造成染色不均^[2]。因此,通过切片干燥降低含水率是纺丝前的必要工

收稿日期:2018-08-04; 修订日期:2018-10-23。

作者简介:王 敏(1966—),男,工程师。主要研究方向为化学纤维的制备与加工。Email:498620691@qq.com

序。然而,若切片的含水率过低,切片在进入螺杆挤压机时容易产生聚合物粘度大、分子结晶快、分子量大等情况,从而导致纺丝生产时断头率高,甚至无法生产^[3]。因此,为了保证纺丝的高效运行以及丝的品质,切片含水率需合理优化。

影响切片干燥的因素主要是温度和时间。温度高则干燥速度加快、时间缩短,干燥后切片的平均含水率降低。但温度太高,切片易粘结,大分子降解,色泽变黄,使片表面氧化,产生大量凝胶粒子,影响纤维的可纺性和物理、化学指标^[4]。干燥时间取决于干燥温度,在同一温度下,干燥时间越长则切片含水率越低,均匀性越佳,但时间过长,聚酯大分子易降解,色泽变黄^[5]。因此,为得到最佳的切片含水率,需合理优化干燥温度和时间。

文中采用单因素法,在 22.2 tex/48F 半光涤纶长丝 (fully drawn yarn,FDY) 纺丝前准备过程中,通过对聚酯切片进行不同干燥时间和温度的处理,得到不同含水率的聚酯切片,并分别在相同的纺丝工艺条件下纺制 22.2 tex/48F 半光涤纶 FDY,探讨切片含水率对涤纶 FDY 断裂强度和条干不匀率的影响,通过改善切片质量提升长丝的性能和质量,提高服装面料的平整度和染色均匀度。

1 实验部分

1.1 原料

半消光聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 切片,切片粘度:0.678 dL/g,江苏恒力化纤股份有限公司生产。

1.2 实验仪器

电热真空干燥箱,河北隆顺仪器设备有限公司制造;纺丝装置,大连隆盛机械有限公司制造;中心吹风装置,大连隆盛机械有限公司制造;卷绕装置,日本 TMT 公司制造;微量水分分析仪,深圳冠亚水分仪仪器有限公司制造;YG020 型电子单纱强力仪,常州双固顿达机电科技有限公司制造;USTER-IV 型乌斯特条干仪,瑞士乌斯特有限公司制造;梭织布验布机,常州安视智能科技有限公司制造。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程 切片干燥→螺杆挤压→计量泵→纺丝→冷却吹风→丝束上油→卷绕成型。

1.3.2 干燥实验 称取同等质量的 4 份半消光 PET 切片作为实验样品;将 4 种试样分别放置在 125,130,135,140 ℃ 温度下的真空箱进行干燥处理,每隔 0.5 h 抽取试样进行含水率检测,直到切片

含水率几乎无变化,停止干燥;最后,记录数据,得到不同干燥温度下切片含水率与干燥时间的关系数据,具体见表 1。

表 1 不同干燥温度下切片含水率随干燥时间变化情况
Tab.1 Data of moisture content under different drying temperature with varied drying time

时间/h	试样 1 (125 ℃)/ (mg/L)	试样 2 (130 ℃) (mg/L)	试样 3 (135 ℃) (mg/L)	试样 4 (140 ℃) (mg/L)
	(125 ℃)/ (mg/L)	(130 ℃) (mg/L)	(135 ℃) (mg/L)	(140 ℃) (mg/L)
0	1 850	1 850	1 850	1 850
0.5	871	648	532	395
1.0	569	397	290	168
1.5	418	315	231	126
2.0	348	260	179	91
2.5	272	199	112	55
3.0	193	135	73	38
3.5	134	91	47	21
4.0	67	48	30	17
4.5	51	35	24	16
5.0	37	23	18	16

1.3.3 纺丝实验 对干燥后的切片试样进行纺丝。由表 1 可知,干燥时间为 4 h、干燥温度为 140 ℃ 状态下的切片已充分干燥,如果继续干燥,切片含水率降低不明显,且容易变黄。因此,选择 4 份干燥 4 h 的切片样品在相同纺丝条件下进行 22.2 tex/48F 半光涤纶 FDY 的纺丝实验,并对纺丝得到的 4 种涤纶 FDY 进行断裂强度和条干不匀率检测,得到不同切片含水率下纺制涤纶 FDY 的断裂强度和条干不匀率数据。实验纺丝温度设定为 290 ℃。

1.3.4 面料平整度的测试评价 对 4 种涤纶 FDY 试样按同样织物经纬密、织物经纬向规格和织物组织结构进行织造,分别得到 4 块面料,即面料 1、面料 2、面料 3 和面料 4。根据 AATCC 124—2014 美国标准,采用 AATCC 评级观测板对所织造的面料进行平整度评级^[6]。

1.3.5 面料染色均匀性的检测评价 面料的染色均匀性影响因素主要是色横档、色变档以及色档等布面疵点。对面料进行检验时,采用四分制判定扣分标准:小于 8 cm,扣 1 分;大于等于 8 cm 且小于 16 cm,扣 2 分;大于等于 16 cm 且小于 24 cm,扣 3 分;大于等于 24 cm,扣 4 分。对采用 4 种试样得到的 4 块面料,即面料 1、面料 2、面料 3 和面料 4,进行染色均匀性质检,每块面料量取 10 m 进行检验,并按以下公式计算每 100 m² 分值 K,进行比较。

$$K = \frac{S \times 36 \times 1\,000}{L_m \times L_w}$$

式中: S 为每块面料所量取试样检验物总和分数; L_m 为所检验的试样长度; L_w 为试样宽度。

2 结果与讨论

2.1 干燥温度与干燥时间对切片含水率的影响

根据表 1 绘制不同干燥温度下切片含水率与干燥时间的关系,具体如图 1 所示。由图 1 可知:
①随着干燥时间的增加,切片含水率不断降低,且下降速度由快变慢,并逐渐趋于平缓。这种现象发生的原理是:切片含水量是由两部分构成的,即自由含水量和平均含水量。自由含水量为表面吸附水和内部结合水,较易脱除,而平均含水量由于渗透于切片内部,以氢键的方式与切片结合,则不易脱除^[7]。自由含水量远大于平均含水量,所以干燥初始,自由水分快速脱除,其后缓慢脱除平均水分;
②不同干燥温度下,4 种切片试样经过相同干燥时间后,切片含水量由大到小依次为试样 1 > 试样 2 > 试样 3 > 试样 4。干燥 4 h 后,试样 1 与试样 4 的含水量相差 50 mg/L,差别较明显。由此说明,干燥温度越高,切片含水率下降越快,充分干燥时间越短。当干燥温度为 140 ℃ 状态时,切片在 4 h 时达到充分干燥。如继续干燥,切片则容易变黄,聚酯大分子开始降解。

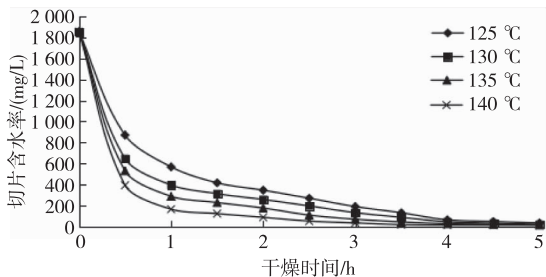


图 1 不同干燥温度下切片含水率与干燥时间的关系
Fig. 1 Relationship between moisture content and drying time under different drying temperature

2.2 切片含水率对涤纶 FDY 断裂强度的影响

干燥时间达到 4 h 时,不同切片含水率试样纺丝得到的长丝断裂强度关系如图 2 所示。由表 1 和图 2 可知,4 种切片试样纺制的长丝,其断裂强度随着切片含水率的降低而呈现增长趋势,但增长的幅度越来越小。由于切片含水率减少,使得聚酯大分子降解减少,因此纺丝成形度好,断裂强度也得到了提高。而当含水率降低速度越来越慢、降低量越来越少时,长丝的断裂强度则增加缓慢。说明长丝的断裂强度与切片含水率呈正比。

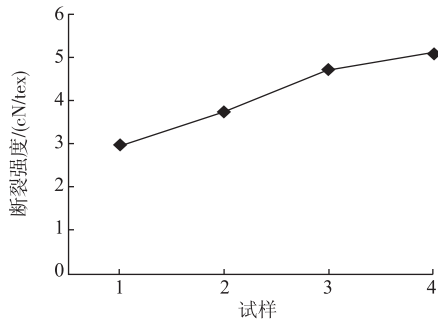


图 2 不同切片含水率试样纺丝得到的断裂强度
Fig. 2 Breaking strength of sample spinned with different moisture content

2.3 切片含水率对涤纶 FDY 条干不匀率的影响

干燥时间达到 4 h 时不同切片含水率试样纺制得到的长丝条干不匀率关系如图 3 所示。由表 1 和图 3 可知,4 种切片试样纺制的长丝,其条干不匀率随着切片含水率的降低呈现先减小后变大的趋势。采用试样 3 纺制的长丝,即切片含水率为 30 mg/L 时,涤纶 FDY 的条干不匀率最低,长丝均匀度最佳。说明含水率在一定范围内,涤纶 FDY 的条干不匀率随着切片含水率的减少而减少,含水率的减少降低了聚酯分子的降解,切片特性黏度提高,纺丝成形好,长丝均匀度好,质量稳定。而当切片含水率超过一定范围后,含水率过低使切片特性黏度变大,纺丝易出现断头,甚至纺丝困难等,条干不匀率提高,长丝稳定性变差,从而影响丝的质量。

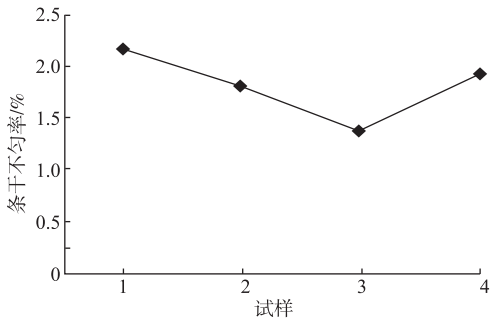


图 3 不同切片含水率试样纺丝得到的条干不匀率
Fig. 3 Dried irregularity of samples spinnd with different moisture content

2.4 切片含水率对面料平整度的影响

服装外观的平整度(无需熨烫或少熨烫)是服装易护理功能的重要标志之一。为了使面料更加平整,需对平整度进行严格把控^[8]。对于长丝织造面料,其长丝的条干均匀度,即纤维长度方向上的粗细变化程度是影响面料平整度的主要因素之一。
对上述 4 种涤纶 FDY 试样织造得到的 4 种面料采用 AATCC 评级观测板进行平整度评级,得到相应的测试结果,具体如图 4 所示。

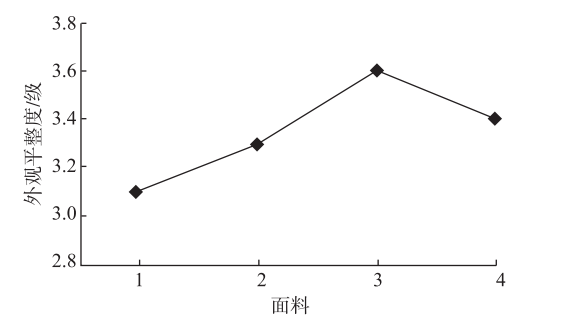


图4 4种面料的外观平整度

Fig.4 Apparent smoothness of four types of fabric

由图4可以看出,4种面料的外观平整度级别均在3级以上,但面料3的平整度比其他略高,即试样3纺制的涤纶长丝织造面料的平整度更好。说明切片含水率的合理优化使条干不匀率降低,改善了长丝的粗细变化程度,提高长丝均匀度,从而提升了织造面料的平整度。

2.5 切片含水率对面料染色性的影响

针对染色后面料染色均匀性,对4种面料进行质检评分,得到每块面料的K值,具体见表2。

表2 4种面料K值

Tab.2 Square yards scores per 100 (K value) of four kinds of fabric

面料试样	K 值
面料 1	30
面料 2	24
面料 3	18
面料 4	24

由表2可以看出,面料3的染色斑点最少,染色均匀性最好。说明切片含水率的合理优化改善了长丝条干均匀度,从而改善了面料染色均匀性。当切片含水率为30 mg/L时,采用其纺制的22.2 tex/48F半光涤纶FDY条干均匀度最佳,纤维长丝粗细均匀,用其织造的面料,染色后布面颜色均匀,无色档、色差。

3 结 语

1)涤纶长丝的断裂强度与其采用的切片含水率呈正比,但随着切片含水率的降低,长丝断裂强度的提高速率呈下降趋势。

2)切片含水率在30 ~ 67 mg/L范围内,22.2 tex/48F的涤纶长丝条干不匀率随着切片含水率的减少而减少,但当切片含水率小于30 mg/L时,条干不匀率随着切片含水率的减少而增加。

3)在纺制22.2 tex/48F半光涤纶FDY的纺丝过程中,综合比较4个试样的断裂强度和条干不匀

率,选择试样3,即切片含水率为30 mg/L时,条干不匀率最低,且断裂强度得到一定的保证。为控制切片含水率在30 mg/L,干燥温度和干燥时间分别为135 ℃与4 h时最合理。

4)采用切片含水率为30 mg/L纺制的22.2 tex/48F半光涤纶FDY织造的面料,其面料平整度最佳,染色均匀性最好。

参考文献:

[1] 王连军,姚荣兴,黄象安.粗旦丙纶长丝不匀率的影响因素分析[J].合成纤维工业,2004,27(4):44-46.
WANG Lianjun, YAO Rongxing, HUANG Xiang'an. Analysis of influential factors on yarn irregularity of coarse denier PP filament[J]. China Synthetic Fiber Industry, 2004,27(4):44-46. (in Chinese)

[2] 徐心华,李允成.涤纶长丝生产[M].北京:纺织工业出版社,1989:14-26.

[3] 彭凤信.尼龙66切片干燥工艺的优化[J].纺织导报,2014(4):58-60.
PENG Fengxin. Optimization of drying process of PA66 chips[J]. China Textile Leader, 2014(4):58-60. (in Chinese)

[4] 夏修成.聚酯切片干燥工艺与流程的优化[J].金山油化纤,1990(2):36-39.
XIA Xiucheng. Optimization of process and drying technology of polyester chips[J]. Petrochemical Technology in Jinshan, 1990(2):36-39. (in Chinese)

[5] 王亚丽,周微伟.熔融纺丝法中聚乳酸切片干燥工艺探讨[J].天津纺织科技,2009(4):11-14.
WANG Yali, ZHOU Weiwei. Discussion on the drying process of polylactic acid chips in melt spinning[J]. Tianjin Textile Science and Technology, 2009(4):11-14. (in Chinese)

[6] 张建祥,刘淑云,耿彩花,等.整理方式对纯棉色织面料折皱回复角和平整度的影响[J].染整技术,2016,38(1):14-16.
ZHANG Jianxiang, LIU Shuyun, GENG Caihua, et al. The influence of finishing method on crease recovery angle and appearance smoothness for cotton yarn-dyed fabric[J]. Textile Dyeing and Finishing Journal, 2016, 38(1):14-16. (in Chinese)

[7] 唐友荣,刘德威.聚酯切片干燥性能研究[J].聚酯工业,1996(3):40-43.
TANG Yourong, LIU Dewei. Study on drying properties of polyester chips[J]. Polyester Industry, 1996(3):40-43. (in Chinese)

[8] 陈慧敏.基于点模型的服装面料平整度等级客观评级研究[D].上海:东华大学,2007.

(责任编辑:张雪,邢宝妹)