

喷气涡流纺纱无 PVA 浆纱工艺

陈路¹, 彭福建¹, 张仕诚¹, 王瑞瑞^{2,*}

(1. 吴江京奕特种纤维有限公司, 江苏 苏州 215000;

2. 西安工程大学, 陕西 西安 710048)

摘要:对丙烯酸胺基共聚浆料用于喷气涡流纺纱的无 PVA 浆纱工艺进行研究。采用丙烯酸胺基共聚浆料对 19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱及 9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱进行浆纱试验, 测试丙烯酸胺基共聚浆料的浆膜成膜性能、浆液流动性以及浆纱力学性能。结果表明: 丙烯酸胺基共聚浆料的成膜较为柔韧, 浆液黏度稳定, 流动性较好, 对喷气涡流纺纱的上浆效果优异, 能够满足无 PVA 浆纱工艺的要求。

关键词:喷气涡流纺; 经纱上浆; 浆料性能; 浆纱质量

中图分类号: TS 103.846

文献标志码: B

文章编号: 1673-0356(2023)06-0035-04

喷气涡流纺纱具有纱线质量好、生产流程短、产量高的优点, 引起了纺织企业的广泛关注^[1-3], 但其强力低于环锭纺, 易断头, 在织造过程中容易影响织造效率及成品质量。因此, 需要选择合理的浆纱工艺, 提高喷气涡流纺纱的相关性能, 以满足后续织造要求。目前所使用浆料主要有三大类, 即淀粉、丙烯酸及 PVA 浆料。其中, 淀粉浆液流动性差、浆膜硬脆^[4]; 聚丙烯酸类浆料吸湿性大、易导致再黏^[5]; PVA 性能优良, 但生物降解性差, 易造成环境污染, 被称为“不洁浆料”^[6]。

基于此, 针对涤/黏喷气涡流纺纱原理与性能, 采用水溶性能优良、纤维粘附性能好、易生物降解的丙烯酸胺基共聚浆料^[7]对 19.7 tex 涤/黏及 9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱进行了浆纱试验, 并对丙烯酸胺基共聚浆料的浆料性能进行了相关分析与测试, 研究丙烯酸胺基共聚浆料的浆料性能, 以为喷气涡流纺纱的无 PVA 浆纱工艺设定提供一定的理论参考。

1 试验部分

1.1 材料与仪器

试验材料: 丙烯酰胺基共聚酯浆料; 去离子水; 19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱; 9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱。

试验仪器: Y801 型电热恒温干燥箱; HWS-250 型恒温恒湿箱; HD021N 型电子单纱强力仪; ZBH-4 型浆膜厚度仪; HD026PC 电子织物强力仪; NDJ-1E 型旋转式黏度仪; HH-2 型恒温水浴锅; JJ-1 型电动搅拌机; YG172A 型

毛羽测试仪; GA392 全电子式单纱浆纱机。

1.2 试验方法

1.2.1 浆纱工艺参数

浆料基本性能、上浆工艺及浆纱参数分别见表 1、表 2 和表 3。

表 1 丙烯酸胺基共聚浆料基本性能

项目	外观	含固量/%	pH 值	气味
丙烯酰胺基共聚酯浆料	透明黏稠体	30	7	无味

表 2 上浆工艺参数

项目	浆液浓度/%	浆液 pH 值	黏度/(mPa·s)	浆槽温度/℃
T/R 19.7 tex	10	7	45.1	45
R 9.7 tex	10	7	45.1	45

表 3 浆纱工艺参数

项目	工艺参数
设定长度/m	500
浸浆方式	单浸单压
压浆力/N	40
烘房温度/℃	80
浆纱速度/(m·min ⁻¹)	20

1.2.2 浆膜性能测试

(1) 浆膜制备

将丙烯酰胺基共聚酯浆料配置成浓度为 3% 的浆液, 用作浆膜的制备, 测试所用浆膜采用浇铸法制备, 制备方法见参考文献[8]。

(2) 浆膜力学性能测试

根据文献[17]所述方法, 对浆膜厚度、浆膜拉伸断裂强力、浆膜拉伸断裂伸长率以及浆膜的耐屈曲性进行测试。

(3) 浆膜回潮率测试

收稿日期: 2023-03-24

第一作者: 陈路(1986—), 男, 研究方向: 涡流纺纱工艺设计、研发、质量控制、管理。

* 通信作者: 王瑞瑞(1999—), 女, 研究生, 研究方向: 纺织浆料与浆纱技术。

根据文献[9]所述方法,采用烘箱干燥法,测试丙烯酰胺基共聚酯浆料浆膜的回潮率。

(4) 浆膜水溶性测试

根据文献[10]所述方法,测试浆膜在水中的破裂时间,用以表示浆膜的水溶速率。

1.2.3 浆液性能测试

(1) 浆液黏度及黏度热稳定性

依据文献[11]的方法,使用 NDJ-1E 型旋转式黏度仪,测试液黏度及黏度热稳定性,有效样本容量为 10。

(2) 黏度-温度测试

将丙烯酰胺基共聚酯浆料调制 500 mL 浓度为 6% 的浆液,在温度分别为 95、85、75、65、55、45 °C 下测试样品的黏度值。

(3) 黏度-浓度测试

将丙烯酰胺基共聚酯浆料调制浓度为 10%、6%、4%、2% 的浆液,测试不同浓度下浆液的黏度。

1.2.4 浆纱性能测试

(1) 浆纱增强率与减伸率

依据文献[12]测试浆纱断裂强力及伸长率,并计算其增强率及减伸率。

(2) 浆纱耐磨性能

纱线耐磨性使用 Y731D 型抱合力机进行测试,有效样本容量为 10,计算平均值,并根据文献[13]所述方法计算其增磨率。

(3) 浆纱毛羽

根据文献[14],对浆纱毛羽进行测试,并计算毛羽降低率。

(4) 浆纱回潮率

采用烘箱干燥法(详见 1.2.2 部分),测试浆纱回潮率。

(5) 退浆率

采用氢氧化钠退浆法进行测试。依据文献[15],测试其退浆率。

2 结果与讨论

2.1 丙烯酰胺基共聚浆料的结构分析

图 1 是丙烯酰胺基共聚浆料的红外光谱。

从图 1 看出,PMMA 谱图上在 $3\ 193\ \text{cm}^{-1}$ 和 $1\ 654\ \text{cm}^{-1}$ 处分别出现了一 NH_2 和酯基的特征峰,证实结合产物是由 AM 与 MMA 共聚形成的,表明了丙烯酰胺基共聚浆料中含有酯基,有利于对涤纶纤维纱线粘附。

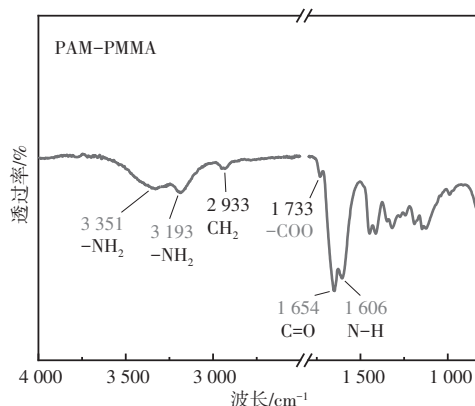


图 1 丙烯酰胺基共聚浆料红外光谱

2.2 浆膜性能

丙烯酰胺基共聚浆料的浆膜外观如图 2 所示。可以看出丙烯酰胺基共聚浆料的浆膜成膜透亮且较为完整,表明丙烯酰胺基共聚浆料具有优良的成膜性。

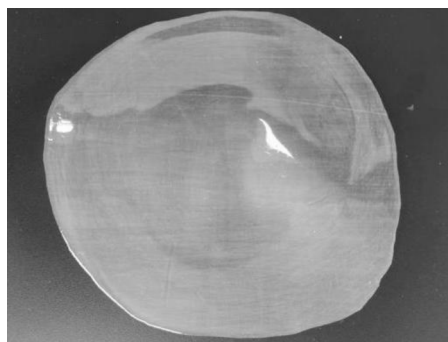


图 2 丙烯酰胺基共聚浆料的浆膜外观图

丙烯酰胺基共聚浆料浆膜的力学性能、吸湿性及水溶速率的测试结果见表 4。

由表 4 可知,丙烯酰胺基共聚浆料的浆膜平均厚度为 0.133 mm,平均断裂强力为 713.1 cN,平均伸长率为 0.79%,平均断裂强度为 $1\ 058.4\ \text{cN}/\text{mm}^2$,水溶速率为 3.56 s,吸湿率为 16.92%,耐屈曲次数 24 次。这表明丙烯酰胺基共聚浆料浆膜的力学性能优异,具有较好的成膜柔韧性、耐屈曲性,满足浆纱要求。

2.3 浆液性能

2.3.1 浆液黏度及黏度热稳定性

浆液黏度大小对浆液的流动性来说至关重要,浆液黏度热稳定性在一定程度上体现着浆料的浆液黏度随着高温高热处理时间延长下的变化规律,这两种因素对经纱上浆的质量具有显著影响^[16]。将丙烯酰胺基共聚浆料分别在 95 °C 条件下调制成为质量分数为 6% 浆液,保温 3 h,每隔 0.5 h 记录其黏度,测得丙烯酰胺基共聚浆料的黏度及黏度热稳定性见表 5。

表4 丙烯酰胺基共聚浆料的浆膜性能

项目	厚度/mm	断裂强力/cN	伸长率/%	水溶速率/s	耐屈曲次数/次	吸湿率/%
测试结果	0.133	713.10	0.79	3.56	24	16.92

表5 丙烯酰胺基共聚浆料的黏度及黏度热稳定性

项目	浆液黏度/(mPa·s)						黏度波动率/%	热稳定性/%
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min		
测试结果	18.20	18.31	18.40	18.87	19.53	19.92	9.45	90.55

由表5可以看出:丙烯酰胺基共聚浆料的浆液黏度热稳定性 $\geq 85\%$,黏度稳定。这表明丙烯酰胺基共聚浆料的黏度稳定,且随着煮浆时间的延长,黏度波动较小,这表明丙烯酰胺基共聚浆料能够在上浆过程中保持浆液在纱线表面均匀的浸透及被覆,满足浆纱要求。

2.3.2 丙烯酰胺基共聚浆料的黏度与浓度关系

将丙烯酰胺基共聚浆料配制成浓度分别为2%、4%、6%、8%、10%的浆液,在恒温水浴条件下,加热至95℃,测试其在95℃条件下的浆液黏度。丙烯酰胺基共聚浆料的黏度随浓度变化情况见表6。

表6 丙烯酰胺基共聚浆料的黏度与浓度的关系

项目	浓度/%				
	10	8	6	4	2
黏度/(mPa·s)	45.10	25.31	13.40	13.00	12.82

由表6可知,丙烯酰胺基共聚浆料的黏度均随浓度的降低而降低。在较高浓度时,丙烯酰胺基共聚浆料的浆液黏度变化较明显,黏度值波动较大;而在较低浓度时,丙烯酰胺基共聚浆料的浆液黏度的降低逐渐变缓。这表明:当丙烯酰胺基共聚浆料的浆液浓度偏大时,浆液中的丙烯酰胺基大分子链段也越多,由于这些大分子链段运动的异向性,使得浆液的流动性变差,宏观表现为浆液的黏度值增加。此外,浆液的黏度过大会导致浆纱质量的不稳定,而黏度过小则会导致浆

液难以渗透进纤维内部。综合以上数据来看,确定丙烯酰胺基共聚浆料的浆液浓度为10%较为合适。

2.3.3 丙烯酰胺基共聚浆料的黏度与温度关系

配制600 mL浓度为6%的丙烯酰胺基共聚浆料的浆液,并将其放置在水浴锅中,水浴加热至95℃,在温度分别为95、85、75、65、55、45℃时,测试丙烯酰胺基共聚浆料的浆液黏度,丙烯酰胺基共聚浆料在不同温度条件下,其黏度的变化情况见表7。

表7 丙烯酰胺基共聚浆料的黏度与温度的关系

项目	温度/℃					
	95	85	75	65	55	45
黏度/(mPa·s)	16.73	17.80	18.55	19.24	20.30	21.37

由表7可知,丙烯酰胺基共聚浆料的黏度均随温度的降低而增大。这是由于在高温条件下,分子间的相对运动较为剧烈,分子间作用力相对减弱,宏观表现为黏度低,而温度降低后分子运动减缓,黏度出现上升趋势。由于浆液的黏度过大会影响浆纱质量,过小则难以上浆。因此,为了保证浆液在纱线内部的渗透与被覆,确定丙烯酰胺基共聚浆料上浆的浆槽温度为45℃。

2.4 丙烯酰胺基共聚浆料上浆工艺实践

表8、图3及图4分别为丙烯酰胺基共聚浆料对19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱及9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱的浆纱性能表现及上浆前后纱线微观形貌图。

表8 浆纱性能测试

项目	毛羽降低率/%	增强率/%	减伸率/%	增磨率/%	回潮率/%	退浆率/%
T/R 19.7 tex	82.83	10.43	0.27	165.49	4.75	7.64
R 9.7 tex	35.03	22.71	52.51	1166	6.82	12.82

由表8可知,丙烯酰胺基共聚浆料可有效改善19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱及9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱的浆纱性能,涤/黏喷气涡流纺纱及黏胶喷气涡流纺纱在经过丙烯酰胺基共聚浆料上浆后,其纱线表面毛羽的数量明显

降低,且浆纱的耐磨性得到了明显改善。这表明丙烯酰胺基共聚浆料对2种喷气涡流纺纱均起到了增强、减伸的作用。采用碱法对其进行退浆,发现丙烯酰胺基共聚浆料退浆容易,满足生产要求。

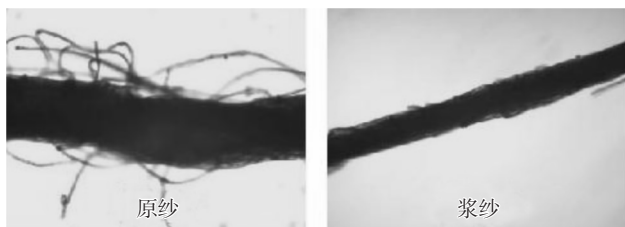


图3 19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱上浆前后状态对比

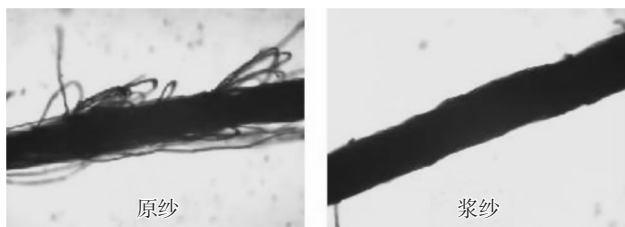


图4 9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱上浆前后状态对比

由图3及图4的丙烯酸胺基共聚浆料的喷气涡流纺浆纱及原纱在显微镜下的纱线形态图可知:对比原纱,喷气涡流纺纱的纱线外观形态,在经过丙烯酸胺基共聚浆料上浆后,得到了明显改善,且喷气涡流纺浆纱的毛羽较少,条干也变得更为均匀,且丙烯酸胺基共聚浆料对19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱有着更强的毛羽贴伏能力。

3 结论

(1)丙烯酸胺基共聚浆料的浆膜成膜完整透亮,水溶性佳,浆液流动性好且黏度稳定,浆膜的力学性能表现较好,能够在纱线表面形成柔韧且完整的浆膜,有利于浆纱性能的增强。

(2)丙烯酸胺基共聚浆料对19.7 tex 涤/黏喷气涡流纺纱及9.7 tex 黏胶喷气涡流纺纱进行上浆,其浆纱性能优异,能够满足实际生产的需要。

(3)丙烯酸胺基共聚浆料浆纱性能测试结果表明:不使用PVA,采用丙烯酸胺基共聚浆料对喷气涡流纺纱进行单独上浆,具有良好的浆纱效果,可部分取代或取代PVA进行上浆。

参考文献:

- [1] 李浩,邢明杰,孙志豪,等. 基于图像的喷气涡流纺纱捻度测试方法探讨[J]. 纺织学报,2021,42(2):60-64.
- [2] 邹专勇,缪璐璐,董正梅,等. 喷气涡流纺工艺对黏胶/涤纶包芯纱性能的影响[J]. 纺织学报,2022,43(8):27-33.
- [3] 任笑鸽,罗菁,郝林聪,等. 两种比例亚麻棉喷气涡流纱的性能分析[J]. 棉纺织技术,2022,50(1):59-63.
- [4] 郭权,姚一军,沈艳琴,等. 磷酸酯化变性对淀粉浆膜力学性能的影响[J]. 纺织高校基础科学学报,2021,34(1):27-31.
- [5] 郭欢,刘召英,刘馨,等. 聚丙烯酸聚乙烯醇共聚浆料的浆纱性能分析[J]. 棉纺织技术,2021,49(10):34-37.
- [6] 于勤,沈骅,倪春锋. PR-SU浆料及与PVA混合浆料性能研究[J]. 纺织导报,2017(2):55-57.
- [7] 曹新伟,张禅,朱博,等. 大豆蛋白/聚丙烯酰胺复合膜的性能研究[J]. 应用化工,2018,47(3):505-509.
- [8] 高卫东,范雪荣,赵凌云,等. 纺织浆料浆膜制备方法[J]. 棉纺织技术,1999(4):3-5.
- [9] 连文伟,张劲,李明福,等. 新黏胶纤维的结构与吸湿性能研究[J]. 产业用纺织品,2013,31(12):20-25.
- [10] Yanqin Shen et al. Hydroxypropylation reduces gelatinization temperature of corn starch for textile sizing[J]. Cellulose, 2021: 1-12.
- [11] 钱德晨,武海良,沈艳琴,等. 六亚甲基四胺-过硫酸铵变性淀粉浆液黏度稳定性研究[J]. 纺织科技进展,2021(8):24-26.
- [12] 杨玉雪,郭权,武海良,等. 聚丙烯酰胺纺织浆料制备与应用[J]. 纺织科学与工程学报,2022,39(2):30-33.
- [13] 张朝辉,徐珍珍,刘新华,等. 乙酰乙酸酯化淀粉浆料的制备及其性能[J]. 纺织学报,2017,38(11):68-72.
- [14] 杨树,沈艳琴,武海良. 全支链马铃薯淀粉在中温浆纱上的应用[J]. 纺织科技进展,2018(9):15-18.
- [15] 沈艳琴,武海良,熊锐,等. 中低温水溶季铵阳离子淀粉浆料的合成及其浆纱性能[J]. 纺织学报,2017,38(11):73-78.
- [16] 王娟,章金芳,范雪荣,等. 部分糊化淀粉浆液黏度与浆液性能相关性分析[J]. 棉纺织技术,2015,43(3):34-36.
- [17] 喻永青. 淀粉/纳米SiO₂组合浆料性能研究[J]. 纺织科技进展,2022(11):16-19.

Study on PVA-Free Sizing Technology of Jet Vortex Spinning

CHEN Lu¹, PENG Fujian¹, ZHANG Shicheng¹, WANG Ruirui^{2,*}

(1. Jiangsu Wujiang Jingyi Special Fiber Co. LTD, Suzhou 215000, China;

2. Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: In this paper, the PVA-Free sizing process of acrylamide copolymer used in jet eddy spinning was studied. The sizing experiments of T/R 19.7 tex jet eddy spinning and R 9.7 tex jet eddy spinning were carried out with acrylamide copolymer. The film forming properties, slurry fluidity and sizing mechanical properties of acrylamide copolymer were tested. The test results show that the film forming of acrylamide copolymer slurry is flexible, the slurry viscosity is stable, the slurry fluidity is good, and the sizing effect on jet vortex spinning is excellent, which can meet the requirements of PVA free sizing process.

Key words: jet vortex spinning; sizing the warp yarn; slurry property; sizing quality