

丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物对涤纶浆纱的性能研究

常 华,姚一军

(西安工程大学,陕西 西安 710048)

摘要:采用乳液聚合法制备丙烯酸丁酯-苯乙烯(BMA-St)共聚物浆料,研究 BMA-St 浆料与醋酸酯淀粉、PVA 0588 的浆液和浆膜性能。结果表明,BMA-St 共聚物红外光谱中存在酯基($1\ 156\ \text{cm}^{-1}$)和苯环($763\ \text{cm}^{-1}$)特征峰;与纯 BMA-St 浆料相比,BMA-St 浆料与醋酸酯淀粉、PVA 0588 配比为 15:2:3 时,混合浆料所制备浆膜黏附力可达 164.08 N,浆膜耐屈曲性提高 1.30%;浆纱时黏度稳定性提高 2.40%,浆纱增强率提高 6.00%,毛羽损失率降低 10.85%,合成浆料更适用于涤纶纱上浆。

关键词:BMA-St 浆料;浆膜性能;浆纱性能

中图分类号:TS 155.6

文献标志码:A

文章编号:1673-0356(2022)09-0012-03

涤纶面料耐洗耐磨、免烫抗皱,在纺织饰品领域广泛应用,但也存在吸湿性差、不吸汗和易沾灰尘等缺点,大大制约了涤纶纤维的应用与发展^[1]。近年来,涤纶产品逐渐成为市场的主导产品,用户对这类纱线提出了更高的要求。由于涤纶具有抗扭、蓬松、回潮率低等特殊性能,与棉纤维差异较大,如何提高涤纶纺纱的质量成了许多纺织企业探讨的重要课题。

丙烯酸丁酯(BMA)-苯乙烯(St)共聚物是一种含有亲油基团的新型功能高分子材料^[2-3]。国外对于丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆料的研究较早,Wagers^[4]采用丙烯酸丁酯和苯乙烯单体,通过乳液聚合制得丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆料;邹友思等^[5]用核磁共振氢谱($^1\text{H-NMR}$)测试了 BMA-St 共聚物的组成,并用 Kelen-Tudos 法计算出竞聚率;李芸芸等^[6]以 BMA 及 St 为主要单体、丙二醇二丙烯酸酯为交联剂、偶氮二异丁腈为引发剂,采用悬浮聚合方法,合成了白色粒状共聚型吸油树脂。本试验采用乳液聚合法制备丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物(BMA-St)浆料,对其结构进行测试表征,研究其与其他浆料复合的相容性,并将其应用于涤纶粗纱的浆纱工艺中,评价其浆纱性能。

1 试验部分

1.1 材料与试剂

丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物(实验室自制,含固量 65%),过硫酸钾,涤纶粗纱(13 tex),醋酸酯淀粉(酯化

度为 0.204 7),PVA 0588。

1.2 试验仪器

YT821 型可调式漏斗式黏度计,HH-2 型恒温水浴锅,YG065 型电子织物强力仪,HD021N 型电子单纱强力仪,Y-731 型纤维抱合力仪,YG171A 型毛羽测试仪。

1.3 试验方法

1.3.1 丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物的合成

向反应器中加入水,将其用氮气吹扫加热至 60~65 $^{\circ}\text{C}$,用水、合适的表面活性剂和所需的单体制备预乳液,加入链转移剂以控制分子量,将反应温度保持在 75 $^{\circ}\text{C}$,同时将预乳液和氧化还原引发剂连续进料到反应器中,反应完全后可得到丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物。

1.3.2 浆料配方的设计

浆料配方见表 1。

表 1 浆料配方

项目	丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆料	变性淀粉	PVA
配方一	100	—	—
配方二	75	10	15

1.3.3 浆膜的制备

将两种浆料配方分别配置成质量分数为 3% 的浆液,采用浇铸法制备浆膜^[7]。

1.4 测试方法

1.4.1 浆液黏度和黏度热稳定性

将两种配方浆料各配制成浓度 6% 浆液,按式(1)测定其黏度波动率和黏度稳定性^[8]。

$$\text{黏度波动率} = \frac{\max |\eta - \eta_1|}{\eta_1} \times 100\% \quad (1)$$

收稿日期:2022-04-13;修回日期:2022-04-29

基金项目:陕西省教育厅科研计划项目(21JK0664)

第一作者:常 华(1987—),女,工程师,硕士,主要研究方向为环境化工,
E-mail:576383419@qq.com。

式中: η_1 为 95 °C 保温 1 h 测得的黏度值, $s; \max |\eta - \eta_i|$ 为后 5 次黏度值的极差。

$$\text{黏度热稳定性} = 100\% - \text{黏度波动率} \quad (2)$$

1.4.2 黏附性测试

配置 1% 含固量的浆液, 采用粗纱法对浆液黏附力进行测试^[9]。

(1) 粗纱上浆率

$$S = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100\% \quad (3)$$

式中: W_1 为上浆前的经纱干重, $g; W_2$ 为上浆后的经纱干重, $g; S$ 为上浆率, %。

(2) 比黏附力

$$B = F / S \quad (4)$$

式中: F 为粗纱的断裂强力, $cN; S$ 为经纱的上浆率, %; B 为比黏附力, $cN/\%$ 。

1.4.3 浆膜性能测试

水溶速率: 将浆膜剪成 10 cm × 5 mm 条状, 将样品浸入 85 °C 的水中计时, 待水中的浆膜断脱时终止计时, 所用时间即浆膜的水溶速率。

吸湿性: 将浆膜置于 105 °C 烘至恒重并称重, 将试样置于温度 20 °C, 相对湿度 65% 环境吸湿 24 h, 取出称重, 按式(5)计算吸湿率。

$$\text{吸湿率} = \frac{\text{浆膜吸湿后重量} - \text{浆膜干燥重量}}{\text{浆膜干燥重量}} \times 100\% \quad (5)$$

耐屈曲性: 将浆膜剪成 10 cm × 5 mm 条状, 用同等重量的夹子夹在浆膜的两端, 对其进行反复摆动, 直到其断裂, 记录次数。

力学性能: 采用单纱强力仪测定浆膜力学性能, 浆膜宽度为 5 mm, 夹距为 100 mm, 拉伸速度为 50 mm/min^[10]。

$$\text{浆膜的断裂强度} = \frac{\text{浆膜强力平均值}}{\text{平均厚度} \times \text{宽度}} \quad (6)$$

1.4.4 浆纱性能测试

浆纱增强率、减伸率: 采用南通宏大 HD021N 电子单纱强力仪进行测试, 夹距为 500 mm, 拉伸速度为 500 mm/min^[11]。

磨率: 采用 Y731 型纱线耐磨仪测试浆纱的耐磨性^[12]。

毛羽损失率 β : 取原纱称重 B , 置于清水中煮 10 min 烘至恒重称重 B_1 , 按式(7)计算。

$$\beta = \frac{B - B_1}{B} \times 100\% \quad (7)$$

退浆率: 采用氢氧化钠退浆法退浆, 按文献中方法计算退浆率^[13]。

以上各种性能均测试 10 次, 取其平均值。

2 结果与讨论

2.1 丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物的结构分析

由图 1 可见, 2 932 cm^{-1} 处为 $-CH_2-$ 的伸缩振动吸收峰, 1 685 cm^{-1} 为 $-COO-$ 的伸缩振动吸收峰, 1 632 cm^{-1} 为 $C=C$ 双键的振动吸收峰, 1 447 cm^{-1} 处是 $-CH_2-$ 的振动吸收峰, 1 156 cm^{-1} 处为酯基的反对称伸缩振动吸收峰, 1 022 cm^{-1} 处为羧基的面外变形振动吸收峰, 1 723 cm^{-1} 和 1 447 cm^{-1} 之间的吸收峰为苯环的吸收峰, 763 cm^{-1} 处为苯环取代吸收峰。上述吸收峰可说明其中含有酯基、碳碳双键和苯环基, 表明该共聚物为丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物。

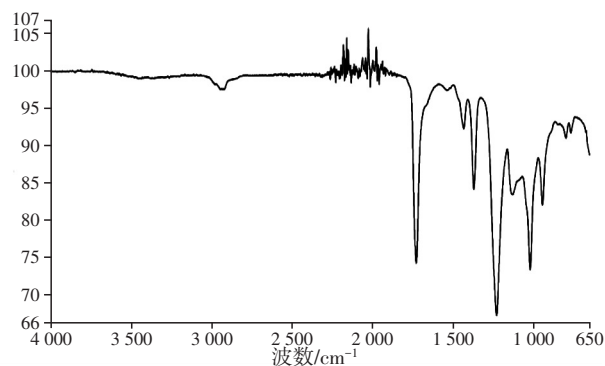


图 1 丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆料的红外光谱图

2.2 BMA-St 浆料与醋酸酯淀粉、PVA 0588 的浆膜及浆液性能

表 2 为配方一和配方二的浆液及浆膜性能测试结果。

由表 2 可以看出, 与单一 BMA-St 浆料(配方一)相比, 在 BMA-St 中加入醋酸酯淀粉和 PVA 0588 形成的配方二浆液显示更高的黏附力, 达到了 164.08 N, 黏度波动率较低为 2.0%, 其黏度稳定性由 95.6% 提高到 98.0%。相应的配方二表现出优异的浆膜性能, 浆膜耐屈曲性提高了 1.30%, 伸长率增加了 0.72%, 吸湿率增加了 1.00%, 水溶速率降低了 1.76%。上述结果说明, BMA-St 与醋酸酯淀粉、PVA 0588 的配比为 15 : 2 : 3 时, 采用混合浆料上浆效果比使用单一浆料效果好。这可能是由于混合浆料中 PVA 含有的羟基和涤纶粗纱内部的酯基能够很好地

结合,并且PVA对纱线的黏附性较好。另外混合浆料聚合度高,分子内聚力大,取向度好,分子的柔顺性好,扩散能力强,比黏附力较高。由于丙烯酸丁酯-苯乙烯

共聚物含有亲油基团且具有三维网状结构,与涤纶纤维分子结构相近,大分子主链中都含有酯基,对涤纶具有较高的黏附性能。

表2 两种浆料配方的浆液、浆膜性能测试结果

浆料名称	浆液性能			浆膜性能				
	黏附力 /N	黏度波动率 /%	黏度稳定性 /%	耐屈曲性 /次	断裂强度 /(cN·mm ⁻²)	伸长率 /%	吸湿率 /%	水溶速率 /s
配方一	90.12	4.4	95.6	2.4	155.27	0.74	3.00	3.66
配方二	164.08	2.0	98.0	3.7	471.23	1.46	4.00	1.90

2.3 涤纶浆纱性能分析

试验中分别用两种配方调配浓度为10%,黏度分别为5.2s和7.1s的浆液700mL,对13.0tex涤纶粗纱进行上浆,对浆纱性能各项指标进行测试,测试结果见表3。

表3 不同浆料配方浆纱性能对比

项目	配方一	配方二
毛羽降低率/%	84.35	95.2
增强率/%	3.8	9.8
减伸率/%	2.4	2.0
增磨率/%	149.4	418.1
回潮率/%	3.1	4.0
退浆率/%	9.86	12.54

从纱线性能的测试结果可得出:与BMA-St浆料相比,浆纱毛羽损失率降低了10.85%,增强率提高了6.00%,采用单一浆料上浆时,浆纱的质量较差。这主要是浆料对涤纶纱线的黏附力较差以及浆料本身性能的差异所决定的。但复合浆料上浆时,因其黏附性较好可获得较好的被覆和渗透效果,因此浆纱性能良好。与纯丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物的浆料相比,含有PVA配方的浆料上浆后纱线增强率、增磨率和毛羽降低率均有所提高,而回潮率、减伸率、退浆率等变化较小,影响浆纱的效果不明显,有利于提高纱线强力与贴伏毛羽的效果,利于织造及后道工序顺利进行。

3 结论

试验中使用丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆料和其与淀粉、PVA所形成的复合浆料分别对涤纶粗纱进行浆纱处理,得到以下结论。

(1)丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物与淀粉、PVA所形成的复合浆料的浆液黏度稳定性优于丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆料浆液的黏度稳定性,更有利于经纱上浆。

(2)复合浆料浆液的黏度随温度的变化而变化,但丙烯酸丁酯-苯乙烯共聚物浆液的黏度不会随浆液温度的变化而变化,在黏附性测试中发现,前者对涤纶粗

纱黏附性更好,更适用于涤纶粗纱浆纱处理。

参考文献:

- [1] 张丹. 浅述异形截面涤纶纤维[J]. 轻纺工业与技术, 2015, 44(1): 72-74.
- [2] VELAZQUEZ M G N, PACHECO M P, ESCAMILLA G C. Mechanical characterization of polymeric films based on copolymers of styrene and butyl acrylate obtained by heterogeneous polymerization in semicontinuous[J]. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2021, 87(1): 68-79.
- [3] BOGDANOVA Y G, SHAPAGIN A V, KOSTINA Y V, et al. The effect of solvent nature on the adhesive properties of binary styrene-n-butyl acrylate copolymer films formed by casting on solid substrates[J]. Colloid Journal, 2020, 82(2): 93-99.
- [4] WAGERS J A, MARTIN V J. Method and materials for coating synthetic textile compositions: US 05525414[P]. 1996-06-11.
- [5] 邹友思, 邱志平, 庄荣传, 等. 甲基丙烯酸丁酯和苯乙烯的原子转移自由基共聚[J]. 合成化学, 1998(1): 2-4.
- [6] 李芸芸, 舒武炳, 笱丽娜. 二元共聚高吸油树脂的合成工艺[J]. 化工进展, 2007, 26(6): 842-844.
- [7] 肖大君, 沈艳琴, 武海良, 等. 水溶性聚酯浆料在涤棉经纱上浆中的应用[J]. 纺织科技进展, 2015(4): 41-43.
- [8] 薛颖, 武海良, 沈艳琴. 远红外中空涤纶纱线的浆纱工艺研究[J]. 合成纤维, 2015(2): 34-37.
- [9] 谷文静, 武海良, 沈艳琴. 比黏附力法测试浆液黏附力的方法[J]. 西安工程大学学报, 2012, 26(5): 568-570.
- [10] 金运星, 武海良, 沈艳琴, 等. 聚丙烯酸类浆料对淀粉浆料性能的影响[J]. 上海纺织科技, 2016(4): 7-9.
- [11] 刘欢, 武海良, 沈艳琴. TM聚酯浆料的浆纱性能[J]. 纺织科技进展, 2014(1): 35-36.
- [12] 汤一辰, 沈艳琴, 武海良. Modal纱线的浆纱工艺[J]. 合成纤维, 2013, 42(9): 39-42.
- [13] 姚一军, 沈艳琴, 武海良. SZ-H浆料的浆纱性能[J]. 纺织科技进展, 2014(6): 26-28.

(下转第64页)

- 2018.
- [4] 周双. 服装画技法课程实践教学研究[J]. 美术教育研究, 2014(14):124.
- [5] 余子砚. 服装画技法课程教学模式的探索[J]. 湖北美术学院学报, 2018(2):53-55.
- [6] 程雪. 关于服装画教学中技法的分析和思考[J]. 纺织报告, 2018(8):74-75.
- [7] 董楚涵. 时装画教学方法心得[J]. 现代企业教育, 2008(8):35-36.
- [8] 阮诺男. 《服装画技法》课程教学方法改革探索与实践[J]. 艺术科技, 2015(1):210, 212.
- [9] 郑晶. 地方工程应用型高校服装画技法课程教学反思[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(3):183-190.
- [10] 叶露. 高校《服装画技法》授课模式改革探究[J]. 当代教育实践与教学研究, 2016(5):217-218.
- [11] 尹录英. 国外院校培养特色对服装画教学改革的启示[J]. 美术界, 2010(10):84.
- [12] 李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2014(2):29-34.
- [13] SPADY W G. Outcome-based instructional management: A sociological perspective[J]. Australian Journal of Education, 1982, 26(2): 123-143.
- [14] 董玲, 何俊杰. 基于 OBE 的机械制图教学改革与实践[J]. 装备制造技术, 2016(11):215-216.
- [15] ABUJDAYIL B, ALATTAR H. Curriculum assessment as a direct tool in ABET outcomes assessment in a chemical engineering programme[J]. European Journal of Engineering Education, 2010, 35(5):489-505.
- [16] 何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上)[J]. 电化教育研究, 2004(3):1-6.
- [17] 黄荣怀, 马丁, 郑兰琴, 等. 基于混合式学习的课程设计理论[J]. 电化教育研究, 2009(1):9-14.
- [18] 冯晓英, 王瑞雪, 吴怡君. 国内外混合式教学研究现状述评——基于混合式教学的分析框架[J]. 远程教育杂志, 2018, 36(3):13-24.
- [19] 祝怀新, 毛红霞. 南非“以结果为本的教育”课程模式探析[J]. 外国教育研究, 2006, 33(4):34-38.

Design of Course Teaching Based on the OBE

Concept and Blended Learning Concept

——Taking the Fashion Illustration as an Example

PENG Xiaojia

(School of Arts, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020, China)

Abstract: Based on the research status of the teaching reform of fashion illustration, the characteristic and implementation principles of OBE concept and blended learning concept were analyzed. Curriculum teaching design concept and implementation steps based on the OBE concept and blended learning concept were proposed. The design of course teaching was discussed, which involved defining student learning outcomes, optimizing the teaching content, establishing the teaching organization form, formulating teaching and learning activities, designing learning resources, and building the evaluation system. The suggestions and practices would provide guidance for improving teaching quality and provide reference for deepening teaching reform of fashion illustration.

Key words: OBE; blended learning; design of course teaching; fashion illustration

(上接第 14 页)

Properties of Polyester Sizing with Butyl Acrylate-styrene Copolymer

CHANG Hua, YAO Yijun

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: Butyl acrylate-styrene copolymer (BMA-St) slurry was prepared by emulsion polymerization. The compatibility of BMA-St slurry with acetate starch and PVA 0588 was studied. The results showed that the characteristic peak of ester groups ($1\ 156\ \text{cm}^{-1}$) and the benzene ring ($763\ \text{cm}^{-1}$) were existed in FTIR of BMA-St copolymer. When the ratio of abovementioned sizing agent was controlled as 15 : 2 : 3, compared with BMA-St slurry, the adhesive force of the mixed slurry film was up to 164.08 N, and the buckling resistance was increased by 1.30%. The viscosity stability and sizing reinforcement ratio were increased by 2.40% and 6.00% respectively. The hairiness loss rate was decreased by 10.85%, which demonstrated that the synthetic size was more suitable for sizing polyester roving.

Key words: BMA-St sizing; sizing film property; sizing property