

咖啡碳长丝喷水织造聚丙烯酸酯浆料的制备及性能

沈艳琴, 张琳, 刘欢, 武海良*

(西安工程大学纺织科学与工程学院, 陕西 西安 710048)

摘要:针对咖啡碳长丝在织造过程中存在耐磨性差、集束性不足的问题,根据浆液的粘附机理和在喷水织机织造过程中的要求,按照“相似相容”原理,同时结合咖啡碳长丝结构特点,设计了适于咖啡碳长丝浆丝聚丙烯酸酯浆料的结构及合成工艺,采用乳液聚合法合成了咖啡碳长丝浆丝用聚丙烯酸酯浆料。浆料性能测试结果表明,当单体质量比 $m(\text{MAA}):m(\text{MMA}):m(\text{BA})=10:50:40$ 时,合成的聚丙烯酸酯浆料对咖啡碳长丝的粘附性好、浆丝集束紧密。在小样浆纱机上进行咖啡碳长丝浆丝试验,浆丝性能测试表明,浆丝的集束性明显改善,耐磨性、强力明显增强。

关键词:聚丙烯酸酯浆料;咖啡碳长丝;集束性;耐水性;喷水织造

中图分类号:TS103.846

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2019)02-0162-05

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2019.02.036

Preparation and performance of polyacrylate size for water jet weaving of coffee carbon filaments

SHEN Yan-qin, ZHANG Lin, LIU Huan, WU Hai-liang*

(School of Textile Science and Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: There are problems of poor abrasion resistance and weak bundling property during the weaving of coffee carbon filament. A structure of polyacrylate size, which is suitable for sizing coffee carbon filament, is designed according to the adhere mechanism of size, the requirements in weaving process of water jet weaving machine and the principle of “similarity, compatibility”. Emulsion polymerization process is adopted to synthesize polyacrylate size for sizing coffee carbon filament. The performance test shows that the prepared polyacrylate size has a good adhesion and bundling properties on coffee carbon filament when the mass ratio of $\text{MAA}:\text{MMA}:\text{BA}$ is 10:50:40. The sizing practice is carried out on testing sizing machine and the results show that the abrasion resistance and the strength of the sized coffee carbon filament are improved obviously, the weave ability of coffee carbon filament can be enhanced effectively.

Key words: polyacrylate size; coffee carbon filament; bundling property; water resistance; water jet weaving

咖啡碳纤维是将废弃咖啡渣研磨成纳米级粉末添加到聚酯纺丝液中而得的一种功能性聚酯纤维^[1]。咖啡碳纤维具有抗菌防臭、释放负离子和保温功能,被用来制备功能性织物^[2-3]。咖啡碳长丝结构松散、抱合力及耐磨性差、织造中长丝容易缠绕、起毛起球,导致织机开口不清、断头,影响织机效率及成品的质量。为提高织造效率,织造前对咖啡碳长丝进行浆丝,提高咖啡碳长丝的耐磨、强力,改善长丝集束性。浆丝用聚丙烯酸酯浆料存在残留单体异味大、耐水性差、集束性不足、浆丝烘干过程中空气污染大等问题,所以浆丝用浆料研究一直是聚

丙烯酸类浆料研究的热点之一,谭伟等^[4-6]采用乳液聚合法制备了苯乙烯改性喷水浆料,试图解决此类浆料的耐水性和对涤纶长丝的集束性问题;李斐斐等^[7]研究了喷水织机专用浆料的制备工艺,探讨了合成工艺中部分工艺参数对浆料性能的影响;郑志荣等^[8]利用无皂乳液聚合法制备喷水织机浆料。由于咖啡炭粉末的加入,导致咖啡炭纤维长丝的性能如回潮率、收缩率等与聚酯纤维长丝产生了差异,需要从咖啡碳长丝结构出发设计合成咖啡炭长丝用浆料。笔者从咖啡碳纤维的结构出发,研究适于喷水织机织造用浆料的制备原理与工艺,为咖啡碳长

收稿日期:2018-05-21;修回日期:2018-12-09

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2017GY-132)

作者简介:沈艳琴(1963-),女,硕士,教授,主要研究方向为新型纺织浆料及浆纱工艺,shenyanqin1208@126.com;武海良(1962-),男,博士,教授,主要研究方向为新型纺织浆料及浆纱工艺,通讯联系人,whl@xpu.edu.cn。

丝浆丝用浆料研制提供依据。

1 实验部分

1.1 实验材料与仪器

实验材料:咖啡碳长丝(75 D/72 F),华林生化科技股份有限公司生产;甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸、丙烯酸丁酯,北京益利精细化学品有限公司生产;过硫酸铵(APS)、氨水,西安化学试剂厂生产。

实验仪器:JB90-D型搅拌器;HH-6型恒温水浴锅;砂芯漏斗、真空抽滤泵,余姚长江温度仪表厂生产;NDJ-79旋转式黏度计;60SXR傅里叶变换红外光谱仪;HD021N电子单纱强力仪。

1.2 实验方法

1.2.1 咖啡碳长丝的结构表征

利用60SXR傅里叶变换红外光谱仪对咖啡碳长丝与涤纶长丝进行红外光谱测试;利用扫描电镜对咖啡碳长丝的纵向表面进行分析。

1.2.2 聚丙烯酸酯浆料制备

利用溶液聚合法制备聚丙烯酸酯浆料。将装有冷凝装置和搅拌器的四颈瓶置于水浴锅中,加入一定量预乳化液,搅拌升温,加入引发剂溶液。反应至冷凝回流管中基本无回流,开始分别滴加剩余的预乳化液及引发剂溶液,控制滴加速度,使引发剂溶液迟于预乳化液10~20 min滴加完。滴加完成后,再恒温反应1 h,降温到50℃,出料过滤,用氨水调pH,即得聚丙烯酸酯浆料。

1.2.3 聚丙烯酸酯浆料的结构表征

采用KBr压片制样,利用60SXR红外光谱仪测

试合成浆料的结构。

1.2.4 浆料性能测试

(1)黏度:利用NDJ-79旋转式黏度仪测试浆液的黏度^[7]。

(2)成膜性:将浆料稀释成质量分数为3%的浆液,在聚四氟乙烯浆膜盘上自然干燥成膜。在RH为65%、温度为25℃下平衡24 h,利用HD021N型强力仪进行浆膜性能测试。测试条件:夹持长度为100 mm、速度100 mm/min,样本容量20块,取平均值^[9]。

(3)浆膜膨润率和溶失率测试^[7]:取浆膜2块,分别放入称量瓶中,在烘箱内烘2 h(105℃),冷却后称重(W)。将浆膜浸入温度为50℃的清水中浸泡30 min,称膨润后的浆膜重(W₁)。再将浆膜放入105℃的烘箱中烘2 h后称重(W₂)。分别计算膨润率和溶失率:

$$\text{膨润率} = [(W_1 - W)/W] \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{溶失率} = [(W - W_2)/W] \times 100\% \quad (2)$$

式中:W为浸泡前浆膜干质量,g;W₁为浸泡后浆膜未烘干质量,g;W₂为浸泡后浆膜烘干质量,g。

1.2.5 浆丝实验

利用ASS3000型单纱浆纱机测试浆丝的性能。

2 结果与讨论

2.1 咖啡碳长丝的结构分析

咖啡碳长丝和涤纶长丝的红外光谱如图1所示。

的工艺参数为:压力为2.0 MPa、反应氢油体积比为(200~250):1、反应温度为340~360℃,体积空速为3.5~4.5 h⁻¹。

参考文献

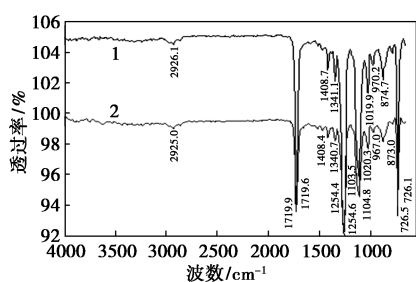
- [1] 胡敏.《车用汽油》(GB 17930—2013)正式发布实施[J].炼油技术与工程,2014,6(1):53-53.
- [2] 罗春鹏,荣冈.不确定条件下汽油调和调度的鲁棒优化模型[J].石油学报(石油加工),2009,3(3):391-400.
- [3] 吴永涛,王刚,杨光福,等.催化裂化汽油脱硫技术的研究进展[J].石油与天然气化工,2008,37(6):499-506.
- [4] 余浩滨,夏树海,龚朝兵,等.全馏分催化汽油选择性加氢脱硫工艺升级改造运行分析[J].中外能源,2016,21(3):78-82.
- [5] 陈新志.调合汽油研究法辛烷值模型的建立[J].石油炼制与化工,1997(1):52-55. ■

(上接第161页)

化脱氢的反应趋势大。加氢脱硫重汽油馏分的加氢脱硫醇过程在满足脱硫要求的条件下,尽量采用较大的体积空速,这样既可以提高装置的处理量,又可以保持辛烷值不损失或略有增加。

3 结论

加氢脱硫重 FCC 汽油馏分加氢脱硫醇过程中除脱硫醇和脱硫反应外,还存在烯烃加氢饱和反应、烯烃环化脱氢反应以及烯烃的异构化反应等,这些反应与工艺条件密切相关,并影响到加氢生成油的辛烷值和改质效果。因此,选择适宜的工艺参数对加氢脱硫重汽油馏分加氢脱硫醇过程具有重要影响,对所研制的重汽油馏分加氢脱硫醇催化剂适宜



1—咖啡碳长丝;2—涤纶长丝

图 1 咖啡碳长丝与涤纶长丝红外光谱

由图 1 可以看出,咖啡碳长丝的特征吸收谱带与涤纶长丝基本一致,在波数为 1720 cm^{-1} 左右处的吸收峰为 $\text{C}=\text{O}$ 官能团的吸收峰,表明咖啡碳长丝的主要成分为聚酯;咖啡碳长丝与涤纶长丝在波数 $1310\sim 1410\text{ cm}^{-1}$ 之间的主要吸收峰峰位、峰强有细微差别,这是由于酚羟基($\text{G}=\text{C}(\text{OH})_2$) 的作用。

由于酚羟基的存在,在浆料合成时,可依据相似相容原理选择类似甲基丙烯酸的部分亲水性单体。

由于酚羟基的存在,在浆料合成时,可依据相似相容原理选择类似甲基丙烯酸的部分亲水性单体。

2.2 咖啡碳长丝的表面形态结构

咖啡碳长丝的纵向表面形态的 SEM 如图 2 所示。

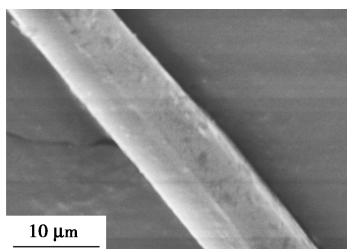


图 2 咖啡碳长丝的纵向结构图

由图 2 可以看出,咖啡碳长丝表面光滑,浆液不易粘附,增加了浆丝的难度。

2.3 浆料结构设计影响因素分析

2.3.1 适于喷水织机织造浆料的设计原理

(1) 单体选择

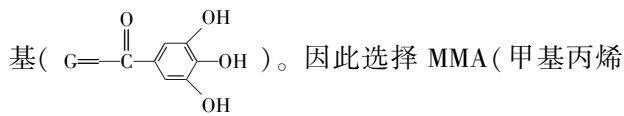
根据相似相容原理,聚丙烯酸酯浆料分子链侧基中应有以下结构:

—COOH 赋予浆膜水溶性。

—COOR (R 为烷基) 赋予浆料黏附性、成膜性及耐水性。

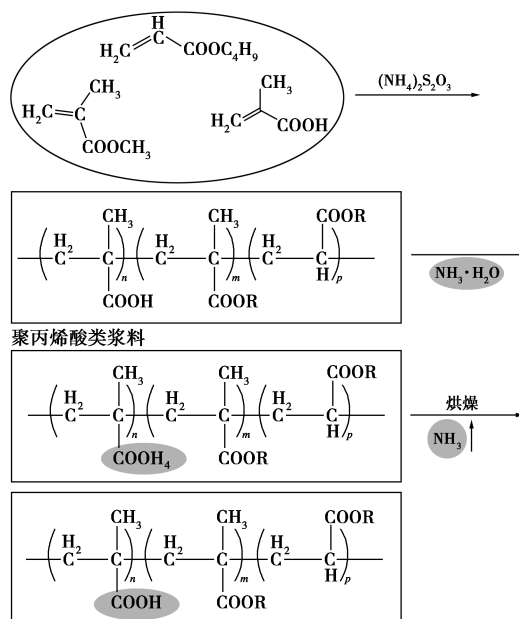
—CH₃ 调节分子链柔顺性。

咖啡碳长丝中含有酯基($\text{C}=\text{O}$)官能团和酚羟基



(2) 设计原理

喷水织机织造是以水为引纬介质,织造过程中,浆料不能溶于水,织造完后浆料要能溶于水,以完成退浆。采用氨水($\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$)对合成的聚丙烯酸酯浆料进行中和形成铵盐侧链($-\text{COONH}_4$),使浆料呈水溶性,以利于调浆和上浆;在干燥时氨被挥发,浆丝表面形成的浆膜中聚丙烯酸酯铵盐侧链变成羧基($-\text{COOH}$),这种高分子羧酸的水溶性能力低,使用中浆膜呈水不溶性;退浆时,用氢氧化钠使聚丙烯酸酯的羧酸侧基成为钠盐侧基($-\text{COONa}$),浆料又呈现水溶性,完成退浆。聚合及上浆退浆反应过程如图 3 所示。



注: R代表烷基

图 3 聚合及上浆退浆反应过程

2.3.2 浆料的结构表征

制备的聚丙烯酸酯浆料的红外光谱如图 4 所示。

从图 4 中可看出,在波数 1735 cm^{-1} 附近有 $\text{C}=\text{O}$ 的吸收峰,说明此浆料中含有酯基。在乳液聚合过程中加入叔丁基过氧化氢溶液和吊白块,去除体系中的残留单体,体系中已不存在酯类单体,而在红外光谱中出现酯基的吸收峰,表明在聚合过程中甲

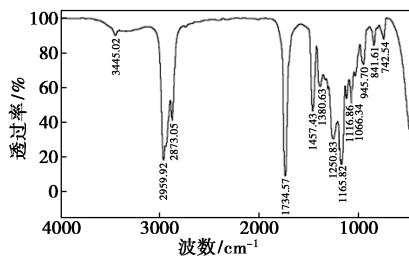
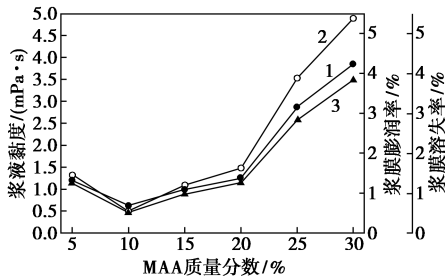


图4 聚丙烯酸酯浆料的 FT-IR 谱图

基丙烯酸甲酯(MMA)、丙烯酸丁酯(BA)、甲基丙烯酸(MAA)发生了共聚反应,生成了聚丙烯酸酯浆料。

2.3.3 MAA 对浆料性能的影响

MAA 质量分数对浆液黏度及耐水性能的影响如图5所示。



1—浆液黏度;2—浆膜膨润率;3—浆膜溶失率

图5 MAA 质量分数对浆液黏度及耐水性能的影响

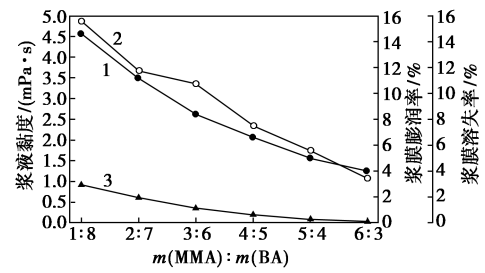
由图5可以看出,聚合浆液的黏度随着MAA质量分数的增大而增大,这是因为当MAA的质量分数增大时,羧基(-COOH)质量分数增大,分布在乳胶粒表面-COOH之间的相互作用增强,宏观表现为乳液的黏度增大。当MAA质量分数大于10%时,浆膜的膨润率和溶失率逐渐增大。这是因为MAA中的-COOH为亲水性基团,其质量分数越高,浆膜的亲水性越高,以致浆膜的耐水性变差。

从耐水性方面考虑,MAA的质量分数越低越好,但作为亲水基团的MAA质量分数不能过低,否则在退浆过程中会引起退浆不净或退浆难等问题。综合浆液黏度及耐水性能的要求,MAA的质量分数应在10%左右。

2.3.4 MMA 与 BA 质量比对浆料性能的影响

MMA 与 BA 质量比对浆液黏度及耐水性能的影响如图6所示。

浆液的黏度随着软单体(BA)质量的减少而降低,这是由于BA质量的增大,硬单体的质量减少,使聚合产物分子质量减小,浆液黏度变小。

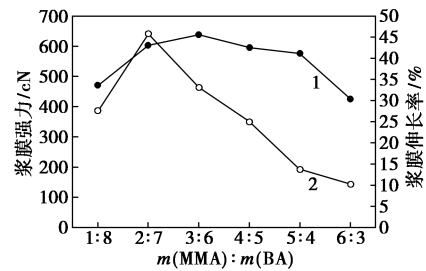


1—浆液黏度;2—浆膜膨润率;3—浆膜溶失率

图6 MMA 与 BA 质量比对浆料性能的影响

浆膜的耐水性能随着BA质量的增大而减小,这是因为软单体(BA)质量增大的同时减小了硬单体(MMA)的质量,使聚合物玻璃化温度降低,最终导致浆膜的拒水性能变差。

MMA 与 BA 质量比对浆膜强力及伸长率的影响如图7所示。



1—浆膜强力;2—浆膜伸长率

图7 MMA 与 BA 质量比对浆膜性能的影响

由图7可以看出,浆膜的断裂强力及断裂伸长率随着BA质量的减小先增大再减小,这是因为BA为软单体,其赋予聚合物浆膜一定的柔韧性,其质量增大会使浆膜的断裂强力增大,但用量过大制备的浆膜柔软、弹性大;MMA为硬单体,玻璃化温度较高,其能赋予聚合物浆膜一定的硬度;但其质量超过总质量的60%时,抱合力低,制备的浆膜强度小且硬脆。

综合上述实验结果,按单体质量分数比为 $w(\text{MAA}) : w(\text{MMA}) : w(\text{BA}) = 10\% : 50\% : 40\%$ 合成聚丙烯酸酯浆料。测试浆料的黏度及pH,当含固量为4%时,合成浆料黏度为2.5 mPa·s,pH为6.5。

2.4 咖啡碳长丝上浆实践

利用ASS3000型单纱浆纱机进行浆丝实验,上浆工艺参数为:浆液含固率为10%,浆液黏度为7.1 mPa·s,浆纱速度为30 m/min,烘房温度为80℃,上浆率为8.91%。将原丝、咖啡碳浆丝在温度为25℃、相对湿度为65%的恒温恒湿箱内放置24 h,测试原丝与浆丝性能,结果如表1所示。

表 1 咖啡碳长丝与浆丝性能对比

项目	原丝	浆丝	原丝标准差	浆丝标准差
回潮率/%	0.602	2.532	0.246	0.151
强力/cN	259.33	281.80	29.516	39.743
增强率/%		8.66		
伸长率/%	20.01	18.85	1.988	4.484
减伸率/%		5.79		
耐磨次数	4896.5	5576.4	640.280	573.685
增磨率/%		13.89		
半衰期/s	1.15	0.76	0.073	

由表 1 可以看出,经过浆丝后,咖啡碳浆丝的增强率及增磨率增大,说明上浆后浆丝的集束性提高,抱合力增大。浆丝与原丝相比,浆丝回潮率有很大改善,这是因为长丝表面包覆的浆膜提升了浆丝的回潮率;长丝半衰期由 1.15 s 下降为 0.76 s,明显减小,说明抗静电性显著增强,这是因为经过上浆,长丝表面电荷逸散能力明显增强,可有效消除织造过程中静电的产生。

咖啡碳原丝和浆丝横纵向结构的 SEM 图如图 8 所示。

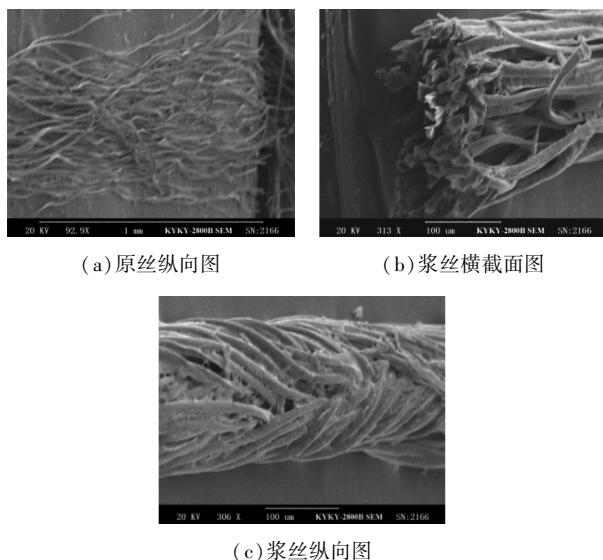


图 8 咖啡碳纤维长丝上浆前后集束性对比

由图 8 可以看出,原丝集束性差,浆丝集束性明

显改善,浆丝结构紧密,表明合成的浆料对浆丝粘性较好。

3 结论

(1) 红外光谱分析表明,咖啡碳长丝在 1720 cm^{-1} 有 $\text{C}=\text{O}$ 特征峰吸收峰,表明咖啡碳长丝的主要成分是聚酯;咖啡碳长丝生产中由于加入了咖啡碳粉

体,咖啡碳纤维中存在酚羟基 $\text{G}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3$ 。

(2) 根据咖啡碳纤维的结构特征和喷水织造的要求,设计和制备了咖啡碳长丝浆丝用浆料。合理的单体质量配比 $m(\text{MAA}) : m(\text{MMA}) : m(\text{BA}) = 10 : 50 : 40$ 。

(3) 合成的聚丙烯酸酯浆料含固率为 25%,黏度为 $2.5\text{ mPa}\cdot\text{s}$, pH 为 6.5。

(4) 对规格为 75 D/72 F 的咖啡碳纤维长丝进行浆丝性能的测试结果表明,浆丝后咖啡碳纤维长丝的集束性明显改善,耐磨性、强力明显增强。

参考文献

- [1] Wang L, Cao Q L, Cao Y. Study on the properties of coffee carbon filament yarns[J]. Advanced Materials Research, 2013, 821-822(6): 64-67.
- [2] 吴鲜鲜, 俞涤美, 张红霞, 等. 咖啡碳纤维混纺织物的性能[J]. 纺织学报, 2014, 35(7): 48-52.
- [3] 朱锦华. 咖啡纱针织品的性能研究与产品开发[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2015.
- [4] 谭伟, 崔建伟. 苯乙烯改性喷水浆料的上浆性能分析[J]. 棉纺织技术, 2017, 45(7): 5-8.
- [5] 谭伟, 崔建伟, 郭丽娟, 等. 亲疏性单体对喷水织机浆料性能的影响[J]. 纺织科技进展, 2017, (6): 5-8.
- [6] 谭伟, 崔建伟, 郭丽娟, 等. 喷水织机浆料的合成及上浆性能研究[J]. 纺织导报, 2017, (7): 90-91.
- [7] 李斐斐, 崔桂新, 沈艳琴, 等. 喷水织机浆料制备工艺研究[J]. 西安工程大学学报, 2014, 28(4): 397-401.
- [8] 郑志荣, 钟铨. 无皂乳液聚合制备喷水织机用浆料的研究[J]. 棉纺织技术, 2010, 38(2): 9-11.
- [9] 姚一军, 沈艳琴, 周丹, 等. 浆膜回潮率与浆膜性能的关系[J]. 纺织高校基础科学学报, 2015, 28(4): 484-489. ■

欢迎订阅《现代化工》杂志, 邮发代号 82—67。