

几种除尘滤袋用 PTFE 缝纫线拉伸性能研究

吴波伟¹,王向钦¹,陈明刚²,马小红¹,余丽君¹,赵海燕¹,梁美琼¹

(1.广州检验检测认证集团有限公司,广东 广州 511447;2.苏州耐德新材料科技有限公司,江苏 苏州 215600)

摘要:为了探讨除尘滤袋用 PTFE 缝纫线拉伸性能,对 5 种 PTFE 缝纫线作了耐高温、酸碱性处理前后拉伸性能的测试。结果表明:5 种缝纫线在经高温、酸碱性处理前后的拉伸断裂强力基本保持一致,但经过高温处理后拉伸断裂伸长率均明显增加。改良后的 PTFE 复合缝纫线拉伸断裂强力有明显的提升,且拉伸断裂强度接近甚至超过传统的 PTFE 缝纫线,而高温处理后拉伸断裂伸长率相对大幅降低。总体而言,改良后的 PTFE 复合缝纫线的拉伸性能相对较好且较稳定。

关键词:除尘滤袋;PTFE 缝纫线;耐高温;耐酸碱;拉伸性能

中图分类号:TS 104

文献标志码:A

文章编号:1673-0356(2022)08-0039-03

随着社会的发展,人们对生活环境的要求也越来越高,且我国提出实现碳中和计划,对空气环境污染的治理越来越重视,这为袋式除尘技术的发展提供了强大动力。我国的工业制造能力较强,在水泥、电力、垃圾焚烧、钢铁、冶金等行业中使用的袋式除尘器,工作温度一般为 130~250 ℃,甚至更高,排放的废气中还常混有酸、碱等腐蚀性气体,所以工业废气排放控制对袋式除尘过滤技术有着很高要求^[1]。

在袋式除尘器中,滤袋有着除尘器“心脏”之称,高效安全的除尘滤袋的生产涉及材料、织造和缝制等多项关键技术。尤其是缝纫线,虽然在除尘滤袋中用料不多,但其是影响滤袋除尘效果的关键因素。传统的 PTFE 缝纫线缝制的滤袋在热烟气等恶劣环境下使用时,随着滤袋附着的灰尘不断增加,缝纫线很容易发生变形、断裂、熔化等现象,致使袋式除尘器的除尘效果下降及使用寿命缩短。缝纫线作为缝制滤袋的重要辅助材料,需使滤袋在严苛工作环境下保持良好的拉伸性能,这对滤袋安全、可靠的使用具有重要意义。

1 聚四氟乙烯 (PTFE) 复合缝纫线

聚四氟乙烯 (PTFE) 材料由于自身优异的耐化学性能和热稳定性能,被广泛应用于耐高温、耐腐蚀等材料领域^[2]。除尘滤袋需长时间作用于高温及酸碱环境中,PTFE 是除尘滤袋缝纫线的一种很好材料,但由于 PTFE 自身是长链大分子聚合结构,在高温下,材料容

易发生蠕变,直接影响除尘滤袋的除尘效果。

针对 PTFE 材料自身的不足,对其进行了改进,使用与 PTFE 材料性能相似的改性聚苯硫醚 (MPPS) 纱线进行并线混纺,以期制成性能更好的 PTFE 复合缝纫线,在达到耐高温、耐酸碱的同时,还克服 PTFE 材料在高温下蠕变的缺陷。

目前,已制备出袋身用 PTFE 复合缝纫线 (2+2, Z 捻) 和袋头袋底用 PTFE 复合缝纫线 (3+2, Z 捻),但性能上并不表现出明显的优越性,经过对材料及纺纱工艺的不断探索及改良,制备出性能更好的 PTFE 复合缝纫线。

针对传统的 PTFE 缝纫线与苏州耐德新材料科技有限公司制备的 PTFE 复合缝纫线及改良后的 PTFE 复合缝纫线进行拉伸性能测试比较分析。

2 试验部分

2.1 试样选取

选取了市场上常见传统的 PTFE 缝纫线及苏州耐德新材料科技有限公司生产的 PTFE 复合缝纫线进行拉伸试验,其中 2[#] 和 3[#] 是袋身用缝纫线,4[#] 和 5[#] 是袋头袋底用缝纫线,而 3[#] 和 5[#] 缝纫线是对 2[#] 和 4[#] 缝纫线的改良缝纫线。5 种缝纫线的基本参数见表 1,传统的 PTFE 缝纫线和 PTFE 复合缝纫线表观形态如图 1 所示。

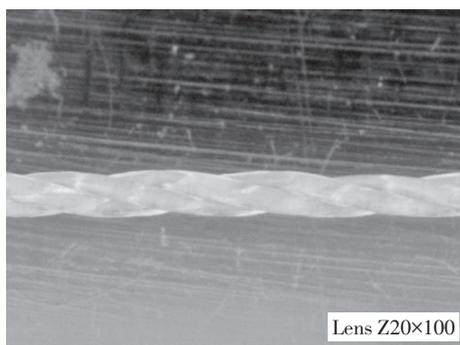
收稿日期:2022-03-14

项目基金:中国纺织工业联合会科技指导性项目(2019106)

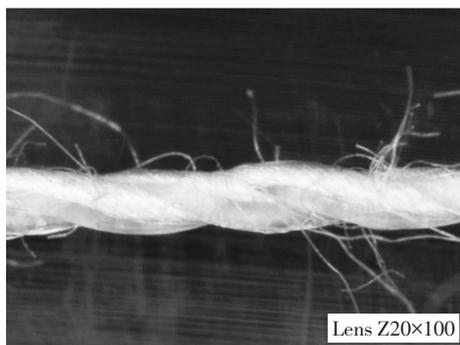
第一作者:吴波伟(1989—),男,工程师,硕士研究生,主要从事产业用纺织品的测试技术、材料及工艺研发,E-mail:ace888555@163.com。

表 1 5种缝纫线的基本参数

序号	样品名称	线密度 /tex	股数 /股	捻向
1#	PTFE 缝纫线	150	3	Z
2#	PTFE 复合缝纫线(袋身用)	189	2+2	Z
3#	改良 PTFE 复合缝纫线(袋身用)	189	2+2	Z
4#	PTFE 复合缝纫线(袋头、袋底用)	244	3+2	Z
5#	改良 PTFE 复合缝纫线(袋头、袋底用)	244	3+2	Z



(a)PTFE 缝纫线



(b)PTFE 复合缝纫线

图 1 PTFE 缝纫线和 PTFE 复合缝纫线的表现形态

2.2 拉伸性能试验

作为除尘器中滤袋的缝纫线,需在高温及酸碱性条件下保持较好的拉伸性能,故对 5 种缝线按 GB/T 6719—2009《袋式除尘器技术要求》^[3] 的条件进行耐高温特性和耐腐蚀特性处理,参数见表 2。

表 2 5种缝纫线处理参数

特性	处理条件
耐高温	220 ℃,处理 24 h,再冷却 24 h 以上
耐酸性	85 ℃,浸泡 24 h,再清水漂洗干净后干燥 24 h 以上
耐碱性	常温,浸泡 24 h,再清水漂洗干净后干燥 24 h 以上

对 5 种缝纫线处理前后的样品应用化纤型强力伸长测试仪(型号:UTR4C-500N)参考标准 GB/T 19975—2005《高强化纤长丝拉伸性能试验方法》^[4] 进行拉伸试验,所用参数为:拉伸夹持间距 500 mm,拉伸

速度 25 mm/min,预加张力(0.05±0.01) cN/dtex,对每个样品重复测试 10 次,取其平均值。

3 拉伸性能结果分析

针对 5 种 PTFE 缝纫线经过耐高温、酸碱性处理前后的拉伸断裂强力和拉伸断裂伸长率评价其拉伸性能。

3.1 缝纫线的拉伸断裂强力

5 种缝纫线在未处理、高温处理、酸性处理和碱性处理的拉伸断裂强力如图 2 所示。

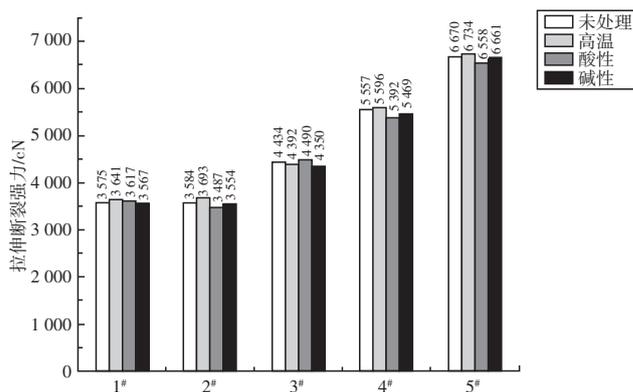


图 2 5种缝纫线拉伸断裂强力

从图 2 可看出,5 种缝纫线在经过高温处理、酸性处理或碱性处理后的拉伸断裂强力与未处理时的拉伸断裂强力基本保持一致,可见 5 种缝纫线在各种严峻条件下均能保持很好的拉伸强力性能状态。而同等细度的 PTFE 复合缝纫线,经过工艺改良后其拉伸断裂强力有着明显的提升,拉伸断裂强力提升近 1 000 cN。

5 种缝纫线未处理状态下的拉伸断裂强度见表 3。

表 3 5种缝纫线未处理状态下的拉伸断裂强度

序号	1#	2#	3#	4#	5#
拉伸断裂强度/(cN·D ⁻¹)	2.65	2.11	2.61	2.53	3.03

从表 3 可以看出,在未改良前的 PTFE 复合缝纫线拉伸断裂强度均低于传统的 PTFE 缝纫线,而经过改良后的 PTFE 复合缝纫线拉伸断裂强度接近甚至超过传统的 PTFE 缝纫线。

3.2 缝纫线的拉伸断裂伸长率

5 种缝纫线在未处理、高温处理、酸性处理和碱性处理的拉伸断裂伸长率如图 3 所示。

从图 3 可看出,PTFE 复合缝纫线在未处理状态下,拉伸断裂伸长率均较传统 PTFE 缝纫线小。改良后的 PTFE 复合缝纫线在高温及酸碱条件处理后的拉伸断裂伸长率均较改良前小。5 种缝纫线在经过高温

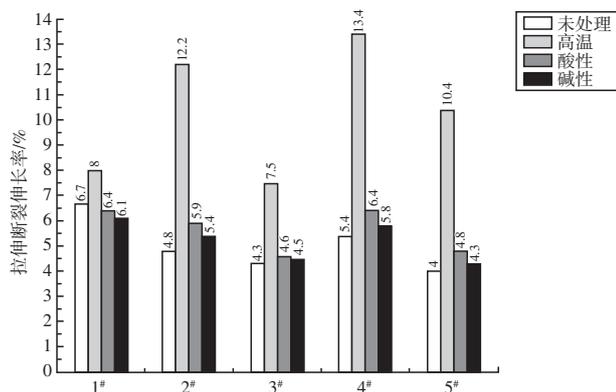


图3 5种缝纫线拉伸断裂伸长率

处理后拉伸断裂伸长率均明显增加,特别是未作改良的2#和4#样品,高温处理后拉伸断裂伸长率增加一倍以上,而改良后的3#和5#样品高温处理后拉伸断裂伸长率相对大幅降低。这说明了改良后的PTFE复合缝纫线变得更加抗蠕变,拉伸性能更好。

3 结论

通过对传统PTFE缝纫线和苏州耐德新材料科技有限公司生产的PTFE复合缝纫线耐高温、耐酸碱处理前后的拉伸性能测试比较分析,得到以下结论:

(1)5种缝纫线在经高温、酸性、碱性处理前后的拉伸

断裂强力基本保持一致。

(2)经过工艺改良后的PTFE复合缝纫线的拉伸断裂强力有着明显的提升,拉伸断裂强力提升近1000cN,且拉伸断裂强度接近甚至超过传统的PTFE缝纫线。

(3)5种缝纫线在经过高温处理后拉伸断裂伸长率均明显地增加,改良后的PTFE复合缝纫线高温处理后拉伸断裂伸长率相对大幅降低。

(4)结合5种缝纫线的耐高温、耐酸碱处理前后的拉伸断裂强力及拉伸断裂伸长率看,改良后的PTFE复合缝纫线的拉伸性能相对较好且较稳定。

为确保袋式除尘器中滤袋的除尘效果,建议选取改良后的PTFE复合缝纫线作为除尘滤袋的缝纫线,既能降低生产成本还可以延长滤袋的使用寿命。

参考文献:

- [1] 冯胜山,许顺红,刘庆丰,等. 高温工业废气过滤除尘技术研究进展[J]. 中国铸造装备与技术,2009(1):1-7.
- [2] 王伟莎. PTFE针刺非织造滤料蠕变性能的研究[D]. 上海:东华大学,2013.
- [3] 袋式除尘器技术要求:GB/T 6719—2009[S].
- [4] 高强度化纤长丝拉伸性能试验方法:GB/T 19975—2005[S].

Tensile Properties of Several PTFE Sewing Threads Used for Dust Filter Bag

WU Bowei¹, WANG Xiangqin¹, CHEN Minggang², MA Xiaohong¹,
YU Lijun¹, ZHAO Haiyan¹, LIANG Meiqiong¹

(1. Guangzhou Inspection Testing and Certification Group Co., Ltd., Guangzhou 511447, China;

2. Suzhou Naide New Material Technology Co., Ltd., Suzhou 215600, China)

Abstract: In order to discuss the tensile properties of PTFE sewing thread for dust removal filter bag, the tensile properties of five kinds of PTFE sewing thread before and after high temperature resistance and acid and alkali treatment were tested. The results showed that the tensile breaking strength of five sewing threads was basically the same before and after high temperature and acid-alkali treatment, but the tensile breaking elongation after high temperature treatment was obviously increased. The tensile breaking strength of the improved PTFE composite sewing was obviously improved, and the tensile breaking strength was close to or even exceeded that of the traditional PTFE sewing thread, while the tensile breaking elongation after high temperature treatment was relatively greatly reduced. Overall, the tensile properties of the improved PTFE composite sewing thread were relatively good and stable.

Key words: dust filter bag; PTFE sewing thread; high temperature resistance; acid and alkali resistance; tensile property