

玻璃纤维纱线的摩擦性能及其影响因素的研究

刘晓明 (东华大学产业用纺织品教育部工程研究中心, 上海, 201620)

蒋金华 (东华大学纺织学院, 上海, 201620)

陈南梁 (东华大学产业用纺织品教育部工程研究中心, 上海, 201620)

冯勋伟 (东华大学纺织学院, 上海, 201620)

摘要:为了分析玻璃纤维纱线编织过程中影响其摩擦性能的因素,采用自制的摩擦仪模拟上机对纱线进行摩擦,从纱线自身参数等方面讨论了影响纱线摩擦性能的各种因素,并得出成分、捻度、线密度、浸润剂、退并捻参数对摩擦性能的影响程度的结果。

关键词:玻璃纤维,摩擦,可编织性,耐磨性,浸润剂

中图分类号:TS101.922.3;TS102.42

文献标识码:A

文章编号:1004-7093(2008)02-0028-05

0 前言

玻璃纤维织物作为复合材料的增强结构越来越广泛地应用。针织物由于结构设计灵活、方向强度好、抗冲击、易于成型制作复杂形状的构件等优点而受到人们越来越多的重视^[1~2]。但是,要使玻璃纤维针织物在复合材料中得到广泛的应用,玻璃纤维纱线的可编织性是一个需要解决的问题,国内外已在这方面进行了一定的研究^[3]。

玻璃纤维由于模量高、性脆、高强、低伸、不耐磨等特性,在编织过程中纤维的损伤不可避免^[4]。研究表明,弯纱深度越大,针织区域内纱线与金属器件的接触越多,针织区内的纱线张力波动越大,纱线损伤也越大^[3]。三角配置会影响织物的线圈长度等物理指标,可选择不同的三角配置组合来达到相同的物理指标^[5]。玻璃纤维纱线编织时存在一个最佳线圈长度,不同的组织对纤维的损伤不同^[6]。

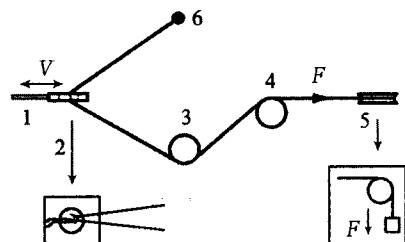
玻璃纤维纱线编织的有效性主要取决于纱线的摩擦性能、柔韧性和强度,虽然有学者开始研究针织工艺参数配置和不同织物组织对玻璃纤维编

织效果的影响,但系统地对纱线可编织性能进行研究的文献资料仍然很少,特别是对纱线本身参数对摩擦性能及可编织性的影响并未进行深入的研究。

本文采用强力测试仪和自制的纱线摩擦仪对玻璃纤维纱线的摩擦性能进行了测试,从纱线自身参数等方面分析了影响纱线摩擦性能的各种因素,进一步分析玻璃纤维纱线的可编织性。

1 试验过程

采用各种不同参数的玻璃纤维纱线(由南京玻璃纤维研究院提供)进行试验。在自制模拟上机纱线摩擦仪(见图 1)上,对纱线进行摩擦。记录



1——电机连接杆;
2——摩擦部分, 测试时往复摆动(速度 V);
3, 4, 5——无摩擦的滑轮; 6——纱线固定螺母;
 F ——重物或者弹簧, 用来给纱线提供一定的张力

图 1 自制纱线摩擦仪构造示意图

收稿日期:2006-10-30

作者简介:刘晓明,男,1979年生,在读博士研究生。主要从事针织产业用纺织品及其复合材料的研究。

纱线的磨断次数以及摩擦一定次数后纱线的力学性能。所有的力学性能均参照 ASTM D578 测试标准在华龙微机控制电子万能试验机上进行测试。

2 结果与讨论

2.1 纱线成分的影响

表 1 列出了四种纱线在预加张力 90 cN 时的磨断次数, 图 2 是不同张力下纱线的磨断次数。

从图 2 可看出, 纱线在摩擦过程中的损伤是逐步产生的, 随着摩擦张力的增加, 纱线磨断次数逐渐降低, 纱线的耐磨损性能与纱线张力之间存在着一定的关系, 纱线张力越大, 相同摩擦次数下纱线受到的摩擦损伤越大, 纱线的耐磨损能力越差。在纱线张力 180 cN 时, 除 S1 纱线外, 其他三种纱线都仅能摩擦 30 余次就发生断裂, 但纱线张力与磨断次数并非线性关系。

表 1 各种纱线的磨断次数

纱线编号	玻璃纤维种类	线密度 /tex	磨断次数 /次
E1	E 型	125	109.20
E2	E 型	150	141.20
S1	S 型	120	292.40
S2	S 型	100	185.60

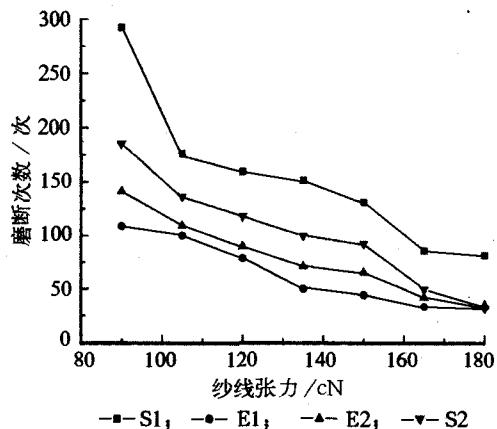


图 2 不同张力下纱线的磨断次数

图 3 为磨断次数—拉伸应力(比张力)曲线, 从图中可以看出, 高强与无碱纱线的曲线形状差异明显, 而同种类纱线(如 S1 和 S2, E1 和 E2)其曲线的数值范围非常相近, 曲线基本重合, 因而可以

用该磨断次数—比张力曲线来表征不同粗细、不同种类纱线的耐磨性能。纱线的耐磨性能与其纤维成分密切相关, 在一定张力区域内(对使用的三类纱线来说为 1~1.6 cN/tex), 其耐磨性从好到差依次为 S 玻璃纤维、棉、E 玻璃纤维。

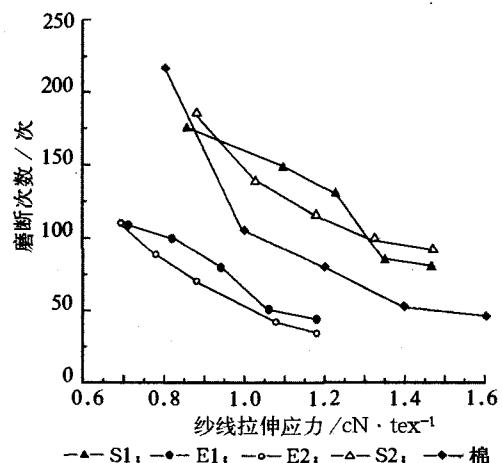


图 3 不同拉伸应力下纱线的磨断次数

2.2 纤维线密度的影响

由表 2 可知, scy-1 纱线的单丝直径为 5.5 μm, scy-2 纱线的单丝直径为 9 μm, 前者最大强度比后者高约 42%, 预加张力 29.4 cN 时磨断次数比后者高一倍多。可见粗细相当和捻度相同的纱线中, 纤维越细, 单位截面内的纤维根数越多, 排列越紧密, 纤维之间的相互作用力的均匀性增加, 有利于提高最终纱线的强度; 同时与摩擦部件接触的承受摩擦作用的纤维数增加, 纤维磨断的几率降低, 最终纱线的磨断次数增加。纤维线密度的减小, 使得纤维的柔韧性提高, 更利于弯曲可能也是影响纱线性能的原因之一。总之, 纤维线密度降低可以提高纱线的强度和摩擦性能, 改善其可编织性能。

2.3 不同捻度的影响

为确定纱线捻度对纱线性质的影响, 尝试着测试了 RX1-1、RX1-2 和 RX1-3 三种纱线。摩擦实验的预加张力为 49.0 cN, 摩擦速度为 140 次/min, 摩擦次数由 10 次增加到 300 次后测剩余强力。实验结果见表 3 与图 4。

由表 3 可知, 在纱线种类、线密度和股数一样的条件下, 纱线拉伸强力与磨断次数都随着捻度的增加而增加。进一步对纱线摩擦损伤过程的分析表明(见图 4), 三种捻度纱线的磨损曲线总体形态

表 2 纤维线密度对纱线性能的影响

编 号	玻璃纤维 种 类	单丝直径 / μm	线密度 /tex	捻 度 / $\text{t} \cdot \text{m}^{-1}$	最大强度 / $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	伸长率 /%	磨断次数 /次
scy-1	S 型	5.5	24	55(S)	74.70	2.43	94.67
scy-2	S 型	9.0	25	55(S)	52.71	1.94	42.00

表 3 捻度对纱线性能的影响

纱 线 编 号	玻璃纤维 种 类	线密度 /tex	捻 度 / $\text{t} \cdot \text{m}^{-1}$	股 数	拉伸强度 / $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	断裂伸长率 /%	磨断次数 /次
RX1-1	S 型	96	250(S)	2	64.08	2.44	182.57
RX1-2	S 型	96	275(S)	2	74.07	2.85	212.75
RX1-3	S 型	96	300(S)	2	74.82	3.02	229.13

表 4 不同浸润剂纱线的基本参数与性能

纱 线 编 号	玻璃纤维 种 类	线密度 /tex	捻 度 / $\text{t} \cdot \text{m}^{-1}$	浸润剂	拉伸强度 / $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	断裂伸长率 /%	磨断次数 /次
rx1-3	S 型	96	300(S)	J1	71.83	3.02	229.13
rx2	S 型	96	300(S)	J2	84.73	3.01	213.25
rx3	S 型	96	300(S)	J3	75.41	3.00	309.75

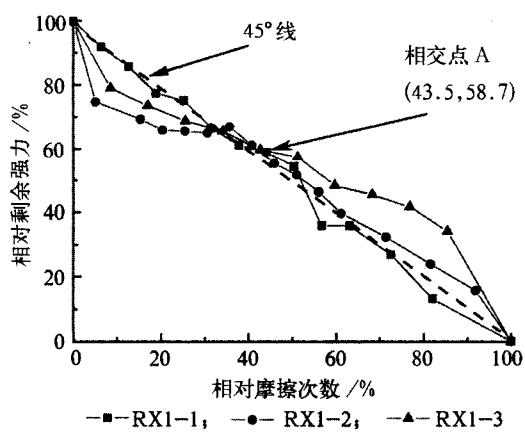


图 4 捻度对纱线摩擦损伤曲线的影响

相近,都是随着摩擦次数的增加逐渐减少,而且都是围绕着 -45° 斜线上下波动。RX1-1 的线条最为陡峭, RX1-2 次之, RX1-3 最为平缓,且三条曲线相交于点 A(43.5, 58.7)。在 A 点之前, RX1-2 较 RX1-1 和 RX1-3 下降得快,说明对于纱线早期的摩擦损伤,纱线捻度并不是越大越好,存在有最优化值。在相对摩擦次数大于 A 之后的曲线部分,捻度越大其对于纱线强力的保护作用越明显,可以延缓纱线的最终断裂。

捻度对于纱线耐磨性能的影响的原理现在还

不清楚,可能是纱线中纤维之间抱合力的增加和纤维排布方向的变化所造成的,也可能是纱线与摩擦部件间接触点的增多使得摩擦分布更均匀所致。总之,在合理的范围内提高捻度有利于增加纱线的耐磨性能,从而提高纱线的可编织性。

2.4 不同浸润剂的影响

玻璃纤维是熔融的玻璃液从漏板中高速拉伸成丝而成,为了保护原纤维强力,需要在其表面加上一层浸润剂。浸润剂的作用主要是在纤维表面形成一层薄膜,以对纤维进行保护,同时还起到增加纤维间粘结力和使纤维具有柔软、抗静电等附加性能的作用。浸润剂对于纤维的性能有着至关重要的作用,为了比较各种不同浸润剂组分对于玻璃纤维纱线可编织性能的影响,对三种纱线参数相同但浸润剂不同的纱线进行了比较试验。纱线参数见表 4 和图 5,其中 J1 是纺织增强型浸润剂; J2 与 J1 的浸润剂类型相同,是在 J1 的基础上增加了其浓度; J3 是另外一种环氧树脂体系浸润剂。

由表 4 和图 5 可见,不同浸润剂对于纱线的拉伸性能和摩擦性能有很大的影响。比较 rx1-3 和 rx2 可看出,浸润剂浓度的增高增加了纤维之间的结合力,使得纱线强力增加,但其耐磨能力却有所下降。图 5 中 rx2 的曲线位于 rx1-3 之下,进一步

表 5 L~P 五种纱线参数及力学性能

编 号	玻 璃 纤 维 种 类	单 丝 线 密 度 / μm	原 丝 线 密 度 / tex	退 捻 数	并 捻 数	捻 度 / $\text{t} \cdot \text{m}^{-1}$	单 股 纱 线 线 密 度 / tex	最 终 纱 线 线 密 度 / tex	断 裂 强 力 / N	纱 线 比 强 度 / $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	断 裂 伸 长 率 /%	磨 断 次 数 /次
L	S型	9	12.50	1	2	55(S)	12.50	25.00	13.18	0.53	4.85	53.5
M	S型	9	12.50	1	3	55(S)	12.50	37.50	22.35	0.60	5.32	92.5
N	S型	9	12.50	2	2	55(S)	25.00	50.00	30.63	0.61	5.79	101.25
O	S型	9	12.50	2	3	55(S)	25.00	75.00	52.19	0.70	6.31	110.75
P	S型	9	25.00	1	3	55(S)	25.00	75.00	42.58	0.57	5.80	130.8

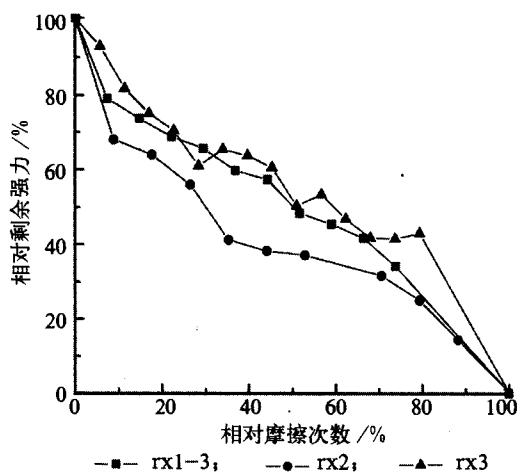


图 5 浸润剂对纱线耐磨性能的影响

说明其在摩擦过程中的损伤速度比 rx1-3 要快。所以对于一定配比的浸润剂,其浓度应该控制在一个适当的比例而并非越大越好。涂敷环氧树脂体系浸润剂的纱线 rx3 与 rx1-3 相比,虽然强力提高不大,但耐磨性比 rx1-3 好得多,纱线的磨断次数提高了约 34%。图 5 中涂敷两种纺织增强型和环氧树脂型浸润剂的纱线的摩擦损伤曲线基本上相似,说明其摩擦机理基本相同,但环氧树脂浸润剂的保护作用更强一些。

2.5 退并捻工艺的影响

为探索退并捻工艺参数对玻璃纤维纱线性质的影响,对几种不同退并捻工艺的纱线进行测试。纱线张力为 60 cN,摩擦速度为 140 次/min。实验结果如表 5。

从表 5 可以看出,对于原丝线密度为 12.5 的 L、M、N、O 四种纱线,纱线强力几乎是随着纱线线密度线性增加的。进一步分析我们发现,比较 L 与 M 和 N 与 O,纱线并捻数由 2 变为 3,其断裂强

力都增加了约 70%;而比较 L 与 N 和 M 与 O,纱线的并捻数相同,而退捻数由 1 增加到 2,发现纱线强力都增加了约 132%,说明退捻和并捻对于纱线强力的影响是相对独立的。但是对于原丝线密度不同的 O 和 P,虽然两者最终的纱线线密度相同,但是由于退捻工艺的不同,其强力之间有很大的差异,P 仅为 O 的 81.59%。

同样,纱线的摩擦性能也与退并捻工艺有关,纱线越粗,其磨断次数越多,但并非线性关系。对于原丝线密度为 12.5 的 L、M、N、O 四种纱线,随着纱线线密度的增加,其磨断次数的增加趋势越来越小,退、并捻也不再是独立影响纱线摩擦性能,只能体现出一个综合效果。比较纱线线密度相同的 O 和 P 可以看出,P 的摩擦性能明显地高于 O。综合对强力和摩擦性能的分析,在玻璃纤维纱线的生产过程中应该考虑退并捻工艺对于纱线性能的影响。

3 结论

(1) 玻璃纤维纱线的摩擦损伤是逐步发生的,纱线张力对于纱线的摩擦损伤影响很大,玻璃纤维纱线的耐磨性能与其纤维成分密切相关,可以根据磨断次数—比张力曲线来比较和表征不同种类纱线的耐磨性能。

(2) 降低玻璃纤维的线密度可以改变纱线内的纤维排列,提高玻璃纤维纱线的强度和耐磨性,从而改善其可编织性。

(3) 玻璃纤维纱线的拉伸强力与磨断次数都随着捻度的增加而增加,捻度越高纱线的剩余强力下降越慢,耐磨性越好。

(4) 浸润剂配比对玻璃纤维纱线的强力及摩

擦性能影响较大,应该对配比进行调整优化。同时浸润剂的浓度并不是越高越好,选择一个适当的比例对于改善玻璃纤维纱线的可编织性能也很重要。

(5)退并捻工艺对于纱线的强力的影响几乎是线性的,而对于摩擦性能的影响则复杂得多,因而在玻璃纤维生产过程中应该考虑退并捻工艺对于纱线性能的影响。

参 考 文 献

[1] 焦亚男,李嘉禄,董孚允.针织复合材料的力学性能.纤维复合材料[J], 1999, 9(3) : 13-16.

[2] LEONG K H, RAMAKRISHNA S, BIBO G A, et al. The potential of knitting for engineering composites a review. Composites Part A [J], 2000, 31A (3) : 197-220.

[3] LAU K W, DIAS T. Knittability of high-modulus yarns [J]. J. Text. Inst., 1994, 85(2) : 173-190.

[4] 龙海如.玻璃纤维横机针织物编织工艺探讨[J].针织工业, 2001(6) : 37-39.

[5] SAVCI S, CURISKIS J I, PAILTHORPE M T. Knittability of glass fiber weft-knitted preforms for composites [J]. Textile Research Journal, 2001, 71(1) : 15-21.

[6] 朱梅,胡红.高性能纤维可编织性的研究[J].上海纺织科技, 2003, 31(6) : 30-37.

A study of the abradability and its influencing factors of the glass filament yarns

Liu Xiaoming (Engineering Research Center of Technical Textiles, Ministry of Education, Donghua University)

Jiang Jinhua (College of Textiles, Donghua University)

Chen Nanliang (Engineering Research Center of Technical Textiles, Ministry of Education, Donghua University)

Feng Xunwei (College of Textiles, Donghua University)

Abstract: Aimed at analyzing the abradability of the glass filament yarns during the knitting process, abrasion damage and abrasion life of the glass yarns were investigated by using a self made yarn/metal abrasion tester and analyzing different factors including knitting conditions and yarn parameters. The experimental results show that many factors including ingredient, twist, fine, sizing, twisting off and doubling have great influences on abradability of the glass filament yarns.

Keywords: glass fiber, abrasion, knittability, abradability, sizing

~~~~~  
(上接第 15 页)

## Research of bamboo charcoal polyester knitted fabrics for healthy and comfortable functions

*He Shucai, Wang Qi* (College of Textiles, Donghua University)

**Abstract:** By interweaving of bamboo charcoal polyester with PTT, cotton, two kinds of bilayer mesh knitted fabrics are designed and developed, besides the fabrics have healthy function, wet permeability and quick-drying, vapor transmission and comfortable properties are also very nice, they are ideal fabrics for sports and leisure apparel.

**Keywords:** bamboo charcoal polyester fibre, mesh knitted fabric, healthy, comfortable