

文章编号:0253-9721(2007)07-0042-05

亚麻纬编针织物及其拉伸性能

李红霞,周琼,黄故

(天津工业大学 纺织学院,天津 300160)

摘要 通过在 STOLL 电脑横机上开发亚麻针织物的探索,得出了保持一定的湿度,利用双股亚麻纱为原料进行编织前处理,选择合理的编织工艺参数可有效提高亚麻针织物可编织性的结论。对所开发产品的结构、面密度、织物厚度及拉伸变形能力等指标进行测试分析,结果表明:弯纱深度值为 10.5 时,亚麻四平织物抗拉伸能力和拉伸变形能力较优,其厚度及耗纱量适中,性价比合适,可作为抗拉伸能量吸收性能较好的环保纺织复合材料的增强体。

关键词 亚麻纱;纬编;针织物;拉伸性能;电脑横机

中图分类号:TS184 文献标识码:A

Flax weft knitted fabric and its tensile properties

LI Hongxia, ZHOU Qiong, HUANG Gu

(School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

Abstract The paper studied some flax flat knitted fabrics developed on the STOLL computer's flat-knitting machine. It was found that the flax flat-knittability could be improved by some effective methods, including maintaining moisture, using two-ply flax yarns, pre-processing and designing rational knitting parameters. The fabric's structure, weight, thickness and tensile properties of the samples were tested and analyzed statistically. The findings revealed that when the flax milano rib of $NP=10.5$, the fabric has better tensile properties and lower cost. It can be used as the preform of eco-friendly textile composites of better energy absorption.

Key words flax yarn; weft knitting; knitted fabric; tensile property; computer flat-knitting machine

亚麻纤维以其可再生、可降解的环保特性受到人们的重视。与其它天然纤维相比,亚麻纤维具有高强度、高模量的特性,可作为环保型复合材料的增强体原料。我国具有丰富的亚麻纤维资源,开发高性能亚麻纤维纺织品对改造传统的工农业产品,坚持可持续发展道路具有重要意义^[1]。随着针织工业的不断发展,针织横机编织技术日趋成熟,针织产品的应用领域越来越广泛。将先进的电脑横机技术及传统亚麻产业的技术经验相结合,研究解决亚麻针织技术存在的关键问题,在横机上进行亚麻针织物的开发及其性能研究对拓展设计思路,开发环保型亚麻针织产业用产品具有重要的意义。本文目的是利用针织横机开发产业用亚麻针织新产品,以期所开发的产品在耗纱少的前提下具备一定的厚度,既

节省原料,同时还能达到较优良的拉伸性能,用于可降解环保型纺织复合材料的增强体。

1 亚麻纬编织物的设计与加工

1.1 亚麻纤维特性

亚麻纤维具有吸湿、舒适、透气、凉爽、抑菌、防霉、高强、高模、环保等优良性能,但亚麻纱弹性差,刚性大,摩擦因数大,条干不匀,有纱疵,易扭转成结,所以造成编织困难^[2-3]。本文采用 66.7 tex 半漂白纯亚麻纱。

1.2 织物组织结构设计

亚麻纬编针织物组织结构不同将直接影响其编织及其织物的物理机械性能。考虑到是初步尝试,

收稿日期:2006-10-30 修回日期:2007-03-07

基金项目:天津市高等学校科技发展基金项目(20051304)

作者简介:李红霞(1964—),女,副教授,硕士生。主要研究方向为针织技术、纺织新材料的研发等。黄故,通讯作者, E-mail: huanglll@public.tpt.tj.cn。

且由于客观条件,选择了横机编织中常见的成圈结构(纬平针组织、三平空转组织、四平空转组织、1+1罗纹组织、平针衬纬组织)及集圈结构(半畦编组织、双半畦编组织、畦编组织、双畦编组织)进行了亚麻纬编针织物小样的开发。编织设备采用德国 STOLL 公司的 CMS320 TC(多针距)电脑横机及其花型准备系统。部分特殊组织结构的编织图见图 1。

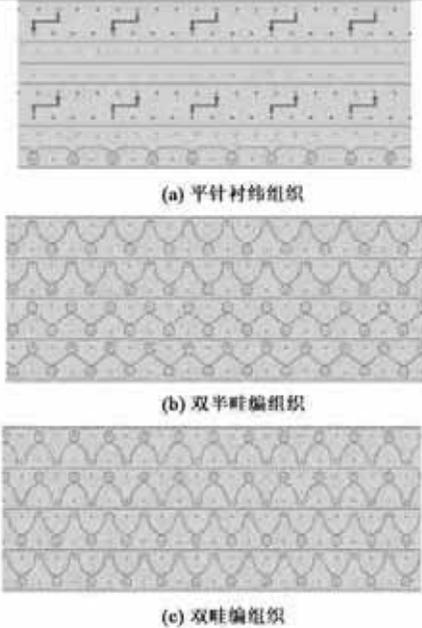


图 1 部分特殊组织结构的编织图

Fig.1 Thread path notation of partly-special stitch.

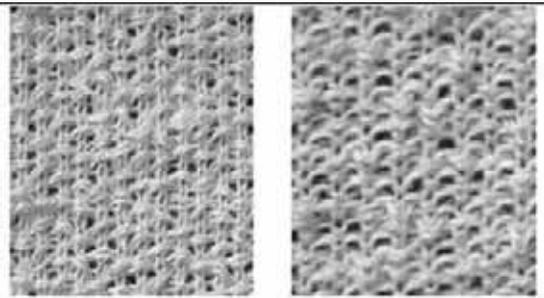
(a) Plain-inlay stitch;(b) Double half cardigan stitch;(c) Double full cardigan stitch

1.3 亚麻纬编织物小样加工

经多次试织,在电脑横机上编织开发了 9 种不同结构、不同弯纱深度(NP 值)的小样。成圈结构小样编号见表 1,其中平针衬纬小样实物照片见图 2,其 NP 值为 11.0。集圈结构小样编号见表 2。NP 值越小,弯纱深度越小;NP 值越大,弯纱深度越大。

表 1 成圈结构小样
Tab.1 Samples of the knit structure

| NP 值 | 纬平针(A) | 三平(B) | 四平(C) | 罗纹(D) |
|------|--------|-------|-------|-------|
| 14.0 | A1 | | | |
| 13.5 | A2 | | | |
| 13.0 | A3 | | | |
| 12.5 | A4 | B1 | C1 | D1 |
| 12.0 | A5 | B2 | C2 | D2 |
| 11.0 | A6 | B3 | C3 | D3 |
| 10.5 | A7 | B4 | C4 | D4 |
| 10.0 | | B5 | C5 | D5 |



(a) 正面 (b) 反面

图 2 平针衬纬织物正反面实物图

Fig.2 Sample face (a) and reverse (b) sketches of plain-inlay fabric

表 2 集圈结构小样

Tab.2 Samples of the tuck structure

| NP 值 | 半畦编(E) | 双半畦编(F) | 畦编(G) | 双畦编(H) |
|------|--------|---------|-------|--------|
| 12.5 | E1 | F1 | G1 | H1 |
| 12.0 | E2 | F2 | G2 | H2 |
| 11.5 | E3 | F3 | G3 | H3 |
| 11.0 | E4 | F4 | G4 | H4 |
| 10.5 | E5 | F5 | G5 | H5 |
| 10.0 | E6 | F6 | G6 | H6 |

2 拉伸性能测试

2.1 单股和双股亚麻纱线的拉伸性能

2.1.1 拉伸性能测试与分析

测试仪器采用 YG061 F 型电子单纱强力仪。机速为 500 mm/min,隔距为 500 mm。分别测试干、湿状态下的拉伸性能。

加湿方法:为防止亚麻纱缠绕在一起,确保加湿均匀,渗透完全,将适量的亚麻纱均匀地缠绕在小棍上,浸泡在水中 10 min,取出后晾至半干的湿态时进行测试。每个试样测 10 次取其平均值,结果见表 3。

表 3 亚麻纱线拉伸性能指标

Tab.3 Tensile parameter of flax yarn

| 试样 | 断裂强力/cN | 断裂强度/(cN·tex ⁻¹) | 断裂伸长率/% | 断裂强力 CV 值/% |
|----|---------|------------------------------|---------|-------------|
| 单股 | 干态 | 959.9 | 14.4 | 1.67 |
| | 湿态 | 1 394.8 | 20.9 | 16.70 |
| 双股 | 干态 | 1 871.5 | 28.1 | 1.86 |
| | 湿态 | 2 697.7 | 40.4 | 19.50 |

由表 3 可知,亚麻纱湿态时的断裂强力、断裂伸长率比干态时有很大的提高,断裂强力不匀率有所改善,故湿度对亚麻纱线有显著影响。其原因主要有 2 个:一是亚麻纤维吸湿后纤维横向膨胀且表面

摩擦因数增大,使得纤维间的摩擦力加强;二是亚麻纤维吸湿后塑性变形增加,刚性下降,柔软性增强,纤维间的抱合力增强,因此,加湿能有效改善亚麻纱线的拉伸性能,改善其可编织性,进而提高亚麻针织物的抗拉伸能力和拉伸变形能力,所以亚麻纱线适合在相对湿度较大的环境中进行编织。

双股亚麻纱的断裂强力为单股纱断裂强力的 2 倍,断裂伸长率也大大提高,抗拉伸的能力增强,断裂强力不匀率也大大降低,双股纱比单股纱的编织性能优越。采用双股亚麻纱编织在一定程度上改善了亚麻纱线由于条干不匀而造成的强力不匀,能有效提高纱线断裂强力和断裂伸长率,改善其可编织性,进而提高亚麻针织物的抗拉伸能力和拉伸变形能力。

2.1.2 改善亚麻纱线可编织性的因素

在实际编织中发现,亚麻纱编织前处理是改善其可编织性的有效途径,在编织前经过重新络筒上

蜡可有效改善其集束性,减少毛羽并改善其表面摩擦性能,提高其可编织性。在编织工艺参数中,弯纱深度 NP 值对亚麻纱可编织性和纬编针织物性能有很大影响^[4-5]。

2.2 纬编亚麻织物小样的性能测试及分析

通过对小样物理参数指标(面密度、织物厚度等)及拉伸强力性能的测试分析,得到性价比、抗拉伸能力和拉伸变形能力优良的产品及其最佳编织工艺。

2.2.1 小样规格及拉伸性能测试与分析

经小样编织试验,依据现有条件及产品开发的宗旨,最终确定对所开发产品中的 4 种结构(纬平针、三平空转、四平空转、1+1 罗纹)、不同 NP 值的小样(见表 1)进行规格参数及拉伸性能的测试。

2.2.1.1 小样面密度及厚度的测试及分析 小样的厚度是在 MC YG1 41 厚度仪上测得。小样的面密度及厚度的测试数据见表 4。

表 4 小样的部分规格参数

Tab.4 Parameter of samples

| NP 值 | 面密度/(g·m ⁻²) | | | | 厚度/mm | | | |
|------|--------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 纬平针 | 三平 | 四平 | 罗纹 | 纬平针 | 三平 | 四平 | 罗纹 |
| 14.0 | 172.44 | | | | 1.614 | | | |
| 13.5 | 188.67 | | | | 1.619 | | | |
| 13.0 | 196.92 | | | | 1.622 | | | |
| 12.5 | 225.36 | 367.44 | 448.08 | 559.32 | 1.628 | 2.559 | 2.514 | 2.655 |
| 12.0 | 225.96 | 391.92 | 460.92 | 608.28 | 1.638 | 2.539 | 2.587 | 2.657 |
| 11.0 | 360.12 | 501.00 | 558.84 | 656.88 | 1.647 | 2.655 | 2.693 | 2.661 |
| 10.5 | 374.35 | 590.04 | 601.32 | 709.56 | 1.643 | 2.529 | 2.611 | 2.699 |
| 10.0 | | 608.88 | 679.32 | 719.52 | | 2.505 | 2.512 | 2.585 |

由表 4 可知:

1) 织物的耗纱量可由面密度直接反映,面密度越大,耗纱量越大。NP 值相同时,不同织物组织耗纱量为纬平针 < 三平 < 四平 < 罗纹,说明织物结构的弹性直接影响其单位面积内的容纱量,罗纹织物较好的弹性造成其耗纱较多;相同织物组织,织物耗纱量随 NP 值的减小而增大,其原因可能是随着 NP 值的减小,织物的密度增加,因而其单位面积内的容纱量增加。双面织物的耗纱量约为单面织物的 2 倍。

2) 织物的组织结构及 NP 值直接影响其厚度。相同织物组织,针织物厚度随 NP 值变化呈非线性变化,随 NP 值增大,针织物厚度先增大后减小,其原因随着 NP 值逐渐增大,织物的密度逐渐减小,织物的蓬松度增强,织物的厚度增大,但当 NP 值增大到一定程度时,织物变得稀薄,其厚度必定下降。罗纹在 NP 值为 10.5,其它组织在 NP 值为 11 时,织物厚度均达到最大值;NP 值相同时,不同组织织

物厚度不同,其原因是由于织物结构的弹性所致,弹性较好的罗纹织物使线圈收紧,厚度增加。双面织物的织物厚度约为单面织物的 2 倍。

综合考虑织物耗纱量及其厚度可得:B3、C3 织物较厚且纱线耗用量适中。织物具有一定的厚度是某些领域对产业用纺织品的要求。

2.2.1.2 小样拉伸性能的测试及分析 考虑到产品的最终用途是作抗拉伸环保复合材料的增强体,要求其具备较大的抗拉伸能力和拉伸变形能力,所以本文侧重研究产品在拉伸过程中的变形能力,因而将其断裂强力和断裂伸长率作为主要测试分析指标进行研究。

针织物特有的线圈结构使得硬挺,高模量的亚麻纱线在横机编织过程中存在易弯曲断裂的问题,所以开发性能优良的亚麻横机编织物就需要对亚麻纱在织物结构中的受弯曲程度加以研究,NP 值不同,线圈的长度和纱线的弯曲程度不同,其织物密度

不同。随着 NP 值的减小,线圈长度减小,纱线的弯曲程度增大,其织物密度增大。不同织物结构在一定的 NP 值下所形成的线圈结构形态不同,纱线的弯曲程度不同,当所承受的力不能使硬挺、高模量的亚麻纱线达到弯曲断裂状态时,随着 NP 值的减小,织物密度的增大,其承受拉伸力的能力会逐渐增强,但当 NP 值减小到一定程度时,线圈结构中亚麻纱线达到弯曲断裂的状态时,亚麻纱线的弯曲断裂就会造成织物拉伸性能的下降。

采用 YG065 电子织物强力仪;试样尺寸为 200 mm × 70 mm;夹间距高为 100 mm,100 mm/min 定速拉伸。

1) 纬平织物(预加张力 100 cN) 经向拉伸性能的测试数据见表 5(同一 NP 值,测试 10 次后的均值)。可知,小样 A6(NP 值为 11.0 的纬平织物) 断裂强力和断裂伸长率较大,强力不匀率和伸长不匀率较小,说明其抗拉伸能力较好,拉伸变形能力较大。

表 5 纬平织物经向拉伸性能指标

Tab.5 Vertical tensile parameter of plain fabric

| NP 值 | 断裂强力/N | 断裂伸长率/% | 强力不匀率/% | 伸长不匀率/% |
|------|--------|---------|---------|---------|
| 14.0 | 317.16 | 31.16 | 10.64 | 11.01 |
| 13.5 | 362.00 | 40.71 | 11.06 | 10.64 |
| 13.0 | 352.50 | 47.20 | 11.41 | 11.16 |
| 12.5 | 377.50 | 55.75 | 9.85 | 11.71 |
| 12.0 | 414.50 | 61.01 | 13.39 | 7.09 |
| 11.0 | 448.50 | 67.83 | 8.64 | 8.11 |
| 10.5 | 395.80 | 79.20 | 12.83 | 11.68 |

2) 罗纹织物经向拉伸性能的测试数据见表 6(同一 NP 值,测试 10 次后的均值)。可知,小样 D2 的断裂强力最大,但断裂伸长率较低,说明其抗拉伸能力较好,但拉伸变形能力不佳;小样 D5(NP 值为

10.0 的罗纹织物) 的断裂强力及断裂伸长率都较大,强力不匀率和伸长不匀率较小,说明其抗拉伸能力较好,拉伸变形能力较大。在编织过程中,当 NP 值小于 10.0 时,织物编织很困难,此时的线圈结构形态造成了硬挺、高模量的亚麻纱线弯曲断裂,影响了编织的顺利进行。

表 6 罗纹织物经向拉伸性能指标

Tab.6 Vertical tensile parameter of rib fabric

| NP 值 | 断裂强力/N | 断裂伸长率/% | 强力不匀率/% | 伸长不匀率/% |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 12.5 | 911.33 | 27.78 | 13.00 | 13.12 |
| 12.0 | 1155.83 | 37.36 | 8.54 | 13.31 |
| 11.0 | 990.66 | 81.25 | 9.98 | 13.48 |
| 10.5 | 968.16 | 92.68 | 7.89 | 10.05 |
| 10.0 | 1033.33 | 103.71 | 5.98 | 6.73 |

3) 三平织物单轴向拉伸性能的测试数据见表 7(同一 NP 值,测试 10 次后的均值)。可知,三平织物经向、纬向拉伸性能各向异性,经向强力较大,伸长率、强力不匀率、伸长不匀率较低。小样 B4(NP 值为 10.5 的三平织物) 经纬向的断裂强力均达到最大值,伸长率较大,且各向异性差异较小,经纬向的强力不匀率和伸长不匀率均较小,说明其整体抗拉伸能力较好,拉伸变形能力较大。

4) 四平织物单轴向拉伸性能的测试数据见表 8(同一 NP 值,测试 10 次后的均值)。可知,四平织物经向、纬向拉伸性能各向异性,经向强力较大,伸长率、强力不匀率、伸长不匀率较低。小样 C4(NP 值为 10.5 的四平织物) 经纬向的断裂强力均达到最大值,伸长率较大,且各向异性差异较小,经纬向的强力不匀率和伸长不匀率均较小,说明其整体抗拉伸能力较好,拉伸变形能力较大。四平织物经纬向抗拉伸能力和拉伸变形能力优于三平织物。

表 7 三平织物单轴向拉伸性能指标

Tab.7 Vertical and horizontal tensile parameter of half milano rib fabric

| NP 值 | 断裂强力/N | | 伸长率/% | | 强力不匀率/% | | 伸长不匀率/% | |
|------|--------|--------|-------|--------|---------|-------|---------|-------|
| | 经向 | 纬向 | 经向 | 纬向 | 经向 | 纬向 | 经向 | 纬向 |
| 12.5 | 554.50 | 328.17 | 59.63 | 165.33 | 9.53 | 11.63 | 7.03 | 11.79 |
| 12.0 | 588.93 | 375.92 | 62.98 | 163.93 | 9.96 | 15.04 | 6.64 | 11.05 |
| 11.0 | 675.00 | 379.58 | 69.81 | 85.54 | 12.59 | 11.08 | 5.21 | 9.38 |
| 10.5 | 679.11 | 600.67 | 89.98 | 103.80 | 8.81 | 9.03 | 8.91 | 10.47 |
| 10.0 | 639.50 | 590.50 | 97.33 | 115.40 | 6.57 | 10.68 | 4.96 | 4.07 |

表 8 四平织物单轴向拉伸性能指标

Tab.8 Vertical and horizontal tensile parameter of milano rib fabric

| NP 值 | 断裂强力/ % | | 伸长率/ % | | 强力不匀率/ % | | 伸长不匀率/ % | |
|------|---------|--------|--------|--------|----------|-------|----------|-------|
| | 经向 | 纬向 | 经向 | 纬向 | 经向 | 纬向 | 经向 | 纬向 |
| 12.5 | 614.77 | 376.92 | 51.91 | 57.49 | 10.74 | 10.93 | 10.49 | 10.21 |
| 12.0 | 653.82 | 482.68 | 64.53 | 62.05 | 9.85 | 10.90 | 6.39 | 11.41 |
| 11.0 | 732.73 | 576.00 | 158.75 | 121.17 | 9.25 | 9.07 | 9.55 | 10.23 |
| 10.5 | 909.98 | 892.24 | 90.52 | 100.67 | 7.16 | 6.39 | 5.54 | 8.86 |
| 10.0 | 822.33 | 803.38 | 100.34 | 82.36 | 7.10 | 6.43 | 6.89 | 7.63 |

2.2.2 亚麻纬编织物小样的优选

由小样拉伸性能测试及分析可得,相同组织结构不同 NP 值时,织物抗拉伸能力和拉伸变形能力最佳的小样分别是 A6(NP 值为 11.0)、B4(NP 值为 10.5)、C4(NP 值为 10.5)、D5(NP 值为 10.0)。

各组织结构中抗拉伸能力和拉伸变形能力最佳小样的指标对比见表 9。

表 9 最佳拉伸性能小样的主要指标

Tab.9 Main tensile parameter of the samples with good tensile properties

| 最佳小样 | 组织结构 | 断裂强力/ N | 断裂伸长率/ % |
|------|------|---------|----------|
| A6 | 纬平针 | 448.50 | 67.83 |
| B4 | 三平经向 | 679.11 | 89.98 |
| B4 | 三平纬向 | 600.67 | 103.80 |
| C4 | 四平经向 | 909.98 | 90.52 |
| C4 | 四平纬向 | 892.24 | 100.67 |
| D5 | 罗纹 | 968.16 | 92.68 |

对比分析可知:四平织物经纬向强力均匀,断裂强力较大,耐久性、延展性较好,是抗拉伸能力和拉伸变形能力较优的产业用亚麻纬编针织物组织结构的首选,且当 NP 值为 10.5 时最佳;其厚度及耗纱量适中,性价比合适,织物表面平整,可考虑作为抗拉伸能量吸收性能较好的环保型民用纺织复合材料的增强体。

3 结 论

1) 亚麻作为高性能生态环保的天然纤维在产业用纺织品领域极具应用价值,利用针织技术开发产业用环保新材料具有很大潜力。

2) 在针织横机上开发性能优良的亚麻纬编针织物还需对亚麻纱线加湿、上蜡及柔软处理前后的纱线表面摩擦因数、刚柔性等指标变化进行对比分析,进一步探求提高亚麻纱可编织性的方法;同时还需对所开发纬编针织物的顶破强力、耐磨性能等做进一步研究。

3) NP 值为 10.5 时的四平织物经纬向强力均匀且断裂强力较大,拉伸变形能力、延展性较好,是抗拉伸能力和拉伸变形能力较优的产业用亚麻纬编针织物结构的首选。 FZXB

参考文献:

[1] 邹文典. 亚麻在产业用纺织品中的应用[J]. 产业用纺织品, 2001(2): 27 - 28 .
 [2] 龙德树, 杨传强, 曾宪庆, 等. 亚麻和胡麻纤维的性能研究[J]. 纺织学报, 1999, 20(3): 136 - 140 .
 [3] 刘丽妍, 王瑞, 焦晓宁, 等. 不同针刺工艺亚麻毡性能测试与研究[J]. 产业用纺织品, 2004(4): 27 - 29 .
 [4] 宋广礼, 沈晓燕. 电脑横机弯纱深度对织物弹性和延伸性的影响[J]. 针织工业, 2002(2): 43 - 46 .
 [5] 宋广礼, 华福祥, 沈晓燕. 电脑横机弯纱深度值对织物结构和尺寸稳定性的影响[J]. 针织工业, 2001(3): 49 - 53 .