

医用非织造绷带基布设计与性能测试

洪常青

杭州兴农纺织有限公司, 浙江 杭州 311200

摘要:为设计开发新型医用非织造绷带,以涤纶和黏胶为原料,制备不同纤维原料配比和经不同工艺处理的非织造绷带基布。对非织造绷带基本进行表面形貌观察,并对其厚度、透气性、拉伸性能、顶破性能、弯曲性能、亲水性能及液体扩散性能进行测试分析。结果表明,60%黏胶/40%涤纶半交叉铺网非织造绷带基布和100%涤纶上浆半交叉铺网非织造绷带基布的综合性能更好,前者抗弯刚度达 $0.24 \text{ mN}\cdot\text{cm}$,透气量达 551 mm/s ,断裂伸长率为 51.60% ;后者透气量达 601 mm/s ,断裂伸长率达 83.94% ,两者均适用于制作医用非织造绷带。

关键词: 医用绷带;水刺非织造布;透气性;液体吸收扩散性能;拉伸性能

中图分类号:TS 174.1

文献标志码:A

文章编号:1004-7093(2024)10-0012-06

Design and performance test of medical non-woven bandage base fabrics

Hong Changqing

Hangzhou Xingnong Textile Co., Ltd., Hangzhou 311200, Zhejiang, China

Abstract: In order to design and develop new medical non-woven bandages, polyester and viscose were used as raw materials to prepare non-woven bandage base fabrics with different raw material ratios and different treatment processes. The surface morphology of non-woven bandage base fabrics was observed, and their thickness, air permeability, tensile property, bursting property, bending property, hydrophilic property and liquid diffusion property were tested and analyzed. The results show that the 60% viscose/40% polyester semi-cross-layed non-woven bandage base fabric and 100% polyester semi-cross-layed non-woven bandage base fabric after sizing have better comprehensive properties. The former has a flexural stiffness of $0.24 \text{ mN}\cdot\text{cm}$, a air permeability of 551 mm/s , and a elongation at break of 51.60% . The latter has a air permeability of 601 mm/s and a elongation at break of 83.94% . Both of the two are suitable for making medical non-woven bandages.

Keywords: medical bandage; spunlaced non-woven fabric; air permeability; liquid absorption and diffusion performance; tensile property

收稿日期:2024-06-11

作者简介:洪常青,男,1978年生,工程师,主要从事水刺非织造布的生产和产品研发,3094328603@qq.com

医用绷带作为常见的医疗纺织品,用于固定和保护手术或受伤部位,是外科手术中不可或缺的材料。早期,纯棉绷带因毛羽问题给伤口带来了二次伤害,而弹性绷带则因过于强调弹力,忽视了血液循环等人体生理需求^[1]。随着技术进步,医用绷带的制作工艺已相当成熟,其制造涵盖针织、机织及非织造等多种成型方式^[2-3]。理想的医用绷带需兼具柔软弹性,以及优异的物理力学性能和伤口保护能力^[4]。

为提升伤口治疗体验,经济与科技的进步催生了多样化的医用绷带产品。例如,吴光军等^[5]研发的针织负泊松比绷带,适合久坐人群及静脉曲张患者;美国 Chesson Labs 公司研发并推出的 Nuvaderm 聚氨酯液体急救绷带也已进入市场^[6];加州大学研究人员研发出可用于日常生活、旅游的氰基丙烯酸酯类液体绷带^[7];Martín-García 等^[8]发现液体绷带比缝合手术更安全有效,且其使用成本比常规术后伤口护理材料的低;项雪雪等^[9]基于聚酯纤维与电气石涂层技术,开发出致热绷带。

非织造医用绷带因其柔软舒适、不粘伤口、吸湿透气等特点而受到青睐^[10]。本文采用涤纶与黏胶纤维作为试验材料,通过不同原料配比与其他工艺设计,结合水刺加固技术,制备水刺非织造绷带基布,并对其表面微观形貌、厚度、透气性^[11]、拉伸性能、顶破性能、弯曲性能、亲水性能、液体扩散性能等进行测试与分析,旨在探讨不同原料配比与工艺处理对非织造绷带基布性能的影响,以期开发出理想的医用绷带产品。

1 试验部分

1.1 试验材料

研究所用的水刺非织造绷带基布由杭州兴农纺织有限公司设计与生产。为精确评估绷带基布性能,将样品分为 2 类:第一类为原料配比不同、其余生产条件相同的试样,以探究原料对比对绷带基布性能的影响;第二类为处理工艺或成网方式不同、其余生产条件相同的试样,以分析处理工艺及成网方式对绷带基布性能的影响。全交叉水刺技术能够使纱线在水刺机上水平交错、垂直穿插,形成密实的网状结构,其产品具有较好的强度和耐磨性。半交叉

水刺技术则仅使纱线在水平方向上交错,垂直穿插较少,形成的网状结构相对松散。对上述 2 类样品分别进行编号,具体信息如表 1 和表 2 所示。

表 1 不同原料的非织造绷带基布
Tab. 1 Non-woven bandage base fabrics with different raw materials

试样编号	原料	处理工艺	成网方式	面密度/ (g·m ⁻²)
A	100%黏胶	-	半交叉	55
B	60%黏胶/40%涤纶	-	半交叉	55
C	30%黏胶/70%涤纶	-	半交叉	55
D	20%黏胶/80%涤纶	-	半交叉	55
E	30%黏胶/70%涤纶	柔软处理	半交叉	55
F	100%涤纶	-	半交叉	55

表 2 不同处理工艺或成网方式所得非织造绷带基布
Tab. 2 Non-woven bandage base fabrics with different treatment processes or netting methods

试样编号	原料	处理工艺	成网方式	面密度/ (g·m ⁻²)
a	100%涤纶	上浆处理	半交叉	50
b	100%涤纶	柔软处理	半交叉	55
c	100%涤纶	-	全交叉	55
d	100%涤纶	-	全交叉	60
e	100%涤纶	柔软处理	半交叉	60
f	100%涤纶	-	半交叉	65
g	70%黏胶/30%涤纶	-	全交叉	65

1.2 性能测试

1.2.1 表面形貌

采用光学显微镜对 13 种不同原料配比及处理工艺的水刺非织造绷带基布进行表面微观形貌观察,并拍摄光学显微镜图片。

1.2.2 厚度

参照 GB/T 24218.2—2009《纺织品 非织造布 试验方法 第 2 部分:厚度的测定》,测量每种非织造绷带基布 5 处不同位置的厚度,结果取平均值。

1.2.3 透气性

参照 GB/T 24218.15—2018《纺织品 非织造布 试验方法 第 15 部分:透气性的测定》,对每种非织造绷带基布进行 5 次透气性测试,结果取平均值。

1.2.4 拉伸性能

参照 GB/T 24218.3—2010《纺织品 非织造布 试验方法 第 3 部分:断裂强力和断裂伸长率的测定(条

样法)》,在非织造绷带基布上裁剪出尺寸为 5 cm×15 cm 的试样,进行 5 次拉伸测试,结果取平均值。

1.2.5 顶破性能

参照 GB/T 24218.5—2016《纺织品 非织造布试验方法 第 5 部分:耐机械穿透性的测定(钢球顶破法)》,用圆盘取样器裁取直径为 6 cm 的非织造绷带基布,对每种试样进行 5 次顶破试验,结果取平均值。

1.2.6 弯曲性能

参照 GB/T 18318.1—2009《纺织品 弯曲性能的测定 第 1 部分:斜面法》,计算每种非织造绷带基布的平均弯曲刚度。

1.2.7 亲水性能

参照标准 DB 44/T 1872—2016《纺织品 表面润湿性能的测定 接触角法》,对每种非织造绷带基布进行 3 次接触角测量,结果取平均值。

1.2.8 液体扩散性能

每种非织造绷带基布分别裁取 3 块边长为

100 mm 的正方形试样,在自然状态下水平摆放,利用滴管将 0.5 mL 黑墨水从距非织造绷带基布 50 mm 高度的位置滴落到非织造绷带基布表面,分别测量 30 s 和 270 s 时墨水在非织造绷带基布上的横纵向扩散长度。每种非织造绷带基布测试 3 次,结果取平均值。

2 结果与讨论

2.1 表面形貌

非织造绷带基布的微观表面形貌光学显微镜图片如图 1 所示。可以看出,半交叉非织造绷带基布的纤维比较松散[图 1a)];全交叉非织造绷带基布中的纤维排列杂乱而紧密,呈无规则排列状态[图 1b)中的试样 c, d, g];添加了柔软剂的非织造绷带基布中,柔软剂附着在纤维表面[图 1a)中的试样 E,图 1b)中的试样 b, e]。

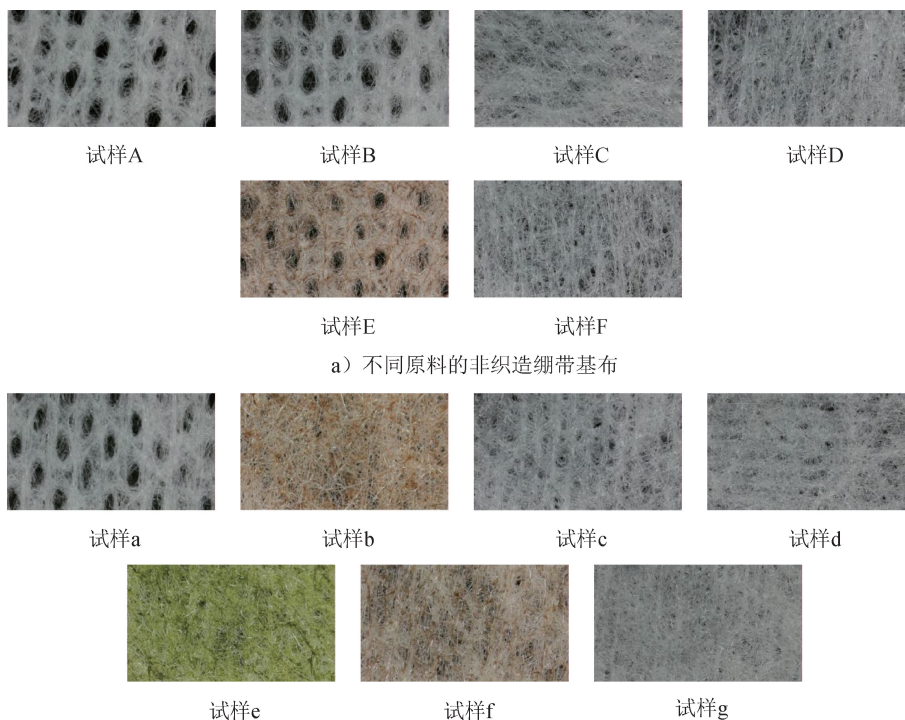


图 1 非织造绷带基布表面形貌光学显微镜图片

Fig. 1 Optical microscopic images of the surface morphology of non-woven bandage base fabrics

2.2 厚度

为探讨非织造绷带基布厚度对材料拉伸、透气以及液体吸收等性能的影响,对其厚度进行测试,结果如表 3 和表 4 所示。由表 3 可知,不同原料配比

的非织造绷带基布厚度不同,且经柔软剂处理后非织造绷带基布的厚度较大。由表 4 可知,随着非织造绷带基布面密度的增加,厚度增大。总体而言,经柔软剂处理的全交叉铺网非织造绷带基布厚度大于

半交叉铺网非织造绷带基布,原因是全交叉铺网处理的绷带在垂直方向上穿插的纱线量更多。

表 3 不同原料的非织造绷带基布的厚度
Tab. 3 Thickness of non-woven bandage base fabrics with different materials

试样编号	A	B	C	D	E	F
厚度/mm	0.29	0.31	0.35	0.34	0.36	0.24

表 4 不同处理工艺或成网方式所得非织造绷带基布的厚度
Tab. 4 Thickness of non-woven bandage base fabrics with different treatment processes or netting methods

试样编号	a	b	c	d	e	f	g
面密度/ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	50	55	55	60	60	65	65
厚度/mm	0.32	0.33	0.34	0.41	0.46	0.43	0.40

2.3 透气性

理想的医用绷带应具有良好的透气性能,从而为伤口提供促进治愈的湿润环境,避免伤口因滋生细菌而影响恢复效果^[12]。透气性测试结果如图 2 和图 3 所示。从图 2 可以看出,面密度为 55 g/m^2 的半交叉 100%黏胶非织造绷带基布(试样 A)的透气性最好,面密度为 55 g/m^2 的 30%黏胶/70%涤纶半交叉铺网非织造绷带基布(试样 C)的透气性最差。从图 3 可以看出,面密度为 50 g/m^2 的 100%涤纶上浆半交叉铺网非织造绷带基布(试样 a)的透气性最好,面密度为 65 g/m^2 的 70%黏胶/30%涤纶全交叉铺网非织造绷带基布(试样 g)的透气性最差;经过柔软处理后非织造绷带基布透气性能下降;随着非织造绷带基布面密度的增大,透气性能下降。

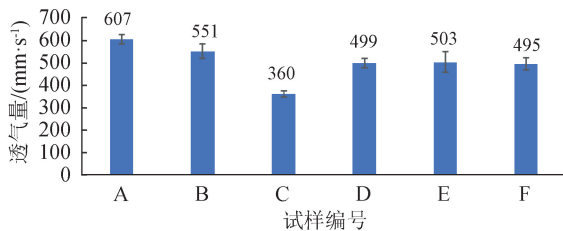


图 2 不同原料配比非织造绷带基布的透气性能
Fig. 2 Air permeability of non-woven bandage base fabrics with different material ratios

2.4 拉伸性能

理想的医用绷带应具有一定的拉伸性能,以便包扎伤口时不影响人体的活动或人体血液的传输^[13]。非织造绷带基布的拉伸性能测试结果如

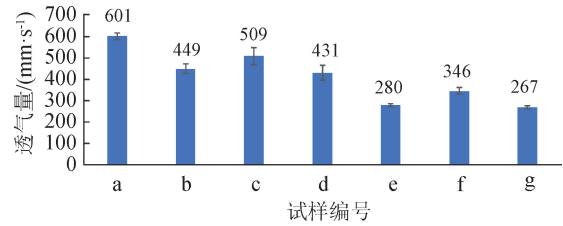


图 3 不同处理工艺或成网方式所得非织造绷带基布的透气性能
Fig. 3 Air permeability of non-woven bandage base fabrics with different treatment processes or netting methods

表 5 所示。从表 5 可以看出:面密度为 60 g/m^2 的非织造绷带基布(试样 d,e)的强力较高;原料配比为 30%黏胶/70%涤纶时,所得非织造绷带基布(试样 C)的强度较高,但柔软处理会降低非织造绷带基布(试样 E)的强度;面密度为 60 g/m^2 的半交叉铺网加柔软处理的非织造绷带基布(试样 e)的强力最高。试样 c,d 的拉伸性能测试结果显示,拉伸断裂强力随试样面密度的增加而增大。

表 5 13 种非织造绷带基布的拉伸性能

Tab. 5 Tensile properties of 13 types of non-woven bandage base fabrics

试样编号	面密度/ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	断裂强力/ N	断裂强度/ ($\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$)	断裂伸长率/%
A	55	66.81	1.34	31.54
B	55	68.54	1.37	51.60
C	55	111.55	2.23	68.32
D	55	75.88	1.52	68.96
E	55	73.63	1.47	47.88
F	55	80.43	1.16	151.52
a	50	85.65	1.17	83.94
b	55	132.98	2.66	45.38
c	55	111.55	2.23	68.32
d	60	152.59	3.05	54.50
e	60	159.00	3.18	68.76
f	65	153.29	3.00	108.52
g	65	130.29	2.61	53.70

2.5 顶破性能

顶破强力是衡量织物强度和耐久性的重要指标之一,能够反映织物在受力情形下的变形和损坏情况。非织造绷带基布的顶破性能测试结果如表 6 所示。由表 6 可知,面密度为 60 g/m^2 的 100%涤纶加柔软处理的半交叉铺网非织造绷带基布(试样 e)的顶破强力最高,面密度为 55 g/m^2 的 100%黏胶半交

叉铺网非织造绷带基布(试样 A)的顶破强力最低。柔软处理能在一定程度上提高非织造绷带基布(试样 E)的顶破强力。全交叉铺网的非织造绷带基布(试样 c,d,g)在原料配比为 70%黏胶/30%涤纶时顶破强力最低。

表 6 13 种非织造绷带基布的顶破性能

Tab. 6 Breaking strength of 13 types of non-woven bandage base fabrics

试样编号	顶破强力/N	顶破强度/(N·cm ⁻²)
A	48.37	3.04
B	107.97	6.79
C	185.83	11.69
D	146.13	9.19
E	141.17	8.88
F	79.03	4.97
a	180.57	11.36
b	208.23	13.10
c	221.97	13.96
d	251.23	15.80
e	345.23	22.78
f	283.97	17.86
g	204.47	12.86

2.6 弯曲性能

医用绷带直接与人体皮肤接触,因此要求材料具有适合的柔软度^[14]。从表 7 可知:面密度为 65 g/m² 的 100%涤纶半交叉铺网非织造绷带基布(试样 f)最为硬挺,经不同处理工艺或成网方式所得 7 种试样中,面密度为 50 g/m² 的 100%涤纶上浆半交叉铺网试样(试样 a)最为柔软。由抗弯刚度测试结果可知,添加柔软剂能够改善非织造绷带基布(试样 E,b,e)的柔软度。

2.7 亲水性能

医用绷带需具有一定的吸湿性和亲水性能,以便吸收人体皮肤产生的汗液。13 种非织造绷带基布的接触角测试结果如表 8 所示。由表 8 可知:未增加处理工艺的含黏胶成分的非织造绷带基布中,黏胶质量分数为 20%时表面亲水性能较差;上浆处理后 100%涤纶非织造绷带基布表现出亲水性,其余 100%涤纶非织造绷带基布均表现出疏水性,这与涤纶纤维本身的疏水结构有关。

2.8 液体扩散性能

医用绷带直接贴敷于创口处,需及时吸收伤口

表 7 13 种非织造绷带基布的弯曲性能

Tab. 7 Bending properties of 13 types of non-woven bandage base fabrics

试样编号	弯曲长度/cm	抗弯刚度/(mN·cm)
A	1.35	0.14
B	1.64	0.24
C	1.62	0.23
D	1.21	0.10
E	1.38	0.14
F	3.49	1.74
a	1.77	0.28
b	2.26	0.63
c	2.71	1.11
d	3.03	1.67
e	2.86	1.40
f	4.85	7.91
g	2.62	0.99

表 8 13 种非织造绷带基布的接触角

Tab. 8 Contact angles of 13 types of non-woven bandage base fabrics

试样编号	原料	处理工艺	接触角/(°)
A	100%黏胶	—	0
B	60%黏胶/40%涤纶	—	0
C	30%黏胶/70%涤纶	—	0
D	20%黏胶/80%涤纶	—	78.8
E	30%黏胶/70%涤纶	柔软处理	91.5
F	100%涤纶	—	99.1
a	100%涤纶	上浆处理	0
b	100%涤纶	柔软处理	121.2
c	100%涤纶	—	119.1
d	100%涤纶	—	118.7
e	100%涤纶	柔软处理	114.5
f	100%涤纶	—	95.3
g	70%黏胶/30%涤纶	—	0

渗出的血液及其他液体,减少对伤口恢复的影响^[15]。非织造绷带基布液体扩散测试结果如表 9 所示。由表 9 可知:液体在 100%黏胶半交叉铺网试样 A 和 30%黏胶/70%涤纶半交叉铺网试样 C 上的横纵向扩散效果均较好,这与黏胶材料本身的吸湿性好有关;经半交叉柔软处理的试样 b 的液体横纵向扩散效果较好;添加柔软剂处理的试样 b,e 的液体纵向扩散效果较为明显;全交叉铺网处理的试样 d,g 各自的液体横、纵向扩散长度相差不大。

表 9 13 种非织造绷带基布的横纵向扩散长度

Tab. 9 Longitudinal and lateral diffusion lengths of
13 types of non-woven bandage base fabrics cm

试样编号	横向		纵向	
	30 s	270 s	30 s	270 s
A	30.00	270.00	30.00	270.00
B	5.25	5.75	6.90	7.85
C	5.55	6.00	7.15	8.15
D	5.35	5.70	5.15	5.50
E	3.25	3.60	4.50	5.45
F	2.75	4.25	3.25	4.90
a	2.00	2.50	1.95	2.30
b	5.50	6.20	8.50	9.25
c	1.75	2.20	2.00	3.25
d	4.00	4.20	3.25	3.35
e	3.50	3.20	3.00	3.40
f	1.60	3.70	1.85	3.30
g	1.90	2.10	1.85	2.35

3 结论

本文对不同原料配比及处理工艺或成网方式制备的非织造绷带基布的表面形貌进行观察,并对其厚度、透气性、拉伸性能、顶破性能、弯曲性能、亲水性能、液体扩散性能进行测试与分析,结论如下:

(1) 全交叉铺网非织造绷带基布的厚度比半交叉铺网试样的大,不同工艺处理或成网方式所得的非织造绷带厚度存在差异。非织造绷带基布厚度越大越不利于材料的透气性能。相同条件下,样品厚度从 0.34 mm 增加到 0.41 mm,透气量从 509 mm/s 下降到 431 mm/s;厚度从 0.33 mm 增加到 0.46 mm,透气量从 449 mm/s 下降到 280 mm/s。

(2) 全交叉成网和柔软处理能够改善非织造绷带基布的物理性能,但所得试样的透气性、液体扩散性能和亲水性较差;上浆处理能改善涤纶非织造绷带基布的弯曲性能、亲水性能和透气性能。

(3) 非织造绷带基布的亲水性和液体扩散性能与原料有关,亲水性好的材料在液体扩散性能方面表现也较好,上浆处理能改善涤纶纤维的亲水特性。

综上,面密度为 55 g/m² 的 60%黏胶/40%涤纶半交叉铺网非织造绷带基布和面密度为 50 g/m² 的 100%涤纶上浆半交叉铺网非织造绷带基布的综合性能较好,具有柔软透气、液体易扩散等特点,能为伤口愈合提供适宜的环境,更适合用来制作医用绷带产品。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

- [1] 张洁,钱晓明. 弹性绷带的发展及其在医疗领域的应用[J]. 棉纺织技术,2011,39(8):65-68.
- [2] 陈淑珍. 医用绷带中国专利分析[J]. 纺织科学研究,2019(7):78-80.
- [3] 程冉,徐瑞,何前虹,等. 水刺/机织绷带的复合工艺及性能研究[J]. 产业用纺织品,2021,39(6):29-33.
- [4] 朱雪梅. 涤纶弹性绷带面料的设计与生产[J]. 上海纺织科技,2018,46(7):48-49.
- [5] 吴光军,李振宁,徐芳,等. 负泊松比针织结构绷带开发与设计[J]. 纺织报告,2023,42(9):13-16.
- [6] 郭智臣. Chesson 聚氨酯液体绷带获市场准入许可[J]. 化学推进剂与高分子材料,2009,5:67.
- [7] DAVIS K P, DERLET R W. Cyanoacrylate glues for wilderness and remote travel medical care[J]. Wilderness & Environmental Medicine,2013,24(1):67-74.
- [8] MARTÍN-GARCÍA R F, JANER A L, RULLAN F V. Octyl-2-cyanoacrylate liquid bandage as a wound dressing in facial excisional surgery: results of an uncontrolled pilot study[J]. Dermatologic Surgery,2005,31(6):670-673.
- [9] 项雪雪,刘娜,郭佳祺,等. 电气石涂层涤纶织物用于致热绷带的制备及性能[J]. 上海纺织科技,2023,51(4):48-51.
- [10] 程冉,张瑜,王海楼. 不同涤纶/氨纶纱线比混织医用绷带的力学及透气性能[J]. 南通大学学报(自然科学版),2020,19(3):68-72.
- [11] 蔡永东. 高弹舒适运动绷带面料的开发[J]. 上海纺织科技,2024,52(5):61-62.
- [12] 顾鹏斐,李素英,李伟岸,等. 竹浆/黏胶纤维湿法水刺医用敷料的制备及研究[J]. 产业用纺织品,2019,37(7):23-27.
- [13] 张勇. 氧化石墨烯-壳聚糖改性棉非织造布的抗菌性能[J]. 上海纺织科技,2021,49(3):30-33.
- [14] 安琪,李朝威,杨立双,等. 水刺非织造医用绷带基布的性能研究[J]. 产业用纺织品,2022,40(5):18-22.
- [15] 马顺彬,陆艳,李淑臣,等. 铜改性聚酯纤维织物的性能测试与分析[J]. 纺织科学与工程学报,2021,38(2):10-13.