

易热宝[®]纤维针织应用关键技术

方国平¹, 郑宇²

(1.上海帕兰朵纺织科技发展有限公司, 上海 200081;

2.上海正家牛奶丝科技有限公司, 上海 200336)

摘要:介绍了易热宝[®]纤维的吸湿发热原理和主要的功能特点,并与EKS纤维进行对比。介绍了易热宝[®]纤维在针织上的应用,包括易热宝[®]纤维纱线的设计、纱线的组分和配比设计、织造染整技术设计。详细对比分析了易热宝[®]纤维与腈纶或涤纶纤维配比、与纤维素纤维配比设计的吸湿发热效果,确定了吸湿发热效果最佳的纤维配比方案,总结了应用易热宝[®]纤维开发新型功能性针织面料的关键技术要点。

关键词:易热宝[®]纤维;吸湿发热;调湿性能;组分配比

中图分类号:TQ 342+.34

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2017)08-0001-04

Key Technology of E-HOT[®] Fiber for Knitting Application

Fang Guoping¹, Zheng Yu²

[1.Plandoo (Shanghai) Textile Technology Development Co., Ltd., Shanghai 200081, China;

2.Shanghai Zhengjia Milk Fiber Science & Technology Co., Ltd., Shanghai 200036, China]

Abstract:The principle of moisture absorbing and heat-generating were introduced, and the main functional characteristics of E-HOT[®] Fiber were also introduced comparing with EKS fiber. The application of E-HOT[®] Fiber in knitting was introduced from technology design of E-HOT[®] Fiber yarn, yarn component and ratio design and knitting, dyeing and finishing technology design. The moisture absorbing and heat-generating effect of the yarn mix design that introduced E-HOT[®] Fiber blended with acrylic or polyester fiber and blended with cellulose fiber were compared and analyzed in detail. The optimum ratio of fiber composition was determined, and the key technical points of applying E-HOT[®] Fiber to develop new functional knitted fabric were summarized.

Key words:E-HOT[®] Fiber; Moisture Absorbing and Heat-generating; Humidity-controlling Properties; Components Ratio

21世纪初,日本东洋纺公司推出EKS合成纤维,它是一种能自行发热的全新材料。近年来,上海正家牛奶丝科技有限公司继研发牛奶蛋白纤维之后,又自行研发了一种吸湿发热纤维,即易热宝[®]纤维。易热宝[®]纤维和EKS纤维异曲同工,具有几乎相同的吸湿发热功能。本文针对EKS纤维的吸湿发热原理、易热宝[®]纤维吸湿发热机理与

EKS纤维的差异、易热宝[®]纤维在针织上的应用,以及发挥易热宝[®]纤维最大功能的关键技术等方面进行初步探索。

1 EKS纤维和易热宝[®]纤维对比

1.1 EKS纤维基本特征

EKS纤维属亚烯酸盐系纤维,有说法称其属改性腈纶纤维,但该说法没有根据也不准确。对于EKS纤维采用何种纤维作为载体,从现

有资料很难做出准确判断,但可以肯定,其在载体中注入了大量亲水基团,纤维具有很强的吸湿性,因此,EKS纤维具有显著的吸湿发热功能,表现在以下两方面。

a. 在大量亲水基团的作用下,EKS纤维具有很强的吸湿性,其性能已远超天然纤维。因吸湿而发热,吸湿越强,发热越强,这就是EKS纤维自行发热的基本原理。

获奖情况:“第三届(2017年)全国针织纬编技术研讨会”优秀论文;“2017年第七届全国针织科技大会”优秀论文。

作者简介:方国平(1948—),男,副总经理,教授级高级工程师。主要从事新材料功能性针织面料及产品开发方面的工作。

b. EKS 纤维具有调湿功能,即在吸湿同时能有效控制所吸湿汽(水分)缓慢而均匀地释放,使吸附的水汽产生的吸附热能均衡地散发在服装内,使穿着空间的温度缓慢升高,使人体感到温暖舒适。

除上述特征外,EKS 纤维还有如下特点:燃烧缓慢,燃烧时冒白烟并释放一种特异气味,离火自灭,残留物为细而软的黑色絮状物,即 EKS 纤维具有阻燃功能;纤维纵向表面光滑,有细微条纹,横截面呈圆形或近似圆形,这与腈纶纤维相似;熔点较高,300℃时出现炭化;化学稳定性好,不溶于强酸、强碱及实验室常用的有机溶剂;具有特有的中红外吸收光谱图,这似乎能说明 EKS 纤维非腈纶又非锦纶,是亚烯酸盐系纤维中的一种,但这只是猜测,不足为凭。

此外,EKS 纤维还具有调节 pH 值、抗起球和防静电等多种功能。需要说明的是,EKS 纤维的载体至今不明,因为国内还没有鉴别方法和标准。国内企业使用 EKS 纤维时的产品标注只能是其他纤维。

1.2 易热宝®纤维基本特征

易热宝®纤维是一种运用接枝共聚技术的改性腈纶纤维,具有高回潮率、吸湿发热性,其吸湿发热的机理为:采用接枝共聚的技术手段,在纤维的分子链上连接了大量(量的多少视纤维的实际用途而定)的—OH、—NH₂、—COOH、—CONH₂等亲水基团,其含量远远超过任何一种天然纤维。经接枝共聚后的纤维包含强大的亲水基团,当纤维吸收水分时,纤维分子和水分子相互吸引而结合,水分子的动能降低,动能转化为热能而释放能量,因此产生热量。同时,纤维的分子结构也做了技术性的调整,使其具有其他吸湿发热纤维所不具备的特点,

包括以下 3 方面。

a. 吸湿性强,公定回潮率达 28%~48%。主要取决于亲水基团的强弱、多少,温度 20℃、相对湿度 65%时吸湿能力是木棉的 35 倍。

b. 通过纤维结构的调整,纤维的吸湿放热和脱湿吸热平稳地进行。吸湿快而放湿缓,均匀地释放湿度,让贴身内衣长时间保持干爽,有效防止出汗后的冷感,并能从容地调节皮肤和内衣之间的温差,使人体感到温暖舒适。

c. 发热性随吸湿量的增强而上升。当回潮率为 27%时,1 g 纤维放热量达 210 J,放热能力是羊毛和羽绒的 2 倍左右。当相对湿度从 0 变为 85%时,1 g 纤维放出的热量可使一杯水的温度上升约 1℃。

易热宝纤维®与其他纤维的回潮率及发热量对比见表 1。

表 1 易热宝®纤维与其他纤维回潮率及发热量对比

纤维材料	公定回潮率/%	发热总量/(J·g ⁻¹)
棉	8.5	46
蚕丝	11.0	50
亚麻	12.0	55
丝光麻	13.0	73
羊毛	18.5	113
黏胶	13.0	106
腈纶	2.0	7
易热宝纤维®	28.0	210

易热宝®纤维还具有抗菌、平衡 pH 值和有效阻燃的功能。根据 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》,纺织工业南方测试中心采用振荡法(水洗 10 次),对易热宝®纤维抗菌性的检测结果见表 2,可知易热宝®纤维的抑菌率(革兰氏阳性菌:金黄色葡萄球菌)达 99.8%。

1.3 异同点

1.3.1 相同点

EKS 纤维和易热宝®纤维的相

表 2 易热宝®纤维抗菌性测试结果

测试样品	细菌	0 h 细菌数/个	培养后细菌数/个	抑菌率/%
测试样	金黄色葡萄球菌		7.7×10 ³	99.8
对照样	金黄色葡萄球菌	9.2×10 ³	4.8×10 ⁶	

注:对照样为未加工的全棉针织物。

同点为:均在各自的纤维载体上植入亲水基团,使载体具有很强的吸湿性,从而使纤维的发热性随吸湿的增强而增强,两者的吸湿发热基本原理相同;均有调湿的功能,即在纤维吸湿的同时,能有效控制所吸湿汽(水分)缓慢而均匀地释放,从而使吸附的水汽产生吸附热,从而均衡地调节皮肤和内衣之间的温差,使人体感到温暖舒适,两者的调湿功能基本相同。

1.3.2 不同点

EKS 纤维和易热宝®纤维的不同点有以下 3 方面。

a. 载体不同。易热宝®纤维的载体是腈纶,EKS 纤维的载体尚未明确,但肯定不是腈纶,关于其载体,还需做进一步研究。

b. 调湿功能的机理不同。易热宝®纤维通过调整载体纤维的结构,即腈纶纤维改性从而实现放湿减缓。EKS 纤维的调湿手段尚不清楚,现有技术资料不足以证明其和易热宝®纤维的机理相同,但能够明确,EKS 纤维的技术工艺和路线较易热宝®纤维繁杂,因而其技术成本远高于易热宝®纤维。

c. 成本差异较大。易热宝®纤维的价格明显低于 EKS 纤维,仅是 EKS 纤维的一半还不足。

2 易热宝®纤维在针织上的应用

2.1 纱线的设计

由于易热宝®纤维具有很强的吸湿发热功能,载体又是腈纶纤维,其使用量、混纺纤维种类、纤维

组分配比等方面的设计,既要做到合理科学地运用易热宝[®]纤维,又能够通过与其他纤维的恰当搭配,最大程度地发挥易热宝[®]纤维的吸湿发热功能,即让易热宝[®]纤维吸湿发热功能最大化,同时使腈纶不耐碱、易起球的弱点最小化。

2.1.1 试验纱线的技术定位

纱线线密度为 18.5 tex(32^s)或 14.8 tex(40^s);采用赛络紧密纺;捻度控制在 870~920 捻/m,捻系数控制在 340~350。

2.1.2 纱线的质量要求

条干和强力必须符合标准;毛羽控制在 0.2~0.5 cm;出具纱线质量的乌斯特报告。

通过对试验纱线的技术定位和质量要求,保证纱线的质量处于可控和中高档水平。

2.2 纱线的组分配比设计

2.2.1 与腈纶、涤纶纤维配比的两组分设计

易热宝[®]纤维与腈纶、涤纶纤维配比的两组分设计有如下 4 种:

- 易热宝[®]纤维、腈纶纤维混纺(15:85);
- 易热宝[®]纤维、涤纶纤维混纺(20:80);
- 易热宝[®]纤维、腈纶纤维混纺(30:70);
- 易热宝[®]絮片、涤纶絮片混合(30:70)。

将 a、b、c 3 组分别制成 18.5 tex 赛络紧密纺纱线,同时分别织成克质量为 290 g/m² 的棉毛布;将 d 组单独混合均匀成絮片。经测试,吸湿发热数据见表 3。

由表 3 可知,a 组不达标参照 FZ/T 73036—2010《吸湿发热针织内衣》,其规定:最高升温值 ≥ 4.0 ℃,30 min 内的平均升温值 ≥ 3.0 ℃),原因是腈纶纤维的回潮率仅为 2.0%,配比 15%的易热宝[®]不足

表 3 易热宝[®]纤维与腈纶、涤纶纤维两组分配比吸湿发热性能

组分配比 方案	最高升温值/ ℃	30 min 内平 均升温值/℃
a	4.6	2.1
b	5.6	3.9
c	6.1	3.3
d	6.2	4.6

以使 85%的腈纶纤维发挥出合格的吸湿发热功能。当易热宝[®]纤维含量为 20%时,即使回潮率为 0.4%的涤纶纤维含量为 80%的情况下,其吸湿发热功能还是超过了行业标准。

上述分析可以说明:含量不高的易热宝[®]纤维在和回潮率很低的纤维混纺时,依然具有较强的吸湿发热功能。

2.2.2 与纤维素纤维配比的两组分设计

易热宝[®]纤维与纤维素纤维配比的两组分设计有两种:配比一为易热宝[®]纤维与棉纤维混纺(15:85);配比二为易热宝[®]纤维与莫代尔纤维混纺(15:85)。

将两组分别制成 18.5 tex 的赛络紧密纺纱线,同时分别织成克质量为 290 g/m² 的棉毛布。经测试,吸湿发热数据见表 4。

表 4 易热宝[®]纤维与纤维素纤维两组分配比吸湿发热性能

组分配比 方案	最高升温 值/℃	30 min 内平均 升温值/℃
配比一	7.0	8.1
配比二	4.2	5.6

由表 4 可知,含量只有 15%的易热宝[®]纤维与纤维素纤维混纺,均具有较强的吸湿发热功能,其功能高于同等比例的腈、涤纶混纺面料。

吸湿发热功能的好坏和与其配比的纤维素纤维的回潮率有关。回潮率高,则吸湿发热功能亦高,反之则低。

2.2.3 与纤维素纤维配比的 4 组分设计

纤维配比 4 组分:易热宝[®]纤维 15%、莫代尔纤维 25%、麻赛尔纤维 30%、棉纤维 30%,这组纤维分别制条,采用条混方式,用赛络紧密纺技术纺 14.8 tex 的纱线,分别织造结构相同、染整工艺相同、克质量不同的 3 种棉毛布,即克质量分别为 240、280 和 300 g/m²。经检测,吸湿发热性能和其他质量指标的实际测试数据见表 5。

由表 5 可知,同样结构的织物,克质量不同则吸湿发热值不同;3 组不同克质量的 4 组分织物,均和易热宝[®]纤维与棉或莫代尔两组分相同配比、相近克质量的织物的吸湿发热值有较明显的差异,4 组分织物的最高升温值明显高于两组分织物,温度差在 2.0℃左右,4 组分织物 30 min 平均升温值略低于两组分织物,平均低 0.7℃左右;3 种不同克质量面料的保暖率随克质量的增加而均衡上升,并趋向于行业标准的保暖率指标即 30%,如要达到行业标准,需要再增加面料克质量,或适当增加易热宝[®]纤维的比例,这需要做进一步的试验;3 种不同克质量面料的透气性均符合行业标准;其他指标不但符合标准且相当稳定。

采用相同纱线,克质量为 260 g/m²,使用相同组分、相同配比、相同克质量但结构不同的双面罗纹布,对比易热宝[®]纤维的吸湿发热效果,结果表 6。

由表 6 可知,在织物克质量、纤维组分、纤维配比基本相同的情况下,双面罗纹织物的吸湿发热功能不及棉毛织物;罗纹织物的透气性明显高于棉毛织物,但保暖性明显下降,远不及棉毛织物。

从以上易热宝[®]纤维与纤维素

表 5 4 组分不同克质量面料的吸湿发热性能

棉毛布克质量/(g·m ⁻²)	保暖率/%	透气率/(mm·s ⁻¹)	顶破强力/N	抗起毛起球等级/级	耐摩擦色牢度等级/级		吸湿发热性能	
					干摩	湿摩	最高升温值/℃	30 min 平均升温值/℃
240(黑)	25.45	260	454	3~4	4~5	3	9.7	4.2
280(绛红)	26.90	187	477	3~4	4~5	3	9.8	4.1
300(黑)	28.80	185	488	3~4	4~5	3	9.9	4.2

表 6 双面罗纹布的吸湿发热性能对比

双面罗纹布克质量/(g·m ⁻²)	保暖率/%	透气率/(mm·s ⁻¹)	顶破强力/N	抗起毛起球等级/级	耐摩擦色牢度等级/级		吸湿发热性能	
					干摩	湿摩	最高升温值/℃	30 min 平均升温值/℃
260(孔雀蓝)	22.30	467	319	3	4	3	8.9	4.0

纤维配比设计以及检测的数据中不难看出,易热宝®纤维与纤维素纤维配比的吸湿发热性能远高于与腈纶或涤纶纤维配比,但与哪些纤维素纤维配比、比例多少、采用何种织物结构,成为易热宝®纤维吸湿发热功能最大化的关键技术。

2.3 织造染整技术设计

2.3.1 织造

易热宝®纤维对纱线的质量有严格要求,采用 28 针/25.4 mm 双面大圆机织造为宜。

严格控制线圈长度。对纱线长度、氨纶长度、纱线张力、氨纶张力严格定位,并由技术人员进行有效监控,保证面料的织造质量。

2.3.2 染整

注意事项:必须采用环保节能型染料;严格掌握和控制预定形的温度和时间,温度过高或过低、定形速度过快,都会影响面料的内在质量甚至对面料造成伤害;染色温度和升温时间也需严格掌握,尤其是纤维素纤维,其上色快,很容易染花或染偏,造成不必要的布面损伤;染整后的面料要自然成匹,过

分拉紧容易使布面走形,自然醒透,一般平放 48~72 h 后才能裁剪。

只有做到上述技术要求,易热宝®纤维面料的外观和内在质量才能达到预想的要求。

3 关键技术分析

易热宝®纤维比 EKS 纤维更具优势,其吸湿发热机理更简单易行,技术成本更低,具有明显的竞争力。易热宝®纤维在吸湿性和发热性上有较大的技术优势,可用较少且合理的量获取较大的吸湿发热效果,且在吸湿发热的同时,能有效控制放湿放热,达到衣物和人体的温度平衡,使穿着温暖舒适。

要使易热宝®纤维吸湿发热功能最大化,必须有科学合理的纤维组分和配比。在易热宝®纤维与纤维素纤维配比中,易热宝®纤维 15%、莫代尔纤维 25%、麻赛尔纤维 30%、棉纤维 30%这一组合为最佳组合,其吸湿发热值在所有组合中最具优势,这是其功能最大化的关键所在。其中,14.8 tex 赛络紧密纺纱线、克质量为 300 g/m² 的棉毛布效果更明显。

使用赛络紧密纺的纺纱技术,科学设置纺纱工艺,控制好捻度和捻系数,是有效避免面料起毛起球的技术手段,经试验,纤维的弱点达到最小化,取得了理想的效果。

易热宝®纤维主要功能是吸湿发热,试验中发现,在不增加面料克质量的前提下,适当增加易热宝®纤维的比例,完全有可能达到保暖标准,如易热宝®纤维含量增加至 20%,在相同纤维配比、相同面料克质量的前提下,其保暖率可能达到标准,这有待进一步研究。

易热宝®纤维具备多功能特性的条件,其主功能是吸湿发热,次功能是抑菌和阻燃。在一定条件下,保暖功能也能成为其主体功能。

4 存在问题

易热宝®纤维的主要制备技术是接枝共聚,和大部分再生纤维素纤维一样,很难用现有的鉴别方法做出鉴别标准,这是其继续发展的瓶颈,也是其他再生纤维素纤维继续发展的最大障碍。这个问题已是老生常谈,但仍然悬而未决,看似是技术问题难以攻克,其实也是理念问题、思维方法问题。突破了,就是创新,就是进步;突不破,就停滞,就落后。EKS 纤维是否有鉴别标准并不确定,或许是发明者对外的技术封锁。企业应该花大力攻克这一难关,这是对整个行业的贡献,应努力而为之。

5 结束语

易热宝®纤维是一种具有竞争力和发展空间的功能性纤维,有条件向多功能纤维方向发展,实现其功能最大化的关键技术在于和纤维素纤维科学合理的组合配比设计。此外,应努力制订易热宝®纤维的鉴别方法和标准,突破瓶颈,争取更大的进步和发展。

收稿日期 2017 年 6 月 5 日