

发光针织面料的设计开发及应用

郭雪峰^{1,2}, 杨静芳^{1,2}, 葛明桥³

(1.常州纺织服装职业技术学院, 江苏 常州 213164;

2.常州市新型纺织材料重点实验室, 江苏 常州 213164;

3.江南大学 生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘要:基于夜光纤维的研究概述、基本性能及其纺织品的应用情况, 本文采用18.7 tex的发光涤纶纯纺纱与普通棉纱在12 针/25.4 mm的LXC121SC型电脑横机上开发出一款新型发光罗纹针织面料。然后通过设计罗纹组织、纬平针组织、双反面组织3种组织结构, 并调整纬平针3种编织密度, 以分析发光面料的发光亮度设计方法。利用夜光纤维制作的该类发光面料在吸收一定可见光能量后, 在无光照射时也可以产生持续发光, 面料具有色光丰富、外观绚丽、无毒无害、无须染色、亮度不受水洗影响等优点, 可应用于服饰、家居、工业用等领域。

关键词:夜光纤维; 发光面料; 发光亮度; 针织产品; 应用领域

中图分类号: TS 182⁺.5

文献标志码: B

文章编号: 1000-4033(2015)10-0020-04

Design and Development of Photoluminescent Knitted Fabric

Guo Xuefeng^{1,2}, Yang Jingfang^{1,2}, Ge Mingqiao³

(1.Changzhou Textile Garment Institute, Changzhou, Jiangsu 213164, China;

2.Changzhou Key Laboratory of New Textile Materials, Changzhou, Jiangsu 213164, China;

3.Key Laboratory of Eco-Textile Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract:Based on the research summaries, basic properties and fabrics applications of the luminescent fiber, the paper develops a new kind of photoluminescent rib knitted fabric on 12 G LXC121SC computerized flat knitting machine by using 18.7 tex photoluminescent polyester yarn and cotton yarn. In addition, it analyzes the design method of lumination brightness by designing three pattern structures including rib, plain and purl stitch, and setting three fabrics densities. The results show that this new photoluminescent knitted fabric can be continuously shining for several hours in the darkness after absorbing visible light and storing luminous energy; this product has abundant light colors, florid appearance, non-toxic, no dyeing, brightness with no sensitiveness to washing etc, which can be widely used in the apparel, household and industrial areas.

Key words: Luminescent Fiber; Photoluminescent Knitted Fabric; Lumination Brightness; Knitted Product; Application Area

目前, 交通运输、夜间作业、消防应急等领域由于缺少发光物体的指引, 事故频发, 使用发光纺织品的指引, 可有效降低危险的发生, 减少事故人员伤亡与经济损失。传统的发光面料是将发光材料通过涂层

方法附于织物表面, 其织物手感、服用性能、耐洗涤性能及发光效果较差, 且生产过程及其废弃物对环境污染严重。

夜光纤维属于高科技功能型纤维材料^[1], 采用熔融纺丝技术, 将

长余辉发光材料共混于聚合物中制备而成。利用电子的能级跃迁实现发光, 即吸收一定可见光能量, 在无光时可以产生持续发光。克服了传统涂层产品的缺点, 具有色光丰富、外观绚丽、无毒无害、发光无

基金项目:2014年江苏省“青蓝工程”优秀青年骨干教师培养项目。

作者简介:郭雪峰(1978—), 女, 副教授, 博士。主要从事功能性纤维及产品的开发研究。

限循环、无须染色、亮度不受水洗影响等优点。

基于此,如果在设计针织面料的过程中引入夜光纤维,则所设计的发光面料可以扩大纺织产品在产业及其他行业的使用面,从而大大提高产品的附加值和应用领域。本文运用纺织品设计原理,采用不同的工艺参数,研究织物密度、组织结构等对面料发光亮度的影响,为设计出合理的面料发光亮度和色光可调控效果提供一定的参考。

1 夜光纤维概述

夜光纤维是一种光致发光的纤维材料,是以成纤聚合物聚对苯二甲酸乙二醇酯(简称 PET)、聚丙烯(简称 PP)、聚酰胺(简称 PA)等为基材,添加稀土长余辉发光材料和纳米级助剂,经特种纺丝工艺制成的蓄能型发光纤维^[2]。这种纤维只要吸收一定量的可见光,便能在黑暗状态下持续发光数小时以上,并可循环使用,无毒无害,无放射性,可广泛应用于航空航天、国防工业、建筑装潢、交通运输、夜间作业、日常生活及娱乐服装等领域,具有良好的市场前景。

目前,已有大量文献报道稀土长余辉发光材料,然而关于夜光纤维的研究却很少,且主要集中在纤维的制备方法方面^[3-5],有关人员对于夜光纤维的结构、性能、应用做了系统深入地研究。徐燃霞等^[6]采用不同浓度的红、黄、蓝三原色分散染料高温染蓄能型夜光丝,测试染色后夜光丝的发光强度,分析染液浓度、染料类型、K/S 值对发光性能的影响。徐燕娜等^[7]对夜光纤维的结构组成、力学、热学性能进行了测试和分析,为后序纤维的应用打下基础。赵菊梅等^[8]针对夜光纤维的光照激发和发射过程进行了测试和全面分析。赵苗等^[9]发现纤维

中的 SrAl_2O_4 在使用过程中与金属铁接触并发生相对运动,会出现色泽变暗现象,影响其产品外观及发光亮度,对此总结了色泽变化的原因。张技术等^[10]主要研究夜光纤维的防伪原理,分析聚合物基材、无机颜料、不同工艺条件等对发射光谱的影响。闫彦红等^[11]对夜光纤维的产品开发做了系统阐述。

由夜光纤维制成的发光纺织品物理化学性能稳定,无毒无害无放射性,对人体没有伤害;光的吸收、存储和发射过程循环往复,亮度不受外界使用条件的影响;在可见光条件下,具有各种色彩,如红色、黄色、蓝色、绿色等;在无可见光情况下,自身可发出各种色光,如红光、蓝光、黄绿光等^[12],吸收一定可见光后在夜晚可以发出不同程度的光亮和色彩,形成清晰或隐约的花纹轮廓,填补了夜间美化装饰的空白,符合低碳环保要求。最终产品无须染色,避免了染料对纤维发光性能的影响,以及染整工序对环境的污染。

夜光纤维不但可以与其他纤维交织,还可以用于织绒、混纺、提花、刺绣等织造工艺,目前已进行了初步的产品开发,如毛绒玩具、绣花、观赏画等,具有良好的市场前景。目前,夜光纤维的应用领域主要集中在服饰、家居装饰类产品,而随着纤维种类的丰富、纤维余辉性能的改善、光谱规律的发现,可以更多地应用于航空航天、防伪等高科技领域。同时,在工业

用纺织品中夜光纤维也有广泛的应用前景,如夜间使用的降落伞中添加强一定比例的夜光纤维,可降低着陆的危险性;也可用于汽车内饰材料、消防用水带、井下作业用具等领域;另外由于其发射光谱的唯一性,未来在防伪领域也有着巨大的开发潜力。如图 1 所示为夜光纤维在有光照和无光照条件下的外观特点,在有光照时,其外观呈现红、蓝、黄、白等不同颜色,在无光照时,则发出黄绿、蓝等不同色光。

2 发光面料的设计

发光面料的创新设计过程比较复杂,不仅要考虑有光照情况下的外观效果,同时要考虑黑暗状态下的发光亮度、光色变化等所带来的夜间装饰效果。

发光针织面料的设计主要包括原料设计、纱线设计、织物结构设计等。设计过程中,通常选用棉、化纤等与发光纱线配合使用,突出不同原料的风格特征,弥补天然纤维和化学纤维性能上的不足。组织结构决定织物外观纹路,只有合理设计,才能保证织物的上机织造,同时组织结构和色纱排列合理配置,可获得理想的花型图案。

本文采用 18.7 tex 的发光涤纶纯纺纱在 LXC121SC 型电脑横机(12 针/25.4 mm)上编织罗纹组织针织面料,选用 8 根 14.5 tex×2(40⁵/2)普通棉纱与 4 根发光纱线交替喂入编织,成品规格如下:

横密	32 纵行/5 cm
纵密	50 横列/5 cm



(a)有光照时 (b)无光照时
图 1 夜光纤维有光照和无光照条件下的外观对比

克质量 321.1 g/m²
厚度 1.132 mm

该发光罗纹织物表面具有横条效果,无光照时呈现间隔有序有条形外观效果,由于横向拉伸时具有较大的弹性和延伸性,可用于内外衣制品,如弹力衫、弹力背心、领口和裤口等,具有特殊的夜间装饰效果,设计实物如图 2 所示。

3 发光面料的发光亮度设计

3.1 发光亮度概述

对于发光物体,最突出的特征是其发光性能,而表征发光性能的指标有很多,如激发发射光谱、发光衰减、发光效率、发光亮度、热释光性能等^[13]。对于发光面料,最重要的特点是其在夜间的发光亮度及所带来的花型图案效果。发光亮度是指一定面积的发光表面沿法线方向所产生的光强,用坎德拉每平方米表示,1 Cd/m² 表示沿 1 m² 发光表面的法线方向产生 1 烛光的光强,对于很弱的发光强度,其发光亮度通常采用 mCd/m² 来表示。

发光纤维的发光亮度主要取决于所添加的发光材料,其次受颜料助剂组分、纺丝工艺条件等的影响。而发光面料的发光亮度受多方面条件的影响,如使用夜光纤维的多少、纱线线密度的大小、组织结构的变化等,都会对发光面料的发光亮度和发光的图案花型效果产生影响。需要说明的是,研究发光面料的发光亮度,并不是要使发光面料的发光亮度最高,而是借此来获得理想的夜间发光花型图案效果。换言之,通过对纱线、密度、组织等的设计,可以调整发光面料的发光亮度大小,并对花型图案效果进行合理设计。

3.2 组织结构对发光亮度的影响

本文设计罗纹、纬平针、双反

面 3 种组织结构,选用 14.5 tex 棉纱和 16.5 tex/36 f 铝酸锶发光涤纶丝,在 LXC121SC 型电脑横机(12 针/25.4 mm)上编织,两种纱线交替喂入,在织物表面形成横条效果,经过反复试织与修改编织程序确定出编织工艺,考虑到双反面组织需要频繁翻针,其线圈长度要略大,其余正常编织。成品规格见表 1。从发光效果来看,3 种织物均发出微弱的黄绿光,覆盖整个织物,其中罗纹发光织物的亮度更显著,而纬平针发光织物的亮度相对较弱。为进一步印证组织结构对发光亮度的影响,利用 PR-305 型长余辉荧光测试仪测定 3 种织物的余辉初始亮度,激发照度 1 000 lx。结果显示,双反面发光织物初始亮度为 0.872 Cd/m²,罗纹发光织物为 0.996 Cd/m²,纬平针发光织物为 0.653 Cd/m²,这与罗纹发光织物的克质量和厚度有直接关系。

3.3 织物密度对发光亮度的影响

选取纬平针组织,采用普通棉纱线与发光纱线交替喂入编织,改变织物密度观察其发光效果,其中密度即线圈长度的调整是最重要的。成品规格见表 2。从发光效果来看,3 种不同密度的纬平针发光织物无光照时均呈现条纹状且分布均匀,但随着密度的减小,织物表面亮度呈现逐渐变弱的趋势。用 3.2 中测试仪器对 3 种不同密度纬平针织物的余辉初始亮度进行测试,1#—3# 样品的亮度分别为 0.734、0.687、0.521 Cd/m²,因此,密度越大,单位距离内发光纱线圈数越多,导致织物发光亮度越明显。

3.4 小结

通过夜光纱线与普通纱线的独特排列、织物密度的合理设计和组织结构的变化等,选用不同颜色的夜光纤维,使发光面料具有不同的发光亮度;与所设计的花型图案合理配置,呈现出多色光,能够更

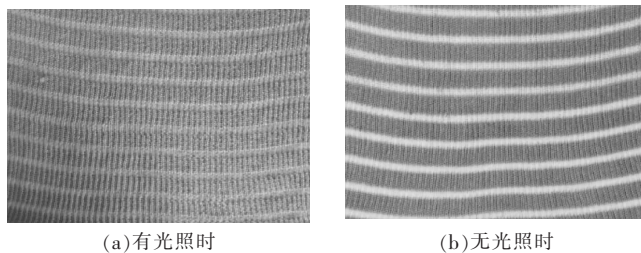


图 2 发光罗纹织物设计实物图

表 1 不同组织结构发光针织物的成品规格

组织结构	横密/ [纵行·(5 cm) ⁻¹]	纵密/ [横列·(5 cm) ⁻¹]	克质量/(g·m ⁻²)	厚度/mm
双反面	26	82	233.9	1.043
罗纹	31	47	271.5	1.058
纬平针	28	46	141.9	1.005

表 2 不同织物密度纬平针发光针织物的成品规格

样品编号	横密/ [纵行·(5 cm) ⁻¹]	纵密/ [横列·(5 cm) ⁻¹]	克质量/(g·m ⁻²)
1	30	52	163.9
2	28	46	141.9
3	26	42	132.8

加突出清晰或隐约花型轮廓的特殊外观效果。

4 发光针织面料的应用领域

4.1 服饰用品

发光针织面料在服装上的应用具有特殊的艺术效果,尤其对于舞台服装具有很强的渲染效果。除了具有夜间柔和、发光独特的艺术效果外,发光面料的应用还可以节约能源,减少热释放。如图 3 所示为有光照和无光照时的女士服装。



图 3 服用发光针织产品

4.2 家居装饰

在家居用品方面,可以采用发光面料制作窗帘、拖鞋、地毯、毛绒玩具等,即使在暗处仍然十分明显,不仅渲染了家居装潢的效果,同时也便于夜间活动。如图 4 所示为发光针织家居用品。



图 4 发光针织家居用品

4.3 消防应急

在设计消防服装时,添加一定面积的发光针织面料,在火灾或比较黑暗时,人们可以马上看到消防人员,迅速作出反应,达到自救和被救的目的;如果将该类面料应用

于中小学生的校服,可大大提高其交通安全性;另外发光针织服装便于矿工在漆黑的矿井中相互联络,遭遇事故时便于开展救援工作。如图 5 所示为有光照和无光照时的消防用发光针织面料。

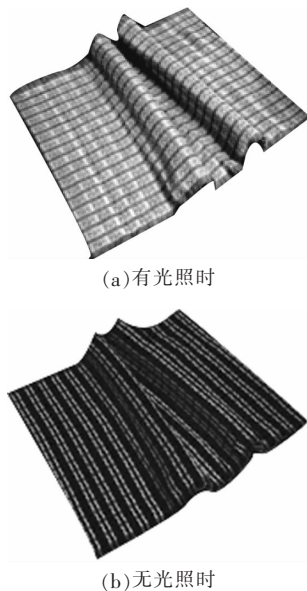


图 5 消防用发光针织面料

5 结束语

本文通过调整织物密度、组织结构等参数讨论发光织物的亮度变化情况,利用组织结构与色纱排列的合理配置,获得预想的花型图案,以期发光织物夜间发光效果设计提供参考。另外,机器的编织速度和牵拉卷曲速度等上机工艺条件的变化也可以作为今后设计织物发光效果的有效途径之一。

在面料设计过程中,创新性地引入夜光纤维,通过确定产品的用途和创新设计理念,选取棉、化纤等原料与夜光纱配合使用,使创新设计产品突出不同的风格特征。该类产品可以用于服饰、舞台服、窗帘、拖鞋、毛绒玩具、矿井救援服、器材外套、降落伞等,具有较好的市场竞争力和良好的发展前景。

参考文献

[1] 葛明桥,虞国炜.彩色与彩色光稀土

夜光纤维及其制造方法:中国,1584138 [P].2005-02-23.

[2] SHIMIZU Y, OGASAWARA K, SAKAKURA H, et al. High luminance luminous fiber and process for producing the same:USA,6162539[P].2000-12-19.

[3] MIYAZAKI S, SEKKAI S. Polyester fibers containing luminescent substances and their manufacture:JP,285806 [P].2003-08-04.

[4] MISHRA S, MISHRA A, REVAPRASADU N, et al. Strontium aluminate/polymer composites:morphology, luminescent properties and durability [J].Journal of Applied Polymer Science,2009,112(6):3347-3354.

[5] 周瑾.稀土发光纤维现状及发展趋势[J].四川丝绸,2003(3):12-13.

[6] 徐燃霞,葛明桥,李永贵.蓄能型夜光丝的染色性能[J].印染,2005(18):9-11.

[7] 徐燕娜.夜光纤维的结构与性能研究[D].无锡:江南大学,2008.

[8] 赵菊梅.稀土铝酸铈夜光纤维光照激发和发射过程研究[D].无锡:江南大学,2008.

[9] 赵苗,葛明桥.稀土铝酸盐发光材料与金属铁作用过程中的色泽变化机理[J].江南大学学报:自然科学版,2007,6(5):593-597.

[10] ZHANG J S, GE M Q. Effect of polymer matrix on the spectral characteristics of spectrum-fingerprint anti-counterfeiting fiber[J].Journal of Textile Institute,2012,103(2):193-199.

[11] 闫彦红,葛明桥.稀土夜光纤维产品开发与应用[J].产业用纺织品,2008(2):16-19.

[12] 曹铁平.稀土发光材料的特点及应用介绍[J].针织工业,2006(4):42-44.

[13] 郭雪峰,葛明桥.彩色稀土铝酸铈夜光涤纶纤维的余辉和热释光特性[J].材料导报,2012,26(18):14-17.

收稿日期 2015 年 2 月 4 日