

# 聚合物光纤在服饰刺绣设计中的应用

张华玲<sup>1</sup>, 王立晶<sup>2</sup>

(1. 黎明职业大学 纺织鞋服工程学院, 福建 泉州 362000, 2. 墨尔本皇家理工大学 纺织服装设计学院, 澳大利亚 墨尔本 3056)

**摘要:**基于对光纤发光特性的分析, 将光纤与服饰材料相结合, 创新设计了端发光及侧发光两组线绣图案, 制作出可发光、图案色彩可变换的线绣作品。此方法可应用于服装、鞋、包袋及其他服饰手工艺品。

**关键词:** 聚合物光纤; 服饰; 图案设计; 电子纺织品

**中图分类号:** TS 941.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096 - 1928 (2017) 06 - 0522 - 05

## Embroidery Design Using Polymer Optical Fiber With Luminous Effects

ZHANG Hualing<sup>1</sup>, WANG Lijing<sup>2</sup>

(1. Institute of Textiles, Footwear and Apparel Engineering, Liming Vocational University, Quanzhou 362000, China; 2. School of Fashion and Textiles, Royal Melbourne Institute of Technology University, Melbourne, 3056, Australia)

**Abstract:** This paper analyzed the emitting characters of the polymer optical fiber, combined the optical fiber and clothing fabrics. With luminous and side lighting optical effects, prototypes were created to make the luminous pattern, and changeable color. This method can be applied to the design of clothing, shoes, bags as well as other clothing handicrafts.

**Key words:** polymer optical fiber, costume accessory, pattern design, electronic textiles

光纤常被用于一些功能面料, 如安全防护服、儿童外套等<sup>[1]</sup>。近年来, 光纤也逐步应用于时尚服饰领域, 为穿着者带来新奇趣味的体验, 不仅使服装艺术缀上点睛之笔, 还满足了服饰艺术多元化、新颖化、差异化的需求。目前光纤在服饰上的应用主要是将光纤以纱线的形式植入织物, 从而形成具有发光效果的平面织物, 这种发光织物可用于生产登山露营用品、安全警示产品以及一些舞台服装<sup>[2]</sup>。例如香港理工大学研发的以纳米发光布织成的“发光芭蕾舞裙”和台湾喜多坊婚纱公司推出的“光纤婚纱”。但将光纤织入纺织品的难度较高, 制作过程比较复杂, 对材料的性能要求也较高, 加上服装需洗涤等, 使光纤在服装上的应用受到了一定限制。而一些服装的配饰、小工艺品则操作简单, 容易实现且成本低廉, 它们可独立成型, 用于装

饰点缀; 或穿插其间, 参与结构布局等<sup>[3]</sup>。文中通过设计并制作两组线绣作品, 根据不同的图案特征, 选择端发光光纤或侧发光光纤, 将塑料光纤与部分绣线相结合, 植入线绣图案中, 用发光二极管提供光源, 并通过对光源颜色的选择, 以及发光时间、发光顺序的控制, 尝试使线绣图案呈现不同的色彩效果, 从而丰富布艺包袋、鞋面、帽子、胸针等服饰配件的设计。

### 1 光纤发光的原理与制备

#### 1.1 光纤发光的原理

聚合物光纤是以高折射率的聚合材料制作的纤芯和低折射率皮层构成的光导纤维<sup>[4]</sup>。光纤自身并不发光, 须给予一定的光线照射, 光线由光导纤维的一端进入, 沿芯线经多次全反射, 从另一端

将光的明暗、光点的明灭、信号的变化射出。

1.2 光纤的制备

光纤发光的效果以端发光为主,即在光纤的一端给予光线,则光纤首尾两端发光。发光后色相饱和,等向性好,在可见光区不吸收、不散射、不产生辐射、不受电磁及无线电的干扰、受光角大,具有鲜明耀眼的艺术视觉效果。光纤端发光的效果如图 1 所示。

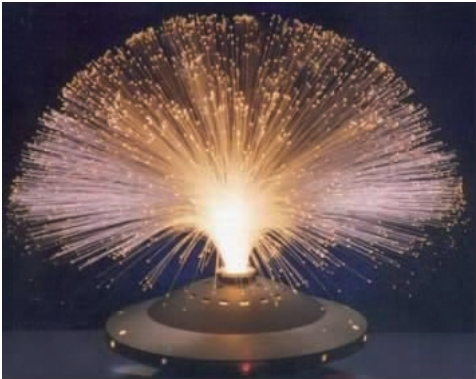


图 1 光纤端发光的效果

Fig. 1 Effects of optical fiber end luminescence

侧发光光纤是指光在光纤传输过程中,不仅将光从光纤的入射端面传输至出射端面,而且还有一部分光从光纤包覆层透射出来,从而形成光纤侧面发光的现象<sup>[5]</sup>。侧发光光纤的制备通常以端面光纤为原料,对需要发光部分的光纤进行特殊处理,使光纤可在指定的侧部透出光<sup>[6]</sup>。目前,以端面光纤为原料制备侧发光光纤<sup>[7]</sup>的方法主要有机械破坏、化学腐蚀、等离子处理、激光雕刻和弯曲等<sup>[8-9]</sup>,其中机械破坏法中砂纸摩擦法是最简单的制备方法之一。塑料光纤皮层较薄,容易被破坏而导致侧漏光<sup>[10]</sup>。根据设计作品的要求,利用不同型号的砂纸,在所设定位置进行不同程度的摩擦,即可获得不同位置、不同亮度的发光效果。图 2 是光纤摩擦前与摩擦后发光效果的对比。此方法虽然无法适用于批量生产,但其操作简单且价格低廉,可将其应用于一些手工 DIY 作品,不仅满足人们的个性化需求,而且拓展了发光织物的使用范围。



(a)摩擦前



(b)摩擦后

图 2 光纤摩擦前与摩擦后发光效果的对比

Fig. 2 Comparison of the luminescence effect before and after friction

2 端发光光纤绣花图案的设计与制作

端发光光纤的发光特点为首尾两端发光,中间不发光。文中根据这一特点进行相应的线绣图案设计,以达到最好的发光效果。所需要的材料包含:15 cm×15 cm左右麻布料一块,各色绣线足量;光纤若干;绣花针 2 支。首先在平纹织物上描绘好所设计的图案,确定图案发光部分及光纤切入位置,端发光兴纤维绣花图案设计如图 3 所示。

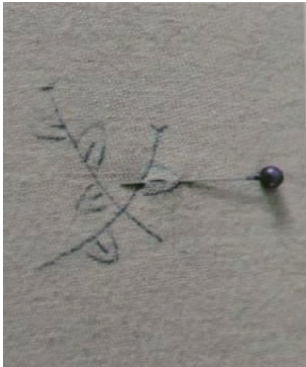


图 3 线绣图案设计

Fig. 3 Pattern design of thread embroidery

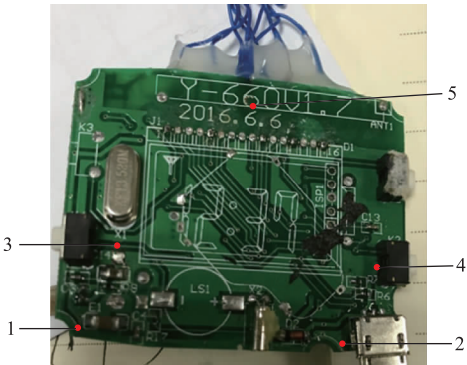
将光纤分束,每束若干支(根据所需效果确定)。按照所绘图案与绣线一并缝入,可缝于面料正面上亦可藏于面料底面,最后在面料正面穿出。设计图案为小蓟花,光纤束的上端沿花茎一直绣至花托,穿出布面 2 cm 左右,散布花朵之中,呈放射状花形;下端留出 3~5 cm 左右,插入面料的反面,以便接入 LED 灯。完成所有的线绣图案后,将光纤的底端接入 LED 灯光源处。如若需要分色、分动静态闪烁,则要进行进一步的分类工作,并在 LED 灯珠内部安装不同颜色的发光管芯,对电路进行设计。固定好光纤与 LED 光源的接头及电路板,接通电源,即可完成发光图案的制作。图 4 为小蓟花线绣的正、背面图。





4.2 线路板设计

根据图案设计,对光纤进行分组,分别插入不同颜色的 LED 灯,并用绝缘塑料套管连接光纤束与发光二极管。将不同颜色的发光二极管连接到电路上,利用定时器产生方波,通过计数器进行分频,驱动功率管控制发光二极管的开关,从而使不同颜色 LED 灯交替发光,令线绣图案呈现动态效果。线路板设计如图 8 所示。其中,轻触按钮  $S_1$ ,可对显示类型进行选择;轻触按钮  $S_2$ ,可对显示的速度进行选择,如循环显示、递减显示等;LED 灯接口,用于点亮光纤。



1 为电池接口;2 为充电接口;3 为轻触按钮  $S_1$ ;  
4 为轻触按钮  $S_2$ ;5 为 LED 灯接口。

图 8 线路板设计  
Fig. 8 PCB circuit diagram

选用 5 种颜色的 LED 灯(见图 7),分别为红( $D_1$ )、蓝( $D_2$ )、黄( $D_3$ )、绿( $D_4$ )、白( $D_5$ )。设置了 7 种类型的闪烁方式:①全闪:所有颜色的灯同时闪,即  $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5$ ;②跑马灯式闪烁 1:  $D_1 \rightarrow D_2 \rightarrow D_3 \rightarrow D_4 \rightarrow D_5$ ;③跑马灯式闪烁 2:  $D_5 \rightarrow D_4 \rightarrow D_3 \rightarrow D_2 \rightarrow D_1$ ;④交替闪烁:  $D_1 + D_2 \rightarrow D_3 + D_4 + D_5$ ,再交替闪;⑤递增闪烁:  $D_1 \rightarrow D_1 + D_2 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5$ ;⑥递减闪烁:与递增闪烁相反,即  $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 \rightarrow D_1 + D_2 \rightarrow D_1$ ;⑦综合显示:先递增闪烁  $D_1 \rightarrow D_1 + D_2 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5$ ,再递减闪烁  $D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \rightarrow D_1 + D_2 + D_3 \rightarrow D_1 + D_2 \rightarrow D_1$ ,然后所有灯全闪 3 次,再由两边向中间递增,最后从中间向两边递增。

7 种显示类型可循环,通过轻触按钮  $S_1$  选择不同的显示类型, $S_2$  选择不同的显示速度,每次选择速度和类型后,都会自动保存,开机后的显示状态

为上一次关机前的显示方式。

4.3 端发光成品效果

按照 4.2 的方法设计并制作的线绣作品,在接通 LED 灯,打开控制开关后,花朵尖端显现端发光的光纤,并可以控制其闪烁的颜色、顺序及频率,使线绣图案呈现动态发光的效果。特别是在黑暗背景的烘托下,更能制造出别具一格的视觉效果,形、色、光交相呼应,变化万千。小蓟花发光效果如图 9 所示。

4.4 侧发光成品效果

按照 4.2 设计并制作的线绣作品,在接通 LED 灯,打开控制开关后,不仅在花芯端发光,花茎也可以发光,并且通过控制灯光闪烁的颜色、顺序及频率,使线绣图案效果更加丰富。蔷薇花发光效果如图 10 所示。



图 9 小蓟花发光效果  
Fig. 9 Luminous effects of the finished product with light transmitted between the two ends of each optical fiber



图 10 蔷薇花发光效果  
Fig. 10 Luminous effects of Scape and rose flower

5 结 语

光纤作为非纺织类材料,在多元化跨界应用的背景下,其特点尚未得到更好的发挥。把光纤与纺织、电子相结合,开发新的工艺和表现手法,通过图案设计、电路设计制作的服饰配件作品有一定新颖性,满足服饰艺术多元化、个性化的需求。文中使用端发光及侧发光光纤设计线绣图案,制作的可发光、图案色彩可变换的线绣作品,简单易学,成本低,无需特殊设备,人们可购买配件自己组装(DIY)。此方法可以应用到服装、鞋、包袋及其他服饰手工艺品,甚至可以应用到窗帘及墙上纺织饰品中。

参考文献:

[ 1 ] 武睿,金子敏,陆浩杰,等. 图案色彩可变换的光纤织物[J]. 纺织学报,2010,31(12):43-46,52.  
WU Rui, JIN Zimin, LU Haojie, et al. Development of optical fiber fabric with pattern color changeable[J]. Journal of Textile Research, 2010, 31(12):43-46, 52. (in Chinese)

[ 2 ] 尚超,杨斌. 光纤发光针织物的侧发光性能研究[J]. 现代纺织技术,2014(3):9-13.  
SHANG Chao, YANG Bin. Research on side glowing performance of luminous knitted fabrics with optical fiber[J]. Advanced Textile Technology, 2014(3):9-13. (in Chinese)

[ 3 ] 刘健. 光导纤维在装饰艺术中的应用研究[D]. 苏州: 苏州大学,2014:12-14.

[ 4 ] 金瑞鹏,金子敏,杨斌,等. 摩擦法制备侧发光光纤及亮

度变化研究[J]. 丝绸,2015,52(2):31-35.  
JIN Ruipeng, JIN Zimin, YANG Bin, et al. Preparation of side-glowing optical fiber by friction method and study on luminance change[J]. Journal of Silk, 2015, 52(2):31-35. (in Chinese)

[ 5 ] 陈园园,俞玲玲,杨斌,等. 一种新型织物——发光织物的研制[J]. 丝绸,2008,47(5):19-21.  
CHEN Yuanyuan, YU Lingling, YANG Bin, et al. Research on a new type of fabric—a luminous fabric[J]. Journal of Silk, 2008, 47(5):19-21. (in Chinese)

[ 6 ] 陈园园,杨斌,金子敏. 可控发光织物的研制及其亮度表征[J]. 纺织学报,2008,29(8):38-41.  
CHEN Yuanyuan, YANG Bin, JIN Zimin. Manufacture of controllable luminous fabric and characterization of the luminance[J]. Journal of Textile Research, 2008, 29(8):38-41. (in Chinese)

[ 7 ] Kermenakova D, Meryova B, Militky J. Illumination intensity changes of side emitting optical fibers[J]. Word Journal of Engineering, 2013, 10(3):217-222.

[ 8 ] 王金春. 光纤提花织物的织造工艺研究与产品开发[D]. 杭州:浙江理工大学,2012:4-8.

[ 9 ] 江源,凌根华,殷志东. 侧面发光光纤的制备原理及其应用[J]. 光纤与电缆及其应用技术,2004(4):10-16.  
JIANG Yuan, LING Genhua, YIN Zhidong. Preparing principle and applications of side-glowing optical fiber[J]. Optical Fiber and Electric Cable, 2004(4):10-16. (in Chinese)

[ 10 ] Ali Harlin, Mailis Makinen, Anne Vuorivirta. Development of polymeric optical fibrics as illumination elements and textile displays[J]. Autex Research Journal, 2003, 3(1):1-8.

(责任编辑:卢 杰,邢宝妹)