

非织造夜光涂层织物发光性能研究

安晓龙¹ 于树发² 罗 军^{1*} 葛明桥¹

(1.江南大学生态纺织教育部重点实验室,无锡 214122;2.江苏迎阳无纺机械有限公司,常熟 215539)

摘 要 夜光涂层织物是一种新型功能性织物,通过制备非织造夜光涂层织物,分析比较含相同 30%(wt,质量分数)发光材料的针织夜光涂层织物与非织造夜光涂层织物的发光性能差异。借助扫描电子显微镜、荧光分光光度计、余辉亮度测试仪对织物的发光性能进行研究。结果表明:不同的织物组织对夜光涂层的发光性能具有一定的影响,非织造夜光涂层织物的发光强度优于针织夜光涂层织物,非织造夜光涂层织物的发光效率为 78.1%,是针织夜光涂层织物发光效率 7.91% 的 10 倍左右。

关键词 涂层,发光材料,织物,发光性能,亮度

Study on the optical property of nonwovens luminous coated fabric

An Xiaolong¹ Yu Shufa² Luo Jun¹ Ge Mingqiao¹

(1.Key Laboratory of Eco-textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122;
2.Jiangsu Yingyang Nonwoven Machinery Co., Ltd., Changshu 215539)

Abstract Luminous coated fabric is a new type of functional fabric. The Luminous properties of luminous knitted coating fabric and luminous coating nonwovens, which contained the same proportion 30wt% of luminous material, were investigated and compared. The luminescent properties of fabric were studied by scanning electron microscopy, fluorescence spectrophotometer and afterglow brightness tester. The results showed that different fabric organizations had a certain effect on the luminous properties of coatings luminous fabric. The luminous intensity of nonwovens luminous coating fabric was better than knitted luminous coating fabric. In addition, the luminous efficiency of nonwoven fabric was 78.1%, which was about 10 times of the luminous efficiency of knitted coating fabric 7.91%.

Key words coating, luminescent material, fabric, luminescent property, brightness

常见的夜光涂层织物主要以机织或针织织物(涤纶、锦纶)为基材,通过添加一定比例的发光材料及印染助剂通过涂层整理制备而成^[1-3],吸收一定的可见光或紫外光,便可在黑暗状态下持续发光 10h 以上。该涂层织物白天颜色艳丽、图案丰富,在黑暗处则能释放出黄绿色光而使织物绚丽多彩^[4-5],广泛应用于国防工业、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^[6]。已采用夜光涂层材料开发的产品有毛绒玩具、刺绣和面料等。商品的夜光涂层织物多为针织布,这是因为针织布相对机织布其性能要好^[7],而非织造夜光涂层织物还较少。

相对针织布等传统纺织品而言,非织造布具有不可取代的特点^[8]。非织造布是一种新型纺织产

品,是一种由纤维网组成的立体结构物,在纤维间靠化学或热熔粘合和机械外力纠缠变位而形成紧密联接^[9]。而传统的机织物和针织物是由纱线编织而成,具有明显的组织条纹,纱线又是有捻度的纤维结构状态,这些均会对纺织基材与涂层的结合和涂层状态及效果有很大的影响^[8]。同时,由于非织造布易形成多孔的片状结构,使之更易吸附涂层材料,多孔的片状结构对产品的透通性也起决定的作用^[10-11]。因此,将非织造布赋予夜光性能,使其成为涂层织物应用又一瓶颈的突破。但是非织夜光涂层织物的研究还比较少,提供的理论依据还较欠缺,导致其应用的空白。

本研究旨在制备一种非织造夜光涂层织物,并对其发光性能进行研究,通过与针织夜光涂层织物

基金项目:江苏省科技成果转化项目(BA2015119);江南大学大学生创业训练计划资助(2017CYJ002);江苏省数控一代机械产品创新区域应用示范工程(2015BAF25B00)

作者简介:安晓龙(1992-),男,硕士,主要研究方向为发光功能材料的开发。

联系人:罗军(1968-),男,博士,副教授,主要从事功能纺织材料方面的研究。

发光性能的比较,探究非织造布和针织布对涂层发光性能的影响,为夜光涂层织物的进一步发展及应用提供参考。

1 实验部分

1.1 材料

涤纶磨毛针织织物、涤纶非织造布,常熟江辉纤维制品科技有限公司;稀土铝酸锶($\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$)(SAOED),实验室自制。

1.2 仪器

电动搅拌器(RW 20 型),德国 IKA 公司;真空干燥箱(DZF-6090 型),上海一恒科学仪器有限公司;场发射扫描电子显微镜(FE-SEM, JSM-6700F 型),日本电子株式会社;荧光分光光度计(F-4600 型),日本 HITACHI 公司;余辉亮度测试仪(PR-305 型),浙大三色仪器有限公司。

1.3 样品的制备

选用涤纶磨毛针织织物(简称针织织物)和涤纶非织造布(简称非织造织物)作为基布,选用 SAOED 为发光材料,在涂层浆料中添加 30%(wt, 质量分数,相对浆料总质量)的 SAOED 发光材料,并使用搅拌机搅拌均匀、经后处理制得夜光涂层浆料。通过涂层整理技术制备夜光涂层织物(刮涂时要保证 2 种织物涂层厚度均匀一致),然后采用真空干燥箱(DZF-6090 型,上海一恒科学仪器有限公司)(160 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ 烘 5min,烘干后,即制得非织造夜光涂层织物和针织夜光涂层织物。

1.4 样品的测试

采用场发射扫描电子显微镜(FE-SEM, JSM-6700F 型,日本电子株式会社)观察制得的 2 种夜光涂层织物形貌及发光材料在织物上的分布状态。采用荧光分光光度计(F-4600 型,日本 HITACHI 公司)测试 2 种夜光涂层织物的发射、激发光谱和荧光效率,发射与激发光谱检测波长间隔为 5nm,电压为 380V,对涂层织物的反面进行测试,即织物上没有涂层的一面。采用余辉亮度测试仪(PR-305 型,浙大三色仪器有限公司)测试涂层的余辉性能,设置激发照度 1000lx,由于夜光涂层对光照十分敏感,在测试过程中不能受其他光线影响,因此余辉试验必须在夜间或在暗室的条件下进行。

2 结果与讨论

2.1 SEM 分析

非织造夜光涂层织物(a)和针织夜光涂层织物

(b)的 SEM 图见图 1。从图 1(a)可以看出,非织造织物是由纤维网组成,是一种纤维的立体结构物,纤维之间靠粘合和机械外力纠缠变位而形成紧密的联接^[8],且非织造织物中有较多的多孔片状结构使织物的透通性较好^[9],有利于发光材料吸附于纤维表面,且渗透于织物片状结构中,涂层的成膜性能更佳。从图 1(b)可以看出,针织织物是由纱线编织而成,具有明显的组织条纹,纱线是有捻度的纤维结构状态且纤维排列紧密规则^[8],发光材料在涂层整理过程中更容易团聚在一起,导致发光材料受光面积减小,其次团聚的表面发光材料发出的光被反射折射等影响相对较严重,从而影响其发光性能。

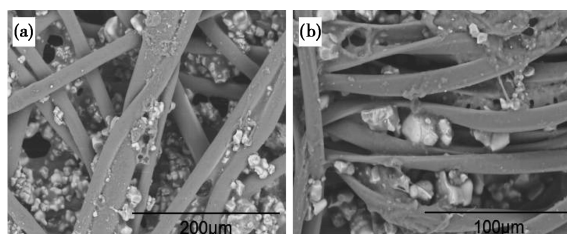


图 1 非织造夜光涂层织物(a)和针织夜光涂层织物(b)的 SEM 图

2.2 织物种类对发光材料发射光谱的影响

在检测波长为 360nm 条件下,夜光涂层织物的发射光谱图见图 2。从图可以看出,不同夜光涂层织物并不影响发光材料的发射光谱分布及发射峰位置,其发射峰均位于 520nm 左右,发射峰均匀对称,与发光材料 SAOED 的发光性能吻合,为发光材料中铕离子(Eu^{2+})从激发态 $4f^65d^1$ 跃迁回基态 $4f^7$ 的特征峰^[12],根据上述分析,涂层织物中的涤纶材料及涂层剂没有影响到发光材料的光谱特性,说明织物涂层整理过程中,发光材料的晶体结构没有遭到破坏,发光特性不变,同时证明了该涂层工艺的可行性;在 520nm 处,非织造夜光涂层织物的发射光谱的相对强度最高达到 11500(a. u.),针织夜光涂层织物的发射光谱的相对强度为 7000(a. u.),非织造夜光涂层织物发射光谱的相对强度>针织夜光涂层织

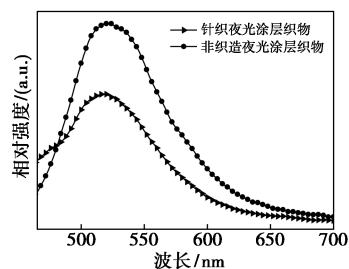


图 2 夜光涂层织物的发射光谱图

物发射光谱的相对强度,造成这样的原因可能与组织结构密切相关,由于非织造织物透通性优于针织织物,使得夜光涂层织物中发光材料发出的光被织物组织反射与折射而损失的光能减小,使得非织造涂层发光强度优于针织涂层。

2.3 织物种类对发光材料激发光谱的影响

夜光涂层织物的激发光谱图见图 3。从图可以看出,不同的织物组织并不影响发光材料稀土离子外层电子的能级跃迁,只是单纯影响发光材料发光的相对强度,在波长 390nm 条件下,非织造夜光涂层织物的激发光谱的相对强度最高达到 5500 (a. u.), 针织夜光涂层织物在波长 370nm 条件下的激发光谱的相对强度为 3000 (a. u.), 非织造夜光涂层织物的激发光谱强度 > 针织夜光涂层织物。造成这样的原因可能是非织造织物中有较多的多孔片状结构而使织物的透通性较好,有利于激发光透过织物孔隙照射到发光材料表面,相对针织夜光涂层织物,非织造夜光涂层织物中发光材料的受光比表面积增大,从而使得稀土离子外层电子由基态跃迁至激发态数量增多,发光性能变好。

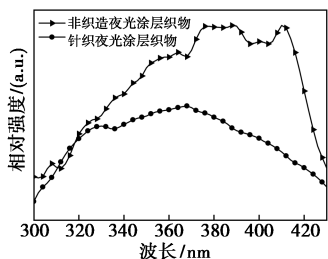


图 3 夜光涂层织物的激发光谱图

2.4 织物种类对发光材料发光效率的影响

夜光涂层织物发光效率图见图 4。从图可以看出,针织夜光涂层织物的发光效率为 7.92%,而非织造夜光涂层织物的发光效率为 78.1% 远远高于针织夜光涂层织物。分析原因:织物的组织结构会影响发光材料对激发光的吸收效率,同时其发射光也会受到织物的折射反射导致部分损失,非织造织

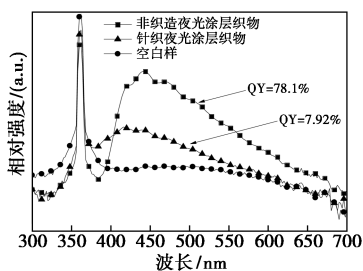


图 4 夜光涂层织物发光效率图

物中多孔片状结构减小了对发光材料发射光能的损耗,增加了发光材料对激发光的吸收。使得非织造夜光涂层织物的发光效率远高于针织夜光涂层织物。

2.5 织物种类对发光材料发光亮度的影响

在激发时间 15min, 等待 10s 后条件下,夜光涂层织物的余辉亮度曲线见图 5。从图可以看出,非织造夜光涂层织物的初始余辉亮度达到 1.52 cd/cm^2 , 明显高于针织夜光涂层织物的初始余辉亮度 1.10 cd/cm^2 , 但在 100s 以后,非织造夜光涂层织物与针织夜光涂层织物的余辉亮度相差较小,并逐渐趋于相等。出现上述现象的原因是发光材料的发光过程是一种吸收能量、储存能量和释放能量的过程,当发光材料受到光照时,其把能量储存到材料所特有的陷阱能级中,当发光材料不受光照后,陷阱能级中所储存的能量将以光的形式被缓慢地释放出来^[13-15],形成了材料的长余辉特性。由于非织造夜光涂层织物整体受光比表面积大,在实际中可理解为等同于单位面积内发光材料的含量比较多,发光材料中的电子吸收能量并向高能级跃迁,因能量不稳定又跃迁回基态的受光激发的电子比较多,释放的能量就较多,所以初始余辉亮度较大,但经过 100s 以后,陷阱能级的深度较深,陷阱中的电子不容易逃逸出来,故会出现非织造夜光涂层织物和针织夜光涂层织物的余辉亮度曲线趋于相等。这也证实了相同的激发条件,非织造夜光涂层织物的发光亮度要高于针织夜光涂层织物,且织物组织并不影响发光材料的发光性能,只是单纯影响其发光的强度。

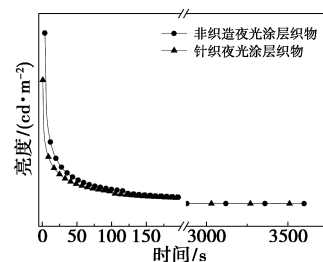


图 5 夜光涂层织物的余辉亮度曲线图

3 结论

成功制得非织造夜光涂层织物和针织夜光涂层织物,通过比较分析织物结构对涂层发光性能的影响,结论如下:(1)非织造织物是由纤维网组成,是一种纤维的立体结构物,针织织物中纤维结构状态且

(下转第 121 页)