

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018040260204

稀土夜光粉的光色特性及其在服饰图案中的应用

张技术 张英姿 张馨尹

(常熟理工学院 艺术与纺织服装工程学院 江苏 常熟 215500)

摘要: 选取 3 种具有不同光色的夜光粉,借助光谱扫描色度计、余辉测试仪等仪器,测试并分析了稀土夜光粉及其混合体的光色特征,研究了透明色浆对夜光材料光色特性的影响,观察了夜光服饰图案在有光和无光时的设计效果。研究表明:不同种类夜光材料具有不同的光色特性,按照不同比例混合可以得到更加丰富的夜光效果;透明浆料未对其发光波长造成影响,但造成了发光强度一定程度的损失;稀土夜光材料应用在服饰图案设计中不仅渲染了服饰图案设计的艺术性,同时增添了图案的趣味性和产品的安全性。

关键词: 稀土;夜光粉;光色特征;服饰图案

中图分类号: TQ 619.2 文献标志码: A

Study on the light-color properties and the application of rare-earth phosphors in costume pattern design

ZHANG Jishu, ZHANG Yingzi, ZHANG Xinyin

(School of Art and Textile and Clothing Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu, Jiangsu 215500, China)

Abstract: The photochromic characteristics of the three kinds of phosphors (emitting red light, yellow-green light and blue light, respectively) and their mixtures with different proportion were measured by means of fluorescence spectrophotometer and long afterglow tester. The influences of transparent paste on luminous characteristics of phosphors were analyzed. The effects of luminous clothing design on the dark and light were observed. The results showed that different kinds of phosphors have different light-color characteristics, and much richer luminous effect can be achieved by mixing them in different proportions. Transparent slurry did not affect its luminous wavelength, but caused a certain loss of luminous intensity. Applying it to costume pattern design not only exaggerated the artistry of dress design, but also increased interest and safety of products.

Keywords: rare earths; phosphor; light-color properties; costume pattern

人类生存环境的日益恶化和自然界能源的日益匮乏唤起了人们绿色消费、绿色设计等环保意识,功能性环保新材料在艺术设计中的应用已成为设计师和消费者共同关注的课题^[1]。

稀土夜光材料是一种无放射性、对环境 and 人体无害的蓄能型环保材料,只要吸收可见光 10 min,便

能在黑暗状态下持续发光 10 h 以上(不低于 3 mcd/m²)。该材料具有激发时间短、余辉时间长、发光色彩丰富、发光亮度高、可循环利用等优点^[2],蕴藏着很高的艺术设计价值,已经在装饰工艺品、纺织服装、毛绒玩具及产业用纺织品等领域有了不同程度的应用^[3-5]。葛明桥等^[6]将稀土铝酸锶夜光材料于高分子材料结合制成了稀土夜光纤维,并对该纤维的性能进行了深入研究。闫彦红等^[7]开发了稀土夜光纤维机织物、针织物、绣品及家纺用品的开发与应用。陈莉等^[8]使用夜光纤维开发割圈绒面料,为夜光毛绒玩具的开发提供了材料支持。稀土夜光材料相关产品的开发与应用尚处于起步阶段,

收稿日期: 2018-04-19

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK20150393); 江苏省高校自然科学基金项目(15KJB540001); 江苏省“六大人才高峰”资助项目(2015XCL032)

第一作者简介: 张技术,副教授,博士,主要从事功能性纤维及其制品研究, E-mail: zhangjishu@163.com。

更加广泛的应用有待于进一步探索。

本文在研究稀土夜光材料光色特性的基础上,将稀土夜光粉应用到服饰图案设计中,以期通过稀土夜光材料丰富的夜光特性来丰富服饰图案设计的艺术性。为此,选取自制的 3 种不同光色的稀土夜光粉(分别发黄绿光、蓝光、红光),并将其按一定比例混合,观察其光色特征,研究透明色浆对其光色特性的影响,并结合服饰图案设计分析稀土夜光粉在图案设计中的应用效果。

1 实验部分

1.1 样品制备

选用自制的 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$ (SAOED,发黄绿色光)、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$ (SMAOED,发蓝色光)、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+},\text{Mg}^{2+},\text{Ti}^{4+}$ (YOSEMT,发红色光)为稀土夜光材料,按照特定的比例混合(质量比)形成夜光粉混合物;再分别将不同的稀土夜光粉及其混合物添加至涂层浆料中,形成图案设计用夜光色浆;选用涤纶磨毛织物作基布,根据图案的需求刮涂合适的浆料,自然晾干,制得夜光图案织物。

1.2 性能测试与分析

采用美国 Photo Research 公司的 PR-650 光谱扫描色度计测试稀土夜光材料在无光照时的光色性能,测试光谱范围 380~780 nm。

采用杭州浙大三色仪器有限公司生产的 PR-305 长余辉荧光粉测试仪测定相同激发光强下余辉亮度随时间变化的曲线,激发照度 1 000 lx,激发光停止 2 s 后开始测量。

2 结果与讨论

2.1 稀土夜光粉的光色特征

稀土夜光材料与其他无机颜料的不同之处在于其能在夜间发出丰富多彩的夜光。了解各种夜光材料的夜间发光效果是开展艺术设计应用的前提和基础。为此,本文观察并分析了稀土夜光材料的光色特征,表 1 为稀土夜光粉及其混合体的光色特性,图 1 为各样品色度坐标对应的色度图(CIE 1931)。

从表 1 和图 1 可以看出:3 种稀土夜光粉的主发射波长分别为位于 525 nm(绿光范畴)、514 nm(蓝光范畴)、619 nm(红光范畴),与三原色光(红光、绿光、蓝光)的波长较接近。就色纯度指标而言,YOSEMT 样品的色纯度最高,为 0.985 1。但黄绿光和蓝光的色纯度偏低,仅为 0.662 5、0.546 8。这是由于稀土长余辉夜光粉的发光光谱通常是一个宽带谱(f-d 跃迁),而非尖锐线谱(f-f 跃迁)^[9]。以

$\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$ 为例,其发光谱带包含了以绿光为主的黄光带、蓝光带和绿光带的宽带谱^[10],其发光光色为复合色,因此色纯度相对较低。

表 1 稀土发光粉及其混合体的光色性能

发光材料名称	色度坐标		主波长/ nm	色纯度
	X	Y		
$\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$	0.276 53	0.571 55	525	0.662 5
$\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$	0.133 58	0.170 10	514	0.456 8
$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+},\text{Mg}^{2+},\text{Ti}^{4+}$	0.657 06	0.336 14	619	0.985 1
SAOED/SMAOED(1:1)	0.234 52	0.454 99	538	0.429 9
SAOED/YOSEMT(1:1)	0.438 06	0.471 53	550	0.726 5
SMAOED/YOSEMT(1:1)	0.473 34	0.277 13	477	0.770 7
SAOED/SMAOED/ YOSEMT(1:1:1)	0.384 02	0.417 70	529	0.466 1

注:混合体比例为不同夜光材料的质量比。

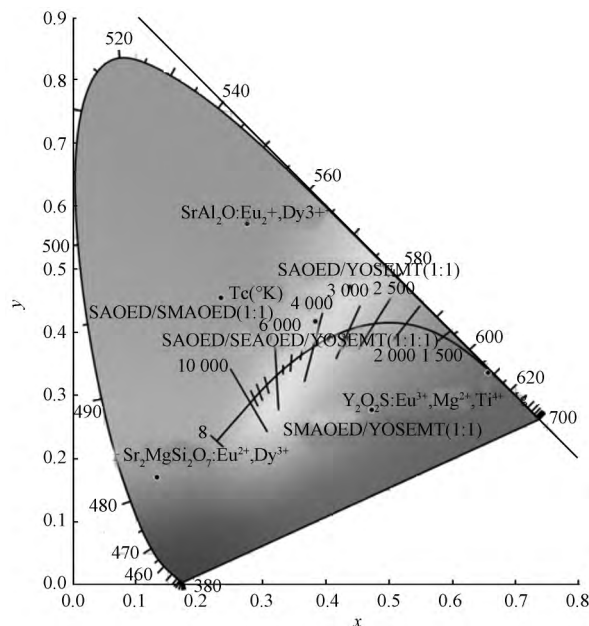


图 1 稀土夜光材料光色 CIE 1931 色度图

还可以看出,发光材料混合体的主发射波长相对于混合单体而言,发生了显著的变化。其发光波长均位于 2 种混合单体的波长区域之间,即相对于单一夜光粉体而言,发光混合体的主波长发生了有规律的蓝移或红移。这是由于稀土夜光粉本身就是光源,不同夜光粉均匀混合后,各自发出的色光产生了色光叠加效应。根据颜色混合理论^[11],色光的混合属于加色混合,从理论上讲,红光+绿光=黄光,红光+蓝紫光=品红光,蓝紫光+绿光=青光,红光+绿光+蓝紫光=白光。这说明相对于波长较短的色光而言,混合光色波长会发生红移;相对于波长较长的色光而言,混合光色波长会发生蓝移。对比观察的稀土夜光材料混合物发光效果,可以推断稀土夜光材料光色混合变化基本符合加色混合规律。但稀土

夜光材料色光混合效果并未达到三原色光的混合效果。其原因在于不同的稀土夜光材料具有不同的物质结构,各自发光强度和发光波长存在较大差异,其光色也非纯粹的三原光色所致,但是这并不影响稀土夜光粉能够发出丰富多彩的夜光效果,这为艺术创作提供了广阔的颜色空间。

2.2 夜光色浆的夜光效果分析

稀土夜光粉是无机粉体材料,无法直接应用于服饰图案设计中。为此,选取了特定的稀土发光材料(SAOED:YOSEMT为1:1)与印花浆料混合,制备了不同质量分数的稀土夜光色浆。图2为不同夜光粉添加量的夜光色浆的发射光谱(图中比例为稀土材料混合体:印花色浆)。

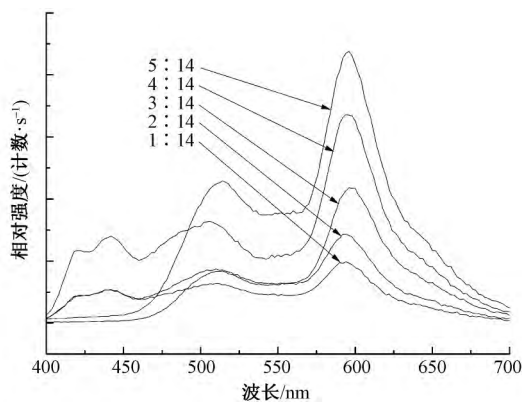


图 2 不同夜光粉添加量的色浆发射光谱

从图2可以看出,稀土印花色浆与稀土夜光粉具有相似的发射光谱波形和发光波长,说明透明涂层浆料没有对稀土夜光材料的夜光色相造成影响。但发光强度有所降低,说明透明浆料对发光材料的发光强度具有一定的削弱作用。随着夜光粉添加用量的增加,虽然测试样品的发射光谱主波长并没有随之变化,但发光强度逐渐增强。这是由于发光材料添加量的增加,造成了发光中心数量增加,夜光浆料受到激发光激发后,发射光子数增加所致。因此,通过控制夜光粉添量和添加种类可以得到不同发光亮度和发光波长的夜光色浆。

为了进一步探明不同夜光粉添加量的色浆的夜间发光效果,对其余辉特性进行了测试。图3为不同夜光粉添加量的夜光色浆的余辉亮度(图中比例为稀土材料混合体:印花色浆)。

从图3可以看出,不同的夜光色浆具有不同的余辉初始亮度。稀土夜光材料添加量越高,测试样品的余辉初始亮度越高,这是因为浓度高的夜光色浆发光中心多,发光亮度就相对较强。从图3还可以看出,随着时间的延长,各样品的余辉衰减趋势相同,一定时间后发光亮度趋于接近。

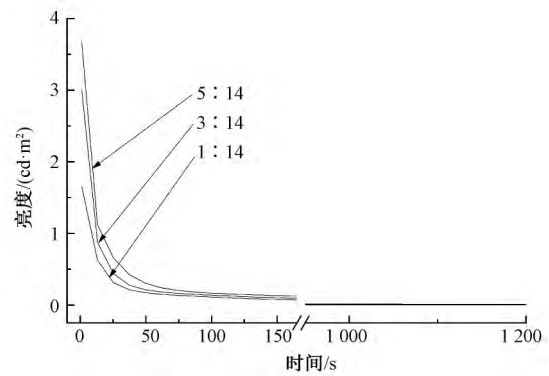


图 3 不同夜光粉添加量的色浆余辉性能

3 夜光服饰图案设计效果分析

结合夜光色浆有光和无光时呈现的颜色特征,设计并填涂了2款简洁的服饰图案。图案在有光和无光时的发光效果如图4、5所示。

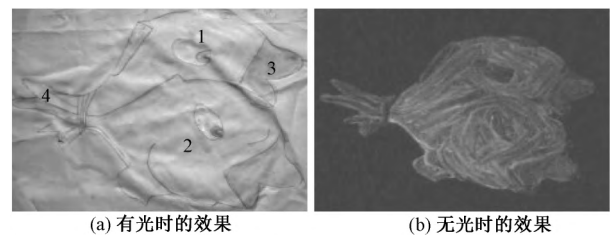


图 4 作品 1 的设计效果

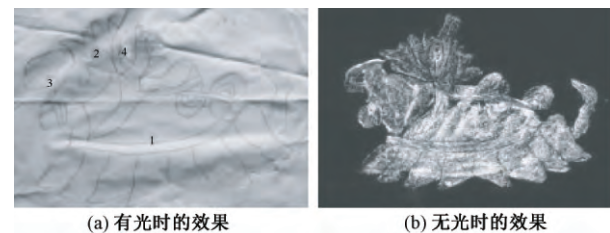


图 5 作品 2 的设计效果

从图4、5可以看出,有光时,2款服饰图案呈现夜光色浆的原始颜色,连同图案的轮廓勾线痕迹都清晰可见,色彩构成比较简单。无光时,2款服饰图案呈现夜光色浆的夜间自发光颜色,图案的轮廓勾线痕迹被色浆发光色边界替代,图案的色彩构成变得更加丰富。由此可以看出,夜光图案在有光时和无光时呈现出不同的图案设计效果,而且无光时呈现的设计效果有时候更能表达设计主题。

4 结束语

稀土夜光材料具有丰富多彩的夜光特性,混合后,其光色变化更加丰富,为艺术创作提供了丰富的夜光材料资源。透明浆料未对夜光粉的发光颜色造成严重影响,这为其在艺术创作中的应用提供了条

件保障。将其应用于服饰图案设计中,在有光和无光条件下呈现出不同的设计效果,丰富了服饰图案的设计途径和方法。

参考文献:

- [1] 杨培培,陈婷婷,张技术. 环保新材料在服装设计中的创新应用:以稀土发光材料为例[J]. 山东纺织经济, 2015(5): 30-32.
- [2] 徐叙琰,苏勉曾. 发光学与发光材料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 王雅冰,葛明桥. 夜光刺绣品的设计及绣制[J]. 丝绸, 2012, 49(4): 45-48.
- [4] 李婧,葛明桥. 蓄能型夜光机绣织物的余辉亮度研究[J]. 化工新型材料, 2015(9): 150-152.
- [5] 李婧,朱亚楠,陈志,等. 绣花商标用夜光纤维的光效对比分析[J]. 纺织学报, 2012, 49(4): 45-48.
- [6] 闫彦红. 红彩色夜光纤维颜色及其光色性能[D]. 无锡: 江南大学, 2014.
- [7] 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, 2010(2): 16-19.
- [8] 陈莉,葛明桥,吴敏. 夜光割圈绒的研究开发[J]. 上海纺织科技, 2010, 38(2): 33-34.
- [9] 赵淑金,林元华,张中太,等. Eu^{2+} 离子在 $\text{Sr}_2\text{Al}_6\text{O}_{11}$ 基磷光体中发光行为的研究[J]. 无机材料学报, 2003, 18(1): 225-228.
- [10] ZHANG Jishu, GE Mingqiao. Effecting factors of the emission spectral characteristics of rare-earth strontium aluminate for anti-counterfeiting application[J]. Journal of Luminescence, 2011, 131: 1765-1769.
- [11] 周建著. 应用光学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.