

光致变色材料的创新与时尚产品设计的应用

吴妍妍

(天津美术学院, 天津 300402)

摘要: **目的** 将变色介质结合不同的材料形成新的复合型变色材料, 应用于工业产品、纺织时尚产品以及其他民用产品的设计领域, 开拓设计的新思路和新方法。 **方法** 依托天津美术学院校企合作科研项目的平台, 分析与了解光致变色材料的变色原理及变化规律, 重点进行了变色材料与涂料、染料结合形成的新型变色复合材料的实验与设计应用研究。通过大量地融合配色实验与数据统计, 反复论证新型变色复合材料应用的可操作性及普及性, 并根据新型变色复合材料的变色规律制作出便于设计应用的新的色彩体系框架。 **结论** 探索新型变色复合材料应用于工业产品、纺织产品、时尚服饰类产品和文创类产品等民用产品的制作与设计的可能性与可行性, 构建“新型变色复合材料色彩应用体系”的设计参考标准。

关键词: 新型变色复合材料; 时尚产品; 设计应用; 色彩体系; 应用标准

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)06-0279-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.06.039

Innovation of Photochromic Materials and Application in Fashion Product Design

WU Yan-yan

(Tianjin Academy of Fine Arts, Tianjin 300402, China)

ABSTRACT: The work aims to form a new composite color changing material by combining the color changing medium with different materials, and then apply it in design of industrial products, textile fashion products and other civil products, and develop new ideas and methods of design. Relying on the scientific research project platform of Tianjin Academy of Fine Arts, the work analyzed and learnt the color change principle and change law of photochromic materials, and focused on the experimental and design application research on the combination of color changing materials, coatings and dyes to form a new color changing composite material. Through a large number of color matching experiments and data statistics, the operability and universality of the application of the new color changing composite material were repeatedly demonstrated. According to the color changing law of the new color changing composite material, new color system frame which was convenient for design and application was made. The possibility and feasibility of applying the new color changing composite material in the production and design of industrial products, textile products, fashion clothing products, cultural and creative products and other civil products are explored, and the design reference standard of “color application system new color changing composite material” is constructed.

KEY WORDS: new color changing composite; fashion product; design application; color system; application standard

有机光致变色材料是近年来国际上出现的一类新型功能性介质材料, 它不仅应用于高科技领域, 也逐渐地朝着民用领域的应用范围发展^[1]。在中国, 这种变色介质材料最早更多地被应用在国防和军事领域。随着国内外市场对这种介质材料的关注与开发, 有机光致变色材料不再局限于原有的应用领域, 逐渐

向信息产业、服装纺织、塑料制品、装饰材料, 旅游文创用品和防伪制品等设计应用的领域发展^[2]。因此, 有机光致变色介质材料与其他行业材料的综合性应用研究变得非常重要。由于这种光致变色材料在民用领域产品设计中的应用研究基本处于空白阶段, 因此光致变色产品在时尚类产品以及其他民用产品领

收稿日期: 2020-10-19

作者简介: 吴妍妍 (1978—), 女, 天津人, 硕士, 天津美术学院副教授, 主要研究方向为服装设计。

域非常少见。纵观近年来国内外时尚行业的发展以及创意性产品设计开发的新趋势,应用于各类产品设计领域中的新型材料的开发与应用成为了行业探索的新方向与突破点^[3]。

1 时尚产品设计领域的趋势分析

21 世纪以来,随着数字化与信息化时代的到来,人们的生活理念和生活方式发生了很大的改变,对于传统意义上的时尚产品的定义与需求发生了变化^[4]。在互联网信息技术和人工智能技术的迅猛发展下,人们对于时尚产品的需求突破了单一的实用功能和传统的审美疆界,人与产品的不同层面之间形成的交互性体验逐渐成为当下消费群体对时尚类产品需求的新坐标^[5]。新材料的开发与探索成为了时尚类产品设计突破固有产品模式的基础,同时催生新的设计途径和方法,实现时尚产品设计的创新^[6]。例如,结合不同时尚类产品的市场需求特性与产品使用环境,在产品设计中融入光致变色材料的变化的特征,可以使消费者和产品之间形成新的交互关联,从而获得更加丰富的交互体验,这是传统的时尚产品的设计方法很难实现的,因此,未来时尚产品设计领域的发展趋势势必会与新科技和新材料的开发与应用息息相关^[7]。

2 有机光致变色介质材料的特性及在民用领域普及的可行性实验

2.1 有机光致变色材料原理

有机光致变色材料是通过紫外线照射使材料原有的色彩变化的介质性材料,根据不同的变色机理主要分为键的异裂、键的均裂、电子转移互变异、顺反异构、氧化还原反应和周环化反应等不同类型。材料变化的可逆性是这种介质材料的共同特征。

有机光致变色现象是指当某些化合物受到一定波长的光照射时,可进行特定的化学反应,获得产物。化合物结构的改变导致其在吸收光谱时发生明显的变化,而在另一波长光照射或热作用下,又能恢复到原来的状态。也就是光致变色物质 A 在常温下呈初始态,吸收能量为 $h\nu_1$ 的光子后变化到亚稳态的 B; 在光子能量为 $h\nu_2$ 的光照下,状态 B 通过光的化学反应返回到状态 A; 或者,去掉光照后,在室温或加热时,也能从状态 B 热弛豫返回状态 A。通常,光的化学反应速率很快而热弛豫速率相对比较慢。通过分子设计可以实现不同弛豫时间的双稳态^[8]。光致变色材料的变色原理见图 1。

2.2 新型变色复合材料的研发思路

由于有机光致变色材料属于一种介质性材料,所以应用于不同的领域时必须附加上其他的承载性材料,使之成为一种复合型的变色材料。在国内,这一

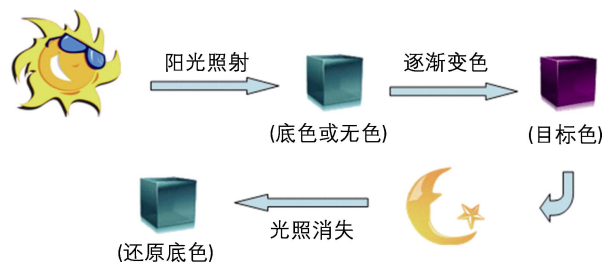


图 1 光致变色材料的变色原理

Fig.1 Color change principle of photochromic materials

类型的复合型变色材料的研发基本上属于实验的论证与应用尝试的初始阶段,展现了其未来良好的市场应用前景。例如,有机光致变色介质材料与树脂的融合,可以制成变色眼镜片;有机光致变色介质材料与塑料的结合,可以制成变色的塑料薄膜用于农业;也可以使其通过与涂料的结合用于建筑的内外墙壁装饰和标牌等。对于不同种类的变色复合材料的开发与研究,是实现光致变色介质材料在民用领域得到更广泛应用的必要途径。

如何将有机光致变色介质材料与涂料、染料相融合,形成新型的变色复合材料,使之能够应用于时尚产品的设计与开发中,成为本课题研究实验的目的。依托校企结合科研项目平台,基于有机光致变色介质材料的变化特性与涂料、染料的特点进行融合,形成新型的变色复合型材料,尝试在服装服饰领域以及时尚产品设计领域中的应用。在新型变色复合材料的研发过程中做了大量的实验及可行性论证。在新材料研发实验的初期,确立了无色变有色的色彩体系和有色变有色的色彩体系两个不同的实验方向。根据色彩基础理论构建实验的框架模型,通过不同配比的变色介质与涂料、染料的结合获得不同的涂料、染料变化效果。在实验过程中积累大量的数据,通过分析研判探索新型变色复合材料的变化规律,进而推导出新型变色复合材料在设计中应用的标准。

2.3 新型变色复合材料及管理标准体系的构建实验

无色变有色的色彩体系构建的实验依据色彩的基础理论框架作为参考模型。无色变有色部分的实验分为三个层次。第一个层次的实验旨在获得无色变化有色的基础原色色浆。实验由变色介质材料和涂料原浆(无色)进行不同量别的混合配比完成,从而形成无色的可变化的基础原色色浆。这种无色的可变化的基础原色色浆附着在产品的表层,可以通过光的作用呈现出变化了的有色效果,从而实现无色变有色的目的。无色变有色的实验模型原理见图 2。这个阶段实验的关键是分别利用不同色相的变色介质材料,与无色的涂料原浆进行调试,结合目测到的变色效果进行比对和确认,最终获得若干个不同色相的最饱和色,以此作为无色的可变化的基础原色色浆。第二个层次的实验是利用第一个层次实验所获得的无色可变化

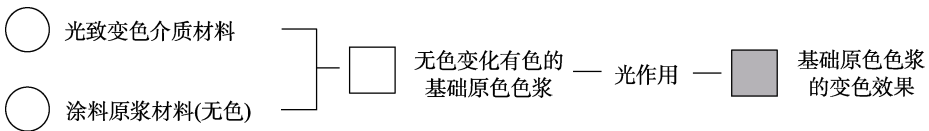


图 2 无色变有色的实验模型原理

Fig.2 Schematic diagram of colorless to colored experimental model

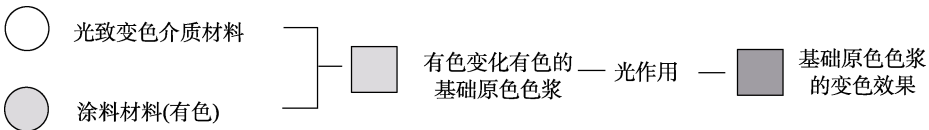


图 3 有色变有色的实验模型原理

Fig.3 Schematic diagram of experimental model with color change

的基础原色色浆作为基础展开的。每一个不同的无色可变化的基础原色色浆都可以通过涂料原浆加量配比的递进混合实验，获得不同明度变化的无色的可变化的基础原色色浆。这部分的实验相对复杂，也容易形成多次的反复。往往需要根据设计的配比数据，结合变化后的直观效果进行确定。在完成一个无色可变化的基础原色色浆的均匀明度推移变化的实验后，还要通过反复的实验论证无色变化有色的基础原色色浆变化的稳定性。第三个层次的实验是在无色变化有色的基础原色色浆之间进行的。利用两个颜色混合可以产生第三色的原理，进行无色变化有色的基础原色色浆之间的不等量混合实验，获得不同的衍生色（第三色）。进而把不同的衍生色（第三色）作为基础进行衍生色的不同明度变化的实验，获得均匀梯度变化的衍生色明度推移体系。同时，也可以通过实验推导出两个不同的无色变化有色的基础原色色浆之间能够形成互交层次，从而最大化地丰富变色效果。

有色变有色的色彩体系构建的实验依然以色彩基础理论的框架作为参照模型。有色变有色部分的实验同样分为三个层次。第一个层次的实验由变色介质材料和有色涂料进行不同量别的配比混合完成，旨在获得有色变化有色的基础原色色浆。这种有色的可变化的基础原色色浆通过光的作用能够变化出与其固有颜色不一样的色彩，从而达到有色变化有色的效果。有色变有色的实验模型原理见图 3。这个部分的实验在变色介质材料与不同的有色涂料之间展开，从而获得不同的有色变化有色的基础原色色浆，为后面的实验打下基础。第二个层次的实验是利用第一个层次的实验所获得的有色变化有色的基础原色色浆作为基础，参照无色变化有色的实验方法和规律进行实验，分别配比出每一个有色变化有色的基础原色色浆的不同明度的梯度变化效果。第三个层次的实验在不同色相的有色变化有色的基础原色色浆之间进行，获得衍生色（第三色），并利用不同的衍生色色浆进行不同明度的梯度变化的配比实验。同时，衍生色分别与两个有色变化有色的基础原色色浆混合实验，丰富它们之间的层次变化。

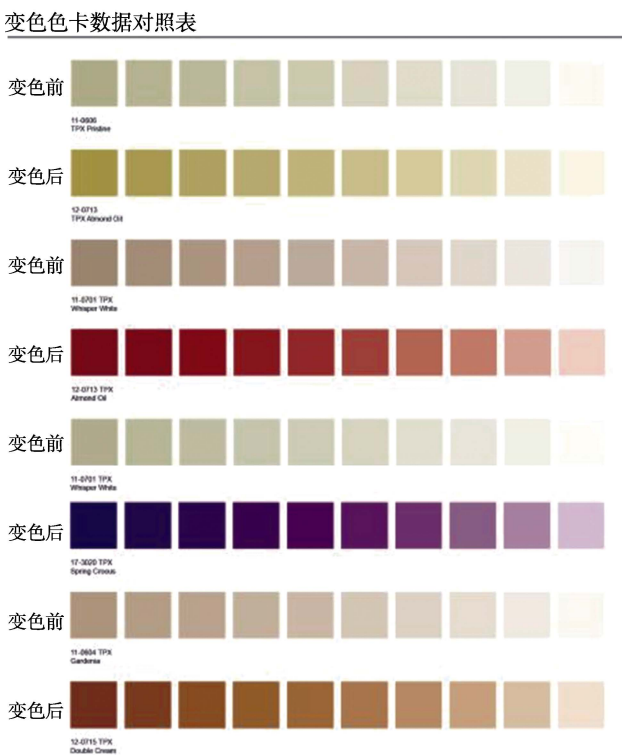


图 4 变色色卡体系示例

Fig.4 Example of color change card system

在实验中，始终把握好两个环节尤为重要，一是材料配比数据的记录、统计、筛选与研判，二是材料变化稳定性的重复实验论证，为后期成熟可靠的变色色彩管理体系（色卡）的形成奠定基础。

新型变色复合材料可以借助光的照射将产品从无色（白色）变化成为有色或使原有的产品色彩改变为另一种色彩的特质，也会给设计中色彩变化前后效果的把握带来难度。传统的色彩辨识体系及设计方法因为缺乏变色前后色彩面貌的对应性参照，很难满足新型材料变色应用的需求。变色色卡体系示例见图 4。因此，构建新型变色复合材料的色彩应用标准不但可以使设计师能够准确有效地把握产品变色前后的效果实现设计，同时也可以为市场提供可参考、可辨识的标准依据^[9]。

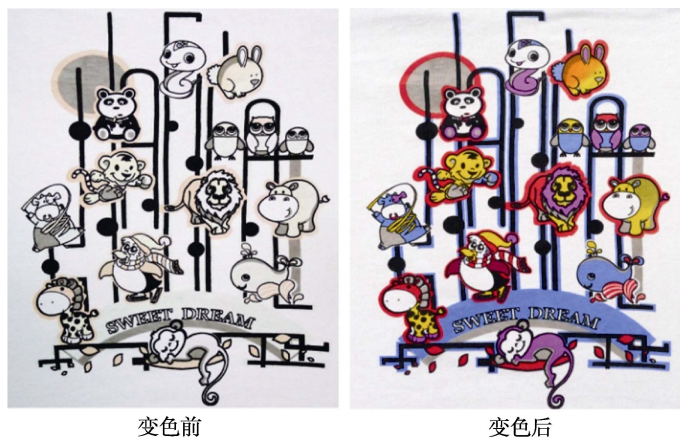


图5 变色T恤的局部变色的实验效果演示

Fig.5 Demonstration of local color change experiment of color changing T-shirt



图6 文创产品纹样变色的设计方案

Fig.6 Design scheme for color change of cultural and creative products

3 新型变色复合材料在时尚产品设计中的应用与实践

根据研发新型材料并应用于产品设计与表现的校企结合的科研项目进程,进行了新型变色复合材料应用于设计的实践^[10]。旨在通过设计的应用实践最大程度地挖掘新型变色复合材料随着光照的变化而变化色彩的特质,验证新型变色复合材料应用于时尚产品设计的可行性^[11]。

以服装、服饰品作为载体,根据新型变色复合材料可以附着于载体表层的特点,对服装与服饰品的装饰纹样进行设计与表现的尝试。新型变色复合材料以纹样的形式通过印染的方法置于服装、服饰材料的表层。随着人们在起居、工作和生活中场景的不断变化而接受不同的光线照射,从而达到服装与服饰纹样色彩活化的结果。

以T恤的装饰纹样设计为例,结合T恤穿着的场景条件、纹样的主题特性和光照的变化特征等因素,充分考虑纹样变色前后可能呈现出的不同变化效果,确定变与不变的纹样元素。利用传统的设计表现方法结合新型变色复合材料的特质,能够使T恤纹样呈现出“微动画”的效果,使静态的T恤装饰纹样得到了活化。变色T恤的局部变色的实验效果演示见图5,文创产品纹样变色的设计方案见图6。

新型变色复合材料借助装饰纹样附着于产品表层的设计实践,为新颖时尚的设计拓展了不同于传统的设计思路,既提供了方法也昭示了其可以逐步向其他产品设计领域延伸的可能性,这对于提高设计的创意性、强化产品的趣味性和增加产品的附加值,都会起到非常积极的作用^[12]。例如,变色遮阳扇、变色书包、变色遮阳帽、变色手机壳、变色防伪制品、防晒品标识和变色自行车等^[13]。

新型变色符合材料不仅可以在产品表层装饰设计的表现范畴中得到应用,还可以通过研究和实验,



图7 变色服装的设计实践变色前后的效果

Fig.7 Color changing clothing design practice before and after color change

使之能够在与不同材料相融合的过程中得到其变化特征的彰显。例如,利用新型变色复合材料进行纺织纱线的染色形成可变色纱线,再通过织造使可变色纱线形成新型的可变色织物面料,利用可变色织物面料进行服装的设计便可以完成可变色的服装。变色服装的设计实践变色前后的效果见图7。

4 结语

本文以有机光致变色介质材料与涂料、染料融合形成新型的变色复合材料的实验作为基础,对新型的变色复合材料如何应用于时尚产品的开发以及丰富时尚产品的设计效果上进行了大量的尝试性实践,其目的在于探讨高科技材料与技术应用于民用领域的可能性与可行性。新型的变色复合材料的开发研究可以有效地开拓时尚产品的设计路径,拓展和丰富产品的设计效果,提升产品的附加值^[14]。变色色彩的管理体系的构建也为依托新型材料进行的设计提供了可参照的标准。

科技与材料、技术与生活、设计与市场,新型变

色复合材料的开发研究过程为未来的产品设计与开发、未来市场需求与发展的研判提供了可参考的研究思路。同时,也为研究提供了更多思考的契机。随着新型的变色复合材料在时尚产品设计领域里应用的不同维度和广度的逐步深化,可以预见新型的变色复合材料应用的更广阔的发展空间^[15]。

参考文献:

- [1] 有机光致变色材料[Z]. 天津:南开大学, 2018.
Organic Photochromic Materials[Z]. Tianjin: Nankai University, 2018.
- [2] 特种有机光致变色功能材料的产业化及其推广应用[Z]. 天津:天津孚信阳光科技有限公司, 2010.
Industrialization and Application of Special Organic Photochromic Functional Materials[Z]. Tianjin: Tianjin Fuxin Sunshine Branch Technology Co., Ltd, 2010.
- [3] 辛向阳. 设计的蝴蝶效应:当生活方式成为设计对象[J]. 包装工程, 2020, 41(6): 57-66.
XIN Xiang-yang. Butterfly Effect of Design: When Lifestyle Becomes Design Object[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(6): 57-66.
- [4] 汪晒秋, 何人可. 原始动机心理下的时尚设计理念[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 151-155.
WANG Shen-qiu, HE Ren-ke. Fashion Design Concept Under the Original Motive Psychology[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 151-155.
- [5] 段海军, 王微妙, 杨婷. 创造性产品设计的要素及创新路径[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 19-23.
DUAN Hai-jun, WANG Wei-miao, YANG Ting. Elements of Creative Product Design and Innovation Path[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 19-23.
- [6] 杨震. 时尚流行趋势在产品设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2011, 32(6): 71-73.
YANG Zhen. Research on the Application of Fashion Trend in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(6): 71-73.
- [7] 蒋驷驹, 卢章平, 李明珠. 文化创意产品多元化设计研究与应用[J]. 包装工程, 2020, 41(6): 25-26.
JIANG Si-ju, LU Zhang-ping, LI Ming-zhu. Research and Application of Diversified Design of Cultural and Creative Products[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(6): 25-26.
- [8] 孟继本. 光致变色材料的五大应该领域[J]. 化工管理, 2012(12): 45-46.
MENG Ji-ben. Five Fields of Photochromic Materials[J]. Chemical Enterprise Management, 2012(12): 45-46.
- [9] 黄茜, 陈飞虎. 四大色彩体系对比分析研究[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 266-272.
HUANG Xi, CHEN Fei-hu. Comparative Analysis of Four Color Systems[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 266-272.
- [10] 林晨晔. 基于用户体验的产品色彩定向设计方法[J]. 包装工程, 2019, 40(22): 46-49.
LIN Chen-ye. Product Color Oriented Design Method Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(22): 46-49.
- [11] 郑子云. 基于材料感知体验的产品设计创新方法研究[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 197-200.
ZHENG Zi-yun. Research on Product Design Innovation Method Based on Material Perception Experience[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 197-200.
- [12] 刘洋, 门梦菲, 田蜜. 文创产品的创新设计方法研究[J]. 包装工程, 2020, 41(14): 288-294.
LIU Yang, MEN Meng-fei, TIAN Mi. Research on Innovative Design Method of Cultural and Creative Products[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(14): 288-294.
- [13] 孙家跃, 纪毅东, 杜海燕, 等. 有机光致变色材料及其在防伪技术中的应用[J]. 化工新型材料, 2009(8): 4-6.
SUN Jia-yue, JI Yi-dong, DU Hai-yan, et al. Organic Photochromic Materials and Their Application in Anti-Counterfeiting Technology[J]. New Chemical Materials, 2009(8): 4-6.
- [14] 邵春燕. 变色材料在纺织服装中的开发应用现状研究[J]. 天津纺织科技, 2013(2): 49-51.
SHAO Chun-yan. Research on the Development and Application of Color-Changing Materials in Textile and Apparel[J]. Tianjin Textile Science & Technology, 2013(2): 49-51.
- [15] 苏启来, 杜文琴. 光致变色织物研究进展[J]. 纺织导报, 2011, 12(1): 66-67.
SU Qi-lai, DU Wen-qin. Progress in Photochromic Fabrics[J]. China Textile Leader, 2011, 12(1): 66-67.