

扭曲视错服装图像的关注度与感性评价

魏文达¹, 刘成霞^{*1,2,3}

(1. 浙江理工大学 服装学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江理工大学 服装数字化技术浙江省工程实验室, 浙江 杭州 310018; 3. 浙江理工大学 丝绸文化传承与产品设计数字化技术文化和旅游部重点实验室, 浙江 杭州 310018)

摘要:为探究影响扭曲视错服装图像关注度的因素,将眼动实验与感性工学运用于扭曲视错服装的研究。确定视错图案原形,通过改变图案线条比例、旋转扭曲角度,得到108幅不同变化规律的扭曲视错图案;运用CLO 3D虚拟试衣技术将得到的视错图案作为服装表面纹理,并获取视错服装图像;将所得图像按扭曲角度与线条宽度比组合成两组眼动实验样本,获取各实验样本的眼动数据;挑选线条比例1:1、扭曲角度360°的两组视错图像制作感性评价量表,并获取主观评价数据。综合分析眼动数据与感性评价得出:视错图案线条越密集、旋转越剧烈,越能吸引消费者注意;扭曲角度越大,感性因子G值越小,消费者越有强烈的扭动、目眩等感受。

关键词: 扭曲视错;眼动数据;关注度;感性工学;虚拟试衣

中图分类号: TS 101.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-1928(2021)06-0555-07

Attention and Kansei Evaluation of Distorted Visual Illusion Clothing Images

WEI Wenda¹, LIU Chengxia^{*1,2,3}

(1. School of Fashion Design and Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Zhejiang Provincial Engineering Laboratory of Clothing Digital Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 3. Key Laboratory of Silk Culture Heritage and Products Design Digital Technology, Ministry of Culture and Tourism, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to explore the factors that affect the attention of distorted visual illusion clothing images, eye tracker data and Kansei engineering were applied to the research of distorted visual illusion clothing. The prototype of the visual illusion pattern was determined. 108 distorted illusion patterns with different changing laws were obtained by changing the ratio of pattern lines and the angle of rotation and distortion. The visual illusion clothing images were obtained by filling the visual illusion patterns into the surface texture of the clothing through CLO 3D virtual fitting technology. The as-prepared images were combined into two sets of eye tracker experiment samples according to the twist angle and the ratio of line width to obtain eye tracker data of each experimental sample. Two groups of illusion images with a line ratio of 1:1 and a distortion angle of 360° were selected to make a Kansei evaluation scale, and their subjective evaluation data were obtained. The results of comprehensive analysis of eye tracker data and Kansei evaluation show that the denser the visual illusion pattern lines and the more violent the rotation, the more it attracts consumers' attention. The larger the distortion angle, the smaller the perceptual factor G value, and the stronger feeling of twist, dizziness the consumers have.

Key words: distorted visual illusion, eye tracker data, attention, Kansei engineering, virtual fitting

收稿日期:2021-04-20; 修订日期:2021-08-08。
作者简介:魏文达(1995—),男,硕士研究生。
*通信作者:刘成霞(1975—),女,教授,硕士生导师。主要研究方向为纺织服装检测、服装数字化图像处理等。
Email:glorior_liu@163.com

随着时代的发展,服装行业竞争日渐激烈,想要脱颖而出,首先要在视觉上吸引大众注意。视错因其构成形式和机理效果而具有强烈的视觉冲击,合理地将视错设计运用到服装中,能起到抓人眼球、吸引关注的作用。扭曲视错是把规则的点、线、面等元素感知为歪曲结构的现象^[1],常被用于服装设计中,增加服装的趣味性与艺术性,成为设计领域的流行元素及重要表现形式,为人们追求新奇感提供了创意支持^[2]。

视错图案的应用历史悠久,原始时期彩陶上的似动螺旋纹、中国古代传统图样《四喜童子》^[3]等都是视错图案的典型代表。时尚秀场上也常能见到扭曲视错的身影,在简单的服装款式上绘制线性、点状等几何图形,填充黑白或对比强烈的色彩,结合人体曲线与服装款式产生扭曲错觉,使服饰更加生动^[4]。扭曲视错图案不仅能为服装增添设计感,带来新奇的外观效果,还能带来感官及心理上的刺激。而感性工学是运用工程研究方法探讨人的感性与物的设计特性之间的关系,能将主观的感性认识通过量化手法客观表现^[5],被广泛用于服装造型设计^[6-7],或结合客观评价手段用于服装研究中^[8]。

以往关于视错服装的研究多集中在视错形成机理^[9]、艺术设计及造型应用^[10]等方面,对视错服装图像本身的关注评价研究较少。因此基于感性工学理论,将眼动追踪技术与被试者主观感受相结合,运用到扭曲视错服装评价中,探究扭曲视错图案的变化规律对服装图像关注度的影响,为设计出更新颖个性的服装提供参考。通过主观评价量表分析被试者的感性心理,注重修饰体型,扬长避短,可以在视觉上弥补身体的不足,为视错服装评价提供新的手段。

1 实验部分

1.1 扭曲视错服装图像获取

1.1.1 扭曲视错图案获取 选择如图1所示的菱形条纹无扭曲几何图案作为变换原形。该图案由黑白两色组成,明暗对比显著,在视觉上具有强烈的刺激性。整体构图为较简单的几何菱形元素,其周期性弯曲后的几何线条能使人产生服装结构被扭曲的错觉,长时间注视会使视网膜神经疲劳,扰乱观者的视觉感知。因此,通过在服装上设置简单的几何扭曲视错图案,代替传统繁缛的立体装饰细节,可以吸引观者的视线,降低制作成本,同时达到引人注目的效果。

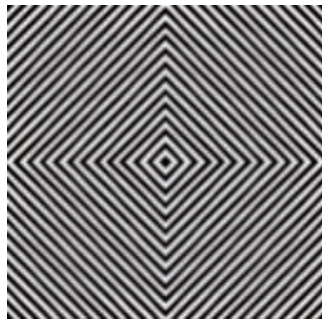


图1 图案原形

Fig.1 Prototype of pattern

图1中,图案原形中心是实心菱形方块,线条为黑白比例1:1的斜直线。改变黑白线条的比例、设计不同的旋转扭曲角度,获得规律变化的黑白扭曲视错图案。

1) 获取无扭曲图案。中心菱形方块保持不变,改变黑白线条宽度比,得到9款无扭曲图案,在此基础上进行旋转获得扭曲视错图案。其中线条宽度比1:2意为白色线条宽度为1 cm,黑色线条宽度为2 cm。

2) 获取不同扭曲程度的视错图案。利用图像处理技术将得到9款无扭曲原形并进行设计,图案中心以顺时针旋转方式依次增加60°进行扭曲,最大角度为720°,每个线条宽度比获得12个扭曲角度,共得到108幅不同线条宽度比、扭曲角度的黑白线条视错图案,用于研究线条宽度比与扭曲角度对视错服装关注度与感性评价的影响。表1展示了不同线条宽度比对应的60°,360°,720°3个扭曲角度的图案。

1.1.2 视错服装图像获取 与先打版再实际制作样衣的传统方法相比,虚拟试衣技术展示更直观,修改更方便,能在控制其他条件不变的情况下,单一改变视错图案参数,有效避免实际手工操作时产生的人工误差,因此常被用于模拟服装外观造型。

利用CLO 3D虚拟试衣软件,将视错图案填充到实验所选连衣裙款式上,模拟视错服装的穿着效果,获取实验样裙图像。样板裁片如图2所示。

为避免复杂的款式对服装视错效果产生影响,所选款式为基础款吊带连衣裙,前后无省道,利用侧缝收紧胸腰差。根据160/84A标准人台尺寸进行样板设计,下摆微张,整体呈A字形。





















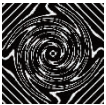
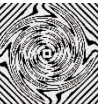


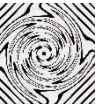


为获取良好的展示效果,需确保视错图案的完整性。将扭曲视错图案以平铺的方式填充到织物上,并在衣片上调节图案大小,确保图案完整且无重复。设置镜头类型为球形,固定镜头反向距离为5 000 mm,镜头水平、竖直角度均设置为0°。截取

服装三维立体图像,并统一裁剪至像素为 900 × 1 500。图 3 为线条宽度比 1:2 的不同扭曲角度图

案所对应的视错服装图像。共获取 108 款不同线条宽度比、不同扭曲角度的视错服装图像。

表 1 不同线条宽度比的扭曲图案

Tab. 1 Twisted patterns with different line widths ratios

扭曲角 度/(°)	线条宽度比								
	1:1	1:2	1:3	2:1	2:2	2:3	3:1	3:2	3:3
60									
360									
720									

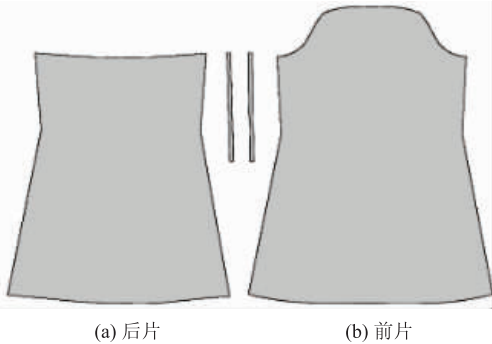


图 2 样裙版型

Fig. 2 Pattern of the sample skirt

1.2 眼动实验

1.2.1 实验样本 考虑到被试者观看不同实验样本组图时关注重点会发生变化,为单一控制影响视觉关注的变量,将获得的视错服装图像分成两组(两组总实验样本相同,组合方式不同)。第 1 组:将相同线条宽度比、不同旋转程度的 12 款图像放置在一起,共得到 9 张实验组图。第 2 组:将相同旋转程度、不同线条宽度比的 9 款图像放置在一起,共得到 12 张实验组图。为避免样本所处屏幕位置不同而对实验结果产生影响,随机安排各组中每款图像样本所处的位置。



图 3 线条宽度比 1:2 的不同扭曲角度视错服装图像

Fig. 3 Visual illusion skirt images with different distortion angles of line widths ratio of 1:2

1.2.2 实验仪器 EyeLink 1000 桌面型眼动仪,加拿大 SR RESEARCH 有限公司制造。该仪器能提供 1 000 Hz 的采样频率、0.25°~0.5°的注视精度和卓越的空间分辨率。

1.2.3 实验流程 利用 Experiment Builder 搭建眼动实验程序框架, EyeLink DataViewer 软件分析并输出眼动数据,为后续分析提供帮助。

参与实验的被试者共 53 人,其中男性 24 人、女性 29 人,双侧视力均在 1.0 以上(含矫正)。被试者端坐于眼动仪前方,距离屏幕约 0.5 m,依靠下颌托固定头部,并对被试者逐一进行单眼校准。指引被试者观看实验样本,每张图片观看时间固定为 15 s,图片出现顺序由系统随机决定。考虑到长时间注视屏幕会产生眼部疲劳,结合样本分类情况,将实验分为两部分,组间休息 10 min。

1.3 感性评价

1.3.1 实验样本 根据眼动实验样本的分类,挑选两组用于主观评价的实验图片。选择线条宽度比 1:1、不同扭曲程度的 12 款服装图像作为第 1 组;选择扭曲角度为 360°、不同线条宽度比的 9 款服装图像作为第 2 组,分别研究不同扭曲角度、不同线条宽度比对主观评价的影响。

1.3.2 调查对象 以浙江理工大学师生为主要调查对象,其年龄分布在 20~40 岁。共发放问卷 100 份,经筛选获得有效问卷 92 份,有效问卷率 92%,调查对象中男性 43 人、女性 49 人。

1.3.3 感性词汇 根据视错服装的风格特征,收集描述这些风格的感性形容词,并结合小范围评价调查结果,从所有感性形容词当中筛选出较为恰当的 6 对:扭曲—静止,目眩—平静,繁复—简约,活泼—沉稳,夸张—内敛,修身—宽大,其中前 3 对是对扭曲图案的感觉,后 3 对是对视错服装的整体评价。

文中实验采用 5 级评价量表,以感性形容词“目眩—平静”为例,评价被试者观看实验样本时是否有头晕目眩的感觉,1 分为强烈晕眩,2 分为较强晕眩,3 分为中等目眩,4 分为轻微目眩,5 分为平静无目眩。

2 结果与分析

2.1 眼动实验分析

综合分析初始眼动数据,得到能反映被试者关注趋势的热点图。图 4 为不同扭曲角度和不同线条宽度比实验样本的热点分布。

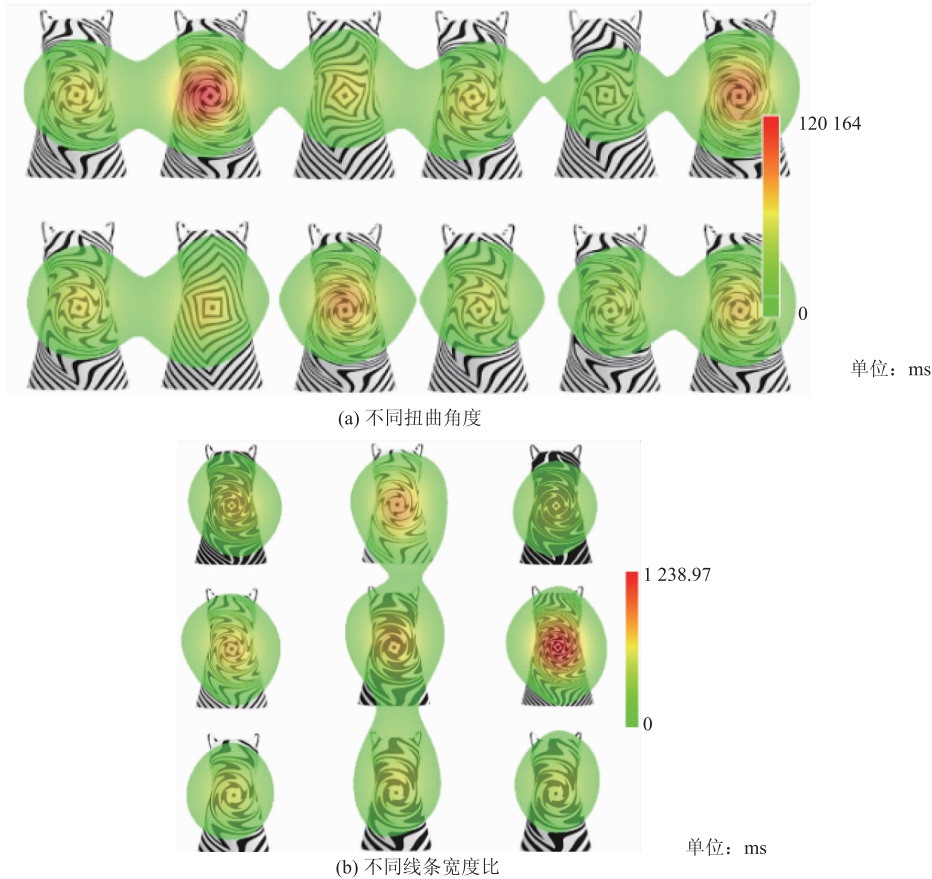


图 4 实验样本热点分布

Fig. 4 Hotspot distribution of experimental samples

由图4(a)可知,在相同线条宽度比的实验样本中,扭曲角度为 720° 时,热点图中红色最深,说明被试者注视程度最高,注视停留时间最长。由图4(b)可知,在相同扭曲角度的实验样本中,线条宽度比为1:1时,即使处在非视觉中心处,被试者对样本的关注度也最高。由此可知,相较于摆放位置,视错图案的线条宽度比与扭曲程度更能影响消费者对服装的关注程度。

将被试者对不同线条宽度比与扭曲角度实验样本的注视时间与注视次数进行方差分析,得出不同线条宽度比与扭曲角度对注视时间具有显著影响。

进一步分析眼动数据。图5为不同线条宽度比视错裙的注视时间与注视次数。图5中,横坐标表示视错裙图案的线条宽度比,纵坐标表示同一线条宽度比下,不同扭曲角度视错裙的注视时间与注视次数的平均值。由图5可知,当白线宽度一定时,黑线条越宽,注视时间越短,其中线条宽度比1:1时,注视时间最长。线条宽度比1:3时,注视时间与注

视次数均最小,即受关注程度最低。当白色线条宽度为3 cm时,关注时间与关注次数趋势相反。图6为黑线宽度不同的视错裙。由图6可以看出,黑色线条越宽,图案变得越复杂,所以被试者需多次回视探究,因此注视次数增加,但不愿长时间观看。

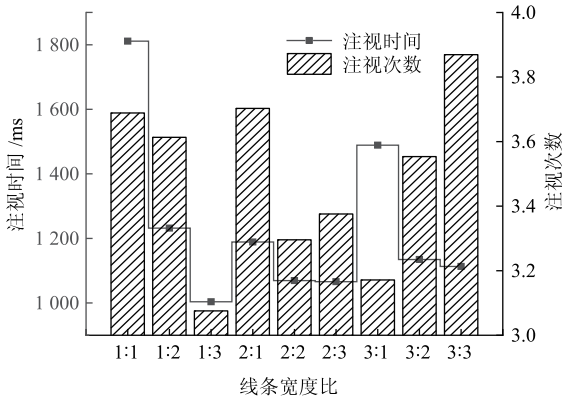


图5 不同线条宽度比视错裙的注视时间与注视次数
Fig.5 Fixation time and count of visual illusion skirts with different line widths ratio



图6 黑线宽度不同的视错裙

Fig.6 Visual illusion skirts with different black line widths

图7为不同扭曲角度视错裙的注视时间与注视次数。图7中,横坐标表示视错裙图案的扭曲角度,纵坐标表示同一扭曲角度下,不同线条宽度比视错裙所对应的注视程度平均值。

由图7可知,当扭曲角度为 180° 时,注视时间与注视次数较低,最不受关注。当扭曲角度为 660° 、 720° 时,关注度较高。扭曲角度为 180° 时,图案开始扭动得较为复杂(见图3),但还未达到刺激视觉的剧烈程度,因此关注度较低。扭曲角度再往上增加后,关注度就开始提升。当扭曲角度小于 240° 时,随着扭曲角度的增加,注视时间减少;当扭曲角度大于 240° 时,扭曲角度增加,注视时间整体呈上升趋势。

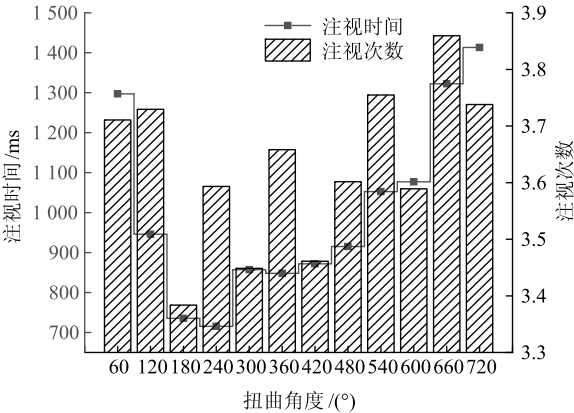


图7 不同扭曲角度视错裙的注视时间与注视次数
Fig.7 Fixation time and count of visual illusion skirts with different twist angles

2.2 感性评价分析

单因素方差分析和独立样本 T 检验结果表明,主观评价结果不因年龄、性别不同而产生差异。对筛选出的第 1 组线条宽度比 1:1、不同扭曲角度的 12 款视错裙图像逐一进行感性形容词评分。视错裙的各项感性词对平均得分如图 8 所示。

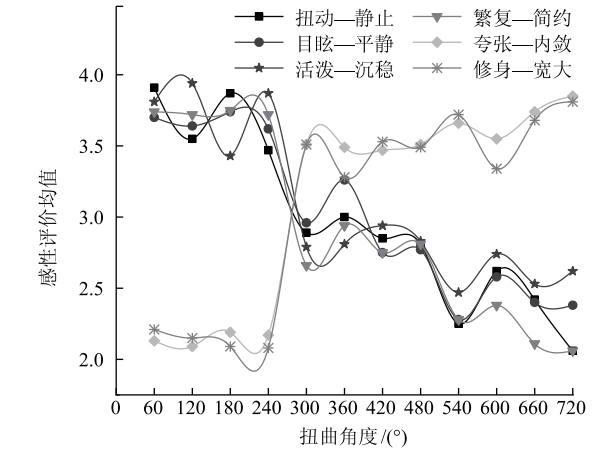


图 8 不同扭曲角度视错裙感性词对平均得分
Fig.8 Average score of adjective pairs of visual illusion skirts with different twist angles

由图 8 可以看出,各组感性词汇之间存在较强关联性。其中扭动—静止、目眩—平静、活泼—沉稳、繁复—简约这 4 组的变化趋势相同,整体上评价均值随着扭曲角度的增大而减小,而夸张—内敛、修身—宽大这两组则相反。由此得出结论,视错裙图案扭曲角度越大,被试者觉得视错裙越扭曲、视觉感受越晕眩、风格越活泼、样式越繁复、给人感觉越内敛、款式越显宽大。

为简化感性评价项目,对感性词汇采用因子分析进行降维处理。主成分因子对应的特征根大于 1,且其累计方差贡献率大于 80%。该成分能解释总样本 95.548% 的信息,可以较好地诠释不同扭曲角度视错裙带给人的感性心理。

计算主成分因子中各变量的得分系数,进一步得出主成分因子与各项感性评价变量之间的关系模型。主成分得分系数见表 2。

表 2 主成分得分系数

Tab.2 Principal component score coefficient

感性形容词	因子得分系数
扭动—静止	0.969
目眩—平静	0.974
活泼—沉稳	0.965
繁复—简约	0.990
夸张—内敛	-0.984
修身—宽大	-0.948

由表 2 可以看出,各项变量对主成分因子都有

很大贡献。感性因子 G 为综合各项感性变量的指标,其计算公式为

$$G = 0.969G_1 + 0.974G_2 + 0.965G_3 + 0.99G_4 - 0.984G_5 - 0.948G_6 \quad (1)$$

式中, $G_1 \sim G_6$ 分别对应不同扭曲角度的扭曲—静止、目眩—平静、活泼—沉稳、繁复—简约、夸张—内敛、修身—宽大 6 组感性变量评分均值。

不同扭曲角度与感性因子 G 值之间的回归关系如图 9 所示。扭曲角度与感性因子之间呈现较好的线性关系。扭曲角度增大时,感性因子 G 值有明显减小的趋势,具体关系式为

$$G = 1.66873 - 0.00428A \quad (2)$$

式中, A 为扭曲角度,拟合优度 R^2 为 0.8425。感性因子得分越小,消费者感受越强烈,即人体对视错裙越有扭动、目眩等剧烈的感受;感性因子值越大,则表示内心越平静。

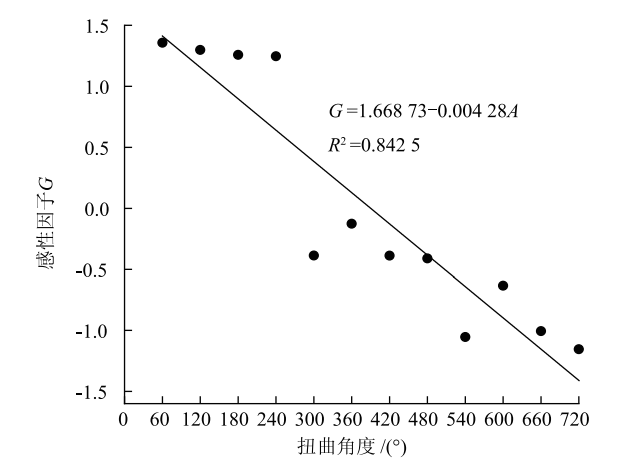


图 9 扭曲角度与感性因子间的关系
Fig.9 Relationship between twist angle and perceptual factor

对第 2 组扭曲角度为 360° 、不同线条宽度比的 9 款服装图像的感性评价得分进行分析,发现感性词对之间的关联性与第 1 组结果相同,但线条宽度比与各感性词对之间无明显规律,可能是线条宽度比变化较少(只有 1,2,3 cm 这 3 种情况),导致评分差异不明显,所以文中不再赘述。

3 结 语

文中从眼动数据与感性评价两方面分析了扭曲视错裙的不同变化规律对消费者感受的影响。综合分析得出:

- 1) 线条宽度比相同时,随着扭曲角度增大,关注度先减小后增大,其中 180° 时关注度最低, 720° 时关注度最高。
- 2) 扭曲角度相同时,线条越密集,越受关注;黑

线条越宽,注视时间越短,其中线条宽度比 1:1 时,注视时间最长,线条宽度比 1:3 时,受关注程度最低。视错图案线条越密集、旋转越剧烈,越能吸引消费者注意。相较于摆放位置,视错图案的线条宽度比与扭曲程度更能影响消费者的关注度。

3)视错裙图案的扭曲角度越大,感性因子 G 值越小,消费者越有扭动、目眩等剧烈的感受,消费者关注度越高。

通过改变视错图案的线条宽度比、旋转角度等参数,可以获取最受关注的视错图案类型,为服装视错图像的研究提供数据支持,拓宽服装设计的新思路。在设计扭曲视错图案时,黑白线条整体扭曲角度越大、线条越密集,越能吸引观者的注意。

参考文献:

[1] 刘宏,李哲媛,许超. 视错觉现象的分类和研究进展[J]. 智能系统学报, 2011, 6(1): 1-12.
LIU Hong, LI Zheyuan, XU Chao. The categories and research advances of visual illusions[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2011, 6(1): 1-12. (in Chinese)
[2] 程思. 视错觉作品中图形“运动感”形成的应用研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2018.
[3] 王廷廷. 基于童子文化的视错觉设计手法在服装图案的设计运用[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2019.
[4] 肖立志. 视错觉在女式职业装造型设计中的应用[J]. 纺织学报, 2014, 35(9): 127-131.
XIAO Lizhi. Application of optical illusion in modeling design of women's business wear[J]. Journal of Textile

Research, 2014, 35(9): 127-131. (in Chinese)
[5] 周小溪. 基于感性工学的服用色织面料美感评价方法[D]. 无锡: 江南大学, 2016.
[6] 吕佳,陈东生. 应用感性工学进行服装造型设计的技术方法与实施路径[J]. 服装学报, 2016, 1(1): 26-29.
LYU Jia, CHEN Dongsheng. Techniques and routes for clothing appearance design research by using Kansei engineering[J]. Journal of Clothing Research, 2016, 1(1): 26-29. (in Chinese)
[7] 张西杨,蒋晓文,王佳佳,等. 基于感性工学的条纹领带配色[J]. 西安工程大学学报, 2019, 33(4): 369-374.
ZHANG Xiyang, JIANG Xiaowen, WANG Jiajia, et al. Color matching of striped tie based on Kansei engineering[J]. Journal of Xi'an Polytechnic University, 2019, 33(4): 369-374. (in Chinese)
[8] 尹晓芳,蒋晓文. 基于感性工学的女衬衫领型评价[J]. 服装学报, 2020, 5(2): 111-118.
YIN Xiaofang, JIANG Xiaowen. Evaluation of blouse collar type based on Kansei engineering[J]. Journal of Clothing Research, 2020, 5(2): 111-118. (in Chinese)
[9] 汪洋. 永不停止的运动视错觉图形探析[J]. 装饰, 2014(5): 84-85.
WANG Yang. Analysis of the never ending motion illusion graphics[J]. Art and Design, 2014(5): 84-85. (in Chinese)
[10] 王小惠. 条纹图案的拼接在现代服装中的应用研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2017.
(责任编辑:沈天琦)