

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2005108

# 眼动技术在连弧纹铭带镜设计因子提取中的应用\*

黄晟<sup>1</sup> 杨莹<sup>2</sup>

(1.西安职业技术学院 动漫软件学院 西安 710077; 2.秦始皇帝陵博物院 文物保护部 西安 710600)

**摘要:** 通过使用眼动仪对连弧纹铭带镜中的设计因子进行提取,达到优化新文创时代下文创产品设计开发的目的。运用眼动实验分析 20 名被试观看连弧纹铭带镜的视觉热区,依据实验数据对被试在连弧纹铭带镜中的兴趣区域进行划分。结合层次分析法确定被试主要兴趣区域,采用归纳与演绎对其中的显性设计因子和隐形设计因子进行提取。将提取的设计因子应用于文创产品设计当中,并对所设计的产品与其他文创产品进行对比测试。通过实验数据验证眼动仪对于文物中设计因子提取的可行性。

**关键词:** 铜镜;汉代;设计因子;提取;眼动实验

**中图分类号:** TP3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.6050

## Application of eye movement technique in design factors extraction of bronze mirror with arc pattern and inscription

Huang Sheng<sup>1</sup> Yang Ying<sup>2</sup>

(1.School of Animation and Software, Xi'an Vocational and Technical College, Xi'an 710077, China;

2.Department of Conservation, Emperor Qinshihuang's Mausoleum Site Museum, Xi'an 710600, China)

**Abstract:** The eye tracker was used to extract the design factors in the bronze mirror with arc pattern and inscription in order to design and develop creative products in the new cultural and creative era. An eye movement experiment was conducted to analyze the visual hot spots of 20 subjects watching the mirror. Subjects' interest areas in the mirror were then divided according to experimental data. The main interest areas were determined by analytic hierarchy process, and the dominant and invisible design factors were extracted by induction and deduction methods. The extracted factors were applied to the design of a cultural and creative product, and it was compared with other cultural and creative products. The possibility of extracting design factors from cultural relics by eye trackers was verified by experimental data.

**Keywords:** bronze mirror; Han Dynasty; design factor; extraction; eye movement experiment

### 0 引言

中国文化产业的蓬勃发展,让世界更多的人群了解、熟知中国五千年的历史文化。移动互联网的普及,让更多的消费者随时随地完成文化消费<sup>[1]</sup>。新文创时代的到来,解构了传统文创产业的流程与门槛,让更多传统文创消费者转变为文创创作者,向大众传播着自己的设计产物。新文创时代为文化市场带来了繁荣,同时也向文创产业中注入了不稳定。由于身处互联网时代的年轻受众,对个性化的文旅产品有着更高要求<sup>[2]</sup>。文创产品的设计与制作开始向着精细化、独特化发展。然而中华文明拥有五千年的历史与文化,很少有文创从业者能够对其有全面详细的了解。

加之市场经济驱动下的文创产品设计,难免不会出现向商业价值趋附的现象。致使市场流通的大量文创产品都趋于文化形式,而缺少文化价值,设计元素混乱的现象比比皆是。良好的文创产品应该将文化因子贯穿于设计始终,而准确、客观的提取设计因子是文创产品设计的先决条件。

在文创产品的设计当中,为了延续中华民族的“文化基因”,对于“文化基因”所外显的设计因子的提取成为近年来学术讨论的热点。纵观国内各学者的研究成果,可以看到目前产品设计领域对设计因子的研究主要分为两类,一类是针对设计因子的提取方式,张欣蔚等<sup>[3]</sup>给出基于层次表达的图案组合重用设计与基于构形规则编码参数的图案渐变设计方法。杨梅等<sup>[4]</sup>将遗传因子相关知识框架及

收稿日期:2020-09-17

\* 基金项目:陕西省教育厅 2019 年度专项科学研究计划(19JK0815)、西安职业技术学院 2020 年专项(2020ZX05)资助

理论体系延伸入工业设计领域,从工业设计的角度阐述产品基因的遗传、变异与重组,朱炜等<sup>[5]</sup>通过形态分析法对汽车造型的设计因子进行提取。另一类是针对某区域环境中的特定文化特征进行设计因子的提取与应用。孙斐<sup>[6]</sup>用因子分析法典型秦绣样本图案中的色彩、几何纹样设计元素进行提取。虞杰等<sup>[7]</sup>针对蜡染花朵纹运用分层形状文法进行纹样推理演变。王伟伟等<sup>[8]</sup>通过 Kano 模型用从用户需求层面对孔子问答镜的文化特征进行提取与应用。大量的科学研究从提取方法与提取对象两个方面对设计因子进行研究,研究内容逐步深入,研究方式逐步精确。

## 1 研究思路与方法

为了让提取结果的更加准确与客观,设计因子的提取开始借助科学仪器。汶晨光等<sup>[9]</sup>将眼动仪运用到设计因子的提取当中。但是,其在实验设计中更偏向于将眼动实验作为一种设计因子的提取方式,而缺少对比分析来佐证提取的准确性,以及缺少用户对最终设计因子应用的评价。在以上研究的基础上,本文在眼动实验后增加层次分析法来验证眼动实验提取设计因子的准确性,并且增加用户评价,来判定设计因子的传承程度。具体研究框架如图 1 所示。

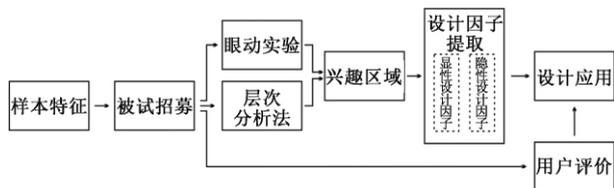


图 1 研究框架

## 2 连弧纹铭带镜的特征分析

铜镜作为中华历史文化中的瑰宝,是古代工艺史中的一项伟大成就,具有极高的文化与艺术价值。而汉代作为我国古代铜镜发展的鼎盛时期之一,其制造的铜镜在花纹样式、制作工艺等方面有着极高的水平,直接反映了当时社会的艺术文化、装饰工艺以及冶炼科技的状态<sup>[10]</sup>。汉代铜镜不仅对后续中国大陆的铜镜制作造成了深刻影响,而且向东传播到朝鲜半岛和日本列岛,向西传播到中亚及西亚地区,对当地的科技于文化都产生了至关重要的影响<sup>[11]</sup>。结合研究条件,本文以汉景帝阳陵博物院的连弧纹铜华铭带镜作为研究对象,通过眼动仪对其设计因子进行提取,如图 2 所示。

连弧纹铜镜是中国古代出现最早的铜镜样式之一,是由目前我国出土最早铜镜——甘肃齐家文化的“七角星纹镜”演化而来。连弧纹铜华铭带镜作为西汉中晚期至东汉时期社会流行的镜式之一,开始成为社会中的风尚之物。汉代经济发展与社会意识形态的变革,使情感热烈粗豪的



图 2 连弧纹铜华铭带镜

浪漫主义进入到艺术领域当中<sup>[12]</sup>,铜镜的设计制作也受到了影响。本文所选的铜镜有一圈“涑冶铜华清而明,而之为镜宜文章,长年益寿去不羊,与天毋亟而日月光,千秋长世未央一□”的铭文。后两句讲述了“(此面铜镜)有益于延长寿命,去除不吉祥,使镜主人的生命就像天一样没有尽头,就像日月的光芒一样永久存在,欢乐永不结束<sup>[13]</sup>”,即展现了这种浪漫主义色彩。

## 3 眼动实验构建与实施

### 3.1 实验设备

本次实验设备的搭建包括 Tobii X2-30 型号眼动仪一台,安装 Tobii Pro Lab 分析软件的台式电脑一部,显示器选用戴尔 U2518DR。眼动仪采样频率为 30 Hz,显示器分辨率为 1 920×1 080,刷新率为 60 Hz。被试者与屏幕之间距离约为 50 cm,实验过程中保持环境安静。

### 3.2 实验设计

每次实验挑选被试 1 名,实验时间 15 min,其中实验讲解时间 3 min,实验时间 2 min,实验后问卷填写 10 min。在实验过程中,被试首先进行眼动仪校准,之后浏览铜镜图片。根据眼动仪数据,可以直观看出被试所重点关注的区域,作为被试的重要兴趣区域(AOI),该区域包含的纹样更具有代表性,可交由设计师进行设计因子的提取。

### 3.3 实验人员

本次实验挑选具有图案绘制、文创设计、文物保护相关工作经验的被试 20 名,其中男女各 10 人,年龄分布在 20~40 岁之间,所有被试视力正常,无色盲色弱。

### 3.4 实验结果及分析

根据 Tobii Pro Lab 分析软件输出的热图可见,如图 3 所示,各被试的兴趣区域可以分为 3 个部分,即包含镜托的中心区域,铭文带及以外区域,以及上述两个区域中间的部分。各兴趣区域划分如图 4 所示。20 名被试在 3 个兴趣区域的视觉数据如表 1 所示。

从数据中可以看出,被试对几个兴趣区域的注视程度从高到底依次为 AOI01、AOI03、AOI02。但从铜镜纹样中



图 3 眼动热区



图 4 AOI 划分

表 1 眼动数据

AOI	平均注视 点数	平均注视 时间/ms	注视时间 占比/%
AOI01	11.2	2265.1	43.99
AOI02	7.5	1468.5	19.09
AOI03	9.1	2414.7	36.91

可以直接看出, AOI03 区域所包含的纹样并不多, 仅有铭文带与简单的短斜线纹, 并不包含具有代表性的纹样。对此, 初步判定因为铜镜铭文相较于其他花纹, 形态更为复杂, 辨识度低, 反而更容易吸引被试长时间的注视对其进行解读。为进一步验证, 分辨选取 AOI01 中的花苞纹、AOI02 中的草叶纹、AOI03 中的铭文进行层次分析。通过对 20 名被试开展问卷调查, 认为纹饰设计基因提取指标的重要因素分别是独特性、可辨识性以及造型性, 以此作为评判因素进行判断矩阵的构建。

为计算出 3 项指标的不同权重值, 采用两两比较的方法构建优先关系判断矩阵<sup>[14]</sup>, 假设有元素  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , 则优先关系判断矩阵:

$$E = \{a_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$$

对被试者进行层次分析问卷调查, 利用德尔菲法多轮进行, 使最后的调研结果趋于一致, 判断矩阵如表 2 所示。根据数据, 判断改矩阵为一致矩阵, 归一化处理得到各评判指标权重  $\omega_1 = [0.5455, 0.1818, 0.2727]$ 。20 名被试分别对花苞纹、草叶纹、铭文从独特性、可辨识性、造型性 3 个评判层次进行打分, 将最终分数进行归一化处理, 得分结果如表 3 所示。

表 2 纹饰设计基因提取指标判断矩阵

	独特性	可辨识性	造型性
独特性	1	3	2
可辨识性	1/3	1	2/3
造型性	1/2	3/2	1

表 3 提取纹饰综合评判

	花苞纹	草叶纹	铭文
独特性 0.5455	0.3945	0.2752	0.2477
可辨识性 0.1818	0.3364	0.3818	0.2818
造型性 0.2727	0.3796	0.3241	0.2685
综合得分	0.3799	0.3079	0.2596

通过表 3 数据可知, 位于 AOI01、AOI02 的花苞纹、草叶纹在被试的认知中, 其作为连弧纹铜华铭带镜所包含图案的带表性级别要高于 AOI03 中的铭文图案。这也可以证实在眼动实验中, 会有一些特殊的因素对实验造成影响, 而具体的影响因素以及影响程度还将在后续研究中进行分析。但对于本研究而言, 通过眼动实验与层次分析法的共同使用, 可以聚焦出连弧纹铜华铭带镜中 AOI01 区域内有着更具有代表性的图案, 本研究的后续工作也在 AOI01 区域中进行。

## 4 设计因子提取

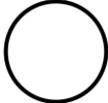
### 4.1 显性设计因子提取

连弧纹铭带镜中纹饰作为文化基因所依附的代表元素, 几乎包含了铜镜中所有的显性设计因子。在 AOI01 区域的纹饰主要有柿蒂纹、花苞纹、短斜线纹和凸弦纹。以上纹饰在当下文创产品中进行运用, 需要在确保其纹饰本身基本形态不变的前提下, 对其运行现代设计手段, 进一步进行演化与重构, 如表 4 所示, 以此更贴合当下社会的审美需求, 同时也是传统的纹饰能够在本身含义不变的情况衍生出更多的纹样以供设计活动所使用。

### 4.2 隐形设计因子提取

铜镜在中国古代最早用于装饰, 独特的形制与纹饰装饰着古时使用者的生活氛围, 同时体现着当时的思想观念。连弧纹镜独特的布局与样式源于古人对太阳、月亮和星辰的崇拜思想<sup>[15]</sup>, 古人将对日月光辉的喜爱寄予铜镜之内, 使铜镜与“光明”不可分割。并且, 对于铜镜的来源无论是

表 4 纹饰设计因子的提取与演绎

	纹饰 1	纹饰 2	纹饰 3	纹饰 4
提取				
演绎				

“鉴来说”还是“阳隧来”说,也都与光有着密切的关系。西汉中后期铭文在铜镜中的出现,则是人对自然介入的表现,汉代铜镜的铭文多数体现了古人对未来的期许,无论是“长宜子孙”、“延年益寿”、还是“长不相忘”都是古人内心世界的体现。本研究所选铜镜上的铭文则是体现了古人对“延年益寿、健康无病”的希望<sup>[16]</sup>。

## 5 应用与评估

### 5.1 设计应用

对于文物中设计因子的提取,主要是应用于文创作品当中,继承历史文化,并在当今语境下开展进一步的传播。依据本次实验对象连弧纹铜华铭带镜的显性设计因子以及隐形设计因子,运用现代设计方式,进行以灯具为主题的文创产品设计,设计效果如图 5 所示。



图 5 柿蒂纹烛台

### 5.2 用户评估

对于文创产品的评估需要以文化的传承作为核心评判标准,除此之外还需要关注文创产品中的创新因素、体验因素以及设计表达因素<sup>[17]</sup>。为验证所设计柿蒂纹烛台在设计因子应用上的优越性,与某款宝相花镜进行对比测试。同时邀请眼动实验中的 20 名被试,以文化因素、创新因素、体验因素和设计表达因素为指标,分别对两个文创产品进行层次分析法。首先对 4 项指标采用两两比较的方法构建优先关系判断矩阵,沿用本文中 3.4 节的方式计算 4 项指标权重  $\omega_2 = [0.384\ 6, 0.256\ 4, 0.128\ 2, 0.230\ 8]$ 。邀请 20 名被试从 4 个指标分别对两个文创产品进行打分,对平

均分数进行归一化处理,最终结果如表 5 所示。可以看到在综合得分以及文化因素与创新因素两项分数中柿蒂纹烛台都要优于宝相花镜,因此可以得出眼动实验能够提取文物中设计因子的结论。

表 5 评价结果

方案	文化因素	创新因素	体验因素	设计表达因素	综合得分
柿蒂纹烛台	0.384 6	0.256 4	0.128 2	0.230 8	
宝相花镜	0.507 0	0.600 3	0.492 9	0.492 1	0.525 7
	0.493 0	0.399 7	0.507 1	0.507 9	0.474 3

## 6 结 论

中华民族历史悠久,大量的优秀文化需要得到进一步的继承与传播。新文创时代的到来,为中华传统文化的传播大同了新的道路。要使更多优良的文化得到有效传播,其文化设计因子的提取则显得分外重要。有效设计因子的提取为文化的有效传播提供了保证,同时也让中华民族悠久的历史得到了继承与发扬。

本文探索了眼动实验对设计因子的提取方法,并对提取的效果加以论证,以证明眼动仪在对文物中设计因子提取的可行。通过眼动仪与层次分析法相结合的方式设计因子的提取为文创产品设计提供了新的方式方法。本文后续将进一步细化评判标准,通过多级层次分析法来对 AOI 进行更细致的划分与评估。

### 参考文献

- [1] 程武. 在新文创时代讲好中国故事[N]. 光明日报, 2018-05-05(7).
- [2] 康岩. 新文创, 敲开文旅融合大门[N]. 人民日报, 2019-08-06(5).
- [3] 张欣蔚, 王进, 陆国栋, 等. 基于本体和形状文法的图案构形提取与重用[J]. 浙江大学学报(工学版), 2018, 52(3): 461-472.
- [4] 杨梅, 苏兆婧, 翟庆波, 等. 基于遗传因子理论的家族式产品设计研究[J]. 机械设计, 2016, 33(7): 109-112.
- [5] 朱炜, 赵磊, 王小龙. 基于品牌意象的 SUV 造型设计方法[J]. 机械设计, 2017, 34(1): 118-121.
- [6] 孙斐. 秦绣抽象几何纹样提取与设计应用[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 77-82, 107.
- [7] 虞杰, 吕健, 潘伟杰. 基于分层形状文法的蜡染花朵纹创新设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 255-261, 273.
- [8] 王伟伟, 王艺茹, 胡宇坤, 等. 孔子问答镜的文化特征提取与设计应用研究[J]. 包装工程, 2016, 37(14): 126-130.
- [9] 汶晨光, 苟秉宸, 吴林健, 等. 基于眼动分析的文化设计基因提取与应用研究[J]. 计算机工程与应用, 2018,

- 54(11):217-224,235.
- [10] 乔建锋. 浅析汉代中国铜镜纹饰雕刻的审美诉求[D]. 上海:上海大学,2019.
- [11] 白云翔. 汉式铜镜在中亚的发现及其认识[J]. 文物, 2010(1):78-86.
- [12] 乔臻. 方寸之间的凝练——战国、两汉、唐代铜镜的比较[J]. 美术大观,2009(4):50-51.
- [13] 刘梅梅. 陕西出土汉代铜镜纹饰及其文化内涵研究[D]. 西安:西北大学,2017.
- [14] 李国正,谭南林,张建斌. 基于改进型 AHP 的地铁列车设备重要度分析[J]. 电子测量与仪器学报, 2012, 26(6):503-507.
- [15] 安晓燕. 铜镜文化与铸造艺术研究[J]. 美术观察,2015(2): 118-119.
- [16] 邓林. 汉代铭文镜研究[D]. 上海:上海大学,2017.
- [17] 祁飞鹤,肖狄虎,李辉,等. 基于情境系统的湖湘文创产品设计评价研究[J]. 包装工程,2018,39(6):119-126.

#### 作者简介

黄晟, 硕士, 讲师, 主要研究方向为交互设计、艺术设计职业教育等。