

面向创意设计的青铜器纹样数据库设计研究

刘修茹, 季铁, 郭寅曼

(湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082)

摘要: **目的** 对丰富的青铜器纹样资源进行整理与组织, 满足设计师利用青铜器纹样进行创意设计的需求, 助力传统文化输出。**方法** 对青铜器纹样的装饰母题、装饰艺术和语义进行解析, 对设计师借助文化资源数据库获取设计原型和设计知识的行为与思维过程进行探索, 从而提炼元数据标签, 确定可视化元素, 建立包括 1154 条青铜器纹样数据在内的数据库。**结果** 面向创意设计的青铜器纹样数据库, 实现了对青铜器纹样数据的多维信息呈现, 为设计师提供了一个快速学习和获取青铜器纹样原型与知识的平台, 有助于设计师了解数据中隐藏的特征、关系和模式。**结论** 青铜器纹样数据库的可视化方式符合设计师的认知舒适性, 为打造针对设计师群体的数字文化资源专业平台提供了新的思路。

关键词: 青铜器纹样; 文化资源数据库; 数据可视化; 创意设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)08-0193-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.08.020

Research on Design of Bronze Ware Decorative Patterns Database for Creative Design

LIU Xiuru, JI Tie, GUO Yin-man

(School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to arrange and organize the abundant decorative pattern resources of bronze ware to meet the needs of designers using decorative patterns of bronze ware for creative design and help the transmission of traditional culture. The decorative motif, decorative art and semantics in decorative patterns of bronze ware were analyzed, and the behavior and thinking process of designers obtaining design prototypes and knowledge through cultural resources database were explored to refine the metadata tags, determine the visual elements, and finally establish a database including 1154 decorative patterns of bronze ware. The decorative pattern database of bronze ware for creative design realized the multi-dimensional information presentation of data and provided a platform for designers to quickly learn and acquire the decorative pattern prototype and knowledge of bronze ware, which was helpful for designers to understand the features, relationships and patterns hidden in the data. The visualization method of decorative pattern database of bronze ware conforms to the cognitive comfort of designers, which provides a new idea for creating a professional platform of digital cultural resources for designers.

KEY WORDS: decorative pattern of bronze ware; cultural resource database; data visualization; creative design

随着经济的发展, 设计市场发生了新的转变, 优秀的设计不应仅仅满足于产品功能的实现与差异性的塑造, 而是要进一步承担起文化输出的责任。《易·系辞》有言: “形而上者谓之道, 形而下者谓之器。” 中国文化是以中庸观念为核心的礼乐文化, 礼器是中国古代文物主要的、具有代表性的、也最有价值的核心

构成^[1], 随着社会意识形态的转变, 礼乐之器的封建意味逐渐淡化, 而对仪式感与仪式性产品的追求则被继承至今, 成为中华民族独特的审美情趣。青铜器是“藏礼于器”的集中体现, 其上的纹样有着强烈的象征性与时代性。在现代设计中, 对青铜器纹样丰富的表现形式和组合方法进行转化、提升与创造, 不失为

收稿日期: 2022-11-18

基金项目: 国家重点研发计划课题 (2019YFB1405702); 教育部人文社会科学研究青年基金项目 (21YJC760023)

作者简介: 刘修茹 (1998—), 女, 研究生, 主攻视觉传达与媒体设计。

通信作者: 季铁 (1972—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为设计艺术学、数字文化创新、非遗文化生态。

一种较为有效、增强仪式性的方法^[2]。然而，青铜器纹样语义的多样性、工艺的复杂性都对设计师利用青铜器纹样进行设计提出了挑战。

1 青铜器纹样数据收集与分析

关于青铜器纹样融合现代需求的设计研究，以个案分析为主，大多数研究仅关注纹样的图形、结构、内涵和应用方式，涉及对大量青铜器纹样数据进行系统组织和管理的研 究较少。对设计师群体而言，缺少能够快速获取青铜器纹样原型、了解青铜器纹样知识的数据库平台。因此，笔者首先对青铜器纹样数据进行了收集与分析。

1.1 青铜器纹样数据收集

青铜器纹样是一种“真实地想象”，是古代工匠将幻想、祲祥与现实融为一体的产物^[3]，其演变之迹不仅折射出人们对艺术风格的偏好，也反映了不同时期的精神信仰。从商代棱脊分明、神秘诡异的天命符号，到西周中期起伏流转的变形图案，再到春秋战国时期走向写实化的精美装饰，乃至汉代金属细工制作而成的秀逸图形，青铜器纹样的题材、风格、装饰部位都在不断地变化，呈现出从幻想到现实，从抽象到写实的艺术发展主题。根据这条隐形的脉络，笔者从《中国青铜器》《中国古代青铜器纹饰图典》《中国青铜器图案集》等书籍中扫描并收集了从商朝到汉代的 1154 张青铜器纹样拓印图像，并对每张图像的名称、时代和出土地点进行了标注。

1.2 青铜器纹样特征分析

1.2.1 青铜器纹样的装饰母题

青铜器的装饰纹样由总数有限的装饰母题与装

饰单元多样化地组合而成^[4]。对青铜器纹样的装饰母题进行分类是分析纹样的基本前提。容庚^[5]将青铜器纹样分为几何形纹样、动物形纹样和叙事画纹样，其中动物形纹样比其他纹样意义更加复杂；马承源^[6]将动物形纹样分为兽面纹类、龙纹类、凤鸟纹类、各种动物纹类、各种兽体变形纹类等 5 类。这 5 类又可以进一步细分，如兽面纹根据角形的不同又分为环柱角形兽面纹、牛角形兽面纹和外卷角形兽面纹等 11 种亚型。根据容庚与马承源提出的青铜器纹样题材类型，笔者对收集到的纹样进行了辨认、整理与分类（见表 1），为后续数据处理打下了基础。

1.2.2 青铜器纹样的装饰艺术

青铜器的铸造需要经过两次翻范的过程，纹样的形态受到了模（母范）与范（从模上再翻制的范）的影响，呈现出装饰与造型相适应的特点，同一个纹样在不同时代、不同器型上呈现出不同的表现形式。以兽面纹为例，在青铜器中，兽面纹常出现于器物的腹部、颈部等核心部位，也有作为足部、耳部等附件的装饰。台北故宫博物院所藏兽面纹鬲鼎上，沿柱足向上的三条扉棱既是分范线所在之处，也是兽面纹鼻间中线，将鬲鼎分为三个等分面，花纹由扉棱左右两侧向中心聚集，三组兽面纹占据了器腹的核心部位，给人以强烈的神秘、狞厉之感（见图 1a）；台北故宫博物院所藏商亚牧父辛方鼎中，共有八组兽面纹，其中四组兽面纹位于平面，鼻部的扉棱仅作为装饰，四组兽面纹位于方鼎棱上，鼻部扉棱与立方体的棱合二为一，二者环绕口沿交替出现，具有强烈的立体感（见图 1b）。此器中腹部的勾连雷纹与乳钉纹占据了大部分篇幅，兽面纹仅作为次要纹样出现；故宫博物院所藏西周晚期小克鼎中，工艺进一步发展，腹部为云纹带，颈部为窃曲纹，兽面纹的位置从腹部下移到了足

表 1 青铜器纹样数据整理
Tab.1 Arrangement of decorative pattern data of bronze ware

分类	兽面纹类	龙纹类	凤鸟纹类	其他动物纹类	兽体变形纹类	火纹类	几何纹类	人物画像类	其他	合计
数量	142	120	141	118	200	4	105	90	234	1 154



图 1 青铜器纹样
Fig.1 Decorative patterns of bronze ware

部, 扉棱也仅出现在足上, 威慑的意味减轻, 兽面纹逐渐走向装饰化 (见图 1c)。饕餮纹在这三个器物上的地位, 呈现出主-次-末的变化特点, 纹样的形态也适应着器物造型, 逐步简化。

即使是在同一件器物上, 纹样的表现形式也存在差异。以夔龙纹为例, 陕西历史博物馆所藏垂叶夔纹壘的肩部和腹部都饰有龙纹, 肩部的龙纹与圆涡纹间隔排列, 构成连续的装饰带, 腹部的夔纹则两两相对, 根据器形向下斜收的轮廓变化呈斜角状, 作为对焦叶纹内部的填充与装饰。同为龙纹, 但依器物部件的不同表现为不同的形态, 实现了装饰与形制的和谐统一 (见图 2)。

了解纹样在器物上的应用部件、位置与布局, 有

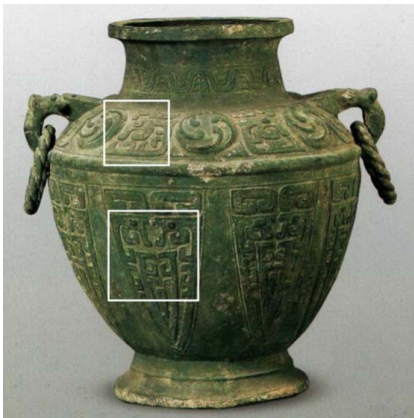


图 2 垂叶夔纹壘肩部与腹部的夔龙纹
Fig.2 Kui patterns located on the shoulder and abdomen of the bronze

助于设计师深入理解青铜器纹样的装饰意义与实用功能之间的关系。

1.2.3 青铜器纹样的语义

青铜器纹样蕴含的历史文化、宗教信仰等信息是流动的、变化的。以饕餮纹为例, 从共时性的角度来看, 饕餮纹以幻想动物的头部为主体, 与现实动物的特征相结合, 故而其每一部分在同一时期都会产生不同的变化, 从而导致整体的特征和含义随之产生变化^[7], 林巳奈夫论述了将饕餮纹鼻间的篦形纹视为太阳崇拜产物的合理性^[8], 赵菁等人提出将蚌贝纹作为额饰的饕餮纹可能存在着对人口繁育的祈求^[9]; 从历时性的角度来看, 《吕氏春秋·先识览》中记载, “周鼎著饕餮, 有首无身, 食人未咽, 害及其身, 以言报更也”, 作为神话传说中的猛兽, 原初的饕餮融合了工匠对传说神兽的想象与对现实动物的描摹, 在神权、王权的加持下, 夏商时期的饕餮纹逐渐成为巩固“天命”的文化符号, 至于西周中晚期以降, 礼崩乐坏, 饕餮纹逐渐简化为抽象的图案, 失去了原本的威慑力, 更多的是起装饰作用。

对青铜器纹样的历史文化背景, 需要从历时性与共时性两个方面进行考察, 厘清每个纹样的来龙去脉。

1.2.4 青铜器纹样的元数据标签

综上所述, 通过对青铜器纹样的装饰母题、模件化特点与语义的分析, 确定了包括管理信息、视觉信息和语义信息 3 个层级在内的元数据标签, 对收集的 1154 张青铜纹样图片进行了进一步标注, 为数据库平台的设计提供了基础 (见表 2)。

表 2 青铜器纹样元数据标引示例
Tab.2 Example of decorative pattern metadata indexing of bronze ware

层级	标签	定义	示例
管理信息	图片	纹样的拍摄照片或拓印图片	
	名称	描述纹样的名称	
	类型	纹样所属的类别	
	时间	对象的创作、设计或制造的时间	
	来源	纹样的创作地点、出土地点	
视觉信息	构成方式	描述纹样的连接方式	左右对称
	部件位置	纹样所在的器物、部件或位置	孟鼎-足下部
	装饰手法	纹样可辨认的工艺与质地	浮雕
语义信息	使用场景	描述纹样一般出现的场景类型/领域	祭祀
	寓意	单个纹样图案的文化内涵	权力崇拜、动物 (羊) 崇拜
	溯源纹样	描述影响该纹样形成的纹样	神人兽面像
	继承纹样	描述受到该纹样影响而形成的纹样	环带纹、窃曲纹

2 面向创意设计的青铜器纹样数据库设计实践

2.1 文化资源数据库中的数据可视化

可视化是对数据进行组织与编排的方式。数据可视化被日益广泛地应用于文化资源数据库的展示中,原因在于它能够以视觉表现物的形式将数据直观地呈现出来,这种交互方式可以强化受众对于数据信息的认知。覃京燕较早地将信息可视化概念引入数字文化遗产领域中,并对信息可视化模型和信息可视化设计原则进行了归纳^[9];Whitelaw^[10]辩证地批判了传统数字文化遗产单调的搜索方式,并提出通过揭示馆藏内部的关系和结构来营造“宽宏的界面”,在此基础上,Windhager 等^[11]对 70 个数字文化遗产的可视化系统进行了调查和分析,提出对用户群体的进一步研究可以为未来信息可视化方法的设计提供指导和改进。

笔者对国内外 10 个以图像及文字资源为主的文化资源数据库进行了调研(见表 3),在用户研究部分,尽管 2/5 的数据库宣称它们的目标用户包括创意用户群体,但只有 1 个数据库明确提出将设计师群体作为服务对象,并为他们提供矢量图形下载服务,这说明现有的文化资源数据库的使用人群定位较为宽泛,无法准确定位于设计人员;在数据库的可视化方式与功能上,网格/列表是最常见的可视化方法,关

系图和集合图则相对较少。所有的文化遗产数据库都包含展示、分类探索和检索的功能,但只有很少的数据库能够揭示数据间的关系。

设计的过程是一个不断输入的过程,在设计之始,设计师通常会搜集大量的设计原型与设计知识,从而对设计主题形成初步认知,并进一步从中提炼出有效信息来对新的设计形成支撑。秦臻^[12]收集整理了 73 块侗族织锦,并利用可拓理论对民族图案基元的语义进行提取与量化分析,最终设计出了得到设计师和当地文化持有者共同认可的新产品。面向创意设计的数字文化资源可视化,不仅要提供“数据”本身,还要引导设计师挖掘数据背后的“信息”。

2.2 用户研究

笔者对 30 位设计师进行问卷调查,主要问题包括使用数据库的频次、阶段、目标、困难和使用过的可视化方式等,调研设计师在寻找、获取和再利用所需要的数字文化资源等方面的习惯及遇到的问题。

在设计初期的发散阶段,设计师使用文化资源数据库寻找灵感,包括归纳和提炼具有代表性的视觉元素、寻找视觉参考(如构图、造型和色彩)、寻找文化意义上的设计依据等;设计师在文化遗产数据库中使用最多的可视化工具是网格、列表、时间轴等,通过使用这些可视化工具,达成检索(查找所需的文化数据)、比较(基于时间、地域或视觉相似性)、探索(基于兴趣爱好自由浏览)的目的,但难以对文化资

表 3 文化资源数据库调研
Tab.3 Research on cultural resource databases

调研内容		数据库									
		europena-collection	Google arts & culture	Japan Search	DA-Arts 艺术记录院	大英博物馆	纹藏	故宫博物院数字文物库	故宫数字多宝阁	国立故宫	中国非物质文化遗产网
用户类型	悠闲用户	√	√				√		√		
	专家用户	√	√					√	√	√	√
	创作用户	√	√	√			√			√	
	教育用户	√	√	√			√	√		√	
可视化方法	网格、列表	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	时间线		√			√				√	√
	关系图					√					
	集合图		√								
	地图		√								
目的	展示-概览	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	展示-详情	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	分类探索	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	检索	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	揭示视觉相似性		√								
	揭示关系网络					√					
	揭示时间顺序		√			√				√	√
	揭示地域分布		√								

源数据中隐藏的特征、关系和趋势形成直观的认知; 大部分设计师优先关注的是文化资源的视觉形象本身, 其次才是文化资源的深层含义; 在使用可视化工具的过程中, 通常最让使设计师感到困扰的问题包括难以辨认可视化工具的视觉形式、缺少参照物、信息过载等。

因此, 面向创意设计的青铜器纹样数据库具有以下的设计要求: 既要保证单个文化资源的可识别性, 又要能够允许设计师对大量的数据进行概览; 既要提供快速获取目标数据的功能, 也要能够使设计师自由探索青铜器纹样之间的关系与趋势; 既要满足设计师对视觉相似性聚类的需求, 也要使设计师能进一步挖掘文化资源的深层语义。

2.3 设计概念

文化资源数据库对数据的组织与架构存在两种常见的模式: 传统的文化资源数据库多采用通用的元数据标准, 对异构、多样的文化资源进行统一管理, 将相同主题、时代、馆藏地点、活动、类型, 或地域的数字文化资源进行聚合, 视觉上通常以网格、列表、时间轴、地图的形式呈现, 意在促进对文化遗产信息的共同理解, 这些元数据信息源自文化资源的高层特征, 并不涉及图像本身的视觉信息; 以 Google t-SNE map 等为代表的艺术品图像数据库, 通过纯粹的视觉相似性算法组织了数以千计的艺术品, 使用户可以根据图像的底层特征浏览数据库, 然而, 机器理解的图像相似性和人类理解的相似性之间存在鸿沟, 信息过载与缺乏对视觉相似性聚类依据的提示, 导致这类平台仅能支持“平行的一瞥”, 这两种单一的数据架构都难以满足设计师的需要。

因此, 面向创意设计的青铜器纹样数据库提出一种结合视觉相似性与元数据代理的可视化架构, 将图像映射到 3D 空间中, 使得青铜纹饰数据库不再是单纯的数据集合, 而能从多个维度启发设计师的灵感, 从而提升用户体验。

2.3.1 2D 可视化架构

图像熵是信息熵在图像处理领域的应用, 可以表示图像各级灰度的分布特征, 反映了图像中平均信息量的多少。Manovich L 提出, 更多的熵可能意味着更多的细节与纹理, 以及更强的现实主义特征和更多的生产劳动^[13]。结合郭沫若对于青铜器断代分期的研究和青铜器纹样的形态特征, 定义可视化模型的 x 轴两端为简单和复杂。定义青铜器纹样的一元灰度熵为 H:

$$H = \sum_{i=0}^{255} P_i \log P_i$$

其中, P_i 为灰度值 i 所占的比例。根据熵值的大小, 将青铜器纹样图像映射到 x 轴中。根据青铜器纹样的创作时间, 定义可视化模型的 y 轴为时间线, 划分为商、西周、春秋、战国、秦、汉 6 个时间点。

2.3.2 3D 可视化架构

从幻想到现实的艺术发展主题不仅体现在青铜器纹样本身的演变上, 也体现在青铜造物从神授到日常的使用场景的变化上。3D 可视化架构在 2D 可视化的基础上, 增加了一条 z 轴, 根据青铜器纹样的应用器型与场景, 定义 z 轴两端为礼器与工具 (见图 3)。通过 WebGL 三维可视化技术实现以直观的 3D 动态视角浏览数据库 (见图 4)。

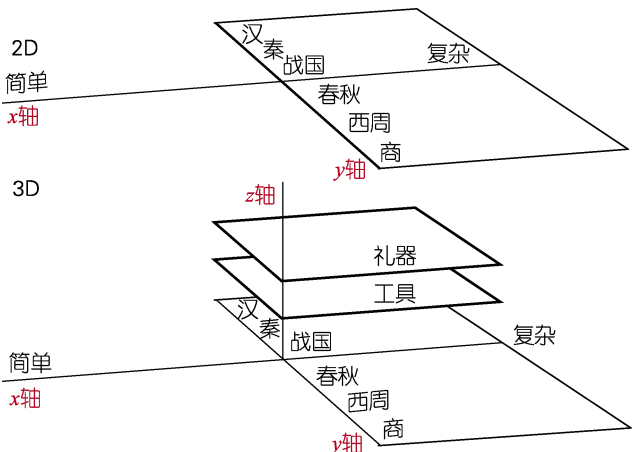


图 3 2D 与 3D 可视化架构 xyz 图示
Fig.3 xyz Diagrams of 2D and 3D visual architectures

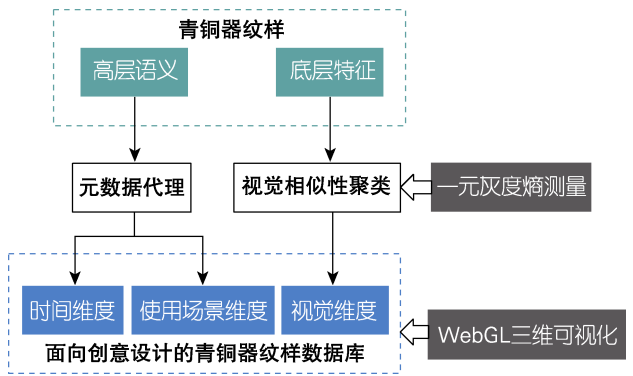


图 4 面向创意设计的青铜器纹样数据库技术路径
Fig.4 Technical path of decorative pattern database of bronze ware for creative design

2.4 青铜器纹样数据库设计实践

青铜器纹样数据库界面包括 2D 地图与 3D 地图两个功能板块 (见图 5—6)。首页左侧是所有纹样的子分类, 用户可以根据纹样类型查看图像, 除了常见的青铜器纹样类型, 还增加了器型这一类别, 方便设计师快速获取青铜器器型知识。右侧为可视化设计的主体。在 2D 地图中, 用户既可以对全部的纹样图像进行总体预览, 也可以根据 xy 两条轴线, 观察纹样的变化趋势; 在 3D 地图中, 用户可以结合项目的应用场景寻找所需的设计原型, 拓展灵感激发的范围。

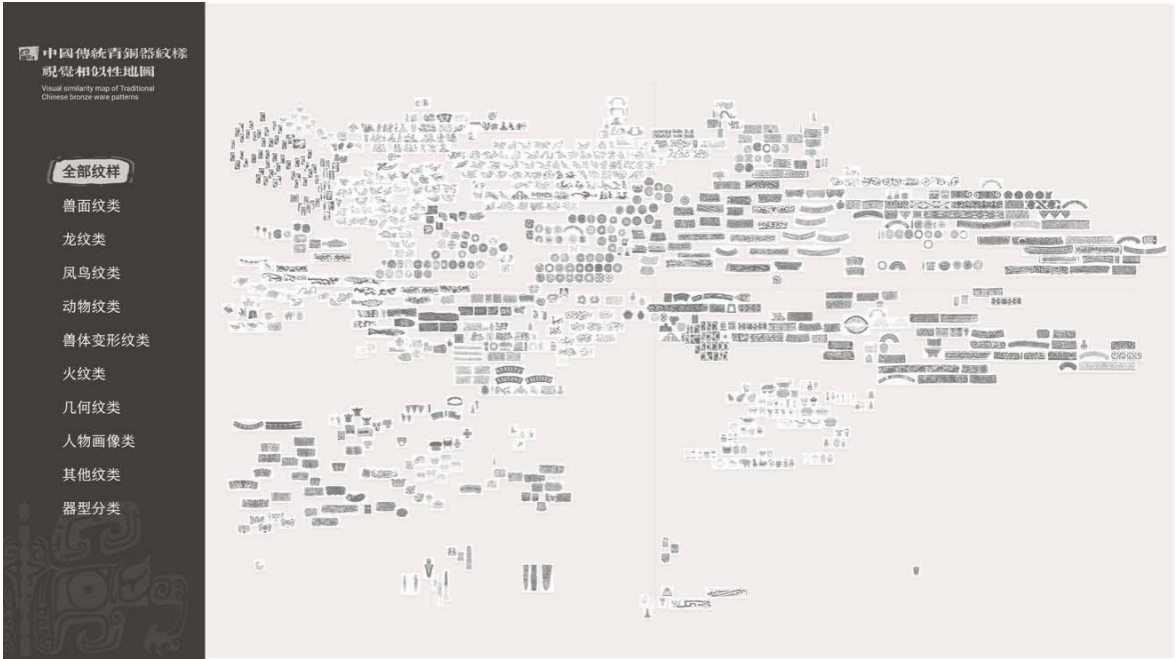


图 5 青铜器纹样数据库 2D 可视化地图
Fig5. 2D visual map of decorative pattern database of bronze ware

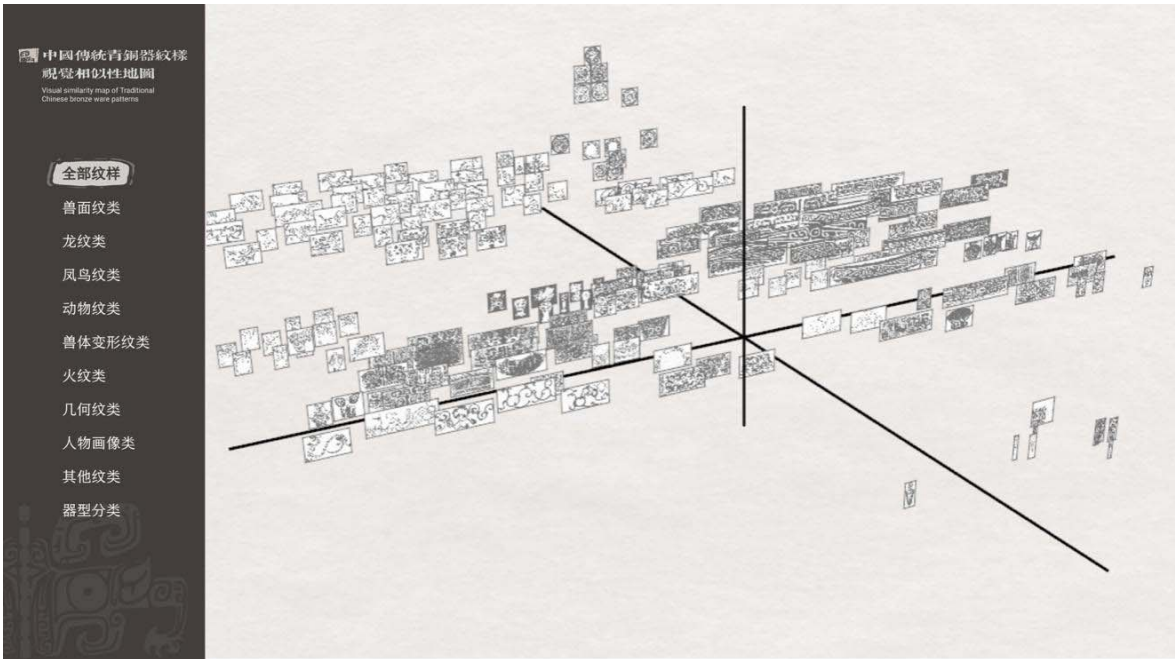


图 6 青铜器纹样数据库 3D 可视化地图
Fig.6 3D visual map of decorative pattern database of bronze ware

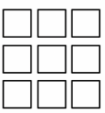
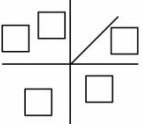
青铜器纹样数据库可视化工具不仅可以反映每个时代的流行纹样，还可以反映纹样随着社会演变而产生的形态与应用场景上的变化。以兽面纹为例，在商周时期，兽面纹在青铜器上占据了主导地位，工匠为兽面纹的铸造付出了大量的劳动。因此，兽面纹比其他纹样呈现出更高的复杂度与精细度，而到春秋战国时期，龙凤纹兴起，青铜器上的兽面纹逐渐衰落，其应用场景也不再限于礼器，而是逐渐出现在一些日常生活器皿中。

3 可用性测试

可用性测试是对交互产品完善程度的重要评价手段。将视觉相似性与元数据代理相结合的可视化架构，与单独的元数据代理可视化架构及单独的视觉相似性可视化架构进行对比（见表 4），通过测试观察 3 名设计师分别在 3 个原型中完成指定任务的过程，记录设计师的操作轨迹、操作速度、语言描述、对自身

灵感刺激的作用及整体感受评价,有助于发现和揭示用户在理解和使用青铜器纹样数据库可视化工具时遇到的问题。

表 4 3 个青铜器纹样的可视化架构对比
Tab. 4 Visual architecture comparison of three decorative patterns of bronze ware

设计 方案	设计师 编号	可视化 架构	可视化 图示	说明
方案 A	1	元数据代理		数据根据纯粹的元数据标准排列,呈现网格状
方案 B	2	视觉相似性		数据根据纯粹的视觉相似性排列,呈现散点状
方案 C	3	视觉相似性与元数据代理结合		数据根据轴线排列,呈现 2D 或 3D 坐标轴状

测试开始前,依据青铜器纹样数据库的核心功能与使用流程,设置 3 个任务及完成标准。任务 1: 找到所有商代青铜器上的外卷角形饕餮纹,完成标准为找到 11 个目标,旨在考察检索的速度与效率;任务 2: 归纳饕餮纹的变化趋势,完成标准为归纳饕餮纹从商朝到汉代,在应用场景、视觉形态和语义上的变化,旨在考察关系与趋势的呈现;任务 3: 开放任务,要求被试者找到一个形态简洁、适合仪式感设计,且具有典型意义的纹样原型,并阐述原因。

任务 1 中,方案 A 与方案 C 的完成时间较短,方案 B 的完成时间较长,这或许是因为被试者在根据纯粹的视觉相似性寻找目标对象时,需要付出更高的学习成本。任务 2 中,受到方案 C 的可视化维度的提示,被试能够归纳出更多的饕餮纹变化趋势,且完成速度也优于其他两个方案,验证了方案 C 在挖掘数据关系与趋势上的有效性。任务 3 中,设计师 2 选择了云雷纹,选择依据是出现的频率,作为一种装饰底纹,云雷纹大量出现在其他复杂纹样中,设计师 1 和设计师 3 选择了饕餮纹,被试者 3 阐述了更多的选择原因,这说明方案 C 为设计元素的选择提供了更多可参考的依据。

4 结语

数据的价值包括点层次价值、线层次价值和面层次价值三个维度^[14]。早期的文化资源数字化研究对点层次价值进行了深入探讨,随着文化资源的重要性逐

渐被充分认识,下一步的工作重点是在线层次和面层次上对文化资源进行组织与发掘。从文化数据库中的专业用户参与行为出发,结合计算机技术,为设计师群体提供专业的数据可视化服务,有助于推动文化资源在图案、场景、材料等多个方面的创新,促进文化资源在科研、商业和工业领域中的应用。此次研究还存在以下不足:青铜器纹样是二维与三维并存的纹样,对于青铜器纹样与形制之间关系的讨论略显单薄;关于青铜器纹样的可视化维度的选择,只针对图像本身的底层特征、时间与应用场景进行了讨论,是否可以提出更多样的维度,揭示青铜器纹样在地域差异性等其他方面的规律还有待探索;对青铜器及其应用场景,与现代社会对礼仪的需求之间的关联,还需进一步深化。

参考文献:

[1] 张辛. 礼与礼器——中国古代礼器研究札记之一[J]. 考古学研究, 2003(1): 851-906.
ZHANG Xin. Ritual and Ritual Vessels—One of notes on the Study of Ritual Vessels in Ancient China[J]. Archaeological Research, 2003(1): 851-906.

[2] 刘洋, 任宏. 从藏礼于器谈现代产品设计的仪式性[J]. 包装工程, 2013, 34(22): 93-96.
LIU Yang, REN Hong. Ritual Hidden in Vessel-Discussing the Ritualization of Product Design[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(22): 93-96.

[3] 李泽厚. 美的历程[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1984: 38.
LI Ze-hou. The Course of Beauty[M]. Beijing: China Social Sciences Press, 1984: 38.

[4] 雷德侯. 万物: 中国艺术中的模件化和规模化生产[M]. 北京: 生活·读书·新知三联书店出版社. 2020: 37.
LEDDEROSE L. Ten Thousand Things[M]. Beijing: Life · Reading · New Knowledge Sanlian Bookstore Publishing House. 2020:37.

[5] 容庚, 张维持. 殷周青铜器通论[M]. 北京: 文物出版社, 1984: 102.
RONG Geng, ZHANG Wei-chi. General Theory of Bronze Wares in Yin and Zhou Dynasties[M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House, 1984: 102.

[6] 马承源. 中国青铜器[J]. 上海: 上海古籍出版社, 2003: 316-319.
MA Cheng-yuan. Chinese Bronze Ware[M]. CHEN Pei-fen, et al. Shanghai: Shanghai Ancient Books Publishing House. 2003:316-319.

[7] 赵菁, 张乘风. 饕餮纹的符号识别分析[J]. 设计, 2019, 32(5): 72-73.
ZHAO Jing, ZHANG Cheng-feng. Symbol Recognition Analysis of Gluttonous Pattern[J]. Design, 2019, 32(5): 72-73.

- [8] 林巳奈夫. 神与兽的纹样学[M]. 常耀华, 王平, 刘晓燕, 等, 译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2009: 29.
- [9] 覃京燕. 文化遗产保护中的信息可视化设计方法研究[D]. 北京: 清华大学, 2006.
- QIN Jing-yan. Research on the design methods of digital cultural heritage based on information visualization[D]. Beijing: Tsinghua University, 2006.
- [10] WHITELAW M. Generous Interfaces for Digital Cultural Collections[J]. Digital Humanities Quarterly, 2015, 9(1): 1-16.
- [11] WINDHAGER F, FEDERICO P, SCHREDER G, et al. Visualization of Cultural Heritage Collection Data: State of the Art and Future Challenges[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2019, 25(6): 2311-2330.
- [12] 秦臻, 季铁, 刘芳, 等. 基于民族图案基元可拓语义的产品设计方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2021, 33(10): 1595-1603.
- QIN Zhen, JI Tie, LIU Fang, et al. The Method of Product Design Based on Extension Semantics of National Pattern Primitives[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2021, 33(10): 1595-1603.
- [13] MANOVICH L. How to Compare one Million Images? [M]// Understanding Digital Humanities. London: Palgrave Macmillan UK, 2012: 249-278.
- [14] 李满海, 辛向阳. 数据的价值层次和设计模式[J]. 包装工程, 2019, 40(2): 134-137.
- LI Man-hai, XIN Xiang-yang. The Value Hierarchy and Design Mode of Data[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(2): 134-137.

责任编辑: 陈作

(上接第 177 页)

- [16] OGWANG T, CHO D I. Olympic Rankings Based on Objective Weighting Schemes[J]. Journal of Applied Statistics, 2021, 48(3): 573-582.
- [17] 刘红雨, 刘友存, 孟丽红, 等. 熵权法在水资源与水环境评价中的研究进展[J]. 冰川冻土, 2022, 44(1): 299-306.
- LIU Hong-yu, LIU You-cun, MENG Li-hong, et al. Research Progress of Entropy Weight Method in Water Resources and Water Environment[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2022, 44(1): 299-306.
- [18] 邢权兴, 孙虎, 管滨, 等. 基于模糊综合评价法的西安市免费公园游客满意度评价[J]. 资源科学, 2014, 36(8): 1645-1651.
- XING Quan-xing, SUN Hu, GUAN Bin, et al. The Satisfaction of Free Park Visitors in Xi'an Based on Fuzzy Comprehension Evaluation[J]. Resources Science, 2014, 36(8): 1645-1651.
- [19] 庄晓波, 黄峰. 多功能路灯的标准现状及其标准化建议[J]. 照明工程学报, 2019, 30(4): 4-5.
- ZHUANG Xiao-bo, HUANG Feng. The Standard Status of Multifunctional Street Lamps and Its Standardization Suggestions[J]. China Illuminating Engineering Journal, 2019, 30(4): 4-5.
- [20] 熊兴福, 李姝瑶. 感官代偿设计在产品中的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(10): 131-132, 139.
- XIONG Xing-fu, LI Shu-yao. Application of Sensory Compensatory Designs on Products[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(10): 131-132, 139.
- [21] 张萍, 丁晓敏. 代偿机制下适老智慧产品交互设计研究[J]. 图学学报, 2018, 39(4): 700-705.
- ZHANG Ping, DING Xiao-min. Research on Interaction Design of Intelligent Products for the Elderly under Compensatory Mechanism[J]. Journal of Graphics, 2018, 39(4): 700-705.
- [22] 韩菲菲. 基于感官代偿的老年回忆录产品设计研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.
- HAN Fei-fei. Research on Product Design of Memoirs of the Elderly Based on Sensory Compensation[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2021.
- [23] 黄迪, 孙有强. 适用于地铁空间内的盲人导识设计[J]. 包装工程, 2017, 38(24): 56-60.
- HUANG Di, SUN You-qiang. Blind Guides the Design Suitable for Underground Space[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(24): 56-60.

责任编辑: 陈作