律纹和鸣：五音十二律音律文化转译下的古乐器纹样创新与动态可视化设计

欧阳霞　李雅晴　张芷瑜　蔡茜媛　阚伶宜
（南通理工学院）

DOI：10.65285/RWYSHKX.V2I7.008

摘　要：宫商角徵羽以及十二律既有数学计算又有阴阳哲学思想，但是过于理论化，一般大众难以理解。目前市场上很少见到把音乐、节气以及古代乐器符号结合在一起的作品。本文基于形状文法和视听跨模态的方法，设计出一套五音十二律纹样，并且利用 TouchDesigner、Kivicube 以及 AIGC 等技术手段让声音控制纹样变化。可以用于博物馆展览或者文创产品上，对礼乐文化的数字化推广起到一定的借鉴作用。

关键词：文化数字化；纹样可视化；五音十二律；动态纹样；TouchDesigner

Harmonic Resonance of Patterns and Notes: Innovative Design and Dynamic Visualization of Ancient Instrument Patterns Based on the Cultural Translation of the Five Tones and Twelve Lü

Xia Ouyang, Yaqing Li, Zhiyu Zhang, Xiyuan Cai, Lingyi Kan
Nantong Institute of Technology

Abstract: The five notes (gong, shang, jiao, zhi, yu) and the twelve Lü incorporate mathematical calculations and Yin-Yang philosophical ideas, yet they are highly theoretical and difficult for the general public to understand. There are few works on the market that integrate music, solar terms and symbols of ancient musical instruments. Based on shape grammar and audio-visual cross-modal methods, this paper designs a set of patterns of the five tones and twelve Lü. Technologies including TouchDesigner, Kivicube and AIGC are adopted to realize sound-controlled pattern transformation. The outcomes can be applied to museum exhibitions and cultural and creative products, and provide references for the digital promotion of ritual and music culture.

Keywords: cultural digitization; pattern visualization; five tones and twelve Lü; dynamic pattern; TouchDesigner

一、研究背景

（一）在全球化审美影响以及数字化媒体发展下，人们更倾向于使用以 Do–Re–Mi 为代表的西方七声音阶，对于中国传统的五音“宫商角徵羽”及十二律礼乐知之甚少。本课题以钟、磬、笛、笙、古琴等古代乐器为媒介，挖掘其中的纹样之美以及音律之道，把五音抽象的声音转化为可视化的图形元素，设计出五音的基本纹样以及十二律的主题纹样，形成一套可以扩展、可以重复使用的音律纹样资源；另外还研发了一种动态交互式的可视化方式，“纹随乐动”，使观众能够直观地感受到音乐的变化，从而降低人们对传统音律的认知难度，有利于礼乐文化的活态传承。

（二）近年来，国家高度重视中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展，《“十四五”非物质文化遗产保护规划》等文件提出加强传统音乐、民族器乐、传统纹样等非物质文化遗产的保护、传承以及数字化开发，促进传统文化与现代设计、数字技术融合，使其更好地走进大众生活。

在国内，非遗匠人们坚守传统工艺，恢复古代乐器外形，记录古代音乐旋律；各地博物馆也开始对曾侯乙编钟、贾湖骨笛等古代乐器进行数字化展示以及图案收集等工作，使人们更加重视中国传统音乐文化。

但是目前的研究成果还是以文物考证、技艺复原、静态展示为主，大部分文创以及视觉设计只是简单地将古乐器图案、传统花纹进行堆砌，而没有把五音十二律、节气物候、五行色彩等内容融入纹样设计中，也没有做到“纹随律动”的互动性。

在国外，欧美、日本的声音转化为图像以及实时互动艺术方面已经比较完善，而日本、韩国也有自己的民族音乐及图案相融合的设计理念；中国的古琴以及中国传统民族音乐也逐渐被世界所认识。

但是国外对于中国五音十二律礼乐文化的认识较少，很少有作品将其中所蕴含的节气、物候、动植物等元素融入古乐器纹样设计以及音律可视化之中，在这方面还有很大的发展空间。[2]

二、研究理论

本研究以形状文法与视听跨模态感知理论为核心支撑，吸纳符号学与信息可视化理论，挖掘五音十二律中数理推演、阴阳哲学与传统美学交织的文化内涵，为抽象乐律向视觉纹样转化构建理论依据。五音十二律是一套融合天文

历法、伦理秩序、自然物候的综合文化系统，贾湖骨笛、曾侯乙编钟等出土实物印证上古时期声学信息与器物纹饰共生的造物传统，编钟铭文与器表装饰将音高律制以视觉形式附着于礼器之上，这种音纹同源的历史实践为乐律纹样再设计提供参照。在意象提取过程中，符号学给出一种思路：纹样线条、造型以及颜色是“能指”，而音乐内涵以及物候精神则是“所指”。根据《礼记·月令》以及商周青铜器上的纹饰进行概括、简化得到符合当代审美观念的形象[4]。

形状文法通过置换、旋转、镜像、缩放、重组等方式得到十七种基本子纹样——五音五组、十二律十二组。其中五音纹样来源于陶埙、石磬、竹笛、古琴、篪篌等乐器形状；而十二律纹样则是根据相应时间顺序选取花卉或动物形象，在此基础上再与五音纹样结合构成一个完整的圆形图案。

动态映射的基础是视听跨模态感知，即音高、响度、节奏、音色等给人带来形状、颜色以及动作的感觉。根据刘肖健色彩网络模型制定编码方式——五音对应五行确定基本颜色，十二律按照一年十二个月分布在 360 度圆上（每个律占 30 度），响度决定大小和粗细，时值决定速度，谐波数量决定嵌套层次，并且保持三分损益律原有的音程关系[3]。

信息可视化把无形的信息变成有形的东西：Kivicube 把律名、节气以及物候意象与图形联系起来，TouchDesigner 通过快速傅里叶变换进行时间到频率的转换，然后用颜色和谐矩阵降低维度映射到十二个半音上，使声音和粒子图案同步变化。

各个理论之间相互补充：考据方面严格区分乐律文献以及器物纹样界限，在设计上利用参数化以及实时交互手段扩大发挥余地。

三、设计方案

研究思路是“考据——参数化设计——实时交互”，即通过对古籍中五音五行、十二律月令物候语义进行梳理总结，利用形状文法生成图形元素，“一五音 + 一十二律”组合形成一种新的图案生成方式，在此基础上开发三层 TouchDesigner 程序实现粒子图案显示，从而证明音乐与视觉之间可以相互转换。

图 1 五音 – 宫


图 2 十二律 – 黄钟


图 3 宫 + 黄钟

图 1–3 “一五音 + 一十二律”复合纹样生成逻辑

图形素材根据古籍记载以及传统器物纹样分为两种类型：第一种是五音对应的古代乐器形象，宫音来源于陶埙、青铜编钟；商音采用石磬、铜锣；角音取自竹笛、古琴管身；徵音借鉴凤鸟、火焰等传统图案；羽音以篪篌、流水波纹作为设计灵感来源。第二种是十二律月令物候元素，在《礼记·月令》基础上选取每个月份所对应的植物、动物等，如太簇选取春兰、游鱼表示孟春阳气初生，夹钟选取杏花、蝴蝶表示春风拂面，姑洗选取桃花、仰韶蛙纹表示仲春万物复苏，仲吕选取蔷薇、布谷鸟纹表示初夏生机勃勃，蕤宾选取石榴花、螳螂纹表示仲夏阴阳调和，林钟选取荷花、鸣蝉表示盛夏草木繁茂，夷则选取秋兰、鹰隼羽翼表示孟秋时节渐入尾声，南吕选取桂花、鸿雁纹表示仲秋收获满满，无射选取秋菊、归鸟羽纹表示深秋收敛能量，应钟选取寒梅、寒鸦纹表示初冬闭藏元气，黄钟选取松柏扇形纹、金乌表示深冬藏阳厚积，大吕选取腊梅、蛰伏虎纹表示岁末阴阳对峙，所有图形都简化成一条曲线，方便用于印刷、粒子渲染、AR 识别等多种场合。


图 4 商 + 南吕


图 5 徵 + 大吕


图 6 宫 + 太簇

图 4–6 完整乐律纹样

音源分两类：古琴、编钟、竹笛传统乐器实时拾音，以及标准化五音十二律预制音阶音频，统一采样规格输入 TouchDesigner。依托软件 CHOP 音频模块完成时域信号采集，经快速傅里叶变换转化为频域数据，提取音高、响度、谐波密度、节奏时值四类核心声学参数，作为纹样形态、色彩、运动速度的控制变量；同时引入音级域离散傅里叶变换，拆分五声音阶、三度音程深层调性特征，丰富动态变化层次。

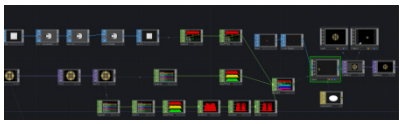
图 7 TouchDesigner（TD）软件的节点编辑界面

整个系统由音频解析、映射转换、粒子渲染三个部分组成，在导入之前已经绘制好的复合圆形纹样轮廓作为粒子分布的基础，在播放古代音乐时，低音编钟的声音产生厚重的大规模缓慢移动的粒子，而高音古琴的声音则产生轻巧的小颗粒流动粒子；和谐的声音粒子呈对称螺旋状排列，而不和谐的声音粒子则呈现出不规则跳动状态，从而达到“闻声见形”的效果，并且有 Kivicube 平台的 AR 扩展功能，在展板上扫描静态图案就可以让手机出现相应的动态粒子效果。

该套音律纹样具有多种应用方式：博物馆可以设置互动投影设备，在观众触摸虚拟古代乐器时出现相应的动态纹样；静态纹样截图可用于制作帆布袋、瓷器、笔记本等文创商品；民乐表演中可以用 TD 实时动态画面做背景；学校也可以利用简易手机应用程序进行图形化音乐教学。视听结合的方式大大降低了学习音乐难度，使高雅的礼乐文化走进普通百姓的生活[1]。


图 8 AR 效果图

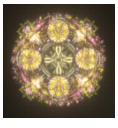
图 9 TD 效果图


图 10 纹样纹样文创效果图

图 8–10 纹样实物效果展示

四、总结与展望

本文基于 TouchDesigner 节点式音频处理以及 Kivicube AR 扩展，降低乐律可视化的难度；设计 17 个基本子纹样（5 个五音 +12 个十二律），以“一音一律”的圆形组合方式生成纹样，“文化考据——静态设计——动态交互”，填补我国乐律纹样实时交互方面的空白。系统保留三分损益律原始音差，不使用十二平均律，可用于博物馆展览、国风文创产品、民乐演出及传统文化教学等方面。

理论上，补充了从听觉到视觉的跨模态转换过程，促进不同领域之间的交流；实践中，提供可重复使用的图案资源以及交互设计方法，减少数字创作中的失败率。

研究不足：映射规则来源于古籍考证以及审美推断，缺乏受众反馈的数据支持；一个设计方案无法全面体现五行四时的丰富内容；文创产品仅限于小件物品，在家居、大型公共设施等方面开发不够充分。

后续工作：技术上对 AIGC 古纹样生成模型进行训练、接入动作捕捉以及多人合奏共创平台；研究方面进行用户测试，用数据来改进颜色及运动映射关系；应用层面扩展到家庭装饰、电子海报、沉浸式光影展览等多种方式，使礼乐文化得以更好地流传下去。

参考文献：

[1] 张高峰 . 文创产品设计中传统纹样的融入与创新 [J]. 包装工程 ,2022,43(4):401-404.

[2] 张爱鹏 . 非物质文化遗产的视觉化设计转译探究 [J]. 包装工程 ,2018,39(20):121-125.

[3] 谷杰 . 从古代阴阳五行宇宙观看先秦至汉初五音与十二律生律法的思想根源 [J]. 黄钟 (中国 . 武汉音乐学院学报),2010(4):138-147.

[4] 张玉婷 , 张瀚文 . 符号学语境下传统纹样视觉元素的创新设计研究 [J]. 设计 ,2024,37(4):10-13.

作者简介：

欧阳霞（2003 年 3 月 -）、女、汉族、四川巴中人、本科学生、南通理工学院、研究方向：数字媒体艺术。

基金项目：2026 年南通理工学院大学生创新创业训练计划校级一般项目，《律纹和鸣：五音十二律音律文化转译下的古乐器纹样创新与动态可视化设计》，项目编号 XDC2026154。