景观基因视角下历史街区文化景观数字活化路径*

陈 岚[1,2] 李心月[1] 谭 林[2] 陈春华[1,2] 孙光亮[2]

1 四川大学建筑与环境学院 成都 610065

2 四川大学工程设计研究院有限公司 成都 610065

摘要:【目的】探索数字时代下历史街区文化景观的活化路径,实现数字交互赋能街区活化更新。【方法】以历史街区文化景观为对象,分析其内在遗传性,构建基于“碱基配对”与“DNA 螺旋”的历史街区景观基因解译系统,提出以空间基因和文化基因为核心的关联配对结构,进而通过多元数字技术优化景观基因的采集、管理、展示,并以成都市温江文庙历史街区为例,验证景观基因视角下文化景观要素的数字活化路径的可行性。【结果】历史街区景观基因解译系统包括空间基因下的 4 大解析维度、11 个特征要素与 34 个表现因子;文化基因下的 4 大解析维度、9 个特征要素与 27 个表现因子。形成 4 组景观基因关联配对结构。基于基因组搭建的信息多端联想平台实现街区文化景观的管理与展示。【结论】将景观基因理论的应用边界拓展至城市历史街区,验证了景观基因解译系统及关联配对结构在历史街区文化景观核心要素提取层面的适用性,能为历史街区文化景观的活化路径提供指导价值。未来可进一步开展跨区域多案例比较,构建更具普适性的理论框架与差异化策略;推动数字技术由多元展示向智能决策支持演进,探索自上而下保护与自下而上公众参与相结合的有机活化模式。

关键词:景观基因;历史街区;文化景观;数字活化

DOI:10.12169/zgcsly.2024.08.14.0002

Pathways to Digital Revitalization of Cultural Landscapes in Historic Districts from a Landscape Gene Perspective

Chen Lan[1,2] Li Xinyue[1] Tan Lin[2] Chen Chunhua[1,2] Sun Guangliang[2]

(1. School of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu 610065, China;
2. Sichuan University Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Chengdu 610065, China)

Abstract:【Objective】The study is to explore pathways for revitalizing the cultural landscapes of historic districts in the digital age, with the aim to enable digital interaction to empower neighborhood renewal. 【Method】Taking the cultural landscape in historic districts as the subject, this study analyzes its inherent genetic properties and constructs a landscape gene interpretation system based on “base pairing” and “DNA helix” structures for historic districts. A correlation pairing structure centered on spatial genes and cultural genes is proposed. Subsequently, diverse digital technologies are employed to optimize the collection, management, and presentation of landscape genes. Wenjiang Confucian Temple Historic District in Chengdu is taken as a case study to validate the feasibility of digital revitalization pathways to cultural landscape elements from a landscape gene perspective. 【Result】The historical district landscape gene interpretation system comprises 4 analytical dimensions, 11 characteristic elements, and 34

收稿日期:2024-08-14

*基金项目:四川绵阳市社会科学研究基地:西南财经大学天府学院四川传统文化研究中心 2021 年度重点课题(SCCTWH2021ZD01);成都市哲学社会科学重点研究基地:美丽乡村建设与发展研究中心课题项目(CCRC2025-11)

第一作者:陈岚(1974-),博士,副教授,研究方向为城乡规划与乡村振兴。Email:844947819@qq.com

通信作者:陈春华(1975-),硕士,讲师,研究方向为城乡规划与乡村振兴。Email:171486115@qq.com

expression factors under spatial genes, and 4 analytical dimensions, 9 characteristic elements, and 27 expression factors under cultural genes. This forms 4 sets of landscape gene correlation pairing structures. A multi-terminal associated information platform built upon the genome enables the management and display of district cultural landscapes.【Conclusion】 Extending the application scope of landscape gene theory to urban historic districts validates the applicability of the interpretation system and correlation paring in extracting core elements of cultural landscapes. This provides guidance for revitalization pathways of cultural landscape in historic districts. Future research should be conducted to promote cross-regional comparative studies based on multiple cases, to develop more universal theoretical frameworks and differentiated strategies. It should also advance digital technology from diverse display to intelligent decision support, exploring organic revitalization models that integrate top-down conservation with bottom-up public participation.

Keywords: landscape gene; historic district; cultural landscape; digital revitalization

随着《关于在城乡建设中加强历史文化保护传承的意见》的发布，历史街区在城乡建设中的战略地位日益凸显。在数字建设兴起的背景下，数字技术的使用频率逐渐增加，历史街区文化景观的保护与传承面临新的挑战与机遇。近年来，针对历史街区的数字活化研究集中于卫星影像采集[1]、三维扫描建模技术[2]、虚拟现实/增强现实(VR/AR)[3]等技术的运用，研究成果多关注技术手段、数字载体、传播方式，但在实践中尚缺乏系统理论框架指导下的街区内在遗传性探索。景观基因理论为历史街区的研究提供了新的视角[4-7]，但现有研究主要集中于传统聚落[8-12]，对于复杂城市系统中历史街区的物质空间与文化内涵之间的链接与关联结构识别仍存困境。

历史街区景观基因影响整个街区的性状特征，是该历史街区区别于其他城市街区、传统聚落的核心。在历史街区空间与文化价值的保护过程中，剥离非核心的景观要素，并借助数字技术实现高效保护与传承能够保障景观基因的遗传。相关研究虽然已经形成特有的基因识别原则[13]，但这些原则在实际运用中易忽略要素之间的转录关系，导致历史街区景观基因遗传信息提取不完整，从而造成历史街区文化价值损失。

本研究通过分析历史街区文化景观的内在遗传性，建立基于碱基配对与 DNA 双螺旋结构的景观基因识别体系，优化既有研究着眼于独立要素而易忽略其转录关系，从而导致的采集不完整问题。并以温江文庙历史街区为例，验证景观基因视角下文化景观要素的数字化采集、平台化管理和多元展示活化路径的可行性。

1　研究区概况

温江文庙历史街区地处成都市温江区老城核心区，从北宋咸平初年至今作为历史文化标签传续文脉，如今的文庙已经成为温江区人民休闲娱乐与文化活动的集中场所。受城市中心东移等政策因素影响，作为旧城中心的温江文庙历史街区活力渐衰，且街区建筑的历史原真性遭到一定程度破坏，历史街区文化景观亟需系统性的保护与传承。

通过现场访谈与实地调研可知，街区整体风貌仍然存在如下问题：1）景观基因数据采集缺失。目前采集到的街区文化景观要素仅以文物保护建筑的物质特性与非物质文化遗产资料记录为主；2）文化景观管理平台不全面。缺乏有机的文化基因及空间要素的重组与场景再现；3）景观基因展示传播面窄，形式单一。采用何种手段破解研究区文化景观的活化困境成为亟待解决的问题。

2　研究方法

为了更加准确、系统、高效地对历史文化街区文化景观进行保护与传承、再现与赋活，本研究以数字技术赋能景观基因活化，促进历史街区文化遗产修补、文化价值修复，提升居民与游客的文化景观感知。研究采用遗传学基因信息存储中碱基配对原则，根据历史街区物质特性影响文化因素，精神气韵促生物质环境的配对逻辑，提出基于 DNA 双螺旋的历史街区景观基因关联配对识别和要素提取方法[14-15]：1）从格局关系、簇

群形态、街巷空间、建筑风貌 4 方面识别街区的空间基因；2）从历史文脉、精神形象、价值观念、文化艺术 4 方面解译街区的文化基因；3）空间基因控制历史街区的物质特性，文化基因控制历史街区的精神气韵，二者共同控制街区景观要素的表达，又相互促生、相互影响（图 1）。

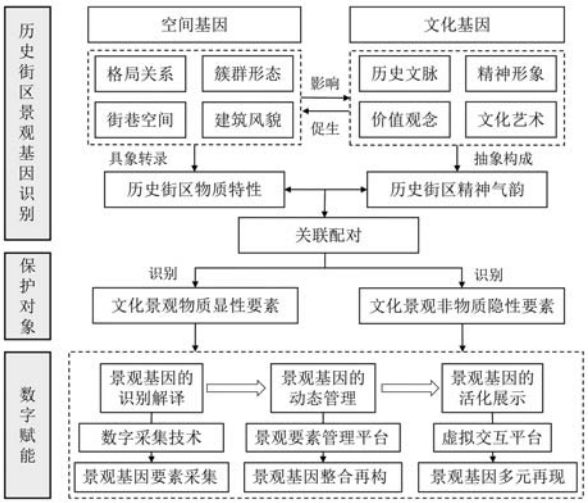


图 1 历史街区景观基因关联配对系统识别与数字活化要素提取框架

2.1 景观基因解译与要素提取

2.1.1 空间基因识别

历史街区空间基因源于城市的复杂系统在自组织过程中变异与自主选择形成的不同空间组合模式。每个城市历史街区都在变异与自主选择下产生了不同模式，成为区别于其他城市空间的独特“基因”。因此，提取空间基因需要识别出有机复制与编排的文化景观要素。

基于城市历史街区空间基因的表达过程，历史街区空间基因编码为街区格局关系、簇群形态、街巷空间、建筑风貌（表 1）。格局关系呈现为城市轴线、建成特征、自然特征、山水格局；簇群形态呈现为建筑肌理、组合形态；街巷空间呈现为路网结构、街巷环境；建筑风貌呈现为建筑构造、建筑用材、细部装饰。

2.1.2 文化基因解译

历史街区文化基因是街区演进过程中受到多种因子影响形成的观念与气质，是决定街区文化价值的内在逻辑。在历史街区的发展过程中，一些实体的物质形态会随着时间的流逝消失，而街区中社会关系、精神形象、价值观念、哲学思想等非物质化的文化基因则长期留存下来，并促生空间基因的表达。因此，提取文化基因需要解译其在历史街区中的感知路径，通过文化基因与空间基因的关联准确转译。

基于遗传信息传承路径，城市历史街区文化基因解译为历史文脉、精神形象、价值观念、文化艺术（表 1）。历史文脉呈现为街区变迁、节庆习俗；精神形象呈现为精神信仰、哲学思想；价值观念呈现为实践思维、发展观念；文化艺术呈现为传统文学、传统工艺、传统演艺。

表 1 历史街区景观基因识别体系

基因类别	解析维度[14]	特征要素	表现因子
空间基因 E	格局关系 L	城市轴线 L1	上位轴线 L11、功能轴线 L12、景观轴线 L13
		建成特征 L2	街区区位 L21、交通区位 L22
		自然特征 L3	绿地形态 L31、地势形态 L32、水体形态 L33、植物布局 L34
		山水格局 L4	互契景观 L41、地域单元 L42
	簇群形态 G	建筑肌理 G1	建筑选址 G11、集聚程度 G12
		组合形态 G2	建筑朝向 G21、组团形式 G22、组团功能 G23、组合序列 G24
	街巷空间 S	路网结构 S1	拓扑结构 S11、通达程度 S12
		街巷环境 S2	道路立面 S21、公共空间 S22
	建筑风貌 B	建筑构造 B1	建筑形制 B11、院落布局 B12、屋顶造型 B13、山墙样式 B14、门墙样式 B15
		建筑用材 B2	建筑材料 B21、铺装材料 B22、构筑材料 B23
		细部装饰 B3	色彩 B31、雕纹 B32、图案 B33、文字 B34、墙绘 B35
文化基因 C	历史文脉 H	街区变迁 H1	历史故事 H11、街区发展 H12
		节庆习俗 H2	传统节日 H21、庆典活动 H22、游艺竞技 H23、丧葬习俗 H24、婚庆习俗 H25
	精神形象 M	精神信仰 M1	宗教信仰 M11、文化信仰 M12、风水观 M13
		哲学思想 M2	生活智慧 M21、自然意趣 M22
	价值观念 V	实践思维 V1	饮食文化 V11、服饰装饰 V12
		发展观念 V2	商业活动 V21、生产方式 V22
	文化艺术 A	传统文学 A1	诗歌 A11、传记 A12、地方文学 A13、方言俗语 A14
		传统工艺 A2	美术工艺 A21、生产工艺 A22、建设工艺 A23
		传统演艺 A3	戏曲 A31、音乐 A32、舞蹈 A33、民俗演艺 A34

2.1.3　空间与文化基因关联配对

在历史街区的发展过程中，文化基因具备隐性传承的延续性，孕育空间基因的生成；空间基因的表达受城市建设发展的多重影响，在街区变迁中反过来影响文化基因的表达。空间基因与文化基因共同控制街区的性状，识别历史街区的景观基因不仅针对基因本身，还应考虑其在历史街区中的文化价值与要素关联，二者存在必然的联系。基于此，本研究构建空间基因 E 与文化基因 C 的配对结构，分别为格局景观基因组（E1-C1）、簇群景观基因组（E2-C2）、街巷景观基因组（E3-C3）、建筑景观基因组（E4-C4）(图 2)。该关联配对结构可以提升景观基因提取的准确性与完整性，形成全面的历史街区景观基因的识别系统，从而保护历史街区的文化价值。

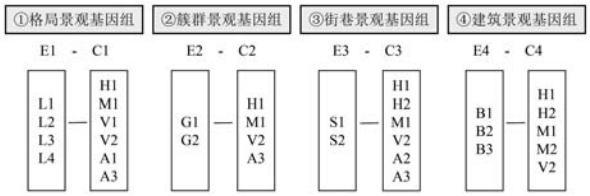


图 2　历史街区景观基因的关联配对方式

2.2　景观基因数字活化方法

为了更加准确、系统、高效地对历史街区文化景观进行保护与传承、再现与赋活，本研究构建了数字技术赋能景观基因活化传承的总体路径，针对采集、处理、展示 3 个阶段的景观基因特性分别采取适用性强的数字技术进行辅助。

2.2.1　历史街区景观基因数字采集

数字采集是将识别提取出的景观基因所转录表达的景观要素通过数字媒介转化为便于储存的数字要素，在空间基因与文化基因进行配对之后，以基因组的关联形式进行采集。针对空间基因，借助遥感与高清影像测量技术采集历史街区格局关系与簇群形态；针对文化基因，根据遗传过程中的表达特性提取其在历史街区中的感知路径。在采集存储过程中同时保留其关联结构与演变关系。

2.2.2　历史街区景观基因数字管理

数字管理包含对于采集到的景观基因进行信息存储、数字交互、街区管理，实现景观基因数据整合与动态管理。经过整合、重组与再构，实现景观基因数据全面存储。历史街区具有流动性与复杂性，因此出于历史文化遗产保护层面的考虑，在数字管理层面可构建“城市-街区-重点区域”的分级监控监测体系，利用高效的数据分析平台实现历史街区动态监控，通过智慧治理实现历史街区文化景观活化过程的公众参与。

2.2.3　历史街区景观基因数字展示

数字展示是将采集到的历史街区景观基因分门别类通过数字媒介重构展示。通过搭建虚拟交互平台，以图谱的形式展示采集到的文化景观要素；根据该文化景观要素的特质，提供与之适配的展示媒介。除了原真性的保存，在数字展示阶段还应明确受众，充分考虑历史街区多方参与群体的需求，增强数字展示的生动性与趣味性，并针对数字展示环节开展相关线下设计。

3　结果与分析

3.1　文化景观活化要素提取

温江文庙历史街区景观基因关联配对体系为“一庙两楼一塔，四里八街六巷”的总体空间格局，是以文庙传统礼学思想为精神核心的川蜀市井文艺景观基因组（图 3~4、表 2）。

3.2　文化景观数字活化路径

3.2.1　数字采集：要素精准识别下的高效采集

依据景观基因要素的物理性质，按类别、层级分别确定采集路径。采集顺序遵循尺度由大到小、由宏观至微观原则。在宏观层面，采集文庙格局景观基因配对组。识别景观轴线序列，在采集时使用遥感与高清影像测量记录贯穿南北的棂星门-社学巷景观轴线序列，同时针对蕴化出街区格局关系的历史名闻、民俗活动如文翁守石室、尚学祭孔习俗等文化要素，邀请温江博物馆工作人员、街区居民，以音视频与文档记录，将二者关联采集。中观层面上，采集市井街巷基因配对组。中观尺度重点关注公共活动空间，以无人机倾斜摄影测量生成街巷三维模型与位置坐标，同时，生成市井生活影像作为街巷物质空间的活态要素与街巷空间关联记录。微观层面上，采集传统建筑景观基因配对组。针对建筑形制、院落布局、屋顶造型、山墙与门墙样式，以无人机倾斜摄影测量生成三维模型，其中由于细部装饰易被遮挡，采用三维激光扫描技术获取影壁石刻浮雕

等要素的形态、纹理精确数据。所采集的景观要素数据按照图谱形式储存，最终形成由模型库、音视频库、文本库、图像库组成的温江文庙历史街区景观基因数据库。

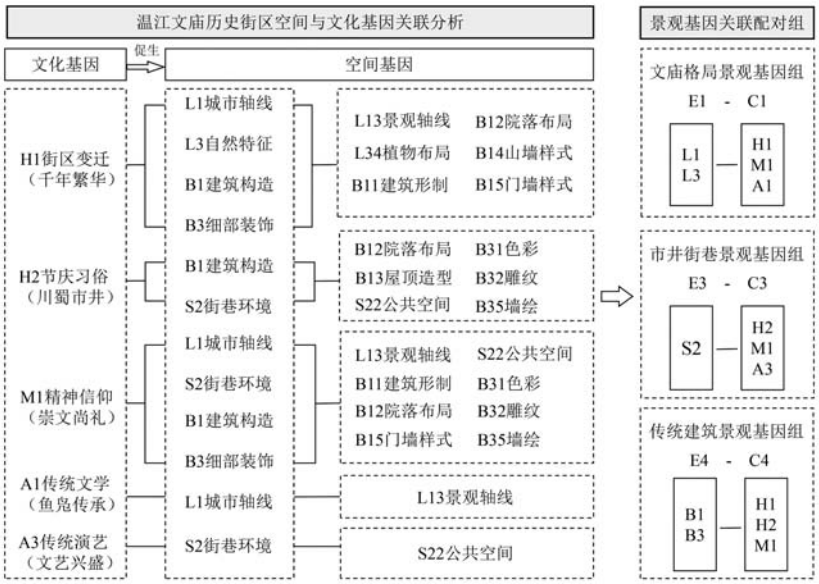


图 3 温江文庙历史街区景观基因识别与关联配对



图 4 温江文庙历史街区空间基因与文化基因关联

表 2　温江文庙历史文化街区景观基因要素说明

基因类别	解析维度	特征要素	因子说明
空间基因	格局关系 L	城市轴线 L1	景观轴线 L13：街区核心轴线为贯穿南北的棂星门-泮池-状元桥-大成殿-万仞宫墙景观轴线
		自然特征 L3	植物布局 L34：文庙前广场沿南北中轴线、文庙横街对称布置银杏
	街巷空间 S	街巷环境 S2	公共空间 S22：街巷公共空间要素包含休憩树池、临时舞台、文化构筑物
	建筑风貌 B	建筑构造 B1	建筑形制 B11：文保单位即文庙建筑群，具备完整的大成殿及东西两庑，尊经阁、棂星门、泮池、戟门等；传统民居院落为传统穿斗式结构川西建筑风格 院落布局 B12：文保单位为四合院落，内设丹墀石与台阶连接拜台；仿古建筑群院落为三面围合式，传统民居院落为木质墙体、青瓦盖顶的四合院 屋顶造型 B13：大成殿采用重檐歇山顶；大成门屋脊正中竖一座宝瓶，东西庑殿则采用悬山顶；仿古建筑群与传统民居院落均采用悬山顶 山墙样式 B14：文保建筑与传统院落均采用川西穿斗结构山墙面，街区仿古建筑同样以穿斗结构装饰山墙 门墙样式 B15：文保建筑门槛甚高，规制恢宏；传统民居院落采用青砖围合，院墙为川西民居特色样式
		细部装饰 B3	色彩 B31：大成殿采用黄色琉璃瓦与红墙配色，街区仿古建筑群以红色为主要色调 雕纹 B32：雕纹涉及构筑物与建筑装饰。构筑物影壁的正中嵌有文庙院落石刻浮雕，状元桥上围栏刻龙踏祥云；建筑装饰包括搁坊、斜撑、瓜柱、挂落等木作雕刻，拜台前丹墀石镂空雕刻二龙戏珠 墙绘 B35：街区墙绘为孔孟治学绘画
文化基因	历史文脉 H	街区变迁 H1	历史名闻 H11：受文翁守成都创石室浸染，当地文风不衰；王光祈作为著名音乐家为街区文艺兴起奠定了基调
		节庆习俗 H2	庆典活动 H22：每周二举办川剧座唱，王光祈故居举办川剧演出 游艺竞技 H23：街区文艺竞技包括川剧戏曲展演、国标舞表演
	精神形象 M	精神信仰 M1	文化信仰 M12：尚学祭孔观念，随处可见孔子画像、雕刻、塑像，温江区学校也集中于片区
	文化艺术 A	传统文学 A1	地方文学 A13：记载温江区地理历史来源的鱼凫传说、温江县志等 方言俗语 A14：街区居民传承成都温江方言
		传统演艺 A3	戏曲 A31：以川剧为主，曲牌丰富，行当唱腔齐全 音乐 A32：四川清音、四川车灯、连萧 民俗演艺 A44：蛾蛾灯、牛灯等民俗舞蹈

3.2.2　数字管理：街区文化景观信息平台化架构

整合景观基因数据库资料，构建文化景观可视化信息平台。街区景观基因信息化平台包括 3 大板块，即信息存储、数字交互、街区管理。信息存储板块基于景观基因数据库形成，依据温江文庙历史街区的景观基因关联配对体系储存街区文化景观核心要素，在管理平台中搭建基因组数据联想结构，提供模型导视、图文讲解、音视频资料等形式的街区文化景观数据。数字交互板块包括基于信息存储板块的街区文化景观核心要素的信息查询，另外，信息平台通过多端设备交互，设置互动 VR 增强文化景观体验，开设创作专栏实现互动留言与文艺交流。街区管理板块包括管理者运营部分与监测反馈部分，其中管理运营部分涵盖街区规划公告与平台更新运营；监测反馈部分则由街区保护建筑实时监测与居民游客反馈建议组成（图 5）。

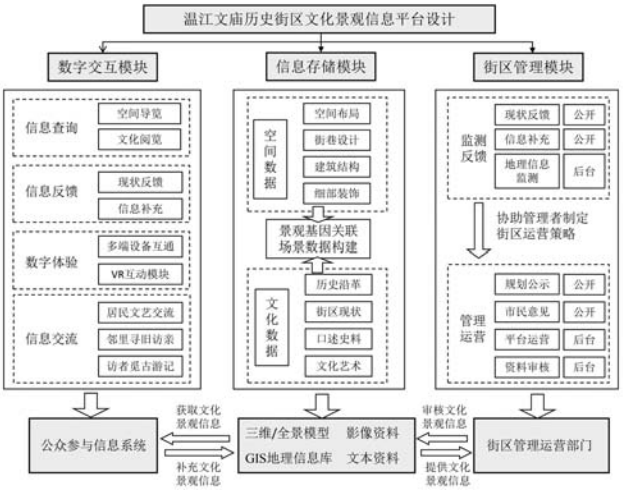


图 5　温江文庙历史街区文化景观信息平台设计

3.2.3 数字展示：群体需求导引下的多元展示

研究区数字展示的受众群体关注传统文化的创新展示以及沉浸体验，强调景观基因的原真性与新兴活力的结合。因此，研究区将街区景观基因信息平台对公众开放，通过平台的体验交互板块促进居民与游客沉浸游览。同时，以 3 种形式进行数字展示：1）虚拟场景动画：温江文庙历史街区采取 VR 技术，利用 Unity3D、Lumion 等软件对景观基因数据库中的景观基因建筑数据制作虚拟动画视频。2）数据库开放：将街区景观基因数据管理平台与现有温江区文化景观数据库结合，以云上游览平台进行展示呈现。将景观基因数据库分门别类设置专区，遵循景观基因识别体系分别编码储存。3）增强现实技术：以空间基因特征要素作为基底，利用 AR 技术关联民俗节庆等文化基因与传统建筑等空间基因；通过全息投影技术呈现建筑光影艺术，强化街区文庙建筑群的恢宏气势与周边仿古建筑群的市井繁荣。

4 讨论

本研究聚焦于城市复杂系统中历史街区的文化景观有机活化路径，探索数字时代下理论与实践相结合的创新方法。研究认为，从历史街区的内在遗传性出发，有助于把握其文化景观核心要素，实施动态保护与活化。本研究的理论框架延续李伯华[16]、胡最[11]、申秀英[13]所提出的传统聚落景观基因图谱构建方法，但由于研究对象为城市中的历史街区，相较于传统聚落领域的既有研究，本研究进一步辨析历史街区与传统聚落的遗传结构异同。研究提出历史街区在城市复杂系统中面临更多信息与物质的双向流动，景观基因理论在历史街区中的应用更多侧重于空间基因与文化基因的耦合关系与关联结构，进而引入肖竞团队[14]关于山地城镇景观基因“双系统”识别解译方法，通过关联配对结构筛选历史街区文化景观的特征要素与表现因子，该关联配对结构具有内在一致性，以空间基因和文化基因为核心维度，划分景观基因的层级结构，本质上揭示了历史街区文化景观这一特定研究对象在景观基因控制下的演化逻辑。在实践方法上，本研究与刘天曌团队[17]均提出了“基因识别-虚拟修复-活化利用”的活化路径；然而，由于研究目的不同，研究侧重也有所不同。刘天曌团队[17]侧重新型城镇化背景下的古村镇保护，强调古村镇保护规划中的文化基因数字复原与沉浸体验；本研究的目的是赋能城市历史街区活化更新，更侧重历史街区中景观基因信息单元的动态耦合，为历史街区管理决策、旅游价值提升提供参考。在此应用领域，相关研究还可继续结合深度学习等方法，追溯景观基因的历时性变异规律，为街区文化景观的保护提供预见性的介入，完善数字化技术应用场景。

5 结论

在理论层面，本研究从历史街区文化景观的内在遗传性出发，提出了基于碱基配对与 DNA 螺旋结构的城市历史街区景观基因的识别框架与空间基因、文化基因的关联配对结构。历史街区文化景观基因解译系统包括空间基因下的 4 大解析维度、11 个特征要素与 34 个表现因子，文化基因下的 4 大解析维度、9 个特征要素与 27 个表现因子。在实践层面，利用该关联结构确认了温江文庙历史街区以传统礼学思想为精神核心的川蜀市井文艺景观基因组，基于此基因识别体系以三维采集技术与多模块关联组合优化储存方式，搭建信息多端联想平台，实现数字交互赋能街区活化更新。综上所述，该研究拓展了景观基因理论的应用边界，验证了景观基因关联配对结构在历史街区文化景观核心要素提取层面的适用性，能为历史街区文化景观的活化路径提供指导价值。未来研究可进一步开展跨区域多案例比较，以提炼更具普适性的理论框架与差异化策略；在数字技术不断更新迭代的未来，更应推动技术服务于文化景观的保护与活化，从多元展示向决策支持升级，探索自上而下的保护与自下而上的共创的有机结合。

参考文献

[1]缪远,陈继锟,吕忠正,等.基于历史文化街区遗产保护与再生的数字化技术研究:以福建省三明市为例[J].中国名城,2023,37(8):67-73.

（下转第 114 页）