

我国城市发展正在从大规模增量扩张转向“存量更新、精细治理”新阶段。在这一进程中,作为城市核心区的历史街区系统保护与合理利用是不可或缺的重要组成部分。历史街区是城市文化记忆的重要载体,承担着文化传承、空间和功能更新的多重任务。如何在保持真实性和完整性的前提下,使历史街区在当代城市生活中持续发挥作用,成为当前城市更新和文化遗产保护利用工作面临的突出课题。与此同时,数字孪生、物联网、虚拟现实、人工智能、大数据等数字化技术的快速发展,正不断改变文化遗产的记录、管理与展示方式,为协调保护与发展这一难题提供新的解决思路。

张园石库门建筑群位于上海南京西路历史文化风貌区,是上海现存规模最大、形制最完整的晚期石库门建筑群之一。整个区域占地面积约4.62万平方米,拥有历史建筑43栋。从晚清“海上第一园”的社会活动中心,到近代的石库门里弄住宅区,再到当下文旅融合的商业综合空间,张园承载了海派文化变迁的完整记忆。如今,它被现代商业高楼所环绕,在保护性开发后承载着持续商业运营与文化价值转译的双重压力。一方面,街区空间处于持续商业使用状态,对日常维护、运行管理和安全监测提出更高要求;另一方面,公众对高品质文化体验的需求不断提升,亟须以更具说服力和感染力的方式讲好“张园故事”。

在这样的现实背景下,张园围绕“精准记录、智慧管理、价值阐释”三个核心环节,开展面向历史街区全生命周期的数智化探索。通过建立高精度的数字底座、搭建协同化管理体系、创新文化阐释方式,初步构建起一套历史街区数智化保护与利用的系统方法,为城市核心区活态遗产的保护与再生提供可借鉴的实践路径。

#### 精准记录: 打造高精度实景三维底座

高精度、全要素的空间记录是历史街区数字化工作的基础。张园里弄空间狭长、尺度紧凑、建筑密集,传统单一测绘方式通常难以完整记录建筑三维形态与细部特征。项目团队采用分级测绘策略,根据建筑体量与空间复杂度的不同,选取适宜的测绘技术组合,包括三维激光扫描、倾斜摄影测量、贴近摄影测量和全景VR等多种方式,逐级形成覆盖街区、建筑、构件三个层级的实景三维数据。



张园石库门



今日张园

在片区尺度上,使用配备实时动态测量模块的无人机开展倾斜摄影测量及贴近摄影测量,快速获取张园整体空间格局、建筑群体关系和形态。在建筑单体尺度,通过地面三维激光扫描仪与全景相机,记录建筑单体的外立面与内部空间形态。在构件细部尺度,使用手持激光扫描仪与高像素数码相机,对门楣、窗套、壁炉、天花板脚等具有代表性的装饰细部进行多角度贴近扫描与摄影测量。

多源数据通过统一坐标配准与融合,构建出高精度、可量测、纹理真实的实景三维模型,为张园的管理、展示、监测等工作奠定统一的数字底座。

#### 智慧管理: 构建面向全生命周期的数字孪生管理体系

高精度实景三维为历史街区提供了可量测、可追溯的数据档案,数字孪生则是在此基础上构建起面向全生命周期的智慧管理体系。张园依托ArcGIS与Cesium三维引擎构建轻量化数字孪生系统,将点云、实景模型、建筑档案、历史图纸、修缮记录、运营资料和传感器数据等多源信息纳入同一空间数据库中,实现遗产从“静态档案”向“动态生命体”的转变。系统主要实现三方面关键能力:

一是空间可视化与联动。建筑“一幢一档”中的结构、年代、材质、修缮记录等信息可在三维场景中按构件进行查询,真实构件与数字属性一一对应。管理人员可以在三维界面中直接定位到某一立面、某一个阳台、某一处窗套,查看其历史沿革、使用状态和材料病害,使历史信息从纸面档案走向空间化和可视化。

二是动态更新与状态感知。系统接入日常运营过程中的报修工单、巡查记录及部分传感器数据,使建筑状态的变化能够实时反映在数字孪生体上。当某项指标超过预设阈值,比如某构件裂缝宽度超过预警值,或某区域温湿度异常,系统可以在模型中进行可视化标记,并自动关联相应的处置流程,实现从发现问题、定位问题、推进处置的闭环管理,管理模式从“被动响应”转向“主动预防”。

三是支撑全周期管理的协同机制。系统为文保机构、管理人员、物业团队等提供分类账户和差异化权限,使建筑保护、运营维护、监测预警等工作不再分散在不同系统中,而是以同一套数字底座协同推进。未来,系统有望与城市级管理平台联动,实现跨街区的整体治理。

数字孪生让历史街区全周期管理更加精细化、可视化。

## 城市核心区历史街区的保护与再生

——上海张园石库门建筑群的数智化实践

王珠萍

化,也使保护与利用的决策更加科学、透明和可追溯。

#### 价值阐释: 开发建筑可阅读多模态体验

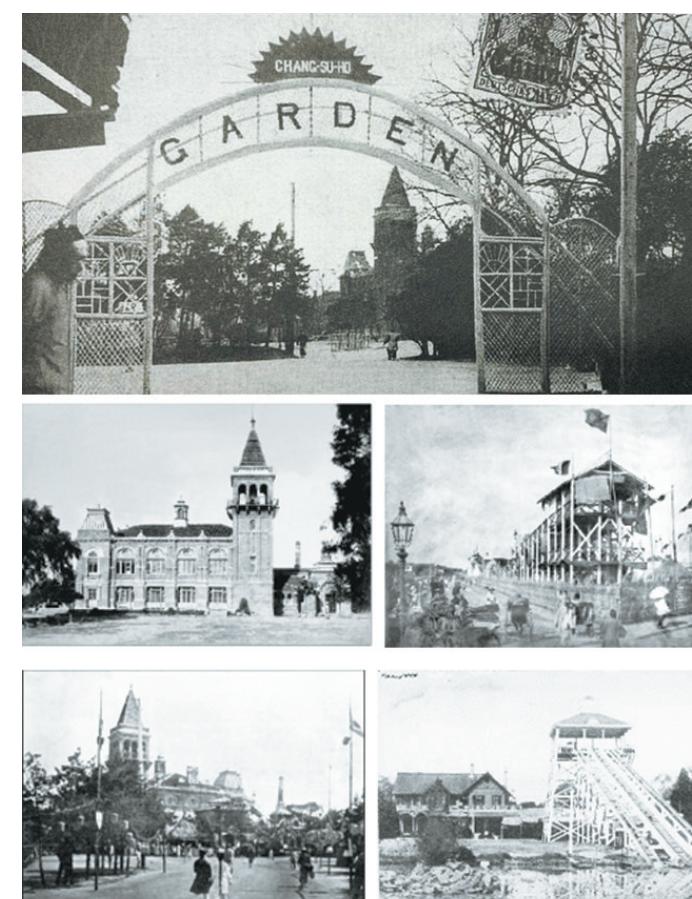
历史街区的生命力,最终体现在公众的参与和认同之中。只有当空间背后的故事被看见、被理解,文化遗产的价值才有可能在当代城市生活中真正被激活。基于前期积累的数字资源,张园开发“建筑可阅读”应用,通过虚拟现实、增强现实、数字人导览等方式,让公众在多感官交互中理解石库门建筑的空间特色与海派文化的历史内涵,探索虚实融合的文化体验新路径。

这种文化体验建立在严谨的历史考证之上。团队以格农花园(19世纪70年代)、味莼园(19世纪80年代)和石库门里弄(20世纪30年代)三个关键阶段为主线,综合历史地图、书籍、《申报》等文字与影像资料,推演不同历史时期的建筑形态与空间格局,梳理对应时期的社会生活与功能变迁,厘清张园百年演变的文化脉络。继而对典型历史场景进行三维复原与叙事设计,将不同阶段的空间形态、代表性建筑与人物活动嵌入数字场景中。通过AR技术,历史影像和文献资料中的历史故事、建筑装饰细节与实景位置一一对应,让公众在真实里弄空间中看到叠加在其上的历史画面,切身体验历史与现实的时空对照,直观理解百年间街区形态、建筑功能与生活方式的演变过程。

多模态交互体验使文化遗产的表达更具沉浸感和参与感,让石库门文化不再停留在文字,而是以可视、可听、可对话的方式自然传达给公众,实现遗产信息的可视化、情境化传播,进一步加深市民和游客对张园历史与海派文化的了解和记忆。

张园的数字化探索在精准记录、智慧管理和价值阐释三方面形成系统方法,为城市核心区历史街区的数字化保护与利用提供可复制的路径。数字化技术不仅提升了保护效率,也为文化内容传播带来新的可能,使历史街区在保持真实性和完整性的同时,更具备面向未来的韧性。

下一阶段,张园还将继续探索大模型、知识图谱等人工智能技术在街区治理与知识服务中的应用,构建可回答、可推演的历史建筑知识系统,使数字技术在预防性保护、公众教育等方面发挥更大作用。通过持续的技术迭代与机制完善,逐步丰富和拓展这一数智化路径,为城市核心区历史街区的长期保护和活化利用提供参考经验。



(作者单位:上海交通大学建筑文化遗产保护国际研究中心)



修复后的茶胶寺

## 中国援外文物保护国际合作的理念与实践

——以柬埔寨茶胶寺为例

娄天琦  
窦一鸣

文化遗产是人类文明的重要物质载体,援外文物保护国际合作是推动文明互鉴与共建人类命运共同体的重要路径。近年来,中国秉持“各美其美、美美与共”的理念,持续深化全球文化遗产保护实践,逐步形成了以技术创新为核心、以文化互鉴为纽带、以合作共赢为导向的中国智慧。从柬埔寨吴哥古迹、柏威夏寺,到乌兹别克斯坦希瓦古城,再到尼泊尔九层神庙,中国的援外文物保护国际合作已成为全球文明倡议的重要实践。其中,吴哥古迹茶胶寺保护修复项目作为典型案例,从单一技术援助到深层文明互鉴,最终形成可参考可借鉴的“中国方案”,生动展现了中国在文化遗产治理中的制度建构与文明表达,为全球遗产保护的知识共建提供了可借鉴的范式。

#### 从传统修复到现代科技融合

在援外文物保护工作中,技术体系是项目推进的基础支撑环节。为确保遗产保护的科学性、安全性和可持续性,中国始终坚持以问题为导向、以需求为牵引,不断完善诊断、修复、监测等技术流程,推动形成系统化、规范化的技术路径。总体来看,中国在实际操作中注重传统工艺与现代科技的统筹运用,为国际合作奠定了坚实的专业基础。

中国援外文物保护的基础在于“技术可持续性”。在长期实践中,中国团队坚持最小干预原则,因地制宜、实事求是,将传统修复智慧与现代科技深度融合,形成了以科学检测、系统诊断和精准修复为核心的技术路径。

以吴哥古迹茶胶寺为例,中国文化遗产研究院自2009年起开展30余项专项探测研究,建立结构病害数据库、绘制精准三维模型,并在此基础上制定修复方案。在具体施工中,团队优先寻找原构件进行原位回装,无法复原的部分则以相同材质与工艺补配,最大限度保持历史风貌与结构稳定性。

技术实践的另一重要方向是本地化提升。中方在吴哥地区采用“培训—实践—考核”三位一体的培养模式,通过现场教学、技能竞赛、技术研讨等方式帮助柬方培养稳定的修复队伍。三维扫描、结构监测等现代技术的引入,不仅提高了工作效率,也为本地技术人员提供了获取新技能的渠道,实现从“中国修复”向“共同守护”的重要转变。

这一以技术为核心的实践,奠定了中柬合作的基础,也构建起可复制、可推广的遗产保护知识体系。

#### 多角色合作 推动民心相通

在推进国际文物援助合作过程中,文化联系与社会参与是提升合作质量、促进文明互鉴的核心变量。中国坚持以文物为载体、以文化为纽带,推动构建多主体参与、多层次协作的合作格局,使文物保护超越技术活动本身,成为增进信任、深化交流、促进民心相通的重要桥梁。这一理念为推动更高质量的国际文化合作奠定了坚实基础。

在茶胶寺保护中,中方与柬埔寨吴哥古迹保护管理局、联合国教科文组织及吴哥古迹国际协调委员会保持密切沟通,确保修复方案与吴哥地区整体规划相衔接。合作既具备专业性,又兼顾地方文化价值,既遵循国际标准,又体现本土传统。

更重要的是,文物保护在促进社区发展和文化认同方面发挥了重要作用。茶胶寺修复推动了周边旅游线路的形成,文化解说牌、骑行绿道等基础设施提升了游客体验,为当地居民创造了长期就业机会。2024年吴哥遗址公园接待外国游客超过一百万人,茶胶寺成为最受中外游客欢迎的文化景点,进一步促进了中柬文化交流。

中国援外文物保护实践中的“文物保护+文化传播+社区发展”模式,充分体现了文化遗产保护的社会价值,使文物真正“活”在当下、惠及民生,成为民心相通的重要桥梁。

#### 从中国经验到中国方案

随着援外文物保护从单点项目逐步走向体系化合



茶胶寺高棉语碑文



茶胶寺局部修复后