

BIM技术在古建筑保护中的应用研究

王英华¹, 苏永玲²

(1. 沈阳城市建设学院管理系, 辽宁 沈阳 110167; 2. 中共辽宁省委党校工商管理教研部, 辽宁 沈阳 110004)

摘要:古建筑是人类文明的载体,随着社会经济的发展,古建筑的价值逐渐受到人们的高度重视,如何保护古建筑及其历史信息的完整性是古建筑保护中亟需解决的问题。在中国古建筑保护现状分析和 BIM 技术应用优势分析基础上,从信息采集、BIM 建筑信息模型建立、工程成本管理、施工管理、运营维护等方面提出了 BIM 技术在古建筑保护中的应用途径,以期为古建筑保护及研究提供借鉴与参考。

关键词:BIM 技术;古建筑保护;信息模型;成本管理;施工管理

中图分类号:TU-87 **文献标志码:**A

中国古建筑承载着人类文明的发展,是中华民族文化的瑰宝,有着悠久的历史传统,具有极其重要的历史文化价值。随着现代科学技术的发展,如何采用新兴技术及时对古建筑进行保护和利用是需要深入研究的课题。

我国古代建筑多为木质结构^[1],易受自然环境侵蚀,根据实际受损情况需要进行不同程度的修缮,每次修缮都会产生许多工程信息,传统的以图纸、文字、图片或者影像记载的方式工作量大、信息储存分散、调取信息困难^[2],如何利用现代新兴技术进行古建筑的保护,并且保证古建筑历史信息以及维护信息的真实性和完整性,是古建筑保护中亟需解决的难题。

BIM 技术作为建筑行业的新兴技术,可以通过数字化手段,建立一个完整的涵盖项目全寿命周期全部信息的建筑信息模型,可以使古建筑的保护工作由传统形式改为数字化保护,这是古建筑保护的必然发展趋势。

一、中国古建筑保护现状分析

中国古建筑领域长期以来存在的焦点问题是古建筑保护与利用的矛盾。我国古代建筑大部分为木结构,造型优美,形式多样,复杂且精致,但是木结构和砖石结构相比,易受到自然环境的侵蚀^[3],另外,由于人为的破坏或者管理部门保护不当,有些古建筑损毁严重,甚至荡然无存。目前古建筑的保护及修缮主要有两种形式:一种是保持古建筑原有的状态,根据破坏情况进行适当修缮;一种是破坏严重,不具有修缮的价值,只能进行复原重建。这两种古建筑保护形式都需要对原建筑进行信息测绘、记录,部分古建筑保护积极采用数字化建模技术,如数字摄影测量、扫描数字地图和工程图纸、实地建筑测绘、激光扫描测量、红外线测量等^[4],但是这些技术多用于多媒体展示,并未形成通用的古建筑的三维模型建立方法。古建筑保护和修缮记录还是以文字、表格、图纸或者影像的形式为主,信息记载资料

繁多,信息整合困难,不能充分反映古建筑本身的特点,不利于古建筑的保护与研究。

二、BIM 技术应用优势分析

建筑信息模型 (BIM), 源自“Building Information Modeling”的缩写。BIM 核心是通过虚拟的建筑工程三维模型, 利用数字化技术, 建立包含描述建筑物构件的几何信息、专业属性、状态信息以及非构件对象 (如空间、运动行为) 状态信息的建筑信息库^[5]。借助这个作为信息载体的三维模型, 提高建筑工程的信息集成化程度, 提供一个工程信

息交换和共享的平台, 在项目全寿命周期内持续发挥作用。近几年, BIM 技术作为新兴技术, 在我国工程建设领域的应用发展迅猛, BIM 技术研究、BIM 标准制定以及 BIM 工程实践逐渐增多, 但是受 BIM 人才以及 BIM 技术还不够成熟等因素影响, BIM 技术应用并未实现全面普及, 无论是 BIM 相关标准, 还是 BIM 人才储备, 抑或是 BIM 技术应用模式, 都有很多问题需要解决。

BIM 技术具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点^[6] (见图 1)。

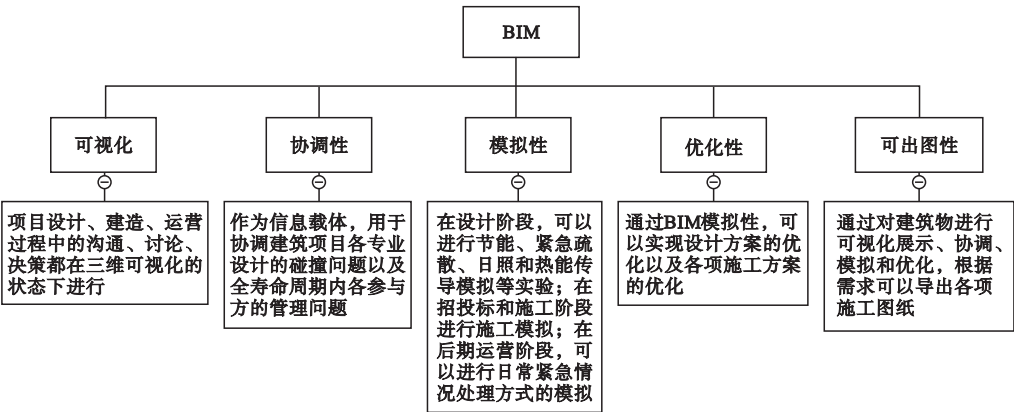


图1 BIM 技术特征

基于 BIM 技术特性, 在古建筑保护中应用 BIM 技术, 可以有效地解决古建筑保护进程中的信息丢失以及冗余问题, 利用 BIM 技术对古建筑以及古建筑保护中的各项信息进行储存, 建立古建筑信息化管理平台, 传递与共享古建筑生命周期信息, 对于古建筑的修缮、复建以及科学研究有极大的促进作用, 同时也为古建筑的数字化保护与传承提供了可行的思路, 具有非常重要的借鉴意义。

三、BIM 技术在古建筑保护中的应用途径分析

BIM 技术在古建筑保护中的应用途径如图 2 所示。首先通过信息采集获取建筑信息模型建立的基本信息, 然后以建筑信息模型为基础, 研究 BIM 技术在古建筑保护过程中的成本管理、施工管理以及运营维护管理中的应用。

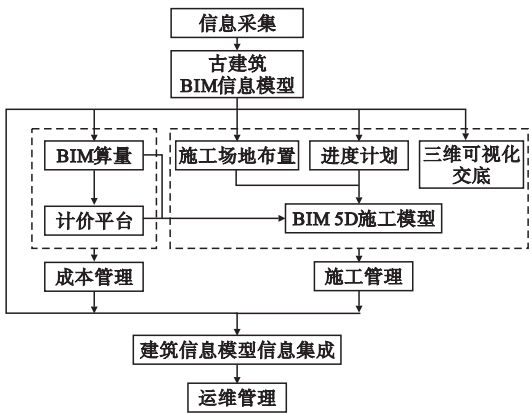


图2 BIM 技术在古建筑保护中的应用途径

1. 信息采集

古建筑的信息采集主要分为两种: 第一, 空间信息的采集, 主要包括古建筑形状、建筑物比例、尺寸、方位等空间形态的信息; 第二, 属性信息的采集, 主要包括古建筑的建造材料、工艺、风格、施工方法、年代和地域信息。传统空间信息的采集主要是采用尺子、垂球

等传统测量工具对建筑物尺寸进行测量,然后形成二维图纸,并配有一些文字记录,存在着数据不准确、使用不方便、效率低等问题。现代空间信息采集是采用现代电子技术手段,借助三维激光扫描、高清摄影测量等多种测量传感器技术^[7],获取完整而精细的古建筑三维数字模型、纹理影像,经融合处理生成精准的古建筑设计图纸、现状图纸及结构模型等^[8]。属性信息的采集一般是通过实地考察或者查阅相关历史文献,再进行整体分析而获取较为完整的相关信息。

2. BIM 建筑信息模型的建立

BIM 基本建筑信息模型主要是在空间信息采集的基础上,基于二维图纸、测绘数据以及图片等相关资料,借助目前常用的 BIM 建模软件 Revit 建立三维模型。我国古建筑造型错综复杂,但是根据现代建筑类型学对古建筑构件的分类,古建筑构件的建造过程是存在一定内在规律的^[9]。古建筑的建筑形式主要以大木结构为主,配有砖、瓦、石等元素,不同朝代或者同一朝代的不同时期,建筑风格会有相同或者相似之处,建筑构件的尺寸、比例一般也具有统一性,建造过程中一般只是调整构件的大小和位置。根据古建筑物的这一特性,在利用 Revit 建立建筑信息三维模型中,通过对古建筑构件的参数化设置及族的构建,完全可以实现造型迥异的各类型古建筑物建筑信息模型的构建。

BIM 建筑信息模型的基础单元为“族”,所有图元都是基于族的,每个族图元都可以定义多种类型,每种类型都可以进行尺寸、形状、材质或者其他参数设置^[10]。根据古建筑的朝代、风格、工艺、形状进行分类分解,利用 Revit 建模软件首先建立不同类型的参数可变的族,然后根据拟建立建筑信息模型的古建筑的图纸及相关数据调入各类族,从而建立古建筑完整模型,这样既可以提高构件模型建立的复用性,还可以提升建模效率。另外,可以根据古建筑的不同分类,建立不同种类的构件族库,方便古建筑研究的族库共享。

建筑信息模型应用的一大特性为建筑信息的传递性,不仅包含空间信息的存储,还应

该包含属性信息。古建筑的属性信息众多,除了建造方法、建筑材料及纹理、建造工艺、地域特征外,还有照片、历史文献、现存状况、修缮及复建记录、周围环境信息、管理部门信息等多种文字资料以及影像资料。在利用 Revit 软件建立建筑信息模型时,模型中各构件的属性信息一般分为构造、材质、物理、油漆彩绘以及说明备注等几种形式,空间信息、属性信息与模型相关联,修改或查阅信息全部可以实现同步,从而全面实现信息的共享与传递。古建筑保护的重要内容是古建筑的修缮,建筑信息模型可以为古建筑修缮提供最基础的数据和资料,便于提取和使用。BIM 建筑信息模型建立基本流程如图 3 所示。

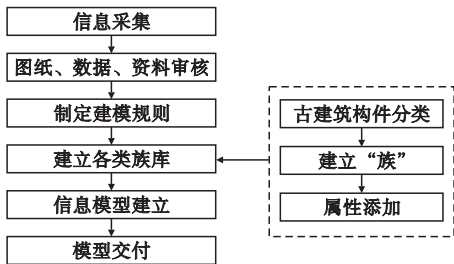


图 3 BIM 建筑信息模型建立基本流程

3. 基于 BIM 技术的工程成本管理

利用 Revit 建立建筑信息模型后,可以自动生成工程量明细表,包含建筑构件尺寸、材质、工程量等各项数据,但是建筑信息模型统计的为实物工程量,与建筑工程计价需要的与定额、清单匹配的工程量有一定区别,可以基于建筑信息模型进行工程量调整,按照定额或清单的工程量计算规则进行工程量统计,然后利用计价软件依据古建筑自身相关定额进行计价,这样可以节省造价人员大量的计量时间,提升造价工作效率。某古建筑落架修缮施工工程量清单计价如图 4 所示。另外,BIM 技术应用于古建筑保护施工管理阶段三维可视化交底、施工场布模拟、施工模拟、科学提料等,都可以提高古建筑修缮及保护成本管理的经济效益。

4. 基于 BIM 技术的古建筑维护施工管理

(1) 基于 BIM 技术的三维可视化交底
古建筑的一大特点就是造型及工艺复

<div><div>导入</div><div>项目自检</div><div>费用查看</div><div>查询</div><div>插入</div><div>补充</div><div>云存档</div><div>删除</div><div>标准组价</div><div>复用数据</div><div>替换数据</div><div>整理清单</div><div>锁定清单</div><div>安装费用</div><div>切换专业</div></div>													
三 项目 结构	造价分析		工程概况		取费设置		分部分项		措施项目	其他项目	人材机汇总	费用汇总	
		编码	类别	名称		单位	工程量表达式	工程量	综合单价	综合价	单价构成文件		
				整个项目						5624271.84			
	1		940302001001	项	屋脊拆挑	m	1	1	4190.29	4190.29	古建筑工程		
			3-302	定	琉璃脊筒正脊拆除 四样、五样	m	10.16	10.16	47.98	487.48	[古建筑工程]		
			3-305	定	琉璃垂脊、岔脊、角脊、围脊、博脊、承牵连正脊拆除 四样、五样	m	40.64	40.64	39.97	1624.38	[古建筑工程]		
			3-308	定	琉璃正吻拆除 四样、五样	份	2	2	479.63	959.26	[古建筑工程]		
			3-311	定	歇山琉璃垂脊及兽座拆除 四样、五样	份	28	28	39.97	1119.16	[古建筑工程]		
	2		940302002001	项	屋脊新作	m	1	1	47928.49	47928.49	古建筑工程		
			3-377	定	琉璃脊筒正脊一有群色 五样	m	10.16	10.16	758.76	7709	[古建筑工程]		
		3-417	定	琉璃角脊、虎殿及攒尖垂脊、歇山嵌(岔)脊兽前 五样	m	40.64	40.64	373.69	15186.76	[古建筑工程]			
		3-401	定	琉璃正吻安装 五样	份	2	2	5685.48	11370.96	[古建筑工程]			
		3-237	定	琉璃垂脊兽添配 五样	份	28	28	487.93	13662.04	[古建筑工程]			

图 4 某古建筑工程量清单计价(部分)

杂,利用传统的二维图纸向施工工人进行交底非常抽象,一旦图纸或者工艺理解错误,施工过程中就会出现严重问题。基于 BIM 技术的三维可视化交底可以利用动画或视频,基于建筑信息三维模型,根据施工组织设计或者施工方案,尤其是针对古建筑修缮或者复建施工中的复杂节点进行三维可视化交底,更清晰直观地将复杂节点施工工艺展现给操作工人,从而最大限度地避免返工现象。

(2) 基于 BIM 技术的施工现场布置

古建筑的维护受古建筑已有场地和建筑物的限制,施工现场的布置需要考虑众多因素,如材料的运输及堆放、设备的进场、现场区域平面布置等。基于 BIM 技术的施工现场布置可以根据古建筑维护的施工组合设计或施工方案,将建筑信息模型导入施工现场布置软件中,通过软件内置的大量构件库,对场地各项布置进行模拟,将平面布置中需要考虑的问题形象地展示出来,解决以往二维图纸中考虑不周的问题。例如:以古建筑修缮常用脚手架搭设方案为例,施工现场的脚手架搭设需要根据现场需求随时进行调整,可以利用 BIM 技术模拟古建筑修缮施工现场,分析施工过程中需要防护的部位,制定脚手架最佳搭设方案,合理安排脚手架进场以及搭拆时间,降低脚手架租赁以及人工费用,

合理缩短工期。
(3) 基于 BIM 技术的 5D 施工模拟
基于 BIM 技术的 5D 施工模拟可以将古建筑维护的进度、合同、成本、质量、安全、图纸、物料等信息进行整合,所有的信息都可与建筑信息模型相关联,并在 BIM5D 软件中进行形象化的展示,实现各项数据的集成,为进度、成本管控、物料管理等提供数据支撑。BIM5D 模型整合如图 5 所示。

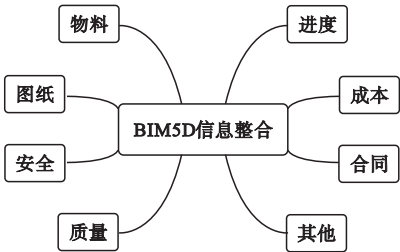


图 5 BIM5D 模型整合

在古建筑的修缮或者复建过程中,在前期所建立的建筑信息模型基础上,将三维模型与施工进度计划相关联,形成施工进度模拟。传统的用于指导古建筑大型修缮或者复建工程施工进度的横道图和网络计划图等工具,可视化弱,不易协同,无法充分优化施工进度。基于 BIM 技术的 5D 施工模拟可以在 BIM5D 平台中导入进度计划,并随工程进行,录入实际施工进度,BIM5D 平台可实现

计划与实际进度二者的可视化动态模拟,将项目施工整体部署以及资源投入进行直观呈现,实现整个工况、资源需求及物料控制的合理安排。另外,通过比较,可以发现施工进度偏差,及时反馈,分析原因,保证进度按计划进行。在施工模拟模型的基础上关联工程量及成本信息,随着工程进度,可以及时统计工程成本、物资需求的变化,通过与计划对比,及时进行成本管控,根据现场实际施工情况提取各项物资,合理编制劳动力以及物资投入计划,以便物资部门进行物资采购与进场。将 BIM5D 技术应用于古建筑的保护,可以实现古建筑保护施工现场精细化的项目管理,也可以有效减少古建筑修缮或复建过程中的施工变更,缩短工期,控制成本,提升项目施工质量。

5. 基于 BIM 技术的古建筑运营维护

古建筑的建筑信息模型集成了建筑物空间信息、属性信息、修缮以及建造过程中的大量信息,将全部信息进行整理和归档后储存在运维管理数据平台中,并和建筑信息模型进行关联,古建筑运营及维护管理部门可以从数据库中随时查询、提取、统计、分析各项信息,调取信息快速、准确,还有效防止了运维管理中的信息丢失。另外,建筑信息模型具有可视化的特点,可以快速显示古建筑隐蔽部位,在古建筑修缮时可以为运维管理人员提供快速定位,这种应用在突遇紧急情况时作用尤为突出。应用建筑信息模型还可以进行火灾疏散模拟等自然灾害的各项仿真模拟,可以帮助运营管理者定位和识别潜在风险,提前做好解决方案,制定应急措施。总之,应用 BIM 技术可以进行古建筑空间管理、设备管理、安防管理、应急管理、能耗管理等,可以大大提高古建筑运维效率,实现古建筑保护的数字化管理。

四、结 语

古建筑是人类文明的载体,随着社会经济的发展,古建筑的价值逐渐受到社会各界的高度重视。由于古建筑的历史性以及不可

复建性,其历史信息以及维护信息的记载与传递越发重要。BIM 技术作为建筑行业的信息技术,通过数字化手段,建立一个完整的涵盖项目全生命周期全部信息的建筑信息模型,其对信息的传递及共享性与古建筑保护的的特殊性完全吻合,使古建筑的保护工作由传统形式改为数字化保护,这是古建筑保护的必然发展趋势。但是,将 BIM 技术应用于古建筑保护还处于初始阶段,如何将 BIM 技术有效应用于古建筑生命周期内的保养维护,促进古建筑保护的信息化和现代化,是一个需要持续研究的课题。

参考文献:

- [1] 王津红,丁晓博,邹越. BIM 在古建筑信息模型中的应用探究[J]. 低温建筑技术,2016(9):31-34.
- [2] 刘鹰翔. 古建筑基本信息模型在保护工程中的应用研究[D]. 兰州:兰州交通大学,2016.
- [3] 解辉. BIM 在中国古建筑维护中的应用研究:以观音阁为例[D]. 北京:清华大学,2017.
- [4] 沈维莉,张克纯. 基于 BIM 技术的古建筑数字化保护研究[J]. 四川建材,2017,43(12):63-64.
- [5] 江东凯,周占学. BIM 技术在古建筑保护中的应用现状[J]. 河北建筑工程学院学报,2016(1):31-35.
- [6] 王崇恩,白焱. 基于 BIM 的古建筑信息模型研究:以山西晋祠鱼沼飞梁为例[J]. 自然与文化遗产研究,2019,4(7):100-103.
- [7] 马宏毓,赵新. 三维激光扫描技术及 BIM 技术在古建筑保护测绘中的应用[J]. 岩土工程技术,2019,33(4):222-225.
- [8] 李涛会,侯宽信,张茂刚. 三维激光扫描和 BIM 集成技术在古建筑迁建中的应用[J]. 价值工程,2019(6):129-131.
- [9] 赵华英,叶红华,赵冠一,等. 上海玉佛禅寺修缮与改扩建工程中的 BIM 技术拓展应用[J]. 土木建筑工程信息技术,2014,6(1):101-105.
- [10] 李亭亭,吴献,尹莉,等. BIM 技术在建设工程项目中的应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2014,6(1):92-95.

Application of BIM Technology in the Protection of Ancient Architectures

WANG Yinghua¹,SU Yongling²

(1. Department of Management, Shenyang Urban Construction University, Shenyang 110167 China; 2. Teaching and Research Department of Business Administration, Party School of Liaoning Provincial Party Committee, Shenyang 110004 China)

Abstract: Ancient architectures are the carrier of human civilization. With the development of social economy, the value of ancient architectures has been attached more and more importance. How to protect the integrity of ancient architectures and their historical information is an urgent problem to be solved in the protection of ancient architectures. Based on the analysis of the status quo of ancient architectures protection in China and the advantages of BIM technology application, this paper puts forward the application ways of BIM technology in ancient architectures protection from the aspects of information collection, BIM building information model establishment, project cost management, construction management, operation and maintenance, with a view to providing reference for the protection and research of ancient architectures.

Key words: BIM technology; the protection of ancient architectures; information model; cost management; construction management

(责任编辑:高 旭 英文审校:林 昊)

(上接第 545 页)

Exiles Garden Analysis in Shengjing Area of Early Qing Dynasty

ZHANG Jian¹,GUO Ying¹,XU Chenghao²

(1. School of Architecture and Urban Planning, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, china; 2. Department of Architecture and Built Environment, University of Nottingham, Nottingham, NG7 2RD, UK)

Abstract: This paper introduces the exile gardens in Shengjing area in the early and middle Qing Dynasty. It analyzes life and culture of the exiles in Shengjing area in the early Qing Dynasty through the methods of consulting relevant literature, surveying and mapping on the spot, etc. Taken Chen Menglei's "YunsiCaotang" and "Haoyu's Silver Garden" as representatives, the paper makes an analysis of their construction evolution, basic layout and gardening characteristics. Thus, the general characteristics of exiles gardens in Shengjing area in the early Qing Dynasty are extracted. The exiles garden in Qing dynasty does not only promote the development of regional culture in Shengjing area, but it also has a profound influence on the garden in northeast China.

Key words: Shengjing area; the exiles; private garden; "Yunsi Caotang"

(责任编辑:高 旭 英文审校:林 昊)