

基于 BIM 技术的文物建筑保护信息化研究

王 鹤,吉 航

(沈阳建筑大学设计艺术学院,辽宁 沈阳 110168)

摘 要:当前,中国文物建筑保护整体形势乐观,但依然存在问题。现代建筑行业中,建筑信息化(Building Information Modeling, BIM)技术被广泛应用,文物建筑保护工作也与先进技术接轨,重心从被动的翻新修缮转移到预防性的系统的遗产信息研究管理上。基于上述原因,提出要利用建筑信息技术对文物建筑保护工作过程中的测绘及修缮进行数字化表达,发挥建筑信息化模型在其中的作用,丰富文物建筑保护工作的工作手段。

关键词:BIM;文物建筑;遗产保护;信息化

中图分类号:TU205;TU-87 **文献标志码:**A

中国作为拥有五千年历史的文明古国,在岁月的变迁中保留了大量艺术造型、建筑形式、构造手法各异的文物建筑。这些文物建筑记载了中国政治、经济、文化、民族的发展过程,是宝贵的不可再生资源,也是国家历史的实证。但由于历史久远,相当一部分文物建筑在传承过程中未能得到良好存续,留存状态差,修缮工作难以开展。随着城市建设迅速发展、科技能力不断提升,文物建筑保护已引起越来越多的关注。随着建筑行业的发展、BIM 技术的引入,文物建筑保护工作已经进入现代化、信息化的新时代。

一、文物建筑保护工作现状

1. 文物建筑现状

文物建筑是历朝历代劳动人民智慧的结晶,有重要的社会历史价值、文化艺术价值,研究文物建筑不仅是研究其本身,也是研究这一建筑的建造时期及历史背景。中国文物建筑虽因使用功能、社会阶级或地理区位、文

化交融、朝代更替的影响而导致其外形各不相同,但均以木结构梁架为核心构造支撑建筑物的重量,再以砖、瓦、石等为装饰,拼接组装而成^[1],且始终遵循一定的建筑比例。例如,马炳坚的《中国古建筑木作营造技术》描述了古建筑中亭子构件的尺寸权衡情况,笔者摘选其中椽、檐一类进行概述(见表1)。

表1 亭子构件权衡

类别	构件	宽	高	厚	径
椽 望	檐椽				1/3D
	花架椽				1/3D
	飞椽		1/3D	1/3D	
连 檐	大连檐	2/5D		1/3D	
	小连檐	1/3D		1/10D	
	横望板			1/15D	
	顺望板			1/9D	

注:来源于《中国古建筑木作营造技术》第一章第五节,表中D为檐柱的柱径直径尺寸。

目前,中国留存量最大的是明、清时期的古建筑,文物建筑修缮工作也多围绕这一时期的建筑展开。这一阶段,中国古建筑制式走向成熟,有《清式营造则例》《中国古建筑

木作营造技术》《营造法式》等关于建筑形式与构件的严谨的建筑构建信息存档。故对明、清文物建筑进行修缮时,多先以实地测绘为基础,依主体建筑的形制选取与其对应的营造则例,并依据相关建筑制式的建造规定对测绘得到的建筑遗址的构件形制、尺寸等数据进行复核,再根据古建筑的原有外形采用相似度较高的材料对建筑外部进行修缮。《清式营造则例》中关于大木小式梁的做法如表 2 所示。

表 2 《清式营造则例》中大木小式梁的做法	
构件名称	做法细则
檐柱	定高按面阔一丈,得高八尺;外榑长五寸,径七寸
金柱	高按檐柱高一份,廊深步架举高一份,其高按廊深一尺,举高五寸;其径按檐柱径加一寸,外榑同上
五架梁	长按进深柱中至柱中一份,外加榑径二份,高柱径加四寸,厚按高收二寸
随梁	长按进深柱中至柱中一份,高按柱径,厚按高收二寸
三架梁	长按二步架,外加榑径二份,高厚按五架梁高厚各收二寸

注:来源于《营造算例》第二章第一节。

2. 文物建筑保护工作的传统形式

以营造法式为基础进行的法式测绘是文物建筑保护工作中最传统的测绘手段,对设计人员的专业知识及工作经验有很高的要求。进行法式测绘时,要根据文物建筑的造型特点、建造工艺及历史背景查阅相关文献资料及留存的图纸,了解建筑的基本形制信息,对建筑进行有针对性、有目的的测绘。

传统的文物建筑保护工作的现场工作内容与结果是反映在测绘草图上的。勘测人员依据实地测量的数据绘制文物建筑的平、立、剖面图,节点、细部图等详细图样,并在图样上标注建筑的基本情况、材料尺寸等信息,以描述建筑的整体布局及各部件构造;对部分损坏严重、无法凭现况进行测绘分析的文物建筑遗址,则要以现实数据为基准,依据记载资料及真实的现场测量数据推算,尽可能地复原受损建筑的原貌。

这种偏重于人工测绘及经验估算的工作方法是顺利开展相关工作的重要基础,但以此测得的数据结果不够精准,易对建筑物造

成二次人为伤害,影响工作的质量和进度。

3. 现代文物建筑保护工作情况

得益于建筑信息技术的发展,从事现代文物建筑保护工作的设计人员可以通过 AutoCAD 等计算机软件将测得的数据及草图绘制成统一规范的建筑图纸,并将相关信息以电子文件的方式进行存档管理。

在文物建筑保护信息化的初期阶段,保护工作主要通过远距离摄像对建筑进行实地测量,依据所得数据建立数据库,为文物建筑的设计工作提供信息支撑。现如今,建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM)、地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 等现代技术不断兴起,对建筑业的行业革新起到了一定的作用^[2]。

文物建筑保护工作信息化是中国文物建筑相关保护、开发工作的创新之举,具有重要意义。在文物建筑保护工作信息化过程中,设计人员根据文物建筑的结构、材料数据,结合相关文献的数据记载,运用 BIM 技术对文物建筑进行完整、精准的模拟修复,并依托现代网络电子媒介将其永久保存,丰富了文物建筑信息库,为文物建筑保护工作提供了更多的实体案例及理论依据。

二、BIM 技术对文物建筑保护的作用

1. BIM 技术在保护工作中的应用

由于中国古建筑材料与构造的特殊性,文物建筑保护工作中要依靠工作人员对建筑的屋面、木构件、墙体、石构件、瓦作等建筑部件进行人工的考察分析,再根据实体测量及相关资料制定修缮计划。因此,在无相关资料考究的情况下,传统工作手段难以精准收集受损严重的建筑数据。而大量依靠估算得来的数值会严重影响数据的准确性,依此数据分析复原的建筑构件会产生误差,导致设计的相邻部件无法准确搭接,加大了工作难度。

而 BIM、红外线测量、三维扫描、遥感、数字建模等现代技术可以对建筑的构件组成形式、工艺做法等相关建筑信息直接进行采

集,汇总成综合的信息平台,再用数字化的方式将数据资料从二维的平面表格、图纸转变为虚拟的三维信息模型。通过这种方式,设计人员可以直观地了解建筑的营造方式、工艺做法和部件材料等建筑本身的形制信息(见图 1),大大提升了文物建筑保护前期设计中测绘阶段的工作效率和准确性。

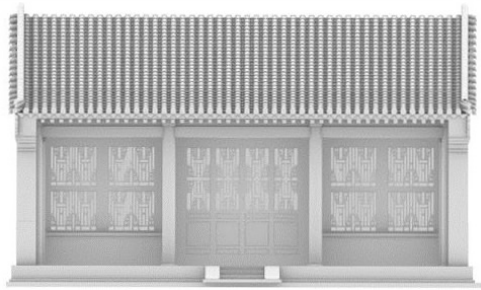


图 1 运用 BIM 软件搭建的文物建筑信息化模型

2. BIM 技术在保护工作中的优势

BIM 这一三维数据模型技术可以将文物建筑的复杂的建筑结构通过三维模型组件的形式展现出来,完整地表达文物建筑保护工作全过程中搜集到的所有相关建筑数据,并依此对复杂及修缮难度大的构件进行重点分析,精准确定建筑中每个构件的材料尺度,再现文物建筑的建造过程。笔者针对沈阳故宫仰熙斋的建筑构造构建了 BIM 信息模型,直观地展示了建筑的梁柱、椽板等结构部件的尺寸比例及搭建方式(见图 2)。

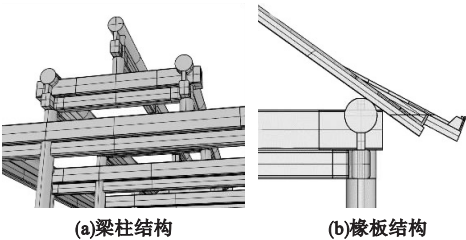


图 2 仰熙斋的建筑结构建模

文物建筑保护工作研究越深入,就越需要大量实际数据作为参考,以反映相同条件下文物建筑的共性特点。无论使用何种技术手段开展文物建筑保护工作,都需要按照建筑本身的营造信息构建相应的知识体系,充分了解其本身的形制、历史、建筑材料、构造等与之相关联的信息。文物建筑保护工作中获取的信息量越大,BIM 技术发挥的作用越大。

三、文物建筑保护信息化的系统方法

1. BIM 技术的平台选择

BIM 技术在现代建筑(包括文物建筑)保护工作的设计施工阶段与科学研究阶段都有广阔的应用前景。开发 BIM 技术,将其充分运用于文物建筑保护的工作和研究,对整个文物建筑领域有着重要意义。这一阶段,除了要弄清传统文物建筑保护工作的弊端与可改进的地方之外,还要充分了解 BIM 技术本身的特性^[3]。

目前,搭载了 BIM 技术的软件主要有 Revit、Bentley、ArchiCAD、Navisworks、Rhino 等,每种软件开发的侧重点各不相同,各有能更凸显自身优势、更适配的应用领域(见表 3),要依据项目需求合理选择与工作内容相对应的 BIM 软件。

表 3 各 BIM 软件平台的优势

常见 BIM 软件	优势	适用项目
Bentely	项目分管,参数化建模	道桥、市政等基建项目
ArchiCAD	自动生成材料数据报表	工程结构、暖通等需要对建筑结构计算分析的项目
NaviSworks	碰撞检查,施工模拟	复杂的、需要避免的工程项目
Revit	可视化建模	常规建筑项目
Rhino	编程建模,曲面建模	有复杂外立面的建筑项目

在众多 BIM 设计软件中,Rhino 及 Autodesk 公司的 Revit 是最常用的,这两大软件为 BIM 建模提供了可视的参数化编程渠道,设计人员可以在 Rhino 及 Revit 提供的图形界面内自定义创建信息模组,并在此类模组内,通过更改模组的相关信息对其内的全部模型进行整体调整^[4]。

与其他 BIM 软件平台相比,Rhino 及 Revit 软件有更高效率的参数化设计及建筑信息整合功能,可以在参数化的基础上为文物建筑的部件建立三维信息模型,并依据部件信息对模型进行分类、编码,建立文物建筑参数化三维构件库;同时,通过更改构件库中模型的某一信息,可以自动完成对模型整体的更改,使文物建筑保护工作设计阶段的数字

化成为可能。

2. 文物建筑保护信息化的关键技术

常规情况下,BIM 系列软件是为现代建筑行业服务的,项目设计人员可以通过 BIM 软件自身提供的常规建筑部件样板模型直接构造出建筑的大体结构。

与现代建筑的标准三维属性不同,文物建筑大多是在法式营造规则下建造的以木结构为主体的建筑,木构部件之间是以榫卯结构作为连接点相互关联的(见图3),各个相邻部件的尺寸互相影响,确定一个部件的尺寸后,整个建筑所有部件的尺寸与建筑的概貌也就被确定了^[5]。故要在文物建筑保护工作中建立建筑信息化模型,只能通过创立非常规的样板,切实地将文物建筑的建筑构造信息准确地表达出来。因此,建立可批量管理的文物建筑构件的参数化模型是关键,这种参数化模型群组被称为“族”。建筑模型内的“族”群组如图4所示,不同“族”群组间标记不同颜色以进行区分。

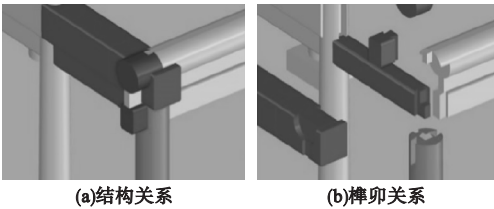


图3 古建筑构件的榫卯榫接关联

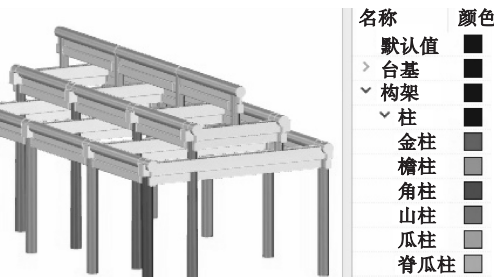


图4 建筑模型内的“族”群组

建立文物建筑构造部件的“族”,首先要从参数设置入手,参数的设置是使“族”样板模型被充分利用的前提。建立文物建筑的信息模型时,要按建筑构件的名称、结构、连接形式、细部节点等分类信息建立参数框架,填入相关的数据,根据其为主体的影响程度分为族参数、主体参数与可变参数共3类^[6]。

这3类参数中,族参数决定“族”模型的基础信息,主体参数规定“族”模型的通用信息,可变参数影响“族”模型的变量信息(见图5)。

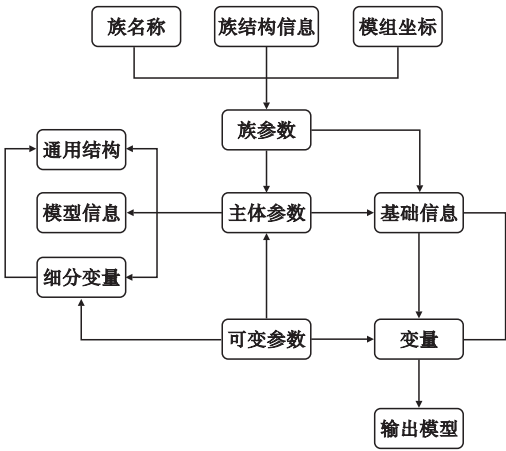


图5 各参数间的制约关系

族参数、主体参数及可变参数之间相互制约,这个制约关系中,更改主体参数可以一键变更整个“族”群的整体(如梁的长、宽、高数值),更改可变参数可以变更单个或部分“族”的细部(如斗口、榫卯的尺寸数值),从而建立“牵一发而动全身”的可更新的参变驱动模型,实现“族”样板模型的更新与复用。

3. 文物建筑保护工作信息化的实现过程

实现保护工作信息化,主要依靠以“族”模型为基本样板构成的 BIM 模型库,此过程主要分为实体模型绘制、建筑信息添加两个步骤。

Revit 系列软件的实体模型绘制过程与传统建模软件相同,均用平台提供的放样、变形等操作命令完成三维模型的外观构建,不同的是,构建以 BIM 为基准的“族”模型的每一步都是通过信息参数表达的。建立以 BIM 技术为基础的建筑信息模型的过程就是将建筑的参数信息赋予模型实体的过程。

将 BIM 技术应用于保护工作时,由于现实的文物建筑的留存状态不同,建筑构件会有不同程度的歪闪、破损,无法和 BIM 模型完全重合。这种情况下,如果完全依照建模结果进行修缮工作,很容易出现建筑部件之间无法结合的情况。故在模型建立的最后阶

段,需要依据真实现场对模型进行验证,审查模型的外观是否准确、木结构相互连接的榫卯构件是否吻合、建筑部件造型特征是否标准,并用 BIM 模型反推真实建筑的构造,发现真实建筑存在的问题(如因二次保护造成的误修),依此对模型进行调整^[7]。

同时,在完成文物建筑的整体建模工作后,也要对“族”样板模型的参变性进行充分检验,检测在同一“族”群组内的模型能否通过修改“族”的主体参数批量修改其他“族”内模型的参数,能否通过修改“族”群组内的可变参数修改“族”内部分模型的细部参数,使模型输出的结果始终处于参数约束关系范围。

四、BIM 技术的应用策略

1. 信息共享是原则

BIM 技术虽有着建筑信息化、参数化建模的特性,但本质上依然是一种设计软件,在现实中应遵循一定的原则才能真正提高信息化建模的实际应用效果,更好地解决当下文物建筑保护工作面对的问题。

BIM 技术是信息化的技术,BIM 平台的一切开发是都围绕信息展开的,因此,信息共享是 BIM 技术现实应用的首要原则。运用 BIM 技术建立的文物建筑的信息数据库有强大的共享性,以这类信息库为基础建立的信息共享平台能够实现线上的数据修改、更新、导入和整合,并可依据作业工种对文物建筑保护工作的不同项目人员分类开放权限,使其依次获取相应的信息资料。通过这种方式,可协调管理设计、施工、材料供货商、监理等不同职能的人员,综合调度项目资源,进而加强不同业务人员之间的联系,使文物建筑保护工作全过程与建筑信息化结合得更紧密,为文物建筑现代化保护工作与研究提供更稳定的平台^[8]。

2. 信息标准化是重要环节

针对文物建筑部件信息的标准化表达是构件建筑信息库最重要的环节。中国文物建筑制式比较标准,构建文物建筑的信息化模型时,应采取台明、梁架、装饰、墙壁等规定

“族”的大类范围(见图 6)。

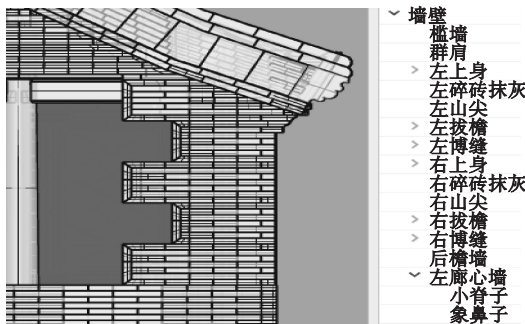


图 6 墙壁的部件模组分类范围

在模型组内,相同的部件样板模型应有统一的名称,以保持该类型部件的唯一性;不同的部件样板模型应使用统一的参数化编码原则,规定信息化模型的名称、框架及编码,方便设计人员掌握模型信息,对模型组件进行整体的修改与更新^[9]。

3. 信息管理是关键

大量数据信息的整合是 BIM 技术实现的关键。BIM 平台下构件的信息模型可根据不同需求建立平行的信息块,分层建立信息图层,按构件、材料等相关信息分类建立部件模组,以便后期一键选定、管理指定的部件(见图 7),以此,设计研究人员可以更效率地管理建筑信息模型。



图 7 一键选取指定构件

BIM 技术为建筑工作本身提供了信息共享、信息标准化、信息管理等多重技术平台及数据理论支持。若文物建筑保护工作遇到技术难题,可以运用 BIM 技术进行攻关,如 BIM 技术有疏漏,则可以通过现场勘测与传统测绘手段进行修正。不断更新与完善这个平台,是实现文物建筑保护工作现代化、信息化的必要举措^[10]。

五、结 语

信息技术的发展使建筑业对主体建筑的诠释方法从二维平面向三维可视化过渡,这一进程中,运用 BIM 技术建立的建筑信息模型被广泛应用,文物建筑保护工作及理论研究在其影响下具有了综合性、跨学科特征。随着文物建筑信息化研究的深入,BIM 技术在文物建筑保护工作中的适用性得到了提升,为文物建筑保护工作提供了综合的、跨学科的理论研究新方向。

因中国古建筑营造方式复杂,建筑造型多样,如何用信息化的方式表达形态各异的文物建筑是一个不断探索的过程。在这个过程中,要以传统的文物建筑保护工作手段为主要工作方法,以 BIM 技术作为辅助,充分结合多学科的专业知识,从根本上规范文物建筑信息化的标准性、科学性,为文物建筑保护工作提供实际的信息资料及理论支持,丰富保护工作的工作手段并提高其技术水平。

参考文献:

[1] 铁钟. 文化遗产信息模型的虚拟修复研究

[D]. 杭州:中国美术学院,2019.

- [2] 李舒静. 信息化测绘背景下基于 BIM 技术的建筑遗产信息采集与表达[D]. 天津:天津大学,2014.
- [3] 蔡葛烽. BIM 技术在建筑工程项目中的应用价值[J]. 居舍,2019(10):3.
- [4] 解辉. BIM 在中国古建筑维护中的应用研究[D]. 北京:清华大学,2017.
- [5] 陈滨. 中国古建筑艺术与数字化虚拟研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2013.
- [6] 王茹,孙卫新,张祥. 基于 BIM 的明清古建筑建模系统实现方法[J]. 东华大学学报(自然科学版),2013,39(4):421-426.
- [7] 王英华,苏永玲. BIM 技术在古建筑保护中的应用研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2019,21(6):610-615.
- [8] 常磊. 基于 BIM 的大木建筑遗产信息管理平台实现技术研究[D]. 北京:北京交通大学,2016.
- [9] 吴骥. 中国古建筑遗产档案管理与开发[D]. 青岛:山东大学,2016.
- [10] 周阳. 基于信息模型(BIM)的历史建筑保护与改造探索[D]. 成都:西南交通大学,2017.

Information Research of Cultural Relics Building Protection Based on BIM Technology

WANG He,JI Hang

(School of Design and Art,Shenyang Jianzhu University,Shenyang 110168,China)

Abstract: Although the current situation of cultural relic building protection in China is optimistic, there are still problems. In the modern construction industry, BIM (Building Information Modeling) technology is widely used. The protection of cultural relics and buildings is also in line with the advanced technology. The focus of protection is shifted from passive renovation to the research and management of preventive and systematic heritage information. Based on the above reasons, combined with BIM Technology, this paper proposes to use the architectural information technology for digital expression of surveying and repair during protection of cultural relic building, play its role of architectural information model, and enrich the methods of cultural relics building protection.

Key words: BIM; cultural relics buildings; heritage protection; information

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)