

BIM技术下的古建筑修缮与保护研究

郑诚

余姚市人民政府朗霞街道办事处

摘要：优秀古建筑是珍贵的历史文化遗产，其保护与修复是长久以来一直存在的难题，并不是传统意义上的简单缝补就能恢复其原貌的。中国古建筑以木结构建筑为主，历经千年的风雨侵蚀，或遭遇自然灾害，更有甚者被战争破坏等，不可避免地会给这些建筑造成破坏且情况日益严重，许多建筑都亟待修复。BIM技术在国内又称建筑信息模型，利用多种信息手段合成数字化建筑模型，且自身具备可视化、协调性、模拟性、优化性以及可出图性等特征。在BIM技术的支持下，古建筑的修护效率远超传统工艺，故而得到大力推广与深入研究。具体来说，BIM技术的可视化特征帮助古建筑修护工作实现了信息数据立体化，从而全面掌握现阶段及后续的修护工序和修护目标。基于此，本文主要对BIM技术下的古建筑修缮与保护进行论述，详情如下。

关键词：BIM技术；古建筑；修缮；保护

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.022

引言

到了今天，单单就不改变文物原状这一条原则已经无法满足日益复杂的古建筑修缮问题，所以在经过实践调研的基础上，我国又补充了几条新的规则，具体如下：第一是安全为原则。对古建筑进行修缮必须以保障古建筑的安全为基础，这条主要是对过往修复工作中出现问题的反思。由于过去的古建筑修缮工作缺乏经验，部分修缮人员过于追求对建筑的全面修复，却忽略了建筑本身的内部结构能否承受得住的问题，导致一些古建筑坍塌。第二是风格统一原则，即在对古建筑进行局部修缮时，无论是所用的材料、设计的风格还是建造的结构，都应当与整体相协调。以黄鹤楼的修缮为例，虽然设计的初衷是“既有古楼遗风，更兼时代新意”，但重修后的黄鹤楼已经和原来的风格大相径庭，不仅三层变五层，小楼变高楼，更是出现了内部加装电梯、增设自动贩卖机的荒唐现象，这与古建筑的历史气息格格不入。名为修古，实为返古。第三是预防为主原则，即相关部门要建立健全古建筑定期检修制度，特别是在较为潮湿、虫蚁众多的地区，更要增加巡检次数，派专门人员对古建筑内部进行定期的检查，以排除安全隐患，及时做好预防工作。显然，这项原则贯彻了“防患于未然”的精神，旨在通过日常检查制度将可能损害古建筑的威胁掐死在摇篮中。第四是旧料利用原则，即古建筑

修缮的材料应当尽量以原建筑材料为主。以较为成功的某楼的修缮工作为例，当地政府本着“整旧如旧”的原则，对支撑楼体的20根内部被白蚁蛀空的楠木柱进行修补，采用化学加固的方法，将柱子内部残余部分清理干净，而后将不饱和树脂和石英粉混合灌入楠木柱内部，这样填充起来的楠木柱十分坚固耐用，而且耐腐蚀，从外表来看和原木柱没有什么差别，很大程度上保持了该建筑的原本风貌。旧料利用不仅有利于节省资金，而且有利于维护古建筑的历史底蕴。

一、BIM技术在古建筑应用中的优势

中国古建筑设计精巧、结构复杂、形式多样，与现代建筑相比，更能体现不同地域的文化特色，以及工匠巧夺天工的技艺。建筑构件繁多、形态各异、相互关联，虽然看似烦琐，但仔细观察可以发现古建筑通常是由大量不同层级的相似建筑构件组合而成。为更好地保留建筑的历史风貌，这些构件除了尺寸数据以外，还需要包含其他的信息，如构件材料、重量、工艺等，且不同层级之间有着明确的逻辑关系。这种构件间相互关联的特点在相关历史资料中有所记载并流传至今。其中，模数制的使用使不同的建筑物及各构件之间的尺寸、比例具有统一协调性，建造过程中一般只需要调整构件的大小和位置。这无疑能够有效地加快设计速度，大大提高建造效率。模数制也为古建筑的数字化建模提供了一个良好的思路和便捷的途径。BIM全称building information modeling，即建筑信息模型，是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为建筑模型建立的基础，通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。近年来，BIM技术因其信息完备性、可视化、协调性、模拟性等优势，成为古建筑建模和信息集成的优选平台，在古建筑保护和传承方面发挥了非常重要的作用。以往的三维数字建模工具，例如3dsmax或Sketchup，建立的三维模型只包含一些尺寸和简单的材料信息，不能对建筑信息进行完备详细的记录，且无法体现各构件之间的关联性。而古建筑的构件众多，使得建模工作量巨大且烦琐，建模效率低，又因构件之间缺乏关联性，修改起来耗时费力。模型通常只能用作外观展示，不能很好地对古建筑进行还原和考究。然而相比于“形”，古建筑更加要注重“神”的传递，BIM中“族”的概念，很好地解决了“神”的问题，且与我国古建筑的模数制、构件组合方式能够形成很好的契合。“族”是Revit平台

中一个功能强大的概念，它是具有相同属性的图元，每种族图元能够在其内定义多种类型，根据设计需要，每种类型可以具有不同的尺寸、形状、材质设置或其他参数变量，通过修改族参数值就可以控制某个图元的物理表达。因此，在古建筑建模过程中，可以将需要大量重复使用的古建筑构件定义为不同的族，并根据模数制的概念，在各构件族之间通过参数建立关联，有效提高建模效率，避免大量重复建模操作，且不同的古建筑模型在建模过程中都可调用自定义的族文件，实现了资源共享。

二、BIM技术下的古建筑修缮与保护的应用

(一) 古建筑构件级模型的建立

利用BIM技术，可以快速、准确地构建古建筑构件级模型。而建立参数化构建族库，是建立构件级模型的重点。本文以某城隍庙为例，讨论参数化构建族库以及古建筑构件级模型的建立。该城隍庙的主体结构部分主要包括梁、柱等具有较为规则的截面和放样路径，可在基于公制常规模型的族样板中建立，并直接载入到项目中使用。经过拉伸、放样、融合与剪切等一系列组合操作实现几何构件模型的建立，实现参数化驱动。城隍庙的围护结构部分，构件较多，虽然与主体部分构件族大体相同，但更加精巧复杂。在抱框族的相应位置建立安装连窗槛族、连二槛族和单槛木族等；将单扇隔扇门族和抱框族分别载入到隔扇门族中，经适当参数调整，实现四扇隔扇门在抱框内的组合排列；最终完成六抹隔扇门族的建立，最后将其载入Revit项目中进行试用。城隍庙的斗拱部分，由大斗、瓜拱、万拱、厢拱等“拱”构件组成。城隍庙大殿所涉及的斗拱共有7种，在建模过程中，基于CAD底图建立斗拱的“构件族”，在各构件族中添加相关驱动参数，将各构件族载入到基于公制常规模型族建立的“斗拱族”中进行组装，参数化的斗拱构件族可根据斗拱的差异实现细部尺寸的调整，以便载入不同的斗拱族。基于丰富的参数化构件族库，进行古建筑构件型模型构建，主要过程如下：首先对建筑进行整体分析，对一些复杂部位进行重点关注。随后，确立古建筑构件定位关系，主要包括点云在CAD中的水平剖切可以产生传统意义上的古建筑平面图，据此规整标注古建筑轴线位置；在垂直方向的剖切可以输出剖图，由此标注主要部位的标高位置。然后细化构建组的搭建顺序，并且进行古建筑构建搭配。最后也要进行实时的更新，对古建筑模型进行修缮和保护。讨论参数化构建族库的建立。

(二) 古建筑模型信息保存到数据库的方法

首先，选择数据库管理系统软件。由于Revit自带导出到ODBC数据库功能，ODBC的最大优点是能以统一

的方式处理所有的数据库，因此在数据库管理系统选择上，可以选取主流的关系型数据库软件。对于古建筑模型信息，需要从已经建立的模型中进行关键信息的提取。一是模型中所有的构件列表，二是所有构件的属性参数。在提取Revit模型信息的时候需要对构件数据进行标准化，这样就可以将模型信息参数保存到数据库中。Revit项目信息输出到数据库的方法很多，其中比较方便的是利用Autodesk Revit DB Link插件，它是一款免费插件，可以直接将Revit项目数据导出到数据库中。数据库以表视图显示Revit项目信息，可以对表中数据进行查看，也可以对数据进行更改，修改后的数据可以重新导入Revit项目中，这无疑给数据修改或多方协同处理数据提供了很大便利。对于不会操作Revit的人员来说，可以直接在数据库中对数据表里的数据进行编辑操作，可以创建Revit共享参数，并在相关表中为这些参数添加新字段。在数据库中对这些新字段所做的任何更改都会在将来导入时更新Revit共享参数。利用Revit自带的“导出—ODBC数据库”功能，将Revit模型的信息导出到已创建好的数据库中。这里的数据库可以是SQL Server 或是MySQL数据库，或是其他的数据库。根据对话框提示逐步完成模型导出即可，导出后进入数据库中，就可以查看到项目中所有构件的列表及构件的属性参数。

三、BIM技术下的古建筑修缮与保护的提升措施

(一) 修缮前做好调查工作

古建筑的修缮并不是一蹴而就的，由于古建筑本身的价值以及脆弱性，所以更应该小心谨慎，在修缮前做好调查工作，掌握充分的资料后再动工。此类调查工作主要包括对古建筑历史原貌的还原、古建筑修缮历史的记录以及修缮时可能用到的材料选取，还有修缮过程中如果发生突发情况的应急预案，这些都需要修缮人员具备充足的耐心、恒心与毅力，缺一不可。首先是要尽可能的通过调查还原古建筑历史原貌，这是整个修缮工作得以展开的史料基础。在调查过程中，对于修建年代较为久远的古建筑，相关人员应当格外重视第一手史料，尽量从与古建筑相关的古籍中查询信息。而对于近代以来修建的古建筑，还可以查询有没有相关报道、外国记者拍摄的照片等等，以这些资料作为参考，绘制出符合古建筑历史原貌的图纸，尤其要注意细节的还原。其中将古籍上的文字记录转化为图画可能较为困难，这就要求绘制人员具有充分的想象力和实地调研能力，在古建筑现状的基础上寻找一些小修饰曾经存在的蛛丝马迹，最大限度还原古建筑的本来样子。古建筑修缮历史的调查。由于时代的变迁，许多存在至今的古建筑早已经历过许多次修缮，而不少次修缮都无可避免的做了一些细

节改动,有些合理有些却是画蛇添足。倘若完全按照古建筑最近一次的修缮或者最早的建成为依据进行修复,难免会损害古建筑的真实性。因此,在对古建筑进行修缮前,还应当了解古建筑过往的修缮次数、修缮过程,了解哪些是不变的,哪些是改动的,便于此次修缮过程中对于古建筑的一些细节取舍。修缮所需材料的调查。根据旧料利用原则和风格统一原则,古建筑的修缮应当尽量选用与原来一致或相似的材料,这就要求做好古建筑修缮所需材料调查工作,首先对古建筑的原材料进行辨析,分清可以继续使用的和需要新材料更换的部分,并对古建筑建造时的材料类型进行记录,以便进行后期采购与原料供应工作。应急预案的准备。对于修缮过程中可能存在的风险隐患以及突发情况的预测也是古建筑修缮的重要一环。相关人员要在对古建筑生存环境及现存状况充分了解的基础上,科学合理地预测可能遇到的障碍,并做出相应预案,起到未雨绸缪的作用,以免意外情况真正发生时,出现工作人员手忙脚乱无法应对的情况。

(二) 新型材料在古建筑木结构修复中的应用

使用碳纤维布材料对古建筑木结构弯垂部位进行补强修复,碳纤维布是由聚丙烯纤维、沥青以及胶粘剂等原料制作而成,是一种新型材料,具有耐高温和耐腐蚀等特性,同时韧性比较高。在古建筑木结构弯垂部位缠绕碳纤维布材料,使纤维中的树脂基体在纤维之间传递荷载,促使碳纤维组织协同工作,以此增强古建筑木结构抗弯强度和抗剪强度,使弯垂部位回正。在补强修复之前,需要根据建筑情况对碳纤维布弯垂补强进行设计,包括碳纤维布补强用量、碳纤维布黏结长度。碳纤维布的用量关系到古建筑木结构弯垂补强效果以及修复成本,因而要合理设计碳纤维布用量。严格根据碳纤维布弯垂补强设计,开展补强作业。在粘贴碳纤维布之前,使用丙酮将古建筑木结构弯垂部位清洗干净。使用钢丝将弯垂部位拉直,拉至原来形状。晾干后在碳纤维布上涂抹一层粘固剂,并在古建筑木结构弯垂部位也涂抹一层粘固剂,粘固剂涂抹厚度为2.35~3.35mm,待表面的粘固剂略微干后,将碳纤维布材料粘贴到修复部位。由于碳纤维布具有弹性,故在粘贴过程中要将碳纤维布材料完全拉直,禁止出现褶皱。为了保证碳纤维布材料的耐久性,在粘贴后的碳纤维布材料表面涂刷一层油漆,以此达到弯垂补强的作用,进而完成对古建筑木结构的修复。

四、BIM技术应用于古街古建筑保护的展望

VR是一种通过在虚拟背景或环境下创造可交互三维动画效果、让参与者在虚拟现实体验并实时互动的技术。BIM和VR技术在可视化表达方面的互补性,可以使

技术人员将“真实”的体验感融入古建筑修复方案设计中,“沉浸式”般体验古街建筑的设计修复效果,VR技术能更好地配合BIM技术实现协同设计,发挥其独特的技术优势。但又考虑到古建修复的急迫性和降低维护成本的现状,对BIM技术使用的实用性、简便性、效率性提出新的要求,因此将BIM技术真正应用于文保还任重道远。

结语

结合上文的讨论,我们认识到了BIM技术对古建筑修复工程的重要意义。在古建筑修护工程应用BIM的过程中,责任单位应首先通过BIM技术网罗有效信息,并将信息进行归类录入;此外,BIM技术在现场管理、施工模拟等方面的应用同样是工程的侧重点。不仅是古建筑修护工程,甚至是建筑领域,对BIM技术的研究与应用均可使其保持较快的创新发展速度。

参考文献

- [1]黄韞佳. BIM技术在古建筑保护中的应用研究[J]. 建设科技, 2021, 19(14): 13-15.
 - [2]王英, 卢瑞祥, 赵亢, 等. 资产档案数字化对古建筑保护的作用和意义[J]. 建筑技术, 2021, 52(6): 74-75.
 - [3]岳杰. BIM技术及其在建筑设计中的应用[J]. 四川建材, 2011, 37(5): 270-271.
 - [4]魏莎. MR技术在乡土建筑保护领域应用探索[J]. 江西建材, 2021, 41(9): 133-134.
 - [5]汪星逸. 信息科技时代下古建筑数字化保护探究[J]. 居业, 2021, 39(7): 136-137.
 - [6]刘涛. 虚拟现实技术在古建筑数字化复原设计中的研究与实践[J]. 收藏与投资, 2021, 12(3): 98-100.
 - [7]欧阳帆. 数字媒体技术在古建筑保护中的应用探究[J]. 收藏与投资, 2021, 12(7): 116-119.
 - [8]李程蓓, 张永. BIM技术在徽州古建筑保护与修缮中的应用研究[J]. 四川建材, 2022, 48(09): 46-48.
 - [9]梁伦鹏, 凌燕雯, 张玲. BIM技术在古建筑修复中的应用: 以万载祠堂群修缮工程为例[J]. 中国建筑装饰装修, 2021, 20(11): 42-43.
 - [10]王英, 卢瑞祥, 赵亢, 等. 资产档案数字化对古建筑保护的作用和意义[J]. 建筑技术, 2021, 52(6): 74-75.
- 作者简介: 郑诚, 1983.11, 女, 汉, 浙江, 本科, 中级职称, 主要研究方向或主要从事工作: 文物建筑修复及保护。