

信息技术下的文物建筑遗产保护 ——以沈阳故宫仰熙斋为例

王鹤, 吉航

(沈阳建筑大学设计艺术学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘要: 沈阳故宫是中国目前仅存的两座最完整的古建筑群之一, 其中, 仰熙斋作为沈阳故宫西路上典型的汉化建筑, 在地理、历史因素影响下, 以浓厚的民族特色独立于宫殿建筑群, 具有丰富的艺术、历史研究价值。以搭载计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)、地学信息系统 (Geographic Information System, GIS)、建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 技术软件的 CGB 技术框架为平台, 对仰熙斋建筑进行信息化测绘、信息化建模和专项分析, 从理论与实践的角度探究了信息化保护的必要性和可行性, 为文物建筑保护工作的信息化提供了新思路与现实参考。

关键词: 文物建筑; 遗产保护; BIM; GIS; 参数化建模

中图分类号: TU-87

文献标志码: A

以计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)、地学信息系统 (Geographic Information System, GIS) 空间分析、建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 信息化测绘技术为代表的 CGB 技术框架, 在建筑行业向信息化发展过程中有着举足轻重的地位。积极探索信息化技术在文物建筑保护工作全生命周期中建设、管理、监测方面的应用, 对传统文物建筑保护工作向现代化发展有着重要价值。

一、基于 CGB 框架的信息技术

1. CGB 技术概述

为整合建筑 (Architecture)、工程 (Engineering)、建造 (Construction) 等 AEC 领域的微观建筑信息与宏观地理信息, 国际

化标准组织开放地理空间信息联盟 (Open Geospatial Consortium, OGC) 于 2006 年在开放地理信息系统协会 (OGC Web Service, OWS) 中提出了一种结合 CAD、GIS、BIM 技术的技术框架, 即 CGB (CAD-GIS-BIM)。该框架以 CAD 建筑工程制图为基础, 通过 BIM 技术、GIS 技术分别对建筑的内部空间结构信息与外部环境数据信息进行采集、监测、分析与管理, 从微观与宏观的角度出发, 参与建筑设计、施工、运营的全生命周期 (见图 1)。

2. CGB 技术组成

(1) CAD 技术被应用于日常建筑施工、机械设计、家居设计等多个领域, 具有数据计算、信息存储、图形绘制、图形编辑等功能, 是最常见的二维、三维图形设计软件, 有广泛

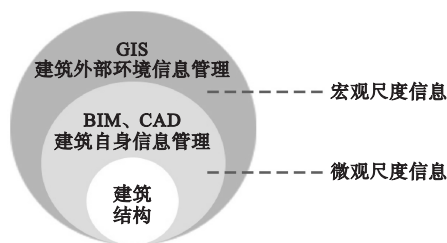


图 1 CGB 平台内的层级关系

的适用性。

(2)GIS 是结合了地理学、地图学、遥感学等多个学科的重要空间信息系统。在计算机技术的支持下,GIS 能细致描述建筑本体状态及其周遭环境的视觉表现信息。以 GIS 俯瞰视角展示的沈阳故宫如图 2 所示(图片来源于谷歌地球)。



图 2 GIS 展示的沈阳故宫

(3)BIM 是将建筑本身的建筑规划、建筑结构、建筑材质等信息数据以三维可视化的方式予以表达,并以三维模型、二维图纸、工程量清单、材料特性报告等方式输出,为建筑设计施工提供可参考的建筑信息模型技术^[1]。运用 BIM 构建的仰熙斋建筑结构信息模型如图 3 所示。

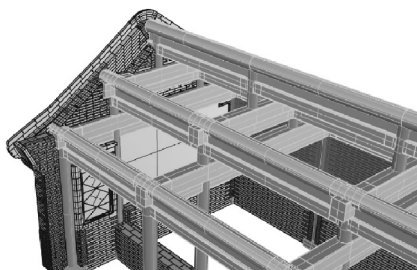


图 3 运用 BIM 构建的仰熙斋建筑结构信息模型

3. CGB 框架的技术优势

在 CGB 技术框架中,GIS 是用来监控建筑设计的时间节点、记录建筑施工变化、收集

建筑项目工作的时态数据,从时空上把握建筑整体的强大技术;BIM 则以设计建筑方案、安排建筑施工的节点进度等方式,对建筑项目的全生命周期进行实时管控。

建筑设计工作者利用 CGB 框架所含的 GIS 与 BIM 的强大信息管理技术,能对建筑项目中设计、施工、运营工作的全过程进行充分的信息管理及系统监管^[2]。

二、文物建筑保护信息技术探索

1. GIS 技术原理与应用方式

GIS 在文物建筑保护工作中的应用主要在于其强大的地图管理功能,可根据项目的地理、建筑与环境信息,整合包括其空间位置与自身属性的宏观尺度信息,以此合理规划文物建筑保护工程的施工范围,调整文物建筑保护工作的设计、施工方案。

(1)空间位置表达。文物建筑的建筑空间由其本身及其道路、环境等内、外界因素共同组成。GIS 中文物建筑的空间位置信息可以通过经纬、平面直角、极坐标的方式表示。例如,可在 GIS 内对沈阳故宫的空间坐标进行经纬定位(见图 4)。



图 4 沈阳故宫的 GIS 定位

(2)属性信息表达。可在 GIS 中建立针对文物建筑的年代、面积、类型、高度、道路、人居环境等属性信息的专项分析,以此对文物建筑的景观、规划等多方面数据进行详细监管、专项分析。程泉翀^[3]提出的故宫环境监测系统,是 GIS 在文物建筑专项监管工作中的实际应用案例。

2. CGB 框架应用于文物保护工作的可行性

CGB 技术框架内所含的 CAD、GIS、BIM,能够从二维、三维的角度以可视化的形式记录、分析、管理文物建筑的建筑制式、交通环境、建筑病害等建筑信息。拓展以 GIS、

BIM 平台为基础建立的针对文物建筑的监测、管理系统,是对其日常保养、巡查、设计施工、监测等工作进行现代化、信息化管理的前提。以 CGB 框架为基础的文物建筑保护信息库能为文物保护工作提供现实支持,使文物建筑保护的信息化成为可能。

《中国文物古迹保护准则》指出,文物古迹的保护是一个连续的过程,包括建筑物本身的修缮,建筑物的日常维护、监测、清洁和防灾。其中,日常检查是“由专业技术人员定期对建筑遗产的安全健康状况进行检查,及时发现建筑遗产的隐患,并作出相应判断”的有重大意义的工作,要实时、确切地掌握建筑存续状态信息^[4]。

在此类工作中,通过拓展 CGB 技术框架下的建筑信息技术、地理信息系统相关软件平台的应用,持续监测文物建筑的存续状态,记录破损现象频发的、有病害发生倾向的、清洁需求频繁的部件,分析其变化趋势,并据此对文物建筑实施整体的及有针对性的、预防性的保护,是 CGB 技术框架得以应用在文物建筑保护工作中的重要方法。

三、文物建筑保护项目概述

1. 项目背景

盛京皇宫始建于后金天命十年(1625 年),清崇德二年(1637 年)初具规模,在清朝于顺治元年(1644 年)八月由盛京迁都京师后成为陪都宫殿,继续受到清朝统治者的重视,前后经历了努尔哈赤宫殿、皇太极皇宫和乾隆行宫 3 个时期,被多次整改、扩建,最终形成东、中、西三路并列,太祖、太宗、高宗三朝建筑共存的格局^[5]。伊藤清造《奉天宫殿建筑图集》中的奉天宫殿平面布局如图 5 所示。

其中,大政殿、十王亭等沈阳故宫最早一批建筑所在的东路建筑群是清太祖为居住与政务需要而建;中路是乾隆皇帝为方便东巡驻跸而加建,整体划为东、西二所,各为东巡时皇太后、皇帝及后妃临时驻跸的宫殿,又称东、西宫;西路因皇家内府的文化发展需求而

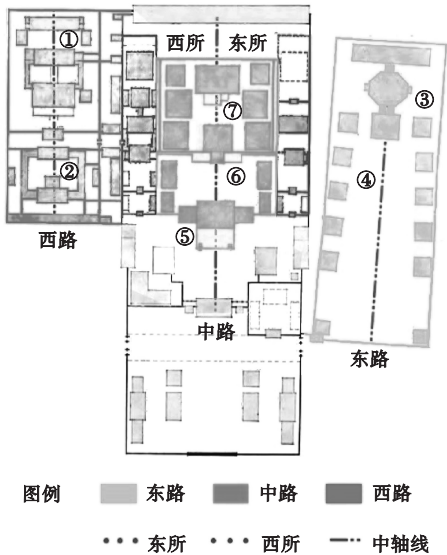


图 5 奉天宫殿平面布局

建,南部以嘉荫堂为中心,北部为文溯阁建筑群,分别为皇帝驻跸期间宴请赏戏与进行文化活动的场所。

仰熙斋建筑处于沈阳故宫西路中轴线上的文溯阁建筑群中,坐落在文溯阁后方,是沈阳故宫西路汉化建筑群中的典型建筑之一,清帝东巡盛京驻跸期间便于此读书、题词书画。伊藤清造《奉天宫殿建筑图集》中的文溯阁建筑群平面图如图 6 所示。

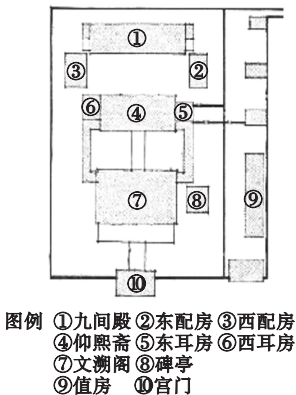
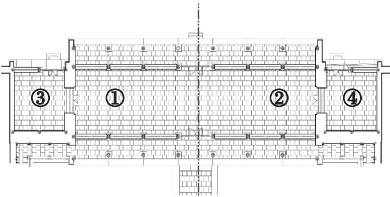


图 6 文溯阁建筑群平面图

2. 项目组成

仰熙斋是标准的七间卷棚硬山顶前后廊式建筑。斋内分东、西二轩,分别为皇帝书房及小型室内戏台(见图 7)。



图例 中轴线 ①室内戏台 ②皇帝书房
③西耳房 ④东耳房

图7 仰熙斋平面图

仰熙斋外东、西两侧各有一耳房,以抄手游廊同文溯阁南北后檐廊相通(见图8)。清代民间通俗戏曲文化蓬勃发展,在宫廷内形成赏戏之风,于乾隆时期达到鼎盛。仰熙斋内书房、戏台并存的布局便受此影响,体现了这一时期帝后东巡期间的文化生活需求。



图8 仰熙斋侧面耳房及游廊

仰熙斋本体与其耳房共同组成了错落有致的中原园林式院落,仰熙斋与其耳房的具体建筑形制、建筑高度及其建筑占地面积如表1所示。其中,仰熙斋与其耳房均为硬山顶,仰熙斋占地约241 m²,高7.98 m,东、西耳房占地约38 m²,高5.65 m。

表1 沈阳故宫仰熙斋建筑组成

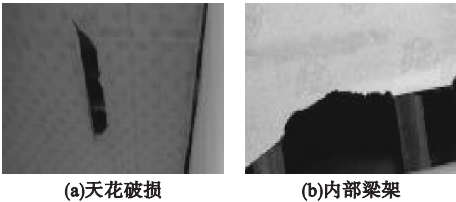
编号	名称	形制	高度/m	面积/m ²
1	仰熙斋	八檩七间 卷棚硬山顶 前后廊式	7.98	241
2	东耳房	六檩卷棚 硬山顶	5.65	38
3	西耳房	六檩卷棚 硬山顶	5.65	38

3. 项目现状

仰熙斋于乾隆四十八年(1783年)建成,至今已经200余年,其建筑本体及细部彩绘、装修、内部构件等难免受到人为与自然因素的影响。根据现场勘测情况,仰熙斋建筑群的木构件、砖石构件、彩画装修等大多有不同

程度的病害。

(1)木构件。中国古建筑一向以木造构件作为建筑的主要支撑。作为一种柔性的生物材料,木材有明显的干缩湿胀特性,易虫蛀、腐朽、开裂,尤其在冬季干寒、夏季潮热的东北地区,木材的特性表现得更加明显。同时,古建筑容易受到原始施工与后期修缮过程中的误修影响。因早期修缮主要依靠人工测绘,在计量建筑部件数据时容易出现错误,在修缮过程中产生误差,对被修缮建筑造成二次损坏。例如:官式建筑在最初设计时不会在室内加建吊顶,梁柱是外露的,被称为“结构外露”^[6],而仰熙斋东耳房内的天花吊顶,是本不应存在的,为后期修缮不合理的添加。而且由于人工保护不周,仰熙斋的室内天花已经开裂,露出了内部原有的梁架结构(见图9)。



(a)天花破损 (b)内部梁架

图9 仰熙斋天花现状

官式建筑梁柱外露是中国古建筑的基础建筑形式之一。此类形式做法,一是为了木质的建筑主体大木结构能在空气中自然地排除湿气,是防潮防灰的需要;二是为了装饰美观并可便于观察木结构的损坏程度,以便及时修理。例如:上海龙华寺天王殿内的梁、柱、椽等建筑构件均未被墙体与天花遮挡,且饰有细致的雕花及装饰,集观赏性与功能性于一体(见图10)。



图10 上海龙华寺天王殿殿内建筑构件

(2)砖石构件。在中国古建筑中,以青

砖为底、靠灰缝黏合砌筑而成的墙体虽可与建筑整体紧密结合,但青砖墙体自重大,黏合度低,不承担剪力,牢固度不高。加上东北气候的影响,在严寒低温地区,青砖易受潮吸湿而干裂冻胀,故仰熙斋的建筑墙体酥碱风化严重,肉眼可见砖墙及台基有损毁、歪闪、裂缝、砖块滑落的情况^[7](见图11)。

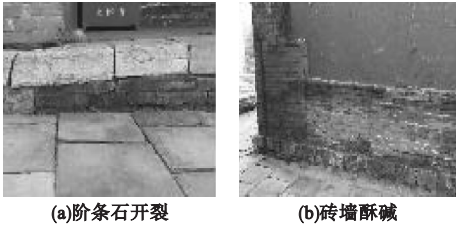


图 11 石作病害

(3)彩画装修。仰熙斋及其游廊上的原有彩画多为苏式,具有丰富的装饰色彩,图案繁多,以花草、山水为主。仰熙斋本体的木结构侵蚀及墙体酥碱对其彩画及建筑饰面造成了严重的破坏,彩画装饰大面积受潮、霉化、油饰脱落(见图12)。



图 12 仰熙斋游廊上的彩画

四、CGB 框架下的信息化保护应用

1. CIS 系统下的整体专项监管

近年来,信息化技术快速发展,将文物建筑的相关数据资料以信息化的方式进行保存是文物建筑保护工作现代化的关键一步。在这一阶段中,直观的以视觉角度反映建筑信息的 GIS 系统发挥了重要的作用^[8]。

建筑形制表现、建筑修缮情况是评判文物建筑真实性的重要内容,也是 GIS 系统下相关软件平台的工作重点。搭载了 GIS 技术的软件可将文物建筑的历史存续、建筑制式、病害现状等信息以可视化的方式,分项、逐一记录在该系统下相关软件平台所展现的

平面制图与专项分类系统中,依此建立针对该文物建筑的信息库,按项目设计、施工、管理等不同阶段所需,在文物建筑保护工作的全工作周期中调用库中的信息,以辅助、指导保护工作的进行。

依现场勘测情况看,仰熙斋的本体及其东、西耳房,包括其建筑周遭的西配房、九间殿等,均为硬山顶,每个单体建筑的进深、开间、做法等均有不同,各部位有不同程度的病害。在 GIS 系统中,可将这些信息以俯视的平面视角通过二维的方式表达,以此整体把控建筑病害、建筑功能及周边环境等信息。例如:利用 GIS 监测仰熙斋及周边建筑时,通过在俯视图中标记该建筑这一阶段的台基现状,能直观地显示这一专项监测的结果(见图13)。并不断更新、完善图13中的内容,如建筑修缮后及修缮一年、多年后的状态等,依此建立针对该建筑的专项监测分析报告。



图 13 仰熙斋台基专项分析

2. 基于 BIM 技术的信息模型

文物建筑信息库的基础参照来源是其本身,建立模组时,要以 CAD 制图为标准,通过逆向建模(先有 CAD 图纸,再依据图纸展现的数据构建建筑信息模型)的方法,从建筑的台基出发,再到立柱、梁架、屋顶、瓦面、砖墙,以建筑搭建的顺序对相应部件逐一进行信息化处理^[9]。

中国文物建筑相较于现代建筑,有复杂

的榫卯搭建结构,各部件间关系密切,尺寸约束严格(见图14),无法使用简单的几何部件建立建筑信息模型,需针对不同建筑部件创建对应的信息属性及信息数据。

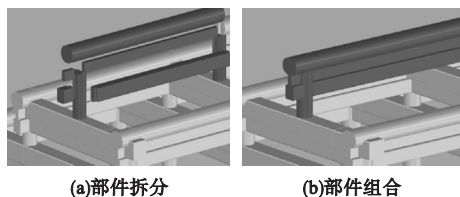


图14 反映构件搭接关系的模组

(1)柱模型的建立与布置。仰熙斋及其周边建筑为标准的硬山顶建筑,其建筑各开间内金、檐、角、瓜等有相同部位名称的柱件的尺寸、构造是相同的^[10],反映在BIM平台中,此类部件可以其中一组为基点,成组使用在同类模型中。同名构件的模型使用及分类方式如图15所示,相同名称的柱件之间使用相同的颜色加以表现,不同名称的柱件之间使用不同的颜色作为区分。

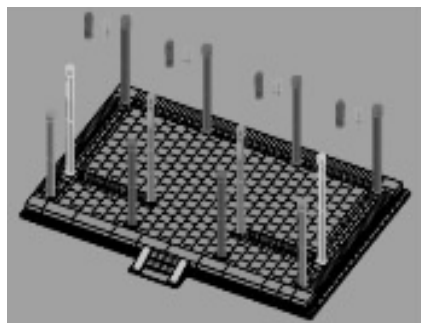


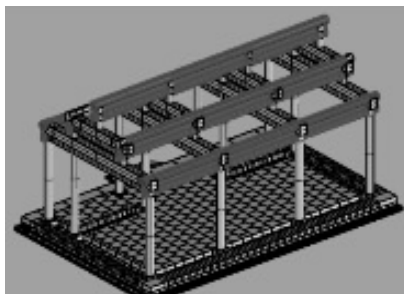
图15 柱的布置

在BIM软件平台上建立有关柱的模型部件时,虽有可重复使用的部件,但也存在相对独立的部件。在创建此类特殊部件的信息模型时,需要考虑其角度、长度、连接结构等特殊数据。

(2)大木结构模型的建立与布置。在建立檩、梁模型时,要设立模型族,通过放样命令建立模型的大体,再以布尔运算中交、差集的方式将部件间相互连接的榫卯结构设定出来。

布置此类横、竖向交叉的构件模组,应先依柱网的分布规定梁及与梁方向一致的梁枋的位置,再以梁、梁枋的位置为依托,规定檩条及与檩方向一致的梁枋的位置(见图16),

以表现檩、枋、梁、柱间以榫卯结构水平相交的连接关系。



(a)檩、枋的三维放置



(b)檩、梁的平面布置

图16 檩、梁的布置

(3)椽模型的建立与布置。椽是直接搭建在檩上的构件(见图17),上承接望板、闸挡板、瓦口木及瓦件。其中,飞椽、檐椽、花架椽等不同类椽部件之间以榫卯相连。

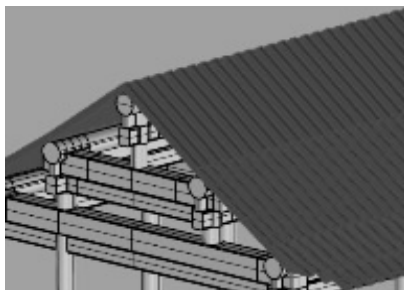


图17 椽的布置

中国古建筑中,在同一水平线上的椽部件的名称是相同的,其部件的三维、材质、做工也大体相同。因此,在建立椽类构件的信息模型时,涉及有相同名称的部件,其模组是可重复使用的。对于花架椽这一类在屋顶处以榫卯相连的构件,虽两侧构件均为相同名称,但其榫卯是分阴阳的,故在建立有该相似情况的部件模型时,需要仔细区分相同名称不同位置部件间的阴阳关系。

(4)石作部件模型的建立与布置。在中

国古建筑中,同一建筑内的石作部件大多使用同一种材料,石作材料主要为青砖,应用于建设台基与砖墙。在建立石作部件模型时,要充分考察现场,记录不同部位方砖的表现形式、尺寸、排布方式及病害程度,将这些信息统一反馈到其模型群组,以不同的层级、图色进行区分(见图 18)。

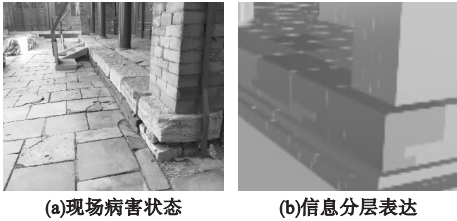


图 18 砖石病害的模型反馈

(5) 彩画装饰的信息化较为特殊,无法将彩画的枋心、包袱、托子、方格锦等各部分的信息以模块化的方式置于大木部件模组。建立彩画的信息模型,应在其所依附的大木构件的信息模型已完成的基础上进行,要先依照现场实情,描写彩画的全部,抄绘成建筑草图,再在 CAD 中描为标准的制图,通过投影的方式将彩画的细分模块投射到其对应的大木构件的模组上,再以切割的方式将彩画各个部位附着于其上(见图 19)。以此,可将彩画装饰的模组完整地添加到结构模型中,并可分别记录彩画装饰内各个模块的信息数据,如各部分的油饰用料、颜色、留存现状、病害程度等。

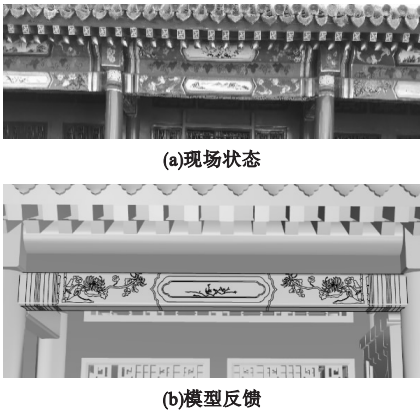


图 19 彩画信息化

3. 成果探究

在此项目中,笔者提出了基于 CGB 架构的信息化文物建筑保护的主要工作模式。其

中,以 BIM 技术相关软件为平台建立的文物建筑信息库,是在建立数据模型的同时录入建筑的病害、材料、留存状态等信息后,将模组拓展成的建筑信息模型数据库表现为二维平面、三维虚拟模型的形态,能直观地管理建筑的相关数据信息;以 GIS 技术相关软件为平台建立的监管系统,可从俯瞰角度采集、管理文物建筑的周边信息,整体监测文物建筑群的建筑本体与外界环境,包括建筑存续现状、病害、修缮需求和交通环境等。

文物建筑遗产的修缮工作复杂,项目周期各个节点的差异较大,分时间段对其进行多次勘测监管无疑增大了项目的资源投入。但以建筑信息库为基础的信息化保护工作可在同一文件内保留基础测绘样本,并实时更新建筑数据,能随时导出项目内材料明细、结构大样等建筑信息,依节点需求单独显示建筑某个节点、某个阶段的状态,使项目文件成为可交互的、直观的、可编辑的信息集合体,并可依此开发基于 CGB 技术框架的信息动态处理系统、专项分析系统等。

五、结 语

中国文物建筑遗产保护的传统工作方法已然成熟,但在可持续性、准确性方面仍存在不足。文物建筑遗产是整体的、历史的。针对文物建筑的修缮保护,一是要维持其建筑本体的健康存续,二是要传递其富有价值的历史信息,二者缺一不可。如何在对文物建筑进行修缮保护的同时,最大限度地保存文物建筑的整体性、历史性,保证建筑信息可持续的传承,还需要进行深入探讨。

如今随着信息技术的发展,GIS 系统与 BIM 技术被充分开发并应用于建筑领域,在文物建筑保护工作上的适用范围不断扩大,通过参数化建模、信息可视化的形式被应用于保护工作的前期规划与后期监管。

笔者以文物建筑遗产的建筑形制及现状为研究重心,将仰熙斋的建筑信息以二维、三维的不同视角展现在信息技术下的软件平台内,探究文物建筑遗产信息化保护的必要性

和可行性,以丰富沈阳故宫宫殿建筑的修缮保护工作方法,拓展信息技术在文物建筑遗产修缮保护、研究工作中的应用。

今后可将加强其信息建设作为主要思路,继续拓展 CGB 技术框架在文物建筑保护工作中的应用,结合 GIS 系统与 BIM 技术,建立 CGB 专项监管系统,深入探究参数建模轻量化、地理信息可视化等内容,以记录文物建筑遗产的存续、病害再生情况等。在后续工作中,可依此建立文物建筑的营造技术信息数据库及病害信息管理与预处理系统等,实现信息技术在文物建筑保护包括前期设计施工、后期运营及日常监管的全过程工作中的参与。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 王雪. 基于 GIS 的韶山冲毛泽东故居保护规

划研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2019.

- [3] 程泉翀. 基于 CGB 技术的文物建筑监测:以故宫养心殿为例[J]. 中国文化遗产,2021(2):44-51.
- [4] 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.
- [5] 李声能. 沈阳故宫的营建与空间布局特色分析[J]. 中国文化遗产,2016(5):4-13.
- [6] 王爱华,张倩. 文溯阁建造缘起及特色述略[J]. 中国文化遗产,2016(5):35-41.
- [7] 吴琦. 盛京宫殿建筑空间秩序及其成因研究[D]. 沈阳:沈阳建筑大学,2017.
- [8] 狄雅静. 故宫的遗产监测:从故宫世界文化遗产监测总平台的架构谈起[J]. 中国文化遗产,2020(3):43-48.
- [9] 于海龙,刘巧辰. 基于 BIM 技术的沈阳故宫文德坊 Revit 模型建立与应用初探[J]. 江西建材,2019(8):37-38.

Protection of Relics Architecture Heritage under Information Technology: a Case Study of Yangxizhai Building in Shenyang Imperial Palace

WANG He,JI Hang

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

Abstract:Shenyang Imperial Palace is one of the only two most complete ancient buildings in China. Yangxizhai,as a typical Chinese architecture on the west road of Shenyang Imperial Palace, is independent of other palace buildings with strong national characteristics under the influence of geographical and historical factors,and has rich artistic and historical research value. In this paper, the CGB architecture equipped with CAD(Computer Aided Design),GIS(Geography Information System) and BIM(Building Information Modeling) technical framework is used as a platform to explore the necessity and feasibility of information protection from theoretical and practical perspectives through the methods of information mapping, information modeling and special analysis of Yangxizhai buildings. It provides new ideas and reality reference for the informationization of cultural relic building protection.

Key words:relics architecture;heritage protection;BIM;GIS;parametric modeling

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)