



历史建筑保护的BIM技术应用

Application of BIM Technology in the Protection of Historic Buildings

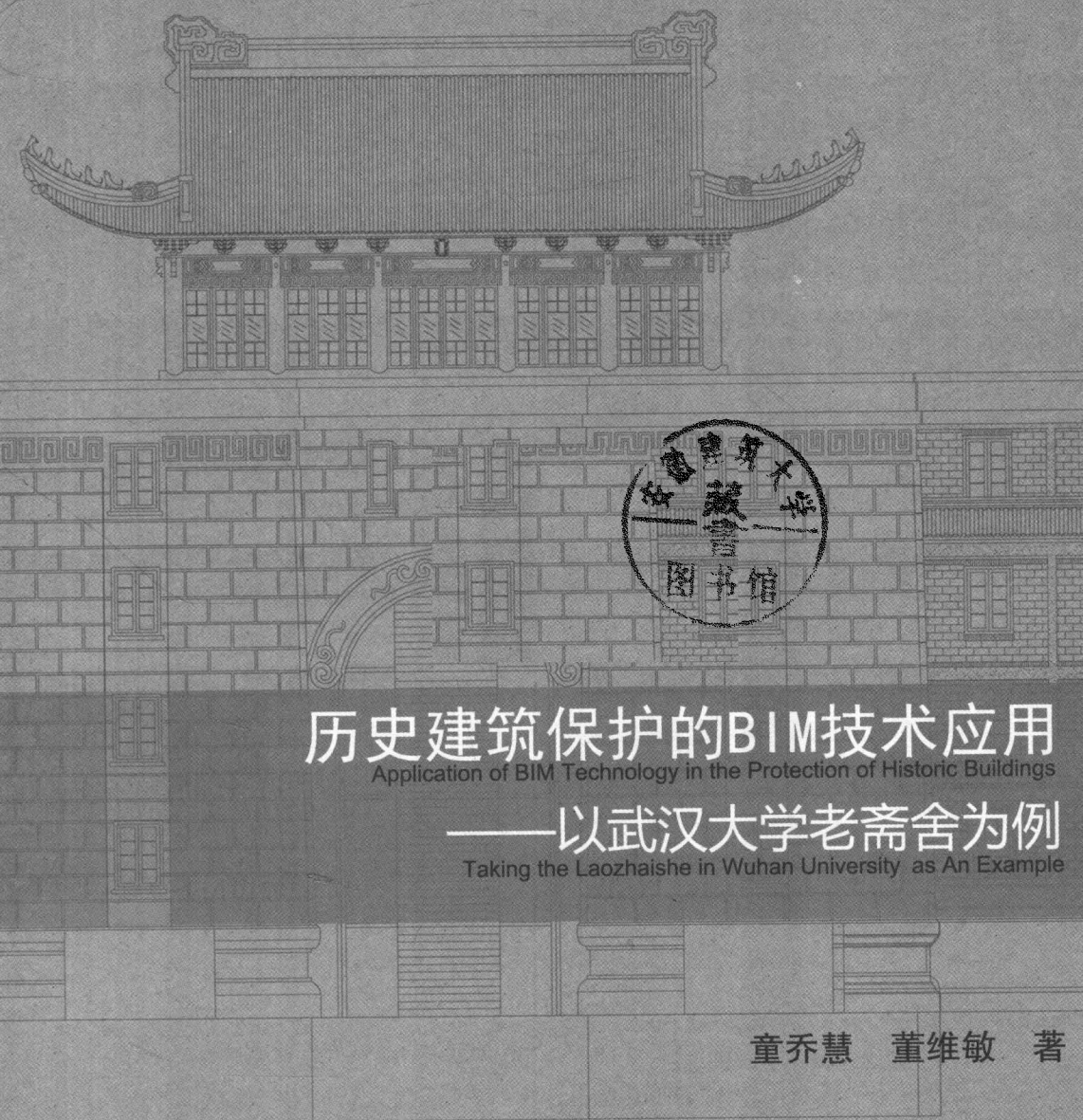
——以武汉大学老斋舍为例

Taking the Laozhaishe in Wuhan University as An Example

童乔慧 董维敏 著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS



历史建筑保护的BIM技术应用

Application of BIM Technology in the Protection of Historic Buildings

——以武汉大学老斋舍为例

Taking the Laozhaishe in Wuhan University as An Example

童乔慧 董维敏 著

东南大学出版社

· 南京 ·

内容提要

本书以全国重点文物保护单位——武汉大学老斋舍（男生宿舍）的历史建筑保护和开发为学科主线，以建筑信息模型为支撑，以多维数据分析为工具，以多年来历史建筑调查研究成果为基础，注重学科交叉，侧重采用数据分析手段，分四个专题开展研究：城市环境与文脉架构下武汉大学历史建筑数字化保护；武汉大学老斋舍的BIM建构；武汉大学老斋舍的BIM应用；基于BIM的武汉大学老斋舍的历史建筑保护模式。全书构建基于BIM的武汉大学老斋舍的历史建筑保护的空間数据库，并实现武汉大学历史建筑的全信息查询、分析和管埋，完成武汉大学老斋舍的历史建筑保护的数字化协同平台。

本书可以为建筑学专业人員、历史建筑保护从业人員及爱好者提供參考。

图书在版编目（CIP）数据

历史建筑保护的 BIM 技术应用：以武汉大学老斋舍为例 / 童乔慧，董维敏著. —南京：东南大学出版社，2018.7

ISBN 978-7-5641-7806-2

I. ①历… II. ①童… ②董… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件—应用—古建筑—保护—研究 IV. ①TU-87

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 122962 号

书 名：历史建筑保护的 BIM 技术应用——以武汉大学老斋舍为例

著 者：童乔慧 董维敏

责任编辑：戴丽 陈佳

封面设计：杜娅薇

出版发行：东南大学出版社

社 址：南京市四牌楼 2 号 邮编：210096

网 址：<http://www.seupress.com>

出 版 人：江建中

印 刷：南京玉河印刷厂

排 版：南京布克文化发展有限公司

开 本：700 mm×1000 mm 1/16 印 张：10 字 数：201 千字

版 印 次：2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-5641-7806-2

定 价：46.00 元

经 销：全国各地新华书店

发行热线：025-83790519 83791830

* 版权所有，侵权必究

* 本社图书若有印装质量问题，请直接与营销部联系。电话：025-83791830

序

随着我国“新型城镇化”和“新农村建设”的锐力推进，我们将面临一个重大而又复杂的问题——该怎样同时进行神州大地上几乎难以数计的古村镇及城市历史建筑的拯救性保护。因为，这些中华优秀传统文化中规模最大、内涵最宏富的宝藏，在时代浪潮翻滚下正处于可能蒙受毁灭与湮没的严峻时刻。

就武汉市而言，汉口曾是中国历史上著名的“四大名镇”之一，重要的茶都，是中国近代开埠最早的城市之一，大量的古、近代历史建筑，积淀了深厚的中、西文化。改革开放后，武汉市人民政府对于本市历史建筑的保护有明确的战略部署，一直以来，也是本市城市规划、建筑学研究的重点之一。

至于 20 世纪 30 年代，武汉大学新校园的建立，留传了不少佳话。

武汉大学溯源于 1893 年清末湖广总督张之洞创办的自强学堂，后演变为武昌“中山大学”。1928 年定名为“国立武汉大学”，南京国民政府大学院（后改教育部）指派成立了“国立武汉大学新校舍建筑设备委员会”（简称“建委会”），以李四光为首任委员长。他即提出了应建设新校舍的主张，并得到了湖北省政府及教育部的支持，得到了当时不少仁人志士诸如叶雅各、王世杰、周鲠生等的协同致力。

叶雅各——金陵大学森林系主任，受聘于湖北省政府，于武昌东湖一带考察农林状况后，认为：武昌东湖一带是最适宜的大学校址，其天人风景不唯国内各校舍所无，即国外大学亦所罕有。

武汉大学新校址的确立，诚为国内外高校选址历史上的一段奇缘。

新校舍校址所在的珞珈山、狮子山在九省通衢的江汉平原上武昌蛇山之尾凸起，蜿蜒秀拔，旖旎诱人。选址后的次年——1929 年，李四光即延请美国建筑师开尔斯专作武汉大学新校园校舍之总体规划及建筑设计。开尔斯不但设计技艺杰出，敬业品质非凡，而且能像北京辅仁大学总设计师比利时艺术家格里森（Dom Adelbert Gresnigt O. S. B）一样，从人类总体文化的高度，看重中国

文化的传承，他考量务必在武汉大学新校舍的总体规划、建筑设计中充分表现出“中国建筑美学观念”，成为“显示中国民族精神的一种无声语言”。为了达到这一目的，他坐在珞珈山上观察地形，就用了三个月的时间。

由于人文与自然地理的高度融合，新校园景观奇致幽美，是一座深涵中华教育文化底蕴的宏观园林。为了优化校园的生态环境，除行道乔木以外，一次性灌木栽植就多达 50 万株。人们欣然赞认：它不失为华夏第一校园，也是中国新古典主义建筑群勃起的范例。

我记得 20 世纪 80 年代初，武汉大学将创办建筑学系（今已拓为城市设计学院）时，一位武大老校友说过这样一句话：进入武大校园，感到不读书不行。可见，武大新校园的意境已升华到能引人向学的灵界。2014 年 7 月，经湖北省文物管理部门鉴定，开尔斯于 1929 年设计的武大建校图纸被确定为“国家一级文物”，与被誉为“东方文化圣地”、距今 2000 多年的曾侯乙墓出土文物并列，着实令人崇仰、惊叹！武汉大学校园特色之所以优异，还在于它的总体规划、建筑设计皆一次性出于开尔斯呕心沥血的笔下，而又一次性建成。

2001 年 6 月 25 日，武汉大学早期建筑被国务院公布为第五批“全国重点文物保护单位”，共有 15 处、26 栋建筑。由此，我们不难看出武汉大学早期建筑的历史文化价值及其保护的重要性。

武汉大学既是第一批被确立的国立大学，它具备了文、法、理、工、商、农、医等多所学院。因而，也不失为中国近代教育转型改制中的重要节点之一。随着信息时代信息科技的发展，在推行云计算、大数据的激流中，“保护”技术的运用也在不断前进，保护内容的广度、深度在拓展，保护的效应与目的在延伸，历史建筑保护的概念已提升到“全生命周期”。

乔慧教授原本对于中国建筑史的研究多有造诣，自然，对于历史建筑的保护有深厚的兴致，又深受武汉大学校园灵境的感染，因而生成了她致力于历史建筑保护研究的情感基因，她和她的团队很早就在这一领域有所探究，卓具业绩。

近年来，她更看准了建筑学的数字化技术研究领域中从二维媒介 CAAD 到三维模型再到集成建筑项目各种相关信息的建筑信息模型 BIM (Building Information Modeling) 技术在历史建筑保护领域的运用，不断深化，在其所著《历史建筑保护的 BIM 技术应用——以武汉大学老斋舍为例》一书中选择了位于狮子山上建筑基址高程多变、古典建筑形制及构造较复杂的武汉大学老斋舍(作

为男生宿舍的樱园宿舍)作为应用的实例。

作为核心内容的第三章——《武汉大学老斋舍的模型建构》，应用 BIM 之软件 Revit Architecture 2015 (简称 Revit) 以老斋舍为例传述了历史建筑信息模型的组成及特点：从模型图元到定位、表现图元及至各种相关的数据记录。

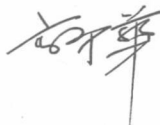
第四章《武汉大学老斋舍的 BIM 应用》中，从修缮的全程数字化到历史信息的保存与工艺的传承，到与其他技术——如激光扫描、虚拟现实、增强现实、增材制造等诸类技术的对接俱有详尽的论述，并附有殷实的表述、图照，明晰可读。

近年来，所涉 BIM 技术的文献渐有涌现，而该书理论与实践并用，重点突出，论述清透浅明。

由于 BIM 技术的应用，历史建筑保护内容的广度、深度大大拓展，保护的效应、目的大大延伸。由是，所谓历史建筑的保护就不止于保护、修缮，实当为历史建筑文化及人类总体文化的档案性传承。

2013 年 7 月，习近平主席巡视湖北时，郑重指出：湖北的城乡建设应体现湖北特色和荆楚文化。如是，保护的功效和目的还当延伸到所有的城乡规划及建筑设计域，以促进各地域文化的展现与传承。

我有幸先睹乔慧教授及其弟子董维敏所著《历史建筑保护的 BIM 技术应用——以武汉大学老斋舍为例》一书，获益匪浅。我想，凡规划、建筑设计、文物从业者都不妨一读为快，会当有所感悟，对于我国历史文化、文物、历史建筑的保护的跨越式发展有所推进，则功莫大矣！以为序。



2017 年 3 月 12 日

目 录

1 绪论	1
1.1 BIM 技术特点	2
1.1.1 全生命周期管理	2
1.1.2 数据库功能	3
1.1.3 协同设计的实现	3
1.1.4 扩展能力	3
1.2 BIM 在历史建筑保护中的应用	5
2 武汉大学早期建筑及保护现状	9
2.1 武汉大学早期建筑的概况	10
2.2 武汉大学早期建筑的价值	21
2.2.1 历史价值	21
2.2.2 艺术价值	22
2.2.3 科学价值	24
2.3 武汉大学早期建筑的保护	26
2.3.1 武汉大学早期建筑的现状	26
2.3.2 保护修缮实践的难点	27
2.4 武汉大学早期建筑的重要地景——老斋舍	29
3 武汉大学老斋舍的模型建构	39
3.1 老斋舍的主体模型图元	40
3.1.1 族规划	40
3.1.2 主体族	41
3.1.3 构件族	50
3.1.4 特殊族	69
3.2 老斋舍的基准定位图元	77
3.3 老斋舍的视图表现图元	78

3.4 老斋舍的 BIM 数据记录	79
3.4.1 几何数据	79
3.4.2 物理数据	80
3.4.3 经济数据	80
3.4.4 技术数据	81
3.4.5 工人数据	82
3.4.6 现状数据	82
3.4.7 其他说明信息	83
4 武汉大学老斋舍的 BIM 应用	89
4.1 历史建筑修缮的全程数字化	90
4.1.1 修缮工程	90
4.1.2 施工监理	93
4.1.3 管理运维	94
4.2 历史信息的保存与工艺的传承	96
4.2.1 档案管理	96
4.2.2 建筑研究	98
4.2.3 工艺传承	99
4.2.4 人文宣传	101
4.3 与其他技术的对接	102
4.3.1 激光扫描技术	102
4.3.2 虚拟现实技术	103
4.3.3 增强现实技术	104
4.3.4 增材制造技术	105
5 结语	109
参考文献	113
表索引	121
图索引	122
附录 1 武汉大学早期建筑基本信息汇总表	126
附录 2 武汉大学早期建筑保护修缮大事记	127
附录 3 武汉大学老斋舍信息模型图纸	129
后 记	151

1 绪论

从建筑学的数字化技术研究领域来看，从二维媒介 CAAD 到三维模型，再到集成建筑项目各种相关信息的建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM），建筑学领域正经历着一场前所未有的革命。在历史建筑保护的研究领域，新思路和新方法的提出同样也是伴随着软件和技术的进步。BIM 以其强大的数据库功能、标准化的建模方式以及对模型的全方位管理等先进技术，弥补了传统制图模式在图纸表达、图形修改、图形信息价值等方面的不足，为历史建筑保护开启了新的大门。

1.1 BIM 技术特点

数字技术对于建筑学的影响是持续的并且是巨大的。Malcolm McCullough 在他的著作 *Digital Ground* 中指出“数字技术已经成为社会的基础结构方式，同样也改变了建筑学”。早在 30 年前由当时任职于卡耐基梅隆大学的查理·伊斯特曼提出 BIM 的概念，他指出建筑信息模型包含了模型中所有构件的几何信息、性能和功能等，它将建筑项目整个生命周期内的所有信息囊括到一个单一的模型当中，不仅包括模型构件本身的信息，还包括施工进度、建造过程、维护管理等信息。BIM 利用数字建模软件，将建筑真实的信息参数化，形成一个数字平台，设计方、施工方，甚至物业管理方，都可以在这个平台上共享信息。BIM 的核心是通过在计算机中建立虚拟的建筑三维模型，同时利用数字化技术为这个模型提供完整的、与实际情况一致的建筑信息库。该信息库不仅包含描述建筑物构件的几何信息、专业属性及状态信息，还包含了非构件对象（例如空间、运动行为）的信息。借助这个富含建筑工程信息的三维模型，建筑的信息集成化程度大大提高，应用到历史建筑保护中可以为保护的相关方提供一个保护信息交换和共享的平台。建筑行业中原先相对分离的不同部门通过 BIM 能实现有效的整合。BIM 在美国已经作为行业规范，并和建筑相关专业一起共同组建建筑全生命周期运营手册和规范。荷兰 2009 年诞生了“BIM 快速扫描”来评估建筑公司的 BIM 使用性能。

1.1.1 全生命周期管理

BIM 利用建筑物数字模型里面的信息在设计、施工和运维等各个阶段对建筑物进行分析、模拟、可视化、施工图设计、工程量统计的过程。因此，BIM 在建筑的全生命周期中均可以被应用，针对不同的目标可以有不同的侧重（表 1-1）。

表 1-1 BIM 全生命周期运用

阶段	作 用
规划	评估项目建设经济、社会、环境效益
设计	控制建筑的功能、性能、安全、质量和成本
施工	提高建造的效率和质量
运行	辅助建筑的管理和运维

1.1.2 数据库功能

从 CAD 到 BIM, 绘图思路可以说有了巨大的转变, 基本图元由线变成承载着信息数据的构件, 表达建筑的方式由对建筑投影的绘制转向运用精确的数据记录信息。由此可见, BIM 自身具有强大的数据库功能。绘图的过程是由构件组成建筑模型的过程, 同时也是建筑全过程的各种数据信息不断添加、记录、完善的过程。

1.1.3 协同设计的实现

BIM 的数据库中所生成的平、立、剖面图, 详图和明细表等都是相互关联的, 对模型任何一处数据的修改均能实时地体现在所有表达方式中, 对于修改简便性和工作效率的提高都大有裨益。同时, 这一特性也体现在多专业协同作业的过程中, 任何专业对其设计对象进行的修改, 都能即时更新到其他专业的图形中。不仅在设计阶段, BIM 的协同理念也逐渐扩展到施工、运营、管理这一系列建筑的全生命周期过程中。

1.1.4 扩展能力

BIM 和很多分析软件、虚拟现实软件之间可以进行信息数据的交换, 这对其功能的扩展和完善来说十分重要(表 1-2)。

表 1-2 BIM 软件功能扩展

软件类型	软件名称	应 用
绿色分析	Ecotect、IES	日照、风环境、热工性能、景观可视度、噪音等分析
结构分析	PKPM	结构分析
机电分析	鸿业、博超	水暖电等设备和电气分析等
可视化	3DS MAX、Artilantis	快速产生可视化效果
模型检查	Solibri Model Checker	检查模型本身的质量和完整性
深化设计	Xsteel	钢结构深化设计
造价管理	鲁班、广联达	工程量统计和造价分析
运营管理	ARCHIBUS	运营管理

我国很多学者做了 BIM 相关的研究并取得了成果。例如，清华大学和中国建筑科学研究院共同开展了国家“十一五”项目“建筑设计与施工一体化信息共享技术研究”和“基于 BIM 技术的下一代建筑工程应用软件研究”，侧重于 BIM 应用软件的研究，推出基于 BIM 技术的建筑设计、建筑成本预测、建筑节能设计、建筑施工优化、建筑工程安全分析以及建筑工程耐久性评估等一系列应用软件。BIM 技术在鸟巢和水立方等这些近年来举国瞩目的设计项目上也得到了运用。然而国人似乎更加津津乐道于这些建筑具有震撼力的表皮和外国建筑大师对中国文化的借鉴。其实，这些建筑留给中国建筑界的最大财富，可能是信息时代以建筑信息模型为基础的全新工作方式。

1.2 BIM 在历史建筑保护中的应用

随着数字技术的快速发展,历史建筑保护也跨入了信息时代,数字技术开始应用于建筑遗产的保护研究。信息化技术在历史建筑保护与管理中的运用越来越广泛。特别是地理信息系统(Geographic Information System,简称GIS)、三维激光扫描、信息化建模、虚拟现实等技术的应用,给传统的历史建筑保护模式带来了新的技术手段。文化遗产保护工作进入了一个新的信息时代,数字化遗产成为世界各国的共识和共同推进的目标,遗产的数字化、可视化和信息化等技术正在文博部门广泛应用。许多国家成立专门的机构将数字技术应用于历史建筑保护研究。1992年,联合国教科文组织开始推动“世界的记忆”项目,用现代信息技术使文化遗产数字化,这是信息技术与文化遗产的重要结合。虚拟现实系统成为人们承载历史记忆的方式之一,如1995年英国巴斯举行的虚拟遗产会议(Virtual Heritage)上展示了历史建筑的虚拟现实系统。1997年在芬兰的倡议下,欧盟国家开始为信息社会“第二发展阶段”描绘蓝图,文化遗产数字化是其基本内容之一。美国对文化遗产数字化建设也非常重视,国家投入巨额资金开展“美国记忆”项目,各方协调合作将其珍贵的历史文献资源发展为数字资源库,并通过互联网向全球传播。同时一些硕博学位论文和专著也涉及数字技术在历史建筑保护领域的理论研究,如探讨信息技术对于建筑遗产的管理与运行机制;研究可视化等数字技术对文化遗产的冲击和影响。同时也有一些研究是针对BIM技术在遗产保护领域的实际应用,如Prabhu Venkatesh以多伦多市区历史建筑改造为例,探讨了BIM技术在文物建筑整体改造过程中的实际应用。¹

国内历史建筑保护与信息技术的结合最早可以追溯到故宫和敦煌的数字化遗产保护。随着GIS软件功能的不断完善及GIS数据处理方法信息技术的推广,GIS在文化遗产保护中得到广泛应用。清华大学建筑学院人居环境研究中心在北京旧城保护研究中应用了GIS技术。南京大学城市与资源学系也开展了基于GIS技

术的苏州古城规划。2000 年联合国教科文组织与东南大学建筑学院合作成立了 GIS 中心, 编制专门用于历史街区保护的信息管理系统(镇江西津渡历史街区)², 胡明星和董卫老师翻译联合国教科文组织地理信息系统手册, 并开展将 GIS 应用于历史街区的现状调查、保护规划编制、保护和管理的全过程研究。³ 另外, 一些国内院校的硕士论文在数字化技术与历史建筑保护的结合方面做了探索性研究, 如研究构建古村落文化遗产资源管理信息系统⁴; 探讨利用 GIS 技术分析旧城区土地性质、面积、空间分布等变化⁵; 利用现代信息技术手段构建文化遗产保护工程管理综合信息平台, 通过该系统为文物日常管理、抢救性保护以及修复实施和管理监测工作提供支撑⁶。

另外也有一些研究集中在: 根据古建筑的模式化特征分析研究应用参数化技术的方法; 尝试将参数化技术应用到古建筑的设计过程; 建立古建筑的参数化模型; 选用 GDL (Geometric Description Language) 参数化技术研究中国古建筑; 建立参数化古建筑构件库来实现古建筑三维模型的精确重建, 实现古建筑的数字化存档, 为古建筑工程的复原、修复提供技术支持; 探讨参数化在建立单个古建筑模型时的技术实现; 等等。计算机领域也有研究通过对实体扩展数据的研究和对 ESTL 文件的定义, 利用面向对象技术、ObjectARX 和 OpenGL 等开发技术, 研发古建筑的三维建模组件和虚拟仿真平台。在实际建造案例中, 云南省设计院金小峰工作室设计的仿古建筑——鸡足山佛塔寺项目中用 BIM 完整地做了一套重檐歇山顶仿古建筑模型, 并运用于施工。还有清东陵景陵修缮设计方案中也探讨了 BIM 在古建筑修缮过程中的实际应用。

武汉历史建筑保护的工作从上世纪 50 年代就开始基础调研工作, 湖北省文物局负责每年审批武汉所有历史建筑保护勘察设计项目, 但涉及将 BIM 和历史建筑保护相结合的项目还较少。武汉对历史建筑进行数字化保护的资料以论文为主。如《基于数字化理念与方法的建筑遗产保护策略研究》(翟红杰, 2006) 通过遇真宫虚拟复原研究, 具体探讨基于数字化理念与方法的建筑遗产保护策略研究如何实施。李保峰、张卫宁的《租界建筑的保护和更新》一文大量引用了欧洲对历史性建筑进行保护和再利用的一些实例, 来启发对武汉租界建筑的保护和再利用。霍博、尚晓

茜的论文《武汉近代历史建筑保护与改造策略研究》通过两个对租界建筑进行改造的具体实例来探讨历史性建筑保护与改造的新策略。另外,有一大批硕博士论文对武汉近代历史建筑保护与再利用进行了深入研究。从实践层面上,比较具有影响力的改造与再利用设计实践包括中山大道实施的首期环境改造工程、江汉路改造、汉口沿江大道环境改造和历史建筑修复等。

考量历史建筑数字化保护的相关研究,国内历史建筑保护数字化技术与实践已经迈出了可喜的一步。但由于我国起步较晚,历史建筑的各类信息和基础数据仍然不能被及时准确地获取、分析和共享,而且面临海量信息的处理难题。历史建筑的知识库不仅数据量大,而且根据时间的推移和技术的革新变化很快,需要建立追踪监测机制。历史建筑的数字化保护的相关研究多为期刊论文,专业性的研究著作比较少。BIM技术已经在武汉市大型工程项目中得到积极应用,但还需要在历史建筑保护勘察设计中推广,并且需要在建筑信息模式平台上进行武汉历史建筑保护的系统研究。

在武汉大学早期建筑修缮设计实践中,主要运用了CAD软件和计算机三维可视化软件。这种传统的设计出图方式仍然存在一系列问题,比如不能清楚地表达建筑的结构和内部构造的关系、设计出图的效率不高、各个专业协同设计不方便等问题。将BIM技术应用到武汉大学早期建筑修缮设计中可以很好地解决这些问题。同时武汉大学早期建筑老斋舍BIM的建立为后期的虚拟现实提供了准确、详细的数据源。为今后的历史建筑的施工运营、维护管理、全生命周期的管理提供了工程数据,为武汉大学早期建筑档案管理的系统化发展起到了一定的促进作用。

注释

1. Prabhu Venkatesh. Techniques for the Mediation of Heritage Preservation Vs. Building Performance[D]. Ottawa, Ontario: Carleton University, 2010.
2. 胡明星, 董卫. 基于 GIS 的镇江西津渡历史街区保护管理信息系统 [J]. 规划师, 2002, 18(3): 71-73.
3. 胡明星, 董卫. GIS 技术在历史街区保护规划中的应用研究 [J]. 建筑学报, 2004(12): 63-65.
4. 王超. 信息技术在古村落保护研究中的应用 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2007.
5. 刘锐. 从土地利用变化看北京旧城的保护与发展 [D]. 北京: 清华大学, 2004.
6. 徐彬彬. 3S 技术在文化遗产保护工程管理中的应用 [D]. 北京: 清华大学, 2010.

2 武汉大学早期建筑及保护现状

武汉大学环绕东湖水，坐拥珞珈山，校园环境优美，风景如画，被誉为“中国最美丽的大学”。武汉大学溯源于1893年清末湖广总督张之洞奏请清政府创办的自强学堂，历经传承演变，1928年定名为国立武汉大学，是近代中国第一批国立大学。武汉大学早期建筑一共15处26栋，建筑面积约5万平方米，占地面积3000余亩，是中国近代历史文化遗产的重要内容，具有重要的历史文化价值。2001年武汉大学早期建筑被列为第五批全国重点文物保护单位。

武汉大学早期建筑作为学校教学活动的重要参与部分，至今所有早期建筑都得以一定程度的利用，并未出现闲置的状况。2011年9月，武汉大学成立了我国高校首个文物保护管理处，负责全校文物的维修、保护和管理工作的。