

数字化技术在建筑历史方向研究生教学培养中的实践作用

钱威 管运成 张帆*

北京工业大学, 北京 100124

[摘要]历史建筑的保护与传承领域,数字化技术应用已经发展了十几年,该方向教育体系改革是必然趋势,然而现在的培养理论体系仍不够深入。本文分析了当前建筑历史方向研究生培养体系的现状及其存在的缺失,结合对培养机制改革的探索,提出提升建筑历史方向研究生培养质量的策略。同时本文展示了这些策略的实际应用案例,验证其可行性。本研究补充了建筑历史研究生培养教育在理论与实践方面的不足,为教育者提供了实践指导,也为学生提供了更符合行业要求的技能培养路径。

[关键词]数字化技术;建筑历史;研究生培养

DOI: 10.33142/fme.v6i7.17276

中图分类号: G642

文献标识码: A

The Practical Role of Digital Technology in the Teaching and Training of Graduate Students Toward Architectural History

QIAN Wei, GUAN Yuncheng, ZHANG Fan*

Beijing University of Technology, Beijing, 100124, China

Abstract: In the field of protecting and inheriting historical buildings, the application of digital technology has been developed for more than a decade, and the reform of the education system in this direction is an inevitable trend. However, the current theoretical system of training is still not deep enough. This paper analyzes the status quo of the current training system of graduate students in the direction of architectural history and its deficiencies, combines the exploration of the reform of the training mechanism, and puts forward the strategies to improve the quality of the training of graduate students in the direction of architectural history. At the same time, this paper shows the practical application cases of these strategies to verify their feasibility. This study supplements the deficiencies in the theory and practice of graduate training and education in architectural history, provides practical guidance for educators, and provides students with a path to cultivate skills that better meets the requirements of the industry.

Keywords: digital technology; architectural history; graduate training

1 引言

1.1 研究背景

数字化工程项目随着科学技术的发展显著增长,人工智能在教育研究领域的应用给教师的教育模式带来了新的变革。在建筑历史领域,数字化技术的应用逐渐成熟,相关技术如三维激光扫描、倾斜摄影等早已应用于工程项目,但其在校研究生培养和教学实践中的应用效果仍未能达到预期。

国家发布的一系列政策文件为推进我国文物领域治理体系和治理能力现代化提供了支撑,强化了文物保护在科技和人才支撑等方面的作用。2017年国家文物局发布的《古建筑壁画数字化测绘技术规程》(WW/T 0082—2017),要求古建筑壁画数字化勘察测绘项目中,应采用以三维扫描、数字摄影测量、矩阵式高清晰数字摄影为主的技术手段。2021年国务院办公厅印发的《“十四五”文物保护和科技创新规划》中提出建设国家文物资源大数据库,加强文物数字化保护,推进相关文物信息高清数据采集和展示利用[1]。2023年发布的《可移动文物高精度数字化建档规程》(WW/T 0114—2023),规定了可移动文物三维数字化采集与加工的工作流程等方面的要求。新修订的《文物保护法》中,我国首次以法律形式明确加强文物数字化、信息化工作,以数字

化手段实现文物行业资源可呈现^[2]。

数字化技术在现有历史遗产保护中具有重要作用,数字化设备在古建筑数据采集过程中能有效减少对原有建筑及其环境的干预,确保文物的完整性得到最大程度的保留,是不可或缺的研究手段。探讨数字化技术在建筑历史领域研究生培养中的应用现状,有助于数字化技术更好地融入教学实践,提升研究生的培养质量。

1.2 技术路线

本研究以理论基础、现状诊断、策略生成、实证检验及反馈优化为研究框架,表明数字化技术融入建筑历史方向研究生培养的必要性,推动教学培养数字化转型。

首先,研究分析数字化技术在历史遗产保护领域的应用情况、教育趋势与国家政策文件,明确将其融入建筑历史教学的现实需求。梳理历史建筑领域数字化技术的概念,并归纳了常用技术手段,主要有三维激光扫描、摄影测量、沉浸式数字技术及其他,介绍了仪器在历史建筑保护实践中的具体应用场景。

其次本文整理各校公开的培养方案和教学资料,对比建筑历史方向研究生课程中数字化技术课程比重及匹配度,对建筑历史方向研究生课程教育进行现状诊断,发现

当前培养体系中存在与行业需求不匹配和系统性不足的问题。基于现状诊断结果,研究提出改进策略,包括增设数字化技术相关课程、开展数字化工作坊、引导学生参与竞赛及实际工程项目。通过教学过程中的实证案例,本研究检验了这些策略的实施效果。

最后,本研究总结数字化教育提升研究生实践能力与衔接行业需求方面的优势,针对设备成本过高、数据处理难度大、教材缺乏等问题,提出教学优化建议,确保研究成果具有实践价值。数字化技术在建筑历史教学中的应用路线如图 1。

2 相关概念概述与研究方法

2.1 相关概念界定

在历史建筑领域,数字化技术主要包括三维激光扫描、高清近景摄影、无人机倾斜摄影、手持光栅扫描等。应用数字化技术能够准确高效地获取历史建筑的几何信息,对历史建筑本体、建筑构件、建筑附属物、建筑环境等进行不同精度的记录储存,为建筑的保护修缮研究提供可靠的数据资料^[3]。

2.2 数字化研究方法

2.2.1 三维激光扫描

三维激光扫描仪通过激光发射器计算出目标物体的距离和位置信息,生成高精度点云数据,快速构建三维模型。该仪器的精度能达到毫米级,准确记录建筑的整体与细节,且不会对历史建筑造成物理损伤。然而设备成本较高,数据量大,处理分析难度高。

根据搭载平台不同可分为以下几种形式:

(1) 手持激光扫描仪。轻便灵活,适合近距离扫描复杂结构和建筑构件细部,能够快速捕捉彩塑、石碑、石刻和纹样的三维数据,可实现毫米及毫米以下的高精度采集。常用于高分辨率纹理的附属文物和室内三维模型建立。

(2) 背包式激光扫描仪。适合大面积快速扫描,精度略低。多用于室内空间、院落与街区,后续可生成厘米级精度的三维模型以及分析地形条件。

(3) 地面式激光扫描仪。该仪器需要放在固定位置精细扫描,精度高、稳定性强,可完成 5mm 以内的精度数据采集。适合对历史建筑外部形式、结构构件、庭院等进行高精度的三维测绘,生成详细的三维模型。同时部分设备也具有能精确测量地形的高程位置的功能。

(4) 其他。车载激光扫描仪安装在车辆上,适用于车辆周边区域精细化扫描,例如道路测绘和城市建模。机载激光扫描仪搭载在无人机或直升机上,高效完成大面积区域的快速扫描但精度相对较低,用于大范围地形测绘和环境监测。特殊场合应用的激光扫描仪则适用于复杂环境下的高精度三维扫描,例如地下矿山隧道、水下环境以及文化遗产。

2.2.2 摄影测量技术

摄影测量技术基于光学成像原理和几何关系的原理,通过多张照片生成三维模型。

(1) 近景摄影测量。使用相机近距离拍摄目标物体,结合控制点精确测量物体的形状和运动状态,生成三维模型。该技术适用于古建筑单体、建筑构件的高精度建模。但需要设置控制点,数据处理要求高。

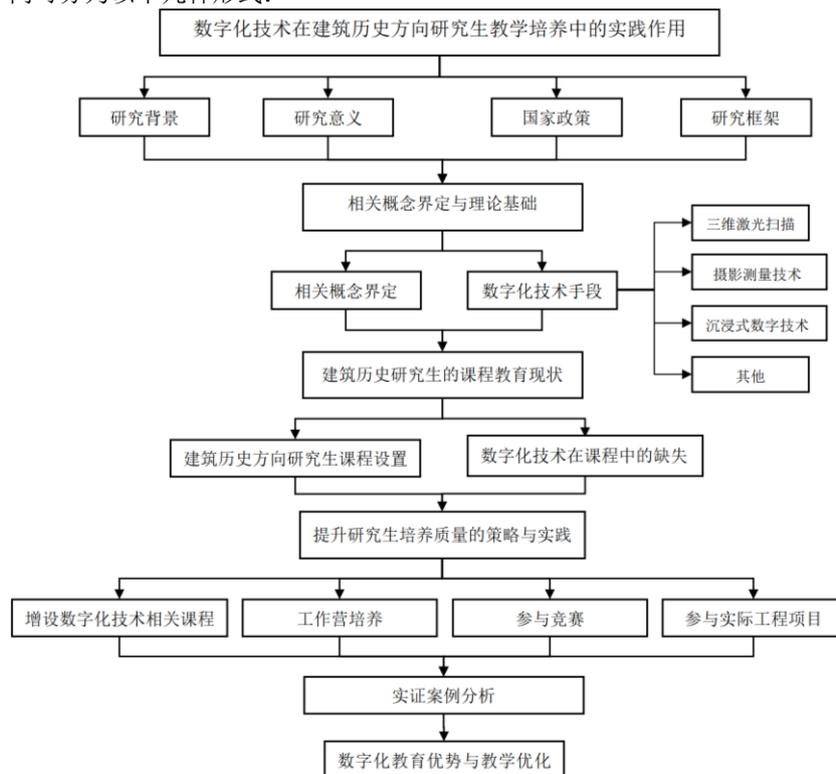


图 1 数字化技术在建筑历史教学中的应用路线

(2) 倾斜摄影测量。倾斜摄影测量采用无人机搭载多镜头相机,在多个角度拍摄同一物体的照片,通过摄影测量学公式反推物体的三维几何信息。适合大面积、快速扫描生成高分辨率的三维模型,对天气和环境有要求。可用于古建筑群、屋顶等结构的建模。

(3) 其他。摄影测量技术还包括航空摄影测量、卫星摄影测量、显微摄影测量和多源数据融合摄影测量等。这些技术在实际应用中,适用于地形测绘、城市建模及环境监测等不同场景。

2.2.3 沉浸式数字技术

沉浸式数字技术通过计算机生成的虚拟环境或虚拟信息与现实世界结合,增强研究的可视化。

(1) 虚拟现实技术 (Virtual Reality, VR)。VR 技术通过头戴显示设备构建完全虚拟的三维环境,利用位置追踪和实时渲染实现沉浸式交互。该技术高度还原历史建筑原貌,提供沉浸式的体验,不受物理空间限制。然而设备成本高,对硬件计算能力要求严格,长时间使用会引发眩晕症状。该设备可用于沉浸式展示或修复方案模拟、修缮方案模拟验证以及远程虚拟参观导览。

(2) 增强现实技术 (Augmented Reality, AR)。AR 系统基于计算机视觉识别技术,通过移动终端或智能眼镜将虚拟信息叠加到真实场景。设备便于携带,能在现场即时标注信息,如现场导览时还原建筑原貌,标注构件历史信息。但设备定位精度有限,识别效果受环境光照干扰。

(3) 其他。沉浸式数字技术还包括混合现实 (Mixed Reality, MR), 全息显示及裸眼 3D 显示。其中 MR 技术能够将虚拟世界和现实世界深度融合,提供更丰富的交互体验。

2.2.4 其他数字化技术

历史建筑数字化保护除了上述几种常见的技术手段,还包括 BIM 技术 (Building Information Modeling)、红外热成像技术、探地雷达 (Ground Penetrating Radar, GPR)、辅助修复技术以及其他新兴技术等^[4]。

BIM 技术将历史建筑的几何信息、材料属性、历史修缮记录等整合为数字化模型,实现建筑全生命周期管理。红外热成像技术和 GPR 基于物理信号的无损检测技术识别建筑存在的缺陷。同时一些新兴技术和辅助修复保护技术的持续更新也有利于文化遗产保护的效率和质量的提升。

3 建筑历史研究生课程教育现状

3.1 建筑历史方向研究生课程设置现状

数字技术在各行业及学科领域中得到了广泛应用,建筑历史方向也不例外,然而高校建筑历史方向研究生课程设置缺乏对这些技术的系统性引入和应用。通过对国内十数所通过教育部评估的高校建筑学研究生培养方案的梳理发现,大部分院校在研究生培养方向中都设有建筑历史方向,但培养课程的选修模块中有关数字化教学内容普遍偏向于理论研究,更多集中在理念方法层面的文化遗产保护以及保护修复的传统方法技能研究等。数字化相关课程

多面对的是建筑设计方向的培养,主要以技术软件教学为目的,并非针对建筑历史方向研究生在历史建筑保护修复中的数字技术的学习培养。

少数高校已经单独设立建筑历史相关的专业,并引入数字化的教学课程。北京建筑大学的建筑遗产保护专业培养方案中,“建筑遗产数字化保护理论与方法”课程已被设为必修课要求学生学习,体现了学校对于数字化学习的重视及该课程在历史遗产保护教育中的重要地位。

3.2 数字化技术在课程中的缺失

3.2.1 课程培养与行业需求不匹配

当前理论研究框架的数据更加精细,但相应的技术未被很好的纳入教学体系^[6]。国内多数学校没有专门的建筑历史相关专业,现有建筑历史方向课程侧重理论探讨,未能充分反映数字技术在实践中的广泛应用。学生在这种情况下难以很好的理解理论知识与实践技能之间的差距,影响其毕业后的职业适应能力。

3.2.2 数字化技术教育的系统性不足

尽管部分高校已经引入数字化课程,开展的文化遗产数字化研究课程往往作为选修课而非必修课,先进的数字技术在课程中应用实践较少,只能作为普适性的教育。面向研究生的规范教材缺乏,课题研究已经把激光扫描、倾斜摄影、红外线作为数据采集手段,但研究生通常只掌握参数设置和简单操作。综上所述,针对于建筑历史行业人才的培养方案在系统性、全面性、实用性方面存在很大优化空间,应强调研究生的科研素养训练。

4 提升研究生培养质量的策略与实践

数字技术已在行业中普及的形势下,建筑历史研究的教育培养与未来的研究与工作对接存在缺失,针对当前建筑历史方向研究生培养体系中数字化应用不足的问题,本研究提出相应的解决策略。为研究生提供数字化实践学习的机会,提升教学质量,更好的融合对接未来发展方向。

4.1 增加课程与实践

4.1.1 增设数字化技术相关课程

在历史建筑方向硕士培养方案中增加数字化相关的课程,其中包括三维激光扫描、无人机测绘、虚拟现实等技术的使用方法,以及在历史建筑保护修复方面的具体应用。授课时使用实际的设备辅助讲解,帮助学生掌握实践技能。

4.1.2 实践拓展

(1) 开展工作营与竞赛项目。鼓励学生参加工作营和学科竞赛,能有效增强学生的团队合作和创新意识。工作营提供了高强度、沉浸式的实践机会,这种集中培训的方式要求学生们在短期内完成调研设计,并快速整合研究成果。学生进行历史建筑数据采集及处理的时候,可与行业内专业公司合作,例如数字化设备与数字化服务的专业公司,学习其相关培训课程,拓展工作需要的专业知识。工作营训练能在一定程度上弥补课程缺失的问题,提升解决实际问题和团队沟通协作的能力。

(2) 参与实际项目。学生直接参与实际的历史建筑保护项目，采集和分析历史建筑的数据信息，可更深入的理解文化遗产的价值和保护修缮的重要性，也可提高专业技能和综合素质，并培养其社会责任感和使命感。实际项目需要建筑学、历史学、环境科学等多学科合作，同时也要与行业专家、地方政府和社区工作人员沟通联系。具备实际项目经验的学生在就业时更具优势，极大提升就业竞争力。

4.2 教学实践案例

4.2.1 硕士论文中的数字化应用

在建筑历史方向的硕士论文研究中，数字化测绘技术的实践应用提供了更加科学准确的方法支撑。以 2024 年硕士毕业论文《北京现存清代不同等级王爷园寝建筑形制比较研究》为例，学生对北京现存七处保存较好的园寝开展实地调研，使用大空间三维激光扫描仪、激光测距仪、数码相机等设备检测，得到了碑楼、宫门、享殿等精确的实测数据，如图 2。数据分析结果为后续园寝建筑形制的对比研究提供了可靠的量化依据，充分体现理论和实践相结合的研究对于学生科学素养提升的价值。

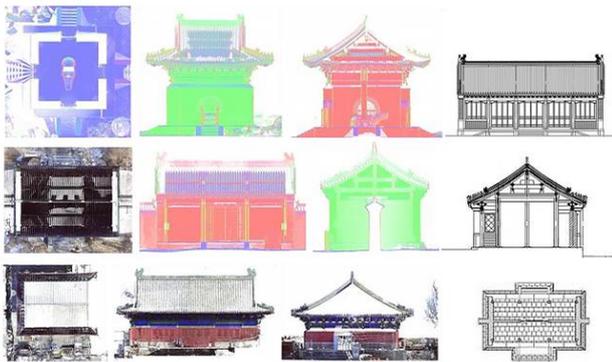


图 2 实测数据与图纸

4.2.2 竞赛项目

鼓励建筑历史方向硕士研究生参与国内外遗产保护相关竞赛，并将数字化技术应用于实际调研与竞赛方案的绘制中。本研究以 2022 年起昆明理工大学与云南省建筑学专指委共同组织的历史建筑调研大赛硕博组一等奖为例，通过参赛学生对全国重点文物保护单位智化寺的现场调研与检测，使用三维激光扫描仪扫描明代早期建筑群的内部结构，获取梁架和内部空间的精确三维数据，并通过其点云分析对内部主要构件的歪闪、偏移、沉降等问题进行细致分析，并以毫米级精度的数字化点云数据为依据绘制了详细的图纸，对建筑的整体安全状况进行综合评估，提出修缮措施和建议。而在如今大量的遗产保护的相关竞赛中，数字化手段越来越成为前期勘察调研的重要手段，也成为培养研究生提高专业知识水平的优秀方法。

4.2.3 数字化工作坊

通过参加历史遗产数字化保护工作坊等活动促进研究生培养。在 2025 年暑期由中国城市科学研究会数字名城学部组织的历史建筑工作坊中，由五所国内高校的团队在工作营选取不同的历史建筑对象进行一周的数字化保护与更新设计，由专业数字化团队进行技术讲解与内外业的辅导。前期调研采用三维激光扫描仪、大疆 M300RTK 无人机等多种数字化设备进行数据采集，获取历史建筑及院落的毫米级点云数据和高清影像，用于绘制图纸、现状分析和方案设计全过程，成果如图 3。这种由多校联合，集中时间地点的集中培训，从数字化信息采集到内业数据分析、现状问题调研到方案生成，为研究生提供解决历史建筑保护修缮、活化利用的仿真场景，是具有生动、实效性的数字化技术的培养和应用。

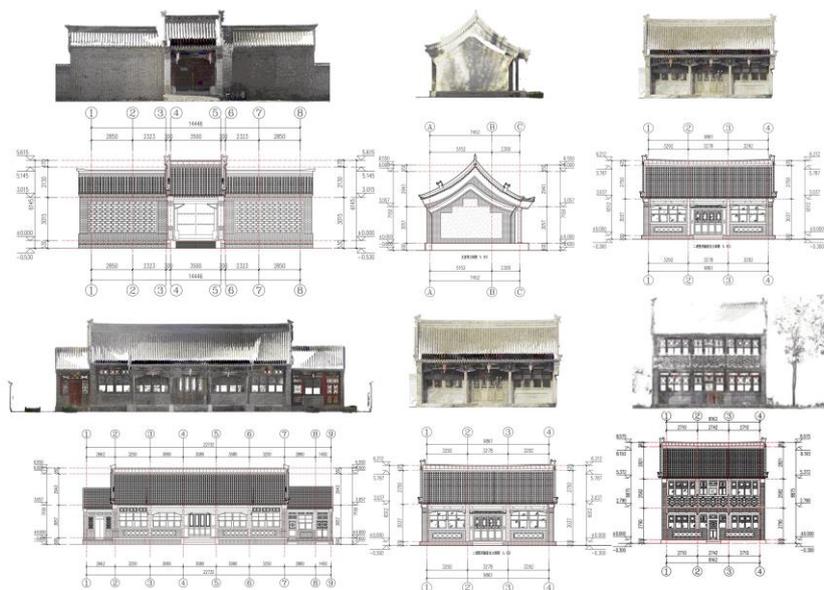


图 3 工作坊测绘成果



图4 实际项目部分成果

4.2.4 实际项目应用

通过让研究生参与实际研究课题与工程项目,利用数字化技术解决实际工程问题,培养其未来进入行业内的实践能力。以图4的实践项目成果为例,通过三维激光扫描等数字化手段采集彩画的几何信息,为复原明代早期官式彩画提供数据依据。研究生参与整个项目的前期勘察,内外业分析、材料检测、数字化复原以及实验室复原等全过程,对数字化手段如何应用于实际保护修复工程的作用、意义以及方法体验都有了更为深刻的认识。

4.3 数字化教育优势与教学优化

4.3.1 数字化教育优势

数字化技术在传统历史建筑保护修缮方式中,改变了传统的工作模式,对建筑历史方向研究生培养提出了新要求。传统教学模式下建筑历史方向的技术应用多以手工测绘为主,测量数据误差较多且缺少细节,效率低。而数字化技术获得的数据易于存储、管理和共享,便于后续研究使用^[5]。数字化教学模式的培养下,学生能够掌握三维扫描仪等数字化工具的使用,极大地节省时间和人力。数据采集及处理阶段,学生与校外机构合作,提前熟悉行业工作规范,培养学生符合行业需求的工作思维。

4.3.2 数字化教学优化

将数字化技术更好地融入教学实践的优化措施总结如下:(1)课程设置优化。在课程体系中增加数字化技术相关课程,实际设备操作和案例分析。(2)实践教学强化。组织学生参加实际项目和竞赛,与行业内专业公司合作处理数据,学习相关培训课程。(3)编写针对建筑历史方向的数字化技术教材,完善教育资源。(4)通过资源共享、项目合作,降低使用设备采购成本,减少设备过度购买的资金浪费。

5 结论与展望

本文通过分析建筑历史研究生课程设置的数字化学习情况,总结了数字化技术在教学应用中的不足以及对于学生未来能力成长和职业发展的影响。数字化在建筑遗产

保护实践广泛采用的背景下,高校教学体系仍未系统全面地纳入培养计划,缺乏对应的教材资源和完善的评价体系。因此,高校需要不断更新课程内容,增加数字技术的应用和训练,帮助学生更好地面对未来的挑战。

文化遗产保护领域必须持续探索与时代发展相适应的创新理论方法,来适应不断进步的社会和技术环境。其中数字化技术的融合能够为历史建筑的保护、展示和研究带来更多创新的方式和手段,同研究生教学计划相配合培养出行业内专业的建筑遗产数字化人才,推动行业发展和技术进步。

[参考文献]

- [1]王春迎,毕欣悦,李一然,等.新西兰公共图书馆参与文化遗产数字化实践分析及思考[J].图书馆学研究,2025(3):53-61.
 - [2]胡梦雪,施雨岑.新修订的文物保护法施行,带来哪些变化?[N].新华每日电讯,2025-03-05(014).
 - [3]毛智俊.多技术融合驱动的历史建筑测绘方法与应用探究——以上海市黄浦区某街坊项目为例[J].测绘通报,2024(2):239242.
 - [4]Zheng H, Chen L, Hu H, et al. Research on the digital preservation of architectural heritage based on virtual reality technology[J]. Buildings,2024,14(5):1436.
 - [5]陈国栋,郭宝宇,豆兰.历史建筑测绘教学中的数字测绘技术应用路径[J].新建筑,2025(2):85-92.
 - [6]陶金,汪智博.基于数字化技术的乡村建筑遗产教学探索与思考[J].教育教学论坛,2024(31):5-8.
- 作者简介:钱威(1977—),男,汉族,北京,博士,副教授,北京工业大学建筑与城市规划学院,研究方向:历史遗产保护、历史建筑保护技术;管运成(1999—),女,汉族,山东临沂,硕士研究生在读,北京工业大学建筑与城市规划学院,研究方向:建筑历史;*通讯作者:张帆(1980—),男,汉族,北京,博士,讲师,北京工业大学建筑与城市规划学院,研究方向:建筑历史、历史遗产保护。