

给钟楼做『心电图』
给城墙做『CT』
给铁塔穿『防护服』

数字技术助力古建筑『逢春』

青砖、飞檐、瓦当、椽梁……仲夏之夜,约上三五好友,漫步在古城西安不经意间就会走进一条老街,或是遇上一座古建筑,仿若穿越了时光。然而,经过漫长的岁月沉淀,古建筑不可避免地会渐生斑痕、遭遇腐朽、染上霉菌、产生锈迹……西安有这样一群人,在尽量不损伤古建筑的同时,运用各种科学、先进的“诊疗”设备对古建筑精准“把脉问诊”,助力古建筑“逢春”,焕发新的时代光彩。

新技术手段 为古建筑“强筋健骨”

6月28日晚,西安钟楼附近挤满了拍照的游客,他们用与钟楼同框的方式,表达对这座城市的喜爱。“太美了!”历经600多年风雨的钟楼,在暖黄色灯光勾勒下,呈现出璀璨绚丽的模样,来自重庆的游客石乔忍不住惊呼。

西安钟楼,如何让它持续性地散发着独特魅力,西安“古建人”下了功夫。

查看榫卯结构残损情况,探究主要构件的残余承载力,如果说大木作是中国古建筑的“筋骨”,那西安建筑科技大学土木工程学院院长薛建阳和他的团队就是通过新技术手段为古建筑“强筋健骨”的人。

传统的“落架大修”需要将老旧构件、部件依次卸下,瓦、椽、桁条……卸下后分类码放,检测维修完成之后再一一复位。薛建阳的团队却是将人工智能和数字技术引入到古建筑保护领域,“对古建筑进行检测或监测,好比给病人看病,通过‘心电图’等现代诊疗设备先把病症找出来,然后对症下药,实现对古建筑的预防性保护。之前,我们曾测试过西安钟楼在遭遇不同强度地震时的动力响应,还对钟楼重要构件的残损现状通过传感器进行了系统的检测与动态监测,建立三维数据库和残损信息库,对钟楼的健康与安全状况进行科学评估。使用传感器可以有效避免因接触对文物造成的二次伤害,同时还能大幅提高工作效率。”薛建阳说。

前不久,为全面提升西安钟鼓楼文物建筑预防性保护水平,薛建阳被聘为西安市钟鼓楼博

物馆古建筑保护专家,并与博物馆签约了馆校共建“古建筑保护与传承实践基地”战略合作协议。他说,“古建筑是活着的历史,是不可再生的。在遵循历史性、艺术性、科学性的基础上,我们有责任将这些中国传统文化瑰宝保护好。”

采访中,薛建阳告诉记者,他们团队还将研发基于智能算法的古建筑材料、构件、节点和子结构的无损检测技术,搭建古建筑木结构的数字化监测与运维平台。“我们希望引入先进材料对古建筑传统修缮工艺更新升级,基于性能提升的高效自复位增强技术与加固设计方法,比如用科技手段在古建筑上取出针头大小的木质材料就能进行分析;或者给斗拱里面放入具有弹簧性能的新材料,防止地震时斗拱发生倾斜等,以此推动古建筑的传承与发展。”薛建阳表示。

数字虚拟 为古建筑“修补”历史记忆

今年5月,西安建筑科技大学信息与控制工程学院副院长王慧琴和她的团队操控着无人机,按照预先划分好的区块,为西安城墙进行了一次“体检”。这项工作前后持续数月,数以千计的影像资料数据库,将为后期城墙病害的预防与处置提供重要依据。“通过无人机挂载的多光谱成像技术,我们可以全面掌握城墙表面的病害情况,比如盐析、剥落、附着的生物病害等。这种检测技术精度很高,不仅是肉眼难以发现的,对于体量较大的古建筑也能更高效,节约时间成本。”王慧琴说。

王慧琴的团队主要研究文化遗产的数字化保护,该团队联



对西安城墙进行“体检”。(受访者供图)

合陕西省文物保护研究院的专家,运用数字技术助力文化遗产保护,将光学成像、计算机人工智能等多学科方法融合应用于文物科技保护,比如说壁画数字虚拟修复。壁画历经千年风霜,已褪色,细节日渐模糊,复原难度增加,团队利用多光谱成像技术,成功“解读”这些壁画的深层信息,精准识别颜料种类和病害情况,为壁画的保护和修复提供科学依据。

2023年,该团队在陕西省文物保护研究院承担的天津蓟州独乐寺泥塑壁画前期研究项目中取得了显著成果,之前他们还尝试过给陕西历史博物馆的《马球图》进行虚拟还原。“我们利用多光谱成像技术,实现对壁画颜料种类、病害情况以及隐藏历史信息的精确识别,通过上千个分镜头,完成壁画的全景多光谱图像拼接,同时获取壁画颜料在不同波段下的光谱信息,为壁画的保护和修复提供了科学依据。我们希望尽量还原出壁画的原貌,探索背后的历史与科学价值。”团队成员王可副教授表示。

“未来,我们将在文物智能探测与无人巡检方向开展研究。希望通过数字科技的应用,逐步实现文物的多维多元信息组织、知识发现与认知驱动,最终完成数字化保护从同平台到多平台技术的跨越,满足文物保护、展示、利

用等多样需求。”王慧琴说。

新型材料 让古建筑焕发新光彩

一件件或大或小的金属文物是中华文明璀璨历史的证明与结晶,但这些金属文物的材质化学性质活泼,在自然环境中容易腐蚀劣化。监测腐蚀状态、抑制腐蚀发生、清理文物锈蚀部分等工作一直是金属文物保护的重点和难点。

“2022年6月,我们曾对位于西咸新区空港新城的北杜铁塔进行过腐蚀问题的检测,花了一年多的时间。由于铁的化学性质相对于金、银、铜等金属要活泼,加之铁器在成分、结构和制作工艺上的特点,使得这类文物极易腐蚀。历经岁月侵蚀,北杜铁塔在自然环境中就面临着严重的腐蚀问题,影响建筑主体的外观、稳定性和安全性。”西安建筑科技大学冶金工程学院绿色智能再制造团队负责人王强教授说。

如何在破坏文物的情况下得到和其腐蚀相关的精确数据?对于户外的大型铁塔建筑,怎样进行腐蚀情况检测?王强表示,“如何对古建筑影响最小,最大程度保留原有建筑的形貌

和功能,基于这两个基础,我们通过三维激光扫描,构建出北杜铁塔原有的结构,并虚拟出铁塔的形象,通过3D建模进行病害分析。同时利用X射线、CT扫描等无损探伤的技术手段,穿透材料厚度,对铁塔材料本身进行成分分析,有无裂纹、缺损等,然后提供病理分析和解决办法。”

检测是第一步,修复方案是第二步。“通过分析铁塔的材料成分和环境影响因素,我们开展了系统的实验研究,分析铁塔的锈蚀机理,提出激光清洗文物表面的技术方法。同时利用专用的涂层技术,制备了不同成分的防腐防护性涂层,并系统评价了涂层的耐腐蚀性能。我们希望通过新型材料让古建筑恢复原有的光泽和神态,保存的时间也能更长久。”王强说。

留存到今天的古建筑,每一座都有独一无二的形象特征,它们是历史文脉的承载者,也是乡土记忆的见证者。如今,观念的更新与新技术的加持为古建筑注入新的活力。王强坦言,“希望通过新技术手段,让古建筑以健康的状态重新融入现代生活,焕发新的时代光彩。也让生活在现代的人们更了解历史,让传统文化得到更广泛的传承。”

本报记者 王娇莉



·探访古建筑老街区

守护传统村落 让乡愁有“乡”可寻



▲马河村举办腊八节系列文旅活动,让古村落焕发出新光彩。(资料照片)

青砖黛瓦、雕梁画栋、飞檐斗拱……仲夏时节,漫步于散落在安康市汉滨区山野间的一座座传统村落,踏上青石台阶、抚摸明清砖瓦、叩响古门铜环,透过依稀可见的古画,仿佛在与古人对话。

自2016年以来,汉滨区先

后3批共13个村被列入中国传统村落名录。2022年汉滨区列入全国传统村落集中连片保护利用示范县。汉滨区“守护传统村落根与魂”入选2023年度陕西省乡村振兴典型案例。

走进马河村古老院落——陈家大院,土木结构,小青瓦屋

面;墙体为土坯砌筑,黄泥抹面;堂屋、过道木板墙体,窗户雕花工艺,精美别致。马河村位于汉滨区谭坝镇马河社区,整个村落依山傍水,沿马河分布,作为典型的陕南文化村落,保留有多栋相对完整的明清古宅。2016年,马河村被列入第四批中国传统村落名录。

“汉滨区分布着大量陕南民居、传统村落、明清古街、古迹遗址等人文景观,调查统计,有传统民居6000余间,古建筑院落100余处,国家级传统村落13个,省级传统村落26个,最长建成年代500余年。”汉滨区住建局村建所副所长付松涛介绍说。

付松涛告诉记者,汉滨区2015年就成立了以“专业普查人员+古迹专家”的普查团队,访查安康市62个镇,全面系统地摸清安康老院子的历史渊源、建筑风格及现存状况,从中选择

48处现存较为完整具有历史和艺术价值的老院子进行测绘建模,并建立历史建筑数据库,以图文并茂的形式编撰了《安康老院子》一书。又对安康市100余处历史建筑进行了详细勘察,精选95处反映不同历史时期建筑风格特色的古建筑,分宗祠、会馆、戏楼、寺庙、塔、桥梁、古城门、寨堡、其他共9类入册汇编成《安康古建筑》一书。

据了解,汉滨区传统村落保护利用示范工作充分结合地理生态、村落特点、文化传统,确立了“生态固本 文化铸魂”的保护发展定位,坚持因地制宜,不断统一思想,聚集合力,统筹推进传统村落保护利用工作,按照“留住乡亲、护住乡土、记住乡愁”的基本要求,突出规划引领,

分村编制《传统村落保护利用规划》,形成了“一户一景、一村一画”的保护修缮格局。

同时,汉滨区还通过推行“传统村落+”等模式,将传统村落赋予了新的时代意义,实现了传统村落由保护向传承转变,培育了一批繁荣农村、富裕农民的新业态,生态旅游、生态家禽、观光农业、农事体验、非遗演绎等特色产业悄然兴起,为全面推进乡村振兴注入了新的生机活力。

“保护好传统村落、古建筑、文物,就是保存历史,保存城市的文脉,有历史,就有了根,让人们不会忘记来时路……守护传统村落根与魂,让乡愁有‘乡’可寻!”付松涛说。

文/本报记者 吴琛琛
图/付松涛



·探访传统村落