



浅谈科技在古建筑本体病害监测中的应用程度和深度

孟诚磊 傅峥嵘

(浙江省文物考古研究所, 浙江杭州, 310014)

摘要 本文结合古建筑本体病害监测的实际工作情况, 通过调查和统计整理, 试图将科技在古建筑本体病害监测中的应用程度加以介绍。用在文物监测领域的技术主要是科学技术中的检测技术类。在文物病害监测使用时往往考虑安全性和实用性, 选择成熟的、无损的技术加以合理应用。同时由于文物现场监测的难度, 监测设备的环保性和便携性也是需要重点考虑的因素。

选择了适用的技术和设备之后, 对于技术使用的程度也应加以研究。监测工作, 作为文物保护工作中对于技术要求比较高的一个组成部分, 开展的历史并不算长久。目前根据不同的文物类别和材质, 采用针对性的监测技术已经成为文物保护工作者们的共识。

随着技术水平在文物保护领域的不断开展和深入, 监测技术所触及的核心也在转变。曾经只进行环境指标监测和文物静态指标监测工作, 现在越来越多地向文物本体指标和动态指标靠拢。

最后, 本文对于监测技术的发展进行了探讨。监测工作发展至今, 比较擅长于对于文物本体病害症状的释读。表征的指标是文物本体病害最直接的反映, 在此基础上有部分工作开始对病害症结进行探索研究, 并取得了一定的成果。

知古通今, 以察未来。对于文物病害的预测和防治, 是监测工作的终极目标, 也是本工作研究最深层面能取得的成果。

关键词 文物保护 监测技术

古建筑本体的监测, 是古建筑保护工作中对于科技水平要求较高的一个部分。我国古建筑监测工作起步较晚, 新中国成立后其相关实践才出现, 直至20世纪70年代, 才逐步建立了科学监测体系^[1]。

我国古建筑遗存分布较广, 其所处环境各异, 各自的本体特点差异较大, 这便要求我们监测的手段和方法多样化, 如对大型古建筑变形可采用三维激光扫描技术监测^[2]和光纤光栅传感技术^[3]; 对于木结构的缺陷位置范围及程度, 可采用雷达超声法^[4]; 对木结构强度和腐朽程度的判断, 可采用皮罗钉法进行监测^[5]; 对于建筑整体变形、节点变形、材质损毁变化等问题, 可采取现场监测和实验室模型监测相结合等方式进行^[6]。根据古建筑的不同材质和灾害, 对其采取针对性的监测技术目前已经成为文物保护工作者的共识。同时, 我们不仅考虑对单个古建筑进行监测和管理, 也需考虑古建筑之间的联系, 将所有的古建筑或者其他的任何文化遗产均在一张图里进行监

测^[7]。

用在古建筑监测领域的技术主要是科学技术中的检测技术类。在古建筑病害监测使用时，往往考虑安全性和实用性，选择成熟的、无损的技术加以合理应用。

激光扫描作为一种直接获取物体表面三维信息的手段，可以快速生成地物的高精度点云模型，已广泛应用于古建筑保护^[8]。数字图像技术可以应用于古建筑的墙体开裂观测^[9]。古建筑的损毁大多缘起于木构件的损毁，目前世界上木材无损检测仪器有多种，如超声波、生长锥、X射线、应力波、核磁共振、阻抗仪等，作为现场试验仪器，应力波和阻抗仪具有轻便、易操作、无需耦合剂等优点^[10]。对于古建筑石质构件，通过超声波仪、视频显微镜、回弹仪等无损检测手段测定构件的风化指标和安全指标，评价出构件目前所处的风化等级和安全等级^[11]。

环境污染是古建筑病害产生的重要原因之一，绿色环保的监测设备才能有效避免对古建筑产生二次破坏。不同古建筑内部结构的复杂性加大了监测的难度，因此监测设备必须适应不同的古建筑的内部结构和方便技术人员操作，具有便携性。超声波、微钻阻力仪^[12]、无线测试分析系统、全站仪^[13]等传统检测设备均具有使用便捷的特点，不会对建筑周边环境造成污染。跨学科的技术手段更有利于建设高效环保的监测系统。原用于医疗手术的便携荧光显微影像系统则能实时清晰地显示建筑各个角落的细节^[14]。虚拟仪器（virtual instrument）技术根据用户需求通过个人电脑设计适用于特殊建筑和环境的仪器系统，成本低廉、维护方便、开发周期短^[15]。

过去较为典型的古建筑监测多对其环境中的各种因素如温度、相对湿度等进行监测^[16]。尽管环境对古建筑病害的发生有较大影响，但仅进行环境监测是不够的^[17]，对建筑结构及表面风化等相关病害的监测还需从建筑本体入手，现在逐步发展形成了环境监测、材质检测和结构监测三管齐下，从空气温湿度、震动、生物危害，建筑材质残损勘察，建筑结构变形、位移、沉降等方面对古建筑进行全方位监测^[18]，并尽可能在古建筑适当位置设置较为隐蔽的监测点对其进行实时监测^[1]。早期监测工作主要作为修复保护的前期工作，监测时间短，获得的数据少且数值变化小，参考价值小。而现在古建筑监测逐步向预防性保护发展而非依附于某个孤立的保护性工程，因而要求监测向全面化、系统化、日常化发展，对各项指标进行长期连续性监测，以测定其变化范围及幅度，从而获得更为完整的波动变化的数据。对古建筑进行整体预防性监测，长期周期性观测与实时监测并重^[19]，在线测试与实时分析并重^[20]，可以对结构损伤情况、表面风化情况进行评估，为日常维护与修复提供依据^[21]，避免严重异常的情况出现。

古建筑的监测是一项需要长期投入、持之以恒的工作。在我国，监测技术在文化遗产建筑上的应用逐渐发展，一些病害监测有了一定的效果，但也存在很多不足之处。

针对古建筑病害的问题，国内相关科研院校和文物部门早有研究，但相关的技术研究都没有形成一个完整的监测体系。适用于遗产建筑的结构健康监测系统^[22]的使用尚处于初步阶段，尤其是针对遗产建筑结构分析的理论和状态评估体系的不完善和不成熟，目前尚缺乏对古建筑的安全性能做出综合判断的评估体系。另外，很多遗产地仍然在使用双轨制的监测方法，一方面采用高科技手段采集数据，另一方面还在用人工巡视的方式为决策提供依据。如何将监测技术真正应用到古建筑病害上，不断完善监测技术和手段，这是亟待解决的问题^[23]。

总而言之，各遗产地已经开始意识到监测工作的重要性，开始根据自身的价值确定监测重点，专门的遗产监测队伍也正在逐渐建立和壮大中^[24]。随着时代的发展和科技的不断进步，相信这一技术能取得更大的成就。

参考文献

- [1] 肖金亮. 中国历史建筑保护科学体系的建立与方法论研究. 北京: 清华大学, 2009.
- [2] 周伟, 李奇, 李畅. 利用激光扫描技术监测大型古建筑变形的研究. 测绘通报, 2012, (4): 52-54.
- [3] 符映红, 柳盛霖, 毛江鸿, 董亚波. 台风作用下的木构古建筑变形监测与特征研究. 山西建筑, 2016, 42 (11): 30-31.
- [4] 张珏, 林锦涛, 张世民. 雷达和超声波法无损检测木构件. 山西建筑, 2012, 38 (14): 33-34.
- [5] 尚大军, 段新芳, 杨中平, 王平, 周冠武. 西藏部分古建筑腐朽与虫蛀木构件的PILODYN无损检测研究. 林业科技, 2007, 32 (5): 53-55.
- [6] 吴美萍. 中国建筑遗产的预防性保护研究. 南京: 东南大学出版社, 2014.
- [7] 北京颐和园管理处, 中国科学院遥感与数字地球研究所. 颐和园佛香阁测绘报告. 天津: 天津大学出版社, 2014.
- [8] 周伟, 李奇, 李畅. 利用激光扫描技术监测大型古建筑变形的研究. 测绘通报, 2012, (4): 52-54.
- [9] 奥村运明, 林颖文, 李宁, 孙亚军. 数字图像技术在古建筑裂缝监测中的应用. 河南科学, 2008, 26 (2): 212-214.
- [10] 戴俭, 常丽红, 钱威, 李鑫. 古建筑木结构无损检测方法及震害分析//中国建筑设计研究院(集团), 东南大学, 《建筑结构》杂志社. 第四届建筑结构抗震技术国际会议论文集. 2014: 4.
- [11] 李杰. 古建筑石质构件健康状况评价技术研究与应用. 北京: 北京化工大学, 2013.
- [12] 朱磊, 张厚江, 孙燕良, 闫海成, 王喜平. 基于应力波和微钻阻力的古建筑木构件材料力学性能检测. 东北林业大学学报, 2011, 39 (10): 81-83.
- [13] 张国伟. 古建筑的健康监测与保护研究. 聊城: 聊城大学, 2015.
- [14] 叶建. 一种便携荧光显微影像系统的设计与应用研究. 合肥: 中国科学技术大学, 2016.
- [15] 袁素梅. 结构健康监测的数据采集与损伤识别研究. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [16] 王方. 故宫古建筑内温湿度问题初探. 文物保护与考古科学, 2014, 26 (13): 85-93.
- [17] 孟昭博. 西安钟楼的交通振动响应分析及评估. 西安: 西安建筑科技大学, 2009.
- [18] 孙英杰, 周晓忠. 在古建筑变形监测中些许问题的浅析. 科技展望, 2014, (9): 116.
- [19] 汤众, 路杨. 江南木构文物建筑保护监测系统建构//建筑历史与理论第九辑. 北京: 中国科学技术出版社, 2008.
- [20] 李秋萍. 古桥结构体系及石拱桥的分析、监测评估与保护. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [21] 林冬勇. 木结构变形监测与节点损伤识别研究. 福州: 福州大学, 2014.
- [22] 王娟, 杨娜, 杨庆山. 适用于遗产建筑的结构健康监测系统. 北京交通大学学报, 2010, 34 (1): 100-104.
- [23] 郑军. 世界遗产监测常见问题刍议. 中国文物报, 2014-07-11 (6版).
- [24] 单霁翔. 世界文化遗产保护事业的回顾与展望. 中国文物报, 2011-05-31.