

预防性保护思想下建筑遗产变形 监测的基本问题探讨

白成军, 韩 旭, 吴 葱

(天津大学, 天津 300072)

摘 要: 预防性保护思想为建筑遗产变形监测注入了新的生命力, 本文从预防性保护的基本内涵出发, 基于国内外建筑遗产变形监测与研究的现状, 在分析建筑遗产变形监测基本特点、基本内容的基础上, 根据遗产监测的要求对建筑遗产监测体系进行了架构, 指出并分析了当前开展普遍性建筑遗产变形监测的瓶颈问题。

关键词: 预防性保护; 建筑遗产变形监测; 基本问题

中图分类号: TU-87

文献标志码: A

文章编号: 1008-7192(2013)02-0054-05

The Exploration of Architectural Heritage Deformation Monitoring in the Thought of Preventive Conservation

BAI Cheng-jun, HAN Xu, WU Cong

(Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: The thought of preventive conservation injects the new vitality in the deformation monitoring of architectural heritage. Based on the thought, this paper analyzes the current situations of architectural heritage deformation monitoring home and abroad, and then tries to construct a monitoring system according to the characteristics and contents of architectural heritage deformation monitoring. It finally puts forward solutions to the bottleneck problems to effectively promote the development of the deformation monitoring of architectural heritage in China.

Key words: preventive conservation; deformation monitoring of architectural heritage; key problems

文物记载着一个国家和民族特定时期政治、经济、文化的发展过程, 遍布全国的文化遗产是中华祖先留给人类的最宝贵精神财富。建筑遗产是一种重要的文物, 是一种特殊的文化载体, 其中蕴含的文化资产价值, 是保存文化资产的核心

心标的, 建筑遗产保护是文物遗产保护的重要内容。中国是一个文物大国, 截至目前全国列入世界遗产名录的文化遗产有三十多项, 登录在册的不可移动文物多达 80 余万处^[1], 其中古建筑遗产占据着较大比重。这些古建筑遗产大多经历

收稿日期: 2012-10-29

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(50738003); 国家文物局指南针基金资助项目(20090305)

作者简介: 白成军(1973-), 男, 宁夏中卫人, 博士生, 天津大学建筑工程学院讲师, 主要从事工程测量及文物建筑测绘方面的教学与研究工作。

了成百上千年的风、雨、冻胀、地震、酸雨、气候变化、地下水开采、施工等自然力和人类活动的扰动,存在着不同程度的变形破坏。大量具有城市地标和名片作用的古建筑,变形破坏程度令人触目惊心,如:5·12汶川大地震导致著名世界文化遗产地“都江堰·青城山”、武侯祠、杜甫草堂等名胜古迹伤痕累累;因地下水过度开采造成地面沉降导致标志性文物建筑佛香阁、祈年殿、北海琼岛等标志性文物建筑存在不同程度结构变形破坏;千年古刹蓟县独乐寺观音阁中的观音由于观音阁的倾斜变形,观音像头部每年向东南方向倾斜达5毫米多;应县木塔由于战争破坏等因素造成二层塔柱倾斜近三十度角,塔高逐年“变矮”;素有“吴中第一名胜”之称的虎丘塔,塔体向北偏东方向倾斜2.34米,整体呈香蕉形弯曲状,倾斜角达 $3^{\circ}49'$;唐代大雁塔因城市地下水过度开采导致塔基不均匀沉降,变成了世人皆知的“斜塔”。前国家文物局长单霁翔在2011年9月22日召开的中国世界文化遗产监测管理工作会议上强调:“监测是加强遗产保护的必然要求,是提升遗产管理水平的重要途径”,对这些建筑遗产进行跟踪变形监测是建筑遗产保护的核心和基本工作之一。

进入20世纪八、九十年代,伴随着现代测量技术的进步,量化的科学检测手段逐渐取代了以往靠经验的定性化检测方式,“防患于未然”、“灾前预防优于灾后修复”的预防性保护思想逐渐被文物保护领域所接受^[2]。作为预防性保护的最重要手段和最基本体现方式,监测在各种重要场合被专家学者、遗产管理者所屡屡提及。新制定的国家文物博物馆事业“十二五”发展规划中,将“建立文物及其周边环境状况的监测、预警与响应的动态安全机制、评估文物及其周边环境的保护状况、定期发布文物安全监测报告”及“建立文物预防性保护信息平台”被确定为国家“十二五”期间的“重大工程”和“基本目标”之一。

面对数量巨大的文物建筑遗产和与日剧增的变形破坏,在预防性保护基本思想指导下,利用相对成熟的现代测量技术、传感技术、数据传

输技术和互联网技术,探索适宜于文物建筑遗产监测的基本理论和方法,在长期监测研究和实践的基础上构建适合于中国木构建筑遗产的变形预警指标体系,藉此突破管理和技术瓶颈,进一步提升遗产管理的水平和遗产保护的实效,是开展普遍性建筑遗产变形监测的基本突破口。

一、预防性保护思想与建筑遗产变形监测

1. 预防性保护思想的发展和基本内涵

预防性保护的概念最早是在1930年罗马召开的国际文物保护会议上,针对文物保存环境的控制被提出的^[3],其后经过了20世纪30~70年代的定义讨论阶段、80~90年代的广泛实践阶段和20世纪90年代末的系统化阶段,当前已逐步发展成熟。进入21世纪后,预防性保护的思想逐渐被建筑遗产保护领域所重视。国家文物博物馆事业发展“十二五”规划中首次将“抢救性保护”与“预防性保护”并置于同等重要的位置,明确指出了“十二五”的主要任务是“实现文物抢救性保护与预防性保护的有机结合”。在国内建筑遗产的预防性保护研究方面,2011年10月在南京东南大学召开了旨在探讨预防性保护的理论架构和适应性应用技术的“建筑遗产预防性保护国际研讨会”,形成了建筑遗产预防性保护的“会议共识”。

根据东南大学朱光亚教授的定义,建筑遗产预防性保护是指防止遗产价值丧失和建筑结构破损的所有行动。预防性保护不同于以往建筑遗产损毁后应急性的保护工程,强调基于信息收集、精密勘察、价值评估和风险评估等来确定建筑遗产面临的风险因素,通过定期检测和系统监测来分析掌握遗产结构的损毁变化规律,通过灾害预防、日常维护、科学管理等措施及时降低或消除面临的风险,使遗产处于良好的“状态”,阻止盲目的保护工程,实现遗产的全面保护。

从预防性保护的基本内涵可以知道:监测是预防性保护的基本手段和必然环节,是发现遗产损毁、分析掌握遗产损毁规律的最基本的、最可

靠的手段,是风险评估和风险防范、实施保护工程的前提和基础。建筑遗产预防性保护的对象应包括“建筑遗产本体”和附载在遗产本体上的“遗产价值”;采取的基本方式是基于动态化的信息采集和风险评估基础上进行的“小修小补”;基本思想是“防微杜渐”、反对“积劳成疾”后的大修;预防性保护思想强调动态性、持续性和全生命周期性,其落脚点在“防”不在“修”。遗产保护中贯彻预防性保护思想最关键的环节是信息的动态化采集,对于建筑遗产来讲,最关键、最基础的工作是变形监测。

2. 建筑遗产变形监测的特点

变形监测就是利用专用的仪器和方法对变形体的变形现象进行持续观测、对变形性状态进行分析以及变形的发展态势进行预测的工作。其任务是确定在各种荷载和外力作用下,变形体的形状、大小及位置变化的空间状态和时间特征。在《工程测量规范 GB 50026—2007》中,将变形监测定义为:变形监测是指对建(构)筑物及其地基、建筑基坑或一定范围内的岩体及土体的位移、沉降、倾斜、挠度、裂缝和相关影响因素(如地下水、温度、应力应变等)进行监测,并提供变形分析预报的过程^[4]。由变形监测的定义可知,建筑遗产变形监测意义在于定量化提取建筑结构的“最终”损坏程度、以四维的方式反映了结构的损坏过程、在多元分析的基础上实现遗产的安全预警和变形预报。与通常意义上的建筑变形监测相比,遗产建筑变形监测具有以下几个特点。

(1)监测精度要求高。现存古建筑大多具有数百年甚至上千年的历史,没有特殊扰动情况下变形速率较小,为真实反映变形值,需要采用较高的监测精度。为此,现有测量技术规范中,通常将与古建筑相关的监测限定为精度系列中的最高精度等级。

(2)监测周期长。在预防性保护思想指导下,建筑遗产变形监测是一个全生命周期的监测,监测的长周期对相关监测设施的寿命提出了新的要求。

(3)特殊的景观要求。文物建筑与现代建、构筑物不同,传感监测设施及实施方法需要重点考虑

文物的防火、整体景观保持、尽量不接触文物本体等要求。这种特殊的要求需要结合文物建筑的特殊要求对变形监测基点的选择、控制网的布设形式、强制对中变形监测墩的样式、传感器的外观、安装方式、供电方式等进行适应性改造。

二、预防性保护思想下建筑遗产变形监测的基本内容和预防性监测体系架构

1. 变形监测基本内容选择

古建筑本体是建筑遗产价值的载体,古建筑所处环境的恶化会直接导致古建筑本体的损毁和承载价值的丧失,建筑遗产变形监测的内容应包括遗产本体监测和生存环境监测。按照《建筑变形测量规程》中的规定:建筑变形测量应能确切反映建筑物、构筑物极其场地的实际变形程度或变形趋势,并以此作为确定作业方法和检验成果质量的基本要求^[5]。

依据这一要求,针对建筑遗产的变形监测应包括:①古建筑主要结构的空間位置变化监测,包括:水平位移监测、结构层沉降监测、主要承重柱的倾斜监测、主要承重柱的劈裂监测、主要梁架的挠度监测、承重墙的裂缝监测、整体建筑的日照风振变形观测等。②古建筑主要结构力学性质变化监测,包括:主要梁柱的应力、应变性能监测。③建筑基础及承载体的监测:基础沉降监测、地下水压力、土压力监测等。④外部影响因素监测:荷载分布变化、滑坡监测等。

监测内容应根据具体建筑的特点,在结构分析和风险评估的基础上,在上述内容中选择重点监测项目。例如:对于高耸形的建筑遗产(如大量的古塔),应以水平位移和倾斜、挠度作为监测重点;对于多层的木构建筑(如应县木塔,独乐寺观音阁),应以各层主要承重构件的水平位移和分层沉降监测为重点;对于基础各部分承载力有差异的建筑(如颐和园佛香阁这类“半山”型建筑),应以基础沉降监测为重点;而对于临水建筑(如园林中的大量水榭),要以地下水位的变化监测为重点。

2. 预防性监测体系架构

“监测”一词通常被译为“Monitor”, 百度搜索上该词条的解释为:对装备、系统或其一部分的工作正常性进行实时监视而采取的任何在线测试手段^[6]。在预防性保护思想指导下,建筑遗产变形监测作为一个系统性、持续性的工程,应包括监测实施、监测预警、监测响应三个部分,共同构成一个严密的正反馈系统(图1)。

遗产监测的对象包括遗产本体和遗产的生存环境,包含了建筑遗产预防性保护定义中的“信息收集”和“精密勘察”。遗产的生存环境包括自然环境和社会环境。

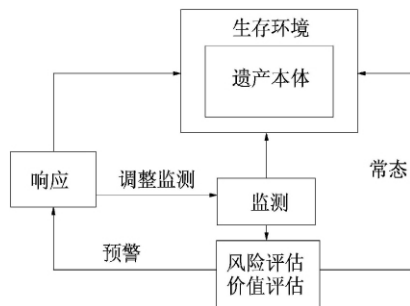


图1 预防性监测体系架构

三、普遍性遗产监测面临的主要问题

改革开放以来,中国对于遗产价值的认识和把握,对世界遗产申报、保护、管理的整体水平已经发生了巨大的进步^[7],同时开展了大量关于文物建筑变形监测的研究和实践。在传统测量技术应用方面,1979年率先在国内开展了杭州虎丘塔变形监测,其具体做法是:在塔四周布设三角控制网,在塔体上布设了水平位移、裂缝和沉降监测点,采用传统经纬仪前方交会和水准测量方法,按照最初每月1次到目前每年2~3次的监测频率进行跟踪监测,监测结果为虎丘塔的维修工程和后期的安全运营提供了基本保障^[8];1994年比利时 Saint Jacob 教堂修缮施工过程中,施工人员利用全站仪、水准仪等测量仪器对教堂整体结构施工扰动变形进行了跟踪监测;2007年第一次引入监测系统思想对宁波保国寺大殿进行了变形监测,监测内容除传统

的建筑遗产结构空间变形监测外,还包括了主要梁架结构的化学、力学及环境的监测;2011年故宫博物院融合工程测量技术与多基线摄影测量技术对午门城台变形开展了为期五年的监测工作。在现代传感测量技术的研究和应用方面,2007年宁波保国寺大殿变形监测中运用了传感器,跟踪监测古建筑主要梁架构件的化学、物理及环境变化;2008年葡萄牙的 Hugo F. Lima 等基于光纤光栅传感技术,利用19支位移传感器和5支温度传感器对建于16世纪的葡萄牙教堂进行了结构监测;1990年敦煌莫高窟设立了全自动气象监测站,同时建立了窟体裂缝监测系统。在监测技术研究方面,已故学者太原理工大学李世温教授曾对中国古代木构建筑体系的抗震性能和变形特性做了大量分析,指出了木结构变形监测精度确定的通用性原则,但这一方面的验证性案例还很少。当前,开展普遍性建筑遗产变形监测还存在大量问题需要解决。

1. 强化“巡查与监测并重”的思想

对重要建筑遗产进行以变形监测为基本内容的长期跟踪监测,是预防性保护的基本要求和体现。但长期以来这一点并没被遗产监测人员所重视,遗产监测总是停留在巡查的层面。数字传感技术和现代测量技术的发展,为开展建筑遗产监测提供了条件;预防性保护的遗产保护思想为开展监测工作提出了迫切要求;国家经济实力的增强为开展普遍性的监测工作提供了基本保障。基于现代测量技术的定量化监测要逐步取代靠经验判断、靠人眼描述的、粗放型的巡视方式,关键要从根本上抛弃“重巡查,轻监测”的原有思想模式,形成监测与巡查并重、定性定量互补的预防性保护新模式。

2. 探索适宜于建筑遗产变形监测的基本方法和技术体系

传统测量学科发展相对成熟,关于变形测量的技术体系和标准规范已较齐备。但这些技术更多是基于现代建筑工程的应用,难以在文物建筑(尤其中国古代木构建筑)监测中原样照搬。如:现行《建筑变形测量规程》中关于监测精度指标的确定是基于理论力学基础的,难以直接应用到木构建筑这一特殊对象;又如,现代传感技术

的应用,可以很方便实现自动化、实时监测,但如何满足文物防火、整体景观保持、对文物本体“微损害”等苛刻要求,都需要对相关监测设施、技术方法等进行适应性改造。探索适宜于建筑遗产变形监测的监测技术体系是一个关键问题。欣喜的是,苏州市已颁布了国内首个世界遗产监测管理的地方规范性文件——《世界文化遗产苏州古典园林监测管理工作规则》。国家文物局委托天津大学(国家文物局文物建筑测绘重点科研基地)牵头编制的《文物建筑测绘规程》也已编制完毕,国内大量学者也已展开相关研究。

3. 在大量实验研究和监测实践基础上架构适宜木构建筑的变形监测预警指标体系

预警是监测的最终目标,只有通过预警才能真正体现出监测的价值。与钢筋混凝土刚性结构体系不同,中国传统卯榫木结构属于非静定柔性体系,变形预警指标确定是一个复杂的过程,需要建立在大量的实验基础之上。对这一问题,已故学者李世温教授在对中国古代木构建筑体系抗震性能和变形特点开展大量研究的基础上,提出了变形临界值确定的基本思路^[9]。只有在多学科交叉研究基础上架构监测预警指标体系,才能使监测发挥出实际效用。

4. 建立长期持续的监测经费保障体系

考量已有监测案例可以发现:无论是最早

开展变形监测的杭州虎丘塔监测,还是其后的西安大雁塔、蓟县独乐寺监测或应县木塔监测,共同点是都采用传统测量方法,传统测量方法监测周期长、成本高、内容单一、费时费力,且多由于经费不足^[10]等原因,致监测工作大多半途而废。变形监测是一个长期的、持续的周期性过程,需要持续的经费保障作为基础。要解决这一困局,还需要从预防性保护的高度出发,将变形监测纳入遗产保护的日常工作中,设立专项资金,依此构建健康、良性的遗产监测经费保障体系。

四、结 语

变形监测是建筑遗产监测的重要内容,是贯彻预防性保护思想、延续建筑遗产全生命周期的基本途径之一。为贯彻建筑遗产预防性保护思想,有效推动中国建筑遗产变形监测的水平和进程,当前需要迫切解决的难点问题是在预防性保护思想指导下,从转变思想认识开始,将传统测量技术和现代传感测量技术相结合,在多学科交叉基础上开展相关实践和研究,依此构建适合中国传统木构建筑特点的变形监测技术体系。

参 考 文 献

- [1]王南. 中国新闻网. [EB/OL]. [2011-07-11]. <http://www.sach.gov.cn/portals/0/second/wenwubhml>.
- [2]吴美萍. 遗产预防性保护理念下建筑遗产监测问题的探讨[J]. 华中建筑, 2011(3): 169-171.
- [3]詹长发. 预防性保护面面观[J]. 国际博物馆: 中文版, 2009(3): 96-99.
- [4]中国有色金属工业协会. GB 50026—2007 工程测量规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
- [5]建设综合勘察研究设计院. JGJ8—2007 建筑变形测量规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [6]百度百科: <http://baike.baidu.com/view/757985.htm>.
- [7]吕舟. 中国文化遗产保护三十年[J]. 建筑学报, 2010(12): 1-3.
- [8]陈嵘. 苏州云岩寺塔维修加固工程报告[M]. 北京: 文物出版社, 2008: 92-107.
- [9]李世温, 王晋生. 应县木塔抗震性能研究[D]. 太原: 太原工业大学, 1996.
- [10]吴美萍, 朱光亚. 建筑遗产的预防性保护初探[J]. 建筑学报, 2010(6): 37-39.