

山东博物馆文物预防性保护工作实践与环境评估

李 晶

(山东博物馆, 山东济南, 250014)

摘要 文物预防性保护越来越受到文物工作者的重视。本文介绍了近几年山东博物馆在文物预防性保护方面的工作概况和具体实践,探讨了山东博物馆文物保存环境现状,评价了在文物保存环境方面存在的问题,并提出相关建议,为提高文物保护水平提供参考,同时为同行提供借鉴。

关键词 文物 预防性保护 实践 环境评估

1 山东博物馆“预防性保护”工作概况

文物“预防性保护”,就是采取有效的质量管理、监测、评估、调控等预防措施,抑制各种环境因素对文物的危害作用,努力使文物处于一个“稳定、洁净”的安全生存环境,尽可能阻止或延缓文物的物理和化学性质改变乃至最终劣化,达到长久保存文物的目的^[1]。

1930年,在意大利罗马召开的国际文物保护研讨会上首次提出“预防性保护”(preventive conservation)的概念。随着馆藏文物科技保护的观念发展,馆藏文物的预防性保护水平现已成为衡量博物馆文物收藏、保护能力的重要标准,文物保护理念从以抢救性保护修复、被动修复文物,向以预防性调控环境、主动保护防止文物劣化方面转变。

山东博物馆位于山东省济南市,成立于1954年,是新中国成立后建立的第一座省级综合性地志博物馆,收藏各类文物、标本24万余件,包含陶瓷器、金属器、玉器、石器、竹木漆器、丝织品、彩绘壁画、动物骨骼等各种门类,拥有众多国家珍贵文物。山东博物馆新馆于2011年建设完成并投入使用,主体建筑面积8.29万m²,库房面积5500m²,具有比较先进的文物保护修复设施,展厅、库房中央空调系统具有一定的环境调节作用,文物保护管理制度相对完善。但在文物保存环境监测、微环境调控、环境质量管理等方面仍有诸多不足。

为了更好地保护馆藏文物,弥补博物馆在环境监测、微环境控制、环境质量管理体系等诸多方面的不足,为馆藏文物提供“稳定、洁净”的保存环境,提高馆藏文物的预防性保护水平,山东博物馆于2014年委托上海博物馆(馆藏文物保存环境国家文物局重点科研基地)编制了《山东博物馆可移动文物预防性保护方案》,针对山东博物馆珍贵文物保存环境质量监测、调控等方面的工作提升提出了系统解决方案,经申报通过国家文物局和财政部评审,被批准列入2014年国家重点文物保护单位专项补助资金项目。针对山东博物馆馆藏文物保存环境状况,为了使该项目的预防性保护效果发挥最佳水平,经前期的调研及专家论证,山东博物馆决定利用该项目建立覆盖全馆的环境监测系

统，全面提升鲁王展厅（即10号展厅）文物保存微环境，形成山东博物馆环境质量管理体系。

2 山东博物馆“预防性保护”工作具体实践

2.1 环境监测方面

自2016年至今，山东博物馆建立了覆盖全馆展厅和文物库房区域的环境监测系统，包括建设监测站点软件平台、布设无线传感实时监测系统、定期检测和评估无线监测系统运行状况等，实现了对所有展厅、重点展柜以及所有库房文物保存环境质量的及时感知和反馈，同时建成了负责监测、检测全馆文物保存环境的“馆藏文物保存环境监控中心”。

无线传感实时监测系统包括监测层、通用传感数据采集器、多接口数据转发网关、传感数据采集服务系统和文物监测感知数据共享服务平台，分别对微环境（温湿度、CO₂浓度）等要素进行监测^[2]。对于自然气象环境及空气污染状况等监测，主要采用的设备包括前端各类信息传感监测采集装置，如自动气象站、各类温湿度传感器、CO₂浓度传感器等设备。无线监测系统网络数据传输图如图1所示。

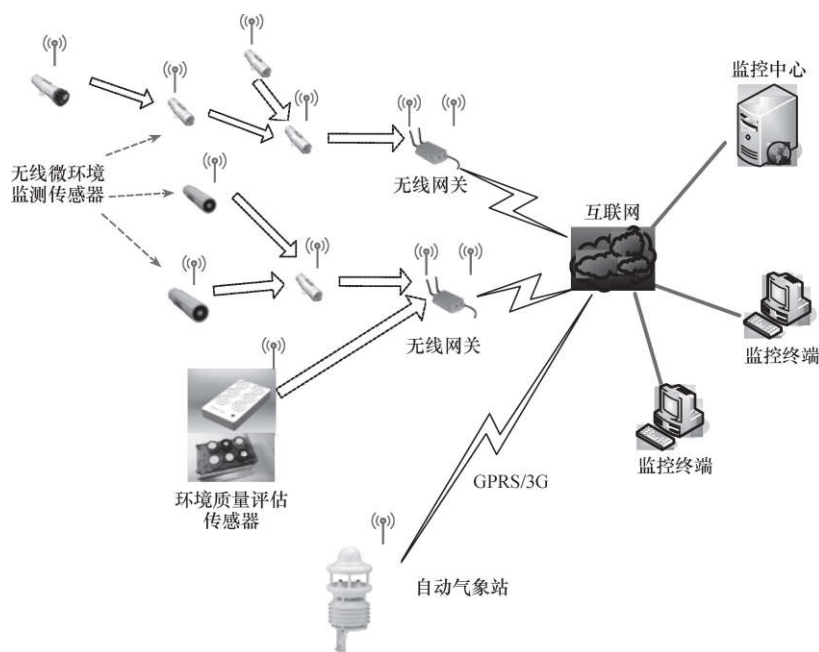


图1 无线监测系统网络数据传输图

通过分析山东博物馆文物展厅、库房的实际布局和保存文物状况，测试室内无线网络传输条件，分析珍贵文物和环境敏感文物环境监测的需求，山东博物馆采用了温湿度、二氧化碳、二氧化硫、有机挥发物（VOC）、光照强度、紫外线6种基本环境指标传感器，以及有机污染物、无机污染物和含硫污染物3种环境质量综合评估传感器作为无线传感环境监测终端。针对不同文物的材质和需求，合理使用数量有限的监测终端，科学布设网关、中继和监测终端，确保库房和展厅环境监测系统无线网络信号全覆盖，保障重要文物的环境监测评估需求。同时设立小型气象

站，对室外温湿度、光照、风速、风向、降雨量等环境因素进行监测。部分展厅、库房布设点如图2和图3所示。

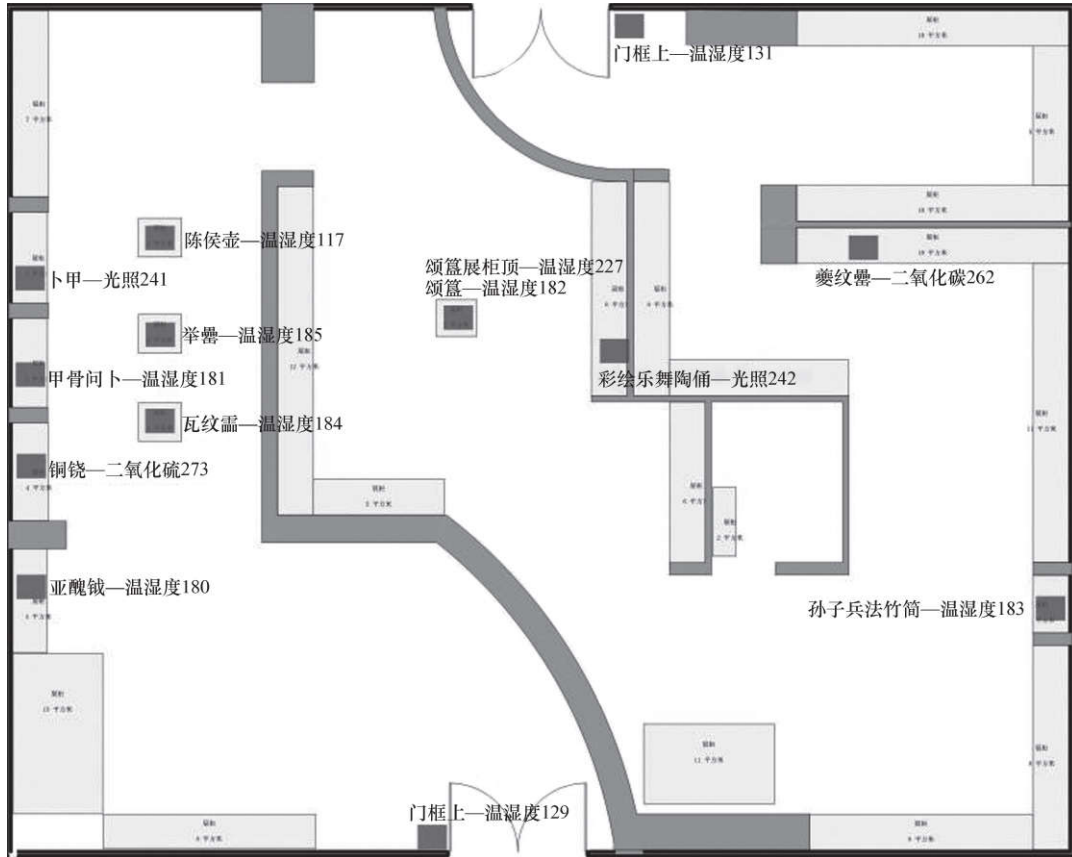


图2 山东博物馆二层7展厅环境监测点分布图

山东博物馆“馆藏文物保存环境监控中心”的工作人员，通过山东博物馆文物保存环境监测系统平台软件，随时查看各文物保存环境监测点的状况，以图表或文字形式进行环境质量分析，定期出具环境监测报告，在出现异常情况时向相关部门进行反馈，及时干预，做好预控。

作为无线环境监控系统的补充，山东博物馆还采用离线环境检测系统用于非固定位置的临时检测、监控，延伸了环境监测的范围。该离线环境监测系统主要包括便携式ppb级VOC检测仪、便携式甲醛检测仪、便携式温湿度检测仪、温湿度记录仪、二氧化碳检测仪、光照检测仪、红外检测仪等离线式设备。

各类监控终端及离线设备的检测准确度会随着使用而发生偏移，为了确保设备的检测准备性，山东博物馆配备了冷镜式精密露点仪及恒温恒湿温湿度检定箱，作为仪器校正系统，定期对各类检测设备精准校正。

通过项目的实施，现有监测系统基本满足了博物馆管理人员日常的环境参数采集需要，对于探索研究文物最佳保存环境，制定文物保护措施，控制文物保存环境，研究文物保存环境“稳定、洁净”的目的有一定理论数据支撑。

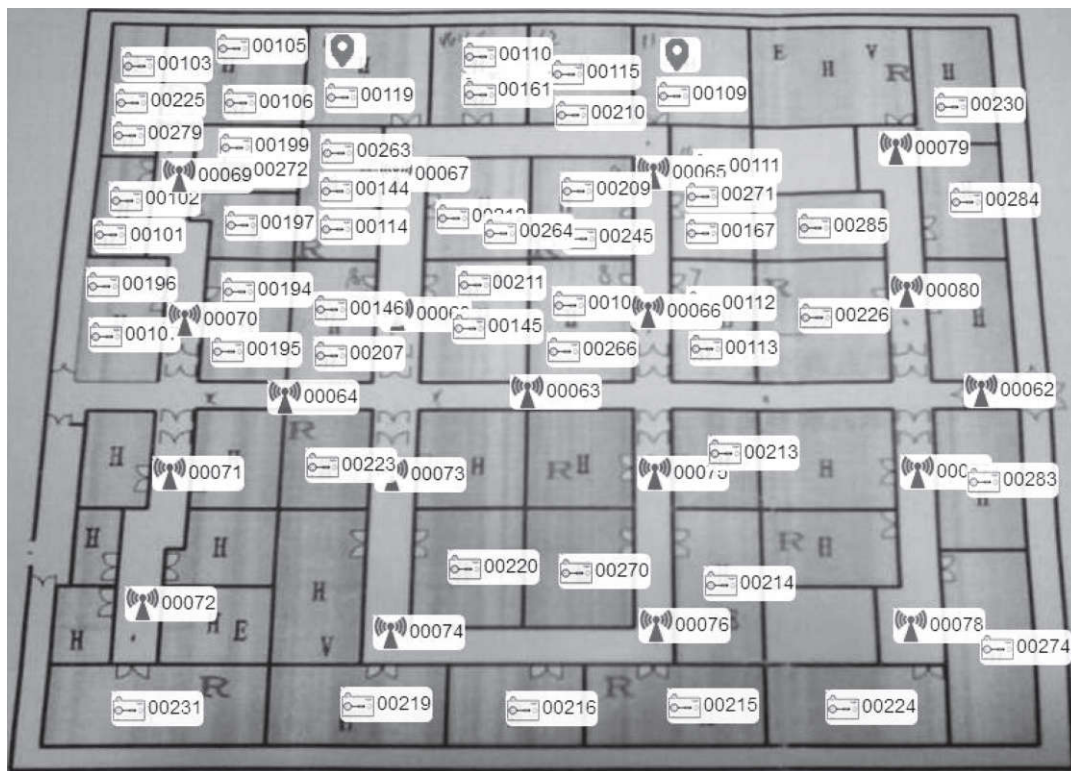


图3 山东博物馆负一层文物库房环境监测点分布图

2.2 微环境调控方面

根据国家文物局批复方案要求及资金数额,经多方论证,山东博物馆选择珍贵文物数量较多且对环境敏感型文物较集中的鲁王展厅(即10号展厅)作为此次文物预防性保护项目环境调控的重点对象。

鲁王展厅面积为894m²,厅内主要展出鲁王朱檀墓出土的稀世奇珍的文物,包括鲁王墓木俑、服饰、书画、冠冕等珍贵文物。该展厅采用的是人工环境的常规舒适性中央空调系统,仅能满足文物保存所需大环境的基本加热与降温功能,缺乏展厅大环境恒温恒湿需求的调节措施和功能,无法满足文物保存环境的根本需要。

经现场勘察,10号展厅展柜密封不严密,内部连接处密封深化处理不到位,展柜无法达到恒湿密闭要求;部分展柜采用卤素灯具照明,展柜顶部温度较高,间接影响展柜内部湿度的变化,且卤素灯含有波长较短的紫外线波长,不利于纸质文物和纤维类文物保护;原展厅展柜采用电子式恒湿机,利用温差原理进行除湿,除湿效率不高。

为了满足展柜内不同材质重点文物对保存环境温湿度的差异化需求,对重点文物展柜采用更换照明灯具、密闭性改造、增加恒湿设备的方法,改善展柜内文物保存的微环境,同时配备展厅用加湿设备,对展厅小环境进行控制。

将原有卤素灯全部更换成光纤灯和LED灯,严格控制光照强度,避免展柜内照明设施损害文



图4 山东博物馆10展厅展柜内恒湿模块示意图

物。在原展柜基础上进行密闭性改造，展板背面全部覆铝膜处理，对尺寸误差较大的展柜更换零件重新安装，展柜玻璃门重新更换进口硅胶密封条，保证开启部位密封。对所有改造展柜在合理位置预留恒湿口，加装恒湿模块（图4），恒湿设备选用湿膜加湿和水蒸气平衡法除湿两套系统的恒湿模块，使用环境0~40℃，控制湿度35%~65%，微电脑控制，内置杀菌净化系统。部分恒湿模块配置无水模块，在展厅湿度不低于35%环境下可自动吸收空气中水分，存储于无水模块内，用于给

恒湿模块供水，无水模块内配置净化系统、杀菌系统及水位探测器。

由于济南四季气候变化明显，夏季湿热，冬季干冷，夏季雨季时湿度在75%左右，冬季湿度最低可达15%（图5）。山东博物馆展厅内控湿设备能力有限，文物保存环境温湿度波动非常大，尤其在冬季空调开启后展厅内环境更加干燥，在展厅内加装加湿机，根据展厅空间确定加湿机的合理位置（图6），可以增加展厅内湿度，对展厅大环境进行有效的湿度控制，同时也为展柜内恒湿机无水模块提供了环境湿度保证。

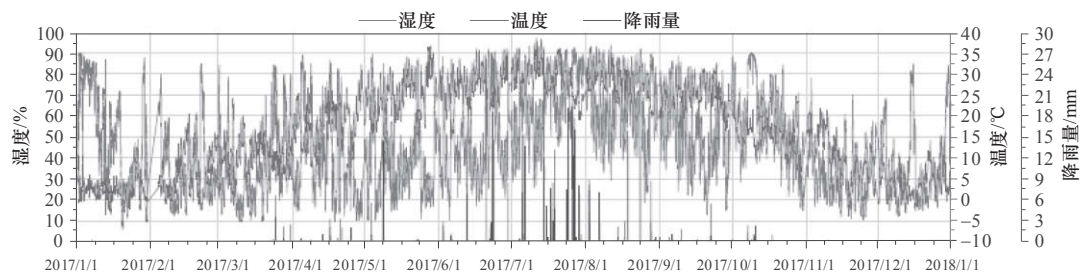


图5 山东博物馆室外气象站温湿度及降雨量（2017年）

10号展厅经过微环境调控，根据展柜内文物材质设置每个展柜的控制湿度，展柜湿度整体控制在45%~60%，浮动范围不超过5%，控制效果较好，为文物提供了安全、稳定的保存展示环境。个别展柜湿度监测曲线如图7所示。

2.3 环境质量管理体系建设方面

博物馆文物保存环境预防性保护，不仅限于技术设施建设，更需要管理体系的运行配合。山东博物馆借助该项目的实施，以文物保存环境的“稳定、洁净”为控制目标，将文物保存环境监测和调

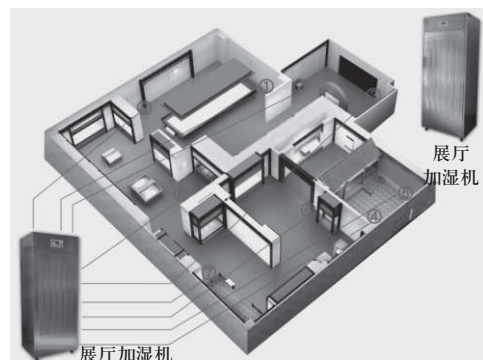


图6 山东博物馆10展厅加湿设备分布图

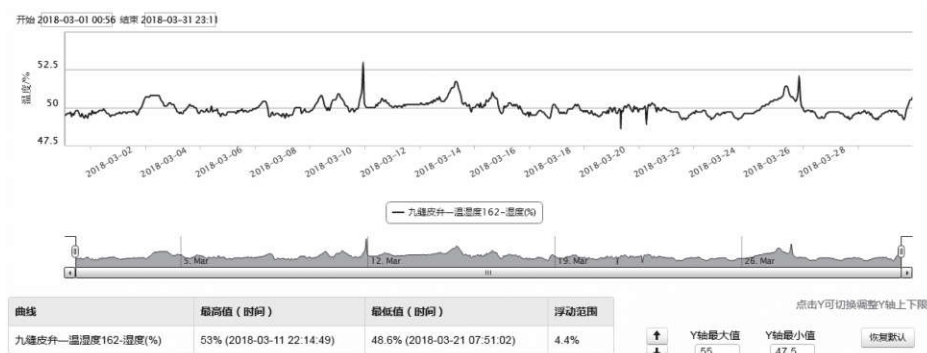


图7 山东博物馆10展厅九缝皮弁展柜湿度监测曲线

控作为一种日常管理工作的，按照计划、执行、检查、反馈的动态循环管理模式，探索建立博物馆环境质量管理体系及风险评估体系。通过管理程序、规章制度等不断地完善，全面提升文物预防性保护的科学技术水平和能力，使文物预防性保护的理念、意识深入人心，让文物的预防性保护成为一种普通的博物馆意识、文化。

山东博物馆馆藏文物环境质量管理体系主要任务就是对文物本体及其保存环境进行管理监督、定期检查、汇总分析、提出建议、研究对策和及时处理，确保文物保存环境的“稳定、洁净”，保证馆藏文物安全。根据该项目预防性保护具体实施情况，按照《博物馆藏品保存环境试行规范》，结合山东博物馆管理方式及文保部人员配置，对相关部室及个人定职、定岗、定责，明确分工，制定《馆藏文物预防性保护管理办法》，清晰管理程序和标准。

3 山东博物馆文物保存环境监测结果与建议

3.1 监测结果

济南四季气候变化明显，夏季湿热，冬季干冷，由安置在山东博物馆室外的小型气象站监测的2017年全年的温湿度和降雨量（图5）可知，2017年度室外温度为-7~38.6℃，波动范围为45.6℃；湿度为9.8%~93.2%，波动范围为83.4%；第二三季度降水较多，最大降雨量出现在7月，为24.3mm。

山东博物馆展厅、库房内控湿设备能力有限，文物保存环境温湿度会随着室外温湿度的变化而发生波动，产生夏季湿度偏高、冬季湿度偏低的情况，从时间上看，1~3月和12月湿度在一年之中最低，基本在30%以下，7、8月湿度最高，基本在70%以上。由于库房相对封闭，库房总体温湿度比展厅稳定。2017年库房监测所得平均湿度为52.6%，日波动为1.09%；平均温度为21.66℃，温度标准差为1.43℃，日波动为0.18℃。各展厅湿度均较稳定，日波动除个别展柜外均达标（湿度日波动<5%）。馆内温度普遍在16~30℃之间，虽有空调进行调控，但温度整体较高，文物要求的温度标准为（18~22）±2℃，建议适当调低空调温度。温度日波动均较小，较稳定。

库房和一层展厅光照含量基本达标。二层6展厅骨角牙雕、二层7展厅彩绘乐舞陶俑、二层8展厅男侍俑、戴风帽胡俑、二层10展厅仪仗俑群光照强度基本在300lx左右，超标较多。一层展厅紫

外含量基本达标, 二层展厅紫外稍高, 在 $0.5 \sim 1.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 之间。

各监测区域有机挥发物(VOC)污染严重, VOC平均值多在1000ppb左右, 二层8展厅和三层16展厅污染稍小。二氧化硫只在二层7展厅监测到, 平均含量为39ppb, 超出4ppb。库房二氧化碳始终达标, 展厅偶有超出1000ppm。

3.2 建议

根据监测数据分析结果, 提出以下建议:

(1) 适当调低空调温度, 使展柜内温度保持在 $(18 \sim 22) \pm 2^\circ\text{C}$ 。对于1~3月和12月供暖时期湿度低, 7、8月湿度高, 湿度全年波动大的情况, 建议开启加湿机、除湿机对展厅、库房大环境进行调控, 同时对不密封的展柜进行密封改造, 安装恒温恒湿机、放置调湿剂等, 进行柜内微环境调控。

(2) 调低光敏感型展品展柜的光照强度, 减少照射时间, 防止光照紫外对文物的损害。

(3) 加强库房和展厅通风和换气处理, 净化空气质量, 在有机挥发物和二氧化硫监测污染严重的展柜内放置活性炭等吸附剂, 同时控制参观人流量, 避免二氧化碳含量过高。

结 语

文物的预防性保护是一项长期工作, 山东博物馆从2015年开始开展此项工作, 建立了较完善的环境监测系统, 环境调控做了部分尝试, 取得了一些成绩, 但是全馆库房、展厅的文物保存环境现状还存在很多问题, 需要进一步改善, 只有在治理和控制好文物保存环境方面作出长期不懈的努力, 不断加强预防性保护, 才能使中华民族的宝贵物质文化遗产得到科学保护。

参 考 文 献

- [1] 黄河, 吴来明. 馆藏文物保存环境研究的发展与现状 [J]. 文物保护与考古科学, 2012, 24 (增刊): 13-19.
- [2] 张晋平. 环境监测控制技术 [M]. 北京: 中国环境出版社, 2013.