

博物馆纸质文物库房环境监测与控制

陈潇俐 张金萍

(南京博物院, 南京 210016)

摘要: 通过对纸质文物库房环境的监测与控制, 可以延缓纸质文物的自然蜕变, 延长其使用寿命。纸质文物库房环境监控是当前博物馆环境的一项重要课题。本文结合实际, 从纸质文物库房的温湿度、光线、有害气体等方面进行分析, 并且提出相应的监测控制措施和建议。

关键词: 纸质文物 保存环境 监测 控制

纸质文物记录了历代社会各领域的文明成果, 包括中华先民的情感、思想、言行以及生产生活情况, 凝聚着中华民族的智慧成果, 体现着中华民族充沛的创造力。纸质文物留给我们的宝贵财富具有珍贵的史料价值和文物价值, 为中华文明的薪火相传发挥着重要作用, 是中华文明延续发展的历史见证, 也是人类文明的瑰宝。

纸质文物的载体是纸张, 纸张的造纸原料主要是植物纤维, 植物纤维容易受外界环境的影响而损坏; 纸张上的字迹也会在环境的影响下发生褪色、扩散等现象。纸质文物库房环境是纸质文物赖以生存的基础, 直接或间接地影响着纸质文物的寿命与价值。开展预防性保护研究, 监测、控制纸质文物库房的环境, 将有效减缓纸质文物因自然蜕变引起的损坏, 这也将是今后纸质文物保护发展的重要方向。

库房环境中引发纸质文物损坏的有害因素较多, 作用机制十分复杂, 主要是温度、湿度、光照和有害气体(如氮氧化物、硫化物等)等。通过对以上环境参数进行长期监测和控制, 建立长期的藏品环境参数数据库, 从大量的数据中揭示其变化规律, 采取有效措施进行纸质文物库房保存环境的改善工作。研究纸质文物与环境影响因素之间的关系, 创造最佳的纸质文物库房环境, 从而实现纸质文物的“预防性保护”。

1. 库房环境对纸质文物的影响

1.1 温、湿度

据研究表明, 环境温度过高或过低都对纸质文物保存不利。库房温度过高会加速纸质文物变黄、变脆, 也会使耐热性比较差的字迹发生扩散等现象。温度过低则会使纸张里的水分产生结冰, 致使它的内部结构遭到破坏, 使得强度下降。

湿度则是虫、微生物生长繁殖的必要条件, 较高的湿度条件(RH70%以上)最适宜它们的繁

衍,高湿还会促进空气中的有害气体、灰尘等对纸质文物纸张的破坏,并会加速纸质文物纸张纤维素的水解,使纸张强度下降,也会使耐水性较差的字迹洇化褪色。湿度太低会使纸张里的水分过度蒸发不能保持正常的含水量,将会使纤维内部的结构遭到破坏,纸张纤维就会变硬变脆,强度也必然下降。

1.2 光线

光辐射对纸质文物纤维素的破坏特征是使纤维素的铜氨溶液黏合度下降,并随之出现变脆、泛黄等明显的老化现象。在光辐射的作用下,纤维素的初始光化学反应是链断裂,并伴随产生多种化合物^[1]。光还会破坏纸张中的非纤维素,并会使一些字迹褪色。另外,纸张曝光后,即使在黑暗保藏,纸张仍然会变暗。所以,纸质文物库房环境需要进行防光,纸质文物最好储存在没有光的暗室里。

1.3 有害气体

有害气体主要是由于发电厂、工厂、民用商用的燃料燃烧和汽车尾气的排放产生的。工业革命以来,特别是“汽车时代”的到来使全球污染物急速增加。这些有害气体对纸质文物的保存很不利,需要进行有害气体的监测和控制。对纸质文物有影响的主要是具有酸性或氧化性的有害气体,如二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)、臭氧(O_3)、氯气(Cl_2)、盐酸(HCl)、乙酸(CH_3COOH)和甲醛(HCHO)等。

1.3.1 二氧化硫

二氧化硫对纸张的损坏是使纤维素中的糖苷键发生酸性水解,即发生了酸化。纸张吸附 SO_2 后,其酸度随之增高。特别是纸质文物边缘的酸度值最高,最易发黄发脆。在 $60\%\text{RH}\pm 10\%\text{RH}$ 条件下,以 $87\times 10^{-9}\text{SO}_2$ 浓度,1个星期就能明显测定出纸张上吸收二氧化硫增加的微克量。29个星期纸张上吸收二氧化硫的微克量已经大约是1个星期纸张上吸收二氧化硫的微克量的30倍。二氧化硫的吸附量随着时间的增加而增大^[2]。

1.3.2 二氧化氮

二氧化氮气体在空气中或物体的表面形成硝酸、亚硝酸、硝酸盐,致使纸张酸化受损,变黄变脆。

1.3.3 臭氧

O_3 作为强氧化剂,几乎破坏所有的有机物。它会打断所有具不饱和碳双键的有机物,使纸张纤维发生降解而脆化受损。

2. 纸质文物库房的环境监测

2.1 无线实时监测

对纸质文物库房环境参数进行实时监测是采用无线传感网络技术作为实时、动态信息采集的手

段, 结合太阳能技术、自动气象站技术等来构建纸质文物库房的环境、气象动态监测系统, 并保证所监测的环境参数准确、可靠、有效, 同时将监测采集的数据通过无线方式传输到数据处理中心。数据处理中心通过一系列的数据挖掘技术对采集到的数据进行处理, 并提供多种数据呈现方式, 如图形、报表等, 且提供实时数据及历史数据查询、分析功能, 并可根据用户预先设定的报警阈值进行报警等功能, 如图1所示。

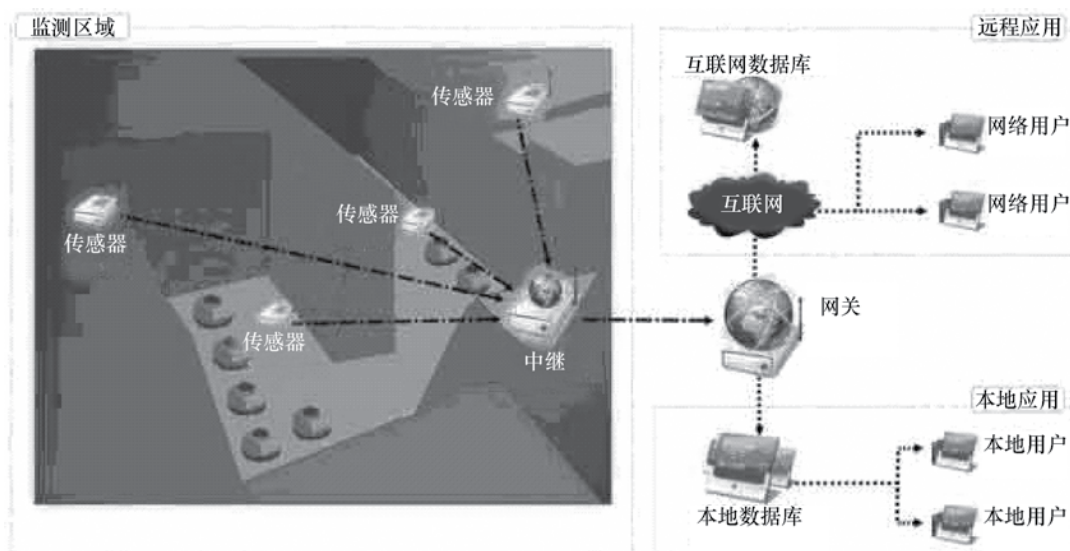


图1 无线传感网络技术示意图

无线实时监测主要是由传感器、中继和网关三部分组成。传感器模块由传感器、传感器驱动电路和传感器应用电路组成。传感器可以探测包括大气温湿度、大气二氧化碳浓度、总挥发性有机化合物含量、降尘、光照度及紫外线辐射强度、风速、风向等不同的环境参数；中继主要功能是转发传感节点采样的监测数据，并通过无线自组织网络传送至网关，也可通过一系列中继以实现更远距离的传输；网关主要功能为接收中继或数据采集点发送的监测数据，并转发至监测系统软件平台。

无线环境实时监测系统可以提供对纸质文物影响较大的一些环境参数，如库房环境的温湿度、二氧化碳浓度、总挥发性有机化合物含量、降尘、光照度及紫外线辐射强度、风速、风向等。

实时监测纸质文物库房环境系统是通过无线通信技术将监测参数传输到监测中心，以达到及时预警的目的，同时能保护所监测环境的全部监测数据通过实时监测环境，实现对异常保护环境的及时预警，第一时间提醒相关人员采取必要的保护和调节措施，有效地提高了纸质文物保护的效率。同时能及时地保护所采集的数据信息，并建立大容量的“环境历史数据库”，为保管员进行纸质文物保护方法研究提供了重要依据，并为保护措施的制定提供科学依据。

2.2 间接（反应）监测

无线实时监测是通过各种不同的感应器分类别进行主动监测，而多种研究结论表明，环境中的各种因素其实是具有相互协同作用的，因而全面地综合考虑各种环境因素的作用的间接反应监测会更全面准确。通过分析在特殊涂布铜、银和（或）金的试片探头上形成的不同腐蚀膜的种类和数量，可以得出被测环境中存在的所有具腐蚀能力的污染物的一般种类和浓度水平，以评价被测各环

境因素的破坏可能性。例如,普滤公司的环境反应监测仪可以连续性地监测腐蚀变化,计算腐蚀积累速率和腐蚀变化速率。它的敏感性很高,可以发现小于 1×10^{-9} 的浓度变化。这样,就可以在环境因素对纸质文物造成破坏以前采取合理的保护措施。同时它还可以提供温度、湿度的测定功能,温湿度会影响腐蚀反应的进行,也是保护环境中特别需要控制的两个主要参数。这个仪器可以独立工作,可以直接与中央电脑连接,也可与其他同类仪器构成监测网络。监测数据可以下载到电脑进行处理编辑和绘图。腐蚀水平、温湿度可以做到每分钟更新一次,这些数据可以建立环境腐蚀的数据库,为纸质文物保护提供全面而准确的评价^[3]。

3. 纸质文物库房环境控制措施

3.1 纸质文物库房温湿度的控制

首先,恒温恒湿空调系统可以对纸质文物库房的温湿度进行有效地调控。例如,武汉博物馆进行的一期环境改造工程针对二楼400m²文物库房,增添两台意大利制造的RC风冷热泵型恒温恒湿精密空调系统和华中科技大学设计安装的温湿度监测记录系统,对文物保存环境温、湿度调控效果显著;而未改造的文物库房和陈列展厅中温湿度随外界变化明显,尤其是下雨天湿度偏高^[4]。因此,在有条件安装并确保正常运行的情况下,恒温恒湿空调系统是纸质文物库房的理想首选方案。

其次,对纸质文物库房的门窗和墙壁做密闭性、保温性处理同样也能提高对温湿度的控制能力。

3.2 光线的控制



图2 纸质文物库房密集柜

现在很多博物馆、图书馆纸质文物库房采用密集柜(图2),这可以有效地对光线进行控制。纸质文物库房可采用含氧化铈和氧化钴玻璃的窗户,更具有良好的阻截紫外线的的能力。库房光源采用无紫外线照明方式,提看纸质文物时,可采用无紫外线的冷光源作照明。还可以采用一些有效的储藏设备,如木柜、木盒等。

3.3 有害气体的控制

一方面,在纸质文物库房门内安装走道式的风淋,这样有利于阻隔外界的废气、尘土及虫害侵入库房,又可确保库房区的恒温恒湿作用。没有经过消毒和清洁的纸质文物很可能隐藏着许多肉眼看不见的病菌或虫害,一旦库房的温湿度失控,达不到纸质文物所需的安全系数,这些纸质文物上的虫菌就容易繁殖生长,甚至蔓延发展,影响和损坏到其他的纸质文物,所以,为了妥善地保护纸质文物,新入库的纸质文物必须进行全面的消毒和清洁,这样才能确保库内的纸质文物绝对的安全。有条件的单位,纸质文物保存箱、橱架、囊盒等入库的物品都必须进行消毒处理,只有这样才能确保纸质文物的绝对安全。但消毒用的废气,一定要想方设法回收,不能让它随意渗漏,以防影响人身安全^[5]。

另一方面,要根据有害气体的监测数据进行控制,控制有害气体最有效和最经济的解决办法就

是采用气相过滤,即利用一种或多种的干式化学介质来除去污染气体。气相(干式)空气净化介质是空气净化系统的核心。按污染气体种类和浓度选择专用介质设计系统完成工作。干式过滤器一般使用两种介质:活性炭和活性氧化铝。根据不同污染物,使用不同的化学介质通过吸附、吸收和氧化反应的综合作用完成净化,如活性氧化铝介质经处理后可用于 H_2S 、 SO_2 、甲醛、NO等的净化;活性氧化铝和活性炭介质经处理后可用于 S_2O 、 NO_2 、 H_2S 、 O_3 等的净化^[6]。

4. 总 结

综上所述,监测及合理控制纸质文物库房环境将有效延缓纸质文物的自然蜕变,使其延年益寿。现对纸质文物库房环境监控提出如下6点建议。

(1) 完善监测体系。有条件的博物馆纸质文物库房应建立温湿度、光线、有害气体等参数的无线实时检测系统。对监测结果采取有针对性的控制措施。

(2) 实现有效控制。有条件的纸质文物库房应使用24h连续运行的恒温恒湿设备,使温度、湿度得到有效调控。

(3) 纸质文物库房光源应采用无紫外线的冷光源作照明。

(4) 在纸质文物库房的进风口安装空气过滤器,过滤尘埃和有害气体。房门内安装走道式的风淋,这样有利于阻隔外界的废气、尘土及虫害侵入库房,又可确保库房区的恒温恒湿作用。进入库房的工作人员要穿工作服和拖鞋,以防将灰尘及菌孢子带进。

(5) 由于当前的装饰装修材料、橱柜制作材料所散发的污染物对博物馆库房保存环境的影响作用突出,所以,对各种装修材料应进行筛选,尽可能使用无污染挥发或少污染物挥发的装饰材料,加强装修阶段的通风措施,防止产生新的污染源。新添置的木质橱柜,应进行消毒处理后再放入库房使用。

(6) 加强纸质文物保存小环境的科学监测和分析研究,探索一条具有中国特色的纸质文物保存环境之路。就纸质文物库房而言,对于纸质文物囊匣的小环境控制要较之于库房的大环境控制更容易些。如果库房采用恒温恒湿系统,除一次性设备投入经费外,常年运行成本是比较高的。因此,加强纸质文物囊匣、储藏柜以及防虫防霉剂、无酸包装纸等的研究也是今后纸质文物库房保存环境的一个研究方向。

参 考 文 献

- [1] 郭宏. 文物保存环境概论. 北京: 科学出版社, 2001: 102.
- [2] Williams L E. Exposure of deacidified and untreated paper to ambient levels of sulfur dioxide and nitrogen dioxide: nature and yield of reaction products. *J Am Inst Conserv*, 1992, 31: 199-212.
- [3] 解玉林, 顾旭. 博物馆、档案馆、图书馆被保护环境中气态污染物的检测与分级. *文物保护与考古科学*, 2002, 14卷增刊: 222.
- [4] 朱莉. 武汉博物馆文物保存环境监测评价报告结论分析及其思考. *文物保护与考古科学*, 2007, 19(1): 47.
- [5] 黄福康. 博物馆文物库房标准的探讨. *文物保护与考古科学*, 2002, 14卷增刊: 198.
- [6] 解玉林. 上海博物馆书画陈列馆环境监测与治理. *文物保护与考古科学*, 2002, 14卷增刊: 215.