

# 文物库房温湿度智能调控与环境管理策略

许俊华

衡东县文化遗产事务中心, 湖南省衡阳市, 430400;

**摘要:** 文物作为历史文化的重要载体, 其保存状况至关重要。文物库房的温湿度环境对文物的长期保存有着深远影响。本文聚焦于文物库房温湿度的智能调控与环境管理策略, 分析了温湿度变化对不同材质文物的损害以及适宜温湿度范围的重要性。详细阐述了温湿度监测系统、智能调控设备和智能调控算法与模型等智能调控技术。同时, 探讨了文物库房环境管理面临的外部环境因素、设备维护与管理以及人员管理与培训等挑战。并提出了制定科学标准、建立监测预警机制、优化库房布局结构、加强设备管理维护和提高人员素质等环境管理策略。旨在为文物库房的科学管理提供参考, 以更好地保护珍贵文物。

**关键词:** 文物库房; 温湿度; 智能调控; 环境管理

**DOI:** 10.64216/3080-1516.25.04.049

## 引言

文物是承载人类文明记忆与智慧的不可再生资源, 其安全与寿命和文物库房环境紧密相关。温湿度作为库房环境核心要素, 细微波动都可能损害文物。随着科技发展, 智能调控技术为温湿度管理带来机遇。当下, 借助智能手段实现温湿度精准调控, 构建科学环境管理策略, 是文物保护领域急需攻克的难题。

## 1 文物库房温湿度对文物保存的影响

### 1.1 温湿度变化对不同材质文物的损害

不同材质文物对温湿度敏感度差异显著。纸质文物在高湿度环境下, 纤维素吸水膨胀, 强度骤降, 易变形发霉, 霉菌滋生形成菌斑, 腐蚀纤维, 破坏可读性与完整性; 低湿度时, 纸张水分散失, 变得干燥脆裂。金属文物遇高湿, 在氧气与污染物协同作用下, 加速氧化腐蚀, 锈层增厚致使结构疏松、变形, 如青铜器产生的“粉状锈”, 腐蚀性极强, 可致文物完全损毁。陶瓷文物虽相对稳定, 但温湿度剧烈波动仍会造成损害, 温度突变易使表面开裂, 湿度变化影响内部结构, 高湿吸水后干燥不均, 会引发表面剥落、开裂。纺织品文物对温湿度极为敏感, 高湿导致纤维受潮腐烂、变色, 弹性丧失易断裂; 低湿则使其干燥僵硬, 失去柔韧性与光泽。

### 1.2 适宜温湿度范围对文物保护的重要性

适宜温湿度是文物保护的关键要素, 可有效延缓文物老化, 延长保存期限。对纸质文物, 合适湿度能维持纸张纤维稳定, 降低变形霉变风险; 金属文物在恰当湿度下, 可减缓腐蚀, 保护外观与结构。适宜温度有助于维持文物物理化学平衡, 各材质文物均有特定温度区间,

在此范围内性能稳定, 如书画文物温度不当会加速颜料褪色与纸张老化。此外, 稳定的温湿度环境能避免不同材质文物间相互影响, 防止因温湿度波动致使文物释放有害物质, 保障库房内所有文物的安全, 为文物长期保存创造良好环境。

## 2 文物库房温湿度智能调控技术

### 2.1 温湿度监测系统

温湿度监测系统是智能调控的基石, 通过在库房合理布设高精度、高可靠性的传感器, 实时精准采集各区域温湿度数据。数据经有线或无线传输至采集器, 再上传监控中心, 由专用软件实现数据的实时展示、存储与分析, 工作人员可借此掌握温湿度变化趋势。系统具备异常报警功能, 当监测数据超出预设阈值时, 自动触发警报, 提醒人员及时处置。同时, 其对历史数据的统计分析, 能为后续环境管理与调控策略制定提供有力依据。

### 2.2 智能调控设备

智能调控设备是实现温湿度精准控制的核心, 涵盖空调、除湿机、加湿器等。设备搭载智能控制系统, 可依据监测系统反馈数据自动调节运行状态。空调通过精准控温, 维持库房温度适宜, 部分智能空调还支持分区个性化调节; 除湿机与加湿器则联动监测系统, 湿度超标时除湿, 不足时加湿。此外, 先进设备支持远程操控, 工作人员可通过手机、电脑等终端, 远程监控设备运行并处理温湿度异常, 保障调控及时性。

### 2.3 智能调控算法与模型

智能调控算法与模型是精准调控的技术核心。模糊控制算法基于模糊逻辑, 能处理不确定性信息, 依据温

湿度变化和预设规则,自动微调设备参数,避免温湿度大幅波动;PID控制算法通过比例、积分、微分计算误差,精准调整设备输出,稳定性与响应速度俱佳<sup>[1]</sup>。此外,借助历史数据与机器学习构建的温湿度预测模型,可预判变化趋势,促使调控设备提前运作,确保库房温湿度持续稳定在适宜区间。

### 3 文物库房环境管理面临的挑战

#### 3.1 外部环境因素的影响

文物库房的外部环境因素对库房内的温湿度有着重要影响。季节变化是一个显著的因素,不同季节的气温和湿度差异较大。在夏季,气温高、湿度大,容易导致库房内温湿度升高;而在冬季,气温低、湿度低,可能使库房内过于干燥。地理位置也会影响库房的外部环境。处于不同气候带的库房面临着不同的气候条件。例如,沿海地区的库房容易受到海洋气候的影响,空气湿度较大;而内陆干旱地区的库房则面临着干燥的气候挑战。周边环境的建设和活动也可能对库房环境产生影响。如果库房周边有建筑工地、工厂等,可能会产生灰尘、废气等污染物,这些污染物可能会进入库房,影响文物的保存。同时,建筑工地的施工活动可能会引起震动,对文物造成潜在威胁。

#### 3.2 设备维护与管理

温湿度调控设备的正常运行是保证库房环境稳定的关键。然而,设备在长期运行过程中会出现磨损、老化等问题,如果不及时进行维护和管理,设备的性能会下降,甚至出现故障,导致温湿度调控失效,设备的维护需要专业的技术人员和完善的维护计划。定期对设备进行清洁、检查和校准是必不可少的<sup>[2]</sup>。例如,温湿度传感器需要定期校准,以确保其测量数据的准确性;空调、除湿机等设备需要定期清洗滤网,以保证其通风效果和制冷、除湿效率。此外,设备的更新换代也是一个问题。随着科技的不断发展,新的温湿度调控设备不断涌现,其性能和效率都有了很大提高。文物库房需要根据实际情况及时更新设备,以提高温湿度调控的水平。

#### 3.3 人员管理与培训

文物库房的环境管理离不开专业的人员。然而,目前一些库房存在人员素质参差不齐的问题。部分工作人员对文物保护的重要性认识不足,缺乏温湿度调控和环境管理的专业知识。人员的管理和培训是提高环境管理水平的关键。需要建立完善的人员管理制度,明确工作人员的职责和 workflow。同时,要加强对工作人员的培

训,提高他们的专业技能和业务水平。培训内容应包括温湿度监测系统的操作、智能调控设备的使用、环境管理策略的制定等方面。人员的责任心和工作态度也会影响环境管理的效果。工作人员需要时刻关注库房内的温湿度变化情况,及时处理异常情况。因此,需要加强对工作人员的职业道德教育,提高他们的责任心和敬业精神。

### 4 文物库房环境管理策略

#### 4.1 制定科学的温湿度标准

制定科学的温湿度标准是文物库房环境管理的基础。不同类型的文物对温湿度的要求不同,需要根据文物的材质、年代、保存状况等因素制定个性化的温湿度标准。对于纸质文物,一般建议温度控制在 $14^{\circ}\text{C}$ - $20^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度控制在40%-60%。这样的温湿度范围可以有效地减少纸张的变形、霉变和老化。对于金属文物,温度应保持在 $15^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度控制在30%-50%,以降低金属的腐蚀速率。陶瓷文物的温湿度标准可以相对宽松一些,温度在 $10^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度在30%-70%之间较为适宜。纺织品文物则需要更加严格的温湿度控制,温度一般在 $18^{\circ}\text{C}$ - $22^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度在45%-55%。在制定标准时,还需要考虑库房的实际情况和外部环境因素。可以参考国内外相关的文物保护标准和研究成果,并结合库房的地理位置、建筑结构等因素进行调整。

#### 4.2 建立完善的监测与预警机制

建立完善的监测与预警机制是及时发现和处理温湿度异常情况的重要保障。温湿度监测系统应实现全方位、实时监测,确保能够准确获取库房内各个区域的温湿度数据。监测数据应进行实时分析和处理,一旦发现温湿度数据超出预设的范围,系统应立即发出警报。警报方式可以包括声光报警、短信报警、邮件报警等,确保工作人员能够及时得知异常情况。同时,应建立历史数据数据库,对温湿度数据进行长期保存和分析。通过对历史数据的挖掘,可以了解温湿度的变化规律,为环境管理策略的调整提供依据。

#### 4.3 优化库房布局与结构

库房的布局与结构对温湿度的分布和调控有着重要影响。合理的库房布局可以使温湿度更加均匀,减少局部温湿度差异。库房应根据文物的类型和保存要求进行分区设置。例如,将对温湿度要求相近的文物存放在同一区域,便于进行统一的温湿度调控。同时,库房内的通道应保持畅通,便于空气的流通和设备的操作。库

房的建筑结构也需要进行优化。采用良好的隔热、防潮材料可以减少外部环境对库房内温湿度的影响。例如,在库房的墙体和屋顶采用保温材料,能够有效地阻挡热量的传递;在地面和墙面采用防潮材料,可以防止地下水和湿气的渗透。此外,库房的门窗应具备良好的密封性,减少空气的泄漏。可以安装双层玻璃门窗,并采用密封胶条进行密封,提高库房的保温和防潮性能。

#### 4.4 加强设备管理与维护

加强设备管理与维护是保证温湿度调控设备正常运行的关键。应建立完善的设备管理制度,明确设备的采购、安装、使用、维护和报废等环节的要求<sup>[3]</sup>。定期对设备进行巡检和维护,及时发现设备的故障和隐患。对于温湿度传感器、空调、除湿机等关键设备,应制定详细的维护计划,按照计划进行定期维护和校准。同时,要建立设备档案,记录设备的运行情况、维护记录和维修历史<sup>[4]</sup>。通过对设备档案的分析,可以了解设备的性能变化趋势,为设备的更新和改造提供依据。为应对设备突发故障,需储备必要的设备配件,一旦设备出现故障,凭借充足配件及时更换,缩短维修时间,确保温湿度调控的连续性。

#### 4.5 提高人员素质与管理水平

提高人员素质与管理水平是文物库房环境管理的核心。应加强对工作人员的招聘和选拔,选拔具有相关专业知识和技能的人员从事库房管理工作。对现有工作人员进行定期的培训和考核,不断提高他们的专业水平和业务能力。培训内容可以包括文物保护知识、温湿度调控技术、环境管理策略等方面。建立健全的人员考核制度,将工作人员的工作绩效与薪酬、晋升等挂钩,激励工作人员积极工作。同时,要加强对工作人员的职业道德教育,提高他们的责任心和敬业精神<sup>[5]</sup>。还可以邀请国内外的专家学者进行讲学和指导,为工作人员提供学习和交流的机会,拓宽他们的视野和思路。

### 5 结论与展望

#### 5.1 研究成果总结

本文系统地研究了文物库房温湿度的智能调控与环境管理策略。分析了温湿度变化对不同材质文物的损害,明确了适宜温湿度范围对文物保护的重要性。详细阐述了温湿度监测系统、智能调控设备和智能调控算法与模型等智能调控技术。同时,探讨了文物库房环境管理面临的外部环境因素、设备维护与管理以及人员管理

与培训等挑战,并提出了相应的环境管理策略,包括制定科学标准、建立监测预警机制、优化库房布局结构、加强设备管理维护和提高人员素质等方面。这些研究成果为文物库房的科学管理提供了理论依据和实践指导。

#### 5.2 存在的问题与不足

虽然在文物库房温湿度智能调控与环境管理方面取得了一定的成果,但仍存在一些问题和不足。智能调控技术的应用还不够广泛和深入,部分算法和模型的准确性和可靠性还有待提高。在环境管理方面,一些库房的的管理机制还不够完善,工作人员的专业素质和管理水平还有待进一步提升。此外,对于一些特殊材质文物的温湿度要求和调控技术还需要进一步研究。

#### 5.3 未来发展方向

未来,随着科技的不断进步,文物库房温湿度智能调控与环境管理将朝着更加智能化、精细化和人性化的方向发展。智能调控技术将不断创新,新的传感器、调控设备和算法将不断涌现,实现对温湿度的更精准调控。在环境管理方面,将建立更加完善的管理体系,实现对库房环境的全方位、全过程管理。同时,将加强对工作人员的培训和教育,提高他们的综合素质和创新能力。

借助与其他学科的深度交叉融合,积极借鉴其他领域的先进技术和经验,也将为文物库房环境管理注入新动力。例如,利用物联网技术实现设备的互联互通和远程监控,借助大数据分析技术对温湿度数据进行深入挖掘和分析,为文物保护提供更科学的决策依据。

#### 参考文献

- [1]冉晶晶.文物保管环境对文物的影响及控制策略分析[J].文化产业,2023,(02):60-62.
- [2]罗桂丹.浅谈我国高职院校数字图书馆建设[J].黑龙江史志,2013,(21):200+202.
- [3]宋歌.浅谈文物库房管理及保护措施[J].收藏,2023,(04):150-152.
- [4]王全福.博物馆文物库房风险管理研究[J].中国博物馆,2023,(03):50-57.
- [5]张晓霞.基层博物馆文物库房的科学化管理研究[J].文化产业,2021,(05):112-113.

作者简介:许俊华,出生年月:1975年08月,性别:男,民族:汉,籍贯:湖南省衡东县,学历:(大学专科),职称:助理馆员,研究方向:文物保护与修复、文物保管。