

# 馆藏文物防霉纸生产设备的研制\*

郑冬青<sup>1</sup> 周健林<sup>1</sup> 薛宏涛<sup>1</sup> 何子晨<sup>1</sup> 温建华<sup>2</sup>

(1. 南京博物院, 南京 210016; 2. 南京澳润微波科技有限公司, 南京 210041)

**摘要:** 馆藏有机类文物由于材质比较脆弱, 易受环境因素影响遭受霉菌侵害。馆藏文物霉菌防治目前常用的方法是控制保存环境的温湿度和投放防霉剂, 这两种方法都有一定的局限性, 针对这种情况, 南京博物院开展了馆藏文物防霉纸的研制工作。为提高产量, 联合有关企业开展了防霉纸专用生产设备的研制。目前设备已设计完成, 预计可大大提高防霉纸的生产效率。

**关键词:** 生产设备 防霉纸 有机类文物 构成 结构特点

## 1. 前 言

中国有着五千多年的文明史, 我们的祖先在改造自然、改造社会的长期实践中, 遗存下来大量的历史文化遗产。目前全国各文博收藏机构中收藏了大量的文物, 按其材质主要可分为有机类文物和无机类文物。

馆藏文物历经岁月的洗礼, 在各种内因和外因的综合影响下, 会产生各种病害。特别是有机类文物由于其材质比较脆弱, 受环境影响, 容易发生虫霉等病害。尤其在南方高温高湿地区, 文物遭受霉菌等侵害的现象时有发生。

文物发生霉变是其物理性能下降的一个不可逆转的破坏过程, 其发生需具备三个条件: 首先必须有微生物存在, 其次必须有供微生物所需的营养物质, 第三是有适宜的环境, 主要指温湿度、pH及其他因素(如不含毒杀微生物的物质)。

微生物的分布极其广泛, 自然界中无处不在。微生物的营养来源比高等生物更为广泛, 所有有机类文物都可被微生物当做营养源。霉菌由于能长出菌丝, 伸展至较大区域寻求水分, 因而在相对湿度高于70%时即可获得良好的生长。不适宜的温湿度对微生物的生长发育不利, 但它们不会死亡, 而是大都处于休眠状态, 一旦条件合适, 又将生长发育<sup>[1]</sup>。因此, 霉菌的防治一直是馆藏有机类文物面临的一大问题。

---

\* 基金项目: 南京博物院2011年度院课题“文物库房装具系列研究制作——防霉纸”资助。

## 2. 馆藏文物防霉纸的研制

馆藏文物霉菌防治目前常用的方法是控制保存环境的温湿度和投放防霉药剂，但是大量中小博物馆没有足够的财力来支撑精密温湿度控制设备的购置和运转费用，防霉药剂使用不当也会对保管员和人体造成危害，因此南方地区的很多中小博物馆面临着两难的境地。

针对这种情况，南京博物院于2010年开展文物库房装具系列方面的研究，并于2011年先期启动了馆藏文物防霉纸的研制工作，拟通过在文物上覆盖或包裹防霉纸的辅助途径保证防霉效果。此外，文物在临时存放或运输过程中环境密闭性较差时，防霉纸也是一种较为有效的预防性保护手段。

馆藏文物防霉纸的研究主要包括防霉剂的筛选、载体纸张的筛选和防霉纸制作工艺等三方面的研究。防霉剂的筛选从安全角度出发选用几种经过各文博单位长期实际使用且效果良好的成熟产品，经对比筛选实验选出适宜的防霉剂和使用浓度。防霉纸产品类型有包裹纸、夹衬纸和包装袋等形式（图1），载体纸张根据不同产品形式选择适合的手工纸。

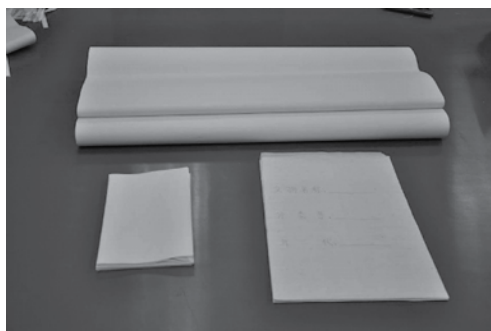


图1 三种产品形式（包裹纸、夹衬纸和包装袋）

防霉纸制作工艺选用浸渍法，该方法最为常见且应用广泛，因为纸张为多孔性结构，吸液性能好，能把液体防霉剂吸附保存在纸张中。将纸张整理好后放在容器底部，倒入配制好的防霉剂溶液，没过纸张，使纸张浸没其中并充分吸收液体，浸泡一段时间后取出晾干即可制得防霉纸。

## 3. 馆藏文物防霉纸生产设备的研制

馆藏文物防霉纸试制阶段没有专用生产设备，借用了现有的一个不锈钢槽，生产效率很低，为此联合了有关企业开展了防霉纸专用生产设备的研制工作。防霉纸生产工艺还是选择浸渍法，为提高效率引入了真空浸渍系统。研究的生产设备具有浸渍效率高、浸渍均匀等特点，同时考虑到对被浸渍纸张的安全性，针对纸张浸渍的特点，在浸泡箱结构方面进行了优化设计，确保浸渍过程的安全。

### 3.1 真空浸渍技术的原理

真空浸渍技术（vacuum impregnation, VI）是将真空技术引入传统浸渍过程的一种新技术。真空浸渍技术利用了由压差引起的水动力学（HDM）机理和变形松弛现象（DRP）来提高浸渍效率，使得浸渍过程得以较快完成<sup>[2]</sup>。真空浸渍技术原理是润湿机理、毛细现象与吸附作用三方面综合作用的结果<sup>[3]</sup>，是在真空条件下，通过负压作用等将浸渍剂浸渍到其他固体物质中，以达到改善固体物质的材料性能或满足某种特定要求的工艺技术。

真空浸渍时将纸张放入密闭容器内，抽真空促进物料内部气体膨胀和逸出；然后将压力恢复到大气压，因为压缩使得泡孔中的气体体积减小，接着外部液体流入多孔结构。在VI处理中，因为纸张内部气体的膨胀或压缩，使得外部液体流入纸张结构中。真空机制的作用使浸渍介质和浸渍物质

形成新的体系平衡状态。这种状态提高了纸张在浸渍介质表层建立的初始浓度，强化了浓度梯度的作用，降低物质迁移运动的阻力，改善了浸渍介质中的扩散条件。VI浸渍效果主要由VI溶液浓度、真空下压力、浸渍时间、复压时间、搅动条件及溶液/物料比等因素影响。

### 3.2 设备的主要构成

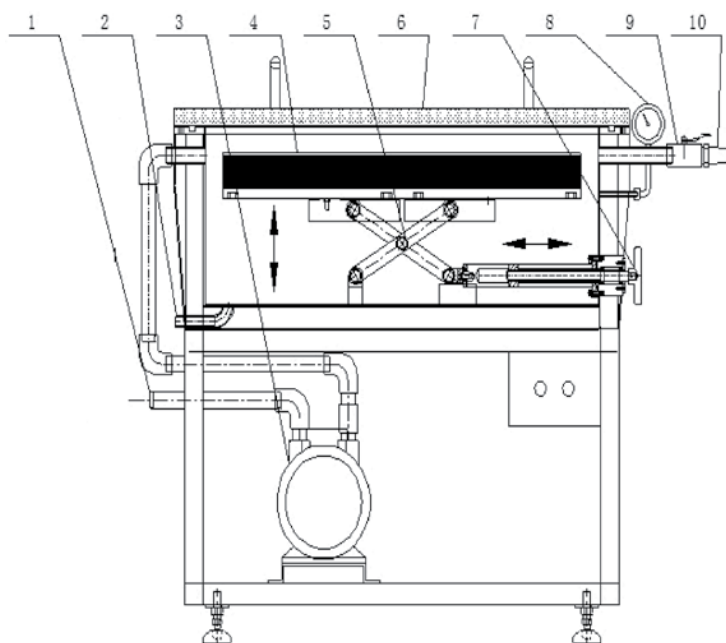


图2 设备正视图结构

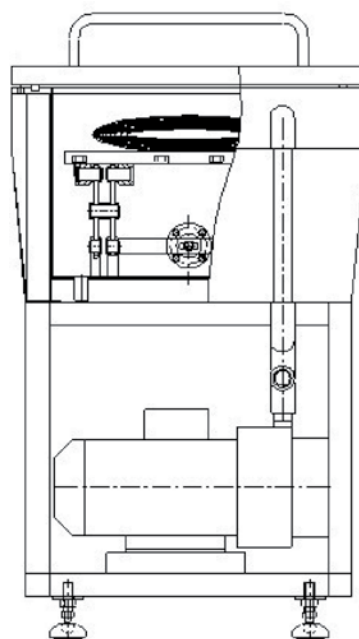


图3 设备侧视图结构

1. 真空泵出水口；2. 浸泡液排液口；3. 真空泵；4. 待处理纸张；5. 纸张浸泡升降机构；6. 真空浸泡箱透明盖；7. 升降平台手柄；8. 真空计；  
9. 真空放气及真空度调节阀；10. 消音器

本设备主要由真空浸泡箱、真空系统和控制系统三部分构成，设备结构如图2和图3所示。

#### 3.2.1 真空浸泡箱

真空浸泡箱采用304不锈钢制作，具有很好耐腐蚀性，且具有较好气密性，能够满足更高的真空度要求。真空浸泡箱内安装了升降平台，待浸泡纸张放置在平台上，并有相应的夹具固定。此平台可通过浸泡箱右侧的手柄来调节高度，能够满足待浸泡纸张完全浸入浸泡液中，也能满足纸张完全离开浸泡液。为了方便观察，真空浸泡箱盖采用透明有机玻璃制作，能清楚观察纸张在浸泡液中的状态。在真空浸泡箱底部设计了出液口，方便浸泡液的排出，同时方便对浸泡箱进行清洗。

#### 3.2.2 真空系统

真空系统由不锈钢水环真空泵、止回阀、连接管件、气体流量计、调节阀和消音器等构成，可实现浸泡箱真空的维持、调节。其中止回阀可以避免水环泵的循环水倒流水浸泡箱。气体流量计的

作用是可了解破真空时气体流量的大小, 从而根据工艺要求, 可随时通过调节阀来控制气体流量。

### 3.2.3 控制系统

控制系统主要实现对真空泵运行的控制和保护。

## 3.3 设备的结构特点

### 3.3.1 升降平台

采用升降平台后, 可保证开始抽真空时, 由于纸张还没有浸泡到浸泡液中, 这样真空的作用可以直接促进纸张内部气体膨胀和逸出, 从而抽除纸张内部的气体, 更有利于打通浸泡液渗透通道。

在浸泡完毕后, 将升降平台升起, 使纸张离开浸泡液, 这样在真空状态下就可滤掉过多的液体, 可大大减少后期干燥过程中的水分。

### 3.3.2 真空调节阀

采用真空调节阀可根据需要调节真空度; 而且也可根据工艺要求, 调节进气速度和抽气速度, 确保不会因气流而影响纸张浸泡质量和安全。

### 3.3.3 气体流量计

通过气体流量计可以了解气流的速度对浸泡工艺和纸张安全性的影响, 以便对各工艺过程进行有效控制。

## 4. 结 语

(1) 馆藏文物防霉纸的小试产品已试用一年多, 经历了高温高湿环境的考验, 效果良好。防霉纸产品的应用是南方潮湿环境下的中小型博物馆的一种物美价廉的保管辅助措施, 是一项具有实用意义的预防性保护产品。

(2) 研制的馆藏文物防霉纸专用生产设备采用了真空浸渍, 设备具有创新性。设备投产后可大大提高生产效率, 预计一次性可生产200张(四尺幅面)防霉纸, 可扩大应用范围。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 夏沧琪. 霉害纸质文物处理之探讨. 科学工艺博物馆编. 见: 纸於至善——纸质科技文物保存维护手册. 高雄: 科学工艺博物馆, 2003: 40-63.
- [ 2 ] 龚海辉, 谢晶, 张青, 等. 真空浸渍在果蔬加工中的应用. 食品工业科技, 2008, 29(5): 291-294.
- [ 3 ] 万明, 汪灵, 张湘辉, 等. 真空浸渍技术在材料加工制备中的应用. 广东微量元素科学, 2007, 14(1): 11-16.