

浅谈纸质文物的虫害治理

周玉世

摘要：本文论述了造纸技术的发展推动了世界科技、经济的发展，同时在漫长的岁月长河中大量纸质文物历经变迁流传至今，又极具重要的历史价值、科学价值和艺术价值。如何更好地保存下去？针对这个问题，本文介绍了一些古人对纸质文物有效的防虫经验：染纸避蠹法、吃味避蠹法等，同时简单介绍了现代防虫保护纸质文物的一些简单易行的方法，如物理法、化学法等。

关键词：纸质文物 蠹虫 保护技术

造纸是中国古代四大发明之一。早在东汉（25~220年）的蔡伦发明“蔡侯纸”之前，中国已经出现了纸的雏形。甘肃天水放马滩、新疆罗布泊和西安灞桥等地都出土过西汉的古纸，这些纸采用麻或丝絮为原料，制作粗糙，是迄今为止发现的最早的纸。时至公元2世纪，蔡伦改进造纸技术，制出优良的纸张，深受人们的欢迎和喜爱，造纸术很快推广到全国各地，纸成为竹简、木牍、缣帛的有力竞争者。从此，纸逐步取代了竹木简和帛，成为主要的书写材料，不仅在民间流通，而且成为官方文件的载体。公元3至4世纪，简牍和缣帛逐渐被历史所淘汰，纸成了我国最主要的书写材料，同时造纸术也不断得到改进，日趋完善。后来，我国发明的造纸术传遍了五大洲，大大促进了世界科学文化的传播和交流，深刻地影响着世界历史的进程。造纸术的发明，不仅是书籍制作材料上的伟大变革，而且在人类文明史上具有划时代的伟大意义。正是造纸的发明与传播，使文字的载体成本得到了大幅度的下降，知识在平民中的普及得以实现，从而极大地推动了世界科技、经济的发展。正如英国科学家弗兰西斯·培根在评价包括造纸术在内的我国“四大发明”的时候所说：“它们改变了世界上事物的全部面貌和状态，又从而产生了无数的变化；看来没有一个帝国，没有一个宗教，没有一个显赫人物，对人类事业曾经比这些发现施展过更大的威力和影响。”

在漫长的岁月长河中，大量纸质文物历经变迁，流传至今。这些珍贵的纸质文物具有极其重要的历史价值、科学价值和艺术价值，折射出熠熠生辉的中华文明。纸质文物种类繁多，主要有书籍、字画、契约、纸币和经卷等。纸质文物的基本材质为纸张，在创作过程中，通常还附加上绘画之颜料、书法之墨汁、印刷之油墨等，在流传过程中，又会因其形式不同而附加上不同材质，如书本经装帧而附加上书皮、缝线、糨糊等，书画经装裱而附加上绫绢、糨糊、画轴等。就纸张纤维本身而言，由于具备比较稳定的化学结构，如果外界环境许可，的确可以做到“纸寿千年”，但是由于一些先天或后天的因素，造成纸质物产生物理、化学、生物上的变化，使得保存工作不易进行。纸张怕虫，于是治理虫害成为纸质文物保管中的头等大事。

危害纸质文物的蠹虫主要有两种——书虱和书鱼。书虱，又名书蠹，体长1~1.5毫米，扁平椭圆形，黄白色或黄褐色。一年可育6至8代，虫卵在6~21天内可孵化为幼虫，再经四次蜕皮

后变为成虫，平均寿命 175 天。多出现在阴湿幽闭、不常接触的纸质文物中，啃蚀装裱用的糨糊。书鱼，又称银鱼、衣鱼，当它食害书籍时称为书鱼，食害纺织品时称衣鱼。虫身扁长，尾叉如鱼，成虫体长 11~15 毫米。衣鱼一生可产卵 50 次，一次可产卵 100 个，产卵后 19 天可孵化，幼虫边蜕皮边成长，约 3~4 个月可长大成虫，生命约 2~3 年。书鱼喜食淀粉，喜欢在黑暗和潮湿处活动，隐藏在物体的缝隙，见光则惊逃。

为了防止纸质文物免受虫害，古人在长期的实践中积累了大量行之有效的防虫经验：

(1) 染纸避蠹法

清光绪二十六年（1900 年），道士王圆箓偶然发现，在敦煌莫高窟内有一个封闭超过七百年的藏经洞，洞内保存着东晋初期到北宋中期的五万余件古文书、数百件经幡绘画以及少量法器杂物。藏经洞一经发现，立即在全球范围内掀起一股研究风潮，更促进了敦煌学的兴起。在众多珍贵文物中，纸质文物占有极大比例，令人雀跃的是，虽然年代久远，藏经洞内的佛教经卷竟然能够保存完整，未遭虫蛀，究其原因，这些佛经是用黄檗汁浸渍过的黄纸写成的。

黄檗又名黄柏，属芸香科落叶乔木，树皮含有小檗碱和少量生物碱以及一些无氮素结晶物质，在中药里被归类为清热泻火类药材。在古代，黄檗汁不仅是广泛使用的黄色系染料，更是良好的杀虫剂。黄纸的使用，开始于东汉末期，到魏晋南北朝时已经非常普遍，而南宋赵希鹄《洞天清录集》中亦提到黄纸可以避蠹。藏经洞中众多黄纸写就的佛教经卷，历经数百年未遭虫蛀，不得不让人惊叹于黄檗的神奇。

(2) 气味避蠹法

蠹虫不喜欢具有强烈气味的东西，所以古人会在木盒或书橱里放麝香、木瓜、芸草、樟脑、雄黄等来驱虫。另外，还有人把纸张浸在花椒水中，因为花椒会散发一股强烈的辛辣味，所以也可以防虫蛀。

另外，我国古代很多藏书家用“芸香草”防虫，“芸香草”经考证实际为“灵香草”，李时珍《本草纲目》称之为“零陵香”。灵香草为报春花科珍珠菜属植物，产于广西、广东、云南等地，性喜阴凉潮湿。灵香草有一种特殊的香气，经过化学分析，这种香气的主要成分为十六至十八碳羧酸及相应的酯类化合物，次要成分为氯代烷烃和氯代芳烃，前者使灵香草散发出高雅的淡淡香气，而后者正是灵香草能够防虫防蛀的主要原因。

(3) 防蠹纸

古人会在书的扉页、封底和封面里，加上一张单面抹上橘红色涂料的纸，涂料内含有铅丹，有剧毒，蠹虫一触即死，所以这张纸称为“防蠹纸”，另外，铅丹在空气中相当稳定，经历千百年的岁月还可以保持鲜艳的红色，并持续保有防蠹的效果，所以也叫“万年红”。万年红起源于明清时的广东地区，主要成分为四氧化三铅，如果失效，必须及时更换。

(4) 改良造纸材料

由于蠹虫喜食纸张中的果胶、淀粉等物质，因此只要选择适当的造纸原料，使纸张中的果胶、淀粉含量少一些，纸张就可以免受虫害侵扰。像麻纸、桑皮纸就是属于果胶含量较少的纸张，事实证明，这类纸张较少遭受虫害。

(5) 保持干燥

古人无法对环境的温湿度进行精确的测量，但是他们充分意识到保持干燥是防虫的不二法则，这是因为蠹虫喜欢待在有点潮湿的地方，如果纸张和周围环境都比较干燥，蠹虫就活不下去了。以

前因为没有除湿机,古人有六月晾书的传统习惯,主要目的是使蠹虫脱水而死,但书不可直接曝晒日光下,需在屋檐下进行,否则纸容易变坏。

以上是古人的防虫经验,现代人在治理纸质文物的虫害时,常将古法暂放一旁,更加偏重于预防性保护,即尽量为纸质文物营造一个恒温恒湿的保存空间,使虫害无从发生。至于适合保存纸质文物的环境,目前比较一致的标准是室内温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $55\% \sim 60\%$ 。一旦虫害发生,则可以采用物理法进行处理,必要时采用化学法,下面一一阐述。

(1) 物理法

常用的物理方法有冷冻法、低氧法和低温法。

冷冻法是最近15年发展起来的方法,最早由美国耶鲁大学图书馆发明,后因成本低廉、操作简单、行之有效而逐渐推广开来。多年实践证实,只要操作得当,即使不使用任何化学药品,也可以消灭不同生长阶段的蠹虫,包括虫卵、幼虫、蛹和成虫。

冷冻法的操作非常简单,只需将纸质文物密封,送入冷库,然后继续快速降温至 -20°C ,维持7天。之所以强调快速降温,主要是防止蠹虫产生抗冻性。冷冻结束后,开始缓慢解冻过程——先将温度从 -20°C 升至 0°C ,这个阶段耗时8小时以上,然后再缓慢升至室温。至此,整个冷冻过程即告结束。为了确保杀虫效果,可以重复该过程。冷冻结束后,不要急于拆除包装,可以观察一段时间,直至确信蠹虫完全杀灭后再打开包装。

20世纪80年代,我国一些图书馆开始采用冷冻法治理纸质文物的虫害,最先发起的是国家图书馆。目前,国家图书馆所有的古籍,包括善本和普通线装图书,在入库前都要冷冻杀虫,此法实施已经20多年了,未发现对书籍有何不良影响。故宫收藏有大量的纸质文物,根据纸质文物数量多、规格形式差别大、虫害治理问题重的情况,故宫承担了《大型低温冷冻杀虫设备的定制与应用研究》课题,定制了一套容积为12立方米的冷冻杀虫设备,并对低温冷冻的杀虫机理、杀虫条件、对材质的影响以及操作过程中需要注意的问题进行了进一步深入研究。

蠹虫多好氧,只要降低其所在环境的含氧量,控制一定的温湿度,即可杀灭。基于这种思路,人们提出低氧法。

低氧体系有三:动态体系、静态体系和混合体系。其中,动态体系是通过向体系中填充一定的惰性气体——氮气或氩气——达到降低体系氧气含量的目的,从而杀灭蠹虫;静态体系则是通过在体系中放置一定量的除氧剂,通过除氧剂与体系中残余氧气的化学反应,来达到降低体系氧气含量的目的,日本的RP系统即属于动态体系;混合体系则是上述两种体系的有机结合——首先通过填充惰性气体,使体系的氧气含量降至一定水平,然后在体系中放置除氧剂,在较长时间内维持体系的低氧状态。当体系内氧气浓度逐渐降至 0.3% 以下时,藏在纸质文物内的蠹虫就会因缺氧而打开气孔,后脱水死亡。这种方法虽然有效,但是所需材料成本较高,只有在处理珍贵且体积小的纸质文物时才使用。

针对纸质文物保存中的虫害隐患问题,故宫博物院曾经研制出负压书画保存筒,这种书画保存器具是以低氧封存技术为核心,结合材料科学、昆虫学、真空技术、机械加工工艺等学科的相关内容研制而成,兼备防虫霉、防尘、防有害气体、防光氧化反应及缓冲环境湿度变化等优点。这种新型的纸质文物保存技术不仅能够为纸质文物营造一个尽量稳定的小环境,而且对工作人员安全,对环境无污染,符合文物保护技术的发展趋势。

如果将纸张所在的环境温度控制在较低水平,即可有效抑制蠹虫和微生物的生长繁殖,这就是

低温法的思路。可见，低温法并非以杀灭蠹虫和微生物为终极目标，只是营造一个低温环境，抑制虫霉的发生。一般，将环境温度控制在 $5^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 即可。

(2) 化学法

在化学药剂的作用下，快速杀灭纸质文物中的蠹虫，是化学处理的原理。目前，对于纸质文物，国内比较常用的化学处理方法为环氧乙烷熏蒸法。环氧乙烷熏蒸法具有杀虫灭菌谱广、渗透力强、残留量小、对纸质文物相对安全等优点。一般，在具体操作过程中，使用环氧乙烷和二氧化碳的混合安全气体。故宫在将大量的有机质地的文物移入二期地库的工作中，为了不将虫霉隐患带到地下，专门定制了20立方米大型环氧乙烷熏蒸设备。已利用此设备对80000余件各类文物、档案、图书进行了熏蒸处理，取得了满意的效果。

其实，纸质文物的虫害治理是一项综合性的工作。近年来，为了预防虫害的发生，尽量避免蠹虫对纸质文物的破坏，许多文物收藏机构提出了“综合性害虫防治”，目的在于综合利用物理、化学、生物等方式控制虫害的发生。随着科学与文物的日益紧密结合，相信会有越来越多的方法和手段涌现，为纸质文物的保护拓展更大的空间。

作者单位：周玉世，中国国家博物馆

联系方式：中国国家博物馆，邮编100006