

[特別寄稿] 中国?、?保?概?

著者	? 桂芳
journal or publication title	関西大学東西学術研究所紀要
volume	27
page range	A69-A77
year	1994-03-31
その他のタイトル	Survey on the Techniques of Preservation of Bamboo and Wooden Strips in China
URL	http://hdl.handle.net/10112/16249

中国简、牍保护概论

中国文物研究所 赵桂芳

- 一、简、牍的问世和制作方法
- 二、竹、木简牍腐朽的原因及保护方法
- 三、竹、木简牍保存的最佳环境

一、简、牍的问世和制作方法

在纸张问世前，在中国古代文化史上，古人们为了传授知识、记载所发生的事件，便开始用竹箴和木片书写文字，从此就有了简、牍。竹、木简牍作为书写材料在历史上起过重大作用。出土的竹、木简牍从最早的战国经秦汉一直延续到魏晋。

竹简的制作过程是先把竹子按节锯成短筒，再劈成箴片，再按要求截成一定的尺寸，削薄打磨光滑，在箴片的竹黄一侧墨书，这就成了一根根竹简。劈开竹子做的竹简要经过火灸去掉“汗”。火灸过程中也把隐藏在竹子内部的蠹虫和虫卵消除掉。经过这种处理的竹箴片书写文字就能较长久的保存了。为了便于翻阅，竹简要编连成册。编连竹简一般情况下采用二道或三道，较长的竹简也有采用五道编连形式。编连时为了固定编绳一般在竹黄一侧的边缘刻有两个或叁个直角三角形的小契口，但极少数竹简也未见契口。编连常用麻绳，也有用丝线或皮条，但后者未见出土。

牍在墓葬中经常出土。古人们把单独的一片木片叫做版（或称札），一尺长的牍叫做牍。做木牍的材料要求木材质地坚硬、纤细、少有节子。一般采用松木、杉木和柳木。牍又有木牍、竹牍之分。下面我把近二十年来比较重要的竹、木简牍出土的概况介绍如下：

中国是一个古老的文明古国，在这片土地上经常有珍贵的文化遗产被发现。这对研究中国历史、科学技术史都提供了丰富的实物资料。七十年代后，中国考古发掘出土大量的竹、木简牍，主要的有：

1972-1976年在中国西北地区居延出土了汉简近二万枚。

1972年在山东临沂银雀山一、二号汉墓出土了大量竹简和木牍，经整理共有四千四百

余枚。一号墓的整筒长27.6厘米、宽0.5-0.9厘米、厚0.2-0.7厘米；二号墓整筒长69厘米、宽1厘米、厚0.2厘米。竹材经鉴定为毛竹。

1975年湖北云梦睡虎地秦墓出土竹简、木牍约一千一百余枚。筒长23.2-27.8厘米、宽0.5-0.6厘米、厚0.1厘米。竹材经鉴定为刚竹属。

1977年安徽阜阳双古堆一号汉墓出土的汉简、因墓葬坍塌，出土的竹简均已残断，经整理后发现已有亡佚的秦李斯作的《苍颉篇》。

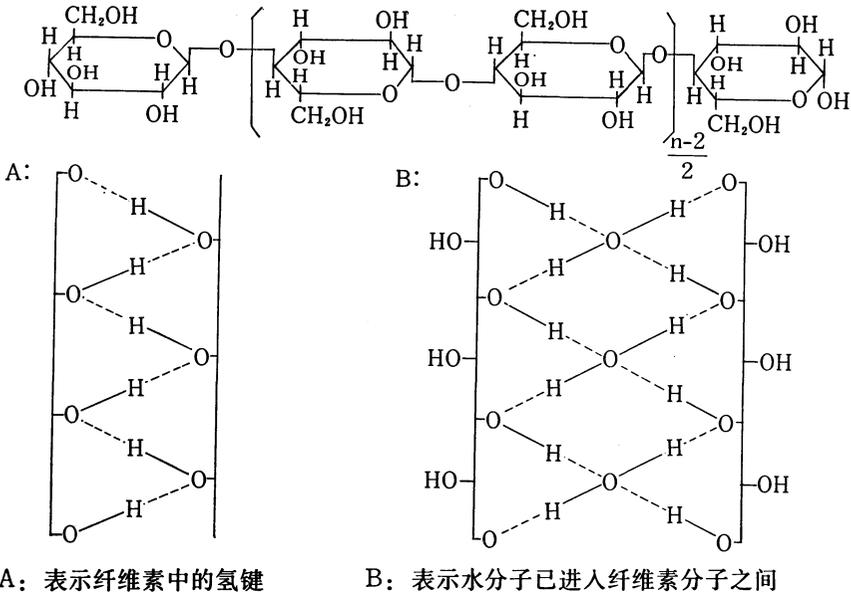
1983年湖北江陵张家山三座汉墓出土竹简二千枚左右。筒长30-33厘米、宽0.6-0.7厘米。竹材经鉴定为刚竹属。

1987年湖北江陵战国楚都纪南城郊包山岗地包山二号墓出土竹简四百四十八枚，其中有字简二百七十八枚。有竹牍一块。筒长55厘米-72.6厘米、宽0.6-1厘米、厚0.1-0.15厘米。

二、出土竹、木简牍的保护

竹筒基本在墓葬中出土，只有在墓坑内存有积水或半积水状况时竹筒才能保存下来。而木简大体在中国西北部地区烽火台遗址中发现。由于西北地区气候干燥，因而出土的木简基本是干的，出土后也比较容易保存。从竹材和木材比较，竹材应比木材质地好，耐久性强并较易于长久保存。但竹筒在地下经过几千年的变化，由于棺液的浸泡，温湿度变化，其外形和内部结构发生了极深刻的变化。那么这些简、牍为什么还能保存下来呢？出土后又如何保护呢？现以木材为例从其结构谈起。

木材由细胞组成，细胞有细胞壁和细胞腔，细胞壁的主要化学成分是纤维素（约占50%），半纤维素（约占20%）和木素（约占25%）另一类是浸提物（渗透物和灰分）。细胞腔内往往含有淀粉、树脂、单宁、挥发油和少量矿物质。其中纤维素是构成木材细胞壁的物质基础。细胞内的碳水化合物和芳香化合物又是一些昆虫和微生物的良好营养物。其中真菌中的木腐菌在适当的温度（25-30℃）、酸度（PH在4.5-5.5之间）、含水率（35-50%）条件下极易生长繁殖、它的菌丝所分泌的种种酵素能把纤维素分解为葡萄糖、致使细胞壁彻底崩溃。上述谈到的是微生物对纤维素的降解作用，纤维素的降解还包括水解、氧化、机械降解等。这些因素的综合作用致使出土简、牍腐朽严重的原因。出土简牍中的纤维素受到破坏，结构组织松软脆弱、弹性降低，但由于水的存在支撑着细胞，使木材保持一定形状。那么，被吸附的水分在木材内是怎样同纤维素结合的呢？首先看一下纤维素的分子结构：



从上面的纤维素结构的图解来看，木材纤维素大分子间以分子内存在大量的氢键，使大分子牢固地结合着。但纤维素中还有少量的游离羟基，羟基是极性基因，木材又有亲水性，于是周围环境中一旦有水分存在，木材中的纤维素上的游离羟基便吸附极性水分子即在链分子间形成水桥发生润胀，而且润胀程度是各向异性的。简、牍中的水分子就是这样地被吸附到纤维素内部结构中充填了细胞。所以，当木材中的吸着水从细胞壁的微胶粒之间蒸发出来，微胶粒互相靠近，整个细胞壁厚度缩小变薄。

再谈木材在干燥过程中开裂、变形的原因

木材是多孔性物质，因而木材都含有水分，只是各种木材含水量的多少有别。出土简、牍的含水量都比新伐木材高得多。木材中的水分主要存在两个地方，一部分在细胞壁，一部分在细胞腔。在干燥过程中细胞腔的自由水先蒸发，它不引起木材收缩，只有当含水率降到纤维饱和点（30%左右）以下即细胞壁内水分蒸发时，木材才开始收缩。对于发掘出土的简牍来说其纤维饱和点要比新伐木材的纤维饱和点高得多。

木材在干燥过程中，主要依靠横跨纤维方向的水分传导，其次是沿着纤维方向的水分传导。由于木材表层水分蒸发速度较内部快些，这样木材内部的水分高于表层的水分，形成内高外低的含水率梯度，木材如果干燥过快，其内部与外部，端面与侧面收缩不一致，加之水具有较大的表面张力及木材是各向异性的物质，干燥时弦向收缩最大，径向次之，纵向最小。这些因素的综合作用造成简牍干燥后开裂、变形、收缩等。

最理想的干燥条件应是筒、牍内层的脱水速度和表层的脱水速度相适应、使筒、牍表面诸层含水率与当时筒、牍的平衡含水率之差越小越好。

筒、牍脱水后干燥的方式有两种，一种是竹筒从乙醚里取出后在大气中自然干燥，另一种是将取出的竹筒直接放入真空系统，使乙醚迅速挥发。前者是乙醚的挥发和空气进入细胞同时进行，这对筒、牍保持平衡有利。因此一般说来采用前者干燥方式比较稳妥。

筒、牍的保护我认为有以下三方面内容。其一就是从墓葬出土时的现场保护，其二是出土饱水竹、木简牍的脱水保护，其三是馆藏筒、牍的保护（此内容放在博物馆藏品的保存最佳环境中介绍）。

1. 出土筒、牍的现场保护

在我国南方出土的简牍基本是饱水或半饱水状态。当发现墓内有竹筒、木牍时，首先把坑内的存水排掉，先取走其它器物，然后根据筒、牍的位置分组、编号、绘图、照相。紧接着拿一块适当大小的塑料板插进筒、牍下层的泥土里，使筒全部移到塑料板上，这时再把筒、牍移到事先准备好的并垫有较厚泡沫塑料的搪瓷盘内，最后在筒、牍上面盖上一块饱水的泡沫塑料或潮湿的药棉，使其保持湿度。如果遇到半水半淤泥的墓坑，出土的筒、牍可能和泥土结合在一起，这时不要急于清除泥土，连同泥土一起带回去慢慢清理。

在清理中首先保持筒、牍的湿度。连土的竹筒要趁湿清理、因干后泥土与筒粘结牢固，难于分离，而且字迹易于脱落。清理出的竹筒要避免强光照射。首先用软毛笔沾水去除筒面上的污垢，严禁用毛刷或用水冲，实在去不掉的有机污染物可暂不管它，也不要碰到墨迹。因为简牍上面的字迹在地下经历了数个世纪，墨汁里面的填充物动物胶均已老化，失去粘着力，所以墨汁附着力很小了，这时如不小心，筒上的字迹可能在瞬间就消失了。

清理出来的筒、牍先用蒸馏水浸漂几次，再用3%的草酸(COOH)₂水溶液脱色，一旦字迹清晰，就把筒转移到蒸馏水中，并用软毛笔沾水把筒面上的残余酸液去除干净。这时把筒放在垫有浸水的泡沫塑料的白瓷盘中，筒上面再盖一块湿的泡沫塑料，放进库房待脱水保护。

对于西北地区遗址出土的木制筒、牍，出土时基本都是干的，这时最主要的是要防止强光的照射。干简脆性大，因而要轻拿轻放，防止碰撞折损。

2. 饱水筒、牍的脱水保护

(1) 醇—醚连浸法

(2) 冷冻真空干燥法

(3) 聚乙二醇（简称P. E. G）渗透加固法

(4) 自然干燥法

首先介绍一下冷冻真空干燥法。这种方法是将器物放在低温下进行冷冻，然后在真空下升华达到脱水目的。但直接冷冻干燥往往会使器物开裂，为了避免这种现象，人们发现先用叔丁醇 $[(\text{CH}_3)_3\text{COH}]$ 来替换木材中的水然后冻干，效果较好。因为叔丁醇在低温下与木材的膨胀系数相当，而且叔丁醇的表面张力较小，因此在冻干时体积几乎不变，木材中的细胞不会受到分裂力的影响，所以木器不会开裂。此法只适用于小件器物的脱水。

聚乙二醇渗透加固法。聚乙二醇是一种水溶性的高分子材料[简称P. E. G. 分子式 $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}]$ 平均分子量从200-6000不等，溶于水、乙醇等、化学性质稳定。应用P. E. G固饱水器物基本有两种加固法。第一种是常温下用P. E. G水溶液浸泡或多次喷涂器物。常温下渗透很慢，有时用加热的方式提高渗透速度。第二种方法是先用P. E. G取代器物内部水分，然后进行冷冻干燥。这种方法具有可逆性，可以处理大件器物。但处理周期长、处理后的器物颜色加深，而且P. E. G遇到湿气会潮解、泛白、附着在器物表面。

自然干燥法是利用蒸汽压差使一些器物在一个特定的环境即相对湿度在95%左右中缓慢地进行脱水。还有的把出土的木器先用润湿的棉纸包裹好，使其保持潮湿，然后用湿沙埋法缓慢脱水。自然干燥法简便易行，但处理周期长，而且只有极少数质地较好，含水率在60%以下的器物方能采用该法脱水。

醇—醚连浸法早期是制作生物标本的一套生物学技术。醇—醚连浸法是通过渗透作用使乙醇 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$ 渗透到木材细胞中，木材中的水分渗透到乙醇溶液中。这种渗透作用的不断进行，直到渗透达到暂时平衡，重换较高浓度的醇溶液，反复置换就能使木材中的水分全部置换出来，再改换乙醚 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5)$ 溶液置换乙醇，方法同上，一直到置换液的比重同纯乙醚比重相等，说明醚置换醇过程结束。

采用乙醇—乙醚连浸法有以下两点好处。其一乙醇、乙醚的表面张力小于水，表面张力越小，当溶剂挥发时产生内应力也小，木材开裂变形程度越轻。其二乙醇、乙醚为有机溶剂，其挥发速度较水快，这样在干燥过程中木材内层和表层含醚率梯度小，相应产生内应力几率也小些。

下面简述脱水过程：

(1) 脱水竹简先用3%的草酸水溶液脱色，由蒸馏水多次浸漂，用PH试纸检验浸漂液为中性为止。

(2) 拍照、绘图、称重、测量尺寸，详细记录简的现状。

(3)用玻璃条、棉线固定好竹筒。

(4)把竹筒放在已盛有一定浓度的乙醇溶液的标本瓶内。

(5)经过一段时间用比重计测定溶液的比重如无变化，更换更高浓度的乙醇溶液，待置换液的比重同无水乙醇的比重相等时。再更换几次无水乙醇。所使用乙醇溶液的浓度为30%，50%，70%，95%，100%。醇置换水后再改换乙醚溶液置换，最后置换液比重同纯乙醚的比重相等时说明脱水全过程结束。乙醚：乙醇（体积比）是1/3:2/3, 1/2:1/2, 2/3:1/3, 1:0。置换液更换的时间和脱水周期视器物大小而定。如果筒、牍极其腐朽脆弱，脱水后难以定形，这时在醇—醚脱水后将竹筒放到一定浓度的树脂（如乳香胶）乙醚溶液中渗透加固，使乳香胶充填细胞。采用树脂渗透加固也会带来很多弊病，因此只有在不得已的时候才使用它。

(6)将竹筒放在盛有少量乙醚的玻璃容器内，使其自然干燥。

(7)竹筒稳定后拍照，测量尺寸、称重、计算筒的收缩率和含水率。

计算公式如下：

$$\text{收缩率} = \frac{\text{脱水前尺寸} - \text{脱水后尺寸}}{\text{脱水前尺寸}} \times 100\%$$

$$\text{含水率} = \frac{\text{脱水前重量} - \text{脱水后重量}}{\text{脱水后重量}} \times 100\%$$

(绝对)

(8)断筒的拼接

我们用醇—醚连浸法对江苏扬州、湖北云梦、湖北江陵等地出土竹筒、牍全部脱水定形。脱水后竹筒色泽正常，字迹清晰，有一定的收缩。湖北云梦睡虎地秦筒的含水率约250%，收缩率纵向6-7%，横向11-17%。湖北江陵张家山58号墓竹筒的含水率469%，收缩率长8.2%，宽5.7%，47号墓竹筒的含水率353%，收缩率长8%，宽5%，49号墓竹筒含水率175%，收缩率1.4%，宽9%。

在脱水干燥过程中应注意以下几方面问题

(1)使用草酸水溶液脱色后，要用蒸馏水把筒、牍表面的残留酸液浸漂干净，否则会造成一种无形的隐患。配制草酸水溶液时，绝不能用自来水，因自来水中含有钙、镁离子易与草酸生成盐类会附着在筒的表层，遮盖住字迹，因此必须使用蒸馏水。

(2)固定筒、牍时所捆线部位松紧要适当，因为同一枚筒是一个整体，由于溶剂挥发时产生内应力在整个筒上如分布不匀，就会在压力大的薄弱部位断裂。

(3)脱水后一般采用在大气中自然挥发比较稳妥。因为自然挥发中乙醚的挥发和大气进入细胞是同时进行的,这对器物保持平衡有利。而且自然挥发容易控制挥发速度。

(4)环境的温、湿度对竹简自然干燥影响较大。如果温度太高、湿度太低,竹简中的溶剂挥发很快,产生内应力大,易使竹简断裂,变形或加大原有裂痕。因此在一个稳定适宜的环境中并掌握挥发速度是至关重要的。

竹简脱水干燥后收缩率受多种因素的制约,如选用竹材的种属、竹令、含水率、采伐季节和同一竹材不同部位以及在墓葬内的保存环境,脱水干燥的方式均有关。

3. 脱水后简、牍的修复

出土的简、牍有的已经断成几截,脱水后如需拼接可用聚醋酸乙烯乳液或聚醋酸乙烯酯将茬口对好粘接。或者将茬口对好,用玻璃条固定用线捆好保存即可。这样在环境温湿度变化过程中有一个缓冲的余地。竹简如有纵向裂纹可用低浓度的乳乳胶乙醚液滴渗粘合加固。

已断成几块的木牍或须补洞的部位在修复时可在聚醋酸乙烯乳液或其它粘合剂内调些石膏粉或经过高温消毒的锯木屑,另加些有关的矿物颜料调匀进行粘接修补。最后使修复的部位和原物浑为一体。

下面介绍一下由于坟墓坍塌造成墓内竹简和泥土叠压结合在一起,如何把竹简分离出来呢?安徽阜阳汉简出土时竹简和泥土混压在一起成为几块大泥饼,并由专家采取了一系列措施将简分离出来,抢救了这批文物。揭取过程大体如下:

首先清除简饼表面上的污垢,注意察看竹简间的叠压层次。由于泥土,无机物、有机物互相渗透,使叠压在一起的简同泥土结合牢固。因此,须采用蒸气加热、和加入表面活性剂等使能溶于水的无机物和油脂等有机物选择性地溶解,简就较容易分离开。然后就可用小铲沿着竹简的一端或几个方向剥离,有时剥离和蒸煮交替进行效果才好。最后分离出二千多枚简。这批简质地腐朽严重,有的薄如纸片极其残损,全部简颜色暗黑。但就其内容来说又极其重要,其中《苍颉篇》引起了古文字学家的关注。

青海大通县汉墓出土了一批木简,这批木简大多残断,字迹不清,简体在自然干燥中严重变形,又由于缺乏经验的工作人员在木简表面涂了一层清漆,结果加剧了木简的弯曲程度,有的上下弯曲、有的左右扭曲,由于清漆的作用简面色泽加深,有炫光。这批木简的木质经鉴定为云杉属。整形过程如下:

首先用丙酮(CH_3COCH_3)去除木简表面上的清漆。然后将变形的木简浸入水中使其吸水软化,再加入适量的软化剂,增加其软化程度,这样大部分弯曲木简便自然地舒展开了。经整形后的木简用醇—醚连浸法脱水。脱水后除少数左右弯曲过分严重的木简外,绝

大部分木简得到了整形。检测手段:

1. 出土的竹、木简如有的字迹已看不清则可用红外照相把文字记录下来。
2. 用无字竹、木简残片制片、鉴定竹、木的种属,并用电子显微镜观察竹、木简细胞的破坏情况。

三、竹、木简牍保存的最佳环境

1. 出土的饱水简、牍在密闭的墓葬内已与环境相适应,一旦出土这种原有的平衡体系即被打破,简、牍又要与大气环境相适应,在适应新的平衡过程中,简牍内外部就要发生很大的变化。因此未脱水的饱水简牍仍浸泡在水中保存,为了防止滋生霉菌,可在水里放入少量的防腐剂,同时要经常更换蒸馏水。出土时已潮湿的简就不要浸泡在水里,可用湿的泡沫塑料或脱脂棉保湿,外面用塑料薄膜包裹好,暂时放到阴凉地方保存。有地下室的地方最好把未脱水的简、牍放在地下室中,但同时也要防止简、牍受冻。

2. 竹、木简、牍为有机质地,均有吸湿性质,当它们脱水后纤维内部仍含有本身重量的12-15%的水分,这些保留的水分与之环境相适应,就是说在此条件下简、牍可以稳定存在。因此严格控制库房的温湿度变化范围,才能保证简、牍在一个相对稳定的环境中长期保存。

3. 环境要求

(1) 温度和湿度是直接作用于藏品上的两个最基本的因素,任何藏品都会有适合它本身的温度和湿度的界限、如果超过这种界限,藏品由于不适应就会出现各种病变、严重的就会失去其本来面目。保存简牍的环境温度应在15-20℃范围内,相对湿度在55-65%之间浮动。一般认为日温差不高于2-5℃,相对湿度每天变化不超过3-5%为宜。温湿度的大幅度变化对保存简、牍是不利的。

要想隔绝大气对库房的影响,首先库房密封性能要好,如是旧式门窗,门窗缝隙可用密封条封严。如局部去潮可用变色硅胶,木炭等。如用吸湿机除湿或用调湿材料效果更佳。自然通风可以调节库内温、湿度变化,这种方法一般是开窗或开排气扇通风。同时注意建筑物周围的防潮加固。

保管简牍除了防潮更主要的是防止库内过于干燥。当环境的相对湿度低于45%的时候一切木制器物就面临干裂脆化的危险,增加库内湿度可采用喷雾增湿,加热增湿,不加热增湿,库内按装温、湿度测量仪,按装恒温恒湿机、空调器、冷热风机、加湿器等。总之,实现对温湿度的控制、关键在于建设一个恒温、恒湿密封程度良好的库房,一个标准化的库房应配备科学测试仪器和科学管理。

(2) 光辐射的影响

简、牍是纤维质地文物，因而对光的敏感性很强。在可见光中，紫外光对文物有更大的破坏作用。竹、木质地文物的组成分子中C-C键结合力具有一定的能量，当光能大于C-C键结合力的能量时，就会使有机物分子的C-C键断裂。凡波长短于4860Å的光线都能断裂C-C键，使高聚物裂解。红外线主要是通过热辐射损害有机质地文物，它能活化纤维素分子，促进热老化过程。所以在控制紫外线的同时也要注意红外线对文物的影响。

从博物馆采光的光源看，以下三种照度相同的光线，其紫外线对简牍的危害程度是太阳光危害最大、荧光灯危害居中，白炽灯危害最小。

控制光辐射对简、牍的影响可以从下面几方面入手：

- ①简、牍放在柜内密闭保存。库内应无窗或设小窗、减少照明时间。照明一般选用白炽灯为好，展厅应挂夹层窗帘，按装百叶窗或遮阳板。
- ②玻璃可以过滤一定量的紫外线，因此窗玻璃可以使用厚玻璃、兰色平板玻璃、毛玻璃、花纹玻璃。或采用紫外线过滤片或紫外线吸收剂。当博物馆中紫外线的强度超过75微瓦/流明时就要采取过滤措施。博物馆可使用光照度计和紫外线辐射照度计来监测光辐射的强度。

(3) 霉菌、虫类的影响

竹、木简牍在适当的温、湿度条件下极易生霉、生虫，尤其是木材是一种微酸性物质，大多数木腐菌只有在微酸的环境下才能形成孢子。危害文物。因此库房要经常通风可以一定程度地减少霉菌的滋生。在放有饱水简牍的水溶液里放入3-4%的福尔马林或用0.02%-0.04%的五氯酚钠水溶液杀菌。但五氯酚钠属于剧毒物质，使用时要注意安全。

应用溴甲烷(CH₃Br)、环氧乙烷($\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{O} \end{array}$)熏蒸既能杀虫又能灭菌。尤其环氧乙烷渗透力强、杀菌范围大，残留量低，因而被很多人所采用。但环氧乙烷毒性大，易爆，使用时需有专门的设备及严格的操作技术。

(4) 空气中的有害气体和尘埃的影响

对博物馆藏品危害较大的有SO₂、NO₂、Cl₂、O₃等气体，它们在一定的条件下又能转变为酸、即有腐蚀性、又有氧化性。这些污染物（包括灰尘）对文物会造成一种化学性损害和污染性损害，最终会造成有机质地文物的解体。

消除污染首先库房按装纱窗、纱门、经常通风净化空气。或使用吸尘器（严禁使用静电吸尘器）消除库内污染。按装空调系统可以保持库房的空气清新。消除博物馆周围的污染源。博物馆周围多种植树木和花草也可以起到防风、净化空气和美化环境的目的。

一九九四年一月