

# 银雀山汉墓竹筒饱水保护

白广珍

(山东博物馆, 济南 250014)

**摘要:** 银雀山汉墓竹筒1972年出土后, 一直饱水状态浸泡保存, 没有进行脱水。具体就是将每枚竹筒固定在两片玻璃片之间, 再放入到玻璃试管里, 然后将玻璃管里灌上蒸馏水, 再用橡胶塞塞紧并用蜡密封。本文对竹筒保存中出现的问题和密封蜡进行了分析、实验和研究。

**关键词:** 银雀山汉墓竹筒 饱水 密封蜡

## 1. 银雀山汉墓竹筒背景资料

《银雀山汉墓竹简》(图1) 1972年发掘出土于山东临沂银雀山两座汉墓中。简文书体为早期隶书, 写于公元前140~前118年。银雀山汉墓竹筒共计有完整筒、残筒4942筒, 此外还有数千残片。竹筒绝大部分是古代兵书, 有《孙子兵法》、《孙臆兵法》、《六韬》、《尉缭子》等20余篇著作, 其中不少是佚书或是首次被发现的古代书籍, 最珍贵的当属《孙子兵法》的佚篇和失传1700多年的《孙臆兵法》(图2)。

## 2. 银雀山汉墓竹筒前期保护

银雀山竹筒1972年出土时, 竹筒持久浸泡在淤泥中, 连缀竹筒的编绳都已经陈旧迂腐或断开, 竹筒朽腐残损很是严重, 急需获得科学有效地清理和保护。当时, 山东方面遂向国家文物局求援, 这批竹筒旋即被悉数运往北京。1972年10月, 国家文物局组织山东省博物馆和全国抽调的文物界学者, 配合对这批竹筒展开全面的清理保护和研究。因为竹筒很是脆弱, 又是饱水状态。如何保护它成了一个首要的问题。当时竹筒脱水技术尚未成熟, 所以稳妥的采用了蒸馏水饱水保存法。具体就是将每枚竹筒固定在两片玻璃片之间, 再放入到玻璃试管里, 然后将玻璃管里灌上配置有五氯酚钠和蒸馏水混合的溶液中, 再用橡皮塞塞紧并用蜡密封, 从而隔断空气, 同时保存水分, 才临时解决了竹筒的保存问题。

## 3. 银雀山汉墓竹筒保存现状

竹筒绝大部分不参加开放展示, 而是平放于特制囊匣中, 存放于库房(图3、图4)。养护原

则，尽量少的扰动，避光保存。少数代表性的竹筒参加展览，采用光纤照明，有效保护竹筒不受紫外线、温度等不利因素的影响。

40年后的今天，这批竹筒经过精心的呵护，字迹依然清晰可辨。饱水保存仍是个有效可行的保存方法（图5）。

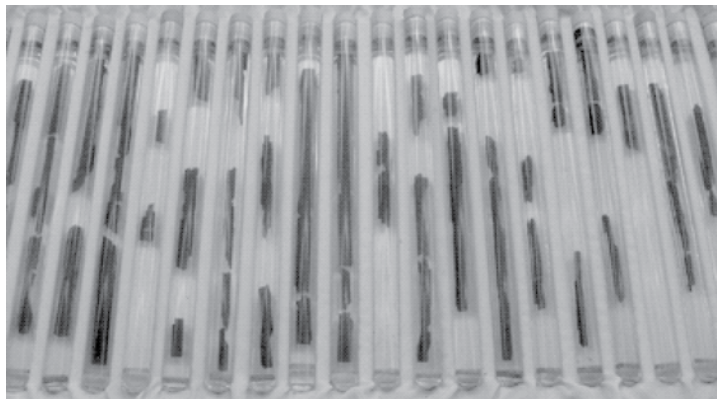


图1 银雀山汉墓竹筒（部分）藏于山东博物馆

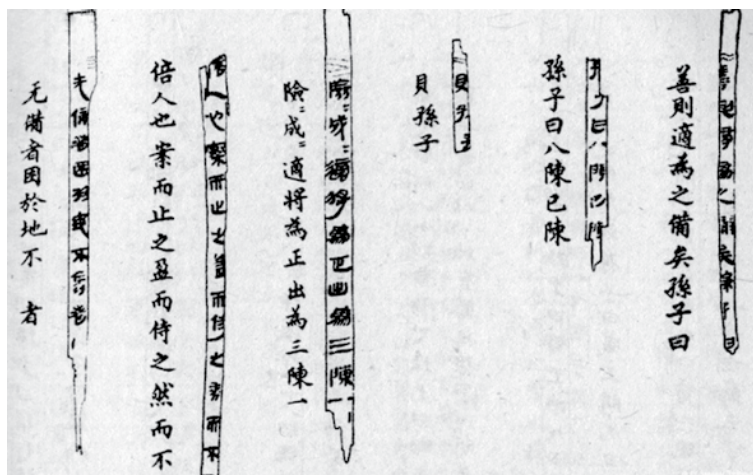


图2 《孙膑兵法》竹筒影印与注释（局部）



图3 竹筒存放于特制囊匣中



图4 囊匣标号后放入橱柜中



图5 竹筒（编号：临3030）照片

#### 4. 银雀山汉墓竹筒饱水保存出现的问题进行探索和研究

银雀山汉墓竹筒饱水保存中部分竹筒也出现一些问题，同时呢，出现这些问题也是竹筒进行换水的依据。问题主要有：部分竹筒试管中出现白色杂质漂浮物，见图6；部分竹筒封口蜡出现断裂，见图7；部分竹筒试管中水分减少，出现气泡，见图8。有些竹筒会同时出现上述的多个问题。

笔者怀疑白色杂质漂浮物为密封蜡浸入到试管中导致的，而封口蜡出现断裂和水分减少、出现气泡这些问题，则是由于环境温度的变化，试管中水分、橡胶塞甚至玻璃试管本身的热胀冷缩以及

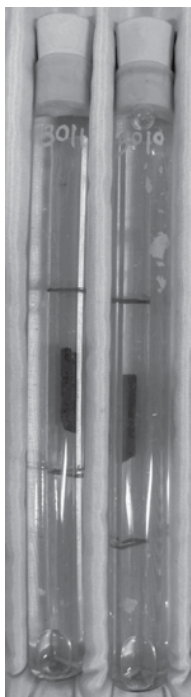


图6 白色杂质漂浮物



图7 封口蜡出现断裂

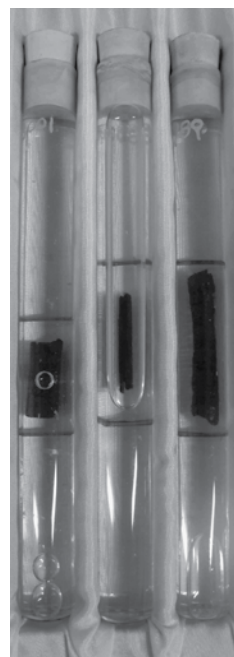


图8 水分减少，出现气泡

密封蜡的热胀冷缩和熔化共同导致的。下面进行一些分析和实验来研究这些问题。

#### 4.1 傅里叶红外光谱分析出现的白色杂质漂浮物

使用德国布鲁克傅里叶红外光谱分析仪对密封蜡样品和白色杂质漂浮物进行红外光谱比对。红外光谱分析结果相关度98%，可以断定为同一物质。在2917cm、2949cm处很强的双峰，含链烷基，1473cm、1476cm处中度的双峰，为 $(-\text{CH}_3)$ 特征吸收峰，729cm、719cm处弱双峰，为固态烃 $\text{CH}_2$ 面内摇摆分裂的双峰，判断该物质为链状烷烃，分析谱图见图9。

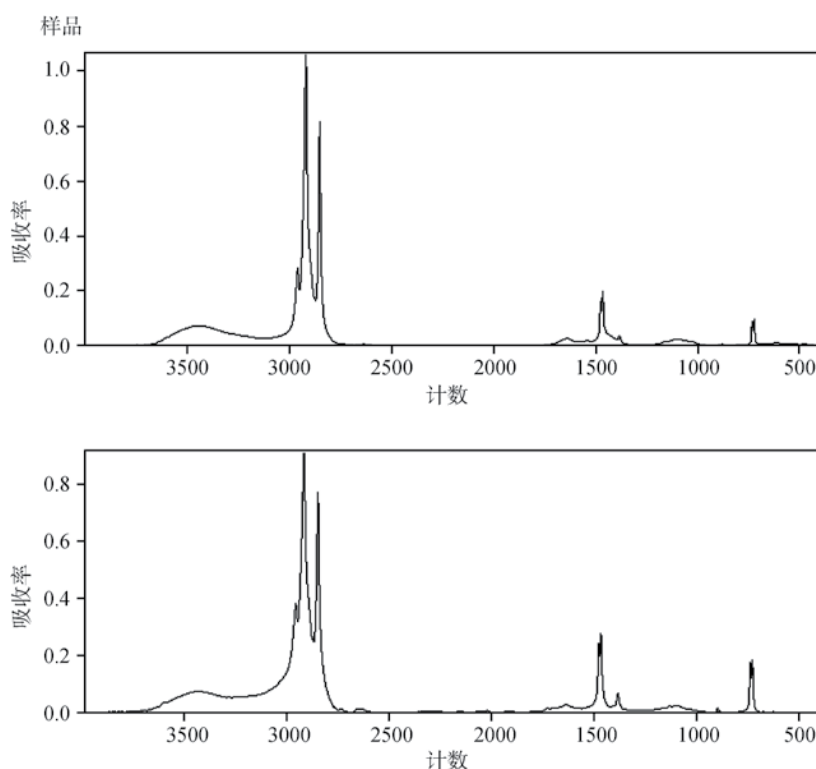


图9 红外分析谱图

#### 4.2 空白封蜡满水试管的热胀冷缩实验

##### 4.2.1 原料以及实验环境

蜂蜡，化学纯，国药集团化学试剂有限公司；石蜡，熔点 $53 \sim 57^\circ\text{C}$ ，上海标本模型厂；硬脂酸，分析纯，天津广成化学试剂有限公司；蒸馏水。实验环境温度为 $22^\circ\text{C}$ 。

##### 4.2.2 实验设计

仿照目前竹筒保存方法，玻璃试管中充满蒸馏水，用橡胶塞塞上，然后密封材料（蜡）封口。密封材料选取8个。样品1，纯蜂蜡密封，浸入法密封，具体是把玻璃试管需封口处置于热蜡液中，然后取出冷却。其他样品则采用涂刷法封口，具体是用毛笔蘸上热蜡液涂刷需封口处，冷却封口。样品2，纯蜂蜡密封。样品3，石蜡密封。样品4，含有3%硬脂酸的蜂蜡密封。样品5，含有5%硬脂

酸的蜂蜡密封。样品6，含有3%硬脂酸的石蜡密封。样品7，含有5%硬脂酸的石蜡密封。样品8，热熔胶封口。

#### 4.2.3 实验过程

试验一：将样品1、样品2和样品3放入55℃电热干燥箱中，20min后，样品1和样品2橡胶塞和玻璃管接口部分封蜡开裂，而样品3基本无变化，见图10。接着将样品1、样品2和样品3放入-10℃环境中，20h后，样品1和样品2橡胶塞被玻璃试管中水变成的冰推开。样品1橡胶塞虽稍微被推开，但试管底部直接断开了，见图11。



图10 加热20min后情况

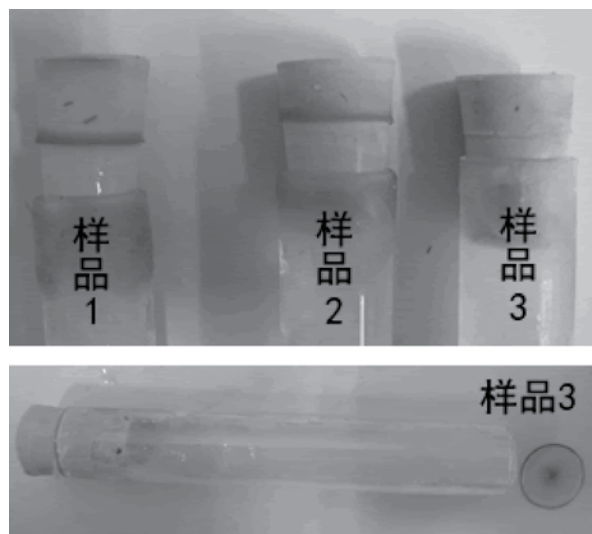


图11 冷冻20小时后情况

试验二：将重新制样的样品2到样品8共7个样品放于40℃环境中30min后，样品2封口处蜡开始开裂，其他样品没有明显变化；然后将7个样品再放入4℃环境中30min后，样品2~5均出现大量气泡（多处聚集在试管顶部，橡胶塞塞入部分）。水在4℃时密度最小，试管中水的体积会变小。可见密封效果已经变差，空气侵入所致。样品6出现少量气泡。样品7和样品8则基本无变化，见图12。接着再将这7个样品放入50℃环境中30min后，样品2出现密封蜡开裂严重，封蜡发黏。其他样品则无明显变化。

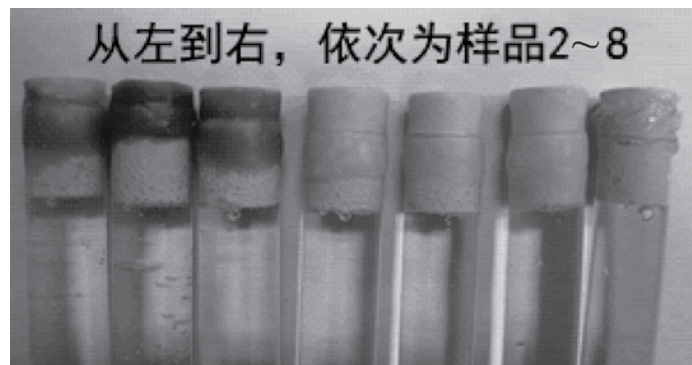


图12 试验二后样品



#### 4.2.4 结果与讨论

(1) 以前我们采用浸入法密封, 直接把试管倒置入热蜡液中, 如果环境温度过低, 会因为玻璃试管温差较大, 引起试管爆裂。现在看来, 采用更稳妥的涂刷法可以替代浸入法密封。实验中发现, 等热蜡液温度下降后再进行涂刷比蜡液温度较高时封口效果较好, 因为低温度的蜡液更容易迅速凝结。

(2) 竹筒保存环境温度不能低于零度。若零度以下保存, 试管中水分结冰, 体积增大(研究显示, 水变成冰, 体积增大约9%), 会严重破坏试管的密封性, 从而导致饱水竹筒失水, 结果将是灾难性的。

(3) 一方面, 竹筒换水工作环境温度最好和保存环境温度一致, 这样将会保证试管中水分、橡胶塞和密封蜡等各方面的膨胀系数保存一致。另一方面, 密封蜡熔点一般在50~65℃, 所以饱水竹筒的保存环境温度也不能高于50℃。最佳的保护环境应该是温度设定在20~25℃的某个温度点的恒温环境。

(4) 单纯蜂蜡不适合作为竹筒密封蜡用。石蜡的效果比蜂蜡更好。有研究表明, 蜂蜡的膨胀系数较小, 石蜡在其熔点附近有较高的热膨胀系数, 最大体膨胀率达15%; 压力在0.36MPa以下, 温度从25℃升高到61℃, 石蜡体膨胀率逐渐增大到13.2%。由于硬脂酸的加入, 密封蜡熔点升高, 有较好的耐候性, 有效提高密封效果。

(5) 热熔胶的表现也值得肯定。

#### 4.3 工作展望

(1) 复合密封蜡是饱水竹筒密封保存的研究方向, 找出硬脂酸与石蜡等的最佳配比, 可以引入其他材料如松香等。

(2) 从热熔胶的良好表现得出启示, 尝试其他密封材料来替代蜡封的可能性。

(3) 红外照相尝试更短的波段(如800nm)进行拍摄, 结合其他无损技术手段, 深入开展竹筒字迹复原工作。

(4) 对竹筒载体以及墨迹损害情况进行追踪分析研究。