

用聚乙二醇来控制木质文物尺寸的变化

周健林

绪 言

自有文物保护这门技术以来，国内外文物保护工作者对各自发掘到的饱水漆木器如何使其脱水、定形做了不少的研究和实验。在实施应用时，有成功的，也有失败的，究其原因，不外是漆木器自有它特殊性，更有它的复杂性。大家知道，木材是孔隙的物质，是由植物细胞构成的，它的主要成分是：含有不超过 45%~50% 的纤维素，20%~35% 的半纤维素以及 15%~35% 的木质素，纤维素是经还原多葡萄糖醛酸的羟基而由多糖醛酸形成的，是一种按直链结构连接而成的高分子聚合物。在纤维素的单位结构式中，有着较多的亲水基团——羟基（OH），很容易使木材胀缩，这是它的内在缺陷，半纤维素是低分子量的多糖，主链通常不超过 200 个葡萄糖单位，并有短侧链，化学稳定性很小。木材由于木纹的不同——分径向、横向及弦向，水分处在不同的木纹方向，其脱、吸水是不一样的。当木材在干燥时，自由水（毛细管水）先被蒸发，然后才蒸发吸着水（吸附于细胞壁微纤系统的水）。一般来说，自由水的散失或增加，不会使木材的胀缩性及其强度受到影响，而吸着水在纤维饱和点以下时的水分减少则易使木材体积缩小，反之，则引起体积膨大。另外，木材在干燥过程中，往往因木材表面与木材内部脱、吸水的不均衡而产生不良应力，导致木材翘曲变形。所以，同一材料（在一块木料上截取，作成若干器物），采用同一种方法来处理，往往也不可能收到同样好的效果。因此，虽有诸如醇—醚—树脂连浸、明矾、乙腈乙醚，自然干燥以及冷冻等比较成功的方法，也应根据各物质地、现状等对症下药，不能任取滥用，否则，很可能是徒劳无益的。

至于上述各种方法，数年来我们都曾采用过，也收到了一定的效果。我们脱水并且定形了若干件漆木器。然而，这些方法在实际应用时，常会碰到这样、那样的问题，通常受条件限制较多。例如，木器经明矾法处理后，表面形成结晶，物体本身加重，当空间湿度较高时又使器物返潮酸化；自然干燥法难以恒温恒湿，还需辅以外界支撑，颇费

工时；醇—醚—树脂连浸法易使漆皮起泡、翘皮等。总之，诸法或多或少都存在着一些问题。几年来，我们以 PEG 材料对木质类文物进行了一些实验，取得了较好的效果。下面着重谈一下有关这方面的情况。

一、PEG 的性质及其应用原理

以 PEG 作为基本高分子材料来稳定木质类文物，是一种新兴的方法。所谓 PEG，即聚乙二醇（分子式为 $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$ ），平均相对分子质量 200 ~ 6000，由乙二醇经缩合而制得。通常相对分子质量在 600 以下的，常温下为黏稠的液体；分子量在 1000 以上的呈蜡状固体。它溶于水、乙醇和其他有机溶剂，机械强度一般随着分子量的递增而加大。它无色无臭，蒸气压低，与较多的化学品不起反应，不易变坏，是一种比较稳定的水溶性高分子材料。

在处理过程中，当溶质接触木材界面时，由于膨胀作用，大分子即向该木材的纤维腹腔渗透，同时，随着温度的提高，分子链之间的滑动会更加容易，其活性亦既相应增加。当溶液浓度较稀时，此种现象最为明显，PEG 对木材的浸渗速度也因此而加快。在全部浸渗过程中，木材内部的水分子能沿着纤维边缘向木材面膜层作透，由此进入 PEG 浸渗液。然后，PEG 与木材内渗出的水分子相混溶，该混合液再沿着业已被穿透的膜层孔隙深入木材细胞腔。如此进去出来，循环反复，加上操作时随时递增 PEG 浸渗液的浓度，则该过程进行到一定程度时，进去与出来的水分子就可望达到平衡。这样一来，木材纤维腹腔里面的水分被通过混合液深入进去的 PEG 所置换，维持了原纤维结构。PEG 在这里起到了支撑细胞腔壁的作用，从而使得木材不会因细胞腔的塌陷而致收缩变形。

二、PEG 分子量及其浸渗液浓度的选择

如前所述，PEG 分子量具有多种规格，那么，我们在实际应用时，究竟择取哪一种分子量的 PEG 来处理文物比较合适呢？这是一个很难一下说清的问题，因为现在大多尚处于实验阶段，对此还无定论，只不过是个人根据实物及应用经验提出自己的见解而已。一般来说，当 PEG 的分子量较小时，它对木材的浸渗速度就加快，这是极有利于木器脱水、定形的一个因素，遗憾的是它容易吸收空气中的水分而使被处理物本身返潮，分子量较大的 PEG 材料则不管在应用时抑或处理后，均不存在似前者的返潮现象，且其机械强度也比低分子量的 PEG 材料来得大。然其亦有一个缺陷，即在浸渍过程中不易渗入木材内部。我个人认为，在通常情况下，初始时的 PEG 材料可以择取分子量

在 1000 以下的, 不适宜直接使用高分子量的 PEG 材料, 至于上述二种不足之处, 只要在实验过程中逐步递增其浓度 (例如, PEG 含量 2.5% → 40% → 55% → …), 是可加以改善的。浸渗液浓度的选择, 需根据具体情况 (如被处理物之材性、含水率和糟朽程度等) 酌情加浓或者稀释, 大致可采用含量为 20% ~ 25% 的 PEG 作初始浓度。按此思路, 我们参照加拿大埃瑞卡·沙弗的方法, 对我省出土文物进行了处理, 下边把被处理物性质状况及处理方法做一具体介绍。

(一) 首先处理高邮天山汉墓天花板、漆虎以及漆如意

1. 各物情形

1) 天花板原置棺上, 系木质胎, 外敷麻布, 上布漆灰, 面施生漆, 再以彩漆绘成线条粗犷, 气势宏大的一组云气, 其间或画人物, 或伏走兽, 色调鲜明, 颇为壮观。板长 200 厘米, 宽 70 厘米, 厚仅 1 厘米, 板面多处开裂。

2) 漆虎为木胎, 系整木雕成。面施极薄漆灰一层, 上附糙漆, 再以暗红色漆遍刷虎之全身, 次以黑退光漆在上面构成毛须, 神态生动、逼真, 可惜被盗墓者焚烧, 出土时器物全身约 1/10 呈木炭状, 全长 25 厘米, 宽 4.7 厘米, 厚 4.5 厘米。

3) 漆如意亦属木胎, 也是以整木雕成, 状似麻花, 互相扭结, 黑色底, 上施朱漆, 间杂黑退光漆。现长 26 厘米, 宽 4.7 厘米, 厚 4.7 厘米。

2. 处理步骤

1) 清洗: 对被处理物大体清洗一遍, 用较为柔软的羊毫笔蘸取蒸馏水轻轻刷洗器物之各面清除能被去掉的污垢。

2) 称量: 以游标卡尺分部位测出各面之长、宽、厚度, 再用天平称出器物的重量, 并做好原始记录, 以备对照。

3) 制液: 选取分子量为 600 的 PEG 材料, 先在摄氏 20 ~ 26℃ 之间将其溶化 (夏天可省略此步), 然后根据配方, 分别称取 PEG 25 克, 甘油 20 克, 加上比例为 3.5:1 的乙醇 (含量为 95%) 与水的混合液稀释至 100 克 (如果需用量大, 则可按各料配比比例同时扩大倍数)。

4) 操作方法: 将配制液倒入喷液枪罐内, 对上述三物实施喷涂, 至物面全为溶液覆盖时止, 以塑料布把器物蒙住, 每天观察, 一俟物面呈现干燥状, 即再以溶液喷之。基本上每十天递增一级浓度。数月后, 改用分子量为 1000 的 PEG 材料, 由初始浓度起, 按上法逐次递增, 最终使器物趋于稳定。

3. 处理效果

1) 天花板自 1981 年 3 月开始喷涂，至 9 月处理完毕，前后共用了半年时间，后置放于较阴暗房间里一年半，除径向处出现裂缝外，无大的变化（表 1）。

表 1 处理前后收缩率变化表（天花板）

	处理前			处理后			收缩率%			处理后 18 个月		
	长	宽	厚	长	宽	厚	长	宽	厚	长	宽	厚
天花板	200	70	1	198	96	1	1	1.4	0	198	69	1

2) 漆虎与漆如意同在 1982 年 1 月开始喷涂，每天喷三次，于 1983 年 3 月完成。置室内一个多月，至今二物之形状稳定，且其表观也较好（表 2）

表 2 处理前后收缩率变化表（漆虎、漆如意、木尺）

	处理前			处理后			收缩率%			处理后一个月		
	长	宽	厚	长	宽	厚	长	宽	厚	长	宽	厚
漆虎	25.0	4.7	4.5	24.5	4.6	4.35	2.0	2.1	3.3	24.5	4.6	4.35
漆如意	26.0	4.7	4.7	26.0	4.7	4.6	0	0	2.1	26.0	4.7	4.6
木尺	23.0	1.8	0.3	22.8	1.75	0.28	0.3	0.2	0.9	22.8	1.75	0.28

（二）处理清江市出土之汉代木尺

1) 器物状况：此尺长 23 厘米，宽 1.8 厘米，厚 0.3 厘米。上有均匀刻度，每一刻线似乎都以生漆覆护，有残缺。尺系木质，外似有漆。

2) 处理步骤：先清洗、称量、制液，方法同上，然后，把尺放入玻璃容器内，并注入预制好了的 PEG 溶液，使液面超出物面数厘米。将窗口盖封紧，避免挥发，到一

定时候，倒出容器内之溶液，另把比初始浓度稍高一些的 PEG 溶液注入容器内，如此逐次递增。接着，以分子量为 1000 的 PEC 置换以上浸渗液，浓度的梯级递增亦如上。

3) 处理效果：该尺自 1982 年 11 月开始浸渗，1983 年 4 月取出，至今未发现有什么变异，处理的结果是满意的（表 2）。

上述四件木质文物均采用同一种方法处理，只是具体手法不同。我们由表 3 可以看出，所有器物在处理后的，并未引起大的收缩以及变形，也无白色蜡状物在物表形成（表 3），因此说明，较小分子量的 PEG 材料对质地较好和含水率较低的木材的浸渗是可行的。值得提出的是：乙醇在配方里起着较大的作用，它以自己渗透能力较强的特性，辅助 PEG 以及作为润湿材料的甘油进入质地致密、坚硬的木材内部，促使 PEG 去完成加固木材细胞腔壁的工作，而甘油则升高或者调节了整个配方吸湿所需要的水平。

表 3 处理结果

名称	湿重（克）	处理后之重量（克）	置室内一月后之重量（克）	干燥率	处理效果	
					形状	外观
天花板	*	*	*	*	径向处有裂纹	稍亮
漆虎	190	145	143	24.74	有纤小裂纹	不变
漆如意	280	222	221	21.07	稳定	稍亮
木尺	39.5	27.2	26	36	较稳定	微黑

* 因天花板体积较大，无法称重

三、结 束 语

采用 PEG 材料稳定木质类文物，是一种较为新颖的处理方法，并且已逐渐为大多数实验所证明是行之有效的。采用这种方法的有利之处较多，归纳起来有以下几点：

- 1) 工艺简便——全部过程不需要其他较复杂的外界辅助；
- 2) 价格便宜——处理时对设备的要求不高，成本大大低于其他高分子材料填充方法；
- 3) 操作安全——无臭无味，不致燃烧，对工作人员无伤害，对大型文物作处理不会引起局部污染；
- 4) 效果良好——PEG 性质稳定，器物经脱水，定形处理后一般没有变化。

当然,这种方法也存在着某种缺陷,具体有如下几点:

1) 操作时间长——约需半年至一年;

2) 色泽受影响——易使被处理物表面呈黑色,对带染料的器物多少有点伤损,常有一种令人讨厌的蜡状层依附在器物表面;

3) 吸湿返潮——容易吸收空气中的水分而使器物本身在处理后又返潮。不过,诸如此类的问题,只要操作者在整个工艺过程采取一些恰当的措施,大部分是可以避免或者解决的。

总之,以 PEG 材料对木质类文物作脱水乃至定形的方法,在文物保护方面是一个良好的开端。相信随着博物馆事业的发展,通过众多的科技工作者不断地研究和实验,必定会发现更好的操作方法,逐步对 PEG 浸渗液加以充实或臻完善,使它在文物的保护上起到较大的作用。

至于我们的工作,自开始到现在,还只是处在摸索阶段,对有关这方面的诸多概理也并未完全明了,所以,在整个论述中必有差错及不到之处,请大家加以指正。

(原刊于《文物保护技术》辑刊 1987 年第四辑第 57 ~ 64 页)