

# 玻璃文物保护与修复

薛 吕

(复旦大学上海视觉艺术学院, 上海 201620; 上海玻璃博物馆, 上海 200431)

**摘要:** 玻璃文物的保护大致可以分为两类: 一类是控制玻璃保存的环境, 将其损坏和衰变减至最小; 另一类是在必要时采取措施阻止来稳定玻璃的衰变, 以防进一步的恶化。本文从科学的角度分析了玻璃文物损毁与衰变物理及化学上的原因, 通过典型案例论述了不同环境条件下玻璃文物衰变的症状及相对应解决的办法。同时, 对玻璃文物保护和修复过程中使用的材料种类和使用原则进行了总结和梳理。

**关键词:** 玻璃 保护修复

玻璃文物的保护大致可以分为两类: 一类是控制玻璃保存的环境, 将其损坏和衰变减至最小; 另一类是在必要时采取措施阻止和稳定玻璃的衰变, 以防进一步的恶化。

玻璃文物的保护和修复应该追寻一定的原则和道德规范, 即所有的保护和修复工作必须有文献记录, 并且不对物品的结构和装饰进行歪曲或伪造。保护和修复的过程应该追寻可逆的原则, 所有的玻璃应被标记, 小心存放, 自然衰变的玻璃, 如埋葬环境中产生的彩虹色表面和剥落, 通常情况下应该予以保留。

## 1. 玻璃文物的损毁与衰变

玻璃的衰变指的是掩埋在土中或浸没在水中等环境后造成的腐朽, 侵蚀风化。影响玻璃衰变的因素主要有: 玻璃本身的化学组成和其外部的保存环境。

玻璃文物的损毁和衰变主要可以分为三种。

(1) 玻璃文物物理上的直接损坏: 指的是由于机械冲击造成玻璃损坏、破裂成碎片。包括的情况有: 由于粗糙的制作或是设计时的缺陷, 或是制作玻璃时成分组成的缺陷都会造成玻璃制品的裂损, 某些造型的玻璃制品特别容易受到外部的冲击而损坏; 冲击破坏是玻璃收藏中最普遍发生的一种物理上的损坏, 通常归结于意外, 粗心大意的操作/包装, 或是恶意破坏, 当玻璃制品与其他更为坚硬的材料相接触时, 或是掉落时, 都会破裂、断裂, 而玻璃的刮伤、破裂、暴角和整体的破损会进一步导致残片的丢失, 徒步搬运时的抖动、振动以及运输中发生的碰撞都可能导致玻璃的破损; 发生在突然的冷或热的情况下的热冲击, 造成玻璃膨胀系数的不稳定, 随之产生的张力会导致玻璃破裂或断裂, 这一情况经常发生在使用热水清洗玻璃时, 或是蜡烛的火焰与玻璃制品接触太近时, 因此不能将玻璃制品直接暴晒在太阳或是人造热源下; 使用过程中的磨损, 如餐具的刮伤、过

硬的洗涤方法以及刀片、砂纸和金属工具的刮痕。

(2) 玻璃表面的损毁：主要发生在使用过程中，埋葬环境中，金属腐蚀物与玻璃相接触时，过多地使用保护材料以及大气污染。

其中需要特别指出的是玻璃文物很多都是由于埋葬在地表之下而得以幸存，土壤中有有机物厚厚的钙质沉淀（尤其是海洋环境），或是绝氧埋葬条件下产生的黑色硫化物沉淀，在有充分降水量溶解碳酸盐、硫酸盐和硅酸盐等物质但又必须有足够的条件蒸发并重新形成沉淀的环境中，这些物质形成的硬壳会严重损毁被埋葬玻璃的表面。墓葬条件下衰变的可见症状主要有：玻璃颜色发暗、出现彩虹色（图1）和薄薄的类似釉彩的外壳硬皮，可能会变黑，衰变的玻璃表面也可能会呈现裂纹、片状剥落并出现凹陷。总体而言，在墓葬环境中，钠钙玻璃更为稳定，比钾钙玻璃保存得更好。

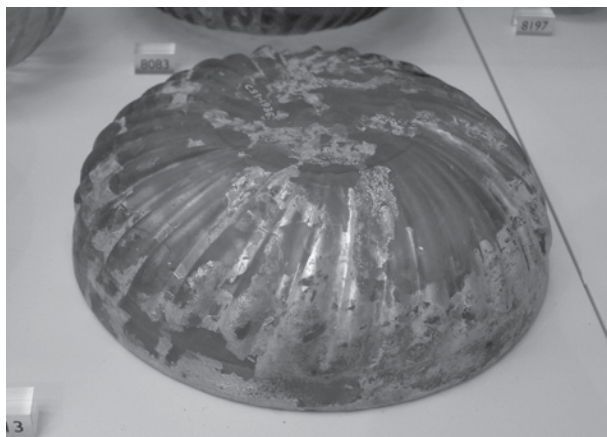


图1 具有彩虹色表面的公元1世纪罗马模具压制条纹状玻璃碗

(3) 化学上的衰变：指的是受到外界因素影响（主要是水）而发生的玻璃组成成分分子结构上的变化，从而导致古代玻璃化学上的衰变，简单地讲就是当玻璃与水或水溶液发生反应时，玻璃表面会发生化学变化，并向内部延伸（图2）。由水聚集而成的湿气是玻璃分解的罪魁祸首，没有水玻璃可以在干燥的条件下很好的保存几个世纪。当然，除了水以外，其他影响的因素有：玻璃本身的成分配比，以及那些与环境相关的因素，如大气环境、水或水蒸气、pH、温度、有机物、埋葬的时间、深度等。

制作玻璃时的成分配比对于玻璃的衰变是有影响的，我们有理由相信：古代玻璃制作技术的稳定使玻璃能够持久耐用，并因适宜的埋葬条件而保存至今。

不同文化和地域玻璃制作成分的不同很大程度上影响了古代玻璃的衰变，罗马玻璃（15%~20%  $\text{Na}_2\text{O}$ ，5%~10%  $\text{CaO}$ ，2%~3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，70%  $\text{SiO}_2$ ）与近东玻璃更少的硅和铝含量以及较高的碱土金属（钙和锰），在组成成分上的不同导致了不同的衰变结果：罗马玻璃比近东玻璃更稳定，如在美索布达米亚地区发现的公元四世纪Sassanian时期的玻璃表面有着几厘米厚的不透明外壳，然而同时期的罗马玻璃却只有薄薄的一层彩虹色表皮。含铅量较高的玻璃，如墓葬中发现的中国汉代铅钡玻璃表面通常会有一层较厚的附着物（图3）。

制作玻璃时，最适宜的石灰成分为10%，然而，15世纪起的威尼斯水晶玻璃由于使用了提炼过的植物灰作为碱制作玻璃，因此在该过程中除去了具有稳定作用的碱土金属，导致了玻璃本质上的



图2 伊斯兰早期玻璃器皿

因埋葬在地表之下，表面被严重损坏，并形成彩虹色和厚厚的沉淀硬壳



图3 中国汉代铅钡玻璃

不稳定，容易受到大气湿度的影响，同样，17世纪中期使用了英国人Ravenscroft研发的配方制作的一些玻璃，也发生了泛碱和表面流汗现象。由于早期玻璃的衰变发生在分子层而不被人注意，然后随着时间的推移，衰变的物质会聚集在玻璃表面而使其变得昏暗，像是有薄雾笼罩似的，当在潮湿的条件下，会在表面上吸收湿气形成小水滴，然而干燥后就会在玻璃上形成碱盐沉积。当该过程不断持续时，表层的玻璃会出现网状的微小裂痕，即初始泛碱阶段，通过放大镜或是随后肉眼观察都可以发现细小的裂纹，如果这样的情况不得到关注，那么表面的裂痕会进一步深入发展，导致玻璃表面小片的剥落，甚至最终碎裂。当玻璃开始完全泛碱时，呈现整体云雾状并缺乏透明度，在一些特别突出的案例中，玻璃最终失去机械强度而塌陷，彻底分裂。从16世纪开始，人们使用“泛碱”一词来形容这样的玻璃衰变，这些玻璃都有着同样的特点，即制作成分中只有少于5%的石灰物质，有时甚至少于1%，并且当使用碳酸钾代替苏打作为碱时，情况就会变得更糟糕（图4）。



图4 现藏于英国伦敦维多利亚·阿尔伯特博物馆中的中国清代康熙朝时期的玻璃器

因受到了西方同时期制作玻璃配方的影响而呈现严重的泛碱现象，表面出现网状的微小裂痕，原本透明的玻璃变得昏暗，像是有雾笼罩似的

另外，影响玻璃化学衰变的环境因素有：湿地或是水下的埋葬条件，由煤气造成的大气污染，当与水结合时，在玻璃表面形成酸溶液和/或者沉淀物质，这些物质随着时间和温度因素发生变化。

对于存放和展示古代玻璃文物需要特殊的保存条件和环境，必须保持低温干燥，空气纯净，湿度应以博物馆环境质量标注相对湿度的下限为宜（RH35%~45%）。

## 2. 用于玻璃文物保护和修复的材料

用于玻璃文物保护和修复的材料可以分为几大类：溶解液和反应试剂、黏结剂、表面涂层材料、用于翻制模型和模具的材料、颜料和染色剂。当然还包括一些制作模具和用于包装存储的辅助材料。

需要指出的是所有的化学材料对于玻璃都有潜在的危害作用，在使用化学物质时，必须佩戴防护眼镜、防尘防毒口罩、防护手套和衣服，并同时使用排风装置。一般用于玻璃文物保护和修复的化学物质造成的危害有以下三大类：易燃、有毒和腐蚀，因此所有的化学物品都要给予明确的标示和危害标签。

清洗玻璃文物时，要根据玻璃的状况和表面的装饰选择适合的清洗剂。残留在玻璃表面的物质通常有：泥土，含钙或铁的沉淀物，或是从土壤、水或海洋中挖掘的玻璃表面残留的沉淀物，另外还可能是先前修复修补的材料等。可以用于清洗玻璃的物质有：水、去垢剂、螯合剂、酸和有机溶剂。如果判断不当，这些化学物质会对玻璃文物造成危害，因此，清洗工作有利有弊，需要在使用前加以评估。

尽管水是造成玻璃衰变的首要元凶，但它是清洗玻璃最普通的物质，玻璃短时间暴露在水中并不会导致衰变，只有过长时间地被水浸没，玻璃中的碱成分才会被分解。所以清洗玻璃文物时应使用净化过的水，如蒸馏水，并尽量减少清洗玻璃文物的次数和时间，且不要浸泡在肥皂水中。

玻璃文物保护中最常用的清洁剂是壬基酚聚氧乙烯醚（NPEs），如硫酸油酰钠（湿润剂）。商业用途的清洁剂和去垢剂不建议使用在古代玻璃的保护和修复中，原因在于它们通常融合了许多清洗配方，一般含有碱、表面具有活性的化学物质、螯合剂、悬浮液和增稠剂，使用这些物质会损坏玻璃表面，并且因为无法知晓商业用清洁剂中的具体配方，因此无法预知它们使用在古代玻璃修复中的结果。

修复玻璃文物时使用的黏结剂、加固剂或填缝剂，都需要有一定的粘接性能，并且在固化时对于张力有一定的调节作用，而不应对玻璃产生张力影响，且在视觉上较为隐蔽。如今用于玻璃文物修复的黏结剂主要有：纤维素衍生物、环氧树脂、聚酯和丙烯酸树脂（包括氰基丙烯酸盐黏合剂和紫光胶）、乙烯基聚合物、聚氨基甲酸乙酯和硅酮。在使用这些物质时同样需要做好一定的保护措施，如使用排风装置、戴眼镜和手套等，且要尽量少的使用，在使用黏结剂前必须彻底的清洗玻璃表面的污垢和油渍。

综上所述，对于玻璃文物的保护和修复主要应采取预防为主的态度和理念，控制并改善保存的环境和条件（尤其是湿度和空气质量），将物品的损坏和衰变减至最小程度。