


金沙遗址出土古象牙的现场清理加固保护

肖  白玉龙, 孙 杰

(成都市文物考古研究所, 四川成都 610072)

摘要: 成都金沙遗址出土的古象牙, 保存现状十分脆弱。出土后由于失水速度加快, 象牙会迅速开裂、风化, 最终完全粉化。为了能将这批珍贵的象牙完好地保存下来, 必须寻找一种简单的方法对象牙进行有效的保护。根据对象牙的成分分析和脱水试验研究, 选择用改性的有机硅材料把象牙嵌封保存起来。对材料的保护性能进行研究的结果显示, 用这种有机硅材料对出土脆弱古象牙进行嵌封保护, 可以减缓象牙的失水速度, 隔绝大气环境对脆弱象牙的腐蚀, 又不影响直接观看, 是一种安全有效的方法。

关键词: 金沙遗址; 象牙; 嵌封; 加固; 清理; 保护

中图分类号: G264.2 **文献标识码:** A

1 序 言

2001年2月, 成都市文物考古工作队对金沙遗址进行了正式发掘, 该遗址是四川省继三星堆之后最为重要的考古新发现。目前已发现的遗址面积近100万 m^2 , 时代约为商代晚期至西周早期。金沙遗址因一次出土了数以吨计的象牙、象牙器, 而成为考古学上一大奇观。

象牙的出土地点位于整个遗址的东部, 考古发掘者将其定义为礼仪性堆积, 编号2001CQJL11①。象牙位于考古发掘地层的第十二层, 出土时位于该礼仪性堆积的最上层, 相互交错叠压成多层放置(图1, 见彩版插页1), 这一层主要属于商代晚期至西周早期堆积层, 地质构造属于河道河床泥沙堆积层与陆地堆积层相互交错, 泥土中含沙量高, 没有鹅卵石, 地层中含有大量的有机腐殖质。出土的象牙大部分为完整的未经加工的成年亚洲象象牙。

在三千多年的埋藏过程中, 象牙中的蛋白质已降解殆尽, 保存下来的成分基本为无机盐。经过常年累月的腐蚀, 几乎所有的象牙, 从牙根到牙尖都形成了一个较大的髓腔空洞, 空洞的深度几乎占到象

牙总长度的一半以上, 牙根一端的腔壁最薄的仅有几个毫米。因腐蚀流失形成的髓腔空洞完全被湿的泥沙充填, 象牙的含水率较高。清理出的象牙暴露在空气中, 表面很快开裂, 原有的裂隙也逐渐变宽, 从表面到内部, 沿着“年轮”及辐射线分层、开裂、剥离。象牙暴露在空气中失水很快, 加之光照、微生物的侵蚀与降解, 象牙表面会迅速变色, 裂隙增宽, 甚至产生新的断裂、霉变等病害。

为保护出土象牙, 我们对象牙做了成分分析、脱水试验、嵌封材料的选择, 以期找到最佳的保护方法的材料。

2 象牙成分分析

对象牙成分进行分析可以了解引起象牙腐蚀破坏的内因, 为制定合理科学的保护方案提供可靠的依据。象牙出土后, 内层与外层的腐蚀破坏程度相差较大, 一般内层的破坏要相对严重一些。

2.1 样品制备

象牙样品出土后, 用软毛刷或竹签剔除表面浮土, 及时拍照、称重, 烘干待用。烘干样品使用的烘箱型号为: 上海实验仪器厂101A-4型。3种样品的情况见表1所示。

收稿日期: 2002-10-14; 修回日期: 2004-06-10

基金项目: 国家文物局课题(200109)


作者简介: 肖  (1964-), 女, 1988年毕业于四川大学分析化学专业, 硕士, 通讯地址: 成都市蜀都大道十二桥街18号, E-mail: xi aolin2003cd@163.com

表 1 成分分析样品说明

Table 1 State of samples be analysed

样品编号	样品说明
1 [#]	常温下干燥象牙内层样品, 重 6.257g
2 [#]	常温下干燥象牙外层样品, 重 6.310g
3 [#]	在 105℃ 下经 50 小时烘干的象牙样品, 重 4.402g

2.2 成分分析

测试仪器用美国 PERKIN ELMAR 公司生产的 FI-IR Spectrometer PARAGON 1010 型红外光谱仪。

1[#]、2[#]、3[#]样品的测试结果和牙齿的标准红外光谱图见图 2^[1]所示。

将各个样品的红外光谱图与牙齿的标准红外光谱图比较发现, 他们在相应波数的红外波形基本吻合, 其化学成分均为羟-碳酸-磷灰石, 分子式 $Ca_5[F(PO_4CO_3OH)_3]$ 。

这一鉴定结果证实, 象牙的有机成分已降解殆尽, 化学成分主要为钙盐。出土时虽然仍保持有完整的外形, 但其强度已非常差, 轻微的碰撞和挤压都会造成损伤甚至断裂。

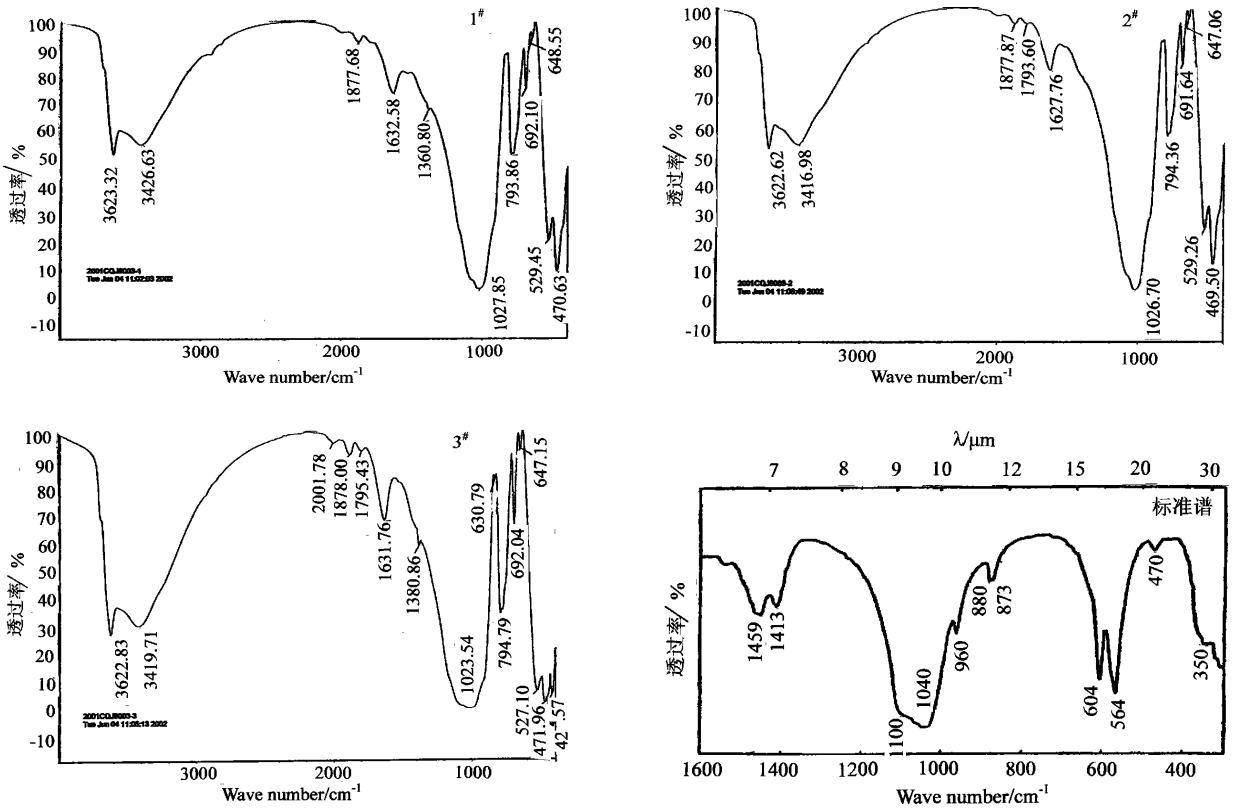


图 2 象牙样品的红外光谱图

Fig. 2 The ivory and tooth; Results of FTIR

2.3 脱水试验

取小块象牙做脱水干燥对比试验, 试验分两组进行, 一组样品在自然状态下脱水, 另一组样品在 105℃ 下烘干, 结果见表 2。从 1[#]、2[#]、3[#]、4[#] 样品实验数据, 可以看出无论是自然干燥还是烘干, 一旦失水象牙就会开始开裂、风化, 直到最终完全粉化破坏。同时, 测得出土饱水象牙的绝对含水率在 43.07% 到 62.94% 之间。刚出土的饱水象牙有一定的强度, 失水后立即引起象牙的风化、开裂、剥落, 最终会导致象牙完全粉化, 不复存在。因此始终保持象牙刚出土时相应的含水量, 象牙基本不会有新的

开裂、风化等现象。根据象牙的成分分析结果和脱水实验结果, 可以肯定, 金沙遗址出土象牙保护之关键一步是如何保持象牙相应的含水量, 为下一步保护打下基础。

3 嵌封材料

在文物保护界, 目前还没有一种较为成熟安全的方法, 可以用于像金沙遗址出土的这种古象牙的保护^[2]。从象牙的脱水试验可以看出, 刚出土的饱水象牙有一定的强度, 失水后立即引起象牙的风化、开裂、剥落, 最终会导致象牙完全粉化, 不复存在。

因此,可以考虑,用一种材料将出土的“新鲜”饱水的象牙封闭,使其与外界的自然环境隔离,使象牙保存在一种与地下埋藏环境类似的密闭环境中,保持水分不散失,从而为进一步研究更完全的保护方法争取时间。

3.1 材料筛选

通常用于文物保护封存的透明材料为聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)、透明环氧树脂、透明不饱和聚酯树脂等有机高分子材料,这些材料固化后密闭性能、透明性能都很好,但固化过程中放出的热量对含水量非常高的古象牙有破坏作用,固化物强度非常高,操作可逆性差,封存的古象牙很难取出,同时这些高分子材料耐气候老化性能较差,老化后颜色变黄,影响象牙外观及展出。

相比之下,有机硅材料是骨架为 Si-O 键、侧链

为 $-CH_3$ 基团的半有机半无机结构的新型高分子材料,它兼具有机聚合物的特性,因而在性能上有许多独特之处。有机硅材料具有优越的高低温性能、电绝缘性能、耐气候老化、憎水防潮及表面能低、与大多数材料不粘等性能,完全透明、不透气,不透水,对温度不敏感, $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 稳定及化学惰性等特点,并且在加入配套固化剂后在室温条件下即可完成固化,固化过程中不放出热量。最终选用硅橡胶作为象牙嵌封材料。

3.2 失水试验

选取一块象牙,将其分成大小相近的三块,做嵌封前后象牙的失水试验,测试硅橡胶的隔水性能。1[#]、2[#] 样品用做自然失水实验,3[#]、4[#] 样品做 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干脱水实验,5[#]、6[#] 样品硅橡胶嵌封后,做自然失水实验。实验结果见表 2。

表 2 象牙失水实验数据及现象

Table 2 Result of experiment dewatering ivory

样品号	试验方法	试验前重量/g	试验后重量/g	失水率 / %	实验现象
1 [#]	自然脱水存放	6.257	3.840	62.94	两天后开始出现开裂,1个月恒重,象牙开裂散落形成许多小块。
2 [#]	自然脱水存放	9.200	6.430	43.08	两天后开始出现开裂,1个月恒重,象牙开裂散落形成许多小块。
3 [#]	$105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干脱水	6.310	4.251	48.44	几个小时后开裂,不连续烘干,10天后恒重,成一堆残渣。
4 [#]	$105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干脱水	8.270	5.441	51.99	几个小时后开裂,不连续烘干,10天后恒重,成一堆残渣。
5 [#]	用有机硅橡胶灌封后,自然存放				自然存放7个月,象牙下面有少量自然挥发形成的水雾。
6 [#]	用有机硅橡胶灌封后,自然存放	3.297	3.234	1.92	自然存放7个月,象牙下面有少量自然挥发形成的水雾,失水百分比为 0.7%。

5[#]、6[#] 样品经 7 个多月的自然存放,没有发现明显变化。从以上试验结果看,象牙在自然环境中裸露存放,失水很快,可以断言,不出一年,发掘出土的成形象牙就会风化粉状,不复存在,而用硅橡胶嵌封后,硅橡胶对含水象牙有很好的保水性能。经过较长时间存放,硅橡胶依然透明,柔软有弹性,没有老化现象。

3.3 光老化试验

对硅橡胶嵌封的象牙做耐紫外光老化测试。300W 紫外灯 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 累计照射 21 天(约 504 小时),总剂量相当于正常日光照射 10 年的紫外线剂量。

试验结果表明,由于大剂量紫外线照射,硅橡胶表面出现大量的细纹,而嵌封在内部的象牙没有明显变化,底层出现的少许雾状,应是象牙内的水分自然的挥发形成的。硅橡胶能够抵挡光线中破坏能力较强的紫外线。剥去封存在外的硅橡胶,象牙的重

量基本不变,硅橡胶在象牙的表面自然形成一个光滑平整的界面,没有粘连,更没有渗透到象牙内部,剥离出来的象牙与刚出土时相比,没有太大变化。通过实验室的试验测试得出结论,硅橡胶可以做为一种封闭剂,应用于象牙保水保护。

4 象牙的现场清理加固

金沙遗址出土的象牙数量众多,大部分为质地酥脆、含水量高的糟朽象牙,因此我们在现场揭取这批象牙时,遇到的实际困难很大。首先,要尽量缩短揭取时间,避免象牙水分散失,风化开裂,然后是由于象牙本身糟朽严重,不能直接承受任何外力的作用,更主要的是,象牙堆积交错叠压成多层放置,大部分象牙由于叠压,受力不均,已出现多处裂缝,这些都为象牙的揭取增加了难度。为尽量减少在揭取过程中象牙的损失,经现场多次研究,结合考古发掘

经验,我们采用下列安全稳妥的揭取方法。

4.1 预加固处理

由于大部分象牙质地酥脆,在揭取之前必须做预加固处理。

首先,清理象牙上表面和侧面泥土,喷洒防霉剂,然后涂刷加固剂,对于象牙的下表面,则预留适当的支撑泥土,分段涂刷加固剂。在外表面操作完成后,通过裂缝,向象牙内部的空腔灌注加固剂,保留牙髓腔内的泥沙,并对其进行适当加固,增加象牙整体强度。象牙表面残留的多余加固剂用酒精清洗掉。用多层保鲜膜包裹在象牙表面,使加固剂在象牙内部充分作用,并防止水分散失。经过1—2天的预加固处理,象牙的强度有所增加,表面不再剥落掉粉,裂隙的茬口干净平整,易于拼对、粘接修复。

4.2 清理出土

经过预加固处理的象牙,强度虽有所提高,但大部分象牙长度较长,自重较大,由于堆积叠压,造成本体有多处裂缝等因素,在清理过程中还是容易发生断裂和破碎。为了安全稳妥地将象牙从遗址中取出,我们采用了石膏表面灌注固定法。具体操作程序如下:1)清理象牙周围泥土,使象牙横截面三分之二以上的部位暴露出来。清理时要对周围叠压的象牙和相关文物及现象做好相应的保护措施;2)在象牙表面贴敷二层保鲜膜,然后再覆盖一层塑料布;3)将石膏浆灌注在塑料布上,石膏层表面尽量找平。20小时后,凝固的石膏形成一个强度较高的衬托体,将象牙支护起来;4)清理象牙下面的泥土,保留多个支撑点,将其余部位的泥土清理掏空,然后用绷带将象牙和上方的石膏衬托体固定在一起;5)小心松动支撑泥土,将象牙取出,然后将象牙慢慢翻转过来,使石膏层在下,放置于垫有泡沫的木板架上,这样就将象牙清理出土了。

4.3 修复

将从遗址中取出的象牙安全地运回修复室后,拆开绷带,将石膏层刮削减薄,只保留象牙横截面一半以下的石膏衬托体,便于在接下来的处理过程中将石膏从象牙上取下来。仔细清理象牙表面,将断裂或破碎的部位粘接修补。在修复过程中,要注意保湿,防止象牙水分散失。修复后用绷带再将象牙与石膏衬托体固定在一起。

4.4 嵌封

预先按照象牙的尺寸制作箱子。箱子四周边壁为整体,与箱子底板脱离,箱子内层使用光滑材料,便于拆装。在箱子内预先浇灌一层2cm厚的透明有机硅橡胶层,作为支撑体,硅橡胶完全固化后,将箱子四壁拆下。将象牙小心翻转,使石膏层在上,放置在箱子底板的硅橡胶层上,用硅橡胶小块将象牙支撑稳妥,务必使象牙受力均匀,然后迅速拆开绷带,将石膏衬托体去掉。在象牙表面再次喷洒防霉剂,象牙放稳后,将箱子四壁小心组装在底板上,用玻璃胶密封所有缝隙。

在硅橡胶中加入硫化剂和催化剂,充分搅拌,减压抽真空除气泡后,将胶液小心灌注在箱子里,直到将象牙完全封装,胶液高于象牙最高点1cm即可;经过2—4天的固化,象牙就被完全嵌封在透明的硅橡胶中(图3,见彩版插页1)。

象牙文物被嵌封在硅橡胶中,其本体受到很好的保护,可以放心地搬移挪动。由于硅橡胶是一种惰性材料,能有效地隔绝空气和水分,使象牙文物处于一个相对稳定的环境之中。这种封装材料完全无色透明,为以后的观察、研究和展出提供了方便。由于硅橡胶封装象牙后,易于剥离,剥离后的象牙本体与出土时没有任何变化,这就为以后在找到合适的象牙保护加固材料时,对象牙做进一步的保护,提供了很大的方便。

致谢:象牙嵌封材料的筛选和提供得到成都晨光有机硅研究所瞿晚星、周远见先生的大力支持和帮助;在现场街区保护象牙的过程中,成都文物考古研究所所长王毅研究员多次亲临指导、金沙工作站朱章义先生亦给予了大力支持,在此一并谢忱!

参考文献:

- [1] 彭文世,刘高魁.矿物红外光谱图集[M].北京:科学出版社,1982.9.272.
PENG Wen-shi, LIU Gao-kui. FTIR atlas of mineral[M]. Beijing: Science Press 1982.9.272.
- [2] 肖 孙,孙 杰.金沙遗址出土象牙、骨角质文物现场临时保护研究[J].文物保护与考古科学,2002,14(2):26-30.
XIAO Lin, SUN Jie. Study on temporary protection of ivory, buckteeth and antlers unearthed from Jinsha site[J]. Sci Conserv Archaeol, 2002, 14(2): 26-30.

Cleaning, reinforcement and conservation of ivory unearthed from Jinsha site

XIAO Lin, BAI Yu-long, SUN Jie

(Chengdu Cultural Relics and Archaeological Research Institute, Chengdu 610072, China)

Abstract: The ancient ivory unearthed from Jinsha site is fragile. The ivory lost water quickly as soon as they were unearthed, and this resulted to its decay. A way to protect the ancient ivory from water-losing in short term has been proposed. The ivory has been embedded in a kind of elastic organosilicon rubber material. Moreover the chemical composition of the ivory were analyzed, and carried out a reliability test of the protection method, the result indicated that the method was reliable and effective.

Key words: Jinsha site; Ivory; Embed; Reinforcement; Cleaning; Conservation

· 通 讯 ·

国家文物局开展文物保护科学和技术创新奖励工作

为鼓励和表彰在文物保护科学和技术方面有重要发明创造或者其他重要贡献的单位或者个人,根据《中华人民共和国文物保护法》和《文物保护科学和技术创新奖励办法》,国家文物局决定开展 2004 年度文物保护科学和技术创新奖励工作。

本次评奖活动的承办单位中国文物报社,负责受理各推荐单位报送的《文物保护科学和技术创新奖申报书》及有关材料,组织科技创新奖励评审委员会进行评审活动。

评奖活动的推荐单位为各省、自治区、直辖市文物行政部门和国家文物局委托的有关单位,负责受理、审核等推荐工作,处理推荐申报项目的争议问题,配合获奖项目的复审工作。凡符合《文物保护科学和技术创新奖励办法》中奖励范围规定的均可申报。每家单位推荐奖励项目不超过 2 项。

申报阶段:自通知发布之日起至 7 月 28 日,申报单位或个人向推荐单位提交《文物保护科学和技术创新奖申报书》(可在历史文化遗产保护领域科技平台 <http://kj.sach.gov.cn> 下载)及有关材料。8 月 3 日前,推荐单位完成推荐工作,并报送科技创新奖励办公室,同时将电子文档发至 jlb@sach.gov.cn。

8 月 4 日至 9 月 5 日为评审阶段;9 月 6 日至 9 月 20 日为公示阶段;9 月下旬,在全国文物保护科学和技术工作会议上颁奖。

联系人:郭桂香,马丽萍,刘宝春;电话:010-84624670 84633360 转 1917

地址:北京朝阳区北四环东路高原街甲 2 号文博大厦

国家文物局科技奖励办公室,邮编:100029

《文物保护与考古科学》编辑部



图 1 象牙出土时的照片
Fig. 1 Photo of ivory unear unearthed from Jinsha site



图 3 象牙嵌封前后对比照片
Fig. 3 Photos of before and after treatment

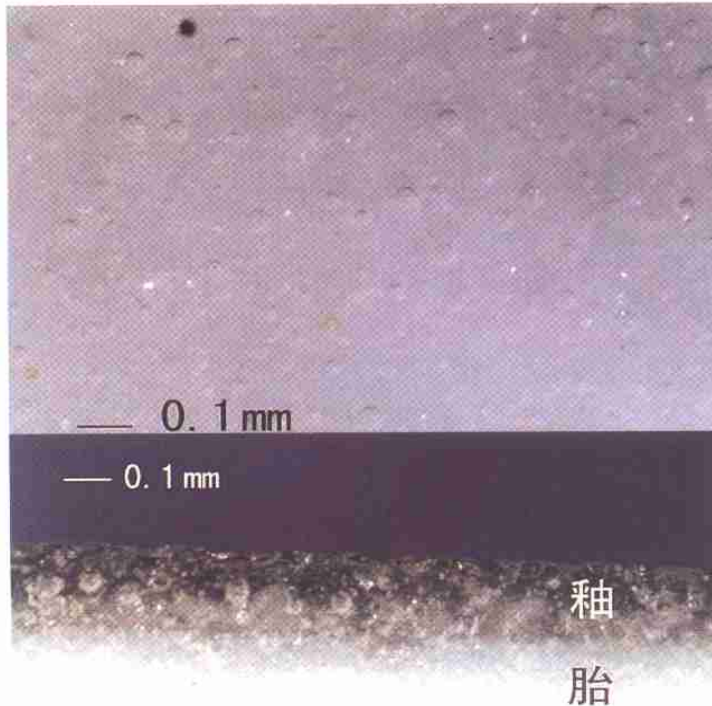


图 1a

图 1b