

■课题追踪

海洋出水凝结物保护处理“三结合”

田兴玲

海洋出水凝结物作为海洋出水文物的附属品,是由于沉船和船货长期沉没于海洋的腐蚀环境中,经海盐、海洋生物及海相沉积物等长期作用,在文物表面或文物内部形成的胶结产物,以及将大量文物胶结在一起形成的致密包裹物。在打捞出水后,因从长期稳定的海洋环境到大气腐蚀环境,急剧的环境变化在凝结物中裹挟的大量海洋盐类和生物等作用下,会加速其周围文物的腐蚀,导致文物的破坏。

从腐蚀控制的角度来说,应对海洋出水凝结物进行及时处理,去除凝结物表面及内部的盐分,隔绝氧,去除包裹文物的凝结物或凝结物表面和内部对文物有害的污染物,减缓或防止对其所包裹文物的加剧腐蚀。这就需要充分认知海洋出水凝结物,了解其保存现状,结合现行保护处理技术条件综合考量并选择针对性的最佳保护处理方式。

南海1号沉船发掘过程中凝结物分布的正摄图

■ 借力考古 充分认知保存状况

从目前打捞出水的情况看,沉船存有凝结物是我国沉船考古中一个普遍现象,如“南海1号”沉船、“南澳1号”沉船、“华光礁1号”沉船和绥中沉船等,主要是由铁质文物存在而形成,这一现象在“南海1号”沉船发掘中尤为突出。海洋出水凝结物具有体量大、覆盖面广且胶结紧密等特点,这不仅加大了海洋出水沉船和船货的提取难度,还成为后续保护中的一大难题。

以“南海1号”发掘出水的凝结物为例,自2007年对“南海1号”沉船进行外围清理,以及2009年与2011年的试掘,到2013年11月“南海1号”现场保护发掘项目的开展,打捞出了大量凝结物。在发掘过程中,船货中的铁锭、铁锅等物品和附着在遗址上的软足海洋生物与船体、货物胶结,使得发掘与保护工作较为困难。在做好考古记录后,将较小和性质明确的凝结物快速移除,在不影响安全的前提下将大型凝结物暂时保留了一段时间。直到后续制定了充分的提取方案,才全面清除凝结物。

综合多条沉船上凝结物的考古信息,海洋出水凝结物主要具备以下几个特点:

体量巨大且数量大 据统计,“南海1号”发掘出水的凝结物超过43吨。凝结物大小不均,但大多胶结在一起,基本覆盖了整个船体。

分布不均 铁锭铁锅类凝结物主要分布在甲板位置,因铁质锈蚀和海生物作用成不宜剥离的胶结体。而往往成片分布于铁船边缘和后部的是一些散落漂浮的文物,如瓷器、铁锭、铁锅、铜钱、木块等沉船遗物以及与海生物、贝壳和钙化物的混合凝结物。铁锭一般用竹篾捆绑成粗细两端相间的束把,成捆平行垒放于甲板表面,而铁锅亦用竹篾捆绑成4至5个一小叠,成摞倒扣码放,排列整齐。

包裹材质多样、形态各异 主要有瓷器凝结物、铁锅凝结物、铁锭凝结物及包裹多种材质的大块凝结物(主材质不清,内部包裹瓷器、金属器、石质文物及木质文物等多种材质)。

腐蚀严重 由于海洋出水凝结物从海洋环境里带出大量海盐成分、海生物及泥沙等,这些物质在急剧改变的环境下,会对文物的稳定性保存造成潜在威胁。已经在海洋环境中严重腐蚀的铁质文物在加剧锈蚀的同时,还会对其周围文物



及包裹的凝结物造成腐蚀破坏。

现场处理条件有限 由于大量的凝结物积压在船体上,为了快速提取船货和发掘船体,现场必须快速提取凝结物,而凝结物数量众多,大小不一,占用了博物馆大量空间,长期不处理,其中包裹的文物会受到进一步损坏。为此,需要采取科学易行的技术和方法剔除或去除表面凝结物,并采取脱盐、延缓腐蚀和修复等保护技术,尽力保护文化遗产的价值。

■ 深入探究 保护处理“三结合”

基于对“南澳1号”沉船和“南海1号”沉船出水凝结物现场分解保护和实验室整体保护的实践基础,2017年初,中国文化遗产研究院专门设立了“南海1号出水凝结物方法研究”课题,深入研究了凝结物的物质组成,结合其保存状况和所含材质的特点选择典型凝结物筛选了针对性的分解保护方法,并提出海洋出水凝结物的保护处理要做到以下三个结合。

表面分析和内部探测相结合 国外对于大块包裹性凝结物的保护处理案例较少,最初关注于凝结物类型的研究是针对Rapid、Batavia和Zuytdorp等3处沉船遗址出水铜器表面的凝结物。它不仅给出了出水铜器凝结物有A、B、C三种类型的判定,并针对每种凝结物的特点给出了定义,即珊瑚和贝壳残片结合的混合体为A型凝结物,薄且致密并均匀覆盖于文物表面的钙质凝结层为B型凝结物,而在厌氧或受到严重污染的海环境中生成的致密凝结物为C型凝结物。

针对南海1号凝结物的化学组成和类型,采用光学显微镜分析、X射线荧光分析(XRF)和X射线衍射分析(XRD)发现:“南海1号”和“南澳1号”沉船出水的凝结物同样包括A、B、C型凝结物,且多数A型凝结物与B型凝结物结合在一起,或ABC型混合在一起。其中钙质凝结物(B型),其主要成分为文石、方解石等;硅质凝结物(C型)分为松软和坚硬两种,其中不仅有以石英为主的含硅物质,如海洋泥沙和碎石等,还有含钙的物质,如文石、方解石等。根据分析结果判断,多种类型凝结物结合在一起的原因,是由于在海洋环境的长期作用下,凝结物一层层地富集在文物表面,又相互层叠,导致形成了在文物外包裹着贝壳残片与钙质凝结物和硅质凝结物的分层的胶结体,或多层文物与多种类型凝结物混合在一起的包裹体。

另外,由于有些凝结物中含有包括针铁矿、磁铁矿、纤铁矿、四方纤铁矿、绿锥石等在内的大量铁的锈蚀产物,而它的存在是导致大量文物胶结在一起的主要原因,一般将该种凝结物称为铁质凝结物。

而针对凝结物内部包裹的文物状况以及内部缺陷的分析则需要使用6兆粒子加速器和CR高敏感成像系统,对“南海1号”沉船的出水文物进行透视检查,确定了其内部结构和内部影像。探测结果表明:现场取得的凝结物样品主要是瓷器包裹物和铁器包裹物。其中瓷器包裹物内部瓷器与凝结物包裹紧密,且彼此之间难以分辨边界;包裹铁锅凝结物矿化严重,边界难以辨识;而大块包裹铁锭的凝结物,存在自然开裂现象,彼此之间易于分离。这就为后续保护方法的选取提出了可靠的依据。

整体保护与分解保护相结合 在对凝结物表面状况和内部情况进行充分探知后,需综合考量保护方式,选择整体保护还是分解保护,抑或整体保护与分解保护相匹配。

由于目前探测技术存在局限性,直接硬性分解凝结物,不但会破坏凝结物现有保存情况的稳定性,而且极有可能破坏凝结物内部的文物。因此,对于内部文物与凝结物包裹紧密,彼此之间难以分辨边界,且保存状况良好的凝结物,建议采取整体性保护,待分析手段成熟后再行分解。如针对以上包裹瓷器的凝结物和矿化严重的包裹铁锅的凝结物较宜采用整体保护的处理方式。尽管这属于耗时、耗力的保护方式,但可以到达文物与凝结物得到同步保护的的目的。基于“南澳1号”沉船出水的大块凝结物整体保护案例,已形成了集整体脱盐、去除表面疏松的凝结物、除锈和干燥等步骤于一体的保护技术路线。该凝结物块作为大块凝结物整体保护成功应用的示范,其保护后的成果已交于国家水下文化遗产保护中心保存和展示。

在凝结物表面能够看到文物的大致轮廓,且对其包裹内部情况初步了解的情况下,或整体保存状况较差而不得不分解凝结物的条件下,为了避免因外界环境的改变产生的物理性挤压,而导致破坏包裹在凝结物中的文物本体,也为了保持文物状态稳定且防止其腐蚀加剧,需要采用科学、有效且具有针对性的分解方法解除大型凝结物,尽量取出内部的文物,按照材质类别分类保护。特别是当凝结物在刚出水一段时间内,其中的铁锈蚀物还存在不稳定的物质,质地较松软,相对于放置一段时间后转化成的稳定凝结物,用机械法易于分解。因

此,建议对“南海1号”沉船新打捞的凝结物,应尽早采用机械法分解。对于以上出水保存一段时间的包裹铁锭捆的凝结物,外层由于凝结物包裹疏松,可以提取保存较完整的铁锭,而对于大块包裹铁锭的凝结物,在自然开裂的情况下,其分割的样块还可以继续分解。

物理手段与化学手段相结合 对于海洋出水凝结物的分解手段选择,目前已经开展了物理机械切割、冷冻干燥物理切割、二氧化碳气体化学浸泡分解和整体脱盐浸泡的化学分解及电化学分解等多种实验,并取得初步成果。

首先,物理机械切割可以针对复杂且胶结致密的凝结物。在选择现代物理机械切割的分解方法时,可根据切割对象的范围、可切割厚度、加工精度、加工材料、投资成本等参数综合筛选。对比多种切割技术发现,仅适合单纯金属切割的有等离子切割、激光切割和火焰切割等技术;比较适合复杂凝结物切割的技术有金刚石线切割(线锯切割)和高压水射流切割技术;适宜切割厚凝结物的技术有火焰切割技术和金刚石线切割等技术(线锯切割);可切割较薄凝结物的技术有等离子弧切割技术和水射流切割技术(水刀切割)。对比设备投资和维护成本,激光切割>水射流切割>等离子弧切割>火焰切割。另外,线切割设备根据切割需求可调节高低档价。由于凝结物的处理涉及文物的保护环境,宜从环保角度选择污染较低的技术,如激光切割技术、水射流切割(水刀)或线锯切割技术等。结合以上多因素综合考量,南海1号现场选取了线锯机械切割方法对100cm见方的大型凝结物实现了有效切割。而对于最小三维尺寸在25cm以下的小块凝结物采用水刀切割取得了较佳的效果。对于最小三维尺寸在15cm以下的小块凝结物可以采用手动的角磨机或YBT-1200普通型手动切割机等设备切割。而对于精度要求较高,且提取特别小(20mm以下尺寸)的金属文物时才需要用到激光切割。

其次,冷冻干燥物理分解实验针对结构疏松的钙质凝结物有效,对于结构致密的硅质凝结物分解效果较差。如果凝结物里包裹有铁器,且外层凝结物较薄,而铁器间包裹也相对疏松时,冷冻干燥实验同样可以起到分解作用。

最后,对于钙质凝结物,二氧化碳气体分解方法可行,特别是当凝结物存在裂缝时,效果更佳。但该实验成本比较高,反应速率慢;对于机械方法和物理方法都不宜实施的大块凝结物,且不宜置于酸性溶液浸泡处理的,可以选择用倍半碳酸浸泡脱盐处理。但反应速度较慢,需要长时间观测并结合机械方法进一步处理。

海洋出水凝结物的保护处理关乎其周围及内部文物的保护,因此需先充分挖掘文物价值,充分认知凝结物及其包裹物的情况,尽力做到以上“三结合”,根据具体的保存状况和保护技术条件,谨慎保护第一的前提,综合选择凝结物的保护处理方法。若现场保护和实验室保护存在诸如场地、保护人力和物力,以及内部探测技术和分解技术条件限制等因素时,为了控制凝结物及内部文物的进一步腐蚀,宜尽量将大体量的凝结物存放于较稳定的保护环境(20℃左右且尽量隔绝氧气的去离子水环境),并加强凝结物保存环境的管理和监测,定期更换溶液,降低盐和微生物的影响。待内部探测条件成熟和保护条件具备后,再行分解和处理。对于可分解的凝结物和可实现整体保护的凝结物,宜采用三维激光扫描技术和数字化展示软件实现凝结物保护处理过程与保护前后效果对比的结合展示,让凝结物及其内部文物保留完整的历史信息。

(作者单位:中国文化遗产研究院)

■修复手记

春秋青铜簠的保护修复

罗荣斌

簠是中国古代祭祀和宴饗时盛放黍、稷、稻、粱等饭食的方形器具,文献中又称“胡”或“瑚”,产生于西周时期,春秋时期得到空前发展,战国开始衰落,秦汉时期绝迹,是一度与鼎、豆等重要礼器放在一起的铜器组合之一。受商丘博物馆委托,对其馆藏一批金属文物进行保护修复,春秋青铜簠是其中的一件文物。

这件青铜簠形制质朴,纹饰精美,为春秋晚期至战国早期最常见的样式,是商丘博物馆所藏青铜器中的珍品。在分析簠篋由斜壁变化为折壁的原因时认为,簠的前身乃仿竹编的篋为之,故铜簠初制为浅腹、直壁。春秋中期有折壁式,器形加大,此式一直沿用至战国末期。现在所知时代最早的龙纹铜簠,其形状与日常生活中使用的竹篋相似,为追溯铜簠之产生提供线索。

在此,对这件春秋青铜簠的合金成分、锈蚀产物成分、物相结构等分析检测与保护修复工作进行简要介绍。

首先对簠篋进行了观察和记录,残簠整体呈长方形篆顶,器体由上下两部分组成。盖和器身形状相同,大小一样,上下对称,均直沿,盖面斜起,平顶,盖顶及器底附有曲尺圈足,器盖和器身均有一对兽首形附耳。盖沿还附六只兽面形小器扣,用于密合盖、体,器盖顶、腹部和器体腹部均满饰蟠虺纹,足部饰卷云纹。盖口长34厘米、宽22厘米。盖身扣合通高19厘米、重3600克,合则一体,分则为两个器皿。

由于墓圻的塌陷,长期受到土壤中水、氧气、各种阴阳离子以及微生物等多种因素的侵蚀,导致铜簠出土时损伤严重。簠盖破碎成7块,簠身破碎成9块,每块都存在不同程度的变形、裂隙、残缺、孔洞、酥解。磕口及缝隙腐蚀严重,形成层次不齐的缺口,口沿部分严重矿化,锈蚀呈层状剥落。簠身由曲尺圈足两处破碎并缺失,簠身两兽首耳从根部缺失。

■ 检测分析结果

选择器物典型锈蚀产物及部分残片作为分析样品,综合利用扫描电镜及能谱仪、X射线衍射仪等手段对金属器物合金成分、锈蚀产物成分、物相结构进行了分析检测,得出以下结论:

该簠为典型的铜-锡-铅三元合金,锡含量13.3~19.2%,处于中等偏高度,这样配比可以降低铜的熔化温度,增加铜簠的抗拉强度和铜液的充型能力,在铸件凝固时不易开裂。

该簠有不同程度的腐蚀,锈蚀产物主要呈绿色、灰白色、蓝色,部分残片严重矿化。根据锈蚀产物的物相组成分析,器物表面的蓝色或绿色锈层的主要成分是蓝铜矿和孔雀石,灰白色为白铅矿。这些锈蚀物属于无害锈,在修复中尽量保留有价值的历史痕迹信息。

■ 修复方法与步骤

清洗、去锈 将此残簠放入去离子水中浸泡,用软毛刷轻轻刷洗,用木刻刀剔除各种因素侵袭形成的土垢薄锈,对有纹

饰部位的锈蚀用超声波机去除。有害锈对青铜器危害极大,其腐蚀反应会在铜器体内反复进行,此粉状锈腐蚀会深入蔓延、扩散,致使器物纹饰剥落、锈透器物,甚至使整个器物粉化、断裂、酥雍、畸形,完全毁坏。针对器物上存在的点状有害锈,可采取刀、锉等工具剔除干净,缓蚀后进行封护处理。其余稳定性很好的有益锈加以保留,清洗后自然晾干。

拼对、矫形 对器物残块进行拼对,先做个木制框架,逐步对齐摆好,稍加控制。目的是了解器物现存及缺失的基本情况,弄清各残片的位置、变形程度、缺失形状。再按残片纹路薄厚形状等进行拼对,并按从底到口的顺序逐次编号。

由于簠从底面、盖面及斜壁的折角处断裂、变形,破碎成长条,需采用C型钳工具及自制特殊工具对器物变形部位进行矫形。在矫形时把两块自制木块放在器物变形处两端及适当位置,两木头上放一横梁,构成一个支架,用C型钳夹住器物中间和支架中间。用热风枪加热变形位置,消减青铜内部金属分子自身应力,增加铜质的可塑性。由于此簠腐蚀、铜质减少,矫形时更加小心,慢慢旋紧螺杆,循序渐进,利用夹合力矫形到位,直至不再反弹为止。

焊接、粘接 焊接采用我国成熟的传统低温锡焊法,电烙铁为主要工具,在断裂处用电磨打一斜坡口露出金属后,涂抹氯化锌溶液,焊接后出现高出器物的锡头,用电磨机磨平,这时电磨机转速要高,动作要慢要稳,避免打磨时产生的震动使焊接处松动。焊接任务完成后要清洗氯化锌助焊剂,避免对器物带来人为的新污染源。由于残簠的断面及拐角严重矿化,传统的焊接已经不能适用,决定用环氧树脂胶粘接,此胶经过了文物修复实际应用的考验,具有粘接强度高、渗透力强等优点。对于缝隙较大的部位在中间加与器物厚度相当的铜皮条,减少胶量,使器物更结实。全部补缺焊接完成后,簠身上所有缝隙用环氧树脂胶进行封填、充实、加固,同时稍微加热使胶完全渗透。

补配 对于兽首耳的补配,从两侧兽首耳残破部位可以看出,簠面有铸出接榫,可以判断是榫卯式铸法,即在铸造器体

<p>科技保护</p> <p>环境监控、本体监测、预警评估</p>	<p>科学管理</p> <p>资产管理、人员管理、咨询服务</p>	<p>创新服务</p> <p>科技文创、定位导航、数字化采集</p>
<p>MicroWise 元智系统</p> <p>西安元智系统信息技术有限公司 MicroWise System Co., Ltd.</p>	<p>遗址</p> <p>博物馆</p> <p>发掘现场</p> <p>档案馆</p> <p>图书馆</p> <p>旅游景区</p>	<p>联系人:张总 1357270596</p> <p>座机:029-88346362</p> <p>官网:www.microwise-system.com</p> <p>邮箱:info@microwise-system.com</p>
<p>官方网站</p>	<p>官方微信</p>	

时,于预定部位铸出接榫,然后在器体上安放模具范,或是安放已经制得的范范,浇注附件,和器体形成榫卯式连接的铸接方式。

对于缺失的兽首耳采用失蜡法补配,利用铜篋另一端好的兽首取模,取模时用RTV-2模具硅橡胶。先在兽首上均匀涂抹脱模剂,防止揭取硅橡胶模时损害器物或在器物上留下硅橡胶残物,然后把调好的硅橡胶一层层均匀地涂抹上去,涂抹时注意排出硅橡胶中的气泡,硅橡胶的固化时间大约为3小时,待固化后翻制石膏托模完成制模。然后用硅橡胶模具制制兽首蜡型,焊接好浇铸口蜡柱和出气口蜡柱,外部糊以石膏,放入烘箱。经烘烤蜡体会全部烤化并流出,熔化锡浇铸到已去除蜡液后的石膏空壳内,凝固冷却后打碎石膏模具,锯掉浇铸口锡柱和出气口锡柱,经打磨抛光后焊接复原。

对于残缺部分的补配,采用铜皮,将铜皮依型锤打变形,画形、剪裁,打磨制成所残缺部位的形状,填补于残缺处,焊接时铜皮要靠近内壁,为下一步修平、补贴纹饰留好位置。

对于纹饰的补配,使用硅橡胶制作模具,在对需翻模处的器表涂上脱模剂,将调和好的硅橡胶涂抹在已有脱模剂器表



修复前



修复后

<p>怡情</p> <p>益智</p> <p>交友</p> <p>储财</p>	<p>欢迎订阅2023年《中国集邮报》</p> <p>《中国集邮报》为您揭示邮票与集邮的奥秘!</p>	
	<p>集邮、怡情、益智、交友、储财的爱好。</p> <p>方寸天地,包罗万千。缤纷邮花,赏心悦目。</p> <p>《中国集邮报》是中华全国集邮联合会会报,是集邮、收藏类报纸,面向广大集邮爱好者及其他文化艺术品的收藏者,及时准确传播邮票、钱币、书画、文物及其他收藏品信息和知识。</p> <p>《中国集邮报》辟有要闻、综合新闻、市场行情、新邮天地、文献集邮、青少年集邮、外埠广角、邮海指航、学术探究、邮色生香、封片简载、邮展殿堂、收藏金版等专版,曾在中国北京世界邮展、泰国曼谷世界邮展、香港亚洲邮展等国内外大型邮展上多次获奖,</p>	<p>发行至海外十余个国家和地区,在社会上享有很高的知名度。</p> <p>《中国集邮报》经常推出各类有奖活动,为读者提供丰厚的奖品。</p> <p>《中国集邮报》四开八版,每周出版两期,全部彩色精印。</p> <p>每份定价2.00元。全年出版96期,全年定价192元。</p> <p>全国各邮局均可办理《中国集邮报》的订阅工作,也可扫下方的二维码完成订约。</p> <p>邮发代号:1-164。</p>
	<p>编辑部联系地址:北京市朝阳区安苑路11号邮电新闻大厦 邮政编码:100029</p> <p>发行部联系电话:(010)64962924 64962917</p> <p>广告部联系电话:(010)64962951</p>	<p>扫描二维码</p>