

文章编号: 1005-1538(2015)04-0095-06

· 论坛 ·

# 泉州湾宋代海船保护 40 年回顾、现状与分析

费利华 李国清

(泉州海外交通史博物馆, 福建泉州 362000)

**摘要:** 泉州湾宋代海船的保护是我国上海洋出水大型古沉船保护的先例, 具有自己的特点。泉州宋船使用先复原再经 4 年多缓慢自然阴干脱水的方式成功地保存了船体, 而早期保护未脱盐及复原时使用大量铁钉给后期保存带来了严重破坏性后果。目前, 船体经过 40 年的保护, 整体结构基本稳定, 但由于难以彻底解决早期保护遗留的问题, 在开放式的保存条件下, 其长期稳定保存难以实现。因此, 综合现状与保护分析, 从控制船体保存环境入手, 尽可能抑制或延缓各种物理、化学与生物作用, 是当前阻止船木继续劣变, 延长船体寿命的最有效可行的途径。

**关键词:** 泉州湾宋代海船; 早期保护; 保存现状; 保护分析

**中图分类号:** K876.6 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.16334/j.cnki.cn31-1652/k.2015.04.016

## 0 引言

泉州湾宋代海船是上个世纪 70 年代我国最重要的考古发现之一, 也是至今国内已发掘出土的年代较早、体量最大、保存相对较完整的古代沉船。这是一艘 12 至 13 世纪曾活跃于“海上丝绸之路”的远洋贸易木帆船, 它的发现对研究我国海外交通史、造船史、航海史、对外关系史等具有重要的学术价值。

泉州湾宋代海船的保护是我国大型古沉船保护的先例, 在缺乏成熟经验技术的情况下, 在摸索与实践过程中走过了 40 年。目前, 船体整体结构基本稳定, 但依然面临着诸多保护的问题。国际上对大型出水古代沉船保护的历史仅有 50 多年, 虽然积累了一些较为有效的经验技术, 不过由于各地船体沉没时间、沉没环境、使用的材质、发掘方式等不同, 使得古代沉船出水时的保存状况差异很大, 从而大大增加了保护的复杂性与难度。从目前来看, 大型古代沉船特别是海洋出水大型古代沉船的保护还是个世界性的难题。因此, 总结已有保护实例的经验对于面临保护的古代沉船具有重要的参考价值。

本研究就泉州宋代海船自出土以来的保护历程进行回顾与总结, 对前期的保护进行分析评估, 明确

现存的主要问题, 并提出下一步的保护思路, 希望可为其它水下文化遗产的保护提供有益的参考。

## 1 泉州宋船的早期保护: 复原、脱水定型与加固

### 1.1 泉州宋船发掘出土时的概况

泉州宋船出土时, 船体自舳部以上结构及桅、舵、碇等已不复存在, 残存船体水下部分, 残长 24.20m, 残宽 9.15m, 船体扁阔, 平面近椭圆形, 尖底。船内有 12 道隔舱板将船分隔成 13 舱。第一舱和第六舱保存有桅杆座, 尾部有舵座, 首部尚有艏柱残段(图 1)。船体用材主要是杉木、松木和樟木三种, 其中龙骨为两段松木结合而成, 船壳基本上为杉木, 桅座、舵座与肋骨均为樟木, 隔舱板为杉樟并用<sup>[1]</sup>。出土时, 大部分杉木构件保存较好, 木材含水率虽高达 300% 以上, 但木材组织中的主要成分如纤维素、半纤维素与木质素的含量与现代木材接近。樟木肋骨则大部分已腐朽。

### 1.2 泉州宋船出土后的早期保护<sup>[2]</sup>

泉州宋船自发掘后便开始了相应的保护工作, 考虑到盐分可起到一定的防腐作用, 且盐分结晶后可代替部分水分支撑细胞壁, 能减轻因失水导致的细胞收缩变形, 加上当时形势与条件所限, 决定不采

收稿日期: 2015-01-17; 修回日期: 2015-05-21

作者简介: 费利华(1971—), 女, 1993 年毕业于淮南矿业学院(现安徽理工大学)煤田地质勘查专业, 副研究员, 主要从事馆藏文物保护工作。E-mail: fjqzflh@163.com

取脱盐处理。早期的保护主要分为两个部分:发掘后至展陈前的脱水定型保护和早期的修补加固。



图1 泉州湾宋代海船

Fig.1 Quanzhou Bay Song Dynasty shipwreck

1.2.1 发掘后至展陈前的脱水定型保护。此过程又分为三个阶段:

1) 竹棚时期(1974.8~1975.10,计15个月)。

古船出土时,先将各块船板逐块拆解并进行编号后,运至泉州市区开元寺内东侧临时搭起的竹棚内。经过清洗去泥,由造船厂工人按原来形状立即复原安装,龙骨下垫0.5米高的砖块,两侧用15根肋骨铁架临时支撑。安装时使用了20000多根大大小小的铁钉。地面铺厚沙层,每天往沙层上洒水两次,以调节竹棚内的湿度。

一年后,除船壳板杉木无显著变形外,松木材料的龙骨已产生许多裂纹,局部剥落,樟木材料的肋骨、桅座、舵座与隔舱板均发生严重龟裂。

2) 塑料帐时期(1975.10~1977.4,计19个月)。为了保持高湿气氛,在船体四周罩上塑料帐及薄膜底面,构成较密封的薄膜室。这期间,对船体进行了再次清洗,并用3%氯化钠溶液喷洒消毒,后又用五氯酚钠溶液喷洒两次。这阶段由于保湿较好,所以开裂变形程度较轻。

3) 掩体时期(1977.4~1978.10,计19个月)

因塑料薄膜开始老化破裂,又值古船陈列馆兴建,为避免建筑材料从空中掉落而砸坏船体,便在船体四周用砖砌成掩体,该掩体密封性差,湿度波动幅度大,只能采取经常喷水的办法。这期间,杉木船壳板不断出现程度不等的细长裂缝,且局部不时有木纤丝从表面迸裂垂挂下来。

由以上可以看出,在整个脱水过程中虽考虑了保存环境的湿度控制问题,但受当时条件所限,调控手段简单,实际上并未能达到理想的保存环境状况,这是导致船木出现开裂变形的重要原因,对于出土时材质保存较差的松木与樟木构件,出土后就开始

出现开裂现象。

1.2.2 早期的修补加固。由于在自然阴干脱水过程中,船木出现开裂变形,特别是樟木与松木构件断裂与扭曲严重,因此工作人员从竹棚时期开始针对船木的病变情况采用一些方法进行加固处理试验。主要有:有机玻璃单体渗透、尿醛树脂加固、桐油松节油渗涂、聚乙烯醇聚乙二醇渗透加固、松香汽油溶液溶腊渗涂、松香石蜡热渗等。经过对比实验,最终对所有樟木与部分松木构件采用松香石蜡热渗法进行加固,由于加固材料本身性质的原因,且当时脱水还未完成,效果并不理想,致使表面颜色加深,呈腊质感。

## 2 陈列展示时期:综合性物理化学保护修复

1979年10月,古船陈列馆建成,同时拆除了掩体,船体脱水也基本完成,古船开始以开放式陈列向公众展示,自此古船保护进入新的阶段。此后的30多年间,针对船体保存情况主要进行了综合性的物理化学保护修复,包括日常养护、局部的加固修复、铁钉更换等,取得了良好的效果。分述如下:

### 2.1 日常养护

1) 温湿度监测与调控。在古船陈列馆对外开放后,早期由人工一日三次记录船馆内的温湿度值,并采取一些简单的调控措施,如在湿度较低的秋冬干燥季节,往船底的水池中放水,以缓解船木干裂,但由于水池漏水等原因,效果有限。此外平日里尽量少开两侧窗户,以减少空气对流。目前,展厅内使用自动温湿度记录仪,每隔一小时采集记录一次数据。

2) 定期清洁去尘与防腐防霉处理。由于开放式陈列,使敞开的船舱内表面极易沉积尘粒,尘粒在造成表面污染的同时,也容易吸附有害物质,滋生腐败菌;加上极少数参观者随意将饮料包装、果壳、食品等杂物扔向船舱内,因此工作人员必须定期清扫船舱内的垃圾与灰尘,但由于船舱内表面凹凸不平整,且船木表面有许多细小的缝隙,彻底清洁灰尘相当困难。为防止船木滋生虫霉,交替使用硼酸硼砂、五氯酚钠、异噻唑啉酮等多种防腐防霉药剂每年定期喷洒船体,效果良好,自陈列展示至今,未出现虫害及霉菌侵害。

### 2.2 船体局部的保护修复

保护人员针对船体局部出现的开裂、变形等状况,通过使用一些材料,有针对性地进行保护修复。

1) 加固修补船体局部构件。如用复合材料对脆弱的松木龙骨进行渗透加固与表面封闭处理,防

止继续开裂;对船体局部起翘变形部位用适当的材料将起翘部分软化后,再用小的不锈钢钉回复固定;对出现松动的尾舵局部采取脱卸后再行加固复位的处理,在不改变原貌的基础上稳固了整体结构。

2) 填补封闭裂缝。如对舵座、龙骨等严重开裂部位的大裂缝用小的船木块填充,并用环氧树脂粘接,表面再用桐油灰补全密封,小裂缝则直接用桐油灰填补密封,效果良好,大部分裂缝开裂得到有效控制。

3) 更替腐朽肋骨。船体出土时,大部分肋骨已经相当糟朽,后虽用环氧树脂进行粘结加固,但仍然出现不断粉化乃至崩溃而最终难以保存。为此,用近代旧船木上的相似构件替换已完全粉化的肋骨,使原有结构得到完整保存。

4) 更换铁钉。船体复原时使用的20000多颗铁钉在含盐船木中很快就出现了锈蚀,锈蚀产物不断渗透侵蚀钉头周边的船木,被腐蚀的船木严重糟朽且变色,形成一个个腐蚀圈,不仅破坏船体外观,而且铁钉本身因锈蚀而逐渐失去应有的加固作用。因此,从1996至2000年,陆续将船板外表面的大部分铁钉拔除,并使用经高温处理及桐油熬浸的特质竹钉替换,表面再用桐油灰封闭,处理后大大减轻了铁钉对船木的腐蚀作用。

5) 进行表面封护保护试验。由于未脱盐的船木中含有较高的盐分,使船木的含水率随着空气相对湿度的变化而不断变化,极大地影响了船木的稳定保存。为了减缓不稳定的环境对船木的影响,先后使用亚麻油、桐油等天然有机材料,有机硅、有机氟、聚氨酯等合成有机材料,以及多种复合材料等进行船木表面封护试验,均取得一定的效果。但其长期有效性仍有待检验,所以仅进行了局部实验。

此外,对船舱内表面连接上下两层板的铁钩钉用桐油灰进行封闭处理,以防止在空气中腐蚀损害船木。从目前来看,效果明显,铁钉与木材接触部位未出现严重的腐蚀扩散现象。

### 3 船体保存现状

为了更全面地了解船体保存现状,在此基础上探寻更好的保护方式,自2011年始,对船体的保存环境状况、船体主要构件的保存状况、船体病害、船木的材质状况以及船木中的盐分等进行了综合地调查与研究。

#### 3.1 船体保存环境状况

根据对船体保存环境的温湿度、光照水平以及空气质量的调查分析:由于开放式展示且缺乏环境

调控设施,主要使用的又是自然光源,受区域环境气候的影响,古船保存环境主要存在温湿度偏高、相对湿度不稳定、紫外辐射偏高以及颗粒物污染严重等问题,不符合“稳定、洁净”的预防性保护的基本要求,不利于船体的长期稳定保存<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 船体主要构件的保存状况

由于不同构件使用不同的木材,材质不同的构件保存状况差异很大,作为船体主要用材的杉木构件虽表面开裂现象较为普遍,但大多数仍保存良好,存在的主要问题是受铁钉腐蚀损害严重,造成船木局部糟朽及变色。目前虽外层船壳板表面大部分铁钉已拔除,并用竹钉替换,但船舱内层板及隔舱壁等部位仍留存相当数量的铁钉,是船体存在的主要危害与不稳定因素;另外,船舱内船板表面出现明显的降解劣化现象。松木构件整体存在严重的横向开裂甚至断裂,部分已糟朽粉化,其中龙骨虽然进行过表面处理与修补,但仍然出现空鼓、开裂起翘等症状。所有樟木构件表面均收缩开裂、扭曲变形<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 船体病害状况

通过对船体病害的统计与分析,船体存在裂隙、糟朽、断裂、变形、残缺、变色、表面降解、生物损害等多种类型的病害,根据损害特征又可分为物理形变、糟朽与表面降解三大类。从对船体木材损害的程度与损害范围来看,由应力作用导致的开裂、变形等物理形变病害普遍存在;船木中的铁、硫等化学介质的氧化还原反应导致木材酸化降解腐朽,对船体危害最大,主要分布在船体铁钉部位、船头、船尾、船舱底板及部分隔舱壁;船木中含有的可溶性无机盐在不稳定的保存环境中反复结晶、溶解是引起船材表面降解劣化的主要原因。大部分出土后形成的病害在现有的保存条件下仍不稳定。

#### 3.4 船木的材质状况

纤维素、半纤维素和木质素是构成木材细胞壁的主要成分,三大主要成分的相对含量是反映木材降解程度的最重要的指标之一。通过对三种船木的代表性样品的纤维素、半纤维素与木质素等主要化学成分的检测分析,并与相应的现代木材进行对比,结果显示:古船杉木的主要化学成分含量接近于现代杉木,与出土时相比较没有出现明显的降解趋势,保存最好,材质基本稳定。樟木的降解程度高于杉木,而松木综纤维素含量仅为现代木材的30%,降解程度很高,其腐朽程度也最高。三种船木主要化学成分的检测结果与船木的实际保存状况相符合<sup>[4]</sup>。

#### 3.5 船木中的盐分

海洋出水木质文物中往往含有大量盐分并对后期的保存存在重要影响,特别是目前的研究证实:海洋出水木质文物中普遍存在以黄铁矿为主的硫铁化合物,硫铁化合物在空气中氧化后产生硫酸与硫酸盐,可引起木材的酸化降解<sup>[5]</sup>。泉州宋船未采取脱盐处理,根据船木中盐分的检测分析结果,船木中含有的主要盐分是氯化钠、硫酸钙(石膏)与碳酸钙(方解石),少量样品中含有含铁化合物,个别样品中含有黄铁矿,盐分沉积于木材细胞腔与细胞壁内。

从检测结果来看,泉州宋船并不普遍含有硫铁化合物,分析主要与船体特殊的埋藏环境有关。泉州宋船沉埋于泉州湾后渚港近海岸的滩涂中,船体上部沉积层是晋江、洛阳江的陆源碎屑物交互沉积的结果,其沉积层地球化学环境为弱还原环境<sup>[6]</sup>。而硫铁化合物一般在强还原环境下生成,黄铁矿是还原性沉积环境的代表性矿物,因此,泉州宋船不具备产生大量硫铁化合物的环境条件,局部含有的黄铁矿可能与该部位与铁有过密切接触有关。

## 4 保护分析与建议

### 4.1 前期保护的评估

根据打捞方式的不同,世界上海洋出水古沉船的保护主要采用两种方式,对于整体打捞的船体通常采用聚乙二醇长期喷淋来脱水加固,再通过缓慢自然干燥最终完成脱水定型,如瑞典的“瓦萨号”;对于拆解的船体通常先进行脱盐、聚乙二醇浸泡脱水加固,再进行复原拼装,如韩国的新安沉船。这两种保护方式均使用聚乙二醇作为脱水加固材料,保护周期很长,“瓦萨号”前后用了 26 年,新安沉船则用了 20 年。

泉州宋船则采取了分拆发掘后在未进行脱盐处理的情况下,先复原安装再在高湿环境中经过 4 年多缓慢自然阴干脱水的保护方式成功地保存了船体,相较于其它古沉船的脱水保护,4 年多的脱水时间很短,在相对较短的时间内实现了陈列展示,且保持了木材的原有色泽与质感。另外,泉州宋船采取先复原再脱水的方式,也避免了因船体构件在脱水过程中变形而导致复原困难,较好地保持了船形。

自然阴干的脱水方法是一种能最大程度上保存古代木质文物原始信息的较好的保护方式,但能否使用该方法取决于木质文物出土时的保存状况。由于泉州宋船大部分使用的是较耐腐杉木,出土时材质保存也较好,因此采用自然阴干的脱水方式是合适的,但对于出土时材质本身保存状况较差的松木与樟木构件,出土后很快产生了开裂变形,因此对于

降解程度较高的松木与樟木构件,使用 4 年多的缓慢阴干脱水的方式并不成功。虽然泉州宋船的脱水保护是大型饱水木质文物使用缓慢自然阴干脱水获得成功的个例,但无疑为其它出土饱水木质文物的保护提供了一个难得的可参考的样本。

早期保护未脱盐处理及复原时使用大量铁钉连接加固给船体后期的保存与保护带来了极大隐患与困扰。船木中的盐分极不利于气干后船体的稳定保存,并加速了船体中铁钉的腐蚀。而铁钉在含盐船木中的快速腐蚀又引起了船体木材酸解腐朽与变色,造成无法挽回的破坏,这也是船体出土后最主要的损害因素。

陈列展示时期的保护主要是针对船体出现的病害而采取的保护修复措施,有效地缓解了病害的发展,特别是用竹钉替换铁钉从而减轻铁钉对船木腐蚀的效果是明显的,而未进行船体整体化学封闭处理是审慎而科学的,不仅保持了船木的原有质感,也保留了船体的原始信息。

### 4.2 现存主要问题

根据对船体前期保护的评估与分析,结合船体保存现状的综合调查研究结果,泉州宋船现存的主要问题是:

1) 未脱盐船木的稳定性问题。未脱盐的船木中含有高达约 5% 的氯化钠盐分,在开放式保存环境中,船木中含有的盐分随着环境相对湿度的变化,在反复的结晶与溶解过程中产生应力破坏;同时,由于氯化钠易潮解的特性,持续的高湿环境可使船木保持较高的含水率,水分携带空气中的氧、二氧化碳、二氧化硫等进入船木细胞中,与氯化钠溶解形成的高浓度的盐溶液共同作用对船木产生破坏。在酸性条件下可导致木材的水解降解;船木中的含铁化合物也不稳定,极易产生氧化还原反应,在此过程中可促进木材的降解。因此,盐分的存在对船木的稳定保存存在显著影响。

2) 残留在船体中的铁钉腐蚀问题。船体复原时使用的大量铁钉在含盐船木中严重腐蚀,腐蚀产物在潮湿空气中水解,形成的酸造成船木酸解破坏。目前,虽然船体外壳板中的大部分铁钉已被拔除,但船体内部及隔舱壁中仍残存着相当数量的铁钉,由于铁钉所处位置的原因,目前还难以清除,这些铁钉的存在对船体的长期稳定保存构成极大威胁。

3) 开放式保存环境问题。多年来,宋船一直在开放式环境中陈列展示,缺乏环境调控设施,受区域气候的影响,宋船保存环境温湿度值偏高,相对湿度变化频率高,幅度大,长期保存在这种环境状态对

于含有高盐份的船木来说是极不利的。一方面长时间的高温高湿环境使船木持续含有较高水分,可促进化学与生物等破坏作用的产生,另一方面相对湿度频繁大幅度的变化直接影响到船木的含水率的变化。根据研究:含盐船木在自然保存状况下的平衡含水率的变化为14%~43%<sup>[7]</sup>,变化幅度很大,不稳定的环境造成的干湿交替变化产生的不均衡的应力使船木难以稳定。另外,开放式保存环境使船舱内沉积尘粒造成表面污染,带来隐患。因此缺乏调控的开放式保存环境极不利于船体稳定保存。

4) 脆弱构件的加固修复问题。船体的松木与樟木构件出土时本身降解程度高,出土后即出现了开裂变形。目前,松木构件横向断裂严重,局部粉化,部分樟木构件表面亦出现酥粉现象,这些构件均需进行保护修复处理。由于在早期保护过程中曾使用松香、石蜡等材料进行了渗透加固处理,因此再次保护处理的难度很大。

综上所述,泉州宋船现存的主要问题是含有高盐份与大量铁钉的船木在开放式的不稳定保存环境中产生物理、化学及生物等破坏作用,从而导致船木逐渐劣变,同时,部分糟朽构件急需保护修复处理。

#### 4.3 保护现状与思路

鉴于船体中含有大量的盐分与铁钉,因此,泉州宋船已经不是单纯的木质文物,而是一个木、铁与盐分的有机无机结合体,这种特殊的保存状况极大地增加了保护的复杂性与难度。要使船体长期稳定保存,必须彻底解决盐分与铁钉的问题,也就是需重新拆解船体拔钉并脱盐,但从船体保存现状来看,腐朽脆弱的构件比例较高,重新拆解船体的话势必会使这部分构件难以完整保存,导致船体现有结构受损,部分信息丢失,造成二次破坏。从技术角度来看,船体所含的盐分特别是含铁化合物难以彻底脱除,在脱盐后的干燥过程中可能出现船木构件变形,从而导致复原困难。对于本身材质已很脆弱且早期已经进行过渗透加固处理的樟木与松木构件,重新浸泡脱盐不仅效果有限且易造成材质再次受损。因此,通过重新拆解拔钉与脱盐来解决现存问题不仅难度大,且存在很大的破坏性风险。从船体主要病害的形成因素来看,铁钉与盐分是内因,保存环境是外因。因此,在难以彻底解决铁钉与盐分的情况下,通过为船体创造一个可控的稳定、洁净、低氧的保存环境来减缓各种破坏作用并尽可能地保持现有结构的稳定是目前较可行的保护思路。既符合“预防性保护”的基本理念,也符合“最小干预”的文物保护的基本原则。同时,对部分糟朽严重的构件可进行局

部加固与修复处理以保持完整。

基于泉州宋船的特殊保存状况,目前迫切需要在深入研究船木病害机理的基础上,开展船体稳定保存研究,并制定切实可行的科学保护技术方案,从而最终解决船体如何长期稳定保存的问题。

## 5 结 语

泉州宋船使用先复原再经4年多缓慢自然阴干脱水的方式成功地保存了船体,而早期保护未脱盐及复原时使用大量铁钉给后期保存带来了严重破坏性后果。目前,船体经过40年的保护,整体结构基本稳定,但由于难以彻底解决早期保护遗留的问题,在开放式的保存条件下,其长期稳定保存难以实现。因此,综合现状与保护分析,从控制船体保存环境入手,尽可能抑制或延缓各种物理、化学与生物作用,是当前阻止船木继续劣变,延长船体寿命的最有效可行的途径。

泉州宋船的前期保护具有自己的特点,对于国内外古沉船保护研究具有重要的参考价值。目前,世界上早期海洋出水大型古代沉船的保护仍面临着一些问题与困难,因此,泉州湾宋代海船的进一步保护与研究依然值得关注。

#### 参考文献:

- [1] 泉州湾宋代海船发掘报告编写组. 泉州湾宋代海船发掘报告[J]. 文物, 1975 (10): 2-4.  
Editorial Committee of Excavation Report of the Quanzhou Bay Song Dynasty Shipwreck Excavation. Report of the Quanzhou Bay Song Dynasty shipwreck [J]. Cult Relics, 1975 (10): 2-4.
- [2] 金珍君, 李国清. 古船出土以来的处理情况与古船现状[Z]. 泉州湾宋代海船科学保护座谈会资料01号, 1982年.  
JIN Zhen-jun, LI Guo-qing. The conservation and status since the song dynasty shipwreck unearthed [Z]. The number one data on the conservation forum of the Quanzhou Bay Song Dynasty shipwreck, 1982.
- [3] 费利华. 泉州宋代古船保存环境的调查与分析[C]//中国文物保护技术协会第七次学术年会论文集, 2013: 362-369  
FEI Li-hua. Investigation on the preservative environment of the Quanzhou Bay Song Dynasty Shipwreck [C]//Paper of 7th Meeting of China Conservation Association, 2013: 362-369
- [4] 费利华. 泉州湾宋代海船保存现状的调查研究[J]. 中国文物科学研究, 2014 (3): 74-79.  
FEI Li-hua. Investigation on the status of the Quanzhou Bay Song Dynasty shipwreck [J]. Sci Res China Cult Relics 2014 (3): 75-76.
- [5] 沈大焜, 葛琴雅, 杨淼, 等. 海洋出水木质文物保护中的硫化铁化合物问题[J]. 文物保护与考古科学, 2013 (1): 82-87.  
SHEN Da-wa, GE Qin-ya, YANG Miao, et al. Iron sulfide in the

- conservation of marine archaeological wood[J]. *Sci Conserv Archaeol* 2013 ( 1 ): 82-87.
- [6] 林禾杰. 泉州湾宋代海船沉没环境的研究[M]. 泉州湾宋代海船发掘与研究. 北京: 海洋出版社, 1987: 174-183.  
LIN He-jie. Research on the sunken environment of the Quanzhou Bay Song Dynasty Shipwreck [M]//Excavation and Research of the Quanzhou Bay Song Dynasty Shipwreck. Beijing: Maritime Press, 1987: 174-183.
- [7] 李国清, 曾丽明, 陈承德. 泉州湾宋代海船三种船体木材和泉州地区十四种现代木材的平衡含水量的研究[J]. 福建林学院学报, 1984 ( 1 ): 50-53.  
LI Guo-qin, ZENG Li-ming, CHEN Cheng-de. The study on the equilibrium moisture content of three kinds of wood in Quanzhou Song Dynasty shipwreck and fourteen kinds of modern wood in Quanzhou region[J]. *J Fujian Coll Forest*, 1984 ( 1 ): 50-53.

## Forty years of conservation: a Song Dynasty shipwreck from the Quanzhou Bay

FEI Li\_hua, LI Guo\_qing

( *Quanzhou Maritime Museum, Quanzhou 362000, China* )

**Abstracts:** As one of the earliest examples in the world of a large ancient shipwreck, the Quanzhou Bay Song Dynasty shipwreck has its own characteristics that complicate its protection. This shipwreck was successfully recovered and then dried naturally and slowly over four years. However, the neglected desalting procedure and the presence of a large number of iron nails used on the body in the early protection period has had highly destructive consequences. At present, the shipwreck hull has been under preservation for 40 years, and the overall structure is still quite stable, but it is difficult to thoroughly solve the problems caused by earlier protection efforts. It is difficult to achieve long-term stability under open environmental conditions. Therefore, based on the analysis of its current state of preservation, the environment of the hull by trying to inhibit or delay various physical, chemical and biological forms of deterioration have been started to control. These conservation actions are the most efficient way to prevent the wood of the ship from deteriorating further and to extend the life of the hull.

**Key words:** Quanzhou Bay Song Dynasty shipwreck; Early protection; Present condition; Analysis of protection  
(责任编辑 谢燕)