

# 浙江宁波象山“小白礁 I 号”清代沉船树种 鉴定和用材分析

金 涛<sup>1,2</sup>

(1. 宁波市文物考古研究所,浙江宁波 315010; 2. 中国科学院大学,北京 100049)

**摘要:**“小白礁 I 号”清代沉船遗址位于浙江省宁波市象山县石浦镇东南约 26 海里的渔山列岛海域,于 2008 年首次发现,计划于 2014 年将沉船船体发掘出水。为了从多方面了解“小白礁 I 号”沉船的特点,考察其建造地点及造船工艺方面的有关问题,制定出水船体保护方案,为此,分别从龙骨、肋骨、隔舱板、船底板等多个部位对船体木材采样进行了种属鉴定。种属鉴定结果表明,“小白礁 I 号”沉船船体所用木材多为龙脑香科、马鞭草科和山榄科等阔叶硬材,且多产于东南亚热带地区而在我国较少分布,有别于我国以往考古发现的古船。“小白礁 I 号”沉船用材及保存状况的了解为船体发掘出水后的保护修复工作创造了非常有利的条件。

**关键词:** 宁波;小白礁 I 号;清代;沉船;树种鉴定

**中图分类号:** K875.3 **文献标识码:** A

## 0 引言

“小白礁 I 号”沉船遗址位于浙江省宁波市象山县石浦镇东南约 26 海里的渔山列岛海域的北渔山岛小白礁礁体北侧(图 1),在 2008 年中国国家博物馆水下考古研究中心和宁波市文物考古研究所联合开展浙江沿海水下文物普查时首次发现,2009 年采取探沟解剖和局部试掘相结合的方法对其进行了重点调查和试掘。2011~2012 年,国家文物局水下文化遗产保护中心和宁波市文物考古研究所组织开展了“小白礁 I 号”船体发掘工作,陆续完成了遗址主体——沉船船体之上埋藏堆积的发掘清理、船载文物的提取出水、出水文物的现场保护、鉴定检测样品的采集、船体保存状况的记录、船体暂时性回填保护等工作,并计划于 2014 年将沉船船体发掘出水。

## 1 沉船遗址概况<sup>[1]</sup>

现有调查和发掘情况表明(图 2),“小白礁 I 号”沉船现存船体长 20.35m、宽 7.85m,方向北偏东 10°,南艏北艏;船体残断为东西两半,呈摊散状态断,裂线位于船体中间偏西位置;东半部分面积

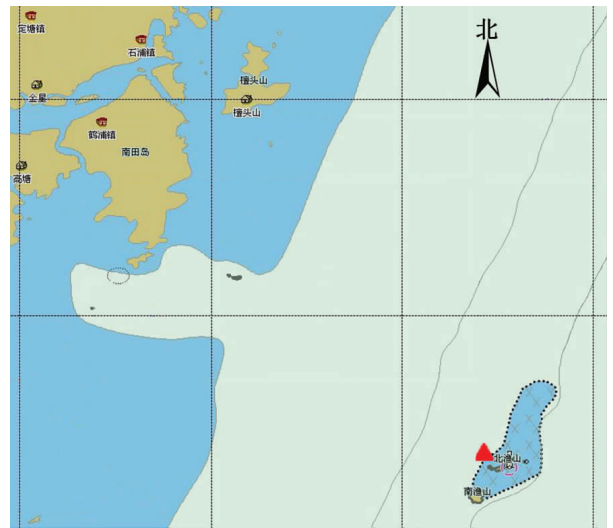


图 1 “小白礁 I 号”沉船遗址区位图

Fig. 1 The location of Xiaobaijiao I shipwreck

稍大,保存稍好,西半部分面积稍小;船体上层和船舷等高出海床表面的构件已不存在,但龙骨、肋骨、隔舱板、舱底垫板、船壳板、疑似桅座和流水孔等主要构件依然保存较好且清晰可辨,可复原程度较高。

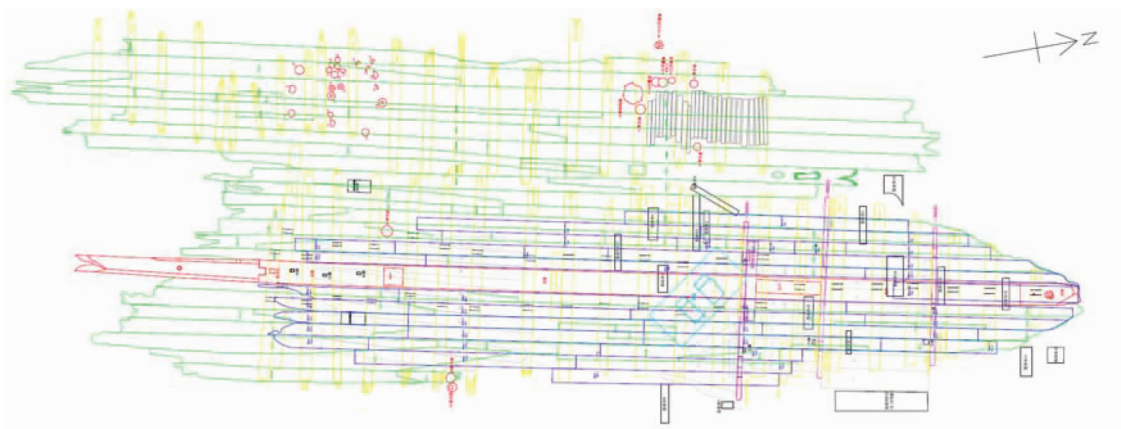


图2 “小白礁1号”沉船船体遗迹平面图

Fig. 2 The plan graph of Xiaobaijiao I shipwreck

从目前发现的水下遗迹来看,结合宁波地区发现的其他古船结构<sup>[2~3]</sup>,初步认定“小白礁1号”为一艘以龙骨和肋骨为主要纵横构架的尖(圆)底木质海船,具备较强抗风浪能力,在当时属规模中等的外海船只。

从出水遗物来看,瓷器底款有“大清嘉庆年制”和“道光年制”,且以后者居多;出水铜钱中,有康熙通宝、乾隆通宝、嘉庆通宝、道光通宝等。据此可以推断,“小白礁1号”约下沉于清代晚期道光年间(1821~1850)。同时,出水的一方“源合盛记”印章,应属当时商号(帮)作为凭信的公章。据此,可以推断该船为一艘商贸运输船。

总之,“小白礁1号”沉船遗址主体集中,散布范围不大;船体主要构件清晰可辨,可复原程度较高;多数出水遗物器型规整、纹样精美、品相良好,文物价值较高,是一处具有较高历史、科学和艺术价值的水下文化遗存,为探索研究清代晚期中外贸易史、海外交通史、造船史等问题提供了重要的实物资料。

## 2 木材种属鉴定

### 2.1 取样制样方法

1) 取样。为了从多方面了解“小白礁1号”沉船的特点,考察其建造地点及造船工艺方面的有关问题,制定出水船体保护方案,对船体木材采样进行了种属鉴定。

分别从龙骨、肋骨、隔舱板、船底板及其他构件部位取样。出于文物保护的需要,为了最大限度保持其原样,减少人为影响留下的痕迹,大多木样截取于构件的边缘小裂片或碎片,对于较坚硬的构件则用潜水刀在不显著部位割取。样品长约一至数厘米,宽度和厚度为一至数毫米,取样部位及编号情况

如表1所示。

表1 树种鉴定样品取样情况

Table 1 Samples taken from Xiaobaijiao I shipwreck for tree species identification

船体构件种类	样品编号	取样部位
艤龙骨	1	艤龙骨南端
	2	沉船南端龙骨东侧由东往西第一块船底板
船底板	5	沉船南端龙骨东侧由东往西第六块船底板
	6	沉船南端龙骨西侧由东往西第二块船底板
	7	沉船南端龙骨西侧由东往西第五块船底板
	15	西北部东侧第一块底板
	16	船底板(基线13.8m处)
	18	西北部西侧第一块底板
	19	北端西侧底板
肋骨	8	由南往北第二根肋骨
	9	由南往北第八根肋骨
	17	西北部南边第一根肋骨
垫板	3	基线6m处西侧垫板
	4	基线6m处西侧靠西部垫板
隔舱板	11	桅座后隔舱板(基线11m处)
	14	隔舱板(基线14.8m处)
桅座	10	桅座
凸木	12	由南往北第十二根肋骨后南北向直木
立柱	13	方形立柱(基线12.6m处)

2) 制样方法。由于木材样品较硬,先用甘油-乙醇法进行软化,普通甘油与70%乙醇混合液按1:1比例配比。样品经水煮排除空气后,置入甘油乙醇混合液浸泡,放入烘箱在60~70℃条件下软化,期间用单面刀片试削以感觉其软化程度。

样品经过软化后进行切片。由于样品规格不尽相同,根据具体情况分别采用了徒手切片和切片机切片等方式,切出面积较大、厚度薄而均匀的横切、径切、弦切等三个切面。

切片经5%酒精溶液染色后,再进行脱水处理,然后用二甲苯进行透明处理。经过透明处理的切片,用镊子取出置于载玻片上,加中性树胶封固,制成永久切片标本。

## 2.2 树种特征鉴定观察方法

鉴定的木材主要采用解剖学方法,将切片放在显微镜下进行观察、分析和鉴定。以下为部分样品的解剖特征。

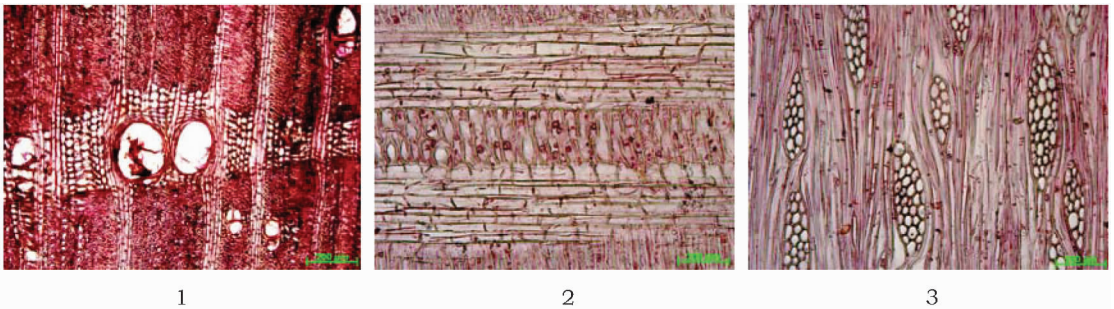


图3 1号样品显微构造

1. 横切面; 2. 径切面; 3. 弦切面

Fig.3 Microstructure of Sample 1#

2) 10号样品(桅座)。生长轮不明显,散孔材。管孔略少,大小中等,颇一致,散生。导管横切面为圆形及卵圆形。多为单管及短径列复管孔2~3个;具有侵填体,壁薄。单穿孔,穿孔板水平至略倾斜。管间纹孔式互列,系附物纹孔。轴向薄壁组织与环管管胞相混杂呈环管束状,翼状或聚翼状;星散或星散聚合成弦向排列成带状。木纤维壁厚至甚厚,单

纹孔,具缘纹孔数少。木射线单列者较少,多列射线宽2~5个细胞,多数3~4个细胞,多数高30~70个细胞。射线组织为异形II型及III型。射线细胞多列部分圆形及卵圆形;鞘细胞较少;具非典型的榴莲型瓦状细胞;菱形晶体常见。射线与导管间纹孔式大圆形。胞间道系正常轴向者埋藏于薄壁组织中,呈长弦列。如图4所示。

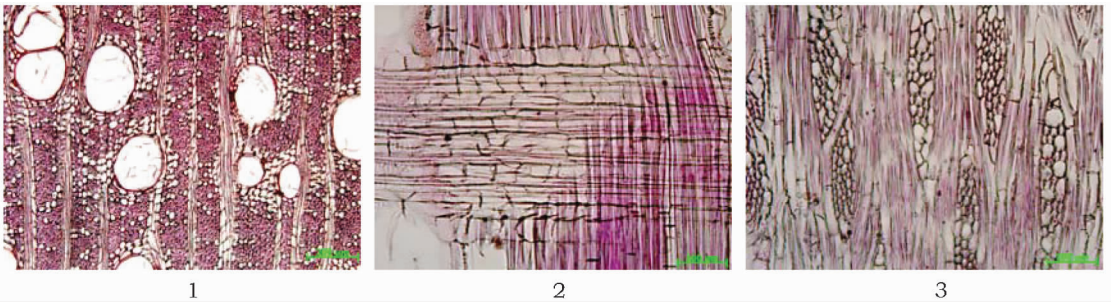


图4 10号样品显微构造

1. 横切面; 2. 径切面; 3. 弦切面

Fig.4 Microstructure of Sample 10#

3) 13号样品(立柱)。生长轮不明显,散孔材。管孔在放大镜下可见;略少至略多;略小;径列;侵填体丰富。导管横切面为圆形少数卵圆形,部分略具多角形轮廓;主为径列复管孔2~8(多数

3~5)个,少数单管孔,稀管孔团;径列;最大弦径107um。管间纹孔式互列,多角形。穿孔板单一,略倾斜。轴向薄壁组织丰富,为不规则带状(宽1~3细胞),星散及星散~聚合状;具分室含晶细

胞可达10个以上。木纤维薄壁甚厚,纹孔可见。木射线单列者高1~12个细胞;多列射线宽2(稀3)个细胞,多列射线有时与单列部分近等宽,高多

数为10~15个细胞。射线组织异形I型,菱形晶体可见。射线与导管间纹孔式为大圆形及刻痕状。胞间道缺如。如图5所示。

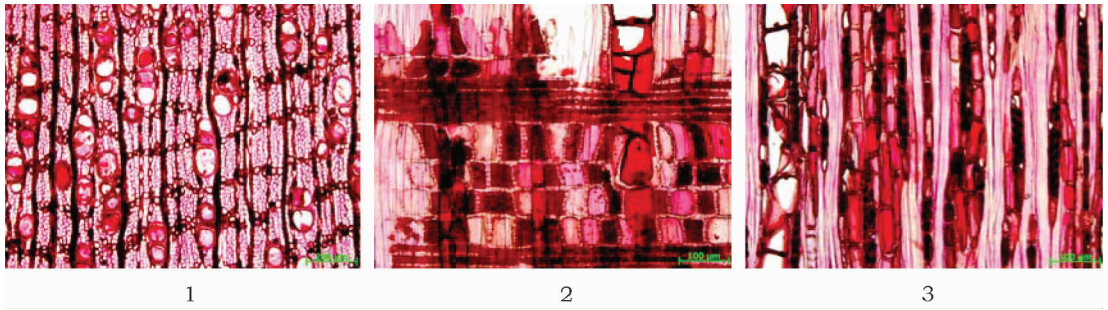


图5 13号样品显微构造

1. 横切面; 2. 径切面; 3. 弦切面

Fig. 5 Microstructure of Sample 13#

## 2.3 结果与讨论

### 2.3.1 树种鉴定结果

根据树种切片标本的显微观察结果,对照相关资料和标准图谱,所采样品的树种鉴定结果如表2所示。

表2 树种鉴定结果

Table 2 The result of tree species identification

科	属	树木及分布	样品编号	船体构件类型
龙脑香科 ( <i>Dipterocarpaceae</i> )	龙脑香属 ( <i>Dipterocarpus sp.</i> )	常绿大乔木,高达35m,直径1.4m。分布马来亚、印度、缅甸、泰国、苏门答腊、婆罗洲、菲律宾。本属62种,我国仅1种,分布于云南。	4	垫板
			14	隔舱板
			7	
	(深红)娑罗双属 ( <i>Shorea sp.</i> )	大乔木,高达70m,直径约1.5m。分布于泰国、马来亚、苏门答腊、加里曼丹、沙捞越、文莱、菲律宾及印度等地。本类木材约18种,产地辽阔,树种繁多,材性各异。	15	船底板
			5	船底板
			19	船底板
			2	
	芳味冰片香属 ( <i>Dryobalanops aromatica</i> )	大乔木,树高70~80m,直径0.3~0.5m,最大可达1m。本属约9种;分布加里曼丹岛和苏门答腊、沙巴、沙捞越、文莱和马来半岛。	6	船底板
			18	
	俯重(硬)坡垒属 ( <i>Hopea nutens R.</i> )	常绿乔木,树高30m,直径0.4~1m。本属约24种。分布缅甸、孟加拉国、老挝、越南、柬埔寨、泰国、马来西亚和中国。我国有3种;分布西南及南部。	16	船底板
3			垫板	
芳香(软)坡垒属 ( <i>Hopea odorata R.</i> )	常绿乔木,树高40m,直径0.4~1m。本属约31种。分布缅甸、孟加拉国、老挝、越南、柬埔寨、泰国、马来西亚和中国。我国有4种;分布西南及南部。	10	桅座	
		11	隔舱板	
		9		
		17	肋骨	
马鞭草科 ( <i>Verbenaceae</i> )	佩龙木属 ( <i>Peronema canescens</i> )	大乔木,高达20~25m,胸径0.6m以上。分布在缅甸、泰国、苏门答腊、马来半岛、加里曼丹、爪哇等。	8	肋骨
	12	凸木		
山榄科 ( <i>Sapotaceae</i> )	石梓属 ( <i>Gmelina sp.</i> )	乔木,树高30m,胸径0.7~1m。本属约35种。分布热带非洲、亚洲东部及大洋洲;印度、缅甸、柬埔寨、泰国、中国及菲律宾群岛等均产。我国有7种;分布西南及南部。	1	艉龙骨
	铁线子属 ( <i>Manilkara sp.</i> )	小至大乔木,高达12m或以上,胸径0.5m以上。本属70种;产热带地区。分布在印度、泰国、斯里兰卡、柬埔寨等。我国产1种,引种栽培1种,产广东海南西南部、广西南部。	13	立柱

### 2.3.2 分析与讨论

1) “小白礁 I 号”沉船船体用材多样且较杂 根据鉴定结果,可知木材种类繁多,19 个样品分属龙脑香、娑罗双、冰片香、硬坡垒、软坡垒、佩龙木、石梓、铁线子等 8 个属,隶属乔木的龙脑香科、马鞭草科、山榄科等 3 个科。其中,以龙脑香科为主(15 个),占 78.9%;马鞭草科 3 个,山榄科 1 个。

对于船体不同部位的用材情况,髹龙骨为马鞭草科石梓属;3 个肋骨样品分属马鞭草科佩龙木属(1 个)和龙脑香科软坡垒属(2 个);2 个隔舱板样品均为龙脑香科,分属龙脑香属和软坡垒属;8 个船底板样品均为龙脑香科,分属硬坡垒属(3 个)、龙脑香属(2 个)、娑罗双属(1)、冰片香属(1 个)、软坡垒属(1 个);2 个垫板样品均为龙脑香科,分属龙脑香属和软坡垒属;桅座木材为龙脑香科软坡垒属;凸木为马鞭草科佩龙木属;立柱为山榄科铁线子属。

2) 所用木材产地多为东南亚地区且我国较少产出“小白礁 I 号”沉船船体所用龙脑香科、马鞭草科和山榄科等木材均为阔叶材乔木,多分布在东南亚热带地区。其中,龙脑香科(深红)娑罗双属、龙脑香科芳味冰片香属、马鞭草科佩龙木属在我国无产出;龙脑香科龙脑香属我国仅一种,分布于云南;俯重(硬)坡垒属我国有 3 种,芳香(软)坡垒属我国有 4 种,分布西南及南部;马鞭草科石梓属我国有 7 种,分布西南及南部;山榄科铁线子属我国产 1 种,引种栽培 1 种,产华南地区。

3) 所用木材有别于我国考古发现的其他沉船我国南方古代造船常用木材为松、杉、樟、楠等木材<sup>[4-5]</sup>。例如,宁波和义路出土南宋沉船,船板用材为杉木,隔舱板用材为香樟<sup>[6]</sup>;泉州湾宋代海船,龙骨用材为马尾松,舷侧板、船底板、舱底板和隔舱板用材为杉木,肋骨、髹柱、绞关木和艄柱用材为香樟<sup>[7]</sup>;海南西沙“华光礁 I 号”宋代沉船船体构件材质主要为松木;山东蓬莱水城小海清理发掘的三艘元、明时期的古船,其中一号船,主龙骨用松木和樟木,船板用杉木;三号船用材均为油松<sup>[8]</sup>。

根据“小白礁 I 号”沉船现有树种采样鉴定结果,尚未发现上述我国古代造船常用木材。自明代以来,由于海疆不宁,东南沿海大量官方的造船活动持续不断;康熙 23 年开海禁,到嘉庆后期,清政府对于民间造船的限制逐渐都被解除<sup>[9]</sup>。由于明清时期造船业的发展,消耗了无数的木材。沿海地区的巨材首先消耗殆尽,随后内地木材也日益稀少。由于木材紧缺,造船费用急剧上升,到清代大船的造价至少在七、八

千两以上<sup>[10]</sup>。而东南亚地区如暹罗、广南、苏禄、吕宋、婆罗洲等地木材资料丰富、质量上乘<sup>[11]</sup>,价格低廉。所以,解决国内木材危机的出路之一,就是从东南亚进口木材,尤其是国内最为紧缺的桅木、舵木和舵木<sup>[12]105</sup>。厦门港是进口南洋木材最多的港口,此外广州、宁波、上海和天津等港也有暹罗木材<sup>[12]124</sup>。东南亚船材的大量输入,有力地支持了国内造船业的生存和发展。除了进口木材外,到了十八世纪,中国人在东南亚开始了大规模的造船运动<sup>[11]102</sup>。由于“小白礁 I 号”沉船所处背景及所用木材的特殊性,需结合造船工艺对其进行综合研究。

4) 所用木材均为硬木且密度普遍较大“小白礁 I 号”所用船材均为硬木,且宜作造船材:除马鞭草科的石梓属和佩龙木属气干密度较低(石梓属气干密度为 0.5~0.64g/cm<sup>3</sup>,佩龙木属气干密度约为 0.63g/cm<sup>3</sup>)外,龙脑香科的(深红)娑罗双属、芳香(软)坡垒属、龙脑香属、芳味冰片香属气干密度均大于 0.7g/cm<sup>3</sup>,龙脑香科俯重(硬)坡垒属和山榄科铁线子属的气干密度甚至达到了 1.0g/cm<sup>3</sup>。

由于我国目前考古发现的饱水木材多为松木和杉木,因此针对饱水木材的保护研究多集中在此类树种上。松木和杉木多属软木,松木气干密度为 0.4~0.65g/cm<sup>3</sup><sup>[12]</sup>,杉木为 0.3~0.4g/cm<sup>3</sup><sup>[12]87</sup>。一般来讲,硬木较软木生长缓慢但木质结构细密紧致,质地坚实,力学强度大,耐腐蚀性强。因此,相比泉州湾宋代海船、海南西沙“华光礁 I 号”宋代沉船等用松杉类材质且年代较久远的木船,“小白礁 I 号”沉船用材质地坚硬,且水下埋藏时间较短,受腐蚀破坏程度较轻。在进行树种鉴定样品水下取样时,某些样品即使用刀也难以割取,足可见材质之坚硬、保存状况之好,为“小白礁 I 号”船体发掘出水后的保护修复工作创造了非常有利的条件。

## 3 结论

浙江宁波“小白礁 I 号”沉船是以龙骨和肋骨为主要纵横结构、具备较强抗风浪能力、在当时属规模中等的尖底外海商贸运输船只,约下沉于清代晚期道光年间(1821~1850 年)。现有种属鉴定结果表明,“小白礁 I 号”沉船船体所用木材所多为龙脑香科、马鞭草科和山榄科等阔叶硬材,且多产于东南亚热带地区而在我国较少分布,用材有别于我国以往考古发现的古船,具有一定独特性。“小白礁 I 号”沉船所用木材结构细密紧致、质地坚实、力学强度大、耐腐蚀性强,适宜作为造船材,且有利于船体发掘出水后的保护修复工作。

## 参考文献:

- [1] 中国国家博物馆水下考古研究中心,宁波市文物考古研究所. 浙江宁波渔山小白礁一号沉船遗址调查与试掘[J]. 中国国家博物馆馆刊,2011,(11):54-68.  
Archaeology Research Center of National Museum of China, Ningbo Institute of Cultural Relics and Archaeology. Survey and exploratory excavation of Xiaobaijiao I shipwreck in Yushan, Zhejiang[J]. J Nat Mus China,2011,(11):54-68.
- [2] 宁波市文物管理委员会. 宁波东门口码头遗址发掘报告[J]. 浙江省文物考古所学报,1981年:105-129.  
Ningbo Municipal Cultural Relics Management Committee. Excavation report of ningbo dongmenkou port site[J]. Stud J Zhejia Inst Cult Relics Archaeol,1981:105-129.
- [3] 宁波市文物考古研究所,象山县委文管会. 浙江象山县明代海船的清理[J]. 考古,1998,(3):33-40.  
Ningbo Institute of Cultural Relics and Archaeology, Xiangshan Cultural Relics Management Committee. Excavation of Ming Sea-going Vessel at Xiangshan, Zhejiang [J]. Archaeology,1998,3:33-40.
- [4] (明)王象晋. 二如亭群芳谱[M]. 卷十八. 明崇祯. 刻本.  
(Ming) WANG Xiang-jin. Er Ru Ting Qun Fang Pu[M]. Volume 18th. Ming Emperor Chongzhen. Block-printed Edition.
- [5] (清)周凯. 夏门志[M]. 卷五. 道光十九年. 刊本.  
(Qing) ZHOU Kai. Xiamen Chorography [M]. Volume 5. 1839. Block-printed Edition.
- [6] 陈潇俐,万俐,褚晓波,等. 浙江宁波和义路出土古船的树种鉴定和用材分析[C]//王结华. 宁波文物考古研究文集. 北京:科学出版社,2008:189-194.  
CHEN Xiao-li, WAN li, CHU Xiao-bo, et al. Wood identification and analyze of an ancient boat unearthed on Heyi Road in Ningbo, China [C]//WANG Jie-hua. Collected works of cultural relics and archaeology research in Ningbo. Beijing: Science Press, 2008: 189-194.
- [7] 陈振瑞. 泉州湾出土宋代海船木材鉴定[C]. //泉州湾宋代海船发掘与研究. 北京:海洋出版社,1987:147-150.  
CHEN Zhen-ru. Wood identification of Song Sea-going vessel at Quanzhou bay [C] // Excavation and research of Song Sea-going Vessel at Quanzhou bay. Beijing: China Ocean Press, 1987: 147-150.
- [8] 山东省文物考古研究所,烟台市博物馆,蓬莱市文物局. 蓬莱古船[M]. 北京:文物出版社,2006:65-66.  
Shandong Institute of Cultural Relics and Archaeology, Yantai Museum, Penglai Bureau of Cultural Relics. Penglai ancient boat [M]. Beijing: Cultural Relics Press, 2006:65-66.
- [9] 徐建青. 清朝前期的民间造船[J]. 中国经济史研究,1992,(4):135-136.  
XU Jian-qing. Folk shipbuilding during the prophase of Qing Dynasty [J]. Res Chin Econ Hist,1992,(4):135-136.
- [10] 陈希育. 十八世纪中国人在东南亚的造船活动[J]. 南洋问题研究,1989,(3):102-103.  
CHEN Xi-yu. Chinese shipbuilding activities in Southeast Asia during 18th Century [J]. Southeast Asian Affairs, 1989,(3): 102-103.
- [11] 陈希育. 中国帆船与海外贸易[M]. 福建:厦门大学出版社,1991:118.  
CHEN Xi-yu. Chinese Junk and Overseas Trade [M]. Fujian: Xiamen University Press, 1991:118.
- [12] 成俊卿,杨家驹,刘鹏. 中国木材志[M]. 北京:中国林业出版社,1992:53-77.  
CHENG Jun-qing, YANG Jia-jv, LIU Peng. Chinese wood chorography [M]. Beijing: China Forestry Press, 1992:53-77.

## Identification of tree species and of timbers on the Qing Dynasty “Xiaobaijiao I” Shipwreck found in Xiangshan, Ningbo, Zhejiang

JIN Tao<sup>1,2</sup>, LIN Guo-cong<sup>1</sup>, WANG Guang-yuan<sup>1</sup>

(1. Ningbo Institute of Cultural Relics and Archaeology, Ningbo 315010, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Peking 10049, China)

**Abstract:** The Qing Dynasty Xiaobaijiao I Shipwreck, located in the sea near the Yushan Islands, is 26 nautical miles away from Shipu Town, Xiangshan Country, Ningbo City, Zhejiang Province. It was discovered in 2008 and it was planned that it would be fully excavated in 2014. In order to determine its characteristics, investigate the shipbuilding technology and draw up a conservation program, 19 samples were taken from every part of the shipwreck, including the keel, rib, bulkhead, hull etc., and sent out for tree species identification. The results show that the Xiaobaijiao I is constructed mostly of hardwoods such as *Dipterocarpaceae*, *Verbenaceae* and *Sapotaceae*. These trees usually grow in the tropical areas of Southeast Asia and are rarely found growing in China. The timbers used on the Xiaobaijiao I are unlike those on archaeologically-important ancient ships previously found, and the identification of the wood provides useful information for conservation work after excavation.

**Key words:** Ningbo; Xiaobaijiao I; Qing Dynasty; Shipwreck; Tree species identification

(责任编辑 谢燕)