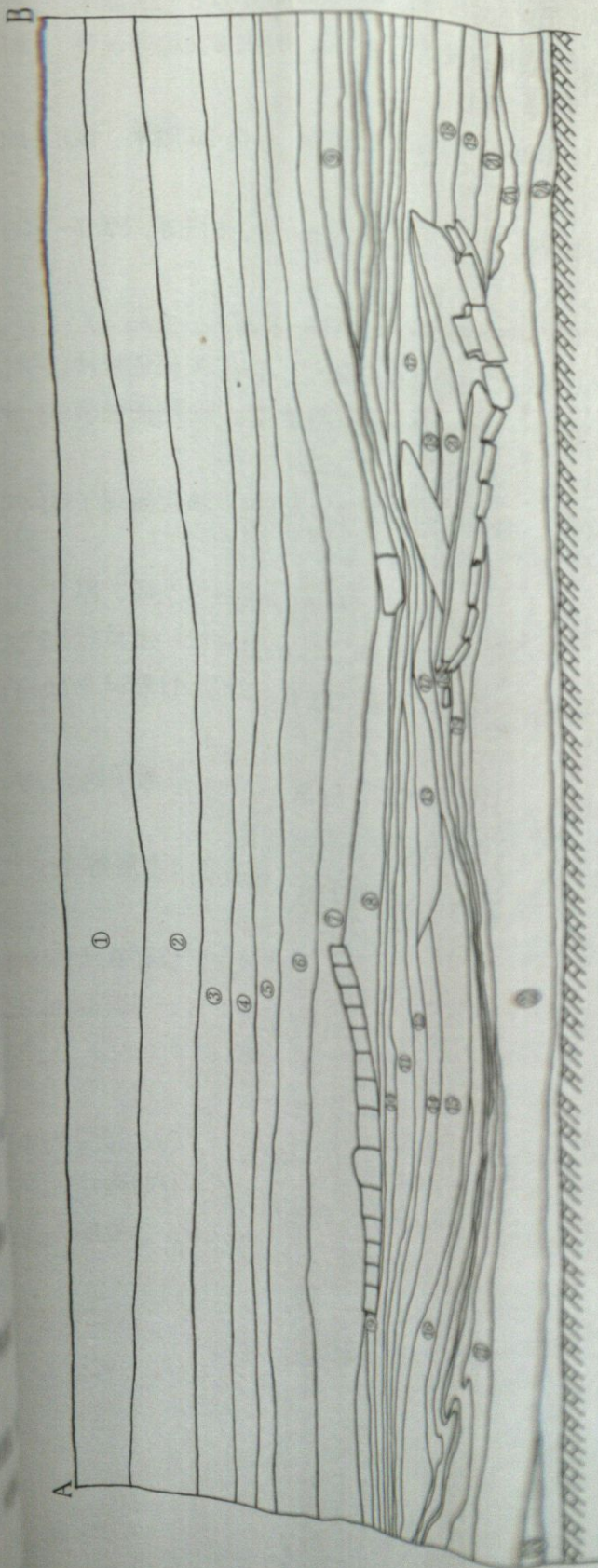


1. 剖面线 A—B 的位置  
 2. 剖面线 A—B 的走向  
 3. 剖面线 A—B 的坡度  
 4. 剖面线 A—B 的层数  
 5. 剖面线 A—B 的厚度  
 6. 剖面线 A—B 的宽度  
 7. 剖面线 A—B 的长度  
 8. 剖面线 A—B 的面积  
 9. 剖面线 A—B 的体积  
 10. 剖面线 A—B 的重量  
 11. 剖面线 A—B 的密度  
 12. 剖面线 A—B 的弹性  
 13. 剖面线 A—B 的塑性  
 14. 剖面线 A—B 的脆性  
 15. 剖面线 A—B 的韧性  
 16. 剖面线 A—B 的延展性  
 17. 剖面线 A—B 的收缩性  
 18. 剖面线 A—B 的膨胀性  
 19. 剖面线 A—B 的吸水性  
 20. 剖面线 A—B 的透水性  
 21. 剖面线 A—B 的导水性  
 22. 剖面线 A—B 的阻水性  
 23. 剖面线 A—B 的阻气性  
 24. 剖面线 A—B 的阻热性  
 25. 剖面线 A—B 的阻光性  
 26. 剖面线 A—B 的阻声性  
 27. 剖面线 A—B 的阻电性  
 28. 剖面线 A—B 的阻磁性  
 29. 剖面线 A—B 的阻辐射性  
 30. 剖面线 A—B 的阻污染性  
 31. 剖面线 A—B 的阻噪音性  
 32. 剖面线 A—B 的阻振动性  
 33. 剖面线 A—B 的阻冲击性  
 34. 剖面线 A—B 的阻爆炸性  
 35. 剖面线 A—B 的阻火灾性  
 36. 剖面线 A—B 的阻地震性  
 37. 剖面线 A—B 的阻台风性  
 38. 剖面线 A—B 的阻洪水性  
 39. 剖面线 A—B 的阻冰雹性  
 40. 剖面线 A—B 的阻雷电性  
 41. 剖面线 A—B 的阻核辐射性  
 42. 剖面线 A—B 的阻生物性  
 43. 剖面线 A—B 的阻化学性  
 44. 剖面线 A—B 的阻物理性  
 45. 剖面线 A—B 的阻综合性



0 80cm

- 1. 剖面线 A—B 的走向
- 2. 剖面线 A—B 的坡度
- 3. 剖面线 A—B 的层数
- 4. 剖面线 A—B 的厚度
- 5. 剖面线 A—B 的宽度
- 6. 剖面线 A—B 的长度
- 7. 剖面线 A—B 的面积
- 8. 剖面线 A—B 的体积
- 9. 剖面线 A—B 的重量
- 10. 剖面线 A—B 的密度
- 11. 剖面线 A—B 的弹性
- 12. 剖面线 A—B 的塑性
- 13. 剖面线 A—B 的脆性
- 14. 剖面线 A—B 的韧性
- 15. 剖面线 A—B 的延展性
- 16. 剖面线 A—B 的收缩性
- 17. 剖面线 A—B 的膨胀性
- 18. 剖面线 A—B 的吸水性
- 19. 剖面线 A—B 的透水性
- 20. 剖面线 A—B 的导水性
- 21. 剖面线 A—B 的阻水性
- 22. 剖面线 A—B 的阻气性
- 23. 剖面线 A—B 的阻热性
- 24. 剖面线 A—B 的阻光性
- 25. 剖面线 A—B 的阻声性
- 26. 剖面线 A—B 的阻电性
- 27. 剖面线 A—B 的阻磁性
- 28. 剖面线 A—B 的阻辐射性
- 29. 剖面线 A—B 的阻生物性
- 30. 剖面线 A—B 的阻化学性
- 31. 剖面线 A—B 的阻物理性
- 32. 剖面线 A—B 的阻综合性

图五 剖面 A—B 段剖面图

封面摄影：高 远  
封面设计：周小玮  
责任编辑：蔡 敏 杨冠华  
责任印制：陆 联

图书在版编目 (CIP) 数据

蓬莱古船/山东省文物考古研究所, 烟台市博物馆,  
蓬莱市文物局编. —北京: 文物出版社, 2006.8  
ISBN 7-5010-1964-9

I. 蓬… II. ①山…②烟…③蓬… III. 船舶-考  
古-发掘报告-蓬莱市 IV. K875.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 070527 号

蓬 莱 古 船

山东省文物考古研究所  
烟 台 市 博 物 馆 编  
蓬 莱 市 文 物 局

\*

文物出版社出版发行  
(北京五四大街 29 号)

<http://www.wenwu.com>

E-mail: [web@wenwu.com](mailto:web@wenwu.com)

北京安泰印刷厂印刷

新 华 书 店 经 销

787×1092 1/16 印张: 19.5

2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月第一次印刷

ISBN 7-5010-1964-9/K·1037 定价: 200.00 元

# ANCIENT SHIPS FROM PENGLAI

(With an English Abstract)

by

Cultural Relics & Archaeological Institute of Shandong Province  
Yantai Municipal Museum  
Cultural Relics Bureau of Penglai City

Cultural Relics Publishing House  
Beijing · 2006

《蓬莱古船》编辑委员会

主任：谢治秀

副主任：徐明 张守禄

委员：由少平 李传荣 鲁文生 王永波  
佟佩华 郑同修 王锡平 林仙庭  
高爱东 滕建英 冷清华 孙传威

主编：佟佩华 王锡平 滕建英

副主编：王富强 李振光 寇润平 吴双成

## 目 录

序 .....	谢治秀 (1)
前言 .....	(3)

### 上 编

第一章 地理环境与历史沿革 .....	(3)
一 蓬莱水城的地理环境和布局 .....	(3)
二 蓬莱水城的历史沿革 .....	(7)
第二章 古船发掘和研究 .....	(10)
一 历年小海清淤 .....	(10)
(一) 明清时期的小海清淤 .....	(12)
(二) 民国时期的小海清淤 .....	(12)
(三) 新中国成立以后的小海清淤 .....	(12)
1. 1964 年的小海清淤 .....	(12)
2. 1984 年的小海清淤 .....	(13)
3. 2005 年的小海清淤 .....	(14)
二 古船发掘概况 .....	(14)
(一) 1984 年古船发掘概况 .....	(16)
(二) 2005 年古船发掘概况 .....	(17)
三 古船研究概况 .....	(20)
第三章 古船位置与地层堆积 .....	(25)
第四章 古船形制和结构 .....	(25)
一 二号船的形制与结构 .....	(25)
艏柱、主龙骨及补强材 .....	(25)

第⑫层：褐色淤层较黏软，内含细沙和少量棕绳丝等，厚6~22厘米。

第⑬层：浅灰色淤沙层，含有多重浅黄色沙线，并掺较多杂棕绳丝等，厚0~30厘米。地层较短，只见于二、三号船之间。

第⑭层：黄灰色沙质淤层，稍软，带有黄色沙痕，厚0~30厘米。该层出土了2个瓷碗底、灰瓦等。

第⑮层：黑灰色沙质层，软硬，内含棕绳丝、蛎子皮、木屑等，厚0~40厘米。该层出土了明代青砖和瓦等。

第⑯层：黑色淤泥层，稍软，含杂质较少，厚0~46厘米。

第⑰层：黑褐色沙质淤层，厚2~36厘米。该层含有大量黑褐色粗沙，并掺杂大量木屑、舱料、棕绳丝等杂质，出土遗物比较丰富，主要有元明时期的瓷碗残片、明代青砖和瓦等，该层下发现三号船。

第⑱层：黑色淤泥层，较软、质地较纯，厚2~34厘米。该层发现了明代瓦片、石球等遗物。

第⑲层：黑褐色沙质层，软硬，夹粗沙内含木屑、棕绳丝等杂质，厚0~30厘米。

第⑳层：青灰色淤泥层，较软，含杂质较少，厚4~34厘米。土质较细腻，包含物比较丰富，主要有元明时期的瓷碗、瓷瓶、陶罐、石球、草绳、竹席以及松子等植物籽粒，三号船淤在此层中。

第㉑层：黑灰色淤泥层，仅见于探沟南部，较软，含有少量蛎子皮，厚0~34厘米。

第㉒层：深黑色淤泥层，较软，内含大量蛎子皮、棕绳丝、木屑等杂质，厚10~66厘米。该层出土了元代残瓷碗等。

第㉓层：黑灰色淤泥层，较软，质地较纯，厚0~14厘米。仅存在于探沟南部。

第㉔层：黄灰色淤泥层，厚6~20厘米。出土遗物较为丰富，主要有元末明初的瓷碗及一些碎瓷片。

第㉕层下为黄沙土或黄土。

总体来看，⑦层以上为现代淤泥扰乱层和现代生活垃圾层，⑧~⑰层为明代中晚期层，⑱~㉔为元末明初层，二号船、三号船和船材的地层关系十分明确。二号船和船材淤在⑦层下和⑧、⑨层中，三号船淤在⑰层下和⑱、⑲、⑳层中。二号船与船材时代相同或相近，而三号船时代稍早一些。

## 第四章 古船形制和结构

二、三号船及船材位置相对比较集中，淤在西高东低的淤泥层中，其东北稍远处的四号船则淤在南高北低的淤泥层中。这些古船船体大，船型及技术存在较大的区别，代表了不同历史时期和不同种类的造船工艺特点。

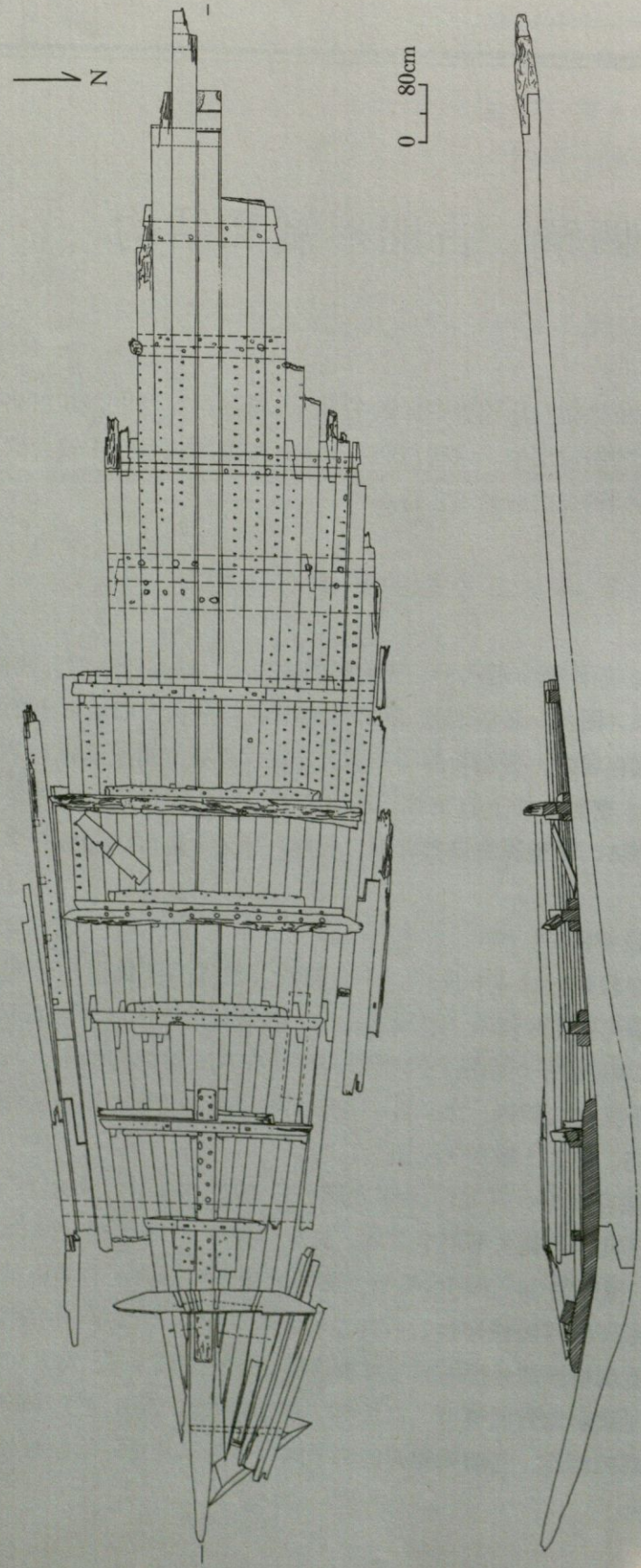
### 一 二号船的形制与结构

二号船，方向91°，船体基本近水平，为瘦长的流线型，残存船底部，残长2150厘米，船舳残宽520厘米（图六；彩版七）。艏部和后面的舱壁板及船舷以上的船板已损坏掉，主龙骨、艏柱保存较好，为粗壮的圆方形。该船保存有6道舱壁板和7道舱壁板的残痕，共保留12个水密舱，加上艏龙骨，还应有若干舱，底板用材略显粗壮。前桅座因扰动移至艏柱左下方，其他桅座被破坏掉，船艏、船舳、船舷的船板有多处人工砍削等断痕。

#### 1. 艏柱、主龙骨及补强材。

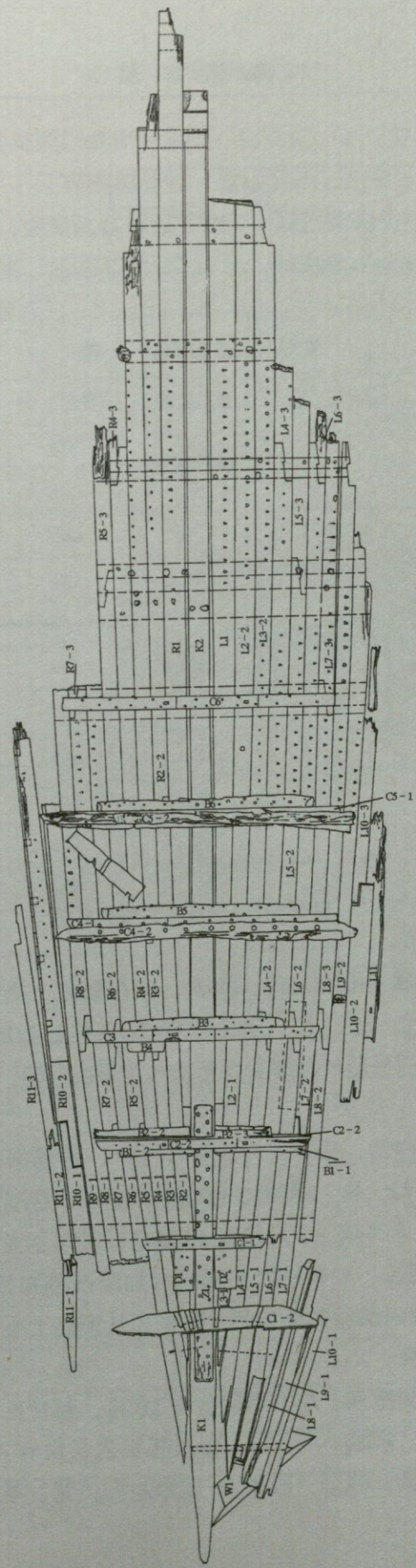
**艏柱** 榆木，保存较好，长478厘米，十分粗壮。前端为圆锥形，后端上为圆方形、下为圆圆形，上翘高度130厘米（彩版八，1）。后端有钩子榫口自上而下扣压在主龙骨上，钩榫长60厘米。钩子口西端还有矩形凸榫插在主龙骨的凹榫中，凸榫长6厘米（彩版八，2）。上下又有大铲钉、穿心钉、方形大铁铜与主龙骨、舱壁板相连接，方铁铜铜口长21、宽5.5、厚2.5厘米（见图六）。

**主龙骨** 松木，保存较好，横截面为圆方形，长1622厘米，十分粗壮（彩版九，1）。前部为蛇头形钩子同口，蛇头部前窄后宽，长60厘米，前端宽32、厚54厘米，后端宽48、厚52厘米；尾部宽34、厚16厘米。前端有钩子榫口向上与艏柱的钩子榫口相扣，东西纵向有矩形凹榫与艏柱连接，后部左右各有一夹板，以便与两侧翼板取平，同时夹板下龙骨两侧有斜槽榫加暗榫纵向与翼板连接，暗榫口长9.5、宽6~7、深4厘米；尾部有凹槽，应是接艏龙骨的槽口，口长30、宽34厘米、深8厘米（彩版九，2）。南北横向还有铲钉与翼板相连，与艏柱相连的钩子同口中部以及每一隔舱板处均有方铁铜与舱板相连（图七）。

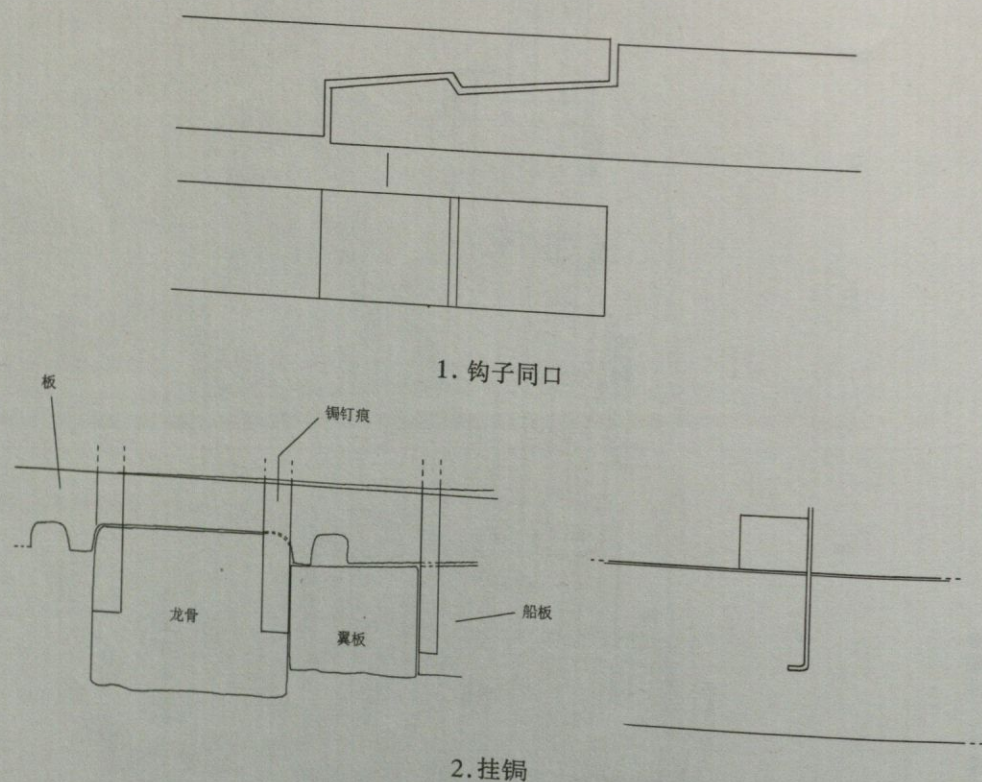


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

图六-1 二号船平、剖面图



图六-2 二号船材编号



图七 二号船局部结构示意图

补强材 设在艏柱和主龙骨之间，榆木，保存较好，横截面为圆方形，纵为凹弧形，长 386、宽 25、厚 8~26 厘米，其上与第 2、3 隔舱板的下层舱板的深凹槽扣合，与艏柱及主龙骨上下用圆头形铁钉加固（见图六；彩版一〇，1）。

### 2. 翼板及船板

翼板 位于主龙骨两侧，松木，均为独根方木，自艏部至艏柱收为弧形并逐渐变窄。右侧翼板，残长 1572、厚 24 厘米，前端宽 8 厘米、后端宽 36 厘米；左侧翼板残长 1322、厚 20~24 厘米，前端宽 8、后端宽 38 厘米。其与主龙骨以大铲钉加固（彩版一〇，2）与舱板以铜钉相挂、与艏柱以蛇形同口加暗凸榫扣接，凸榫长 9.5、宽 6~7、深 3~4 厘米，其上又有两楔形夹板与龙骨取平，从形态上看，这两根船板就像两根护翼牢牢地固定在龙骨两侧。

船板 由翼板向两侧排列，左右两侧各有 10 排，包含松木、榆木和杉木，每列板由若干根方木连接而成（彩版一一，1），每根船板的长短和宽厚不一（表一）。船板纵向以木作的钩子同口连接，同口一般长 50 厘米左右，宽、厚与船板的尺寸相同（见图

七，2；彩版一一，2）。横向则以铁铲钉和穿心钉加固，铲钉间距一般为 14~20 厘米不等，最窄的为 12 厘米。上下又有铁铜相挂，船板底部还有圆头形铁钉钉在隔舱板等部件上。各列船板的钩子同口交错压在舱板下面，板缝之间均用鳃料封护。各列船板自艏至艏柱弧收成尖头和尖底，底部呈“V”字形，而由第 4 舱至船艉则比较平直，底部呈“U”形（见图六；彩版八）。

表一 二号船船板一览表

名称	长(厘米)	宽(厘米)	厚(厘米)	同口长(厘米)
k1	478	40		60
k2	1622	40		60
L1	1332	8~38	21	
L2-1	622	25	21	50
L2-2	872	28	22	50
L3-1	647	20	20	50
L3-2	1015	28	18	52
L4-1	574	22	12	50
L4-2	842	26	18	50
L4-3	154	24	18	54
L5-1	496	23	20	48
L5-2	834	22	15	52
L5-3	270	16	18	52
L6-1	320	20	15	56
L6-2	847	21	18	56
3	98	14	24	
L7-1	482	20	11	52
L7-2	660	22	11	50
L7-3	395	22	11	
L8-1	650	20	24	
L8-3	844	36	22	50
L8-2	650	18	14	56
L9	652	25	11	
L9-1	352	16	12	

(续表)

名称	长(厘米)	宽(厘米)	厚(厘米)	同口长(厘米)
L10-1	296	16	12	31
L10-2	304	28	10	31
L10-3	254	18	10	
L10-4	90	10	9	
L11	320	26	8	
R1	1572	8-36	24	
R2-1	631	18	23	50
R2-2	1016	18	18	48
R3-1	642	18	16	55
R3-2	1010	24	18	60
R4-1	545	18	17	54
R4-2	852	23	18	54
R4-3	62	14		
R5-1	480	20	15	48
R5-2	816	22	18	52
R5-3	248	23	19	51
R6-1	340	17	16	67
R6-2	535	22	16	67
R7-1	198	11	13	67
R7-2	657	24	13	45
R7-3	44	14	13	
R8-1	351	20	11	50
R8-2	503	20		50
R9	662	19	11	50
R10-1	190	16	12	64
R10-2	622	22	19	
R11-1	154	19	11	
R11-2	160	18	10	
R11-3	340	17	8	54

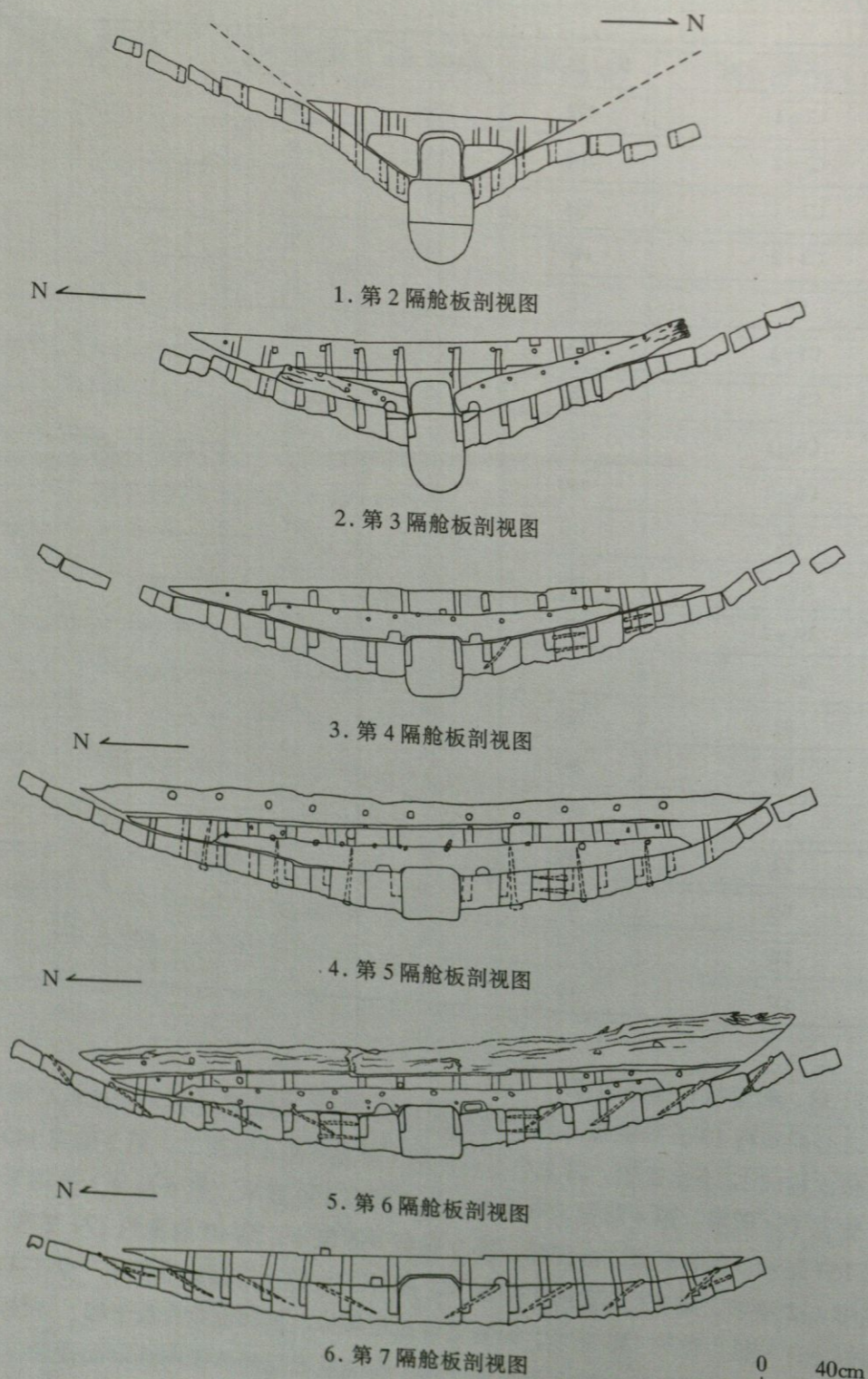
(续表)

名称	长(厘米)	宽(厘米)	厚(厘米)	同口长(厘米)
C2-1	172	14	44	
C2-2	288	14	32	
C3-1	314	13	16	
C3-2	114	13	28	
C4	327	16	32	
C5-1	379	14	26	
C5-2	426	14	18	
C6-1	386	16	24	
C6-2	440	16	30	
C7	398	16	18	
B1-1	148	10	18	
B1-2	84	10	16	
B2-3	79	12	28	
B3	228	16	12	
B5	280	16	14	
B6	300	10	12	
Z1	386	25	26	
W1	194	36	21	
D1	60	30		
D2	60	30		

## 3. 舱、舱壁板和抱梁肋骨

二号船残存 13 道隔舱板(或隔舱板残痕), 第 1 隔舱板与第 2 隔舱板之间为第 1 舱, 依次构成 12 个水密舱, 其大小不一。第 1 舱宽度约 118 厘米, 第 2 舱宽 140 厘米, 第 3 舱宽 154 厘米, 第 4 舱宽 156 厘米, 第 5 舱宽 150 厘米, 第 6 舱宽 158 厘米, 第 7 舱宽 164 厘米, 第 8 舱宽 146 厘米, 第 9 舱宽 164 厘米, 第 10 舱宽约 174 厘米, 第 11 舱宽约 132 厘米, 第 12 舱宽约 132 厘米。此外, 从艏柱前部的右侧有一铜钉口观察, 前端似还有一舱, 宽约 166 厘米, 而艏龙骨被破坏掉, 艏部也应有若干舱, 详情不明。

二号船残存的隔舱板为第 2 道至第 7 道, 各隔舱板随船体横向弧形而设置, 由艏部和艏部向舳部逐渐加宽(彩版一二, 1)。



图八 二号船第2~7号隔舱板剖视图

第2隔舱板残存两层板，均呈倒梯形（图八，1）。最下层板顶端长172、厚14、高44厘米，中间有深凹槽与补强材相扣，凹槽高宽28、32厘米；顶端又有矩形凹槽与第二层板相扣合，槽长84、深2厘米，凹槽内还有两道上下串连的方形暗榫，暗榫间距为46厘米，榫口长6、宽2.5、深3厘米。第二层板长288、厚14、高32厘米，底端有凸榫，榫长68、高2厘米，顶端也有矩形凹槽，长144、深为4厘米，凹槽内有两暗榫，暗榫间距为106厘米。下层板东侧可见有8道方铁铜及铜槽，从位置来看，应与艄柱、主龙骨、翼板及外板相挂，第二层板西侧有5道铁铜槽，槽内偶见锈残的铁铜残块，从其位置来看，铁铜挂在下层舱板和船板上。两层板之间还有若干铁铲钉交错加固。

第3隔舱板残存两层板，均呈倒梯形（图八，2）。最下层板顶端长114、厚13、高28厘米，中间有深凹槽与补强材相扣，凹槽高宽28、20厘米，顶端有矩形凹槽，槽长90、深2厘米。第二层板顶端长314、厚13、高16厘米，底端有矩形凸榫与下层板相扣，榫长90、高2厘米；顶端有矩形凹槽，槽长105厘米，暗榫位于凹榫外，其间距为108厘米，暗榫长7.5、宽2、深4厘米。两层舱壁板西侧有11道铜槽，既与龙骨、翼板和船板相挂，两舱板也互相挂连，两舱板之间以及与龙骨、翼板、船板之间还有较多的铁铲钉予以加固。下层舱板有左右对称的圆方形流水口，宽、高各6厘米左右。

第4隔舱板残存一层板，呈倒梯形（图八，3）。舱板的顶端长327、厚16、高32厘米。其与龙骨有浅凹槽相扣，凹槽宽34、高4厘米。舱板顶部有矩形凹槽与其上的舱板相扣，槽长88、高2厘米，槽内还有方形暗榫与其上舱板相串连，方榫槽长8、宽4、深5.5厘米。舱壁板西侧有10道铜钉痕，铜钉与龙骨、翼板、船板等相挂，铜钉槽长46厘米左右，另有圆头形铁钉及铲钉予以加固。龙骨左右两侧有方形流水口，口宽、高各8厘米左右。舱底有几片瓷片和碎木块等。

第5隔舱板残存两层板，呈倒梯形（图八，4）。最下层舱板顶端长379、厚14、高26厘米。其与龙骨有浅凹榫相扣，凹榫宽36、高4厘米，顶端有矩形凹槽，槽长148、深2厘米。第二层舱板长426、厚14、高18厘米，朽坏比较严重。第二层板底端有矩形凸榫，榫长148、深2厘米，顶端有矩形凹槽，因朽坏无法判明其长度，槽内有两方形暗榫，榫口间距105厘米，暗榫长9.5厘米，榫口长6.5、宽3、深3厘米。两舱板之间另有圆头形铁铲钉加固。下层舱板与龙骨、翼板、船板有15道方铁铜相挂，铜钉长16~44厘米，并有圆头形铁钉从船底自下而上将船板与舱板固定。下层舱板龙骨两侧有圆方形流水口，口宽8~10、高6厘米。舱底有小量瓷片和碎木块等。

第6隔舱板残存两层板，呈倒梯形（图八，5）。最下层舱板顶端长386、厚16、高24厘米，顶端矩形凹槽，槽长155.5厘米。其与龙骨有浅凹槽相扣，凹槽长36、高4厘米。第二层舱板长440、厚16、高30厘米，朽坏严重。第二层板有矩形凸榫，与一



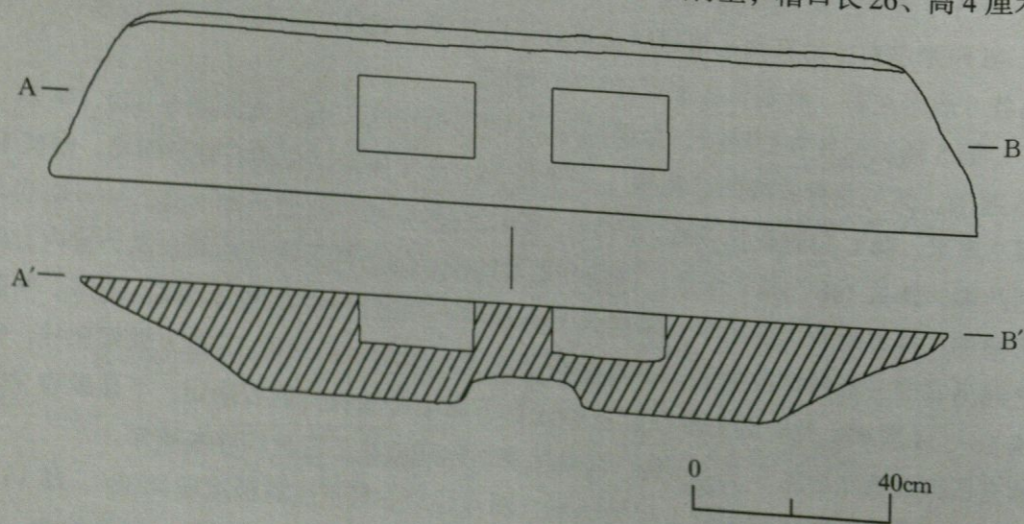
层板相扣合，榫长 155.5 厘米；顶端有矩形凹槽，槽朽坏，长度不祥。又有两方形暗榫加固，暗榫口长 7、宽 2.5、深 5.5 厘米，两榫间距 106 厘米。两舱壁板之间另有圆头形铁铲钉加固。下层舱板与龙骨、翼板、船板残存 12 道挂方铁铜的痕迹，铜钉长 22~34 厘米，并有圆头形铁钉从船底自下而上将船板和舱板固定。下层舱板龙骨两侧有圆方形流水口，口宽 16 厘米左右，高 6 厘米。舱底有小量瓷片、残木板等。

第 7 舱壁板残存一层舱板，呈倒梯形（图八，6）。舱板顶端长 398、厚 16、高 18 厘米。其与龙骨有浅凹槽相扣，槽口长 36、高 7 厘米。舱板顶端有矩形凹榫，长 107 厘米，凹榫有两方形暗榫，南侧残榫长 15 厘米，榫口长 6~8、宽 4、深 5.5 厘米，两榫间距为 104 厘米。舱板西侧残存 13 道方铁铜痕，铜钉长 20~36 厘米，并有圆头形铁钉从船底自下而上将船板和舱板加固。舱板龙骨两侧有圆方形流水口，口宽 7 厘米、高 4 厘米。舱底有小量瓷片、竹席等。

抱梁肋骨多设在舱壁板两侧，随船体弧度而设置，主要用来加固舱板和船板，用材也不一样，多为锥木。从残存的抱梁肋骨来看，除了第 2 隔舱板因东侧设桅座，只在西侧有肋骨外，余两侧均设有抱梁肋骨。其因用材随意而显得不十分规整，宽短不一（参见表一），可能多为造船的边角料。抱梁肋骨与舱板及船板均用较密的圆头形铁钉加固。龙骨两侧的抱梁肋骨均设有与舱板一样的流水口。

#### 4. 桅座、桅垫

桅座 只存前桅座，锥木，顶长 190、底长 106 厘米，宽 36 厘米，高 21 厘米，两端随船体有两斜面。桅座上有两舵夹孔，孔中还有残木块应是舵夹木，孔长 24、宽 16、深 10 厘米（图九；彩版一二，2）。桅座底有凹槽扣在补强材上，槽口长 26、高 4 厘米。



图九 二号船前桅座平、剖面图

桅座与船板、桅垫等以铁钉钉连。

桅垫共两块，位于第 2 隔舱板东侧补强材的两侧，紧贴第 2 隔舱板，斜插在补强材与龙骨两侧船板之间，南侧为锥木，右侧为樟木。两垫大小相同，长 60、宽 30、厚 22 厘米，基本与补强材齐平，桅垫与桅座、船板以铁钉钉连。

二号船在构造技术上，主龙骨与艄柱采用蛇头形钩子同口的木作技术，船板纵向连接用钩子同孔的木作技术，横向用铁质的铲钉和枣核钉加固，主龙骨与艄柱连接处有补强材。舱壁板两侧用抱梁肋骨加固，上下板采用了暗榫和挂方铁铜的连接技术紧密相叠，船板的所有接缝都用白灰、桐油和麻丝制成的舱料密封，铁钉孔则用不加麻丝的舱料封护，比较坚硬，工艺先进。二号船的用材主要是油松，艄柱、补强材等是榆木，其他还有锥木、樟木和杉木等（参见第六章）。

## 二 三号船的形制与结构

三号船，方向为 276°，宽短型的船体向南倾斜较重，残存底部，残长约 1710 厘米，船舳残宽 620 厘米（图一〇）。艄部、艄部遭到扰乱，艄龙骨、船舷以上外板已损毁，主龙骨保存较好。三号船保存 4 道隔舱板和 4 道隔舱板残痕，可见 8 个舱。后桅座不见，中桅座保存较好，前桅座被现代灰窖扰至船西部淤泥中。中桅座位于第 5 舱（彩版一三、一四）。

### 1. 艄柱、主龙骨及补强材

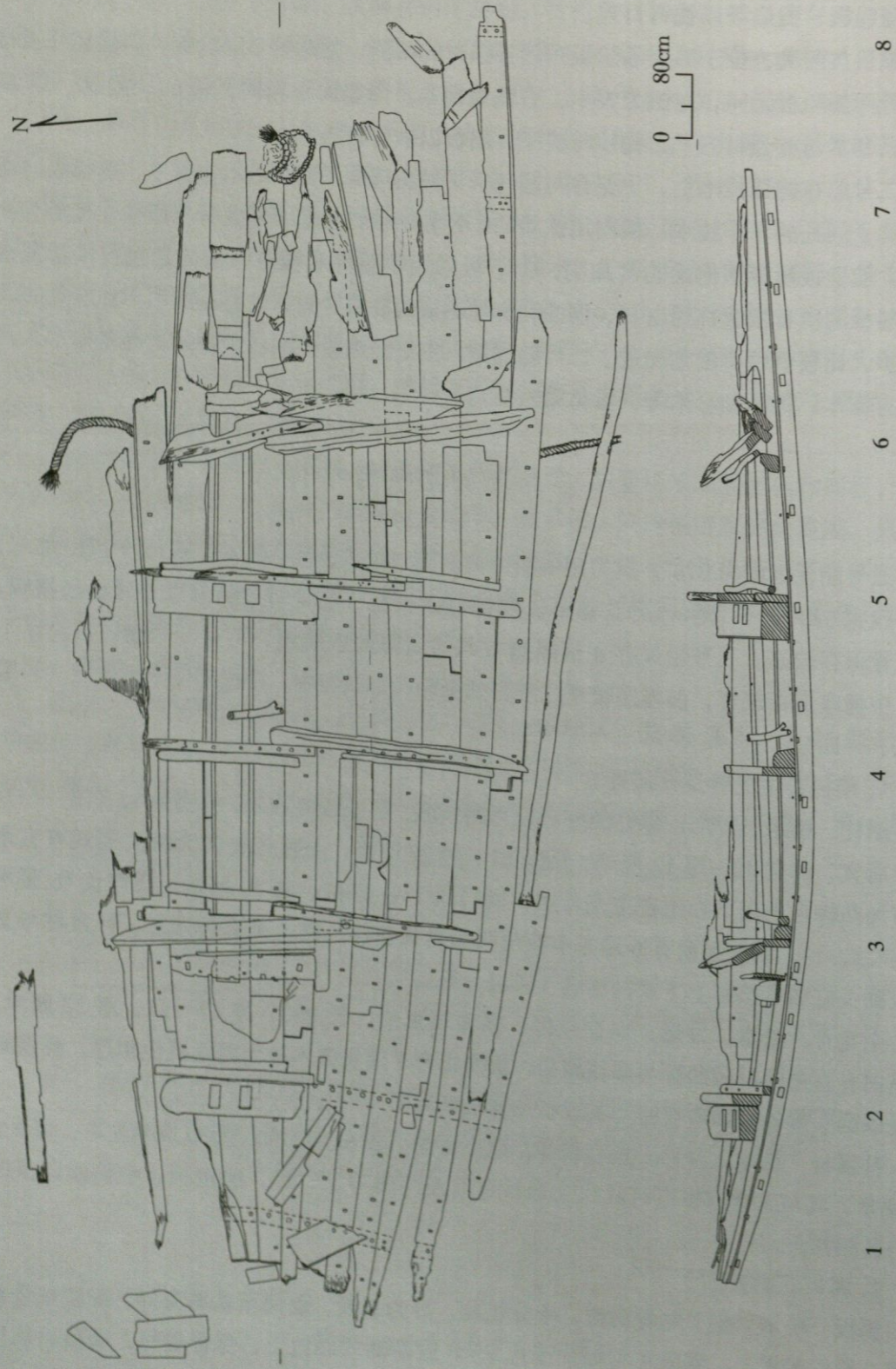
艄柱 松木，方形，保存较好。纵为凹弧形，通长 590 厘米，十分粗壮（图一一）。前窄后宽，前宽 42、厚 12 厘米，后宽 61、厚 22 厘米，上翘高度 92 厘米。后端有直角同口加凸榫自上而下扣压在主龙骨上，同口长 14、宽 62、高 10 厘米，凸榫长 16 厘米（图一二，1）。艄柱侧面有 6 道方木栓与两侧翼板相连，其上又有补强材，补强材与龙骨以圆头钉和枣核钉上下紧密加固（彩版一五）。

主龙骨 松木，方形，保存较好。纵为凹弧形，长 860、宽 47~61、厚 22 厘米。其纵向有直角同口和凹榫与艄柱相扣，横向也有 7 道长方木栓与两侧翼板相连，补强材也是以圆头形铁钉和枣核钉与其紧密加固（参见图一一）。

补强材 松木，方形，保存较好。前方后尖，长 827 厘米，宽 30 厘米左右，厚 6~17 厘米。其与龙骨以枣核钉及圆头形铁钉钉连（图一三，1），舱壁板、中桅座以深凹榫与其相扣。

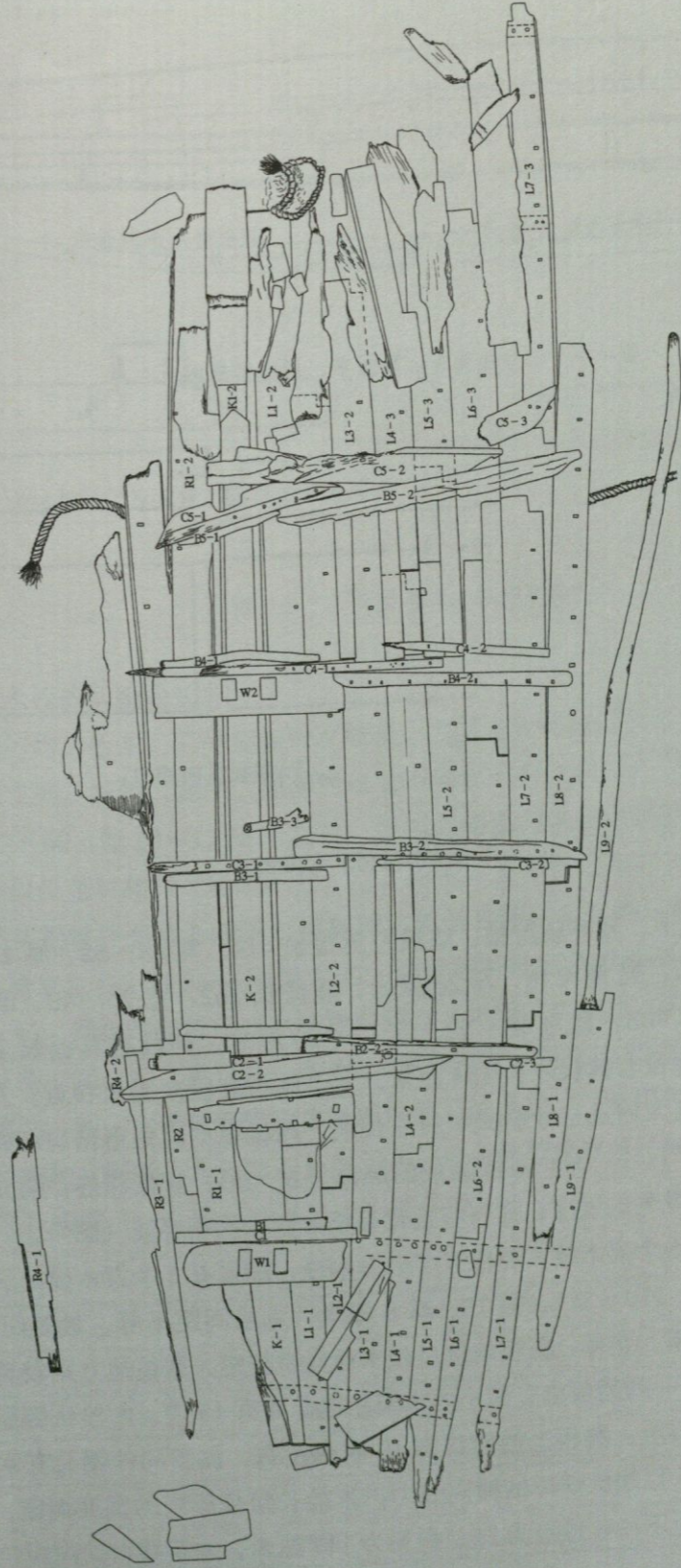
### 2. 翼板、船板

翼板 松木，位于龙骨两侧，十分粗壮，分为三段，前两段基本完好，艄段被叠摞在第八舱的船板上。艄段左翼板位于第 7、8 舱南侧的底板上，保存较好，艄段右翼板

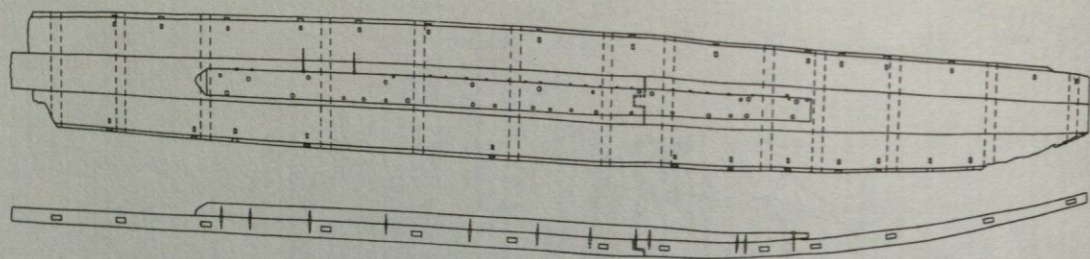


1 2 3 4 5 6 7 8

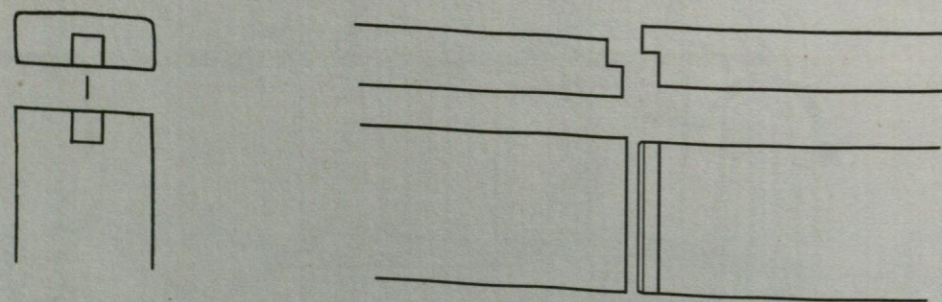
图一〇-1 三号船平、剖面图



图一〇-2 三号船船材编号



图一— 三号船龙骨、翼板平、剖面示意图

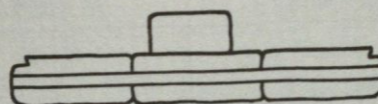


1. 首柱与主龙骨的榫口

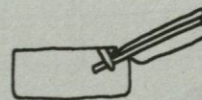
2. 翼板纵向榫口

图一二 三号船局部结构示意图之一

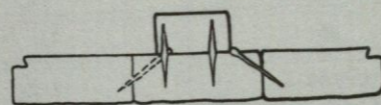
位于第7舱北侧的底板上，残碎较严重。艏段左翼板长414、宽38~52、厚12~20厘米，舳段左翼板长1010、宽50~58、厚22厘米，艏段长262、宽25~40、厚16~22厘米；舳段右翼板残长408、宽为38~52、厚12~20厘米，舳段右翼板长1000、宽52~59、厚22厘米，舳段右翼板残长154厘米，宽、厚与舳段左翼板相近。左翼板三段相加为1686厘米，这大约是三号船底部的总长度。翼板纵向以矩形槽口相扣（参见图一二，2；彩版一六，1、2、3），舳段翼板的舳部呈拐尺形，直接相连，与龙骨形成抱拢之势，以增强保护龙骨的强度；横向与龙骨有长方形木栓相穿连（图一三，2），木栓为栗木。舳段翼板有6个方木栓，舳段有7个方木栓，舳段有3个方木栓，三者相加共有16道木栓，木栓长110~175、宽13、厚6厘米。木栓间距不等，最短间距为54厘米，最宽间距150厘米，龙骨、翼板的接口处木栓间距较短，其他地方则较宽（参见图一一）。翼板与左右第一列船板也有稍小的木栓相连，共有15道，木栓从侧面穿透船板，斜插在翼板的长企口上，翼板上的拴口深10厘米左右，翼板的外侧又有木钉榫与木栓钉连（图一三，3），以增大船体的横向强力。木栓长短依船板的宽度而定，宽8~11、厚4厘米，木栓间距不一，最短为25、最长为117厘米，木板接口处间距较短，每



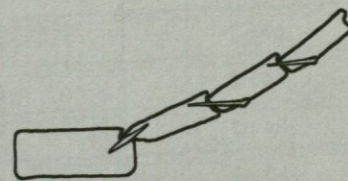
1. 龙骨翼板木栓结构



2. 翼板与船板木钉榫及木栓的连接结构



3. 补强材与龙骨及龙骨与翼板的钉连结构



4. 船板连接结构

图一三 三号船局部结构示意图之二

块板中间木栓的间距最长。

船板均为松木，三号船板保存较差，尤其龙骨北侧仅保留3列，龙骨南侧保存较多，共有9列。长短、宽窄、厚薄因位置不同而不等（表二），中间较宽厚，长25.5~89、宽22~60、厚10~12厘米左右。船板之间横向采用鱼鳞搭接的技术（彩版一七，89、宽22~60、厚10~12厘米左右。船板之间横向采用鱼鳞搭接的技术（彩版一七，1），即先以长企口相扣（彩版一七，2），两板间上下再以木钉榫钉连（彩版一八，1）。木钉榫是从船板外侧自上而下钉连加固，外粗内细，木钉榫一般长38厘米左右，宽2厘米~6厘米左右，厚3~4厘米左右，同时还有铁钉从板外侧钉连加固（图一三，4；图一四，1）。翼板与船板还有木栓横向穿连（彩版一八，2）。纵向采用直角同口加暗榫的工艺（图一四，2），直口长一般为14厘米左右，最长达20厘米（彩版一九，1）。在船板的第三、四、六等舱都发现多处船体修补的痕迹，一般用较薄的方木板以铁钉和船料加固和密封（彩版一九，2），长宽不一，显然该船废弃前已破漏不堪。船板与船底的翼板、龙骨构成“∪”形，三号船应为平底船。

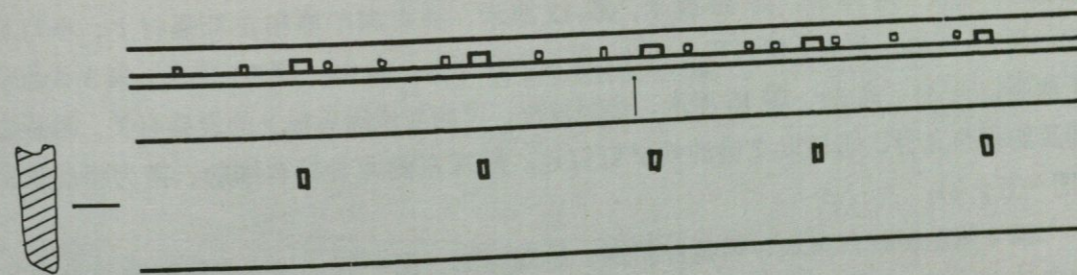
表二 三号船船板一览表

编号	长(厘米)	宽(厘米)	厚(厘米)
K1-1	590	42~61	22
K1-2	860	47~61	22
K2	827	30~31	17
L1-1	414	28~50	12~20
L1-2	1050	40~48	22

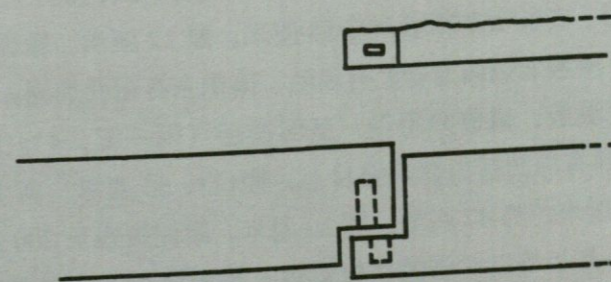
(续表)

编号	长(厘米)	宽(厘米)	厚(厘米)
Y7 (L1-3)	260	35~40	16~22
L2-1	325	22~34.5	11
L2-2	877	42	11
L3-1	454	38~52	11.5
L3-2	890	54	12
L4-2	670	46	11
L4-3	501	45~46.5	11.5
L5-1	560	56	11.5
L5-2	640	42~47	11
L5-3	345	45	12
L6-1	298	32.5	10
L6-2	572	36~51	11.5
L6-3	600	50	12
L7-1	528	34~42	10.2
L7-2	640	43~48	10.5
L7-3	503	49	11
L8-1	425	40.5	10.5
L8-2	617	42	9
L9-1	402	27~59	10
R1-1	408	38~52	12~20
R1-2	1000	52~9	22
R2-1	309	39~40	12.5
R2-2	460	40.5~45	11
R3-2	350	62	9
R4-1	255	30	6
W1	上 198 下 170	46~48	18
W2	上 236 下 165	49	34
C1	上 205 下 165	33	12
C2-1	上 250 下 170	45	10
C2-2	上 383 下 268	35	12
C3-1	上 240 下 167	38	10
C3-2	上 195 下 175		

编号	长(厘米)	宽(厘米)	厚(厘米)
C4-1	上 260 下 161	35	12
C4-2	残上 297 下 161	47	10
C4-3	残上 200 下 173	43	10
C5-1	上 236 下 150	32	12
C5-2	残上 150 下 176	45	85
C5-3	残上 97 下 60	39	10
b1	150	直径 12	
b3-1	190	直径 12	
b2-2	270		
b4-2	265		



1. 船板木钉榫结构



2. 船板直角同口及暗榫

图一四 三号船局部结构示意图之三

## 3. 舱、舱壁板和抱梁肋骨

三号船残存 8 道隔舱板(或隔舱板残痕), 以船艏与第 1 隔舱板为第 1 舱, 依次构成 8 个水密舱, 大小不等。第 1 舱宽 148 厘米, 舱底有残木板等。第 2 舱宽 198 厘米左右, 舱底遗有陶片、残木板等。这两舱的残木板, 较薄, 有的还比较完整, 长宽不等, 可能是舱顶的用板。第 3 舱宽 193 厘米, 舱底有草、残木板和小量近滩牡蛎壳及一堆陶

片、草绳(彩版二〇, 1)等。第4舱宽224厘米, 舱底有陶片、草绳、石球和牡蛎壳等。第5舱宽223厘米, 舱底有船形器等残陶片、瓷碗、石球、草绳、竹席(彩版二〇, 2)和大量牡蛎壳(彩版二一)及料珠、松子(彩版二二, 1)、瓜子、草种等。第6舱宽222厘米, 舱底遗有瓷瓶(彩版二二, 2)、瓷碗(彩版二三, 1)、牡蛎壳等。第7舱因左六列板艏部板直口脱位, 从平面看较宽, 如减去脱维的距离, 其舱宽为220厘米, 舱底遗有瓷片、藤条(彩版二三, 2)、竹片等。第8舱宽221厘米, 舱底有数块船板叠在其上, 这些船板从形制看应是船艏的船板, 可能在某次清淤时将其迭擦在现在的位置(图一〇)。

**隔舱板** 隔舱板残存第3道至第6道, 各道舱壁板较宽薄, 并随船体弧形而设置, 由艏、艮向舳部逐渐加宽(彩版二四, 1、2)。

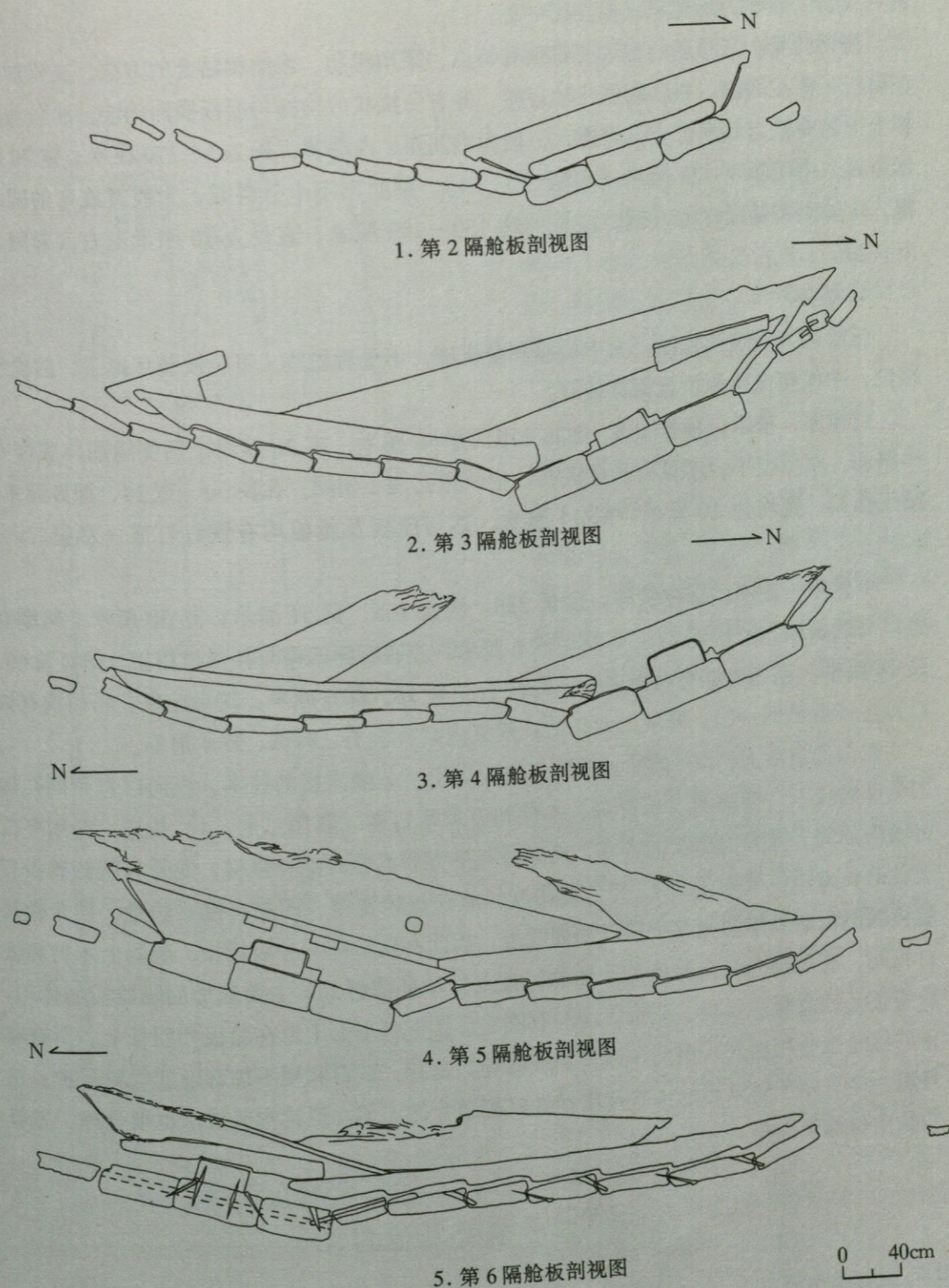
第3隔舱板残存三块, 各板已错位, 斜倒, 呈倒梯形(图一五, 2)。北侧下层板顶长250、底长170厘米, 高33厘米, 厚12厘米, 并有深凹榫扣在补强材上, 榫口长52、高12厘米。北侧上层板顶长383、底长268厘米, 高45、厚10厘米。第3块板位于南端, 长84、高30、厚10厘米, 形制独特, 可能与该隔舱板上的设施有关。舱板之间及舱板与龙骨、船板以交错的铁铲钉钉连。舱板东侧龙骨处有细肋、南为粗肋加固(图一五, 2)。

第4隔舱板残存两块, 错位并斜倒, 呈倒梯形(图一五, 3)。北侧板顶残长195、底残长175厘米, 高38厘米, 厚10厘米, 并有深凹槽扣在补强材上, 槽口长52、高18厘米。南侧板长240、底长167厘米, 高35厘米, 厚12厘米。舱板与龙骨、船板等以交错的铁铲钉钉连。舱板北侧西龙骨处有细肋、南侧东有粗肋加固。

第5隔舱板残存三块版, 错位并斜倒, 呈倒梯形(图一五, 4)。北侧下层板顶长260、底长161厘米, 并有深凹槽扣在补强材上, 槽口长60厘米, 高12厘米, 上层板残长297、底残长160厘米, 高47厘米, 厚10厘米。南侧板残长200厘米, 高43、厚10厘米。舱板与龙骨、船板等以交错的铁钉钉连。舱板北侧东龙骨处有细肋、南侧西有粗肋加固, 北侧西还设有中桅座(图一五, 4)。

第6隔舱板残存两块版, 错位斜倒, 呈倒梯形(图一五, 5)。北侧板顶长236、底长150厘米, 高32厘米, 厚12厘米, 并有深凹槽扣在补强材上, 槽口长34、高16厘米。南侧下层板顶残长150、底残长176厘米, 高45厘米, 厚8.5厘米, 上层板横放在第7舱, 顶残长97、底残长60厘米, 高39厘米, 厚10厘米。舱板与龙骨、船板以交错的铲钉钉联。舱板北侧遭扰乱, 龙骨处细肋不见, 舱板南侧西有粗肋加固。

此外, 在船头西侧现代灰窖处发现一舱壁板和桅座, 因挖灰窖扰乱至此, 以其形制与第2道隔舱板的痕迹相对照, 应是第2隔舱板和前桅座。舱板顶长205、底长146厘米, 高34厘米, 厚12厘米。两端有钩榫与船板相挂, 与船板以交错的铲钉钉连。其东



图一五 三号船第2~6号隔舱板剖视图

侧有细肋、西侧为前桅座（参见图一五，1）。

**抱梁肋骨** 三号船的抱梁肋骨很有特点，采用粗肋、细肋相结合的方法，交错加固在舱板一侧或两侧。粗肋制作比较规整，并有鱼鳞状的钩榫与船板横向钩连，肋骨与船板上下还有铁钉和木钉交错钉连，一般为中间厚、两端薄，长265~270厘米，宽20厘米左右，中间厚4~28厘米（彩版二五，1）。细肋则不十分讲究，为或直或弯的圆木棍，均加固在补强材的一侧，最长的达150~190厘米，直径为10厘米左右（彩版二五，2）。

#### 4. 桅座

三号船共发现两桅座，为中桅座和前桅座，不见后桅座，可能被破坏掉了，前桅座移位，中桅座保持原位且保存较好。

**前桅座** 松木，顶长198、底长170、宽48厘米，高26厘米。两侧随船体弧度有小斜面，座底较平，座顶有两舵夹孔，中间两孔大小相同，孔长30、宽14、深8厘米，第三孔长、宽均为10厘米，深14厘米。其与船板及舱板均有铁钉钉连（彩版二六，1）。

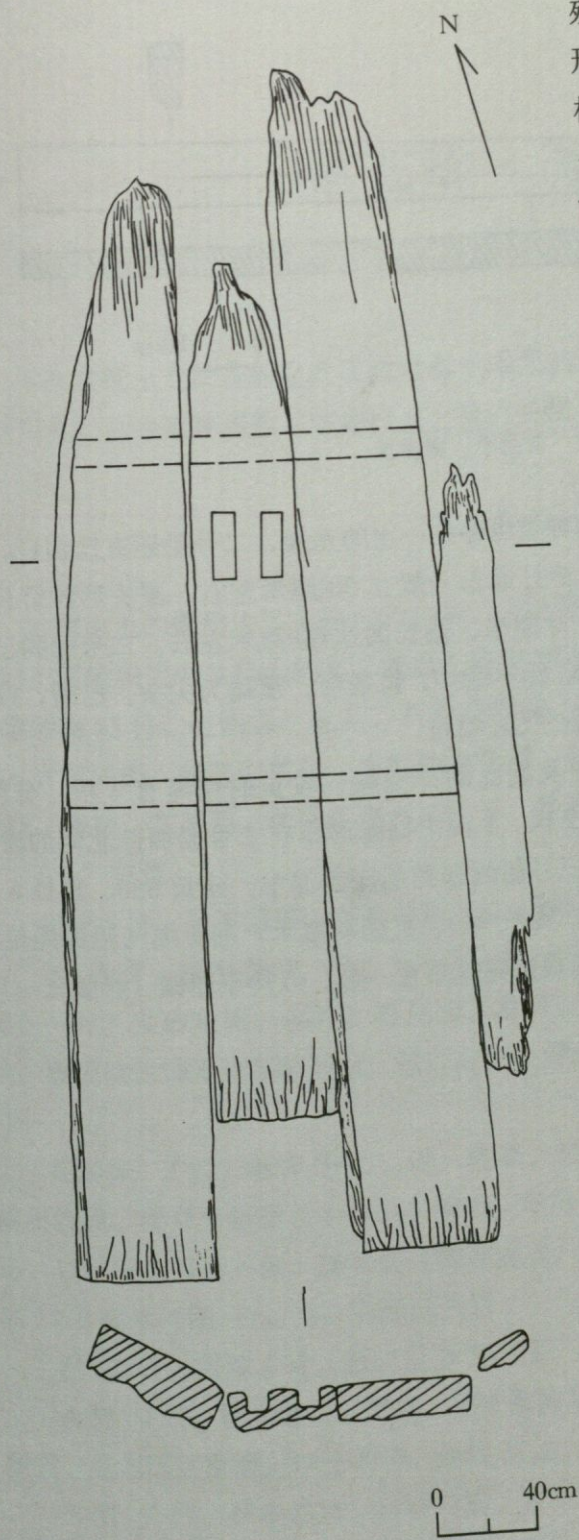
**中桅座** 松木，保存较好。顶长236、底长165，宽51厘米，高30厘米。两端有直口与船板相扣，口长24、宽18、深6厘米。座底有深凹槽与补强材相扣，槽口长60、高18厘米。座顶中部有两舵夹孔，孔长25、宽18、深6厘米。其与舱板、船板均有铁钉钉连（参见图一〇；彩版二六，2）。舵夹内淤有松子、料珠、碎木屑等。

在构造技术上，3号的船板宽薄，主要采用了鱼鳞搭接的技术，纵向以直角同孔加凹凸榫的技术，横向则以长企口、木栓和方形木钉榫（彩版二七，1）相连，并用枣核钉横向加固。龙骨为粗壮的方木，艏龙骨与舳龙骨有粗壮的补强材，龙骨与两侧翼板有粗壮的长方木栓（彩版二七，2）相串联。舱壁板较宽薄，两侧有抱梁肋骨，且龙骨及舱板两侧粗肋和细肋相互交错以加固舱板，粗肋有钩形榫与外板相扣，船肋上木钉和铁钉相间，有规则的钉在船板上，细肋钉在龙骨及补强材上，主要起加固隔舱板的作用。舱壁板处的龙骨、翼板、船板底面均有圆头形铁钉自下而上钉在舱板和肋骨上。所有船板的接缝也全用白灰、桐油和麻丝制成的舱料密封，铁钉和用不加麻丝的舱料封护。三号船主要采用了较原始的木作技术和铁钉相结合的工艺，但其构造技术也很合理。三号船的用材均为油松。

### 三 四号船及其他构件

#### 1. 四号船

四号船虽只剩4块底板，但船材也十分粗壮，构造技术和用材与三号船比较接近，



图一六 四号船平、剖面图

残长480、残宽196厘米。从结构和形制来推断，似为船艏的龙骨和翼板。龙骨残长346、宽20~44、厚16~20厘米，前端有两长方形插孔，可能是舵的插孔。其与两侧翼板用宽大的长木栓相穿连，两侧翼板大小大致相同，残长480厘米左右，宽26~52、厚10~22厘米，外侧有长企口与船板相扣（图一六；彩版二八）。

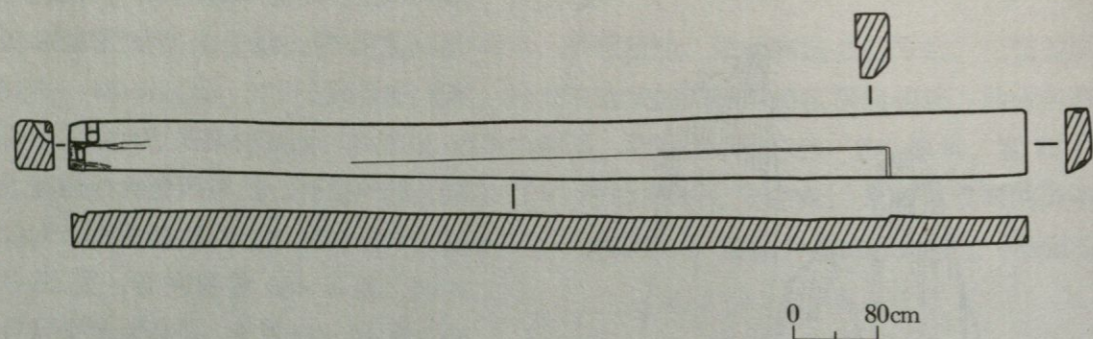
#### 2. 船材

位于三号船西南侧淤泥的上方，保存较好，圆方木，为格木，长9.24米，东端宽、薄，西端窄、厚，东端上宽65、下宽50、厚26厘米，西端上宽45、厚34厘米。西端有水路拖运的拴孔，东部有粗加工的浅槽，可能用作舵杆或龙骨等（图一七；彩版二九）。

#### 3. 舱料、铁钉、棕绳等

**舱料** 从本次发现的两艘古船来看，舱料用得比较多，所有的板缝及钉子孔眼等均用舱料密封，板缝用加麻丝、桐油、白灰调制的舱料密封，钉孔等则用不加麻丝的桐油和白灰调制的舱料封护。同时由于两船的时代和结构不同，所用舱料也存在一定的区别。二号船的舱料颜色稍浅，且十分坚硬；而三号船的舱料颜色较深，比较松软。可能与桐油、白灰的调制比例有关，尚需进一步的测定进行量化分析（彩版三〇，1）。

**铁钉** 二、三号船的船板之间的连结和加固均大量使用铁钉，三号船



图一七 船材平、剖面图

相对少一些，连接的部位不同，铁钉的种类也存在一定的差异，二号船还有铁铜钉。铁钉主要有铲钉、圆头形钉、穿心钉等，铲钉通长一般在 30 厘米左右，圆头形铁钉长一般在 30~50 厘米，穿心钉一般长 35~50 厘米，最长的达 60 厘米左右。二号船和三号船淤泥之间出土的两件，均锈蚀、残断。标本⑨：7，长条形，顶端为尖头，已断，残长 9 厘米。横截面为长 2 厘米的方形（彩版三〇，2）。

棕绳 二、三号船周围均发现棕绳及凌乱的碎棕丝，较长的棕绳有 4 根，分粗、中、细三种，其中粗棕绳 1 根，中棕绳 2 根。1 根中棕绳的压在二号船西部北侧的淤泥中，比较凌乱，长度不详；另一根压在三号船艏部的船底淤泥中，残长 650、直径 6 厘米。粗棕绳压在三号船东部船底淤泥中，残长 960、直径 9 厘米；细棕绳与粗棕绳位置大致相同，残长 450、直径 3 厘米，这两根棕绳应系在一起，以拴系船锚（彩版三一）。

## 第五章 遗物

本次发掘出土及古船附近清淤过程中采集的不同时期各类遗物共 96 件，多为各种生活用具。这些遗物多数与古船没有直接的关联。以下分类介绍。

### 一 出土遗物

本次出土的遗物主要发现在⑧、⑨、⑩层和⑰、⑱、⑳层中，即与二号和三号船相关的上下堆积层中及船底板上。共出土遗物 73 件（表三），其中陶器 5 件，瓷器 46 件，其他器物 15 件。有陶器、瓷器、石器及青砖、灰瓦等。陶器有船形壶、缸和盆等；瓷器有青花瓷碗、青瓷碗和碟、酱釉瓶和瓷罐、白瓷碗、粉青沙瓷小碗等；其他有石球、料珠、青砖、灰瓦等。此外还出土了松子、瓜子等植物种子及出土牡蛎等海洋生物。

#### （一）陶器

出土 5 件，且多残碎，可辨器形有缸、船形壶、钵、盆、罐等，复原 3 件。

缸 1 件。标本⑳：1，残存上半部，位于三号船第 3 舱底板上，还有一圈草绳与其叠在一起。夹砂灰陶，侈口，圆方唇，卷沿，圆肩鼓腹。腹饰绳纹，腹中部饰三道旋纹，腹内壁遍饰不规整的弦纹，弦纹之间点缀似星状的花纹。口径 16、残高 15.6 厘米（图一八，1）。

船形壶 1 件。标本⑳：3，残，复原，位于三号船第 4、5 舱淤泥中。夹砂灰陶，陶质较硬。器身呈船形，小侈口，圆唇，卷沿，矮领，圆腹，一端器壁平直；一端为弧形，口稍偏于弧形一侧。腹及圈底满饰旋纹，旋纹之间饰有破印纹。长 45.7、宽 26.2、高 27.3 厘米（图一八，2；彩版三二）。

盆 2 件，复原 1 件，依口沿分为两型。

A 型 1 件。标本㉑：7，复原，位于探沟北部。泥质灰陶，敞口，圆唇，翻卷沿，腹微鼓，底内凹。素面。口径 42.7、底径 31.8、高 17.5 厘米（图一九，1；彩版三三，1）。

B 型 1 件。标本㉑：1，残存口沿，位于探沟南部。泥质灰陶，敞口，圆唇，卷沿，上腹饰两道弦纹。口径 31.8 厘米（图一九，2；彩版三三，2）。

陶钵 1 件。标本㉒：3，复原，位于探沟北部。泥质灰陶，敞口，圆方唇，斜折

厘米(图二六, 1; 彩版四八, 3、4、5)。

B型 1件。标本采:17, 残存底部, 红褐胎。圈足底部平, 足壁外撇, 有鸡心底, 内底有6个垫烧沙痕。白釉, 酱彩, 内底饰褐色人物花草纹, 左侧柳枝, 右侧芭蕉叶, 中间为秀逸的人物图案, 画得潇洒舒放。直径12.2厘米(图二六, 2; 彩版四八, 6)。

4. 酱釉瓷器 3件, 器类包括碗、瓶等。

碗 1件。标本采:8, 残存口沿, 灰胎。敞口, 圆唇, 小折沿。酱釉, 施釉不及底。口径16.2、残高4.5厘米(彩版四九, 1)。

瓶 2件。标本采:13, 位于二号船东南。红褐胎。小子母口, 束颈, 溜肩, 腹微鼓, 小平底。酱釉。口径4.8、底径3.6、高21.2厘米(图二六, 3; 彩版四九, 2)。

5. 粉青沙瓷碗 1件。标本采:2, 位于三号船西侧扰土层中, 残, 灰白胎。圆唇, 敞口外撇, 腹微鼓, 小圈足较平, 内有扰沙。胎较细, 胎釉结合紧密, 瓷化程度较高。通体施青釉, 器内壁嵌白彩波浪纹和圆圈纹带。口径18.7、底径5.2、高8.1厘米(图二六, 4; 彩版四九, 3、4)。

## 第六章 古船木材分析与保护

著名考古学家严文明先生指出“新时期的考古学的特点似乎可以概括为两条, 一是更加明确以全面复原古代人类社会历史为目标, 二是多学科的交叉和现代自然科学技术的广泛的应用”<sup>①</sup>。在蓬莱古船的考古发掘过程中, 严格遵循田野考古操作规程, 做好古船现场保护的同时, 采集了木材、泥土、水等样品, 从不同角度进行了分析鉴定测试工作。为从自然科学技术角度研究古船, 及古船的脱盐、脱水保护等方面的工作提供了重要依据。

### 一 古船木材的分析测试

#### (一) 木材鉴定

古船木材的树种鉴定工作由中国林业科学院木材工业研究所负责, 2005年古船发掘现场, 林业专家根据船体的结构, 在二、三号船的不同部位选取49个木材样品。巧合的是1984年出土的古船的树种鉴定工作也是由该单位进行的。现根据1984年和2005年鉴定报告(见附录四), 将各船的用材情况整理如表一, 一共发现10个树种。

从表1中可以看出, 一、二、三号船的龙骨多使用的是松木, 一、二号船在首柱使用的是樟木和榆木。在船板的选材上来看, 一、二号船选用的是杉木(杉木气干密度 $0.39\text{g}/\text{cm}^3$ ), 三号船是松木(油松气干密度 $0.45\text{g}/\text{cm}^3$ ), 松、杉木的比重小, 浮力大, 是船板的首选。其中二号船的船板的部分船板是榆木、锥木和松木。可能是在船的使用过程中, 某些船板出现腐朽而更换造成的<sup>②</sup>。在船体的其他部位使用的木材种类比较多, 相对复杂。如隔舱板的选材上多是锥木等抗拉强度大的木材。

据前面的研究结果, 一、二号船属于战船, 结合上面所述的选材情况, 可以看出, 一、二号船的用材种类复杂, 根据船体的不同部位, 选用不同的木材, 这样的树种配置, 增加了船体的整体强度和浮力, 以及船体的稳定性和航海速度。但是三号船的选材

<sup>①</sup> 严文明:《走向21世纪的考古学》, 三秦出版社, 1997年。

<sup>②</sup> 顿贺等:《蓬莱二号古船结构特征及其复原研究》, 见本书第五章。



上都是松木,松木的比重小、浮力大,证明了前面的研究结果,三号船是货船。货船需要减少自身的重量,增加浮力,增加货运量。据此古代是根据船只的不同用途来挑选木材。

表一 蓬莱古船的古船木材树种配置表

船号 部位	一	二	三	四	船材
船柱	樟木	榆木			
龙骨	松木、樟木	松木	松木		
船板	杉木	松木、榆木、 锥木、杉木	松木		
桅座	楠木	锥木	松木		
前桅座垫		锥木、樟木			
舱板	锥木		松木		
抱梁肋骨		锥木	松木		
补强材		榆木			
散板			桤木	松木	
木栓			麻栎		
木棒			板栗		
其他					格木

### (二) 盐分测定

在对木材进行脱水保护工作之前,必须先进行脱盐,否则将会对木材的后期保护工作带来不利。不脱盐,脱水后木材会吸潮。因此,在蓬莱古船的实施脱水之前,必须进行脱盐。作为基础工作,首先要了解古船木材含盐的情况。我们选取了二、三号船的木材散板(二号船是杉木、三号船是松木)、船底下的淤泥、船下地下水和近海海水6个样品,送山东省科学院分析测试中心进行测试。详细数据请参见附录二。通过这6个样品的测试数据,了解古船木材中及其周围泥土和水中的含盐情况。

将分析测试的基本数据进行整理,得知古船木材中的含盐量还是比较大的。地下水中的盐分总量比近海海水的含盐总量低,但两者都低于古船木材和泥土中的盐分,这是因为古船木材在泥土和地下水的环境中,不断吸附周围泥土和水中的离子,随着时间的推移,其含盐量逐步升高。古船木材和泥土中的铁离子的含量远远大于海水和地下水,造成了这种情况的因素应是古船木材中铁钉腐蚀造成的。古船木材中的氯离子的含量大于泥土和水中的含量,二号船的杉木中的含量大于三号船的松木。

## 二 古船木材腐朽状况调查及其原因分析

木材被砍伐后,细胞组织死亡,自然界中的各种木材腐朽因子开始作用。如各种生物(木材害虫、木腐菌、细菌和海生钻木动物),气候条件(温度、湿度、空气污染物),以及储存条件(使用环境)等。暴露在大气中的木材易受害虫、真菌和细菌以及空气中的水分、氧气的影响而遭到破坏;而水中的木材则可能受到细菌(厌氧细菌)和海生生物的侵害<sup>①</sup>。

一般说来,木材浸泡在水中可以长期保存,况且用于造船的木材多数是耐腐朽的树种。从发掘现场来看,有些木材保存不错,如二号船的船板及发现的船材(参见彩版二九)。部分古船木材已经存在不同程度的腐朽,如二号船的隔舱板,变形严重,腐朽程度较深,2C5-2隔舱板的变形较重(参见彩版一二,1),如3L7-1和3L7-3起翘严重。其中编号为2K2龙骨(彩版五〇,一),由于年轮的因素,外表脱离严重。根据现场调查的情况和分析检测报告,我们从自然腐朽、生物侵蚀、人为因素三个方面探讨古船木材的腐朽因素。

### (一) 自然腐朽

#### 1. 木材的组成和结构

木材是天然高分子的有机体,是由彼此相连的无数个细胞组成的。不同种类的木材,其细胞的形状和排列方式不同,因此每种木材具有特定的性质。从木材的横断面来看,自外向内依次是树皮、形成层、边材、心材、髓心。在一年生长过程中,因为季节的不同,细胞的致密程度不同而形成年轮。在木材分类学上,树木被分为针叶树和阔叶树,因此木材就分为针叶树材和阔叶树材。

针叶材和阔叶材的化学组成原则上没有区别,主要元素组成是碳(C)占45~51%,氢(H)占43~44%,氧(O)占6~7%,氮(N)0.1~0.2%等。主要成分(95%)为纤维素、半纤维素和木质素,次要成分(5%)为盐分、可溶性多糖、苯酚、蛋白质等其他化合物。针叶材和阔叶材的纤维素、半纤维素、木质素的含量不同,主要区别在于半纤维素含量区别较大<sup>②</sup>。

纤维素的简单分子式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ,含有羟基(-OH基),纤维素的大分子之间的连接是靠范德华力和氢键力。因纤维素的特殊结构,具有吸湿、收缩膨胀的特性。羟基具有较强的亲水性,能吸收外界水分子,进入纤维素结构中的非结晶区。因此木材具

<sup>①</sup> 陈允适、李武:《古建筑与木质文物维护指南——木结构防腐及化学保护》,中国林业出版社,1995年。

<sup>②</sup> 同<sup>①</sup>。

有很强的吸湿性；而纤维素的水分的减少和增加必然会改变纤维素分子之间的距离，靠拢或拉开，导致木材的收缩或膨胀。半纤维素的吸湿性和溶胀性高于纤维素，且易水解。

古船木材出现开裂和变形的因素除其自身纤维素的特点外，还有一个重要理论根据。木材中的水分主要是以自由水和吸着水两种形式存在。在木材学上的纤维饱和点的胀缩性理论是“木材含水量在纤维饱和点（一般是指木材的平均含水率在30%左右）以上，自由水（或称游离水）的散失或增加，不改变木材的尺寸和体积变化；在纤维饱和点以下，吸着水（或称结合水）的减少，会引起木材尺寸和体积的收缩，造成干缩，水分的增加会引起木材尺寸和体积的增加，造成湿胀”。但是吴顺清、李国清先生通过对多种出土饱水古木材进行脱水试验认为这个理论不适用于古代饱水木材，认为古代木材的纤维饱和点远远高于现代木材，甚至随着水分的散失，木材的尺寸和体积就接着发生变化<sup>①</sup>。

## 2. 树种的因素

综合调查结果和树种鉴定，能看出各种木材腐朽程度和表现状况不同。松木在这四条船只的用材中所占比例最多，其腐朽程度最大，整体强度差，腐朽主要表现在海蛆的侵蚀，高饱水，变形开裂情况较少。就用材量来讲，处于第二位的杉木，其保存状况强于松木，整体强度大，开裂变形小，多是表面腐朽。处于第三位的是锥木，用于船板的锥木属中度腐朽，但是用于隔舱板、抱梁肋骨的锥木的腐朽程度大，开裂变形严重，如二号船的隔舱板。处于第四位用材的是榆木，其腐朽程度较轻，整体保存尚可，只是表面有龟裂。船舵使用的格木材质较好，表面只有轻微开裂和起翘，木材的端部有开裂。其余的几种木材，体量大的如桅座、船板等，腐朽程度相对轻微，但是体量小的如隔舱板、抱梁肋骨等，保存状况差，主要表现在开裂变形严重。木材的腐朽程度除与木材本身的材质有关以外，与其体量和所处的环境都有密切关系。

## (二) 生物腐蚀

### 1. 木材微生物的破坏

附生在木材上的微生物统称为木材微生物。木材微生物以木材中的纤维素、半纤维素和木质素为碳源营养，以木材中蛋白质等高分子含氮物为氮源营养，以木材中所含有的水分为其生长所需水分。由此可以看出木材能为木材微生物提供所有的营养，木材的一些基本特性能满足某些微生物的生长需求。

木材微生物的种类主要有细菌、放线菌和真菌。细菌和放线菌可以分解纤维素和木

<sup>①</sup> 吴顺清：《浅谈漆木器在脱水过程中的某些影响因素》；李国清：《出土饱水古木件干缩性探讨》，《文物保护技术》第四辑，1987年，中国文物保护技术协会编，20页、70页。

质素，但是破坏作用远不及真菌。真菌对木材的破坏力度和破坏速度都大于细菌和放线菌。危害木材真菌有1000多种，主要有表面污染菌、变色菌、软腐菌和木腐菌。

表面污染菌主要有木霉、青霉和曲霉等，该菌种喜欢在温暖潮湿的环境中生长，主要侵蚀木材的表面，受其侵害后木材表面会出现一片片黑色或淡绿色的霉斑，对木材的强度影响不大。变色菌主要有松材青变菌和山毛榉材褐变菌，主要也是影响木材的边材，同样是影响木材的外观，但是不影响木材的强度。软腐菌主要是分解木材中的纤维素，在木材细胞次生壁中形成空洞，对木材影响较大，常常引起木材表层的软化。

以上菌种对木材影响相对较小，对木材影响最大的是木腐菌，木材的腐朽主要是木腐菌引起的。木腐菌是以木材的细胞壁为养料，利用自身所分泌的霉，在细胞壁上形成空洞，从而进入细胞，最后是木材的细胞壁彻底崩溃，造成木材的腐朽。主要有褐腐菌、白腐菌和干腐菌三种。

褐腐菌是其中破坏力最强的菌种，它主要分解纤维素和戊聚糖，对木质素影响不大，因木质素的颜色是褐色，所以木材受褐腐菌腐蚀后，呈现褐色或者是红色，严重的可降解木材中纤维素的90%。遭受褐腐菌的侵蚀后，木材的细胞壁完全破坏，最后分离成菱形小块和龟裂状，用手就可以将其捻碎。

木材中的白腐菌主要是分解木材中的木质素，而白色的纤维素留下，故腐朽态呈白色。在木材的内部多是出现褐色或黑色的细线，但木材尚能维持原来的强度。干腐菌主要是对木结构的建筑影响大，表现在木材的纵横向开裂明显，出现块状腐朽的特征，该菌种适应性比较强，条件不易时，可长期潜伏<sup>①</sup>。

经我们调查主要发现了褐腐菌和白腐菌。褐腐的典型症状是腐朽材表面呈方块状龟裂，褐色，严重的强度已完全丧失（彩版五〇，2）。局部发现有白腐状菌丝，腐朽部位木材发软，深度超过2厘米（彩版五一，1）。

### 2. 海生生物的破坏

古船木材长期沉没在海底的淤泥中，海生微生物和蛀木动物会对古船木材进行侵蚀。木船在使用中这些动物的危害往往是毁灭性的。一、二、三号船均遭受了不同程度的海生生物的腐蚀，尤其是船蛆的侵蚀。三号船的木材遭受海生生物的侵蚀相对严重，多数船板外表完好，但是从断面来看，已经布满了海蛆钻侵的孔洞，船板基本上处于中空状态，其中具有代表的是3R2、3L3-2、3L4-2。3R2船板因为船蛆的侵蚀，横截面上布满了大小的船蛆洞，直径约在5毫米左右。内部密布蛆洞，使船板的强度极度下降，难以保持船板的完整性，已经断为数块（彩版五一，2）。有关海蛆的生物特征介绍详见附录三。

<sup>①</sup> 马淑琴：《文物霉害的防治》，科学出版社，1997年。

发现的另外一种海生蛀木水虱(彩版五二, 1)。海生水虱属甲壳纲, 与虾、蟹类近似。个体很小, 体长最长只有5毫米。经其侵蚀的木材内外都是孔洞纵横交错, 使木材变成海绵体, 强度大大降低<sup>①</sup>。因为海生生物的破坏, 古船木材的强度大大降低, 因此影响了古船木材的整体机械强度。

除已发现的古船木材有影响的海蛆和水虱外, 朱龙先生对古船木材周围和小海内海洋生物进行的研究表明, 他共发现14种贝类。附着在船外侧和船底的贝类主要是大连湾牡蛎, 并指出附在船底的牡蛎生长较好。从发掘现场来看, 在船体的周围生长牡蛎较多, 在船材上的也比较多(参见彩版二一)。

### (三) 人为因素

古船在建造、使用、维修、废弃等环节, 都存在着人为破坏的情况。首先是古船的建造。木材用于人们的生活、生产、建筑等方面的历史非常悠久。人们在砍伐树木时, 已经注意到要在冬天砍伐, 此时树木比较干燥, 不容易腐朽。虽然如此, 但在造船的过程中, 人们需要对木材进行加工, 修整木材的外表, 去除木材的边材, 对木材进行凿孔等加工程序。这样就破坏了木材的结构和强度。船只在使用过程中, 由于各部分的受力不同, 对其强度的影响也非常大。

古代船只除了榫接外, 常用“钉送”将铁钉打到船板的深处。且在钉眼、铜钉、钉槽及船板之间的一切缝隙, 均用麻丝、竹茹、桐灰等做成舱料封涂, 目的是减少海水对铁钉的锈蚀, 并提高船体的密封性。虽然采取了一系列的措施防止铁钉生锈, 但是在使用过程中保养不善, 或者船体废弃后, 铁钉长期处于高盐的有机环境中更容易腐蚀, 腐蚀产物对古船木材造成一定的影响(彩版五二, 2)。如泉州出土的宋代古船在后期的修复过程中使用了现代大铁钉, 这些新的铁钉在空气中和含高盐分的木材中发生严重的腐蚀, 强烈的腐蚀周围的古船木材, 使有钉位处的船木变得十分脆弱, 何况是古代在船木中的铁钉。

在明代已经出现了在船板外侧刷涂一层石灰水来防止海生生物附着的技术, 但是在船只使用过程中, 内外部还会遭受不同程度的人为破坏。如在二、三号船的船板的外层均受到不同程度的磨损, 形成深浅不一的沟。这因为在使用过程中, 外表的腐朽程度不一, 由海水的腐蚀和冲击造成的。这种现象在一号船的船板外层更为明显(彩版五三)。二、三号船的外表面尚未进一步的清理, 如果清理后, 它们的外表面可能和一号船一样。

万历《明会典》载: 天顺二年(1458年)规定: “卫河、通州、淮安船厂修造船

<sup>①</sup> 陈允适、李武:《古建筑与木质文物维护指南——木结构防腐及化学保护》, 中国林业出版社, 1995年。

只, 松木二年小修, 三年大修, 五年改造; 杉木三年小修, 六年大修, 十年改造。”<sup>①</sup> 据此可以看出, 一、二、三号船在使用过程中, 也会不断的维修和保养, 维修和保养的过程中, 会更换某些船板, 或者是补修某些船板, 这样会对古船木材造成一定的破坏。如三号船上补板的使用。

从树种鉴定结果来看, 隔舱板的选材都比较讲究, 首先要抗拉能力强, 耐腐蚀。但是从二、三号船刚出土时的情况来看, 隔舱板保存状况最差, 这与古船的使用不无关系。可能是古船废弃后, 船上部的结构被拆除, 隔舱板直接暴露在外, 长时间接受风吹日晒雨淋, 海水的涨退潮, 反复失水吸水, 因此可以说古船在完全掩埋前, 隔舱板部位已经开裂、腐朽。

从二、三号船的整体腐朽状况来看, 三号船的腐朽程度大于二号船, 这与船只的废弃时代和埋藏深度有着明显的对应关系。从发掘报告中可以看出, 三号船的废弃年代早于二号船, 从地层上来看, 三号船的埋藏深度大于二号船。废弃时间早, 埋藏深, 腐朽程度大; 反之, 腐朽的程度小。

### 三 保护措施

考古出土饱水木材的首要工作是稳定其含水量, 控制水分急速挥发。防止因木材中自由水的挥发而带来不可逆的变形开裂等不可逆的破坏。为了减缓和预防古船木材的进一步失水腐朽, 在发掘现场采取了一系列物理和化学保湿临时措施, 如搭建半封闭的临时防护棚、喷水、喷PEG、硼砂和用潮湿土临时掩埋等。具体的操作情况请参考本书第六章。在发掘工作接近尾声时, 山东省文化厅邀请了国内文物保护、考古、规划设计方面的专家, 召开了古船保护讨论会。确定了将船拆解、脱盐、脱水修复后就地建馆的主导意见。委托专家撰写古船的保护方案, 在实施保护方案前, 还是采取的喷涂PEG临时保护方法。

在发掘现场和室内木材保护选用了PEG, 聚乙二醇(PEG)是国内外应用比较成熟的漆木器脱水保护材料。如瑞典的瓦斯号沉船的保护。以聚乙二醇(PEG具有不同分子量的漆木器脱水保护材料。如瑞典的瓦斯号沉船的保护。以聚乙二醇(PEG具有不同分子量的PEG是液体, 黏稠程度随着分子量的增加而增加。在以往的工作中, 使用低分子量的PEG处理的器物多有吸湿返潮现象。分子量在4000左右的PEG是固体的, 其特性是不吸潮<sup>②</sup>。

根据蓬莱古船的实际情况我们选用了分子量为4000的PEG在现场和室内进行喷

<sup>①</sup> 《明会典》卷二七《会计三·漕运》。

<sup>②</sup> 徐毓明:《古代饱水木器和漆器处理方法综述》,《考古与文物》1983年3期。

涂,在施工工艺上进行了探索,使用低浓度的溶液进行喷涂。为预防古船木材生霉,在PEG溶液中添加了硼砂。在PEG中添加了表面活性剂来增加其渗透能力。通过一系列的保护措施,古船的保存现状比较理想。下一步的工作重点是脱盐和脱水,对三号船大部分木材需要进行树脂填充加固。

## 第七章 古船的保护和利用

### 一 专家论证会的组织和召开

为了进一步做好古船的发掘、保护和利用工作,经请示由山东省文化厅组织的“蓬莱水城古代沉船保护专家论证会”于2005年10月15日~16日,在蓬莱市举行(彩版五四)。会议邀请的国内著名文物保护专家和领导有:国家文物局文物保护专家组组长王丹华研究员、国家文物局考古专家组成员徐光冀研究员、中国文物研究所总工程师傅清远研究员、出土漆木器保护国家文物局重点科研基地主任吴顺清研究员、山东省石刻艺术博物馆蒋英炬研究员、山东省文物考古研究所张学海研究员、山东省文物科技保护中心主任孙博研究员。会议开始时山东省文化厅文物处处长由少平一一介绍了到会的专家,汇报了举行此次专题讨论会的目的和程序。与会专家推举王丹华先生和徐光冀先生为正、副组长主持会议。会上山东省考古研究所副所长佟佩华研究员汇报了蓬莱水城古船考古发掘工作情况,蓬莱市文物局局长张守禄汇报了古船保护和建设古船遗址博物馆的设想和建议(彩版五五,1)。专家们实地考察了蓬莱古船考古发掘现场(彩版五六,1),围绕古船清理发掘、科学保护以及原址建馆展示等问题各抒己见,展开了热烈的讨论。专家们经过认真的讨论,形成如下意见:

一、古船发掘工作手续完备,所清理发掘的三艘古船,地层清楚,相互关系明确,时代大致在元、明时期。这对研究中国古船类别及造船技术、海防史和古代海上交通具有重要意义,是一项重要的考古发现。

二、蓬莱市文物局提出的对古船原地保护、建馆展示的意见,基本符合国家文物局批准的《蓬莱水城及蓬莱阁保护规划》。所建展馆要同蓬莱水城风貌相一致。

三、进一步认真做好考古发掘工作,利用自然科学手段,力求获取更多的信息,为古船及其周边环境的保护做好基础工作。

四、古船保护要遵循临时保护与长久保护相一致的原则。近期要防止急速裂变和霉变,冬季要采取保暖措施。抓紧对木材种属、含水率、含盐种类及含量等基本数据的检测工作,为制定保护方案提供科学依据。

## 第八章 结语

### 一 对淤积堆积的认识

蓬莱古船沉积于海底淤积层中，由于这次小海隔断海水清理淤泥的特殊清理方式，古船的发掘能够如同陆地遗址，按照传统考古地层学的方法，分层进行清理和采集标本。但是，由于海水冲积或沉淀淤积的特殊性，淤积堆积及其包含物有其特殊性。

从发掘区内的淤积堆积来看，①~⑤层为现代建筑及生活垃圾层，⑥~⑦层为经现代扰动的淤泥层，堆积中出有现代铁皮、网坠以及现代瓷碗片。⑧层以下为早期文化堆积，⑧、⑩、⑫、⑬、⑭、⑰层为较细的淤沙层，⑮、⑱层为较粗淤沙层，其他为淤泥层，呈现淤泥层和淤沙层交错叠压的现象，反映了当时古港较为频繁的潮汐变化，同样也反映了各层堆积的形成时间长短不一。⑰层为黑褐色淤沙层，夹杂大量木屑、舱料、棕绳等杂物，出土陶瓷片、方砖等，在木板等遗物上附着生长大量的牡蛎。该层为长时期丢弃垃圾形成，这时期水面可能比较稳定，依附生长多种海洋生物。⑧~⑱层出土明代中晚期的青砖和瓷器残片，主要有A型青花碗、B型和D型青瓷碗、C型白瓷碗和A型大青砖等，A型青花碗多为明代晚期景德镇烧造，B型和D型青瓷碗分别为明初和明中期龙泉窑烧造，应是明代中晚期的堆积，而⑲~⑳层出土元末明初遗物，主要有船形壶、A型青瓷碗和青瓷盘、C型青瓷碗和青瓷罐、A型和B型白瓷碗、A型和B型酱釉瓶、酱釉罐、茶叶末釉碗以及粉青沙瓷碗和B型青砖等，其时代应为元末明初。至于古港内是否存在更早的淤积堆积，这有待将来更多的考古工作加以确定。

海浪冲荡及海水淤积的特殊成因，使得海底淤积堆积特别是还没有板结的堆积可能出现翻动或层位关系颠倒，如同陆地遗址特殊堆积的倒装地层。对于快速形成堆积中遗物的时代要认真分析。由于海水的向下沉积和流动性，淤泥状的堆积能够沉积在船舱内，同时在船外侧也可形成，如堆积⑱层在船外与船内部分土质土色相同，应为同一层堆积，但是不能理解为船内堆积⑱层压着船舱并叠压船外堆积⑱层。

淤泥状的堆积长期浸泡在海水中，在堆积的表层形成厚厚的淤泥，有的部位可能较深。不难理解，由水表沉落的遗物，特别是比较沉重的物体，如大青砖、船材等，能够

沉入堆积深处。加上水的下旋力，物体可能会下沉于下层堆积中。因此对于堆积中遗物的时代要具体分析。

发现的船材，长9米多，西高东低深陷淤泥中。重量集中于东端，其下为水泡淤泥，因此东端可能深深的扎入下面的地层中，现在所处的层位非船材坠入的时代。由于木头长，西端上翘，其下的堆积也可能是后期淤积形成，船材的时代也可能晚于其下的堆积层。由于特殊的环境和船材重而长的特点，对于船材的层位关系及其与二号船的关系要仔细分析。船材的西端层位与二号船同，但东端在二号船下几十厘米，因此船材存在早于二号船的可能。

总之，软泥状的淤积堆积有其自身的特殊性，土质稀软，对于其上的物体缺少承托力，物体易于下沉。水的流动能够改变地层堆积的分布状况，可能形成较混乱的或倒装的层位关系。物体落于水下淤泥中，流水对物体有下旋力，在流水的作用下也会下沉。因此，对于堆积中遗物时代的判断要根据堆积的特点、形成原因进行分析，从而提高判断遗物的时代及其相互层位关系的准确性。

### 二 对出土陶瓷器的认识

这次古船发掘过程中，在依次清理的淤积堆积里发现了一定数量的陶、瓷器，为我们判断各淤积层的时代提供了依据。瓷器种类有碗、盘、瓶、罐；釉色，有青花、青瓷、白瓷、酱釉瓷等；所出瓷器既有山东窑口烧造的，亦有磁州窑、龙泉窑烧造的，并发现较多景德镇瓷器，个别器物为朝鲜瓷器。器物多为元、明、清时期，究其原因，历发现较多景德镇瓷器，个别器物为朝鲜瓷器。器物多为元、明、清时期，究其原因，历史上小海多次清淤，早期的遗物可能遗留较少。由堆积中发现瓷器看，A型青瓷碗，为明代初年北方窑烧造；青瓷盘，青釉厚重，为明初器物；堆积⑱中出土地仿龙泉窑的青瓷碗，圈足窄、矮，向内斜收，为明末清初遗物。出土数量较多且比较有特色的酱釉瓷碗，圈足窄、矮，向内斜收，为明末清初遗物。出土数量较多且比较有特色的酱釉瓷瓶，在山东金元墓葬中多有发现<sup>①</sup>，而部分瓷瓶可能到了明代<sup>②</sup>。

在古船清理过程中，我们发现了两件朝鲜时期的粉青沙瓷碗，一件位于3号船第6舱北隔舱板下的船板上，因长期积压，其下船板有较深的压痕；另一件则位于船西侧现代灰窖扰土中。其时代应在元末或明初。

出土陶器多为一般生活用器，有陶盆、罐、钵、瓮、壶等，陶器皆为清灰陶，胎质

① 章丘市博物馆：《山东章丘青野元代壁画墓清理简报》，《华夏考古》1999年4期；山东省文物考古研究所、龙口市博物馆：《山东龙口市陶家店遗址发掘简报》，《华夏考古》2004年3期。  
② 宁波市文物考古研究所、象山县文管会：《浙江象山县明代海船的清理》，《考古》1998年3期。



长。一、二号船的制造和使用时代应在明代晚期，最早不会超过明代中期；三号船应在明代初年或元末明初，四号船的制造和使用年代不详，可能与三号船相近。

关于船的沉没原因我们只能做些推测。二、三号船皆位于小海的西南角，三号船船头向西，靠向岸边。二号船船头向东，应为倚岸停靠。在二号船北侧、三号船的上方，发现一个9米多的船材，截面边长50多厘米，在船材的西端有一拴绳用的榫孔，应为人们拴绳用船或人力向岸上牵引至此，以备造船或修船之用。因此，发现的船只应为在使用时停靠在岸边，或损坏后拖至岸边、停泊海湾内待修。特别是价值昂贵的船材，沉于港湾，究其原因，或由于自然的原因，大风或海浪使之沉于海底，陷于淤沙内，逐渐废弃；亦可能由于人们为躲避战乱或其他灾祸，弃船而去，停泊在港湾内的船只或牵引至港湾的大型船材，渐渐沉陷在海浪或淤泥中。

#### 四 蓬莱古船与古船考古

蓬莱古船的发掘，使我们得以对我国古船及其相关设施的考古发掘与研究工作进行深入的思考。

古船指古代不同类型的舟船。因其运行范围和结构不同可分为海上深水用船和河湖浅水用船，俗称海船或河船。因其用途不同，可分为战船、货船、客船、渔船、比赛（竞渡）用船等等。海船因其产地不同，其制造技术与船的结构亦有差别，又可称为广船、福船、浙船等，或因其结构俗称为“沙船”、“刀鱼船”等。古船发掘泛指古代舟船及其相关设施或附属遗物的考古学调查、勘测和发掘工作。大致可分为海洋或河湖水面下古船的发掘工作（属水下考古的范畴），滨海或故旧河道、湖泊淤积堆积中古船的发掘工作，造船或修船设施的发掘以及港湾码头或河道闸门遗址的发掘等等。随着现代科学技术的运用及学科的发展，古船考古工作还包括出土或出水古船及其遗物的科学鉴定和保护工作。

舟船为水上交通或航运工具，它的使用与水域相关，因此作为古船遗物，多保存在海洋或河湖水面之下。水下古船的调查和发掘是古船发掘的一个重要方面。近年来，随着水下古代沉船及其他遗迹和遗物的考古工作的开展，水下考古工作得以快速发展。古船及其遗物的发掘与研究是水下考古工作的重要组成部分。水下考古因其深水作业的特殊自然环境，需要对海流、水温等有科学的认识，为水下考古准备坚实的基础。同样，还要配备必备的特殊设施和器具。采用特殊的测绘和记录手段。而且对于出水遗物，需要做特别的处理和科学的鉴定。绥中古船的科学发掘和整理，为我们今后水下考古的基本准备和科学研究，摸索出一整套科学规范的工作程序，值得我们在工作中学习和推广。

古旧河道或湖泊淤积堆积中的发掘，因河湖干枯，古船的发掘工作能够脱离水面进行，其工作性质有了陆地遗址的发掘特点。可以采用传统考古学的发掘和资料采集手段。但因其文化堆积的形成与水有关，文化堆积的表现形式也有其自身的特点，工作中要仔细分析。进而确定堆积中遗物的时代及其与文化堆积的相应关系，从而判断文化堆积的形成时代。

造船设施，诸如船坞、造船厂等遗址，因其建造大型船只的工作特殊性，与造船、修船相关的设施，有其自身的特点：首先，该类遗址规模大、面积广，如南京宝船厂遗址有十几万平方米，而广州汉代造船设施也长达数百米；其次，遗址所处地势低洼，多为多水或淤泥文化堆积。因此，发掘工作要大面积的揭露，最好能全部揭露发掘。这样我们在发掘工作开始前，要做好全面的准备。调查、勘探并与文献考证结合，搞清遗址的范围，并有计划的做好大面积或全面揭露发掘的准备工作。大范围、复杂条件下的考古测绘和记录，可以采用现代化的仪器，如GPS或GTS等。而淤泥或多水情况下的发掘可能应该采取水下考古的一些方法和手段。至于，大面积带水淤泥中文物的清理和资料的收集工作，还需要在实践中摸索。南京宝船厂遗址的发掘，为该类遗址的发掘与研究积累了经验。

蓬莱古船长期处于海水之下，但由于其特殊的地理位置和小海古港的特殊性，在历史上为小海清淤也曾多次短期性断水。我们在古船发掘时采用人工隔离海水的方法，即落潮时堵住小海中部的桥孔，把外侧的海水隔离。这样考古发掘能够脱离水面。但其文化堆积仍为长期海水淤积形成的淤泥状堆积，有其自身的文化特点。发掘时采用陆地遗址的基本方法，即用探沟控制层位，分片解剖，按照层位关系取好标本。并依据文化堆积中出土遗物来推断堆积的时代，从而为判断古船之间的相对早晚关系和古船的时代提供了坚实基础。对古船底板部位的堆积，采用水选法，采集了一些细小的瓜果种子、料器等，这也是深水发掘中所无法实现的。但这两次的古船发掘都位于小海，仅是古船发掘工作的一个特例。在蓬莱近海，以及胶东半岛沿海，也存在大量的古代沉船或残留的水下遗迹和遗物，近海深水或浅水中的考古调查、发掘与研究，必须采用水下考古的工作方法，才能有更多的发现。愿借助现代水下考古的先进经验和工作方法，使蓬莱及胶东半岛沿海古船的发掘与研究取得更大的成绩。

#### 五 蓬莱古船的多学科研究与保护

1984年发掘的一号船，已经脱水保护并修复，在登州古船博物馆内展出，取得了良好的社会效益。2005年古船发掘伊始，即制定了古船发掘、保护、修复的科学工作流程，并设想建馆长期保护展示。围绕这一目标相继开展了古船的复原研究、木材树种

鉴定、木材地下水、海水等含盐测定、水城贝类的研究及三号船船舱内出土植物种子的鉴定等多项工作。运用以上自然科学技术手段汲取的考古学信息，不仅增加了古船考古资料的数量，并且可以提高古船资料的质量。这些研究成果，有助于对古船的建造、用途、使用及废弃等诸多问题进行研究。

地下文物处于一个相对封闭的环境，导致环境变化的各种因素相对稳定的话，文物保护状况就比较好。考古发掘时，文物的环境发生变化，温湿度发生急剧改变，氧气迅速进入，文物极易氧化，或者失水变形。有机质文物更是容易发生氧化和失水而造成不可逆的变化。作为木质文物古船也存在同样的问题，因此我们在发掘现场采取了一些必需的物理或化学措施，减缓了水分的挥发，预防了船材的进一步腐朽，为整个考古工作顺利进行提供了保证。

文物科技分析测试是文物保护工作的基础。对于蓬莱古船来说，要想对古船进行修复复原，首要的工作是要进行科学分析测试，然后才能进行脱盐、脱水干燥定型。我们对蓬莱古船的分析测试主要做了两项工作：树种鉴定和含盐测定。木材鉴定工作帮助了解古船的木材配置情况，以及不同木材的腐朽情况。盐分的测试说明了古船木材中的含盐种类和含量。这些对下一步的脱盐、脱水保护工作具有重要的指导意义。分析测试工作还有不够完善的地方，如木材的强度测试、含水率测试以及木材上滋生微生物种属的鉴定工作，这些在今后的保护工作中还需不断补充。

## 蓬莱二号古船结构特征及其复原研究

顿贺 席龙飞 龚昌奇 蔡薇

武汉理工大学交通学院

1984年，在水城小海清淤工程中，在小海的南侧和西南侧发现了三条古代沉船，并将南侧的一条古船出土，该船称为“一号船”。一号古船残长28、残宽5.6、残深0.8米。经复原，古船总长32、宽6.0、型深2.6米<sup>①</sup>。同时出土了瓷器、木锚、铁锚、火炮（铳）、石弹丸、灰瓶等文物。1988年底，在蓬莱召开了来自各学术界专家、学者学炮研讨会，经多方考证，一号船为元末明初古战船<sup>②</sup>。一号古船其结构之严谨合理，工艺技术之先进，制造之精良，使我们大开眼界，以有力的物证反映了当时中国古代的造船技术已经达到了相当高的水平<sup>③</sup>。古船现陈列于登州古船博物馆。

2005年，山东省、烟台市、蓬莱市考古工作者，将小海西南侧的两条古船进行了科学发掘，其中之一为二号船。二号船的形制与一号船相当接近。

### 一 二号古船的结构特征

二号船是距离已出土的一号船最近的一条，船体呈东西向，头东尾西。残长22.5、残宽约5米，除龙骨外，左右舷残存各11列船板，主龙骨完整，长16.2米，首柱残长约5.0米，尾龙骨已无存。经复原，其船舶主体尺度与一号船相当。

#### 1. 比对依据

二号船船首部呈V形，中后部呈平底U形，长宽比值较大，单层板结构，其型线和结构特征与蓬莱一号船和浙江象山船多有相似之处。一号船和象山船作为与二号船的

① 席龙飞、顿贺：《蓬莱古战船及其复原研究》，《蓬莱古船与登州古港》，大连海运学院出版社，1989年。  
② 席龙飞：《中国科学技术史·交通卷》，科学出版社，2004年。  
③ Dun he, Wang Maosheng, Yuan Xiaochun, Luo Shiheng, Structure of Ancient Penglai Ship and Its Technological Features of Construction, Selected Papers of the Chinese Society of Naval Architects and Marine Engineers, Supplement of Shipbuilding of China, VOL.9, 1994.