

“华光礁 I 号”沉船出水瓷器“保护性损伤”量化评估的 ICP-AES 分析

李文静^{1,2}, 陈岳^{1,2}, 李乃胜³, 李斌⁴, 罗武干^{1,2*}

1. 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044
2. 中国科学院大学科技史与科技考古系, 北京 100049
3. 中国文化遗产研究院, 北京 100029
4. 陶质彩绘文物保护国家文物局重点科研基地, 秦始皇帝陵博物院, 陕西 西安 710600

摘要 目前, 文物保护工作者已普遍认识到保护过程会对文物带来一定影响, 产生“保护性损伤”。然而, 关于“保护性损伤”的量化研究仍罕见报道。为探讨常用清洗试剂对“华光礁 I 号”沉船出水瓷器的保护性损伤, 本文利用 ICP-AES 测试了各步骤浸泡实验溶出液中的元素组成, 发现浸泡液中 Al, Fe, Mg 三种元素的含量较高, 且具有一定规律。利用这三种元素作为指标, 对出水瓷器的保护性损伤进行了量化评估。研究结果表明, 清洗能力强的试剂, 对陶瓷本体的损伤也较大; 保存较好的器物, 所受“保护性损伤”更小; 每种清洗剂都会对瓷器造成一定程度的损坏, 连中性试剂(如 H₂O)同样可以溶解出一定量胎体组分; 而普遍认为的较为温和的清洗试剂在长时间浸泡陶瓷器时, 对瓷器本体的损伤已非常接近强酸短时间浸泡的影响。故在此特别强调, 在实际的文物保护过程中, 应切实认识到各种清洗剂对陶瓷本体产生的损害, 并同时考虑累积损伤。如此, 方能安全有效的保护海洋出水瓷器。

关键词 海洋出水瓷器保护; 清洗剂; 保护性损伤; 量化评估

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2015)03-0772-05

引言

海洋出水陶瓷器的研究对于探讨海上丝绸之路, 以及我国古代对外的经济文化交流具有重要作用。然而, 陶瓷类文物在出水前长期埋藏在海泥和海水中, 受到海水腐蚀和海泥中硅质矿物及有机物的吸附、沉积作用^[1], 会导致颜色变化以及陶瓷表面各种沉积结壳的出现^[2,3]。这些沉积物不仅附着在陶瓷表面, 还会沿着胎釉间的缝隙生长到瓷器内部, 影响釉层和彩料的保存状态。一般来说, 出水陶瓷器表面沉积物主要分三种, 即钙质沉积, 硫酸盐类沉积和硅质沉积^[4,5], 其中硅质沉积物最难清除^[6]。在实际文物保护工作中, 去除这些沉积物既可以通过机械方法, 也可以通过化学清洗法, 还可以综合使用多种方法^[7]。然而, 无论使用何种清洗方法, 都不可避免地会在保护过程中对陶瓷器表面形貌或内部应力、结构等产生影响, 从而造成“保护性损伤”。

目前, 文物保护研究人员已普遍认识到了“保护性损伤”

的客观存在。然而, 关于“保护性损伤”的量化研究则罕见报道。仅有的几篇文献局限于利用目测、体式显微镜观察及紫外线照射等手段, 使用稳定、不稳定、细腻、粗糙之类感官词语描述保护前后文物的形貌变化。近期, 有学者探讨了常用清洗材料对土壤埋藏中瓷器的影响。但遗憾的是, 其研究过程中陶瓷样品被磨成粉末^[8], 所得结果自然与实际文物保护过程中有所差别。基于此, 本文挑选两件“华光礁 I 号”沉船出水瓷片, 利用常见的化学清洗试剂进行浸泡实验, 并对浸泡过程中的溶出物进行 ICP-AES 分析, 以期最终达到对“保护性损伤”量化评估的目的。

1 实验部分

1.1 样品及试剂

“华光礁 I 号”南宋古沉船发现于上世纪 90 年代, 是中国海上丝绸之路的一颗明珠。该沉船出水文物中大部分为瓷器, 种类繁多, 包括青白瓷、青瓷、酱釉瓷和黑瓷等^[9], 其中

收稿日期: 2014-04-14, 修订日期: 2014-07-21

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-EW-QN607), 教育部人文社会科学研究青年基金项目(14YJCZH013), 国家留学基金项目(20140910198)中国科学院大学校长基金项目(Y35101GY00d)和中国博士后科学基金资助项目(2013M540130)资助

作者简介: 李文静, 女, 1988 年生, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士研究生 e-mail: liwenjing110@mails.ucas.ac.cn

* 通讯联系人 e-mail: xiahua@ucas.ac.cn

以青白瓷为主。这些陶瓷主要产自宋代江西、福建两省的民窑^[10]。由于遭受海水长期浸泡以及华光礁基体中的珊瑚、软体动物、钙质生物等生物腐蚀,瓷器表面多形成了硬质沉积壳(图1)。同时,大量的陶瓷器被贝壳及海洋淤泥包裹,完全失去了本来面目(图2)。



Fig. 1 Calcareous incrustation on the surface of porcelain

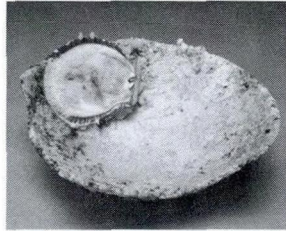


Fig. 2 Marine organisms on the surface of porcelain

选取“华光礁 I 号”出水瓷器中两件编号为 QB2 和 QB3 (图 3 和图 4) 的青瓷残片, 分别切割下大小相近的 6 小块样品, 供 6 种常用清洗试剂进行浸泡实验, 以资对比。考虑到出水瓷器表面沉积物组成复杂, 去除较为困难, 选取的常用试剂包括: 硝酸(HNO_3)、盐酸(HCl)、柠檬酸、乙二胺四乙酸二钠(EDTA-2Na)、双氧水(H_2O_2)和去离子水(H_2O)。所有试剂的浓度均为 8%, 其中 HNO_3 , HCl , H_2O_2 为体积浓



Fig. 3 QB2



Fig. 4 QB3

度, EDTA-2Na 、柠檬酸为质量浓度。

将样品浸泡于配置好的试剂中, 2 h 后取出吹干, 并对浸泡液取样过滤, 以待 ICP-AES (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, 电感耦合等离子体原子发射光谱) 测试。之后配制新的浸泡试剂, 将样品分别浸泡 4, 8 和 82 h, 每次浸泡后, 均抽取浸泡液以待 ICP-AES 测试, 并重新配制新试剂进行下一轮浸泡工作。

1.2 ICP-AES 测试

ICP-AES 测试在中国科学院地质与地球物理研究所微量元素分析实验室进行。采用 Thermo Electron 公司生产的全波长直读电感耦合等离子体发射光谱仪进行测试。

测试条件如下: 焦距 0.38 m, 光栅 52.6 grooves \cdot mm^{-1} , 闪耀角 64.1° , 棱镜角 21° 。可用波长范围 175~1 050 nm。色散率倒数 (nm/mm) 分别为 200/0.52, 400/1.5 和 600/2.25。载气为氩气, 流速为: $0.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, 载气压 $1.99 \times 10^5 \text{ Pa}$, 直接 RF 发电机为 27.12 MHz, 辅助功率 1 150 W, 混合时间: 长波 ($>265 \text{ nm}$) 10 s, 短波 ($<265 \text{ nm}$) 10 s, 探测器 (CID) 为 512×512 独立检测单元。

2 结果与讨论

各阶段浸泡液中溶出物的组分见表 1~2。每组溶出液用组别、浸泡时间和所用试剂表示, 即“QB2 2 HNO_3 ”表示 QB2 经 HNO_3 浸泡 2 h 后所得溶出液。由表可见, Ni, P, Zn, Ba, Cu, K 等元素组成在溶出液中含量很低, 变化幅度较小, 难以找出规律, 不足以说明不同试剂对样品的损伤。Na 虽然在溶出液中含量较前几种组分要高, 但 EDTA-2Na 一组数据异常, 高于其他试剂两个数量级, 显然 EDTA-2Na 中固有的 Na 离子对数据造成了强烈干扰, 故 Na 同样不能够作为判断试剂对瓷器损伤的指标。

Table 1 Elemental composition in different cleaning agent solution of QB2 ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

样品名称	Al	Fe	Mg	Na	Ni	P	Zn	Ba	Cu	K
QB2 2 HNO_3	3.02	1.07	6.40	5.84	0.03	0.07	0.21	0.09	0.01	0.41
QB2 2 HCl	3.36	0.77	6.57	6.25	0.02	0.09	0.36	0.15	0.01	0.37
QB2 2 柠檬酸	1.16	0.35	2.02	2.90	0.02	0.09	0.05	0.03	0.01	0.20
QB2 2 EDTA-2Na	0.43	0.51	1.70	173.7	0.01	0.05	0.07	0.03	0.02	0.28
QB2 2 H_2O_2	0.03	0.01	0.88	6.26	0.01	0.43	0.10	0.03	0.01	0.52
QB2 2 H_2O	0.02	0.00	0.50	8.12	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	0.51
QB2 4 HNO_3	4.62	0.37	8.63	5.19	0.03	0.09	0.15	0.06	0.02	0.29
QB2 4 HCl	3.32	0.26	7.45	4.77	0.03	0.18	0.13	0.08	0.02	0.26
QB2 4 柠檬酸	1.52	0.25	2.52	1.59	0.04	0.08	0.45	0.02	0.00	0.17
QB2 4 EDTA-2Na	0.81	0.25	1.92	158.22	0.06	0.09	0.04	0.01	0.02	0.35
QB2 4 H_2O_2	0.03	0.00	1.09	3.28	0.03	0.75	0.03	0.01	0.0	10.20
QB2 4 H_2O	0.01	0.01	0.62	3.36	0.03	0.06	0.03	0.01	0.02	0.30
QB2 8 HNO_3	7.67	0.52	12.85	2.68	0.04	0.11	0.13	0.06	0.02	0.12
QB2 8 HCl	5.60	0.68	9.84	1.92	0.04	0.13	0.14	0.50	0.02	0.21
QB2 8 柠檬酸	1.86	0.27	2.78	0.83	0.03	0.06	0.05	0.05	0.01	0.09
QB2 8 EDTA-2Na	1.42	0.34	1.36	158.65	0.05	0.09	0.05	0.02	0.01	0.29
QB2 8 H_2O_2	0.02	0.00	0.82	1.41	0.03	0.61	0.03	0.06	0.02	0.10
QB2 8 H_2O	0.03	0.01	0.65	1.94	0.03	0.05	0.08	0.01	0.02	0.13
QB2 82 HNO_3	15.24	3.95	19.63	2.93	0.06	0.20	0.09	0.13	0.03	0.20

续表 1

QB2 82 HCl	10.62	0.98	12.79	1.90	0.06	0.18	0.09	0.10	0.03	0.20
QB2 82 柠檬酸	5.45	0.43	6.51	0.89	0.04	0.18	0.03	0.03	0.0	10.16
QB2 82 EDTA-2Na	5.14	0.54	1.18	161.10	0.06	0.12	0.03	0.02	0.0	10.32
QB2 82 H ₂ O ₂	0.01	0.00	1.16	1.49	0.02	0.49	0.01	0.00	0.02	0.16
QB2 82 H ₂ O	0.01	0.01	0.26	1.75	0.05	0.07	0.01	0.02	0.02	0.11

Table 2 Elemental composition in different cleaning agent solution of QB3($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

样品名称	Al	Fe	Mg	Na	Ni	P	Zn	Ba	Cu	K
QB3 2 HNO ₃	0.21	0.35	1.01	1.73	0.04	0.05	0.23	0.09	0.02	0.19
QB3 2 HCl	0.10	0.16	0.57	1.18	0.02	0.06	0.17	0.10	0.03	0.12
QB3 2 柠檬酸	0.08	0.17	0.37	1.53	0.02	0.10	0.06	0.05	0.00	0.19
QB3 2 EDTA-2Na	0.05	0.06	0.61	142.46	0.05	0.09	0.22	0.05	0.02	0.81
QB3 2 H ₂ O ₂	0.07	0.01	0.56	2.58	0.01	0.83	0.04	0.03	0.01	0.26
QB3 2 H ₂ O	0.00	0.00	0.12	2.57	0.01	0.05	0.04	0.00	0.01	0.11
QB3 4 HNO ₃	0.18	0.22	0.90	1.61	0.06	0.05	0.29	0.08	0.02	0.18
QB3 4 HCl	0.09	0.07	0.80	1.71	0.03	0.08	0.14	0.12	0.03	0.35
QB3 4 柠檬酸	0.04	0.12	0.27	0.60	0.02	0.10	0.06	0.03	0.01	0.16
QB3 4 EDTA-2Na	0.02	0.03	0.30	156.85	0.05	0.07	0.06	0.02	0.0	10.43
QB3 4 H ₂ O ₂	0.02	0.00	0.84	1.21	0.03	0.76	0.04	0.01	0.02	0.10
QB3 4 H ₂ O	0.01	0.01	0.22	1.32	0.03	0.05	0.05	0.01	0.02	0.09
QB3 8 HNO ₃	0.15	0.18	1.00	1.57	0.06	0.02	0.13	0.07	0.02	0.10
QB3 8 HCl	0.33	0.54	1.24	1.23	0.03	0.09	0.10	0.18	0.02	0.17
QB3 8 柠檬酸	0.04	0.10	0.22	0.50	0.02	0.13	0.06	0.03	0.00	0.14
QB3 8 EDTA-2Na	0.02	0.02	0.31	158.03	0.04	0.05	0.07	0.02	0.01	0.48
QB3 8 H ₂ O ₂	0.02	0.00	0.71	1.40	0.03	0.71	0.02	0.01	0.02	0.12
QB3 8 H ₂ O	0.01	0.00	0.26	1.06	0.03	0.05	0.07	0.01	0.02	0.12
QB3 82 HNO ₃	0.27	0.31	0.91	2.79	0.05	0.07	0.10	0.05	0.02	0.15
QB3 82 HCl	0.10	0.10	0.62	2.30	0.04	0.06	0.11	0.07	0.04	0.14
QB3 82 柠檬酸	0.07	0.06	0.33	1.47	0.04	0.11	0.03	0.02	0.01	0.19
QB3 82 EDTA-2Na	0.04	0.06	0.31	143.97	0.05	0.08	0.04	0.03	0.04	0.54
QB3 82 H ₂ O ₂	0.02	0.00	0.60	1.86	0.05	0.70	0.02	0.01	0.02	0.12
QB3 82 H ₂ O	0.00	0.00	0.03	1.18	0.03	0.07	0.00	0.00	0.02	0.16

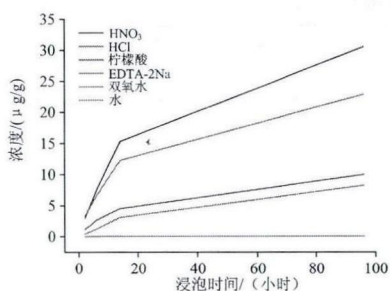


Fig. 5 Concentration of aluminum ion in the solution of QB2

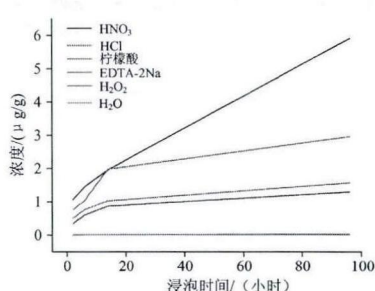


Fig. 6 Concentration of iron ion in the solution of QB2

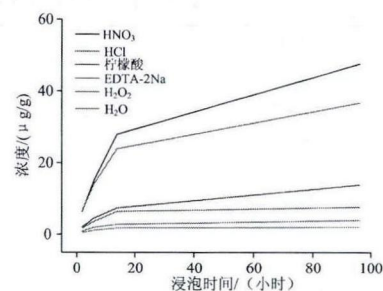


Fig. 7 Concentration of magnesium ion in the solution of QB2

研究指出, 陶瓷胎体主要由瓷石、高岭土及部分金属氧化物助溶剂组成^[11]。瓷石及高岭土中均含有大量的 Al₂O₃。另外, Fe₂O₃ 和 MgO 常作为助溶剂降低胎体熔点, 以便于瓷器烧制成型。同时, Fe₂O₃ 还作为着色剂^[12] 在釉料中使用。因此, 以 Al, Fe, Mg 三种主要来自陶瓷器本体的组分作为指标, 能够表征清洗试剂对陶瓷的影响。清洗试剂在分解陶瓷表面沉积物的同时, 很可能也溶出陶瓷本体中的 Al, Fe,

Mg 等组分, 从而对陶瓷器造成“保护性损伤”。故选用 Al, Fe, Mg 三组分作为指标, 表征清洗试剂对陶瓷本体的损伤。图 5—图 10 即为常见清洗试剂浸泡瓷器时, 浸泡液中上述三种组分的浓度累积曲线。

表 1 和表 2 指出, HNO₃ 溶出 Al, Fe, Mg 三组分的能力最强。由于 HNO₃ 的强酸性, 还能够溶出较多 Na, Ni, P, Zn, Ba, Cu 和 K 等组分。HCl 的溶出能力与 HNO₃ 类似。柠

柠檬酸和 EDTA-2Na 的溶出能力均远低于 HNO_3 及 HCl 。其中柠檬酸溶出物中的组分略微高于 EDTA-2Na，这显然与柠檬酸具有弱酸性有关。 H_2O_2 和 H_2O 的溶出离子能力接近，均较弱。值得注意的是，尽管去离子水的溶出能力极弱，但仍能够溶出 Na, Mg, K 等组分。图 5—图 7 表明，清洗剂的溶出能力由强到弱分别为： $\text{HNO}_3 > \text{HCl} > \text{柠檬酸} > \text{EDTA-2Na} > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{H}_2\text{O}$ 。已有研究表明，强酸的清洗效果明显优于柠檬酸、EDTA-2Na 等，显然，清洗能力较强的清洗液，对陶瓷本体的损伤也较强^[8]。

常见清洗试剂对 QB3 的影响与 QB2 类似，即 HNO_3 的溶出能力最强， HCl 其次，柠檬酸较强于 EDTA-2Na， H_2O_2 和 H_2O 的清洗能力最弱。不同的是，各种清洗试剂浸泡 QB2

时，溶出 Al, Mg, Fe 等组分的溶度远高于 QB3。这说明清洗试剂对 QB3 产生的损伤较小，而对 QB2 产生的损伤更大。通过图 3 和图 4 可见，QB2 保存状态较差，而 QB3 保存完好，基本没有受到损伤。这说明，清洗试剂对陶瓷本体的伤害与其保存状况密切相关，一般情况下，保存较好的器物，“保护性损伤”更小。

另外，我们还发现，虽然同等时间下强酸对陶瓷本体产生的伤害最大，但柠檬酸、EDTA-2Na 等普遍认为的较为温和的清洗试剂长时间浸泡(96 h)时，其累计溶出组分与强酸短时间浸泡(2~6 h)溶出组分的量相近。因此，在实际保护过程中，应合理选择清洗试剂，并将其浸泡时间控制在安全范围之内。

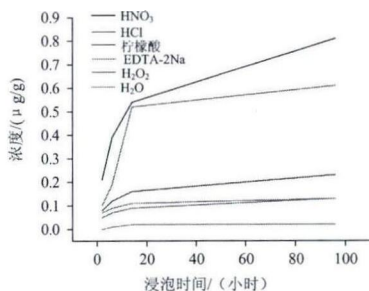


Fig. 8 Concentration of aluminum ion in the solution of QB3

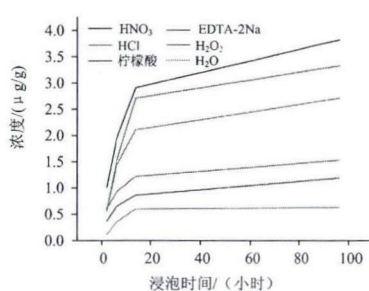


Fig. 9 Concentration of iron ion in the solution of QB3

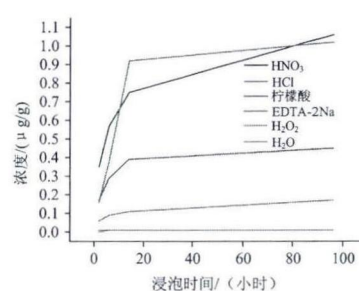


Fig. 10 Concentration of magnesium ion in the solution of QB3

3 结论

(1) 每种清洗试剂都会对瓷器造成一定程度的损坏。表现为： HNO_3 对陶瓷胎体产生的损伤最大， HCl 次之，柠檬酸及 EDTA-2Na 的损害更弱， H_2O_2 和 H_2O 的对样品的影响最弱。

(2) 清洗试剂对瓷器损伤程度也与瓷器本身的保存状况相关，保存情况差的瓷器对清洗试剂的影响更敏感，更易受到破坏。

(3) 弱清洗试剂浸泡 96 h 的溶出能力与强酸 2~6 h 相近。

考虑到目前实际的文物保护过程中，通常使用低浓度的弱清洗溶液在室温下长期浸泡以达到去除表面凝结物的效果。故特别强调，实际的文物保护过程中，应切实认识到各种清洗试剂对陶瓷本体产生的损伤，并同时考虑累积损伤。如此方能安全有效的保护海洋出水瓷器。

(4) 中性试剂，如 H_2O 同样可以溶解出一定量胎体中组分。考虑到海洋出水瓷器脱盐过程，往往需要长时间(100 天以上)清水浸泡，方可达到脱盐终点。因此，有必要对长时间清水浸泡过程中所溶出胎体组分含量进行分析，并可以考虑以此作为保护过程中是否有损的判断标准。相关工作仍需进一步开展。

References

- [1] Robinson W S. International Journal of Nautical Archaeology, 1981, 10 (1): 3.
- [2] Norquest S. Anagpic, 2008, 12: 1.
- [3] Gheorghe S V. Museum Microclimates, 2007, 11: 31.
- [4] Casaletto M P, Ingo G M, Riccucci C, et al. Applied Physics A: Materials Science & Processing, 2008, 92: 35.
- [5] WANG Hui-zhen(王惠贞). Science of Conservation Materials(文物保护材料学). Xi'an: Northwestern University Press(西安: 西北大学出版社), 1995.
- [6] ZHOU Shuang-lin(周双林). Cultural Relics of Central China(中原文物), 1995, (02): 111.
- [7] WANG Hui-zhen(王惠贞). Science of Conservation(文物保护学). Beijing: Cultural Relics Publishing House(北京: 文物出版社), 2009.
- [8] HU Dong-po, ZHANG Hong-yan(胡东坡, 张红燕). Science of Conservation and Archaeology(文物保护与考古科学), 2010, 22(1): 49.
- [9] LI Jian-an(栗建安). International Museum(国际博物馆), 2008, (4): 106.
- [10] SUN Jian(孙建). China Cultural Heritage(中国文化遗产), 2007, (4): 32.
- [11] LIU Yi(刘毅). Huaxia Archaeology(华夏考古), 2003, (3): 49.
- [12] ZHANG Fu-kang, ZHANG Zhi-gang(张福康, 张志刚). Journal of the Chinese Ceramic Society(硅酸盐学报), 1980, 8(1): 9.

A Study on Quantitative Evaluation of Damage in Conservation of Ceramics from Huaguangjiao I Shipwreck with ICP-AES

LI Wen-jing^{1, 2}, CHEN Yue^{1, 2}, LI Nai-sheng³, LI Bin⁴, LUO Wu-gan^{1, 2*}

1. Key Lab of Vertebrate Evolution and Human Origin of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China
2. Department of Scientific History and Archaeometry, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China
3. Chinese Academy of Cultural Heritage, Beijing 100029, China
4. Key Scientific Research Base of Ancient Polychrome Pottery Conservation, Emperor Qin's Terra-cotta Warriors & Horses Museum, Xi'an 710600, China

Abstract ICP-AES was used to determine the elemental composition of solutions in different conservation steps for understanding the impact of cleaning agents on ceramics from Huaguangjiao I shipwreck. The results showed that high content in solution of Al, Fe, Mg ions, which can be indexes to reflect the damage in conservation of ceramics. According to these indexes, we discovered that agents of strong cleaning ability bring more damage to ceramic samples. Meanwhile, the state of preservation of the ceramics was closely related to the damage in conservation. Ceramics in an excellent state of preservation endure less damage than that in bad state. We also found that each cleaning agent cause certain degree of damage on porcelains, even neutral reagent, like deionized water. Moreover, moderate cleaning reagent, when using a long time, bring the same degree of damage as the strong acid. Therefore, in actual protection procedure, for conservation ceramics safe and effective, damage of each cleaning agents and cumulative damage should be considered.

Keywords Conservation of marine ceramics; Cleaning agents; Damage in conservation; Quantitative evaluation

* Corresponding author

(Received Apr. 14, 2014; accepted Jul. 21, 2014)

《光谱学与光谱分析》期刊社决定采用 ScholarOne Manuscripts 在线投稿审稿系统

《光谱学与光谱分析》期刊社与汤森路透集团签约,自 2010 年 12 月 1 日起《光谱学与光谱分析》决定采用 Thomson Reuters 旗下的 ScholarOne Manuscripts 在线投稿审稿系统。

- ScholarOne Manuscripts, 该系统不仅能轻松处理稿件,而且能提速科技交流。
- 全球已有 360 多家学会和出版社的 3 800 多种期刊选用了 ScholarOne Manuscripts 系统作为在线投稿、审稿平台,全球拥有超过 1 350 万的注册用户,代表着全球学术期刊在线投稿的一流水平。
- ScholarOne Manuscripts 与 EndNote, Web of Science 无缝链接和整合;使科研探索、论文评阅和信息传播效率大为提高。
- ScholarOne Manuscripts 是汤森路透科技集团的一个业务部门,拥有丰富的学术期刊业务经验,为学术期刊提供综合管理工作流程系统,使期刊更有效管理投稿、同行评审、加工和发表过程,提高作者心中的专业形象,缩短论文发表时间,削减管理成本,帮助期刊提高科研绩效和实现学术创新。

《光谱学与光谱分析》采用“全球学术期刊首选的在线投稿审稿系统—ScholarOne Manuscripts”,势必对 2010 年 11 月 30 日以前向本刊投稿的作者在查阅稿件信息时,会带来某些不便,在此深表歉意!为了推进本刊的网络化、数字化、国际化进程,以实现与国际先进出版系统对接;为了不断提高期刊质量,加快网络化、数字化建设,加快与国际接轨的进程,希望能得到广大作者、读者们的支持与理解,对您的理解和配合深表感激。这是一件新事物,肯定有不周全、不完善的地方,让我们共同努力,不断改进和完善起来。

《光谱学与光谱分析》期刊社

2010 年 12 月 1 日