

# 杭州五代净因寺石经幢底座保护

杨毅 王勉

(南京博物院, 江苏 南京 210000)

**摘要:** 本文介绍了杭州五代净因寺经幢基座保存现状, 对其存在的病害进行了分析检测, 以此为依据, 通过基础加固、清洗、本体加固、脱盐、封护、做旧等工序, 完成了对其的保护处理, 不仅使其结构更加稳定, 而且延缓了大气及水汽对其进一步的侵蚀。

**关键词:** 经幢 保护 防风化

## 1 概述

杭州五代净因寺经幢基座现存于杭州历史博物馆办公区院内。

杭州净因寺建于五代末期, 位于杭州市上城区荷花池头旧仁和署路西侧, 该寺早年已毁, 2001年杭州市文物考古所在净因寺旧址配合基建作考古发掘时发现经幢基座, 并搬迁至杭州市文物考古所(杭州历史博物馆办公区院内), 露天放置。



图1 杭州五代净因寺经幢基座

净因寺经幢基座(图1)平面呈八边形, 分三层砌作, 最上层的土衬壁面满刻须弥山, 其平面雕凿海水浪花纹, 整个土衬刻划十分精湛。这类宝山海水来源于佛教的“九山八海”, 在五代末如杭州闸口白塔、灵隐寺经幢的基座上均有这类纹饰。净因寺经幢

基座有着十分重要的历史、艺术价值。为杭州深厚的历史、文化底蕴增光添彩, 为研究五代时期的雕刻、宗教、艺术提供了不可多得的实物资料。

## 2 保存现状

### 2.1 石质成分

石经幢基座顶层与底层外观差异明显, 顶层石质粗糙、多孔、疏松, 底层石质光滑、致密。经XRF与XRD分析结果如见表1、表2。

表1 经幢底层XRF分析结果

Compound	Wt%	StdErr	El	Weight%	StdErr
CaO	56.28	0.25	Ca	40.24	0.18
MgO	0.333	0.017	Mg	0.201	0.010
SiO <sub>2</sub>	0.175	0.009	Si	0.0817	0.0041
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.143	0.007	P	0.0623	0.0031
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.072	0.011	Al	0.0382	0.0059
SO <sub>3</sub>	0.0365	0.0018	S	0.0146	0.0007
SrO	0.0354	0.0018	Sr	0.0299	0.0015
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0292	0.0015	Fe	0.0204	0.0010
Cl	0.0132	0.0007	Cl	0.0132	0.0007
MnO	0.0096	0.0008	Mn	0.0074	0.0006
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0074	0.0015	Sc	0.0048	0.0010
TiO <sub>2</sub>	0.0046	0.0013	Ti	0.0028	0.0008
ZnO	0.0040	0.0006	Zn	0.0032	0.0005
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0027	0.0007	Cr	0.0018	0.0005
NiO	0.0016	0.0007	Ni	0.0013	0.0005
K <sub>2</sub> O	0.0014	0.0004	K	0.0012	0.0003
ZrO <sub>2</sub>	0.0013	0.0006	Zr	0.00096	0.00043
LOI	42.85				

经幢顶层XRF分析结果

Compound	Wt%	StdErr	El	Weight%	StdErr
CaO	44.71	0.25	Ca	31.97	0.18
SiO <sub>2</sub>	10.24	0.15	Si	4.79	0.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.29	0.09	Al	1.74	0.05
MgO	1.35	0.06	Mg	0.813	0.035
K <sub>2</sub> O	0.677	0.034	K	0.562	0.028
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.360	0.018	Fe	0.252	0.013
SrO	0.134	0.007	Sr	0.113	0.006
TiO <sub>2</sub>	0.0824	0.0041	Ti	0.0494	0.0025
S	0.0349	0.0017	S	0.0349	0.0017
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0256	0.0013	Px	0.0112	0.0006
Cl	0.0148	0.0007	Cl	0.0148	0.0007
MnO	0.0105	0.0007	Mn	0.0081	0.0005
BaO	0.0084	0.0037	Ba	0.0075	0.0033
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0056	0.0007	V	0.0031	0.0004
CeO <sub>2</sub>	0.0056	0.0023	Ce	0.0046	0.0019
ZrO <sub>2</sub>	0.0040	0.0007	Zr	0.0030	0.0005
ZnO	0.0040	0.0004	Zn	0.0032	0.0004
LOI	39.04				

由表1、表2可以看出，经幢底层石质为单纯石灰岩，而经幢顶层的石质则为砂岩与石灰岩的混合物，其中碳酸钙与硅酸钙的比例约为1：4。

### 2.2 地基沉降

石经幢基座下部有水管通过，由于水管断裂，冲刷基座的基础，使基础下层出现空洞。经测量，基座北部地坪至底层的高差为82cm，南部为60cm，西部为75cm，东部为54cm。由此可见，石经幢基座的基础已不再是个平面。基座西侧第三层石构件下基础已形成空洞，基础之下的土层因不断遭水的冲刷流失，作为基础的大石块相继坠落形成巨大空洞，基础的大石块相继坠落后，仅存薄薄的素水泥层。基础下的空洞约占基础的1/3。西侧边条石已下陷，见图2。

### 2.3 表面风化

石经幢基座表面由于遭受风化作用，其雕刻的纹饰已模糊不清，顶部平面雕凿的海水浪花纹，西南部保存较为完整，纹饰清晰可见，北部与东南部保存较差，仅留有残存的痕迹。顶部土衬壁面的须弥山纹饰保存较好，仅部分断裂或模糊不清。造成这一现象的主要原因是水的溶解作用。碳酸盐岩类的石质文物，在纯水中不易溶解，但当水中含CO<sub>2</sub>时，则易于溶解，形成碳酸氢钙，其化学反应方式如下：

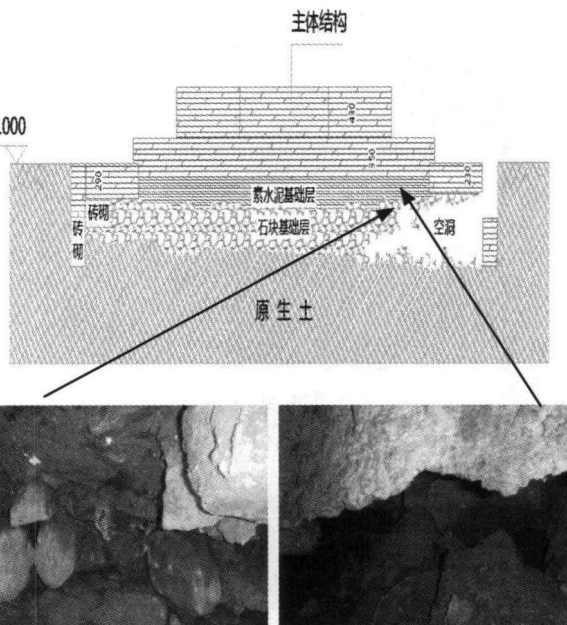
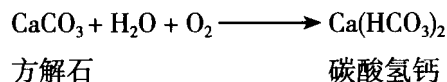


图2 地基沉降状况



碳酸氢钙易溶于水，可被流水带走，导致石刻产生溶沟和溶洞。即使是较难溶解于水的硅酸盐矿物，当水中含酸或碱度较大时，其溶解硅酸盐矿物的能力显著增大。水的溶解作用，使得石经幢基座表层的石质转变为可溶盐而流逝，造成表层纹饰的模糊不清。

### 2.4 基座断裂

石经幢基座三层均出现贯穿型裂缝，缝隙最宽达4cm，其中最上层已断裂成六大块，中间层与底层均有大小裂隙数十条（图3）。造成裂隙的原因有很多，主要为地基的不均匀沉降和冰雪的融冻。地基的不均匀沉降，造成基座受力不均，是产生裂隙的起因；而冰雪的融冻则是导致裂隙扩大的主要原因。当气温降到0℃以下时，渗入石刻裂隙中的水就冻结成冰，水结冰时其体积会增大1/11左右，将对周围岩壁产生很大的压力，据测试这种压力可达96MPa。在裂隙水冻结压力的反复作用下，裂隙逐渐扩大和加深，最终导致裂隙宽度的加大，甚至出现崩塌。此外，裂隙水分迅速蒸发时，水中盐类结晶体积的膨胀将对岩

壁产生强大压力引起裂隙宽度的加大<sup>[1]</sup>。

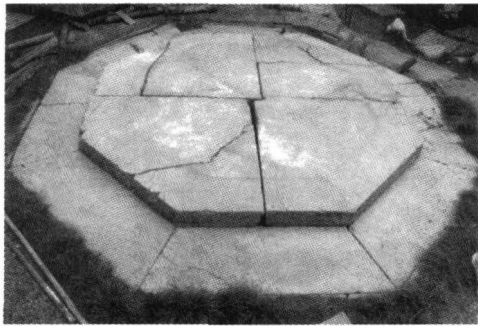


图3 基座表面裂隙

### 2.5 胶黏剂

经幢基座早年进行过维修，采用环氧树脂对部分断裂部位进行粘接。目前，部分粘接部位由于树脂老化等因素，出现分离现象。目前残留的胶黏剂为黄褐色，经IR测试谱图如图4。

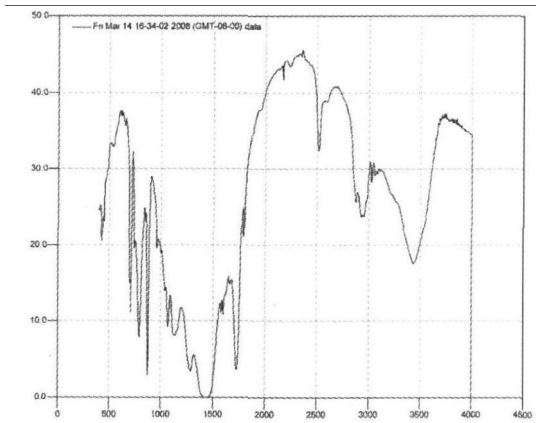


图4 经测试环氧树脂和固化剂的存在

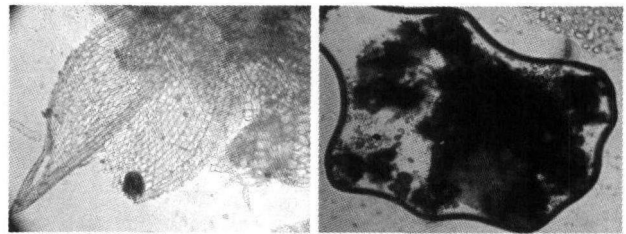
由于其在 $900\text{cm}^{-1}$ 位置附近，出有较强的吸收峰，证明有环氧基团的存在，而 $1600$ 和 $3300\text{cm}^{-1}$ 位置附近的吸收峰，则证明有酰胺基的存在。由此可见，胶黏剂为环氧树脂，而固化剂为聚酰胺类。

### 2.6 微生物

石经幢基座表面留有苔藓类低等植物及其死亡后的产物，它们新陈代谢中常常析出有机酸、硝酸、亚硝酸、碳酸和氢氧化铵等溶液，腐蚀基座并在其表面形成淀积物，造成基座表面雕刻的纹饰模糊不清。苔藓侵蚀石刻的方式和机理为：呼吸出的 $\text{CO}_2$ 溶解于水产生酸性溶液；通过分泌草酸与周围岩石中的阳离子

(如钙离子)反应形成草酸盐；分泌柠檬酸和地衣酸等溶于水可与多种阳离子形成螯合混合物，改变石材的化学成分；因菌丝生长产生的物理压力破坏石材微孔的微结构；使石材局部改变物理性能(如水力膨胀性能等)造成应力破坏<sup>[2]</sup>。

石经幢基座表面长有微生物，取样后采用形态解剖学的方法，通过肉眼、显微镜、解剖镜观察外部形态和内部结构切片，其显微照片如图5。



a-绿色物为真藓类微生物 b-黑色物为地衣类微生物

图5 显微镜下观察到的微生物

## 3 工程实施

### 3.1 地基加固

#### 3.1.1 基座石构件移位

由于五代净因寺经幢基座下部的的基础已经损坏，因此在保护工程实施过程中先期重新浇注基础。浇注基础前首先需完成石经幢基座移位。经幢基座石构件的移位由于受客观条件限制，无法采用起重台班进行，因而只能采用人工方式。移位前对断裂的石块进行拍照、绘图、标号，以便确定复原后的位置；

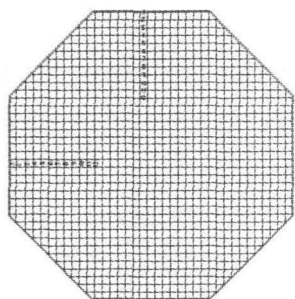
在五代净因寺经幢基座石构件的移位的过程中，考虑到机械器具容易伤及石构件，施工过程中平移采用橡胶轮胎、木板等作为隔衬，防止损伤石构件；上层、中层的石构件体积大且重，最重的约5吨，采取平移会导致下层石构件损伤，我们采用软质吊装带，起吊搬移石构件，防止损伤石构件。

#### 3.1.2 夯筑基础


五代净因寺经幢基座石构件的移位以后，清除原有的素面水泥层，夯实地基，重新填入大石块，夯实，浇素水泥填充大石块缝隙

#### 3.1.3 浇注钢筋混凝土基础

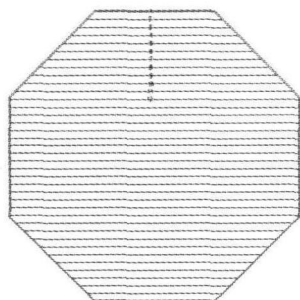
基座基础按方案设计要求布设钢筋、浇注混凝土。钢筋布设及尺寸见图6。



钢筋编号	水平长度(m) a	垂直长度(m) b	单根总长(m)	根数	总长度(m)	图示
①	2.28	0.12	2.52	4	10.08	b a b
②	2.28	0.12	2.82	4	11.28	
③	2.88	0.12	3.12	4	12.48	
④	3.18	0.12	3.42	4	13.68	
⑤	3.48	0.12	3.72	4	14.88	
⑥	3.78	0.12	4.02	4	16.08	
⑦	4.08	0.12	4.32	4	17.28	
⑧	4.38	0.12	4.62	4	18.48	
⑨	4.68	0.12	4.92	4	19.68	
⑩	4.98	0.12	5.22	4	20.88	
⑪	5.28	0.12	5.52	4	22.08	
⑫	5.58	0.12	5.82	32	186.24	

 马凳尺寸如图, a为0.1m, b为0.2m, c为0.1m, 共计31根。

(a) —上层基座布设钢筋示意及尺寸表



钢筋编号	单根长度(m)	根数	总长度(m)	图示
①	2.28	4	9.12	b a b
②	2.58	4	10.32	
③	2.88	4	11.52	
④	3.18	4	12.72	
⑤	3.48	4	13.92	
⑥	3.78	4	15.12	
⑦	4.08	4	16.32	
⑧	4.38	4	17.52	
⑨	4.68	4	18.72	
⑩	4.98	4	19.92	
⑪	5.28	4	21.12	
⑫	5.58	32	178.56	

(b) —下层基座布设钢筋示意及尺寸表

图6 基座布设钢筋示意图及尺寸

### 3.1.4 石经幢基座石构件回迁复位

石经幢基座石构件回迁复位工作更为艰难, 受客观条件限制, 仍采用原始的人工方式进行搬移, 要在不损伤石构件的前提下实施回移, 复原到施工前的位置。

回移石构件的顺序恰与搬移的相反, 从下层石构件开始, 由于下层石构件的厚度不一致, 仍需用素水泥找平, 每当回移一块石构件都要进行水平检测, 校验各相邻石构件之间高低、水平、间距关系, 确保石经幢基座石构件复原到位

### 3.2 石经幢基座表面清洗

经幢表面有各种污染物, 包括风化产物、污物、微生物及其死亡残留物、有机胶黏剂等。在保护过程中, 根据污染物的种类, 选择不同的清洗方法和材料进行清洗。

待浇注钢筋混凝土基础经过保养后, 经幢基座的石构件需按图分块回迁。在石构件回迁的整个过程中, 我们分时段、分步骤对石构件进行清洗。

对需要粘接的石构件的粘接面先行清洗, 首先用毛刷轻轻地除去经幢基座上的杂物、霉菌和苔藓, 再用棉花蘸取清洗液清洗对石经幢基座表面进行擦洗, 清洗液是采用5%~10%的水溶性OP溶液(含表面活性剂)。对难以清除的部位, 用毛刷反复刷洗; 对顽固性依附物, 先用脱脂棉蘸清洗液涂覆在欲清洗部位, 待该处软化后, 再用手术刀等工具细心剔除, 最后用干净的水溶液进行全面清洗, 直至石构件粘接面完全干净。

对石经幢的石构件裂隙的清洗是用鬃毛刷、竹片清理裂隙表面的污泥, 用小刀等工具对裂隙间的碎屑、积土和植物根茎等进行清洁处理; 采用人工铲除并配合有机溶剂共同去除残留的老化环氧树脂; 石经幢的石构件回迁复位后, 对石经幢又作了全面清洗。在对石经幢的石构件清洗过程中, 采用

吸附脱盐法，用纸质纤维作吸附材料，敷于清洗部位，做了脱盐处理。

### 3.3 石经幢基座石构件粘接及加固

在浇注钢筋混凝土基础的同时，对部分断裂的石块进行粘接加固。石经幢的石构件回迁复位时，保证石经幢三层基座独立性，为今后的维修保护带来便利，我们采取分层对大石构件的裂隙进行灌浆加固石构件。

在加固过程中，遵照“保护为主、抢救第一”、“不改变文物原貌”、“最小干预”等文物保护原则，对于石经幢基座的残损处理方式，对影响石构件结构强度的部位进行结构性补配，不影响石构件结构强度的部位采用树脂加填充料进行固强处理。

### 3.4 作旧处理

石经幢基座石构件粘接、加固后，对灌浆、粘接面进行作旧处理，使粘接部位与石经幢本体协调统一，按“作旧”处理的要求“远看协调一致，近看有区别”，采用矿物颜料对粘接部位进行作旧处理，可使石经幢本体协调统一；也可避免出现粘接

剂老化变色。

### 3.5 封护

封护材料选用法国产石材封护剂、国产S-130石材封护剂进行真空低压喷枪喷涂，喷涂次数以2~3遍，对石经幢基座石构件表面进行双重封护处理。

### 4 结论

经清洗、加固、封护等保护后，杭州五代净因寺经幢基座存在的病害得到了彻底的解决，填实后的钢筋混凝土基础更加牢固，不会因重力发生沉降，从而使基座发生断裂现象；经表面封护后，石刻本体隔绝了水的侵蚀，进而避免了大气中的有害气体对基座造成的损害；通过对表面补缝位置的作旧，更加利于文物的观赏。总之，这次保护工程圆满解决了杭州五代净因寺经幢基座存在的问题。

#### 参考文献

- [1]黄克忠. 岩土文物建筑的保护. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998
- [2]陈舒泛, 地衣对南京石刻文物侵蚀现象的研究, 南京晓庄学院学报, 1994, (3), 78-80, 24

(上接第47页)规划建设了中国北方地区最大的一站式石材集散基地之一，规划用地总面积5000亩，已经交付、启用、建设场地近3000亩，2011年6月就有12台大理石组锯及其配套设备、设施开机试产。

6、注重人才培养。以上每一项工作的完成，都离不开人。公司一直强调员工是企业最大的财富，充分尊重员工，真正为搭建员工展现才干和能力的平台。在人才培养方面，公司设定专项基金，经常邀请各类管理、营销等方面的专家、学者到公司讲课；在内部，鼓励各级管理、技术人员结合各自工作开展学历晋升、职业考试；开展中高层管理培训班，销售精英培训班，“雏鹰计划”后备人才培训班，一线班组

长管理培训班等；开展“优秀在我身边”、“远航计划”、“读好一本书”等等学习活动。

7、夯实企业文化。文化是企业的灵魂。企业生存、发展到壮大，离不开制度化、规范化管理，而要永续发展，还必需要有自己的企业文化。20多年来，环球石材持续坚持企业文化体系建设、更新及成长。2007年公司成立20周年之际，梳理、确定了公司《企业文化大纲》，并同时出台《企业文化建设三年规划》，通过教育培训、内部宣传、案例征集等一系列活动，宣导企业文化，使企业文化落地生根。企业愿景是“成为全球石材行业的先导”，企业核心价值观为“人本、精细、责任、进取”。