

# 几种有机硅材料在南京城砖中的耐久性实验

杨隽永 郑冬青

(南京博物院, 南京 210016)

**摘要:** 位于南京市原汉府街车站地块上考古发掘出六朝时期的城墙遗址, 遗址呈南北走向。为原址保护城墙遗址, 需要进行化学防风化保护。在先期进行的实验室研究中, 耐久性试验是其中重要的一环。研究中选择了氟硅类(S130)、聚硅氧烷类(派力克)、短链烷基硅氧烷类(甲基三甲氧基硅烷)三种有机硅材料, 通过耐水浸蚀、耐盐浸蚀、耐热老化和耐光老化几项测试, 结果表明派力克和甲基三甲氧基硅烷的耐久性性能相对较好, 但仍需进一步现场验证。

**关键词:** 南京城墙 城砖 耐久性

## 1. 引言

位于南京市原汉府街车站地块上考古发掘出六朝时期的城墙遗址, 遗址呈南北走向。原有城墙为“砖包土”结构, 但内侧城砖已经不复存在, 现仅存外侧城砖。经研究决定对该段城墙原址保护和展示。

刚发掘时部分城砖被地下水浸泡, 后期通过帷幕止水等工程措施隔断了地下水, 再加上周围博物馆的建设, 使得该段遗址处于基本干燥和温湿度可控的环境中。但由于城砖表面已经风化严重, 故考虑采取砖体表面化学防风化保护。为此通过考古部门从考古工地得到了部分城砖碎块, 先期进行了室内试验研究, 耐久性实验便是其中重要的一环。

## 2. 材料和方法

### 2.1 实验材料

#### 2.1.1 城砖化学与矿物成分

此次得到的城砖共有青色和土黄色两种颜色。分别利用美国热电公司的ARL XTRA X射线衍射仪和ADVANTXP X射线荧光光谱仪进行矿物和化学成分分析, 结果表明其矿物成分为石英, 主要化学成分均为 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 其次为 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 等。

将城砖切割成 $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 和 $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 10\text{mm}$ 两种规格的试块, 要求尺寸误差

小于1mm。切割好的试块用清水冲洗后，放在110℃烘箱里烘干冷却编号备用。其中前者用于测定耐老化性能，后者用于测定光泽度、色差、吸水 and 透气性能等（另行撰文讨论）。

### 2.1.2 化学保护材料

由于时间和试块数量有限，只能选择部分常用的砖体化学保护材料进行试验。通过查阅文献最终选择了三种材料为试验对象（表1）。试验中均为原液使用。

表1 砖体化学保护材料

编号	保护材料
①	S130, 氟硅类材料, 溶剂型, 江苏力宝建材
②	派力克, 聚硅氧烷类材料, 溶剂型, 法国SOGEMAT
③	甲基三甲氧基硅烷, 分析纯, 上海国药集团

## 2.2 实验方法

### 2.2.1 试样处理

为保证均匀性，采用浸泡渗透的试验方法。将试块用包有橡胶皮的软夹子夹住，浸泡于加固剂溶液中12h，取出后置于不锈钢丝网上，在空气放置一个月后测定各项性能。

### 2.2.2 测试内容

本次耐久性实验选择了以下测试内容：①耐盐侵蚀性能；②耐冻融性能；③耐热性能；④耐紫外线老化性能。

## 3. 实验结果与分析

### 3.1 耐盐侵蚀性能

将处理后的试块用饱和 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液浸泡16h，取出后在105~110℃下烘干6h，常温冷却2h后再次开始浸泡，如此反复循环。试验共进行了30个循环，中途试块出现严重缺陷即中止。结果见表2（仅列出部分循环）。

表2 试块的耐盐侵蚀性能实验

编号	空白样	①	②	③
第12循环	开裂、掉角	外观变色	正常	正常
第14循环	断裂破碎	—	—	—
第18循环	—	表面凹凸	—	—
第24循环	—	断裂破碎	—	—
第30循环	—	—	正常	正常

### 3.2 耐冻融性能

分为4组平行试验, 每组3块。先将试块放置于托盘中, 浸水8h, 再转移到冷柜中, 于-20℃冷冻16h, 取出后放置在空气中1h时, 最后用自来水解冻7h, 如此反复循环。试验共进行30个循环。实验结果见表3。

表3 试块的耐冻融性能实验

编号	空白样	①	②	③
第4循环	1块断裂	正常	正常	正常
第30循环	—	正常	正常	正常

### 3.3 耐热性能

分为4组平行试验, 每组3块。先将试块放置在80℃的干燥箱中16h, 取出后置放置在空气中冷却8h, 如此反复循环。试验共进行30个循环。最后将试块自然冷却, 测定色差和接触角变化(取平均值)。实验结果见表4。

表4 试块的耐热性能实验

编号	空白样	①	②	③
色差变化	1.17	1.58	0.96	0.20
接触角变化/(°)	—	1.98	-8.69	5.08

### 3.4 耐紫外线老化性能

同样的分为4组平行试验, 每组3块。将试块放置于自制的紫外线老化箱中(紫外灯管功率为400W, 距离样品表面20cm)。如此一天为1个循环, 反复进行30个循环。最后将试块自然冷却, 测定色差和接触角变化(取平均值)。结果见表5。

表5 试块的耐紫外线老化实验

编号	空白样	①	②	③
色差变化	1.56	3.09	0.48	0.27
接触角变化/(°)	—	-24.85	-3.36	0.24

### 3.5 讨论

从耐久性能来看: 经S130(氟硅类材料)保护的试块耐盐侵蚀性能较差, 并且在耐紫外线老化试验中色差变化和接触角下降明显; 经派力克(聚硅氧烷类材料)保护的试块在耐热和耐紫外线老化试验中接触角略有下降; 经甲基三甲氧基硅烷保护的试块各项性能基本稳定。建议在正式保护前使用派力克和甲基三甲氧基硅烷进行现场试验以检验其效果, 并且尤其要注意实验室使用的浸泡加固和现场试验使用的单面涂刷两种方法的效果区别<sup>[1, 2]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 刘强, 张秉坚, 龙梅. 石质文物表面憎水性化学保护的副作用研究. 文物保护与考古学报, 2006, 18(2): 1-7.
- [2] 谢振斌. 甲基三甲氧基硅烷对砂岩石刻封护性能的实验室研究. 文物保护与考古科学, 2008, 20(4): 10-15.