

窃曲纹鼎的修复与分析研究

靳 鹏 曹心阳 李瑞亮 李立新

(安徽省博物院, 合肥 340100)

摘要: 窃曲纹鼎为安徽省无为县文物管理所藏, 该鼎出土时已破损为6块, 变形严重。为了科学地修复窃曲纹鼎, 利用现代科技方法对该鼎的成分和金相组织进行研究, 并对锈蚀产物进行分析, 探讨了其腐蚀机理。最后, 在科学分析基础上评估了文物病害特征, 采用经过实践证明的传统青铜器修复技术对窃曲纹鼎进行整形、焊接、补配、翻制纹饰和做旧, 恢复了残缺青铜器的原貌, 同时也为了解该地区这一时期的青铜器铸造工艺提供了重要的参考资料。

关键词: 窃曲纹鼎 文物修复 科学分析

1. 引言

长江下游皖南地区是我国南方青铜器研究的重要板块, 皖南地区青铜器的发展演变既受中原青铜器铸造的影响, 同时又带有地域风格, 构成了自身的发展序列。近年来, 多学科的研究介入, 使得研究层面更加丰富。此次修复的窃曲纹鼎为安徽省无为县文物管理所藏(图1), 出土时已破损为6块, 变形严重。为了更加科学合理地修复保护该鼎, 充分还原其历史与艺术价值, 在修复保护的过程中, 不仅使用了传统的修复工艺, 还对文物本体和锈蚀产物进行了技术分析, 为了解文物保存状况及皖南地区的青铜器铸造工艺提供参考。



图1 窃曲纹鼎修复前

2. 科学分析

2.1 成分分析

样品的主要元素采用扫描电镜能谱仪（SEM-EDS）无标样定量分析法进行分析，所用仪器为日本岛津公司的SSX-550型扫描电子显微镜和SEDX-550型能谱仪；实验激发电压为25kV，计数时间为1min。实验中对每个样品选取2~3个区域进行面扫描分析，取平均值作为该样品的成分，检测结果见表1。

表1 样品的化学成分与显微组织

| 实验号 | 取样部位 | 样品成分wt% | | | 显微组织 | 结果 |
|-------|------|---------|------|------|---|---------|
| | | Cu | Sn | Pb | | |
| Lrl-5 | 口沿 | 89.38 | 4.14 | 3.12 | 树枝晶 α 固溶体晶内偏析，晶间分布极少量点状（ $\alpha+\Delta$ ）共析组织，铅呈颗粒状分散于枝晶间，晶界间有少量硫化物夹杂 | 铅锡青铜，铸造 |
| Lrl-6 | 腹部 | 89.39 | 4.44 | 2.84 | 大晶粒 α 固溶体晶内偏析，晶间分布极少量点状（ $\alpha+\Delta$ ）共析组织，铅呈颗粒状分散于枝晶间，晶界间有少量硫化物夹杂 | 铅锡青铜，铸造 |

2.2 显微组织分析

取样品横截面，用酚醛树脂进行镶嵌，经研磨和抛光，用三氯化铁盐酸酒精溶液浸蚀，最后利用ZEISS Axio Observer A1M金相显微镜和SHIMADZU SSX-550扫描电镜进行观察和分析，结果见表1、图2和图3。

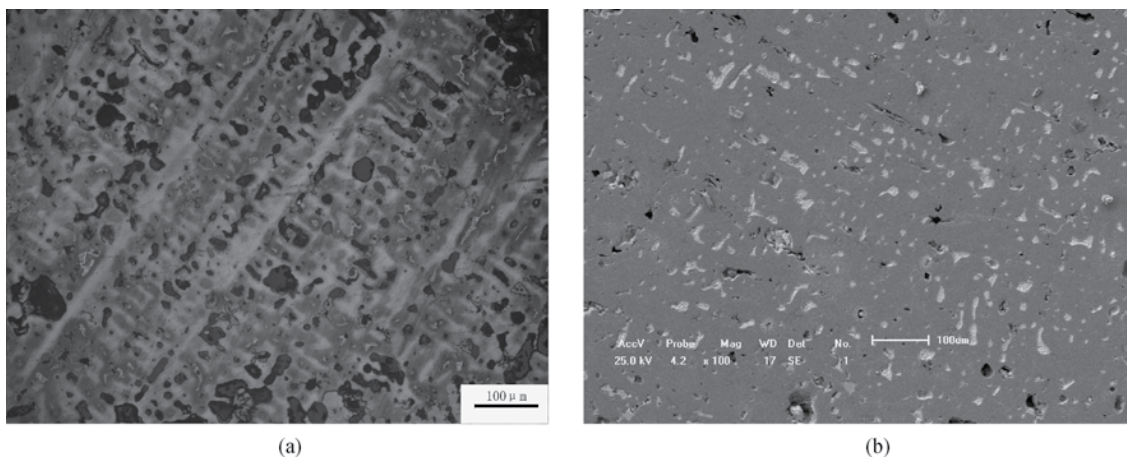


图2 Lrl-5样品显微组织照片与二次电子图像

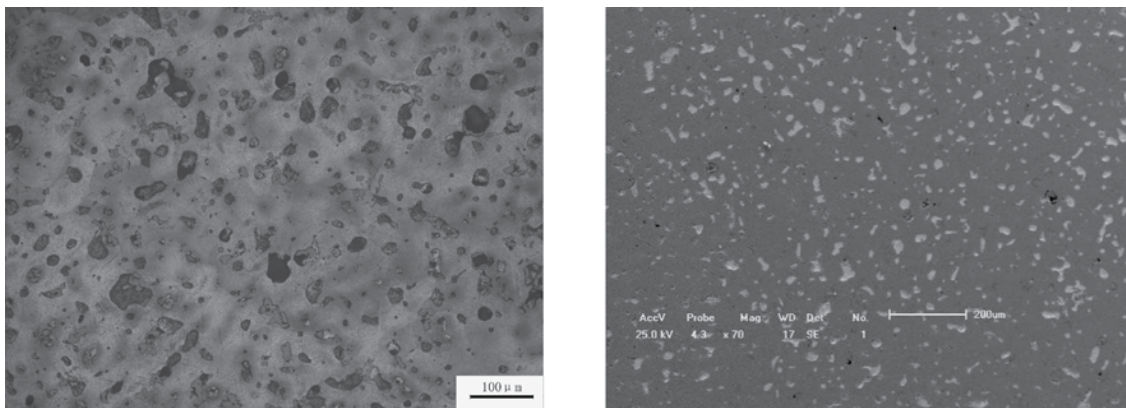


图3 Lrl-6样品显微组织照片与二次电子图像

2.3 锈蚀产物分析

采用Philips X'Pert PROS 型X射线粉末衍射仪 (Cu靶, $K\alpha\lambda=0.1542\text{ nm}$), 分析锈蚀产物的物相组成。狭缝 $DS=ss=1^\circ$, $RS=0.15\text{mm}$, 电压 40kV , 电流 40mA 。扫描速率为 $2^\circ/\text{min}$, 采谱范围为 $5^\circ\sim 80^\circ$, 采集的衍射图谱见图4。锈蚀产物主要为蓝铜矿和孔雀石。

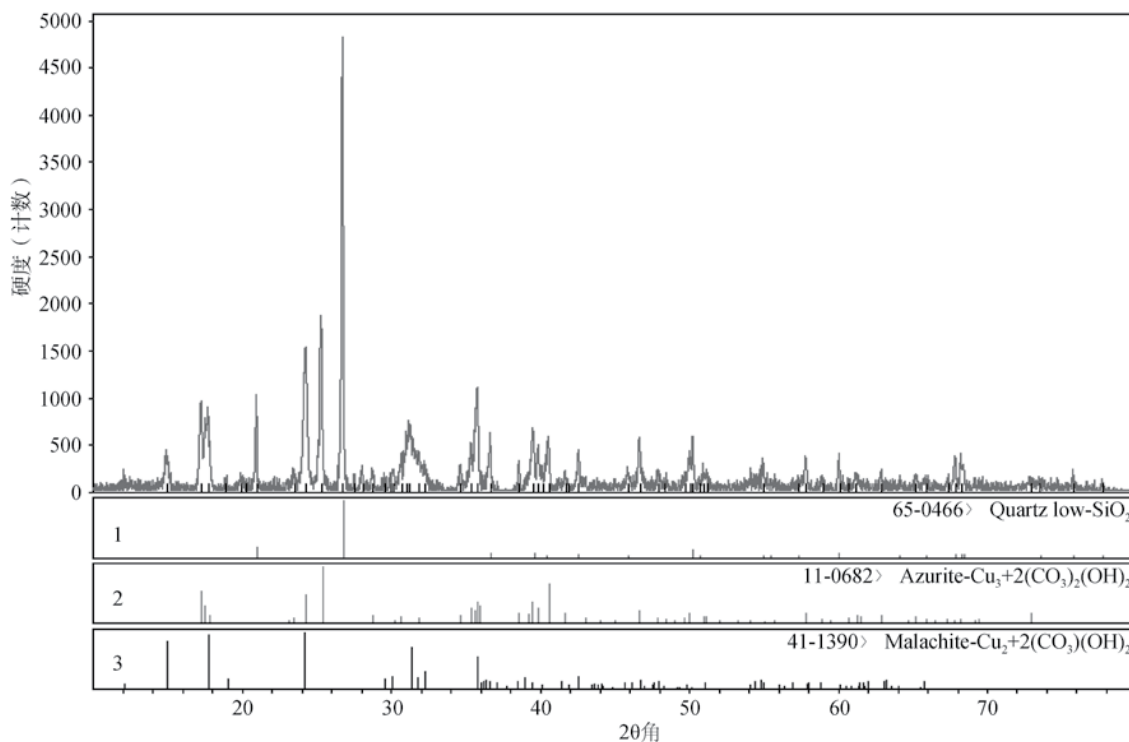


图4 锈蚀产物X射线衍射图谱

3. 保护修复处理

3.1 保护修复方案

科学分析表明，窃曲纹鼎为铜锡铅合金，采用铸造工艺，大晶粒 α 固溶体晶内偏析，晶间分布极少量细点状($\alpha+\Delta$)共析组织，铅呈颗粒状分散于枝晶间，晶界间有少量硫化物夹杂。锈蚀产物主要为蓝铜矿和孔雀石，未见有害锈。鼎的金属性能良好，因此采用传统工艺进行拼对、整形、焊接、补配，作色，最后用Paralaid B-72溶液对带钩进行封护。

3.2 保护修复处理

3.2.1 清洗

用毛刷蘸上去离子水和无水乙醇(两者比例为1:1)，反复清洗鼎的表面污垢，用竹刀剔除器表疏松的锈蚀和土垢，难以去除的土垢，用pH为8的5%的EDTA二钠盐溶液浸泡5min后再去除。难以去除的器表硬结物，先用机械去除再用pH为8的5% EDTA去除。

3.2.2 整形

由于器物整体变形严重，所以采用磨牙法矫形。模具用木块制成，分内外两模，把变形的部位按照适合弧度置于模具之间，然后将模具夹在大台钳内缓慢加压，停一段时间去掉压力，检查恢复的变形是否正确。在加压时需时紧时松，直到铜器变形部位恢复原形，去掉压力后仍有小的变形存在，再用捶打的方法，敲击以恢复其原来形态。

3.2.3 焊接与补配

由于鼎上有缺失部分，需要进行补配。窃曲纹是有规律的环成一圈，所以只需要在缺失处，找纹饰形状相同的地方翻制石膏模。石膏模翻制完成后，在烘箱中烘干，采用锡基合金浇注，做成配块，对照缺失处形状打磨，直至与缺失处完全吻合。然后将需要焊接的地方，茬口打磨出金属胎体出现，涂抹助焊剂，用焊锡焊接牢固。

3.2.4 作色

将腻子 and 固化剂按照一定的比例调制，根据带钩的底色，添加矿物颜料进行调配，调好后，并用特制的小刀抹在接缝处，待凝固后，用粒度较小的水磨砂纸进行打磨，使地子和器物保持一个平面。选用漆片和乙醇作为黏结剂，根据带钩各层颜色，添加不同的矿物颜料，通过弹、点、抹、拉等技法上色。

3.2.5 封护

用毛刷蘸取用2%的Paralaid B-72溶液，反复涂抹在器物内外，对鼎进行封护。

4. 结 论

通过对这件窃曲纹鼎的保护修复，充分保留了其艺术与历史价值。修复前的科学分析，反映了文物的保存状况和制作工艺，为修复提供了直接依据，同时也保存了文物本身的科学信息。清洗、整形、补配、焊接等工艺过程，还原了鼎的本来面目（图5），保证了器物整体强度，修复后的封护处理则防止了器物的进一步腐蚀，最大限度地延长了器物寿命。



图5 窃曲纹鼎修复后