

青岛市博物馆藏两件青铜文物的保护修复研究

胡可佳 张海燕

(青岛市博物馆, 山东青岛, 266061)

摘要 青岛市博物馆藏春秋双螭耳铜盘、商兽面纹铜壶两件青铜文物具有重要的研究价值, 但残缺、锈蚀严重, 亟待保护修复。本文借助显微观察、扫描电镜能谱、X射线衍射等方法, 对两件青铜文物的形貌及锈蚀产物进行了分析检测。在此基础上, 遵循文物保护修复的原则, 采用除锈、整形、补配等保护修复技术措施, 提高了文物的整体稳定性, 满足展示及研究需求, 取得了较好的保护修复效果。

关键词 青铜器 科学分析 保护修复

引言

青岛市博物馆藏青铜文物年代跨度自商代至明清, 器物类型丰富, 为馆藏的重要组成部分, 其中部分青铜器出土自青岛地区, 较有代表性, 为研究青岛地区生活习俗、生产方式等提供了实物资料。在前期对馆藏珍贵铜器保存现状进行全面调查和评估的基础上, 挑选了一批结构及病害状况不稳定的青铜器进行了保护修复, 本文以春秋双螭耳铜盘、商兽面纹铜壶两件文物作为案例, 对保护修复的程序、方法进行简要的梳理和总结, 为日后馆藏青铜文物的保护修复提供借鉴。

1 藏品现状

1.1 春秋双螭耳铜盘

春秋双螭耳铜盘, 一级文物。口径495mm, 高190mm。圆形, 敞口, 窄缘, 浅腹, 平底。双耳高出器口, 耳顶附四只小兽。圈足外侈, 下附三卧牛足。腹外壁饰蟠龙纹, 内底有“亭叔作宝盘, 其万年无疆, 子孙永宝用”十五字铭文。该铜盘体量较大, 整器制作精良, 耳部纹饰尤其精美, 对于研究春秋时期社会生活、审美取向以及铸造工艺均具有重要的意义。

春秋双螭耳铜盘修复前的保存情况见图1, 通体存在较严重的表面硬结物, 且器身附着的锈蚀产物覆盖了部分铭文和纹饰。一耳自腹底部断裂(图2), 其上端一小兽残缺, 一足残断, 器身有两处明显裂隙。



图1 春秋双螭耳铜盘修复前照片



图2 春秋双螭耳铜盘耳部断裂

1.2 商兽面纹铜壶

商兽面纹铜壶，二级文物。壶为盛酒器，也可盛水。此器由兴隆路废品库拣选入藏，残高280mm，腹径180mm×200mm。铜壶呈扁圆体，侈口，小贯耳，扁腹，腹下垂，高圈足。腹部以回纹衬底，饰兽面纹。整器造型优美，纹饰线条流畅、立体感较强，具有一定的历史、艺术、科学价值。

商兽面纹铜壶修复前的保存情况见图3，器物颈部、腹部大面积缺失，器身存在多处裂隙，圈足局部残缺（图4）。通体锈蚀严重，存在大量瘤状物和点腐蚀（图5），并有进一步蔓延的趋势，器身内部有少量硬结物。



图3 商兽面纹铜壶修复前照片



图4 器身裂隙、圈足残缺



图5 点腐蚀、瘤状物

2 分析检测

为进一步了解两件青铜文物的腐蚀程度及病害成因，并有针对性地制定修复方案，对两件器物进行了显微观察，并从器物耳部、腹部、底部等多个位置选取了8个锈蚀产物样品进行了扫描电镜能谱、X射线衍射分析。

2.1 显微观察

利用徕卡体视显微镜对两件青铜文物进行显微观察，不仅可以对器物表面状况、铸造工艺等有更进一步的了解，也可通过颜色、颗粒大小、疏密情况等，初步判定锈蚀产物的种类。显微观察的结果表明，春秋双螭耳铜盘耳部除有锡焊和锡补痕外，还存在褐色胶结物（图6），应为黏接材料老化残留，可见此件器物耳部曾经过黏接焊接修复后再次断裂；铜盘通体以绿色锈蚀为主，耳部发现少量蓝色锈蚀产物（图7）。商兽面纹铜壶内壁发现多处划痕（图8），锈蚀严重，锈蚀产物为亮绿色，疏松呈粉末状（图9），且存在层状堆积的现象，并伴有剥落的情况。

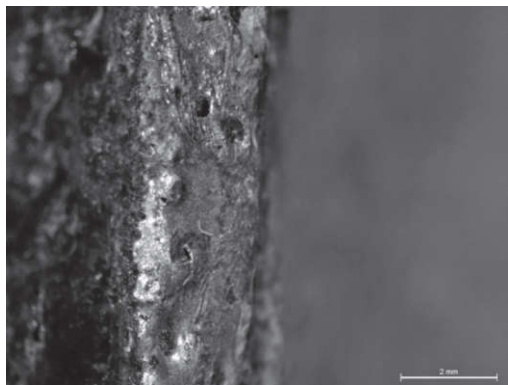


图6 春秋双螭耳铜盘耳部断面残留褐色胶结物（×10）

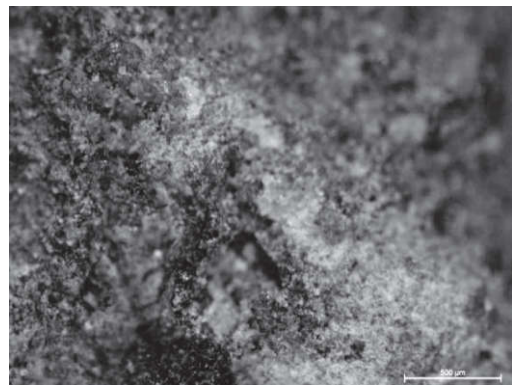


图7 春秋双螭耳铜盘耳部蓝锈（×40）

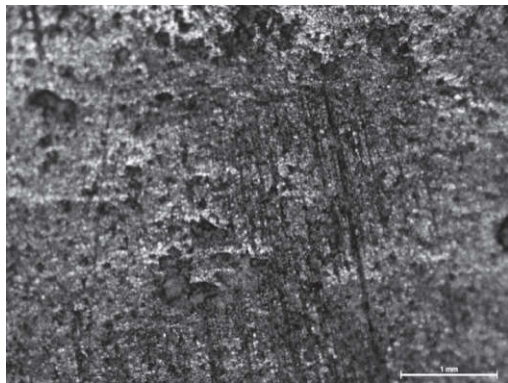


图8 商兽面纹铜壶内壁划痕（×10）

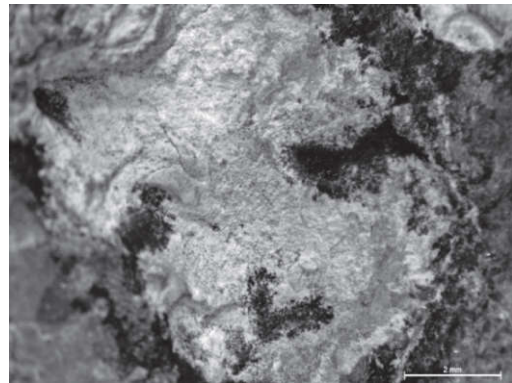


图9 商兽面纹铜壶腹部亮绿色锈（×10）

2.2 扫描电镜能谱分析

使用日本Hitachi公司S-360N扫描电子显微镜、美国EDAX公司Genesis 2000XMS型X射线能谱仪对锈蚀样品进行分析,分析电压为20kV。分析结果见表1。由结果可得,锈蚀产物普遍含有Cu、Sn、Pb等元素,以及Si、K、Ca、Al、Fe等杂质元素。其中商兽面纹铜壶样品发现含有Cl元素,含量最高达19.17wt%,表明含氯腐蚀较为严重;且此件器物样品中Sn元素含量较高,最高达到58.32wt%。青铜器的点腐蚀与合金中锡铅密切相关,青铜器中Cu、Sn、Pb呈不均匀分布,可形成许多电位不同的微区,产生电化学腐蚀,其中 δ 高锡相更易发生腐蚀,构成点蚀发生的内因^[1-3]。

表1 青铜锈蚀产物SEM-EDX分析结果 (单位: wt%)

样品编号	样品描述	Mg	Al	Si	Cl	K	Ca	Sn	Fe	Cu	Pb
10002-1	耳内侧土锈	—	2.22	12.39	0.49	—	—	1.46	3.31	47.42	30.60
10002-2	耳旁绿锈	—	2.15	13.05	—	—	1.60	0.28	1.57	59.64	21.71
10002-3	盘内绿锈	—	1.10	10.81	0.15	1.23	3.83	—	2.00	57.94	22.96
10002-4	盘内绿锈	—	1.48	2.09	—	0.28	0.71	—	1.20	88.73	5.50
10002-5	耳内侧蓝锈	—	2.51	10.34	—	0.85	3.86	—	2.10	55.34	25.00
20005-1	腹部绿锈	—	0.81	0.96	19.17	—	0.41	7.95	0.59	56.85	13.16
20005-2	颈部绿锈	—	1.69	5.69	0.45	—	1.9	58.32	0.56	17.48	13.90
20005-3	腹部绿锈	—	1.38	5.72	—	—	—	50.23	—	21.55	21.11

2.3 X射线衍射分析

采用日本Rigaku公司D/max 2200型X射线衍射仪对样品进行物相分析。电压40kV,电流40mA, Cu靶, 发散狭缝、防散射狭缝和接收狭缝分别为1°、1°和0.15mm, 分析结果见表2。结果表明, 两件青铜器的锈蚀产物主要为碱式碳酸铜、碱式氯化铜、氯化亚铜等。

表2 锈蚀产物XRD分析结果

样品编号	样品描述	锈蚀产物主要成分	矿物名
10002-3	绿色锈蚀	CaCO ₃ , Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃	方解石, 碱式碳酸铜
10002-4	绿色锈蚀	Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃ , CuCl ₂ ·3Cu(OH) ₂ , CuCl	碱式碳酸铜, 碱式氯化铜, 氯化亚铜
20005-1	绿色锈蚀	Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃ , CuCl ₂ ·3Cu(OH) ₂ , CuCl	碱式碳酸铜, 碱式氯化铜, 氯化亚铜

3 保护修复

通过显微观察和锈蚀产物分析检测, 可大致了解两件青铜文物的保存状况。在此基础上, 制定出大致的修复方案, 保护修复的技术路线为: 建立修复档案→清洗→黏接加固→补全做旧→缓蚀→封护→长期保存方法和建议。同时, 在修复过程中通过深入了解修复对象, 不断改进具体的修复实施工艺。

3.1 建立档案

参照《馆藏金属文物保护修复档案记录规范》(WW/T/0010—2008),为两件器物建立保护修复档案,采用文字记录和图片采集相结合的方式进行详细记录。

由于春秋双螭耳铜盘内底刻有铭文,为了更加全面地记录文物的历史信息和制作工艺,制作了铭文拓片,提取重要的文字信息,为相关研究提供资料。

3.2 清洗

青铜器的清洗主要分为机械清洗和化学清洗,针对不同的表面污染物和锈蚀产物类型,采取不同的清洗方法。

土锈和表面硬结物的去除主要使用机械方法。用棉签蘸取溶液湿润软化后,用竹签、手术刀等将污染物去除,必要的时候结合使用洁牙机和高压蒸汽清洗机进行清理。

商兽面纹铜壶表面存在大量的粉状锈和瘤状物,若不清理彻底,将会不断向青铜器内部延伸,危及器物本体。粉状锈的去除采用机械与化学方法相结合的手段,先使用手术刀、洁牙机进行试探性打磨,一步步将内部的有害锈完全剔除,接近青铜本体时应及时停止,然后将锌粉与10%氢氧化钠溶液混合调成糊状,敷在锈蚀部位,经过0.5h以上的反应时间,用蒸馏水反复擦洗干净,进行干燥处理,达到了较好的去除效果。对已形成孔洞的地方,使用双组分环氧树脂进行局部填充补配。

春秋双螭耳铜盘断裂的耳部及器身表面残留褐色黏接材料和焊接痕迹,为保证再次黏接和焊接的效果,需要对其进行清洗。锡焊痕迹使用电烙铁加热清除;黏接材料先用丙酮擦拭软化,再用手术刀剔除,直至处理干净。

3.3 黏接加固



图10 春秋双螭耳铜盘耳部整形固定

春秋双螭耳铜盘主要存在耳部、足部断裂以及局部缺失等病害,且由于耳部的断裂脱落,铜盘腹底产生变形和裂隙。首先,需对该位置进行预先矫形,由于器物底部较薄较脆,矫形需缓慢谨慎,使用热风枪加热,用皮锤轻敲,并通过逐步试探性地加压、减压不断调整。由于器物耳部重量较大,选用焊接的方式进行修复,使用电烙铁在耳部断裂位置选点焊接,再用双组分环氧树脂胶填充缝隙进一步黏接加固,最后使用整形夹加以固定(图10)。

3.4 补全做旧

为了增强器物的结构稳定性，达到更好的展示效果，需要对器物残缺部位进行补全和做旧处理。补全是在有依据的前提下，根据器物的原始形状，用修复材料对缺失部位进行修补的过程。补全所用的修补剂应具有可再处理性，日后如有更为合适的修复材料可随时去除。

春秋双螭耳铜盘耳部残缺一小兽，由于器形对称，所缺部位有据可依，可通过复制对称位置的小兽进行补全。先在小兽上涂抹凡士林，再涂上调好的硅胶作模，将修补剂灌入模中，通过不断挤压赶走气泡，干燥后取出黏接，待补配树脂凝固，再对纹饰进行细节雕刻、打磨处理。

商兽面纹铜壶腹部、颈部存在大面积缺失，且器物本体厚度较薄，较为脆弱，补配难度较大。由于器物腹部表面存在孔洞，先对其进行清理修补，再根据兽面纹的对称性，对局部缺失的纹饰进行绘制和雕刻。对于器形大面积缺失的补全，需要充分细致的考证，以同一时期的相似器形作为参考。商代扁形铜壶器形、纹饰对称，且该件文物器身残留较为完整的对称成组纹饰，因此，此次修复以残存的器身为模，进行翻模补全。翻模过程较为烦琐复杂，分为两步，首先补全残存位置相对完整的腹部，由于缺失面积较大，器壁本身厚度较薄，翻模时在硅胶中加入麻布以增加强度（图11）；待腹部补全完成后，再对铜壶颈部进行补全，使用蜡片圈于器物的外口沿，根据残留部分器壁的厚度和高度，在蜡片内部涂抹树脂修补剂，干燥后进行打磨和局部修整。全色做旧应坚持修旧如旧及可辨识的原则，对比器物原有部分的色彩，使用虫胶调和矿物颜料，一层层地进行，如图12所示，直至总体协调一致。经过修复，总体器形、弧度达到美学上的复原，使文物的原真性和艺术美感得到了统一。



图11 商兽面纹铜壶腹部翻模



图12 商兽面纹铜壶做色

3.5 缓蚀、封护

由于苯丙三氮唑（BTA）可与铜离子结合生成BTA-Cu，较为稳定，可将铜器本体与外部环境隔离开来，被认为是有效的铜缓蚀剂^[4]，在国内青铜文物的保护中应用广泛。本次修复中缓蚀和表面封护均采用喷涂的方法，先选用3% BTA乙醇溶液，再用2% Paraloid B72丙酮溶液喷涂2~3次，观察封护效果，防止液体流淌或产生眩光。

4 结 论

春秋双螭耳铜盘、商兽面纹铜壶两件青铜文物经保护修复后，结构稳定，原貌得以展现，修复后照片见图13和图14，基本达到了揭示文物信息、延缓文物寿命，以及进一步展示和研究的目的。



图13 春秋双螭耳铜盘修复后照片



图14 商兽面纹铜壶修复后照片

致谢：两件文物的保护修复属“青岛市博物馆馆藏青铜器保护修复项目”，感谢合作单位山东省文物保护修复中心在保护修复过程中给予的支持和帮助。

参 考 文 献

- [1] 范崇正, 吴佑实, 王昌隧. 粉状锈生成的电化学腐蚀及价电子结构分析 [J]. 化学物理学报, 1992, 5 (6): 479-484.
- [2] 张玉忠. 青铜病的机理及防治方法研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2010.
- [3] 王蕙贞. 文物保护学 [M]. 北京: 文物出版社, 2009.
- [4] 祝鸿范. BTA缓蚀剂在文物保护中的应用 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999, 11 (4): 255-256.