

A study on the conservation and restoration methods of bronze collections in museums——Taking Kaizhou Museum as an example

Hongcheng Liao

Kai Zhou District Cultural Relics Management Office Kai Zhou District, Chongqing, 405400, China

Abstract

As a key cultural institution in the Three Gorges Reservoir Area, Kaizhou Museum houses thousands of bronze artifacts dating from the Warring States to Han dynasties. These relics serve as vital resources for studying Ba culture and the historical development of the Three Gorges region. While preserving these bronze collections is crucial, their preservation faces challenges due to historical environmental factors and inadequate restoration facilities. The artifacts commonly exhibit deterioration issues including cracks, deformation, corrosion, and layered erosion. Some pieces show blurred patterns and severe mineralization. To optimize conservation strategies, it is essential to identify the root causes and specific types of deterioration. By implementing comprehensive measures—from data collection and damage assessment to restoration planning—combined with controlled storage environments, daily monitoring, and exhibition protection protocols, we can significantly enhance preservation effectiveness.

Keywords

museum; collection; bronze cultural relics; conservation and restoration

试析博物馆馆藏青铜文物保护修复方法——以开州博物馆为例

廖红成

重庆市开州区文物管理所，中国·重庆 405400

摘要

开州博物馆作为三峡库区重要文物收藏机构，收藏了自战国至两汉时期青铜文物几千件，这些文物也成为了研究巴文化与三峡地区历史文化的重要资料。做好博物馆馆藏青铜文物的保护与修复是十分必要的，但是因早期保存环境和修复条件等多重因素的影响，馆藏青铜文物普遍存在残缺、变形、锈蚀、裂隙、层状剥蚀等相应的病害问题，部分青铜器还存在纹饰模糊、矿化严重的情况，必须明确博物馆馆藏青铜文物病害成因及类型，对保护修复策略作出有效优化和调整。通过文物信息采集、病害检测分析、修复方案制定，配合库房保存环境控制、日常监控与维护、展览保护等相应保护手段提高保护修复效果。

关键词

博物馆；馆藏；青铜文物；保护和修复

1 引言

开州位于重庆市东北部，地处三峡库区小江支流回水末端，北依大巴山、南近长江，特殊的地理位置使其拥有着丰厚的历史底蕴，因此该地区也成为了三峡库区文化淹没搬迁与抢救保护的核心区域。在重庆市东北部淹没迁建文物点达 42 处，其中地下文物 38 处，地面文物 4 处。在抢救挖掘文物中累计挖掘面积达 76275 平方米，共抢救出土文物 4197 件，开州博物馆馆藏的青铜文物便来源于此，这些文

物具有极高的历史价值和学习价值，做好文物的保护与修复工作是十分必要的，而在此之前首先则需要明确开州博物馆馆藏青铜器常见病害及病害成因。

2 开州博物馆馆藏青铜器常见病害

2.1 常见病害类型

根据开州博物馆馆藏青铜器的材质特性和开发形式以及保护形式，其常见病害问题主要包含锈蚀病害和机械性病害两种类别。

锈蚀病害又包含酥粉锈、层状剥蚀髹、鎏金层锈蚀和完全矿化锈四种类别。酥粉锈多见于战国青铜巴式剑、戈、矛等相应兵器。具体表现为青铜器表层或内部出现灰白色

【作者简介】廖红成（1988-），男，中国重庆人，本科，馆员，从事文物研究。

粉末状锈层，质地疏松^[1]。若不及时加以修复和处理则很容易会导致器物胎体变薄，结构疏松，出现粉化坍塌等相应问题。层状剥蚀锈多见于东汉青铜釜等生活用器，具体体现为器物表面锈层呈层状分布且每层的锈层厚度不均匀，很容易会受温度、湿度等多重因素影响从胎体剥离，进而暴露出新的腐蚀面，出现层层脱落的问题。鎏金层锈蚀多见于东汉鎏金铜泡钉，因鎏金层较薄，在出土以后很容易会因温度湿度的波动出现开裂、起翘等相应问题，而铜胎被腐蚀产生的铜锈则会从裂缝中溢出，进一步破坏鎏金层的完整性^[2]。完全矿化锈常见于生活用器，器物胎体因长期处于强腐蚀环境，使得铜基体被完全转化为锈蚀产物，质地坚硬但酥脆，很有可能会因搬运等多重因素影响出现碎裂问题。

机械性病害主要包含残缺、变形、裂隙三种类别。残缺是现阶段大多数青铜器文物存在的普遍问题，例如战国青铜戈的援部断裂、青铜矛的骹部缺失、东汉青铜釜的耳朵残缺等等，这也使得青铜器文物的完整性受到一定的影响。变形多见于薄壁青铜器，例如东汉青铜釜存在腐蚀凹陷问题，鎏金铜泡钉存在钉帽变形问题等等。裂隙可以分为锈层裂隙和胎体裂隙两种类别，胎体裂隙多是因为外力冲击或温度骤变产生的，而锈层裂隙多是因锈层与胎体热膨胀系数不同，在温度、湿度波动下加速胎体腐蚀。

2.2 病害成因

青铜器文物病害的构成原因是相对而言较为复杂的，具体可以从埋藏环境、出土后保存与修复两方面来展开论述。

埋藏环境中氯离子、土壤湿度与氧气、土壤酸碱度与有机质含量等相应因素都会影响青铜器文物的完整性。三峡地区属于亚热带季风气候，降水充沛，土壤含水量相对较高，且部分地区氯离子、硫酸根离子以及有机质含量相对较高，这也为青铜器腐蚀提供了有利条件。土壤中的氯离子具有强渗透性，可穿透青铜器表面的氧化层与铜基体发生反应生成氯化亚铜。在潮湿环境下氯化亚铜又很容易会发生水解反应，生成氢氧化亚铜与盐酸，进一步腐蚀青铜器文物。此外土壤中的湿气与氧气相对较高则可通过孔隙渗透至青铜器表面，与铜、锡等相应金属发生氧化反应，生成锈蚀产物。土壤中的有机质含量较高或土壤呈弱酸性，同样会破坏青铜器的钝化膜，促使金属溶解^[3]。

而从出土后的保护与修复来分析。首先，若早期保护工作落实不到位，缺乏除湿机、密封容器等相应的专业临时保护设备或高温度波动则很容易会导致出土前形成的锈蚀产物持续发展，病害加剧。其次，在考古现场若修复条件较为简陋，只是简单的进行清理、粘接和石膏补缺，并未对土壤结核、碳酸钙沉积等相应硬结物和有害锈进行处理，也会产生新的病害问题。最后，开州博物馆早期库房缺乏专业的温度湿度控制设备，早期修复养护工作落实不到位，也很容易会导致病害问题加剧。

3 开州博物馆馆藏青铜器修复工作策略

为了更好的延长青铜器文物的寿命，提高修复工作落实的实效性，开州博物馆馆藏青铜器修复工作落实的过程中可抓住如下几个关键要点来做出优化和调整，提高修复能力和修复成效。

3.1 文物信息采集

文物信息信息采集是青铜器修复工作落实的基础环节，对于青铜器修复成效会起到至关重要的影响，而在文物信息采集的过程中相关工作人员可从基础信息记录、现状图像采集以及尺寸与重量测量等相应关键要点来作出优化和调整。首先，在基础信息采记录的过程中须通过考古挖掘报告与博物博物馆文物档案信息调取的方式来更好地明确青铜器出土的时间、所属年代、器型尺寸、纹饰特征等相应的基础信息，并建立文物信息表，为后续的文物保护修复提供更多的信息参考^[4]。

其次，需要做好现状图像采集，可借助高清数码相机显微镜对器物进行全方位的图像记录，如图 1 所示。并且从宏观图像和微观图像两个维度来进行图像采集，宏观维度需通过器物正面、背面、侧面、顶部、底部和关键部位的拍摄来确保完整的呈现器物的整体形态和病害分布。而微观图像则需要聚焦于锈蚀区域、断口截面、裂隙细节，记录锈蚀产物的形态、颜色、结构和胎体保存状况。



图 1：战国青铜戈

最后，需做好尺寸与重量测量，可借助游标卡尺来完成器物的关键尺寸记录，如青铜斧的口径、高度、壁厚，青铜剑的长度、宽度、剑刃厚度等等，可以通过该项数据与原始数据对比来更好的明确因锈蚀脱落导致的重量变化。

3.2 病害检测分析。

病害检测分析可以更好地明确青铜文物存在的病害问题及构成原因，为后续修复工作的开展提供更多的参考和借鉴，可通过 X 射线荧光光谱分析、X 射线衍射分析、体视显微镜观察、pH 值检测等多种方法，保障检测结果的完整性准确性与真实性^[5]。X 射线荧光光谱分析多用于青铜器的材质分析，可明确青铜器中铜、锡、铅的含量以及锈蚀产物的元素组成。例如在战国青铜巴式剑检测的过程中可通过该项

技术的应用来更好地明确其铜含量、铅含量和锡含量，经检测发现该青铜兵器属于较为典型的高锡青铜兵器，锡含量约为 15%，铜含量约为 80%，铅含量约为 5%。而在酥粉锈区域检测的过程中发现该区域的氯离子含量达到了 1.2%。因此可得酥粉锈与氯离子腐蚀密切相关，可以为后续修复提供参考。 x 射线衍射分析可应用于分析锈蚀产物的物相结构。例如可对青铜釜表面层状剥蚀锈进行检测，发现锈层主要由氧化铜、氧化亚铜、孔雀石组成，可以为后续脱盐处理提供靶点。体视显微镜观察多应用于观察器物表面锈蚀的宏观结构和胎体的保存情况。而 pH 值检测则是借助试纸判断是否存在酸性或碱性腐蚀环境。

3.3 修复方案制定

在修复方案制定的过程中应结合文物保护修复方案编写规范为不同青铜器制定个性化修复方案，保障修复工作落实的针对性适切性与有效性。例如战国青铜巴式剑修复，其修复目标在于去除有害锈，如酥粉锈，稳定胎体结构，修复剑脊裂隙，对残缺部分进行补缺，这时则需要先进行脱盐处理，然后进行有害锈清除。脱盐处理可借助乙醇水溶液浸泡文物并定期更换，在此基础之上，可借助离子色谱仪检测氯离子浓度，直到氯离子浓度达到标准在。有害锈清除的过程中可借助竹刀和超声波清洗仪来去除表面的塑粉锈，深层塑粉锈则可借助微型喷砂机进行处理，在此之后进行胎体结构加固，借助 5% 的聚乙二醇乙醇溶液通过滴加法形成加固层增强胎体强度，然后借助环氧树脂进行裂隙性修复和残缺补缺，最后对粘接部位进行做旧处理，保障其颜色质感一致。

4 开州博物馆馆藏青铜器保护措施分析

4.1 库房保存环境控制

库房保存环境的稳定性对于青铜器是否会出现病害问题会起到至关重要的影响，而在库房保存环境控制的过程中应紧抓温湿度控制、有害气体与灰尘控制、存储容器选择三大关键要点做出优化和调整。温湿度控制可借助恒温恒湿机组将温度和湿度分别控制在 18℃ 和 50%，前者偏差值可控制在 2℃ 以内，后者偏差值可控制在 5% 左右。在有害气体与灰尘控制的过程中可借助活性炭过滤器来有效去除空气中的二氧化硫、氮氧化物等相应有害气体，并每周用吸尘器清除灰尘。在存储容器选择的过程中可通过定制文物收纳盒并在其内衬放置无酸棉和硅胶干燥剂来避免酸性物质对青铜器文物产生锈蚀或因湿气较高导致青铜器文物损坏，若青铜器体积较大，这个时则可以通过定制木质底座的方式配合无酸毛毡铺垫底座来避免直接摩擦。

4.2 日常监测与维护

可通过定期检查与维护措施优化来及时的发现青铜器

存在的病害问题并进行修整处理。博物馆应每月开展一次检查工作，重点检查粘接处、补缺层等相应修复部位是否存在松动、脱落、开裂等相应问题以及表面是否存在新的锈蚀，每季度可借助 x 射线荧光光谱仪对青铜器进行检验，若发现氯离子含量超标则可通过脱盐处理进行解决。在此之后，需要根据实际情况对维护措施做出适当优化。例如若发现封护磨损，这时则可用脱脂棉蘸取少量的丙烯酸树脂乙醇溶液擦拭磨损区域。若出现连接处轻微松动，可借助微型注射器注入少量的环氧树脂胶。若发现器物表面存在浮锈，这时则可借助脱脂棉蘸取无水乙醇轻轻擦拭。

4.3 展览保护措施

青铜器具有较高的学习价值和传承价值，因此做好青铜器的展览是十分重要的，而这时则需要关注展览过程中的青铜器文物保护。首先，需要做好展柜环境控制，可通过恒温恒湿展示柜的有效应用来控制其内部温度和相对湿度。同时展柜玻璃可采用防紫外线玻璃避，免对金属金青铜文物造成破坏和影响，其次，在陈列方式设计上需要做出优化，避免受力不均等相应问题的出现，可通过定制专门的支架配合无酸毛毡铺设于支架与青铜器的接触部位来保障青铜器的稳定性，避免文物倾倒碰撞所导致的损坏。最后，需要做好观众互动限制，展出的青铜器应设置防护栏，避免近距离接触导致呼吸水气污染或意外碰撞。在展示柜台旁边还需要设立提示牌，禁止触摸拍打展柜玻璃^[6]。

5 结语

做好博物馆青铜器文物的保护与修复是十分必要的，这可以有效的解决青铜器文物因出土保存与修复因素和埋藏环境因素出现损坏的问题，可通过文物信息采集、病害检测分析制定修复方案，保障修复工作落实的针对性。在此基础之上可通过库房保存环境控制、日常监测与维护、展览保护等多种方式加强青铜器文物的保护。

参考文献

- [1] 崔晓娜,崔丽娟. 战国青铜剑锈蚀分析与保护修复实践[N]. 中国文物报, 2025-05-23 (005).
- [2] 赵蓓蓓. 邹城博物馆馆藏青铜文物保护修复技术研究 [J]. 文物鉴定与鉴赏, 2025, (03): 45-48.
- [3] 韩畅. 青铜文物修复中传统焊接借鉴现代技术的探索 [J]. 南腔北调, 2025, (04): 39-41.
- [4] 王昕. 探究博物馆青铜文物陈展保护工作中数字化技术的应用 [J]. 收藏, 2024, (11): 126-128.
- [5] 王丽娟. 青铜文物的修复与保护方法探析 [J]. 文物修复研究, 2018, (00): 225-228.
- [6] 黄伟,黄献源,黄胜敏. 南宁市博物馆藏青铜文物保护修复研究 [J]. 广西文博, 2018, (00): 219-230.