

# 出土脆弱錫、鉛質文物的保護修復

鄧天珍  
段劍蓉

## 以張家川馬家塬三號墓車廂側板鉛牛保護修復為例

二〇〇六年在甘肅省張家川木河鄉馬家塬發現了戰國晚期規模大、規格高、形制獨特的墓葬和車馬坑並出土一批錫、鉛質地的精美文物。這批珍貴文物因受物理和化學等作用的影響，礦化嚴重，錫疫的蔓延致使錫質文物酥粉，除此之外，大部分鉛器基體缺失，形狀扭曲變形，支離破碎。在上述病害分析和檢測的基礎上，辯證施治，運用科學的檢測方法對出土的錫、鉛質文物的基體和腐蝕產物進行結構、成分分析。並且根據每件文物的具體保存現狀，分別採取了軟化清理、強化滲透加固、機械除鏽、黏接、補配、和做舊等方法，有效的保護修復了這批脆弱錫、鉛質文物，還原了其文物的歷史、藝術及研究價值。

### 引言

金屬錫和鉛是鑄造青銅器的主要合金元素，考古工作中也發現有一定數量的錫、鉛質或錫鉛合金器物。

如河南安陽小屯村殷墟中出土的錫塊和鉛錠，湖北梁莊王墓出土四十七件鉛、錫器，江西出土的三十九件明代錫器等。(註一)由於鉛、錫金屬本身

具有的物理和化學性質，這些錫、鉛器或錫鉛合金器物出土時大多鏽蝕嚴重，保存狀況不甚理想，因此決定了錫、鉛質的保護也是文物保護工作中

的一個難點問題。

二〇〇六年七月在甘肅省張家川木河鄉馬家塬發現了規模較大、規格較高、形制獨特的戰國晚期墓葬和車馬坑，一號墓、三號墓出土了以繭形壺為代表的青銅器以及金、銀器、鍍金銀鐵飾件、瑪瑙、綠松石等文物，除此之外還出土了一批製作工藝精湛的錫、鉛質文物。但這批錫、鉛質文物因受物理和化學等作用的影響，礦化嚴重，錫疫蔓延致使錫質文物酥粉，其中鉛質文物普遍存在著基體缺失、支離破碎，形狀扭曲變形等問題。

為了有效保護修復張家川馬家塬出土的這批脆弱錫、鉛質文物，還原其歷史、藝術和科學研究價值，我們採用無損取樣分析方法，對每件文物進行了全面的分析檢測，制定了科學的保護方案。通過軟化清理、滲透加固、機械除鏽、黏接、補配、做舊等手段，對這批脆弱錫、鉛質文物進行了有效的保護修復。本文對這一工作過程進行初步報告，以永教於方家，

並希望為中國古代錫、鉛質文物保護修復提供參考資料。

### 錫、鉛質文物出土情況及保存現狀

發掘資料顯示(註二)，在一號墓車馬坑馬頭的周圍清理出了四件錫牛角飾，由於埋藏環境所致，錫器表面全部氧化，氧化層呈白色、灰色和黑色。(圖一、二)錫牛角飾腐蝕嚴重，錫疫蔓延，器物整體或局部呈酥鬆發脆狀態。同時在三號墓車馬坑發現了三件鉛器，其中在隨葬車的車廂板中上部發現了一件部分身體裸露的鉛牛。墓室早期的坍塌與後期盜掘時的擾亂造成車廂側板與側板之間相互疊壓、堆積，使得無法辨認出它們之間的關係，加之鉛牛頭部礦化嚴重，臉旁的犄角和腿部都已斷裂。(圖三)在鉛牛的旁邊還有一件因受外力擠壓變形的金箔虎。複雜的疊壓關係和一觸即碎的鉛牛給現場發掘的工作者進行繼續清理帶來了意想不到的困難。二〇〇九年十二月，甘肅省文物



圖2 錫牛角飾(1號墓:8)



圖1 錫牛角飾底部(1號墓.L:12)



圖11 鉛俑（1號墓：75）



圖10 鉛牛（3號墓：63）



圖9 錫牛角飾（1號墓：8）



圖8 鉛俑（3號墓）

**錫、鉛器的病害分析**  
張家川馬家塬一號墓、三號墓出土的錫、鉛質文物均存在不同程度的腐蝕，我們在保護修復時參考國家文物局二〇〇八年頒佈的青銅器、鐵器



圖5 錫牛角飾（1號墓.L:12）



圖4 錫牛角飾（1號墓.L:11）



圖7 錫牛角飾底部（1號墓：9）



圖6 錫牛角飾（1號墓：8）

文物病害分類與圖示標準，針對錫、鉛器特有的腐蝕表像，將這些器物的病害類型初步定為瘤狀物、變形、點腐蝕、孔洞、殘缺、層狀脫落、錫疫、表面硬結物、龜裂、礦化、全面腐蝕等病害。部分病害簡要介紹如下：  
**殘缺、孔洞**  
張家川馬家 一號墓、三號墓出土的錫、鉛質文物因物理作用和化學腐蝕導致大部分文物存在不同程度的殘缺或病害。（圖四、五）  
**層狀脫落、龜裂**  
腐蝕嚴重的錫、鉛質上，層狀脫落病害較常見，顆粒狀的腐蝕產物主要分佈在龜裂紋的縫隙處。（圖六、七）  
**表面硬結物：**  
出土的錫、鉛質文物表面覆蓋的硬結物，有疏鬆和堅硬兩種。（圖八、九）  
**變形、斷裂：**  
錫、鉛質文物，因受外力作用導致器物形狀發生改變變形。（圖十、十一）



圖3 車廂側板上保護修復前鉛牛（3號墓）

考古研究所和陝西省考古研究院聯合採用現場石膏打包的方式，將車廂側板和鉛牛整體搬遷至實驗室內進行清理保護。



圖14 試拼接

### 清理

我們根據以往室內清理的經驗，

錫、鉛質的保護修復技術路線。現以張家川馬家塬戰國墓地三號墓出土車廂側板上鉛牛的保護修復為例，將脆弱鉛質保護修復過程清理、黏接、補配、脫鹽等步驟闡述如下。



圖13 清理後的鉛牛

### 錫、鉛質的鏽蝕產物及可溶鹽分析

為了科學的保護修復這批脆弱錫、鉛質文物，保護修復前運用X射線衍射光譜分析(XRD)、X射線螢光光譜分析(XRF)和離子色譜分析(IC)等檢測手段對錫、鉛質文物的



圖12 用滴管滲透軟化

腐蝕產物、表面硬結物等進行了基體結構、成分等分析，為文物保護技術路線提供了科學依據。

### 腐蝕產物結構分析

運用X射線衍射技術，對一號墓和三號墓出土的錫、鉛器文物上的鏽蝕物進行了物相分析。XRD譜圖分析表明：鉛牛（三號墓）的腐蝕產物以一氧化鉛(PbO)、碳酸鉛(PbCO<sub>3</sub>)、鹼式碳酸鉛Pb<sub>3</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>為主，錫質的腐蝕產物以SnO<sub>2</sub>、SnO為主。

### 基體成份分析

借助可攜式X螢光能譜儀，對張家川馬家塬一號墓、三號墓出土的十餘件錫、鉛質文物的基體成份進行定性分析，分析檢測結果表明：錫、鉛質主體成分元素為錫、鉛譜圖。

### 可溶鹽成分分析

應用離子色譜儀(IC)對錫、鉛器文物表面硬結物中可溶鹽的分佈狀況及錫、鉛器文物上的附著土中可溶性陰離子進行定量分析。結果表明：鉛牛（三號墓：六九）表面的硬結物中的可溶鹽含有硫酸根離子和氯離子，對夾雜在裂隙和殘缺部位的部分硬結物中的氯離子分析結果表明，其有害離子的含量隨著器物腐蝕程度而遞增。這些附著在器物表面或病害處的硬結物如果不去除，將不利於錫、鉛器文物的長久保存。

### 錫、鉛質的保護修復處理

在科學的分析檢測以及對錫、鉛質文物病害認知的基礎上，遵循文物保護修復基本原則，制定了切實適合張家川馬家塬一號墓、三號墓脆弱

從上到下逐層清理，詳細記錄在清理過程中所發現的資訊，確保資訊的完整性和可靠性。清理時因土層乾燥且堅硬，採取滲透軟化，使土層濕潤後變得疏鬆而便於清理。（圖十二）

當清理接近鉛牛本體時發現有兩個現象：一是出土後的環境打破了原有的平衡，加速了文物的腐蝕；二是鉛牛肌體糟朽、脆弱，又因受到墓葬坍塌的影響，使得鉛牛各個部位斷裂和變形。此時清理出來的鉛牛已經是受到擠壓變形、質地很脆弱的碎片。（圖十三）

### 拼對、黏接

#### 鉛牛頭部的拼對、黏接

由於鉛牛頭部、犄角處破碎的位置特殊，在修復時頗費周折。一是殘片不齊，不能形成完整的對應關係，二是僅有的殘片（包括斷了幾截的犄角）既要與原有頭部相連接，又要和前面一組犄角相對應，這樣才能形成一個完整的頭部。可是在清理過程中，鉛牛頭部缺失部分多，僅有的殘斷，黏接面也不到〇·五公釐，無法兼顧兩邊的對應關係，因此在處理整

個頭部時，採用平衡各部位關係、把握整體的理念，採取滲透加固、局部黏接、內側墊襯的工藝，將鉛牛頭部輪廓復原出來。

### 鉛牛整體的復原

鉛牛整體的復原首先要清楚鉛牛的整体形狀，其關鍵是對左側身體變形部位的對接。因為這部分殘片多、變形大、缺失多，所以我們採取根據保存狀況相對較好的右側身體部分的形狀來復原的辦法。將右側身體部位、器身前後兩塊及腿部黏接復原，並在其內側做好襯，以增加強度，在此基礎上再將左側身體殘片按照對應關係和右側身體對接。右側身體前後兩大塊的對接角度很重要，如果角度正確，其它殘塊與之也能互相吻合。在黏接時儘量按照原有角度黏合，使之成爲一個整體，在黏接劑固化後，翻轉過來，在其內側貼上一層紗布，用B7C液體加固，以增加其整體強度。目前只是試拼接，找到大致的位置，做到心中有數。（圖十四）因爲殘片變形大，又有缺失，斷口不能銜接，只能將前、中、後三塊作爲一



圖18 缺失補配

然後再將右側的犄角補齊，最終將本是一堆殘片的鉛牛整體復原。但這只是形體的復原，要達到文物的陳展和長期保存，必須要進行的脫鹽和做舊處理。

三是對鉛牛眉骨缺失的部分直接填補。用安特固在空缺邊緣先施上一層膠，沿著邊緣的一端向另一端拉動，將膠液拉平，由於重力的作用，在沒有支撐物的情況下，膠液下陷，需要把握施膠的時機或翻轉過來靠重力把膠拉平，固化後再補體、打磨、修整。

本和本次修復的鉛牛相同，我們採用在鉛牛完好部位翻模的方法複製鉛牛臉部分。翻制模具有多種方法，一般用砂膠或石膏做模具，對於糟朽鉛牛來說，用石膏翻模會對器物產生很大影響，所以採取用油泥直接做模的方法，用滑石粉在油泥上撲撒後直接在臉部分做模，脫模後刷上隔膜劑再將安特固均勻的塗抹一層，固化後取下，按照缺失部位的形狀剪下來，黏接到缺失的部位。（圖十八）

因腐蝕嚴重，鉛牛清理後的顏色表面呈現出由灰、白、黃、紅等顏色組成的凹凸不平的效果。對於這種鏽蝕，不能採用一般青銅器依據層次關係按層做舊的方法，而是要將各種礦物顏料調成一種較稠的半固體狀態，用點、抹、刮、塗、崩等手法作用在鉛牛的補配處，一遍乾透後，再重複一遍，局部不協調處再用彈撥法渲染，達到於鉛牛本體色彩的統一協調。（圖十九）

液，待其固化後，從身下的縫隙中一點點將油泥掏出來。

二是對牛的前臉及左側一面缺失的部分採取翻模方法複製。一般情況下，缺失部位的補配，要到與之對應的部分去翻模。但是鉛牛臉部分缺失太多（圖十七），只能借鑒同時出土的形制相似的器物來複製。三號墓出土的另外一件鉛牛，其形制、大小基



圖15 點黏



圖16 用油泥塑形



圖17 臉部分缺失

個整體，邊拼接、邊調整，這樣能夠看出整體輪廓後，才能正式歸位。歸位時，先用塑膠紙包裹油泥（避免其油性侵入器物肌體）做成隨形殘片的支撐體，再將包括後腿在內的幾塊

殘片放在其上，用四〇一膠在能夠接觸的幾個點上先分別「點」黏接（圖十五），在確定位置正確無誤後，再用安特固黏接劑將塊與塊之間的縫隙黏接。固化後，去除內部支撐物。由於肌體糟朽，儘管黏接後已經有了大致形狀，但強度不夠，還要在其內側用細沙布做襯，並用一定濃度的B72液體平塗一層，以確保強度。

補配

經過拼對、黏接，器物的整體輪

廓已基本成形，但許多邊緣處還是有小的變形及多處缺失，此外因器物基體鏽蝕嚴重，不適合整形。這種情況下的補配難度較大，經過再三權衡，決定不同部位採取不同的補配方法。

一是對鉛牛身體缺失部位採用油泥作為支撐。先用油泥按照缺失部位的形狀沿著邊緣塑出形狀。（圖十六）由於邊緣要與膠液接觸，所以這個地方一定要避免油泥的沾染。然後在其上施上一定厚度的安特固膠



# 貴似晨星

清宮傳世 青瓷特展  
12至14世紀  
Precious as the Morning Star:  
12<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> Century Celadons in the Qing Court Collection

12.25  
2015

2017  
4.18

陳列室 Gallery 203



國立故宮博物院  
NATIONAL PALACE MUSEUM  
1143 台北市士林區基業路二段221號 Tel: +86-(0)2-8610-3600  
No. 221, Sec. 2, Zhishan Rd., Shilin Dist., Taipei City 1143, Taiwan R.O.C.  
http://www.npm.gov.tw



圖19 保護修復後的鉛牛

## 結語

從張家川馬家塬出土的錫、鉛質的清理、保護、修復過程中，認識到在文物保護過程中沒有任何一個固定的方法可以面對不同的器物保護修復需求。在實際操作中既要有原則性，

又要有靈活性，要調動所有的經驗積累，靈活運用不同的方法。鉛牛的保護修復過程是一個根據不同情況採用不同方法的「辯證施治」的一個實例。

本專案得到中華文明探源工程轉化與普及文物保護技術研究課題重點課題「實驗室技術在出土文物保護修復資訊獲取應用研究與示範——以張家川馬家塬目的為例」（批准號：20120223）和教育部人文社會科學重點研究基地重大專案「戰國時期西北地方的文化交流——張家川馬家塬墓地出土文物綜合研究」（批准號：10j07700）的支持。本文攝影由鄧天珍完成，保護修復前運用X射線衍射光譜分析（XRD）、X射線螢光光譜分析（XRF）和離子色譜分析（IC）等分析檢測由北京大學完成。在脆弱錫、鉛質的文物保護修復過程中，甘肅省文物考古研究所王輝所長，中國國家博物館研究員陳仲陶、楊小林，給予專業指導和幫助，謹此致謝！

鄧天珍為甘肅省文物考古研究所副研究員  
段劍蓉為甘肅省文物考古研究所館員

## 註釋

1. 楊小林，《館藏錫鉛保護研究結題報告》，二〇一三年三月。
2. 甘肅省文物考古研究所、張家川回族自治縣博物館，《二〇〇六年度甘肅省張家川回族自治縣馬家塬戰國墓地發掘簡報》，《文物》二〇〇八年第九期。
3. 敦煌南湖鄉林場出土，《東漢銅牛車保護修復報告》，文物出版社。