

圖一 素面朱漆盤 局部 X光影像 30kv 10mA 10sec
圖二 黑漆金繪鏤細葡萄紋手箱 箱盒 X光影像 30kv 8mA 10sec

X光檢測對有機材質的應用

國立故宮博物院過往主要是針對金屬文物（以銅器為主）進行X光檢測，判讀其內部結構與製作工藝，

近年由於器物修護實驗室增置中低劑量X光機，文物X光檢測的研發重點延伸至陶瓷與有機材質（如：漆木器）。（註一）

X光透視〈西清續鑑鏡匣〉

王竹平



X光透視是對博物館與考古文物進行非破壞性檢測相當有利與有效的技術，所得影像一方面有助於研究人員對文物內部結構或是文物製作工藝及其使用功能作進一步地認識，另一方面也有助於修護人員依文物結構狀況，選擇適當的修護方式。針對〈西清續鑑鏡匣〉修護案，為了提供修護與鏡匣製作工藝研究參考，X光檢測分兩個重點項目進行：一是木胎結構透視分析，一是嘗試利用X光影像所能呈現的顏料資訊，進行特徵討論，或可作為顏料定性分析的參考。

此盤直徑約五十公分，所用木胎是單塊或是數塊組成是製作工藝研究的重點之一，經過X光透視檢測所獲得胎體的影像資訊，可觀察到朱漆塗層下的木紋肌理——隨著盤型轉折變化的年輪紋路，並確認此盤採用單塊木材製成。圖二則是一件黑漆金繪鏤細葡萄紋手箱的箱盒X光影像，所觀察到經緯交織的布紋，搭配從側面傷裂處顯微影像的輔助調查，可確認此漆胎製作工序為紙胎外包覆布層後，先施厚漆灰層，最後再髹飾較薄的黑漆層。

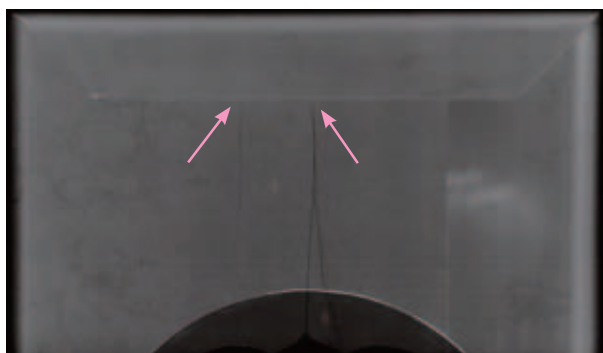
〈西清續鑑（甲編）〉〈唐神人鑑四〉鏡匣木胎與顏料的X光檢測

本次〈西清續鑑（甲編）〉〈唐神人鑑四〉鏡匣修護案（註二），針對蟲蛀破損與劣化嚴重的新購藏鏡匣進行修護處理（相關狀況檢視詳高宜君一文），希望修護後的鏡匣可與既有的院藏〈唐神人鑑〉及其木托和錦托合體，復原乾隆時期的原始收納典藏方式。（註三）為了提供修護與鏡匣製作工藝研究參考，X光檢測分兩個面

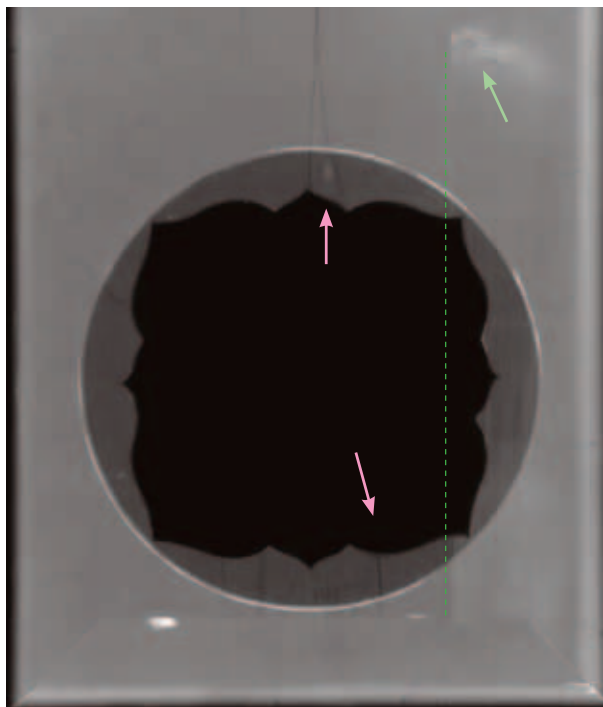
向進行：首先是木胎結構透視分析，包括封面板、鏡匣主體與封底板三個部位；其次是嘗試利用X光影像所能呈現的顏料資訊，進行特徵討論，或可作為顏料定性分析的參考。

一、鏡匣主體的木胎結構

鏡匣外觀呈冊頁裝的假書形式，也就是往右開的大型「冊頁匣」，左側書口以及上下書緣處各以平面寬度約〇·五公分的白色紙磚（即沈建東一文所稱「合牌紙」）仿書頁層次，使其外表在視覺上看似厚約五公分的大部頭書冊，右側書背處（即沈建東所稱「堵頭」），或許是支撐強度的考量，改以木板仿雕書頁層次，再外糊白色紙張。（註四）鏡匣主體原本依靠內頁畫片來和封面板與封底板相連，在封底裡畫片闕佚與封面裡鏡畫背紙鬆脫狀況下，鏡匣主體分別與封面板以及封底板呈分離狀態。若對照另一件院藏〈西清續鑑（乙編）鏡匣〉第三十一冊（圖三），其仍保有完整的鏡匣與三面唐鏡及其錦托與木托，封底裡畫片為永瑤所畫花卉。（註五）



圖五 鏡匣主體上半部 X光影像 20kv 6mA 60sec (左側為書背, 右側為書口)



圖六 鏡匣主體下半部 X光影像 20kv 6mA 60sec (左側為書背, 右側為書口)



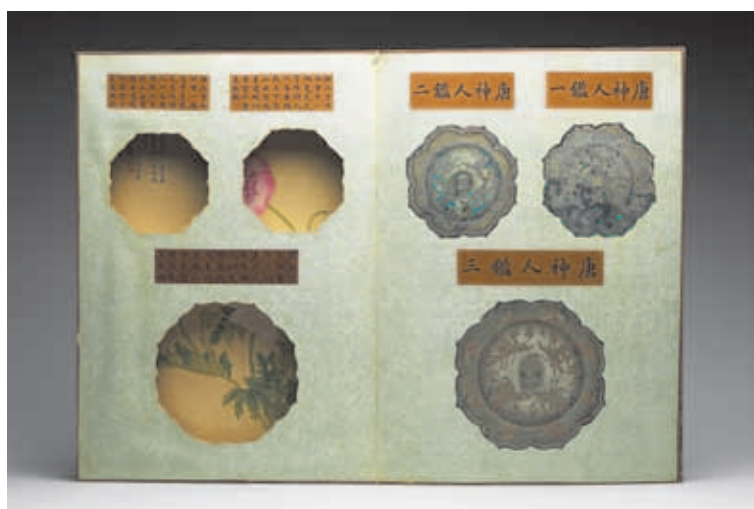
圖七 糊錦已移除的鏡匣主體背面右上角局部



圖四 錦托洞與木托洞上方有傷裂紋



圖三a 西清續鑑(乙編)鏡匣 第三十一冊封底裡(左)與鏡匣主體背面(右)



圖三b 西清續鑑(乙編)鏡匣 第三十一冊鏡匣主體正面(左)與封面裡(右)

鏡匣主體材質以實心木板為料，從表面原糊天青色絹遭蟲蛀破損處可觀察到木胎大概是三塊木料組合而成（一大二小），兩小塊橫向木紋，呈倒梯形與正梯形，置於上下緣，中間板材為縱向木紋，主要用於依鏡形鑿挖鏡洞，以收放銅鏡。其中，橫向與縱向木紋交錯擺置，應是為避免木

胎收縮傷裂導致鏡匣解體的設計。譬如：據目視可觀察到鏡洞後方的錦托洞（錦托洞形狀與鏡洞相同但尺寸較鏡洞略大）與圓形木托洞上方有傷裂紋，如圖四所示；而經X光檢測結果發現，此道傷裂紋隨著縱向木紋實際延伸至中間板材的頂端，的確有賴於最上方的橫向木紋擋條，有效阻止了

鏡匣的斷裂與解體，如圖五所示（粉紅色箭頭所指處），同樣的情形發生在錦托洞與圓形木托洞的下方，如圖六所示（粉紅色箭頭所指處）。

此外，從圖五與圖六的X光影像所呈現的內部結構，根據縱向木紋肌理的差異，原本預期是一塊板材的結構，可分辨出其實是由二塊板材組合而成，左大右小（見綠色虛線標示處），或許是左側板材不夠用的情形下，採用舊料（右側板材）當補材，呼應《活計檔》〈匣作〉所記載的「收拾找補」。不過，這個舊料似乎曾經蟲蛀過，圖六綠色箭頭所指之處可見長條狀的蟲蛀啃食路徑，且邊緣成反白現象與其他部位蟲蛀痕跡不同，疑似在清宮經除蟲處理過所遺留下的藥劑痕跡，而比對圖七，在移除表面糊錦的木胎上，可觀察這個區域的蟲蛀孔，雖然不像X光影像所呈現的蟲蛀啃食路徑（表示此路徑發生在木胎內部而非表面），但孔洞周圍有深褐色漬痕，似乎也說明這些蟲蛀孔有人為特意處理的歷史現象，印證沈建東所查考的《活計檔》〈匣作〉與

〈匣裱作〉所載史實，乾隆曾傳旨把蛀處補好，有用秦椒水打糲子加以糊飾的，也有的糲子是用番木鱉、黃柏、藜朮、白礬調成，另外也有以油灰泥塗飾的作法。

所以，藉由X光檢測可以確認〈唐神人鑑四〉鏡匣主體的木胎結構，實際是由四塊木板組成，二為縱向木紋、二為橫向木紋；傷裂紋的嚴重程度亦得以判斷，有助於修復人員在進行卸除糊錦時的參考，此外，蟲蛀痕的分布也可完整呈現。還有，從黑白灰階的深淺，可以獲悉木胎各部位的厚薄情形：譬如：中空的鏡洞呈黑色，圓形木托洞的灰階色調處於鏡洞與實心木胎之間，表示厚度較薄，而蟲蛀過的木胎，其厚度亦較薄，故灰階色調亦較實心木胎來得暗些。

二、封面與封底板的木胎結構
封面板與封底板（即沈建東所稱「殼面板」），大小與鏡匣主體同，厚約〇·六公分，板材內側糊紙，外側糊綾布。透過X光檢測，可以確認封面板與封底板皆由單塊板材製成，並無組接（見圖八與圖九）；雖然尺寸



圖十二a 封面裡鏡畫背面(左)與封面板背面(右)



圖十二b 封底板背面(左)與鏡匣主體背面(右)

「宛委別藏」的四庫未收書。(註八)
封面板正面中央處，有一長條型下陷處，用來貼黃紙並書上「西清續鑑第三十冊」的題名，誠如圖八的X光影像所顯示，此長條型的色調較暗，說明其厚度較四周板材相對來得薄。另外，封面板左上角處有傷裂紋(圖八a)，但並未貫穿全板，而右下角處有幾處三角形反白處(圖八b)，似可說明本件木料原有一些小嗑傷或小缺損，經填補平整後再糊綾的人工加工過程。



a



b



c

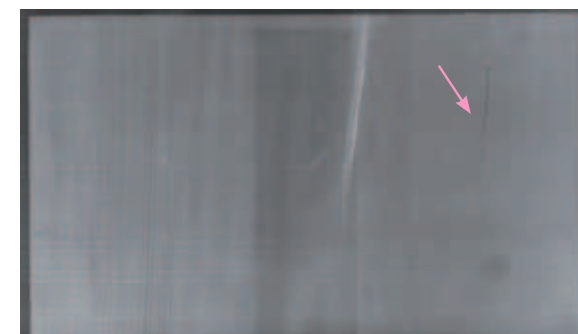
圖十 a 正面 b 背面 c 側面 文淵閣四庫全書子部第3737函門板片，寬22.3公分，高13公分，從背面與側面清楚可見橫向與縱向交錯的榫接設計。

另外，從X光影像並未觀察到太過嚴重的蟲蛀痕，但實際觀察封面板背面(圖十二a)，則可發現封面板背面糊紙上的蟲蛀軌跡與一旁鏡畫內頁的蟲蛀軌跡並不符合，下方水漬痕也不對應，或許暗示著(唐神人鑑四)與其鏡匣，非屬第三十冊。同時，封面題名的「第三十冊」也與木胎墨書「卅四」不符，不過，大多鏡匣墨書號碼與其題名冊數並不相同。

反觀，封底板背面糊紙上的蟲蛀軌跡與一旁鏡匣主體背面的蟲蛀軌跡



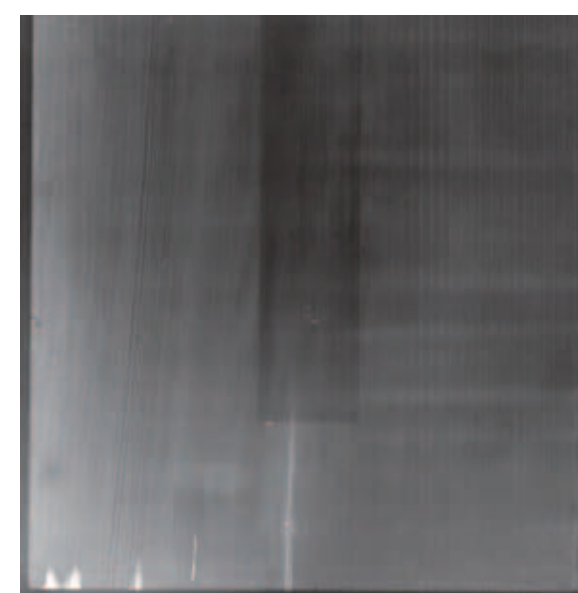
圖九a 封底板上半部 X光影像 20kv 2mA 45 sec



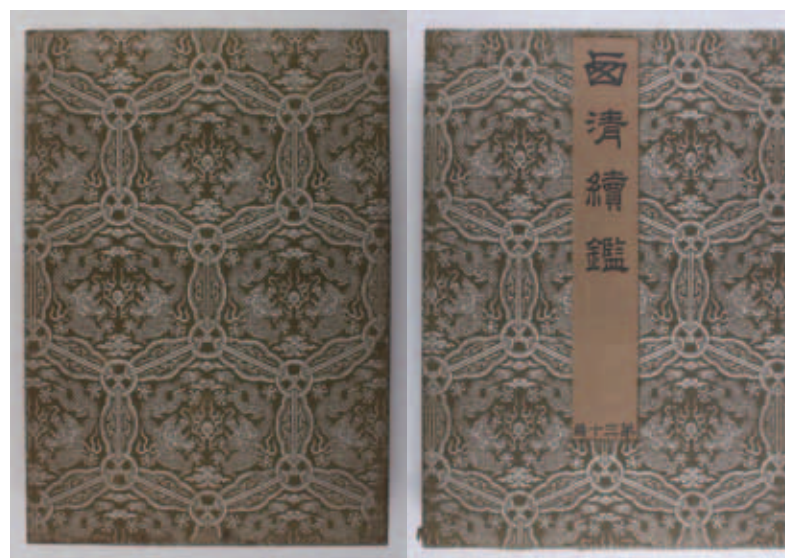
圖八a 封面上半部 X光影像 20kv 2mA 45 sec



圖九b 封底板下半部 X光影像 20kv 2mA 45 sec



圖八b 封面下半部 X光影像 20kv 2mA 45 sec



圖十一 封面板(左)和封底板(右) 長44.3公分 寬31.1公分

大，卻未採清宮木作常用的橫向與縱向交錯榫接設計。乾隆朝清宮收納文淵閣四庫全書所用木函，其門板片尺寸不大，以子部第三三七函為例，卻已有橫向與縱向交錯的榫接設計，維持門板片伸縮張力的平衡，如圖十所示，相同設計亦見於嘉慶皇帝賜名



圖十九 鈐印



圖二十 鈐印 X光影像20kv 2mA 20sec

相吻合(圖十二b)，或可說明封底裡畫片闕佚時間早於蟲蛀發生時間，也許此批未見人工刻意加工處理的蟲蛀痕，是發生在後期的不良典藏環境，可能是離開清宮以後。

三、顏料特徵與成分推測

通常文物上使用顏料的辨識，多採文物材質成分的化性分析技術，除了利用游離輻射能激發文物所含物質元素釋放特性X射線，藉以辨識與鑑定文物材質，如：XRF、SEM-EDX、EPMA與PIXE等等，亦有利用分子結構來判讀文物材質的分析技術，如：FTIR與RAMAN。此段討論與呈現如何從常見的X光影像，看到內部結構透視資訊之外，與文物材質有關的特徵，藉以推測其成分，與前述化性分

析技術不同的是，X光檢測是一種放射照相所得影像，提供偏向「面」的資訊，而非「點」的測量資訊。

鏡圖畫法(圖十三)，明顯是受西洋立體寫實技法影響，意圖達到照相寫真目的，無所遺漏地以紅彩、綠彩點畫出銅紅鏤與銅綠鏤位置與形狀大小，並在淺灰色顏料打底的全幅鏡子上，利用白色、灰色與黑色來表達鏡子上立體紋飾的高低起伏。透過X光檢測，如圖十四所示，可以發現鏡子輪廓與紋飾線條明顯呈現反白現象，說明X光在照射時受到阻擋，代表這些部位所用顏料含有重金屬成分的存在，依顏色為白色來判定，極有可能是鉛白顏料的使用。同時，還可觀察線條明暗，反映含重金屬顏料

的分布情形以及用料之厚薄與均勻性。這種含鉛顏料的塗佈與施畫明暗線條，雖無法確認是否屬人為刻意行為或是巧合的顏料選擇，但不管是有意識的或無意識的，比對周圍蟲蛀路徑遇到鏡圖旋即驟然停止的情形看來(圖十三粉紅色指標處)，帶毒性的重金屬顏料確實成就鏡圖未遭蟲蛀啃食的結果。

這種含重金屬顏料可由X光影像觀察來協助顏料成分判斷的特徵，筆者先前運用在陶瓷釉料的成分判斷，亦多有收穫，例如：針對幾件越南青花加彩作品的檢測，除了獲悉是否經接合修補之外，亦從其X光影像的反白對照實物紋飾，可以推測所加釉上綠彩，極有可能是低溫鉛綠釉。如圖十五所示，口沿有一處三角形部位顯示內胎質地與周圍部位不同，說明此處為修補部位，罐身可見多處細裂紋，說明屬原有破片接合作品，而罐身反白處可對應到目視所見釉上綠彩紋飾，說明可能為含重金屬鉛的綠彩釉；在圖十六的案例，亦可見盤身反白處呼應實物的綠彩紋飾部位，說明



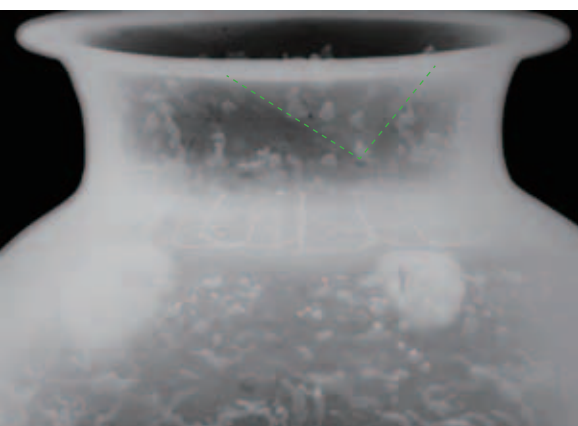
圖十四 鏡圖 X光影像 20kv 2mA 20sec



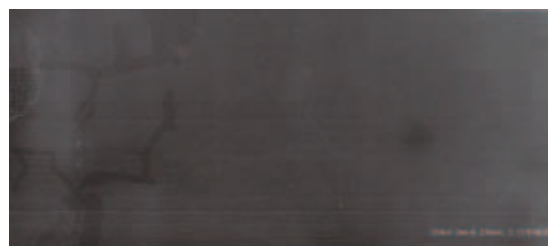
圖十三 唐 神人鑑四 鏡圖



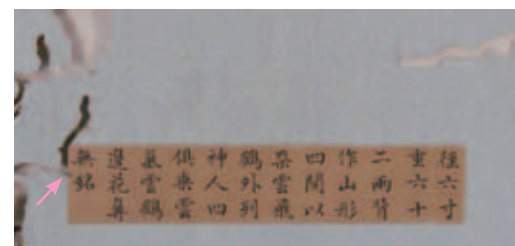
圖十六 越南青花加彩大盤局部 X光影像 45kv 4mA 15sec



圖十五 越南青花加彩大罐局部 X光影像 45kv 10mA 45sec



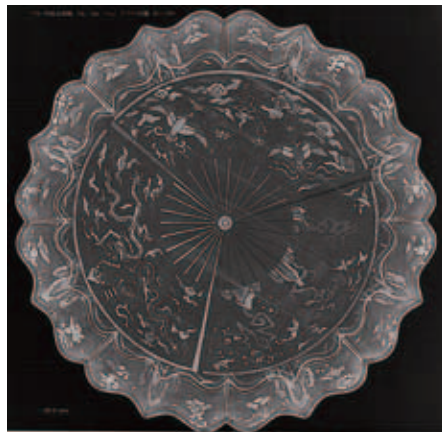
圖十八 黃紙 X光影像 20kv 2mA 20sec



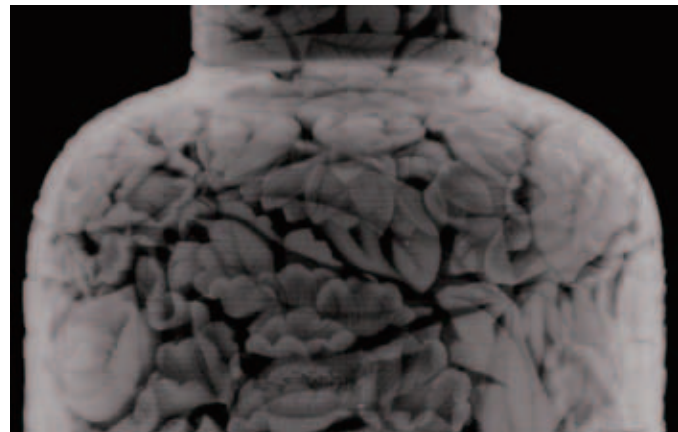
圖十七 鏡圖上方黃紙

與一旁封面裡鏡畫的蟲蛀軌跡並不符，下方水漬痕也不對應，或許暗示著〈唐人鑑四〉與其鏡匣，非屬第三十冊。反觀，封底板背面糊紙上的蟲蛀軌跡與一旁鏡匣主體背面的蟲蛀軌跡相吻合，說明封底裡畫片闕佚時間或早於蟲蛀發生時間，亦可用於推測此批未見人工刻意加工處理的蟲蛀痕，也許是發生在後期的不良典藏環境，或許是離開清宮以後。

X光檢測除了基本的內部結構透視分析之外，此次亦針對鏡圖與鈐印的顏料成分進行特徵推論。鏡圖輪廓與紋飾線條明顯呈現反白現象，說明X光在照射時受到阻擋，代表這些部位所用顏料含有重金屬成分的存在，極有可能是鉛白顏料系列的使用，同時，藉由觀察線條明暗，可反映含重金屬顏料的分布情形以及用料之厚薄與均勻性。這種含鉛顏料的塗佈，雖無法確認是否屬人為刻意行為或是巧合的顏料選擇，但不管是有意識的或無意識的，比對周圍蟲蛀路徑遇到鏡圖旋即驟然停止的情形看來，帶毒性的重金屬顏料的確造就鏡圖未遭蟲蛀



圖二二 戲金填彩漆盤 X光影像30kv 5mA 15sec



圖二一 剔紅直頸瓶局部 X光影像 90kv 6mA 30sec

所用綠彩亦可能為鉛綠釉。

針對鏡圖上方的黃紙條（圖十七），所得X光影像無法與背景有所辨別（圖十八），也就是說，此黃紙無重金屬顏料反應，沒有防止蟲蛀的機制。至於跨頁的「乾隆御覽之寶」鈐印（圖十九），亦在X光影像中呈現反白（圖二十），說明所用印泥，可能為以硃砂調配的紅色印泥，硃砂成分為硫化汞，亦屬重金屬顏料。就像漆器常用硃砂調配漆料做朱漆用，是以剔紅作品的紋飾，會在X光影像明顯反白，有時反而阻礙漆胎質材的判讀，如圖二一所示。有時漆器會有戲金線填彩漆的作法，原本目視下漆盤表面紋飾藉由戲金線突顯出來，但在X光影像中，卻是加了硃砂的填紅彩，藉由反白表現更顯突出，如圖二二所示。

結語

〈西清續鑑（甲編）〉〈唐人鑑四〉所屬鏡匣的結構，透過X光檢測，獲得下述幾項結果：

1. 鏡匣主體的木胎結構，是由四塊木

板組成，二為縱向木紋、二為橫向木紋；傷裂紋的嚴重程度亦得以判斷，有助於修復人員在進行卸除糊錦時的參考。

2. 蟲蛀痕的分布可完整呈現。同時，藉由反白程度，可區分出未經處理過的蟲蛀痕（發生時間較晚，或許是發生在離開清宮以後）以及經人工特意處理過的蟲蛀痕（發生在「收拾找補」的舊料上，輔助說明《活計檔》史料所載蟲蛀處理）。

3. 從X光影像黑白灰階的深淺，可以獲悉木胎各部位的厚薄情形；譬如：中空的鏡洞呈黑色，圓形木托洞的灰階色調處於鏡洞與實心木胎之間，表示厚度較薄，而蟲蛀過的木胎，其厚度亦較薄，故灰階色調亦較實心木胎來得暗。

4. 雖然清宮造辦處木作常用橫向與縱向交錯榫接設計，維持木板材伸縮張力的平衡，但確認鏡匣之封面板與封底板皆由單塊板材製成，並無組接。

另外，根據蟲蛀痕與水漬痕的比對，發現封面板背面糊紙上的蟲蛀軌跡

啃食的結果。至於，跨頁的「乾隆御覽之寶」鈐印，亦在X光影像中呈現反白，說明所用印泥可能為以硃砂調配的紅色印泥，硃砂成分為硫化汞，亦屬重金屬顏料。

由於博物館普遍欠缺或有限的科學儀器配備，X光放射照相的檢測技

術不失為「一器多用」的解決方案，在單次作業內，一舉獲悉內部結構與化學成分特徵的雙重檢測結果，有效縮短檢測時間與次數。此法亦不失為一種可針對大量館藏進行初步科學普查的研究方法。³⁰

作者任職於本院登錄保存處

註釋

1. 研究成果如：張世賢，〈從商周銅器的內部特徵試論毛公鼎的真偽問題〉，《故宮季刊》第十八卷第四期，一九八二年，頁五五—七八或拙文，〈解構雍正年製銅胎鍍金銀嵌螺鈿年曆表盤〉，《故宮文物月刊》第三十九期，二〇〇九年十月，頁一〇一—一〇七。關於文物的X光檢測，可參見Janet Lang and Andrew Middleton (eds.), *Radiography of cultural material*, 2nd edition. London: British Museum Press, 2005.
2. 國立故宮博物院現收藏有〈西清續鑑（乙編）鏡匣〉五十四冊，連同所屬銅鏡一百面，代碼編為「中銅」，說明原為中央博物院藏品，也就是瀋陽故宮舊藏，亦收藏有原貯存於紫禁城寧壽宮符望閣的〈寧壽續鑑鏡匣〉四十八冊及其所屬銅鏡一百面；此次新購藏〈西清續鑑鏡匣〉十冊，應為〈西清續鑑（甲編）鏡匣〉，原貯於紫禁城位育齋。更多的鏡匣脈絡查考，參見本期所刊秘若昕，〈物歸原主：〈西清續鑑鏡匣〉拾遺〉一文。
3. 乾隆時期特有的銅鏡與鏡匣收納方式，可參見朱仁星，〈鏡匣的奧秘〉，《故宮文物月刊》第十四期，一九八四年五月，頁四一七或國立故宮博物院，〈故宮銅鏡特展圖錄〉，一九八六年。
4. 更多〈唐人鑑鏡匣〉工藝細節討論，參見本期所刊沈建東，〈〈西清續鑑鏡匣〉製作工藝〉一文。
5. 〈西清續鑑（乙編）鏡匣〉第三十一冊，所收三面唐鏡分別為〈唐人鑑一〉（中銅〇〇〇三三三）、〈唐人鑑二〉（中銅〇〇〇三五四）和〈唐人鑑三〉（中銅〇〇〇三五五）。
6. 關於文淵閣四庫全書古籍裝潢藝術，根據乾隆三十八年四庫全書修書處奏請：「四庫全書面頁顏色字樣，現在酌定款式。又《永樂大典》每本為一套，今擬亦仿其例裝潢。用杉木板為函，以防蠹損。僅先將書樣呈覽，俟欽定後即將應用各色素絹，行文該織造處如式織辦備用。」，參見許媛婷，〈學海觀瀾——院藏「古籍與密碼」常設展古籍展件選介〉，《故宮文物月刊》第三四九期，二〇二二年四月，頁七十七—七九。