

器物影像數位化之品質管控作法探討

—以故宮器物數位典藏子計畫為例

張志光

國立故宮博物院器物處

台北市士林區至善路二段 221 號

886-2-2881-2021-429

alanpop@npm.gov.tw

摘要

本文試從故宮器物直接影像數位化之工作流程，說明目前影像數位化品質的管控作法。首先介紹目前器物直接影像數位化流程；其次說明影像品質的管控作法；最後敘述目前影像數位化所遭遇的問題與建議。期以故宮器物數位典藏計畫執行影像數位化之實務性經驗與心得，提供予從事影像數位化之相關機構參考。

關鍵字：

影像品質 (Image Quality)

直接影像數位化 (Direct Images Digitization)

影像數位化週期 (Images Digitizing Cycle)

版權所有：本文在著作權法下皆受到版權保護。
商標公告：本文刊載的商品名稱均屬各公司的註冊商標。

1. 前言

國立故宮博物院以院藏六十四萬件中國文物名聞遐邇[1]。其中，器物約有七萬件，佔總收藏件數約 10%。屬於國寶級之精品，且為大眾所熟知的約有一萬多件。因應行政院推動「挑戰 2008：國家發展重點計畫—數位台灣計畫」[2]，計劃自九十三年度起，將在維持既有品質的情況下加速加量進行，擬

於九十六年完成本院所有藏品數位化工作。依故宮器物數位典藏子計畫之構想，屬於國寶及之一萬件精品，大都已有高品質正片，因此，將由出版組進行間接影像數位化工作，將正片委外掃描。六萬件未有高品質正片之器物，則採用數位攝影方式，直接將器物影像數位化。

器物數位典藏子計畫於 92 年 9 月完成「器物數位攝影系統」之建置，主要用來進行加速器物之直接影像數位化工作。截至 93 年 5 月 31 日，數位化共計完成器物 3,331 件，13,385 張影像，約 862GB 檔案資料。

由於故宮院藏器物全面性的影像數位化是執行數位典藏計畫的重要指標之一，如何在數位化速度與品質間取得平衡，是本計畫一項重要的研究議題。以下就本計畫在執行器物影像數位化的工作流程，說明影像品質管控作法，以及所遭遇之相關問題與解決方法，提供予從事影像數位化相關計畫參考。

2. 器物直接影像數位化工作流程

2.1 需求概述

器物數位攝影系統建置時，將數位影像

需求定義在可製作精美出版品為主要考量。影像印刷大小約在 6x8 英吋，影像輸入解析度約需在 $\langle 6 \times 350 \rangle \times \langle 8 \times 350 \rangle$ 約等於 6,000,000 總畫數左右[3]，可印刷 175 線以上之高品質圖錄。檔案格式部分則希望保留影像最真實、最大色彩空間與最大色彩階調為考量，以色域較廣之 RGB[4][5][6]、色彩深度 RGB 每一色頻在 16Bits[7]與無失真壓縮格式。因此，以 TIFF 檔為最佳典藏與應用格式之選擇。此一需求定義的背景係以數位化速度為優先考量，其次為數位影像品質與實用性。

2.2 數位化進度說明

本系統自 92 年 9 月建置完成以來，平均每日拍攝約 20 件器物。但由於器物類別多樣化，對攝影師拍攝速度有很大的影響。且不同的器物又有其特色必須要紀錄，增加器物拍攝張數也會導致影響拍攝速度。92 年 9 月至 93 年 5 月器物直接影像數位化進度說明如表一。(件數—為器物影像數位化數量；張數—為器物影像數位化總張數；資料量—依本院制定的標準所衍生的影像資料量，計 RAW 檔 12MB、24BitsRGBtiff 18MB、48BitsRGBtiff 36MB、JPEG 200KB)

表 1：器物直接影像數位化進度表

	92 年 9~12 月	93 年 1~5 月	合計
件數	1,330	2,001	3,331
張數	4,512	8,873	13,385
資料量	290GB	572GB	862GB
類別	銅器、金銅佛、銅印等	銅器、銅鏡、金銅佛、銅印、玉璽、鼻煙壺等	

2.3 工作流程說明

器物直接影像數位化工作流程共有本院資訊中心、器物處及出版組參與，但主要數位化工作流程仍以器物處為核心。流程圖如圖一，說明如後。

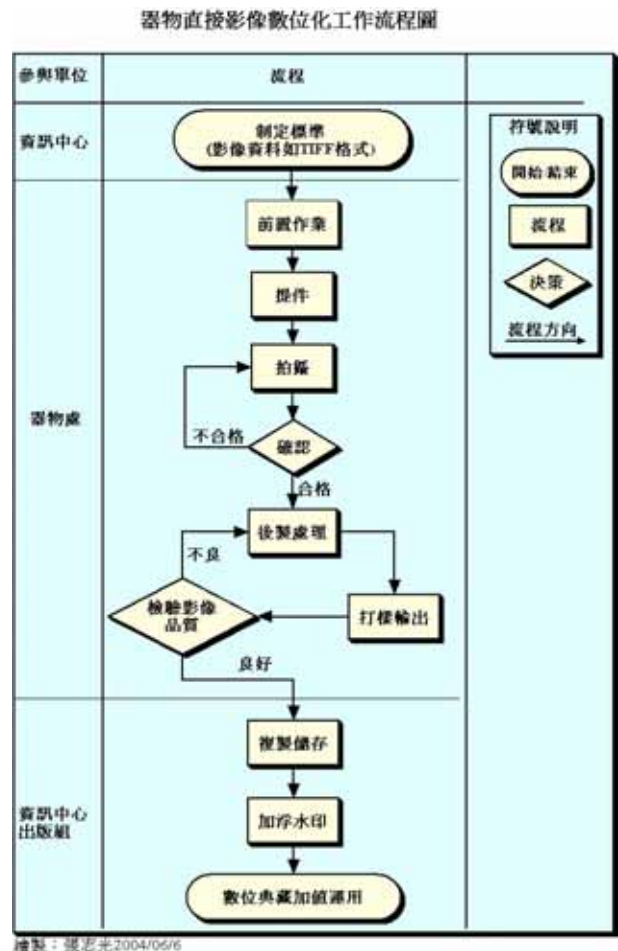


圖 1：器物直接影像數位化流程圖

2.3.1 制定標準

因影像數位化後的儲存與使用格式，涉及資訊中心與出版組之業務，因此由他們來制定影像檔規格及類型。

2.3.2 前置作業

主要為器物拍攝行程之規劃。包含拍攝器物類別決定、器物開箱清潔整理工作以及

製作拍攝清單與號碼牌，通常於拍攝日前一週準備完畢。

2.3.3 提件

拍攝當天由研究人員與器物操作員將文物由庫房運抵攝影棚拍攝，並負責將器物擺置拍攝台上及調整拍攝角度。

2.3.4 拍攝

由研究人員告知文物統一編號，助理依此輸入圖檔名稱後，由攝影師進行佈光、構圖與拍攝。

2.3.5 確認

拍攝後之影像呈現在螢幕後，由助理先檢查是否有異物或灰塵於器物上或成像清楚之區域內，後由攝影師檢查曝光是否正確，及構圖是否完整，依此來決定是否重拍。

2.3.6 後製處理

將拍攝影像原始檔進行色階與曲線調整並轉換檔案格式。透過數位機背專用軟體調整影像，並以高階校色螢幕與工作站作為調整平台，由攝影師針對其拍攝之影像記憶，調整出最佳色調。先依影像資料標準轉出 24 bitsRGBtiff 供助理輸出使用。若品質合格，則由影像原始檔再轉出 48bitsRGBtiff 與約 200k 大小之 JPEG 檔。

2.3.7 打樣輸出

由助理針對經攝影師調整後之影像進行輸出。

2.3.8 檢驗影像品質

輸出後之影像紙本再經由攝影師於標準光源色溫燈箱下[9]，與高階校色螢幕進行比對，如果色彩差異太大，則進行重新後製處理，再輸出比對。若品質合格，則上傳該影

像所有檔案：RAW、48bitsRGBtiff、24 bitsRGBtiff 及約 200k 大小之 JPEG 檔到資訊中心儲存系統。

2.3.9 複製儲存

由資訊中心針對各類上傳器物影像進行備份工作。包括磁帶與光碟複製，一份自存，一份交出版組保管。

2.3.10 加浮水印

資訊中心針對常用之影像格式加入浮水印。

2.3.11 數位典藏加值運用

提供給院內相關計畫、出版或製作光碟等加值運用。

3. 影像品質管控作法

3.1 影像品質分類

影像品質可以分為客觀條件判斷與主觀認知感受兩大類[8]。前者採用較為科學的方法與工具，有系統性的分析數位影像品質。後者以人的感官為主要判斷工具，不同的人對相同的影像也會有不同的評價。以器物影像數位化為例，較為精確的複製結果不一定必然受到研究人員的青睞，反倒是暖色調的影像被接受的程度較高。主觀的影像品質因牽涉到個人對美的喜好，較不容易管控。相對的，客觀的影像品質因為較為具體，因此需要瞭解設備，具有影像複製的專業知識，較容易達到影像品質的管理與控制。

3.2 客觀影像品質影響因素

客觀影像品質的良窳主要受到階調複製、色彩複製、解析度及雜訊現象等四個因

素所影響[8]。這些因素的組成包括：數位化設備的選擇、設備是否有經過校準、是否有足夠的專業知識來支援品質優劣的判斷與解決問題。影像品質管控的目標是控制這些影響品質的變數以獲得更好的影像品質。雖然影像品質值得重視，但不同的文物有其不同的影像品質重點。如器物與書畫較為重視色彩複製與解析度等，而黑白的檔案或古籍類文物可能較為重視解像能力，織品類文物在數位攝影時可能要注意影像是否會產生疊紋(moire)等，在決定採取何種方式進行影像數位化前，必須依典藏標的物的類別與數位影像需求進行實驗。

此外，不同的文物或典藏標的物，如器物、昆虫及貝類等，會因典藏標的物的特性不同或經費考量，而採不同的數位化方式。在預算允許情況下，當然以採用較好的設備較容易獲得好品質影像，滿足較大的用途。如果經費不足，影像最低需求的定義，就顯得格外的重要。例如色彩管理設備的價差很大，有做色彩管理當然要比沒做好得多。低價位可換鏡頭的數位單位相機，其數位攝影的影像品質自然要比消費型的旗艦機種好一些。

3.3 設備的選擇

影像數位化設備的選擇對影像品質有極大的影響，且設備一旦採購後，除非設備使用達報廢年限，一般而言，不易有機會再使用其他設備來做比較。以故宮器物數位攝影系統為例，輸入端影響影像品質最大者為鏡頭與數位機背。蔡司鏡頭與 PhaseOne 數位機背拍攝 ISO12233 解析度測試表時的表現，各種解析度的分析結果都很優異。處理端則以螢幕與顯示卡的影響較大，因為數位檔案不像底片可以直接觀看，必須透過電腦顯示在

螢幕上。以器物的例子，使用 Barco CRT 高階校色螢幕觀看效果要比使用 Apple LCD 觀看效果好得多，主要在層次表現上的差異。輸出端則視影像的使用目的決定輸出的媒體形式與設備。例如，使用噴墨印表機為輸出設備，一般而言，以輸出解析度越高，使用的色彩墨水匣越多以及墨點越小，能輸出較好的品質。本計畫使用 EPSON StylusPRO 4000 大圖輸出機進行影像輸出，且搭配原廠專用紙以獲得較佳的效果。

數位化設備的發展提供更多可能性。以往上百 MB 的數位影像檔不是從滾筒掃描機得來，即是從掃描機背獲得。自一次成像(One Shot)之數位機背發展成最終影像檔大小可達 120MB 以上，且僅需要不到 10 秒時間(原始檔完成儲存，不含轉檔時間)，同時兼具較快的數位化速度與更大的影像檔案，甚至更好的數位影像品質。對於需要更大檔案與數位化時間緊迫的計畫，提供一個更好的選擇。

另外，在選擇影像數位化設備時也需要考慮原吋複製的概念。目前故宮正建置第二套器物數位影系統即是針對原吋的複製比例尋求一個較為合理的作法。因為不同大小的器物卻使用同樣尺寸 CCD 的數位機背拍攝時，致使大型器物的影像無法記錄更多得細節，以及獲致更大的加值應用空間，如輸出成大型看板或巨幅海報等。由於一次成像數位機背所能擷取的影像檔案尺寸是固定的，一套數位攝影系統可能需要具備一次成像小、中、大 CCD 尺寸及掃描型的數位機背，才可能滿足原吋複製的理想作法。

3.4 設備的校準

有好的設備更需要將設備維持在最佳狀態。器物數位攝影系統係由許多設備組成，

如同天秤一般，要維持最佳精密度，需靠定期的校驗，影像數位化設備亦同。Barco 螢幕有一個自動提醒需要校準的功能[10]，其他 AppleLCD 則要靠自己判斷校準時間，一般作法是一星期校正一次，至少不應超過一個月。Fraser, Murphy and Bunting 等人認為，CRT 的螢幕應校正期又比 LCD 短，但建議兩種的校色頻率為一週校色一次[11]。其他數位機背、輸出設備與色彩量測儀器也應該定期校驗。

3.5 工作流程的品管點

本計畫在影像數位化的品管點計有：對焦、曝光與色階、灰色平衡、ICC Profile、色階與曲線調整輸出等五個項目。拍攝的影像透過 AppleLCD 呈現時，檢查其對焦是否清晰，景深是否足夠。其次，數位機背軟體會顯示曝光是否正常，及顯示色階是否有低於 0 或超過 255 的現象。通常曝光低於一格尚可接受，但超出合格標準太多的話，則無法救回此無資訊區，亦即損失曝光過度的文物細節。灰色平衡也是重點項目，需於拍攝時建立曝光正確的灰色標準以供選取(如 R=G=B 200~225 區)，並從 PHOTOSHOP 開啓影像，檢查影像灰色區域的 Lab 值是否為衡常標準(移動指標時，僅有 L 值數據增減)，表示色彩複製的一致性程度。拍攝影像之 ICC Profile 由數位機背廠商提供的 PhaseONE Product Flash ICC Profile 轉換嵌入 Adobe RGB 1998。最後，拍攝的影像統一由攝影師針對輸出時的色階與曲線進行調整，輸出後再於符合 ISO3664 的標準色溫燈箱中，進行影像品質比對工作，以確保器物輸出色彩的一致性[9]。

4. 目前遭遇到的問題與建議

4.1 數位化速度影響影像品質

因全面性數位化院藏器物之目標，勢必需以加快影像數位化速度來達成。一張影像花半天來拍攝與花十分鐘來拍攝，所獲得的影像品質自然不同。如何取得速度與品質並重是本計畫執行影像數位化所面臨的一項難題。

4.2 影像印刷經驗不足

目前器物數位影像在直接交由印刷廠印刷仍無法達到期望的印刷品質。可能發生的原因有二：一是影像生產單位未將影像進行適當後製作處理，如銳利化調整與曲線調整。另外一個原因就是印刷廠缺乏處理數位影像的經驗，將數位影像作最佳的印刷設定。目前本計畫將數位影像應用在印刷上的經驗仍舊不足，缺乏足夠印刷應用案例來進行改善印刷品質。雖然影像應用並非本計畫主要的工作，但是在進行影像數位化的同時，如果不能確保影像將來使用的品質，那數位化的成效將無法獲得彰顯。

4.3 影像數位化相關研究不足

影像數位化週期(Images Digitizing Cycle)包括：影像的輸入、處理、輸出與儲存。每個週期牽涉到相當多的專業，如攝影、光學、印刷、資訊、色彩學、影像處理等等，對這些專業的掌握將可對數位化的影像品質有更好的控制。然而目前似乎缺乏有系統性的研究基礎，致使在進行影像數位化的同時不乏實驗性的作法，無法確保最好的影像品質。以器物的色彩複製品質為例，研究人員研究器物使所使用的燈光色溫，若與影像數位化流程(即在影像數位化週期間)中所使用的不同，即使器物色彩能正確的複製，仍然不是

研究人員所認知的正確顏色。能夠真實的色彩複製之後所面臨的問題即是如何適當的表現，例如喜好色的研究等。

4.4 缺乏影像數位化專業人員

在進行影像數位化的同時，也缺乏執行影像數位化的專業人才。雖然目前經濟部贊助許多數位內容課程，但減少有關靜態影像數位化人才培育課程。將影像數位化工作委外後，影像品質受限於得標廠的專業與經驗是否足夠，產生每年發包的影像品質是否一致的風險。無論是外包或自建系統進行影像數位化工作，都需要影像數位化的專業人員來執行。在各個數位典藏計畫幾乎都有典藏物需要數位化的同時，影像數位化專業工作人員的培訓，將有助於計畫工作的執行。

5. 結語

「將國家重要的文物典藏數位化，建立國家數位典藏。」是數位典藏計畫共同的目標，而數位影像為這個計畫的重要產出物之一。因此，數位影像品質的好壞攸關計畫的成效，影像品質的控制與管理應該獲得更多的重視。

本計畫去年經過審慎評估相關影像數位化設備，建置器物數位攝影系統執行影像數位化工作迄今，逐漸瞭解並掌握系統工作流程的重點。唯一較大的成就是在許多影像數位化的作法與國外著名博物館不謀而合，更因透過各種會議與參訪的交流上發現更多需要改進與研究的地方。例如，永久保存的議題與如何進行客製專屬的色彩管理模式。

雖然數位典藏計畫以典藏為名，但實際上對於要典藏多大的影像檔案、典藏多好的影像品質並無足以支援制定共通標準的研究

基礎。儘管影像數位化偏重於應用技術範疇，但如能有研究基礎來協助影像數位化規格的制定及影像品質的控管，對所有進行數位典藏的計畫將有很大的幫助。

另外一個建議即是以儘快吸取國外博物館或相關計畫影像數位化的經驗，建立最佳範例並加以推廣，以累積屬於計畫本身的影像數位化的知識與經驗。

本計畫雖然執行直接影像數位化近一年，也獲得許多影像數位化的實作經驗。這些經驗或許成功，或許失敗，都是難能可貴，且深具意義。

6. 參考文獻

- [1] 國立故宮博物院，國立故宮博物院巡禮，民 91，國立故宮博物院，頁 17。
- [2] 行政院，挑戰 2008--國家發展重點計畫，<http://www.cepd.gov.tw/2008/2008Rev-20030106.pdf>，民 91，頁 165。
- [3] 徐明景，數位攝影的技術，民 90，田園城市文化事業有限公司，頁 41。
- [4] 數位典藏國家型科技計畫，技術彙編(第二部 分)，<http://www.ndap.org.tw/TechReport/part2/html/040chapter/010.shtml>，民 91。
- [5] 唐正吾，追根究底談電腦影像輸入，追根究底談電子印前，民 90，天充文化事業股份有限公司，頁 37。
- [6] 早川廣行，怎樣得到最佳印刷效果，印刷·輸出實務大全，民 85，美工圖書社，頁 12、16。
- [7] 趙樹人，數位影像，設計攝影，民 89，全華科技圖書股份有限公司，頁 263。

- [8] S. F. Franziska and J. M. Reilly, Digital Imaging for Photographic Collections, Available on line at <http://www.rit.edu/ipi>, 1999.
- [9] 劉啓光、徐明景，進入 WTO 後台灣印刷業導入國際標準化之探討。
- [10] S. Adhay, Understanding Color Management, Thomson Delmar Learning, United States, page 215, 2004.
- [11] B. Fraser, C. Murphy, and F. Bunting, Real World Color Management, Peachpit Press, Berkeley, page 135, 2003.