

彩色影印機之列印能力與校正處理

指導教授：李國坤

研究學生：陳衍繹、蘇少婕

關鍵詞：影印機、色差、色彩複製、色彩管理、ICC profile

摘要

隨著機械設備科技日新月異，人們不再只主觀依賴雙眼去辨別色彩差異性，取而代之的是利用客觀的數字模擬人眼的感官，來標準化所謂「色差」的定義。色彩管理系統，即是專家經過一連串的實驗，根據 WYSIWYG（What You See Is What You Get，眼見即所得）的初衷，而產生一系列的標準化流程，以期望達成合格的色彩複製。另外，商業時代的崛起，興起了不同面向的印刷市場，功歸於電子技術的進步，數位印刷市場大幅被拉拔升起，其中最深根於日常生活中舉凡是：辦公室、便利商店、教育機構與家用等……莫過於影印機的遍布，現今的影印機設備常會結合文件輸出、傳真的附加功能，統稱「多功能事務機」。此類設備的方便、易使用、自動化、黑白彩色、雙面印刷與多種紙匣選擇的特性，相較於傳統印刷，更受一般大眾熟悉；再加上普羅價值觀對於輸出品色彩的重視，許多影印機設備也會內建色彩管理的自動校正系統。然而可以發現，至今在影印機進行彩色輸出時，仍會有人眼即可辨識的色差現象產生，故本研究針對此狀況採實驗研究法（Experimental Research），使用色彩管理之 3C（Calibration, Characterization, Conversion），之後對嵌入 ICC profile 前後的印刷品色彩數值進行描述性統計，期望色差能大幅獲得改善，並提供予各方人士參考。本研究首先會進行前期實驗以確保量測設備與影印機具合格精度，接著進入正式實驗，使用 IT8.7/4 色彩導表電子原稿與嵌入影印機 ICC profile 前後之輸出品進行 $L^*a^*b^*$ 值的色差公式計算；同時也進行導表輸出原稿（以 Japan Color Uncoated 2000 作標準）作交叉比較，以避免電子與紙本間產生的差異。

壹、緒論

一、研究背景與動機

由國際色彩協會（International Color Consortium, ICC）所制定之色彩管理系統的誕生，幫助各自擁有不同規格及特性的機械以標準化的流程將原稿從輸入端至顯示端及最後的輸出端，達到理想的色彩複製結果（曾正源，2007）。理應來說，根據色彩管理系統的流程，印刷品與原稿間色差的現象不再成問題。

然而至今我們在生活中，無論是將手邊檔案到路邊的影印店或是送印至印刷廠處理，拿到複製出來的成品時還是可以發現：非理想的色彩複製結果依然存在。使用不同彩色印刷機所產出的印刷品，仍可能出現由肉眼觀察出明顯可見，甚至是不可接受的色差現象。基於上述問題，本研究將探討現今色差產生原因，以及其解決方式。

二、研究目的

- （一）瞭解實驗區域之設備的精度，並以數據評估為之。
- （二）觀察此影印機設備輸出功能經校正後之色彩複製能力。

三、研究重要性

根據財團法人工業技術研究院對影印機市場調查顯示：臺灣每年影印機的銷售量約為 4 萬台，估算全國使用數量約為 40 萬台，其中市面上銷售彩色影印機約佔影印機的市場 30%（林幸嫻，2011）。來自教學領域、辦公場所與一般家用的需求，至 2017 年粗略推估全臺使用彩色影印機的數量將可達到 12 萬臺，顯示其市場具有相當的潛力。

再者，對於未來持續成長的無版數位印刷市場，追求全球性一致化的色彩品質上來說，色彩管理在針對不同的標準中將會是具有極大的功能，故以此呼籲企業應更重視色彩管理這項作業流程（陳政雄、李翔祖，2016）。

四、研究架構



圖 1-1 研究架構圖

五、研究假設

Ho：影印機經色彩管理前後輸出導表之色差平均差值與原稿（電子稿、紙本稿）無顯著差異（ $\Delta E_{00} < 4$ ）。

Ha：本研究選定影印機經色彩管理前後輸出導表之色差平均差值與原稿（電子稿、紙本稿）有顯著差異（ $\Delta E_{00} \geq 4$ ）。

六、研究條件

（一）本研究使用導具為 X-Rite528 反射式分光濃度計與 iliO 分光光度計，設定環境光源為 D50，觀察者為 2 度視角。

（二）本研究使用色差公式為 CIEDE2000。

（三）本研究選用紙張為 Paperline 80gsm 之影印紙。

七、研究範圍與限制

（一）因人力及時間限制，選定設備非經隨機而是本研究選取。

（二）因財力與人力限制，本研究僅針對選定國立臺灣藝術大學圖書館內之 Ricoh Aficio MS C5000 彩色 C 機進行實驗。

（三）本研究將設備所處之溼度、溫度及其他環境因素設定為常數。

（四）本研究之印製材料僅針對單一種類影印紙

（五）本研究使用之測量設備與影印機已進入國際銷售且經過信效度認可。

八、專有名詞釋義及操作型定義

（一）色彩管理系統（Color Management System, CMS）

為了解決從輸入端（掃描器）、顯示端、輸出端（底片輸出機、印刷機）各自相異的色彩能力，所被設計出來的中介工具，以確保色彩能如期望地正確輸出（Adobe Systems Incorporated, 2000）。

（二）色差（Color difference）

本研究採用 CIEDE2000 色差公式，具有色差者以 $\Delta E_{00} > 4$ 為準則。

（三）色彩複製（Color reproduction）

本研究將具良好色彩複製能力之設備定義為與原稿 Lab 值相比 $\Delta E_{00} < 4$ 者。

（四）精度（Precision）

本研究利用 Ricoh Aficio MS C5000 自動校正濃度表進行濃度檢測，並根據 APTEC 的建議濃度值作參考。

表 1-1 濃度之精度參考表（鍾惠憫，2015）

	建議濃度	寬容度
C	1.45	± 0.10
M	1.45	± 0.10
Y	1.0	± 0.07
K	1.7	+0.2 至 -0.05



圖 1-2 自定義滿版濃度編號

（五）影印機

非指傳統僅拷貝功能之設備，在此指具有輸出、拷貝、掃描等多功能型彩色影印機，本研究主要所使用為其輸出之功能。

（六）校正處理

本研究泛指實驗之前期作業與實驗之整體色彩管理作業。

貳、文獻探討

現今市面上、辦公場與教學區域所使用的商用影印機，可滿足人們在短時間內複印資料的需求，而此項發明其實與傳統印刷四大版式中的平版印刷術有著密不可分的關係，隨著時代的演進，這兩者也扮演著促進商業化的關鍵角色。

當印刷事業愈加蓬勃發展時，企業為了能掌握絕大部分印刷品的色彩品質，將色彩作數字量化的色差公式，與標準化流程的色彩管理系統因應而生。色彩管理有一定的流程，開始之前必須先確認設備是否具有足夠的精度，即印出來的色彩是否具有穩定性（無關與原稿的色彩準確度），未具足夠精度的設備品質會飄忽不定且完全無法掌握，故需進行前期實驗，接著才可以正式進入色彩管理流程 3C：校正（Calibration）、色彩特性描述（Characterization）、色彩轉換（Conversion）。一個正確的色彩管理必須由標準正確的測量儀器、顯示設備與輸出設備開始，接著透過色彩導表並利用軟體製作出輸出設備的 ICC profile，最後針對需求進行相對色度式、絕對色度式、飽和度式或感應式等色彩轉換，此即為 3C 的概念。

色度學中人眼與色彩關係，人們便進一步探討「印刷」與「色彩」的相關性，因此產生了色彩空間的概念；不同的色彩空間擁有不一的色域範圍與表現能力，基於此觀念與對於色彩品質的要求下，色彩空間轉換的概念誕生了。從多對多的封閉式色彩空間演變至多對一對多開放式色彩空間，其中的演變多虧於中介的統一性色度空間誕生（舉凡如 CIELAB 與 CIELUV）；另外，本研究在此選用的是 CIELAB 作為實驗中介的色彩空間。

參、研究方法

一、研究方法

本研究採實驗研究法（Experimental Research），研究第一階段將先進行前期研究，即於指定時間範圍內定期測試選用影印機之精度是否達到穩定，才可繼續進行後續實驗；第二階段將正式進入核心實驗，本研究將利用影印機之輸出功能，輸出指定的色彩導表，取其色彩數據後並利用專業軟體製作該影印機之專屬 ICC profile；第三階段將套用製作出的 ICC profile，反覆觀察套用後的印刷品是否明顯具有較佳的色彩表現，而在此，本研究採用之色差公式為 CIEDE2000。

二、研究對象

本研究選用國立臺灣藝術大學校內圖書館之 Ricoh Aficio MS C5000 型號之彩色影印機作為校正處理之對象；選用紙質為 Paperline 80gsm 影印紙。

三、研究工具

（一）軟體

i1 Profiler、Adobe Photoshop CS6。

（二）硬體與儀器

i1Pro2 分光光度計、IT 8.7/4 色彩導表、X-Rite528 反射式分光濃度計。

四、研究變項

（一）自變項

本研究選定影印機印製之標準色彩導表。

（二）依變項

Lab 值、 ΔE_{2000} 、色彩特性描述檔。

五、前期實驗

本研究的前期實驗目的為測試選用設備的精度是否合乎要求，而其中「量測設備」與「輸出設備」皆為前期實驗之對象。前期實驗時間為 2017 年 10 月 19 日、10 月 26 日以及 11 月 3 日，共三週中挑選同一時間與同一地點進行影印機內建之自動校正功能輸出 CMYK 濃度色表，總共三次，每次輸出 30 張。

量測設備部份，本研究使用的是 X-Rite528 反射式分光濃度計進行量測，相關設定與詳細量測方式如圖 3-1。顯示：進行色塊量測時，根據紙張上箭頭之方向（上、下、左、右）進行，分別以上、下、左、右，四組內單一樣本與該方向平均值比較後；再以四方向組間平均值進行比較，以得知同一點、不同方向進行量測時，量測設備的數據落差是否為合格精度範圍內。

輸出設備部份，本研究使用的以 Ricoh Aficio MS C5000 內建自動校正濃度表，針對滿版濃度進行濃度量測，加總平均計算之後以瞭解影印機不同時間產生的印刷品是否具有合格的精度。

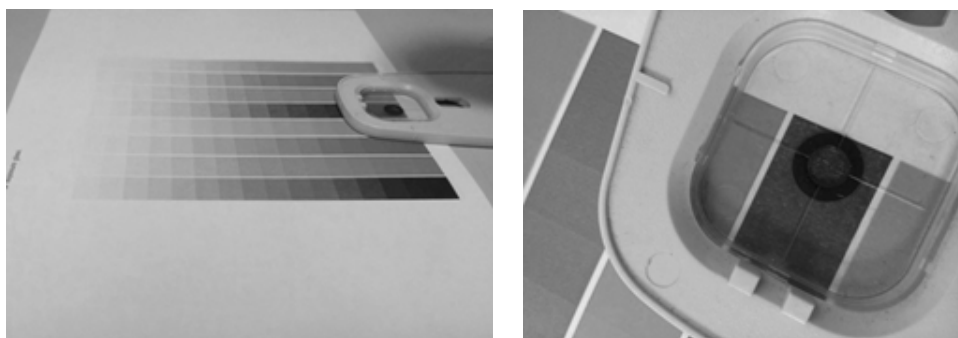


圖 3-1 色塊測量過程

表 3-1 濃度之精度標準與量測結果

	建議濃度	測量濃度	寬容度
C	1.45	1.52	± 0.10
M	1.45	1.55	± 0.10
Y	1.0	1.07	± 0.07
K	1.7	1.54	+0.2 至 -0.05

六、實驗設計

本研究的實驗將遵照色彩管理流程之 3C：校正（Calibration）、色彩特性描述（Characterization）、色彩轉換（Conversion），作為實驗順序。

首先，量測設備方面，每次使用前都必須先將 i1Pro2 與 X-Rite528 分別進行原廠內建的白點校正系統，以確保設備有最佳的狀態；輸出設備方面，則是如前期實驗所示，使用 Ricoh Aficio MS C5000 內建之自動校正系統，以測試影印機設備的墨量與輸出品質。

其次，選用 i1 Profiler 軟體內建之 IT8.7/4 色彩導表為目標，以影印機輸出該導表後，用電腦連結 i1iO，進行自動化的色塊掃描。

最後，採用「絕對色度」之色彩轉換，在此所使用的軟體為 Photoshop CS6 直接進行絕對色度的設定。

肆、結果與發現

本研究將色彩導表原稿分為電子檔（套用 Photoshop 內建 Japan Color 2001 Uncoated）與紙本稿（套用 Japan Color 2001 Uncoated 輸出），爾後分別會進行兩部分比較：一、電子原稿與套用影印機 ICC profile 前後紙本比較，電子原稿部分，會以 Photoshop 檢色工具的 Lab 值作為標準；二、紙本原稿與套用影印機 ICC profile 前後紙本比較，紙本原稿部分則會以 i1 Profiler 進行色塊掃描作為標準。以上述兩面向的實驗，希望避免電子設備與紙本轉換過程可能會造成的誤差與損益。

根據數據結果，可以得知與電子原稿比較方面對於影印機的 ICC profile 套用與否，對於色差的修正並沒有顯著差異，故在電子稿的方面，Ho 是成立的；紙本原稿方面，由數據可以得知套用影印機的 ICC profile 前後，色差的改善是有顯著差異的，故在紙本稿方面 Ho 是被拒絕的。

表 4-1 假設檢定結果

	電子原稿	紙本原稿
套用前後之平均差值 ΔE ₀₀	2.03	4.3
假設檢定	Ho 成立	Ho 被拒絕

伍、結論與建議

經過電子原稿與紙本原稿的數據分析後，本研究得出的結論為：若印刷品主要是與電子螢幕上的原稿作比較，那麼有無套用影印機專屬 ICC profile 雖對於色差改善有些許幫助，但對於人眼視覺上來說並無顯著幫助；若印刷品是跟打樣、紙本樣品作比較，對於人眼色差感官來說則有顯著的改善。

本研究在時間、人力、財力與環境的限制下，對於影印機印刷結構造成輸出品質不一的現象未深入探討，故建議後續研究者可以針對隨著影印機運作，於碳粉、熱度等因素所影響初始至最終樣張的色差值、濃度值進行更加一步的探討。

參考文獻（本文）

曾正源（2007），從色彩管理探討數位樣張之色彩複製。印刷科技，第 22 卷第 4 期。

陳政雄、李翔祖（2016）。從工業 1.0 談到工業 4.0【專論】。2016 中華印刷科技年報，2016 年報，57-58。

鍾惠憫（2015），國際印刷認證淺析（下）。印刷科技，第 31 卷第 1 期。

Adobe (2000). Technical Guide- Color Models. Retrieved July 31, 2017 from http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/main.html