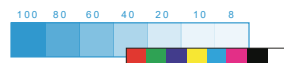


CTV (Colour Tone Value) 色彩控制 在四色柯式印刷的應用



印刷校正和印刷數據化是控制印刷品質的重要手段。ISO/TC130發佈的技術文件 ISO/TS 10128 詳細描述了多種印刷校正方法，而作為印刷品質控制的重要指標文件：ISO 12647-2 則以色度值 LAB 作為主要控制參數。然而在實際生產中，印刷操作人員通常以網點控制生產，即使用 Murray-Davies 算式透過密度計算網點增大 (Tone Value Increase, TVI)。不過，最終客戶通常以檢視顏色效果作為驗收標準，導致了某些落差。原因在於，相同的網點可以呈現出不同的顏色，而且不同顏色有不同的網點增大數值，不同紙張亦有不同的印刷曲線，管理起來比較複雜。雖然網點是有效監測印刷機狀態以及實色深淺的重要指標，但它並非最佳的色彩監測方法。

印刷科技研究中心 (下稱：APTEC) 一直致力推動印刷數據化、印刷標準化，並希望推動一個更有效、更實用的色彩控制方法。於2005年，William B. Birkett與 Charles Spontelli在美國TAGA研討會提出CTV的概念以取代網點控制 (TVI)。CTV原名為Colorimetric Tone Value，於2017年被ISO認可並發佈ISO 20654 (Graphic technology — Measurement and calculation of spot colour tone value)，提出Spot Colour Tone Value (SCTV) 能夠用作控制專色網點，但多年來在行業上並未普及。

APTEC 從2019年起將SCTV (CTV) 應用在四色印刷，並進行了相信在行業內是史無前例的大規模測試。經過多次測試後，證明CTV實實在在能夠應用在四色，並且被認為是一個很實用的印刷色彩控制方法。

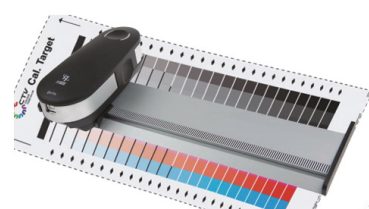
在2023年，ISO發佈了ISO/TS 10128新版本以及將發佈ISO 12647-2的更新版，內文說明CTV是其中一個認可的印刷校正方法。

CTV 校正的步驟

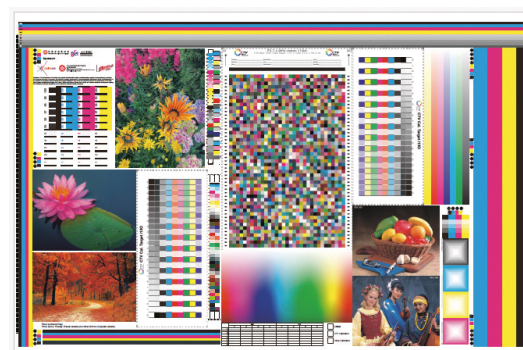
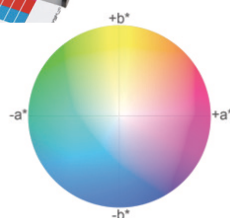
印刷校正是印刷色彩控制的策略，通過數據化和客觀的標準以帶來更有效的控制和溝通，利用色彩測量儀器，再配合軟件，就能夠進行色彩控制及校正。

有別於TVI (Fogra PSO) 和灰平衡 (G7) 的校正，CTV的特點：

- 控制RIP的輸出曲線，就如TVI校正曲線一樣
- 測量階調的顏色值
- 以Lab/XYZ顏色數據計算網點
- 不是測量密度，不需要使用RGB濾鏡進行測量後計算網點
- 可以應用在CMYK、多色 (Multicolour)、專色及CMYK + 專色
- 以線性計算色調
- 測量CMYK四色每個色版階調的LAB顏色值



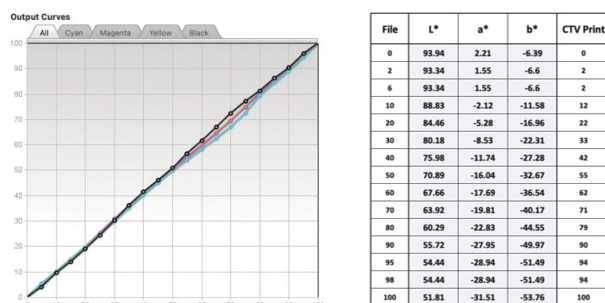
測量CMYK四色每個色版階調的LAB顏色值。



CTV 測試印張。

首先，進行線性印刷時，在輸出CTP(Computer-to-Plate)之前，需根據製造商的規格調整焦點、曝光等參數。初始階段不使用任何印刷機補償曲線，而是採用印版的線性化曲線，確保輸入的50%網點在印版上輸出時同樣為50%。控制點最好設置為每10%一個檢測點，即量度印版上每10%的網點大小，並檢查印張的左右均勻性，建議網點的容差範圍控制在 $\pm 1\%$ 之內。如果50%網點輸出結果不是50%，也不必擔心，可以記錄下印版的相關數據，作為後續印版品質控制的基礎參考。

接著是印刷機的準備，先檢查所有的物理和化學等可變因素，例如水、橡皮布、壓力等，印刷機均需保持穩定及可重複性，並記錄各種可變因素。接著利用印刷機、油墨和紙張的配合，測試能否達到以下實地CIELab數值要求，第一套線性版印刷很重要，可以使我們了解印刷機、油墨和紙張之間的表現，按需要進行調整，以達致最好印刷表現。



計算CTV補償曲線。

目標紙張數據（以單粉咭和粉灰咭為例，
根據粵港澳大灣區團體標準及 APTEC 提交至 ISO 和 ICC 的目標值）：

	單粉咭			粉灰咭		
厚度 (g/m ²)	200 to 450 (250)			200 to 450 (250)		
光澤度	10 to 80			10 to 60		
螢光增白劑範圍	0 to 8			0 to 8		
螢光增白劑量	低至輕微			低至輕微		
顏色值 L* a* b*	95	1	-1	89	1	-3
容差	± 3	± 2	± 2	± 3	± 2	± 2

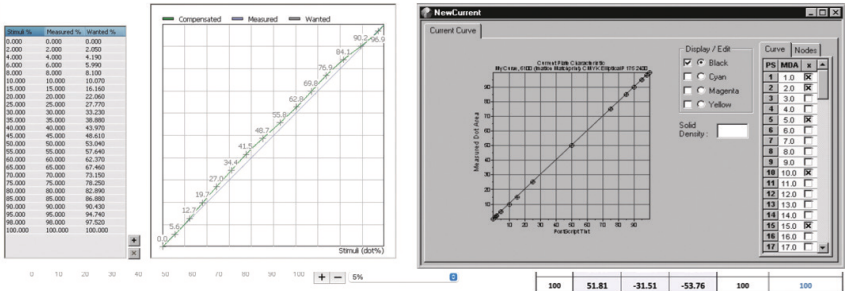
印刷時控制目標是達到以下 CIELab 顏色值，不是密度值，並檢查各部位的數據，在理想的實地密度下，印張上下顏色容差最好在 ± 0.05 ，以保持印張均勻性。

目標顏色數據（粵港澳大灣區團體標準及 APTEC 提交至 ISO 和 ICC 的目標值）：

顏色值	單粉咭			粉灰咭		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
黑	14	0	0	15	1	1
青	54	-35	-51	53	-33	-48
品紅	48	75	-2	44	71	-2
黃	88	-3	93	84	-7	88
紅	49	69	48	44	66	43
綠	47	-65	20	47	-65	25
藍	23	21	-46	21	22	-42
疊印	22	-1	0	20	0	1

** 以上數據均使用白墊底

達到目標值後，使用分光光度儀量度整個 CTV 階調目標，及使用市場上的軟件計算 CTV / SCTV 校正曲線，將控制點輸入 RIP 中。



應用 CTV 補償曲線。

完成線性印刷後，接下來進行第二次印刷——CTV校正。此次印刷過程的設定與第一次相同，初始階段使用相同的墨鍵設置進行試印，並以正常生產方式進行印刷。CTV校正對階調的要求是25%、50%和75%的 Δ CTV目標為0，容差值是 ± 3 ，例如印刷出來的25%網點應為22%至28%之間。

在此過程中，可利用愛色麗或Techkon(特強)提供的工具和軟件監控CTV網點，例如eXact分光密度儀和SpectroDens，檢查校正後的網點是否達到接近50%(即不需要考慮傳統的網點增大)。同時，根據以下標準檢查準印張和生產監控的階調容差值，確保印刷過程符合要求。

大灣區CTV階調生產容差要求

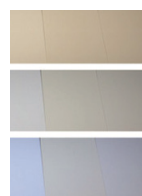
階調值	偏離容差 Deviation Tolerance	波動容差 Variation Tolerance
	準印張	生產
< 30	± 3	± 3
30 to 60	± 3	± 3
> 60	± 3	± 3
CMY中間擴張	≤ 5	≤ 5



監控印刷生產

為了更有效地控制印刷品質，需要量度色帶並記錄四色實地密度和 Lab 值，包括濕密度和乾密度，以及疊色 RGB 實地的 Lab 值、CTV 階調網點數據和灰平衡數據，這些都是品質控制的主要參數。

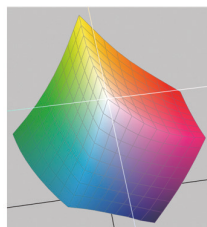
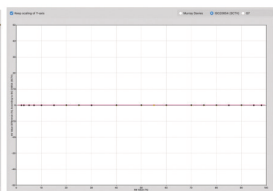
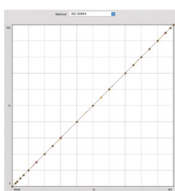
同時亦要注意紙張的顏色，因為不同紙張會直接影響印刷顏色，特別在亮調位置顏色影響最為明顯，甚至會改變實地和疊印色，當紙張顏色與目標數據庫有太大差異，印刷就不能達至目標值，需要重新計算印刷目標數據。另一個因素是紙張螢光增白劑 (OBA)，亦會影響顏色視覺效果和量度數值。評估 OBA 含量有兩種方法： ΔB 和 $\Delta CIE\ Lab\ b^*$ 。



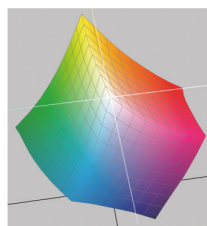
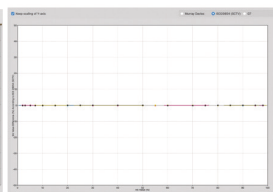
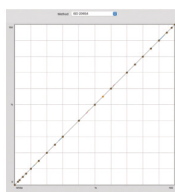
不同螢光劑所呈現的紙色。

如果需要處理非標準紙張，可以採用紙白相對的計算方法，稱為 Substrate Corrected Color Aim (SCCA)。該方法由美國的 David McDowell 先生於 2004 年提出，是一種基於三次激值的線性修正技術，多項測試已證實其可行性。其基本概念是根據實際紙張的顏色，調整油墨的 CIELab 目標值，並以修正後的實地油墨值作為印刷目標。

完成 CTV 校正後，會得出一條校正曲線，該曲線將用於後續的印刷生產過程中。只需持續監測 50% 網點是否印出 50%，即可確保印刷穩定性。如果發現 50% 網點的輸出偏離目標，這可能意味著印刷機的狀態有改變。或者，如果需要印刷不同的紙張類型，現有的校正曲線可能不再適用，此時就需要重新進行校正。



粉灰咭的 CTV 曲線。



單粉咭的 CTV 曲線。

CTV 的效益

- ☐ 可適用於不同的印刷方法 (柯式、柔性版、數碼印刷、凹版)
- ☐ 可適用於專色、四色及多色印刷
- ☐ 可使用任何油墨、任何印刷物料
- ☐ 可使用任何網線或網種 (AM 調幅網、FM 調頻網、混合網、連續色調)
- ☐ 容易掌握，因為與傳統印刷控制一樣，生產人員監控印刷網點變化，並同時監控顏色
- ☐ 特別適合包裝印刷，因為四色及專色網點曲線計算及使用是相同
- ☐ 漸變比較順滑和層次比較豐富，色彩對比度亦比較強烈

對 CTV 的迷思

迷思一：印得太深

很多人將 CTV 跟現時使用的 TVI 作比較，往往認為印出來的顏色會比較深，特別是黑色。但其實 CTV 的計算和 TVI 的計算並不同，不應作比較。採用 CTV 計算後，印刷顏色是比較足色，同一個網點百分比，例如 50%，印出來都是 50%，網點沒有變大，但卻能印刷出更多層次和更豐富的顏色，特別是顏色漸變會表現得更順滑。

迷思二：CTV 不能匹配其他標準

CTV 擁有其獨特的優點，例如易於控制、更豐富的層次表現，以及基於線性化的概念。然而，如果客戶要求達到其他標準，例如匹配 Fogra 39L 的打稿要求，是否就無法使用 CTV 呢？在什麼情況下可以應用 CTV？一些印刷商表示，會找一些以廠商為標準的印件使用 CTV，因為當客戶要求匹配 Fogra 39L 標準時，不同的校正方法的達標數值的確有所不同。不過實際上兩者可以同時使用，只是最終的結果不會完全基於線性化的概念，亦即 Δ CTV 並非 0。

理想的情況是，印前製作應用 CTV 的 ICC 特性檔，印刷目標是 CTV 的數值，從而達到一致的效果。如果印前製作應用的是 Fogra 的 ICC 特性檔，印刷目標則對應 Fogra 的數值。需要注意的是，印前製作時需使用相應紙張的 ICC 特性檔，以確保最終結果的準確性和一致性。

如想學習 CTV，可以參加由 APTEC 即將舉辦的 CTV 課程。詳情請留意 CTV 網站以及 CTV 微信官方號。



CTV 網站



CTV 微信公眾號

