

漢風色典濃度在知覺色空間之關係研究

魏朝宏* 吳瑞卿** 洪聲安*** 張志傑****

* 大同大學工業設計學系
e-mail:wei@id.ttu.edu.tw

** 大同大學物理組
e-mail:rcwu@ttu.edu.tw

*** 和新科技
e-mail:mbscolor@ms22.hinet.net

**** 大同大學工業設計所
e-mail:cv36918@yahoo.com.tw

(收件日期:91年03月12日;接受日期:91年08月08日)

摘要

從“漢風色典—純聚酯絲梭織布色票”之色相表中，系統性選出可以涵蓋此色票集 (color atlas) 之代表性色票一千多色，以 ColorEye XTH 分光儀取得 CIE 1976 LAB 值。

首先對標準灰 (Sino standard gray) 之色濃度與 CIE LAB 關係進行回歸分析，並與 Munsell 明度 (value)、DIN 含黑量 (darkness) 作比較，發現“漢風色典”的標準灰色濃度，若將其色濃度歸一到 10 階 (即最小為 0，最大為 10) 則其回歸曲線與 Munsell 的明度十分接近。至於漢風色典的六個彩色相之色濃度與 L^* 的關係也呈線性關係，其中除了 H0 (黃色) 的最暗色濃度隨彩度不同而有不同的截距外，其關係都為線性關係，且與標準灰相接近。

其次，進行了解單一漢風色彩屬性與另兩個不同屬性轉換為知覺色空間的交互現象，以測色值繪出 CIE LAB a^*b^* 、 L^*h° 、 L^*C^* 圖加以分析，結果發現此色典的濃度操作由淺色、中色濃度、(light and medium depth) 低彩度及向度 210 (H210) 之色票，有良好的視覺均勻性排列，其他部分可能因染料的染色行為而產生特有的規則變化。

總之，就初步研究結果言，“漢風色典”可視為染料混色 (colorant mixture) 的濃度概念融合視覺等值的色貌 (color appearance) 之系統，其中多少具有色彩秩序系統 (color-order system) 的特性；另一方面，也提出對“漢風色典”色濃度的一些理論有待檢證之建議，以及今後試圖建立漢風色典與 CIE 色系等等對應關係，以增加其應用廣度之研究方向。

關鍵詞：漢風色典、知覺色空間、色濃度、CIE LAB、標準灰、彩度、向度。

一、研究動機與目的

1-1.1 研究動機

1993年，聯邦染整廠化驗室主持人許對鵬，本著染料混色的豐富經驗與敏銳的眼力以及配合色濃度的概念，研發出純聚酯絲梭織布染料電腦配色軟體，透過分光儀作業，能預測出各種染料組合的反射率曲線及K/S曲線，方便染整廠配色人員能正確選擇染料，並儘可能降低色變問題，當時得到工業局、中國紡研中心、中科院化工所以及相關紡織學者與業界領袖的肯定與重視。此電腦配色軟體據稱近六、七年來廣為相關染整業界所使用，在國內已成飽和狀態，顯見其實用性相當大。1997年以“用以顯示色彩體系之色彩比對表”取得我國智慧財產局專利(087956)。

1999年中國紡織工業研究中心在姚興川總經理的指導及何友蘭顧問的學劃，成立了“漢風色典”編輯委員會，許對鵬為主編，由裕科科技實業股份有限公司承製，於2000年1月完成“漢風色典”色相表及濃度表兩個版本以因應不同的使用需求。此色典慎選耐光度、監牢度且混色後色域最寬廣的染料三原色，在純聚酯梭織布上以等濃度技術予以染製，形成任何兩相鄰色票的視覺色差相等，並且是色相排列勻稱的等濃度面。全書表650mm寬635mm高50mm重8kg共蒐錄18,000多色，堪稱一大鉅構。

世界上擁有十萬色的色票集，首推英國皇家工業染料部出版的“ICI Color Atlas”(1970)[1]，她實際僅染製1,379色，但是每一色則各別覆上共用的19枚灰階濾色片則產生20色的變化，所以總共可以取得27,580色(1,378×20)。儘管如此，“漢風色典”則實實在在染製約20,000色的色票，織品染製顏色之多，為當今世上所僅見，不禁令人興起研究的興趣。何況這種藉由色濃度控制的染料混色，絕對是構成色彩的最基本結構之一，值得多加了解與探討。

因為染製“漢風色典”的電腦配色技術不僅成功地運用在生產作業上，而且不需色樣便能快速而有系統的染出顏色來，可以解決沒有色樣便無法染色的困擾，以及節省一般接受染色的對色時間。同時，漢風色典主要以等色濃度面(constant of shade plane)來排列色票，與1988年以等明度(constant lightness)來架構的Colorcurve Color System[2]類似。只是前者從染色者的深度概念去發展，後者則大多數設計師認為從等明度面內選色，不但方便也最切合實際。

另一方面，我國紡織工業中的大織產能達7130.5公噸/日，此生產規格在亞洲地區排名第一，世界排名第二，在全世界大織工業領域中具有舉足輕重的地位，尤其是，在聚酯、聚酰胺內烯青和縲縈四大纖維中，聚酯可謂一枝獨秀，1992年占全部的74.63%。1994年為76.91%擴充較大[3]，95年幾乎倍增，至此聚酯纖維已是台灣人造纖維的主力產品，居世界第一位，到1997年仍大幅成長[4、5]，到1998年成長率再創新高[6]，1999、2000年因自行計畫性生產方式，呈現微幅成長。但展望未來亞洲主要化纖生產國需求強勁的帶動下，前景看好[7、8、9]。由於聚酯絲纖維具有優越的強度、尺寸穩定性及手感良好，生產量遠超過其他纖維。因此，相對於聚酯纖維的染色新技術，就值得進一步去探討。

最後，值得注意的是此色典由國人國內研發，具有濃厚的本土研究意義，在學術探討上應別具一番價值與意義。

1-1.2 研究目的

初次看到等色濃度面之“漢風色典”純聚酯絲梭織布色票集[10]的人們，大多感到顏色相當均勻，似乎體認到許氏主張以「標準灰」控制等色濃度面而使色彩分布均勻與視覺同步之研

發技術。但此種有別於一般色彩學中討論物體色彩外貌屬性的染色濃度之視覺現象，倘若能透過分光測色轉換為色知覺空間，必定更容易切入“漢風色典”所謂無彩色標準灰色濃度及其彩色相濃度感知覺色空間之關係、有彩色色票中採“漢風色典”色彩屬性對另兩個色彩屬性感知覺色空間的交互影響之關係，做一番分析與認識，或許也能貼近並客觀評估語氏的色濃度公式與視覺同步的染製色票能力。

二、基本認識

2-1 色濃度及其公式的發展

織品在染色過程中，不難看到染料進料的多寡，會得出顏色深淺的效果。同時，隨著染料的逐漸遞增，明度與彩度的軌跡呈現出曲線的移動，形成 Judd 所稱的 *dye's brightness* 染色現象[11]（圖 1）。

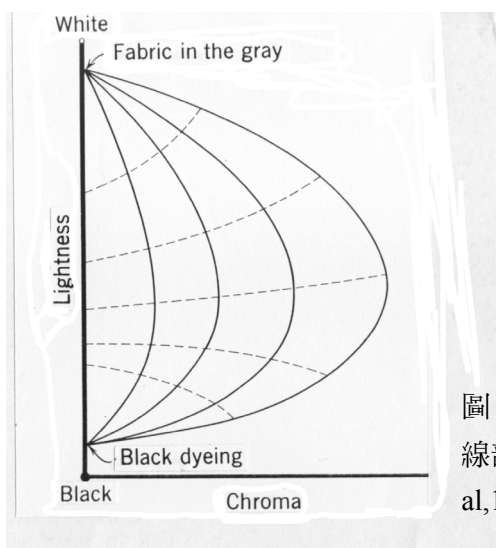


圖 1 對應到明度、彩度色知覺的 *constant dye's brightness*（實線部分）的軌跡，虛線表示等濃度的軌跡（錄自 D.B.Judd et al,1975,p. 385）。

換句話說，染料量的多少主要會影響染物的明度及彩度的變化，而染物明度、彩度的變化是以色知覺為基礎，是抽象的。亦即染物外觀的明度與彩度並無法直接表示出色料量。然而，對所有的色料使用者而言，染料的使用量關係著他的成本規鉅，如果能藉由明度與彩度屬性的變化，導出色濃度（*deep of shade*）的概念是極為重要的。

一般對色濃度的區分是根據眼睛來判斷，在白色與黑色之間人體分為淺色（或稱淡色）、中色及濃色（或稱深色、暗色），很像日常生活中敘述服飾色為淺色或深色當為傳達色彩資訊的口語[12、13]。日本工業標準調查委員於 1978~1980 年間確認的標準染色濃度共 1 號、3 號及 5 號[14、15、16]。此三種之色濃度區分依序為濃色（深色、暗色）、中色及淺色（淡色），就是工業標準規範的實例。

要言之，就色濃度從純屬色彩學中討論物體外貌的明度、彩度屬性而言，並沒有簡單的對應關係。但從染料混色來看色濃度的控制，絕對是構成色彩的最基本結構之一。

對於色濃度的發展概況，孫行等人[10]指出首開研究風氣之先是德國與瑞士的染料廠。他

們依據專家的眼光，共同訂定一套十八種不同色相的毛織品，視覺上看來相等濃度的標準色卡，這就是1930年的Hilfstypen (Types auxiliaries)，也是標準濃度的由來，其後再作補充與發展。1959年國際標準組織 (ISO, The International Organization for Standardization) 採用為1/1的標準濃度，並訂有2/1、1/3、1/6、1/12及1/25等六種。翌年美國AATCC (American Association of Textile Chemists & Colorists) 也採用ISO的規格。

徐氏繼續指出在此發展標準色濃度色卡後，人們致力尋找與視覺一致的色濃度計算公式。以測取Hilfstypen濃度色卡於Munsell或DIN色系中，找出適當函數的數值來代表濃度的，有Godlove (1954)的A值公式，Rabe-Koch (1957)的 θ 值公式，訂正成的C*值公式。這些公式應用的結果發現，A值在高明度色域有效，但在低明度色域的暗色與視感不能完全一致。 θ 值公式日本人最為熟知，且在低明度域中與視感適合性表現尚佳。此外，還有從色度學的概念來控制的，如Graland的Avis值公式，I.C.I的Integ value以及Taylor法則，被認為方法簡單明瞭對工業應用有其意義[17]。

據作者所知，ISO有關色濃度之研究在近十年來較少。但國人許雲鵬卻幾乎在同一時間嘗試結合色濃度色票與公式為一體作了新方向的探討，其成果“漢風色典”呈現出一定程度的水準，他如能發揚色濃度公式（或理論），通過專業學術領域的檢驗，或可重寫色濃度公式歷史的新頁。

2-2 “漢風色典”的組織與架構

此色典結構係由淺漸深依序遞增色濃度的橫截面之無彩色當為圓心，也就是所謂的「標準灰」。他以標準灰控制等色濃度面上所有顏色的色濃度趨於一致，使得等色濃度面中所謂等彩度圈上任向夾 120° 角的3色經混合後就能得到等於此色濃度的標準灰。至於等色濃度面上所謂彩度圈的明度是被視覺所界定，它使等色濃度等彩度之色相環之間隔儘可能均勻。彩度自圓心等於0為起點，隨著半徑的逐漸加大而遞增到染料最高彩度的邊界為止。

把這些由淺到深的等色濃度面中的圓心串成一個垂直軸，則此染料所混合成的所有色票呈現出圓柱狀排列（圖2），和Munsell的色空間一樣。在這個色空間上他使用數值化的色彩語言：向度（色相角）彩度及濃度來標示色彩，建立起許氏所謂「三度色彩空間與色彩語言一致」的均勻色空間。

其色碼標記的方式為DCH，D是色濃度（Sino depth of shade 簡稱為D）、C是彩度（Sino Chroma 簡稱為C）、H是向度也是色相角（Sino hue angle 簡稱為H）。許氏訂最低濃度自12、14、16……到58的最高濃度（圖2），計截取24個色濃度階，以手工黏貼10mm×10mm的色票分別完成24面等色濃度色相表，並在此等色濃度色相表上的正上方標出色濃度值。

等色濃度色相表中的顏色以同心圓的方式來排列，正中央的圓心「標準灰」之彩度為0，自此沿半徑向外遞增彩度為3、6、9……到72或75（圖3）。彩度3（C=3）有6張色票、C=6有12張色票、C=9有18張色票……即每遞增一個彩度圈就增加6張色票。如果C=60，則此彩度圈有120張等色濃度色相環的色票。同時，許氏把黃訂定在12點的位置稱0度，再依順時針方向的 60° 為橙、 120° 為洋紅、 180° 為紫、 240° 為靛藍、 300° 為綠、 $360^\circ=0^\circ$ （圖4）又回到原點呈圓形排列，這些色以逆時鐘方向與黃色的夾角就是他所謂的向度。在不同等色濃

度面上的彩度以 D38~D44 為最高，被染出的色票也最多（見圖 5，6）。

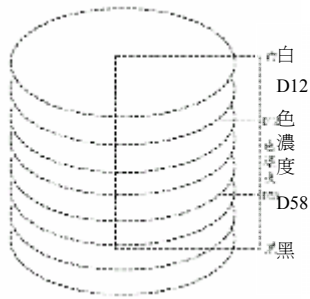


圖 2 “漢風色典”色濃度立體

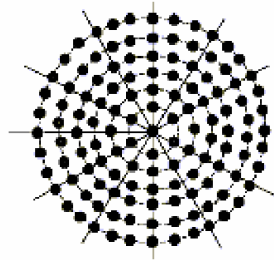


圖 3 “漢風色典”等色濃度色相
大色彩排列方式

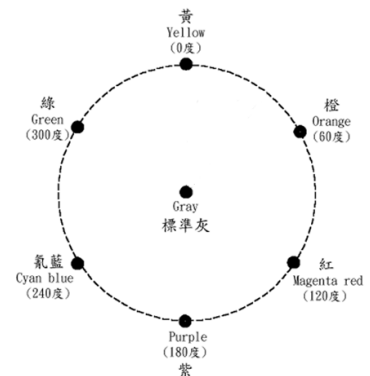
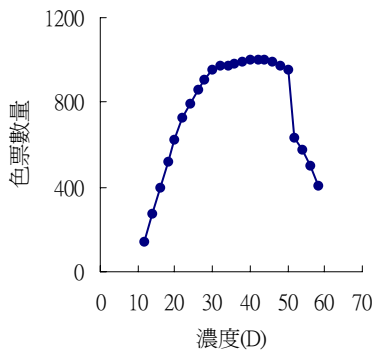
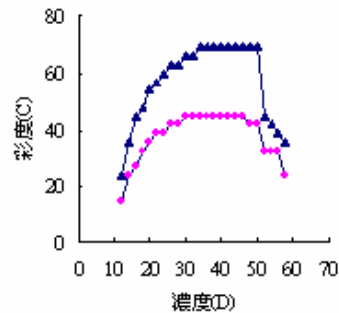


圖 4 “漢風色典”六主色之分佈



白...淺色...中色...濃色...黑

圖 5 “漢風色典”各色濃度面色票數量統計



白...淺色...中色...濃色...黑

圖 6 等色濃度面上最大完整彩度圈與部分色票
之最高彩度值之分佈
(●色彩完整的最大彩度圈之彩度值 ▲
部分色票之最高彩度值)

2-3 “漢風色典”概念的釐清

回顧八月多前，北科大賴瓊琦教授與魏朝宏接受紡拓會委託，共同主持「中華民國標準色卡製作之先期作業計劃」之研究工作，在期末報告(二)中，魏朝宏提出對許雲鵬的「染樣分布色知覺空間之研究」外，還特別提出「中華民國漢風色典色碼系統」[18]的主張，其後又提出「漢風色彩系統 (Sino-color dictionary system) 之建立與研究」論文[19]，這些研究的目的是在圖以色彩混色原理並符合均勻色知覺為概念，發展出等暗度面—如 Colorcurve 等明度面般的色彩排列系統，且考量人類對數字的認知太過抽象難記，特別複合了文字與數字當為色碼來標示色彩。同時，希望蒐集我國傳統特質的色名資料，經整理後能對應到此系統上，完成具有漢文化內涵的色名辭典或蒐尋環境，截至目前為止，此論題仍持續探討中。至於本論文所指稱的「漢風色典」一詞，並非如上所述漢文化色彩辭典的意義，而是許雲鵬以色料混色 (colorant mixture) 與視知覺原理融合出的色濃度概念，透過電腦配色技術而製作出系統性的實體色票，自此特別予以釐清。

三、研究方法、範圍與限制

3-1 研究方法

由於“漢風色典”強調具有視覺同步的色彩外觀 (color appearance)，因此需藉由相符視覺差異的色彩量尺 (color scales) 作為檢驗的標準。在當今諸多色彩系統中，Munsell 色系是透過視覺尺度實驗 (visual scaling experiment) 而成為世界上最早且多方面被白餘篇論文所考證的系統，也是檢驗其他顯色系 (color appearance system) 色彩是否分布均勻的指標[28][20]。但 CIE LAB (1976) 能直接透過分光測色取得 CIE XYZ 三刺激值，再以簡單的計算轉換為三個量 L、A 與 B，而任何 CIE LAB 色空間部分之色彩間是等距的，即呈現出接近相符色知覺的差異[25][21]，為目前 CIE 所承認最符合色彩視覺等距的色系。因此，本研究選擇後者 CIE LAB 為色彩量測的尺標，而“漢風色典”就是符測物。

從 18,000 多純聚酯絲梭織布色票之色空間中，系統性篩選能涵蓋此色立體之代表性色樣：24 階標準灰濃度都全部收錄，並且在 24 面等色濃度面上則等間截取 12 面 (即 D14, D18, D22..., D58) 之條件下，選取 H0, H30, H60...H330 等 12 個向度 (色相角)，其彩度自 C6 取 6 的倍數 (即 C6, C12, C18...) 到該色相角的最高彩度為止約 1,000 多色。使用 GretagMacbeth 製 ColorEye XTH 手提式分光儀 (D/8°幾何條件)，D65/10°，SCI 為測色條件，每色測三次平均求得 CIE LAB 值，並繪為 a^*b^* 、 L^*h° 、 L^*C^* 等圖加以分析。

3-2 研究範圍與限制

基於專業領域的不同，本研究無涉：①下染前對染料、基材之檢驗與評估選擇之規範。②有關色空間座標的染樣不因更換染劑廠牌而發生變化。③如何控制標準灰濃度的技術乃至是否定有 aim point 等等問題。本論文僅針對漢風色典色樣外貌之視知覺均勻性現象與色濃度之關係予以探討。

四、結果與討論

現就其色濃度在知覺色空間之關係分為幾項內容討論於後。

4-1 “漢風色典”標準灰濃度及其主色相濃度在知覺色空間之關係

4-1-1 「標準灰」色濃度在 CIE LAB 之 L^* 之關係—以 Munsell 無彩色之明度值 (value) [22] 及 DIN 無彩色之含黑量 (darkness) [23] 比較為例。

「漢風色典」乃採用色濃度概念，且研發者強調其色樣間具有良好的視覺均勻性，因此本論文將漢風色典的標準灰與目前被認為視覺最為均勻的 Munsell 色系，以及具有相似濃度概念的

DIN 色系之無彩色色樣比較，希望藉以了解「漢風色典」標準灰的性質。無彩色的 Munsell 明度值(V)、DIN 含黑量(D_{DIN})和“漢風色典”色濃度(Ds)，與 CIE LAB 中的 L*值有密切的關係。其中 Munsell 的明度值 V 介於 0~100 之間，黑色 V=0，白色 V=100；DIN 的含黑量 D_{DIN} 也介於 0~100 之間，但黑色 D_{DIN}=100，白色 D_{DIN}=0；漢風色典中的色濃度 Ds 值介於 0~100 之間，色樣越暗，Ds 值越大。

為了比較三套與 L*的關係，取用 JIS Z 8721 及 DIN 6164 所分別公佈 Munsell 及 DIN 無彩色的反射率 Y 值，轉換為 CIELAB 的 L*值，與所量測的“漢風色典”的標準灰作圖比較之。為了使三套色系有相同的最大值 100，且黑色為最小值 0，白色為最大值 100，取 Munsell 的 10V、DIN 的 100-10D_{DIN}、“漢風色典”的 100-Ds 與 CIE LAB 中的 L*作圖，並取三套的迴歸曲線，由圖 7 可以發現：

- (1) 三套與 L*都呈線性關係，其中 Munsell 與 DIN 的曲線接近，且斜率大約為 1。而“漢風色典”的斜率約為 1.5，比 Munsell 和 DIN 大，且截距為-51。
- (2) 由迴歸曲線分析三套在 L*=0 及 100 時的相對對應值如下：

	Munsell V	DIN D _{DIN}	漢風色典 Ds
L*=0	0.14	9.97	66
L*=100	9.94	-0.68	0.21

由此可得知對於 Munsell 明度 V 及 DIN 含黑量 D_{DIN} 而言，其最大與最小值差均約 100，與 Munsell 和 DIN 的定義相符，但“漢風色典”的色濃度卻為 66，可見其標準黑的色濃度是 66，而標準白的色濃度是 0。為了取得三套的一致，將“漢風色典”中標準黑色濃度歸一為 100，即有 Ds=Ds*100/66，作 L*-(100-Ds) 圖，則發現其迴歸曲線與 Munsell 十分接近。由此可知，該式處理標準灰的色濃度轉換為知覺明度的均勻度有不錯的視覺等距，正如 Munsell 明度所表現。

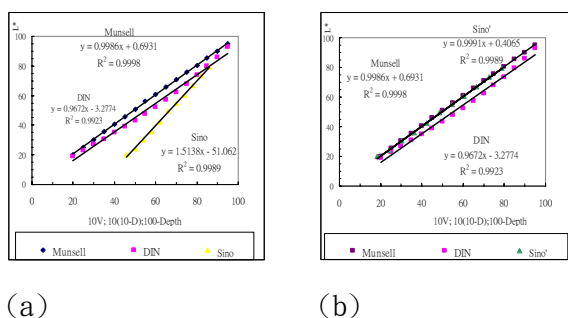


圖 7 “漢風色典”標準灰色濃度與 Munsell DIN 無彩色在 CIE LAB 之 L*關係

4-2 六主色濃度與其標準灰在 CIELAB 之 L*關係

自圖 8-(a)~(f)為六個主色(H0、H60、H120、H180、H240、H300)的濃度與 L*值的關係則都呈線性，其迴歸曲線也與標準灰相近。各主色相斜率大約皆為相同(約 1.45)，截距略為不同，但相差不大，其中唯有 H=0 黃主色其截距與彩度有明顯的不同。

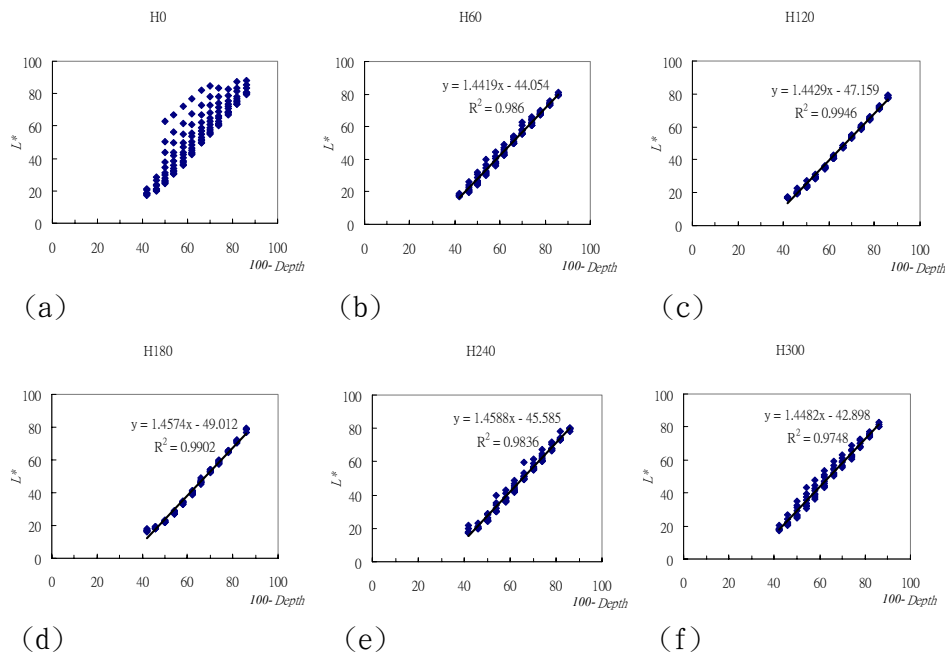


圖 8 “漢風色典” 六白 色色濃度與 CIE LAB 之 L^* 關係

4-1-3 「標準灰」色濃度與 CIE LAB 之 a^*b^* 關係

根據圖 9 可明顯看出該式的標準灰色濃度，以知覺座標為準則，除了 D50、D48 小於 $\Delta E1.0$ 外，其他大多介於 $\Delta E1.0 \sim 1.5$ 之間為少許誤差 (slight)。再仔細觀察這些標準灰的色彩偏向可分為兩大類型，一類是淺、中濃度灰偏黃，一類是深濃度灰偏紅，其中介於 $\Delta E1.5 \sim 3.0$ 皆為可感知差異 (noticeable)[24]則有 D12、D40 偏黃，而 D52、D54 偏紅。如果該式主張以標準灰來控制等濃度面上所有的顏色為真，則標準灰若有色彩偏向時應該會影響此濃度面所有被染出的顏色之正確性。

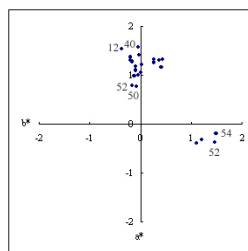


圖 9 “漢風色典” 不同色濃度之標準灰實體色票在 CIE a^*b^* 圖分布之情形 (標準灰濃度自 D12~D58 共計 24 灰階)

4-2 “漢風色典” 有彩色色濃度與知覺色空間之關係

本節將分別就：(1) 等色濃度色票在 CIE a^*b^* 圖分布之情形 (圖 10)，(2) 等彩度色票在 CIE L^*h^* 圖分布之情形 (圖 11)，(3) 等向度色票在 CIE L^*C^* 圖上分布之情形 (圖 12) 分別討論。

4-2-1 等色濃度色票在 CIE a^*b^* 圖之分布情形

從圖 10 中首先觀察到 12 條向度線自 $a^*=0, b^*=0$ 的無彩度點向外放射，其線段的長短不均，表示彩度的高低不均，同時也表示色域的大小不同。整體言之，從最淺色、最濃色濃度的兩端逐漸向中色濃度增大色域。假如從 4 個象限的色票分布來看，位於第 1、2 象限內的向度色域大，其中又以 H0（黃）為最大，第 4 象限內其次之，而第 3 象限內皆（介於 H210~H270 之間）為最小。

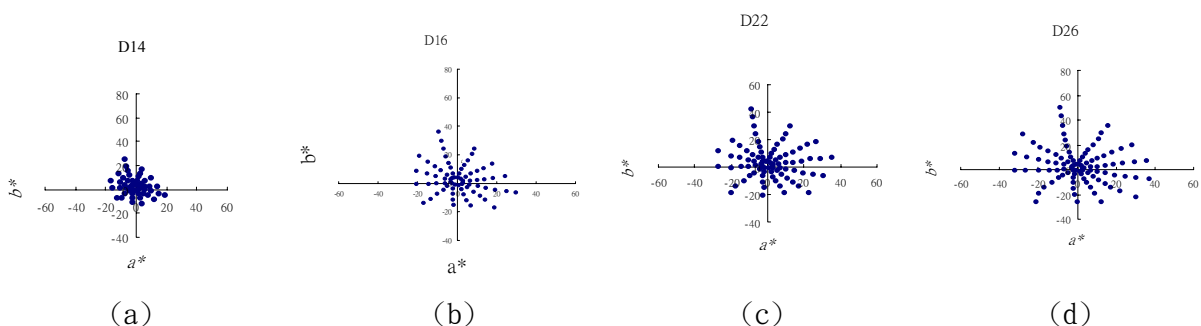
再從此圖中，也具體可以發現，除了最淺色 D14 及最濃色 D58 外，其他 10 個等色濃度面上相鄰向度間都有一定不同大小的色相夾角。雖然如此，有一些細部變化值得注意，例如在第 1、2 象限內的 H30 及 H330 向度間之夾角大小，是由淺色濃度逐漸轉換到濃色濃度時而增大。又如第 3、4 象限內的 H270 與 H120 向度間之夾角變化也發生同樣的情形。

一旦連結 D22, D34, D46 的相鄰色的等彩度點時，就會呈現出類同心圓，而半徑上（等向度線）的間隔隨著彩度的遞增作微幅比例的放大（圖 11）。

上述種種現象，試以等 Munsell 色相與彩度對應到 CIELAB 色空間的情形，（圖 11, d 為 $v=7$, e 為 $v=5$, f 為 $v=3$; Mark D.Fairchild）[25]加以觀察比較。

自圖 11 之 d-e-f 中能夠具體看出 10 個色相角之大小不盡相同；從高明度（ $v=7$ ）經中明度（ $v=5$ ）到低明度（ $v=3$ ）時，不難發現 Y 的軌跡自第 2 象限以順時鐘方向緩慢的移到第 1 象限上。同樣的，RP 與 BG 在第 3、4 象限內的色相夾角也逐漸變小。此外，不同明度高低其彩度間距可以明顯看出因彩度的逐漸變大而放大比例，尤以 Y 及其相鄰的兩色 YR 及 RP 最為顯著。此外，Fairchild[27]指出紅、綠、黃、藍等色相（unique hues）在日光光源下的色相角軌跡並不直接對準 CIE LAB a^*b^* 軸，而 $R \cong 24^\circ, Y \cong 90^\circ, G \cong 162^\circ, B \cong 246^\circ$ ，故 R、Y 色相差為 66° ，YG 為 72° ，GB 為 84° ，RB 為 138° 。由此可見，任何色系其視知覺均勻的色相在 CIE LAB 之 a^*b^* 面上並沒有均等的色相夾角以及相等的彩度間距。

詒氏所操作的是色料配色系統（color-ant mixture system）在圖能與視覺同步，與色知覺概念為進而發展出的色彩程序系統應該有所不同。詒氏定義染料三原色色空間有他個人的見解。這個見解是基於他個人的染色經驗（認知）、考量染料能配出最大色域或其他原因則不得而知。此色相角度的控制從淺色濃度到中色濃度看出技術穩定，但到較深濃度時尤其是最深濃度的 D54、D58（圖 10-（k）、（l））對某些色相變得難控制，我們對此深濃度的染色現象並不感到意外，因為詒氏的染色技術是藉由他的肉眼判斷能力（即與視覺同步的概念），而人類對暗色的分辨本來就較弱且困難。



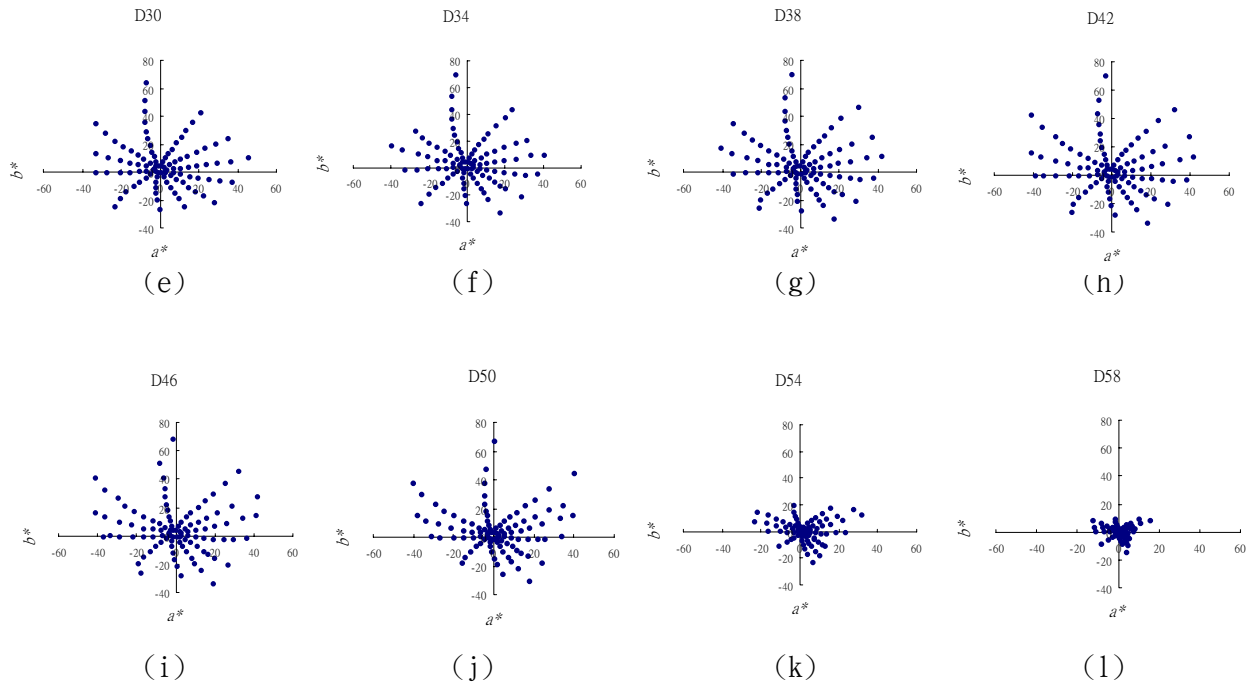


圖 10 “漢風色典” 等濃度色票在 CIE LAB 之 a^*b^* 圖分布之情形

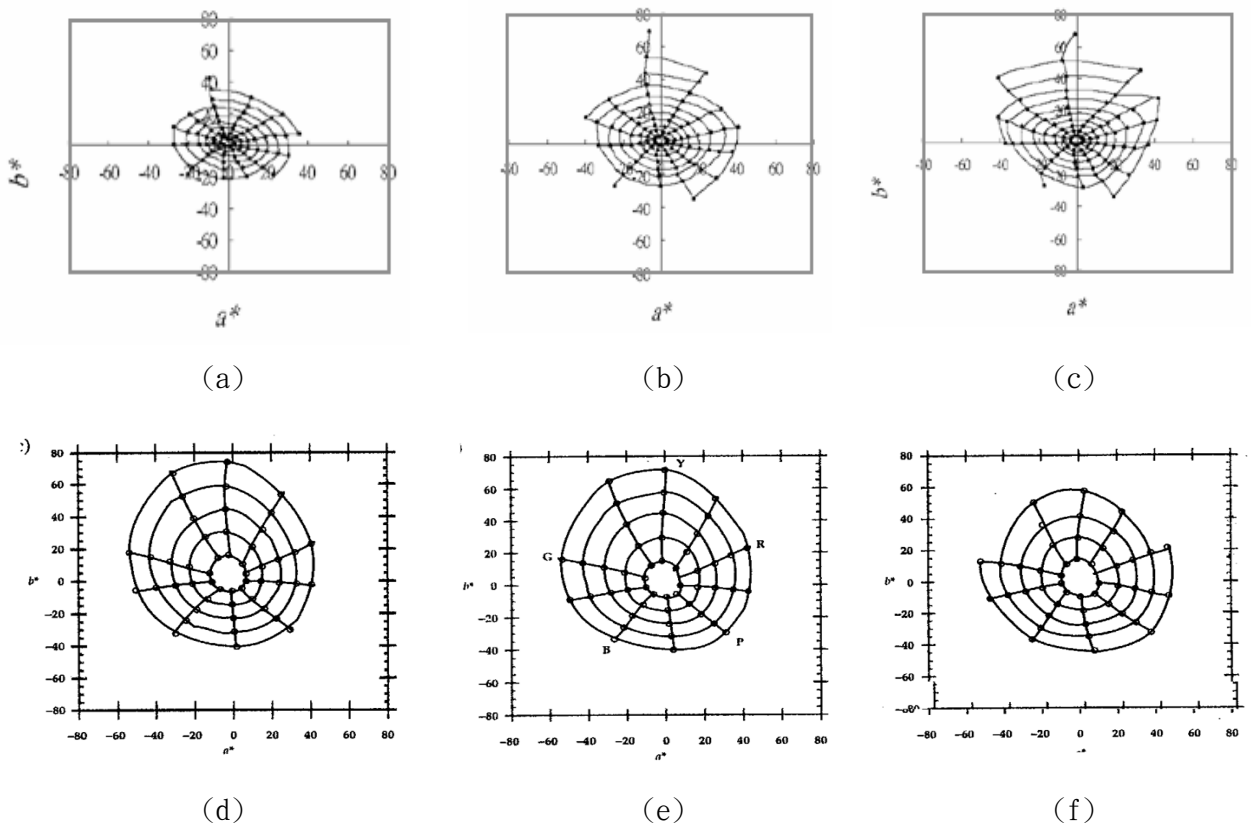


圖 11 等彩度在 L^*h^* 圖上分布之情形

(a).(b).(c) 各為漢風色典 D22、D34、D46 之等濃度面及(d).(e).(f) 各為 Munsell v7, v5, v3 之等彩相面，其中圓弧曲線為等彩度線

4-2-2 等彩度色 L^*h° 圖上分佈之情形

圖 12 之 (a)~(k) 為相同彩度下色樣的 L^*h° 圖，由圖中可知等色濃度線約略等距且平行，這表示著等色濃度接近相等的明度知覺，但在 D34, D38 之間距似乎較大，而 D54 與 D58 間的明度知覺卻較小。另一方面，在低彩度 (C6) (圖 12- (a)) 不同色相的 L^* 大約相同，使得等色濃度線趨近水平，一旦彩度逐漸增高時，等色濃度線在明度知覺上則起伏隨之變化如 C30、C36、C42 等 (圖 12-(e)、(f)、(g))。

再就彩度與色相的關係來看，高彩度自 C48 而上逐漸減少色相種類，直到 C66 (圖 12-(k)) 只剩黃色 (0°) 1 色而已。此外，中彩度 (如 C18、C24) 有較一致的色相夾角。由此而下的 C12、C6 (圖 12- (a)、(b)) 或而上的 C30、C36、C42、C48 (圖 2-2- (e)、(f)、(g)、(h)) 之低色濃度或高色濃度的色相夾角逐漸變化或不穩定。

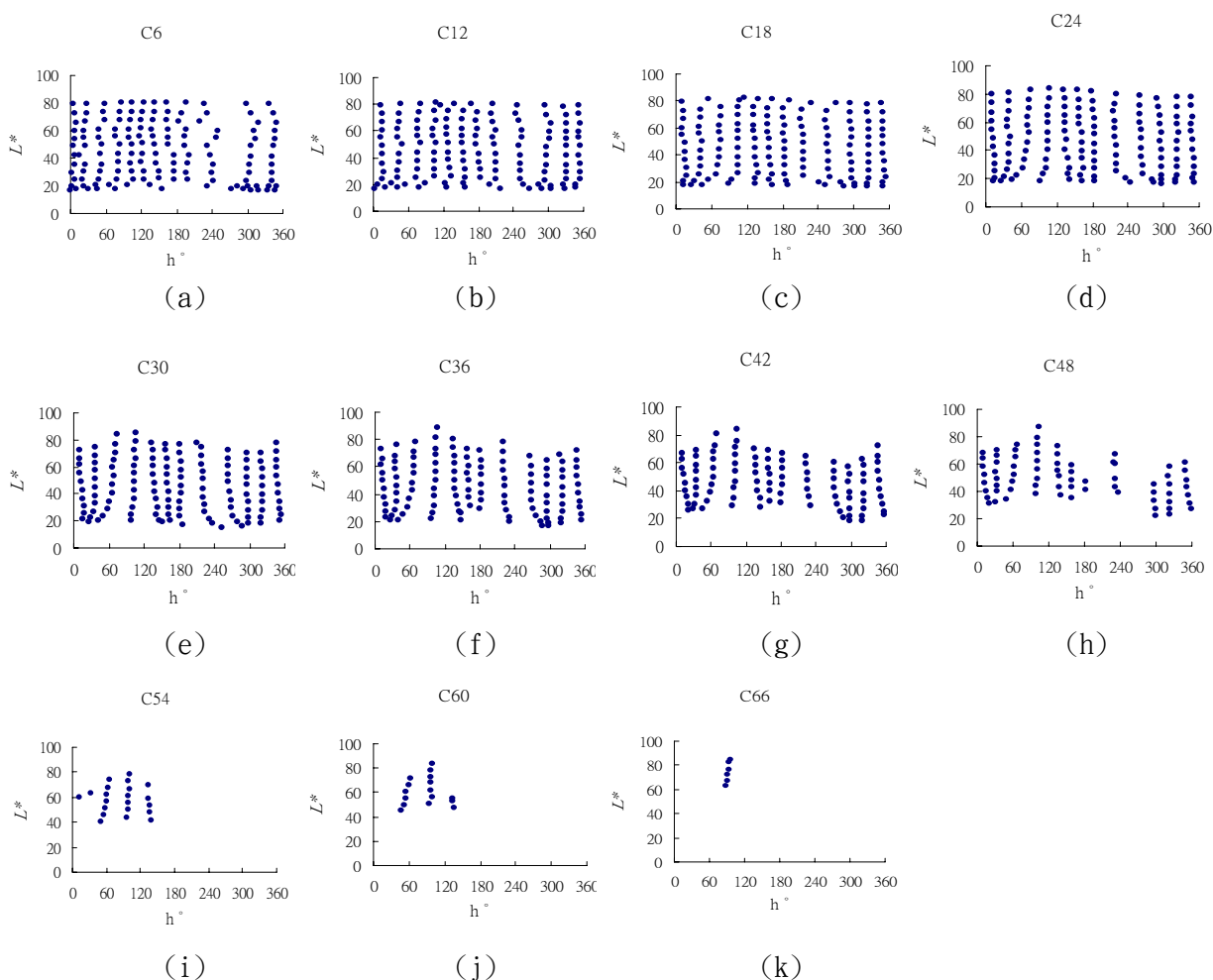


圖 12 “漢風色典” 等彩度色票在 CIE LAB 之 L^*h° 圖分佈之情形

4-2-3 等度色票在 L^*C^* 圖上之分佈情形

由圖 13 的 12 個向度圖中之等色濃度線，大體呈現平行且平滑，但有些向度因彩度的遞增而 L^* 卻隨之增高或下降。其中以 H0 (黃) 上昇的最為明顯，同時由於黃色染量的漸減，使得

L^* 值的上升漸為趨緩，如 H30→H60、H330→H300→H270 等是。至於 H120、H150 及 H180 等向度，於彩度越高時 L^* 略向下降。本研究也注意到 D34、D38 的等色濃度不同彩度線上，任何色相都出現出較大的明度差，而 D54、D58 間之明度差則較小。再看每個向度等彩度線，發現彩度漸增其間隔也逐漸變大，不論任何色相在 C6~C24 間呈現出較接近的彩度差。但自 C30 彩度漸增後，在等色濃度上相鄰的彩度差就逐漸變大。只有少數的色相如 H120 (圖 13-(e))，H210 (圖 13-(h)) 彩度差變化較小且規則。

在 H60、H90、H240、H270、H300、H330 (圖 13-(c)、(d)、(i)、(j)、(k)、(l)) 等色相的某些較高色濃度高彩度的一些顏色之彩度差卻變小。整體上來說，所有的色相在高色濃度時彩度間有收斂的情形，也就是色濃度越高對任何色相其彩度差間隔就逐漸變小。因此詒氏是否把各種色濃度能染出的最高色域之彩度值作基準而沒有 aim point 的考慮，遂以此色為另一個端點并向等色濃度標準灰 (另一個端點) 作視覺等差切割，變成他個人心理的認知當做彩度定義之依據。事實上，1993 年出版的 Munsell 色票集 (光澤版)²⁶ 中特別指出為了擴大彩度範圍有 60 色介於 1.0~1.8 彩度階被蒐錄下來，但我們知道 Munsell 色票集上的彩度差為 2.0 彩度階，且色票製作的彩度允差為 $\pm 0.2C$ 。如果詒氏的想法與 Munsell 公司想法相同則無可非議，只是對“漢風色典”的彩度允差因無據可考，研究上也就無處著力而顯得可惜。

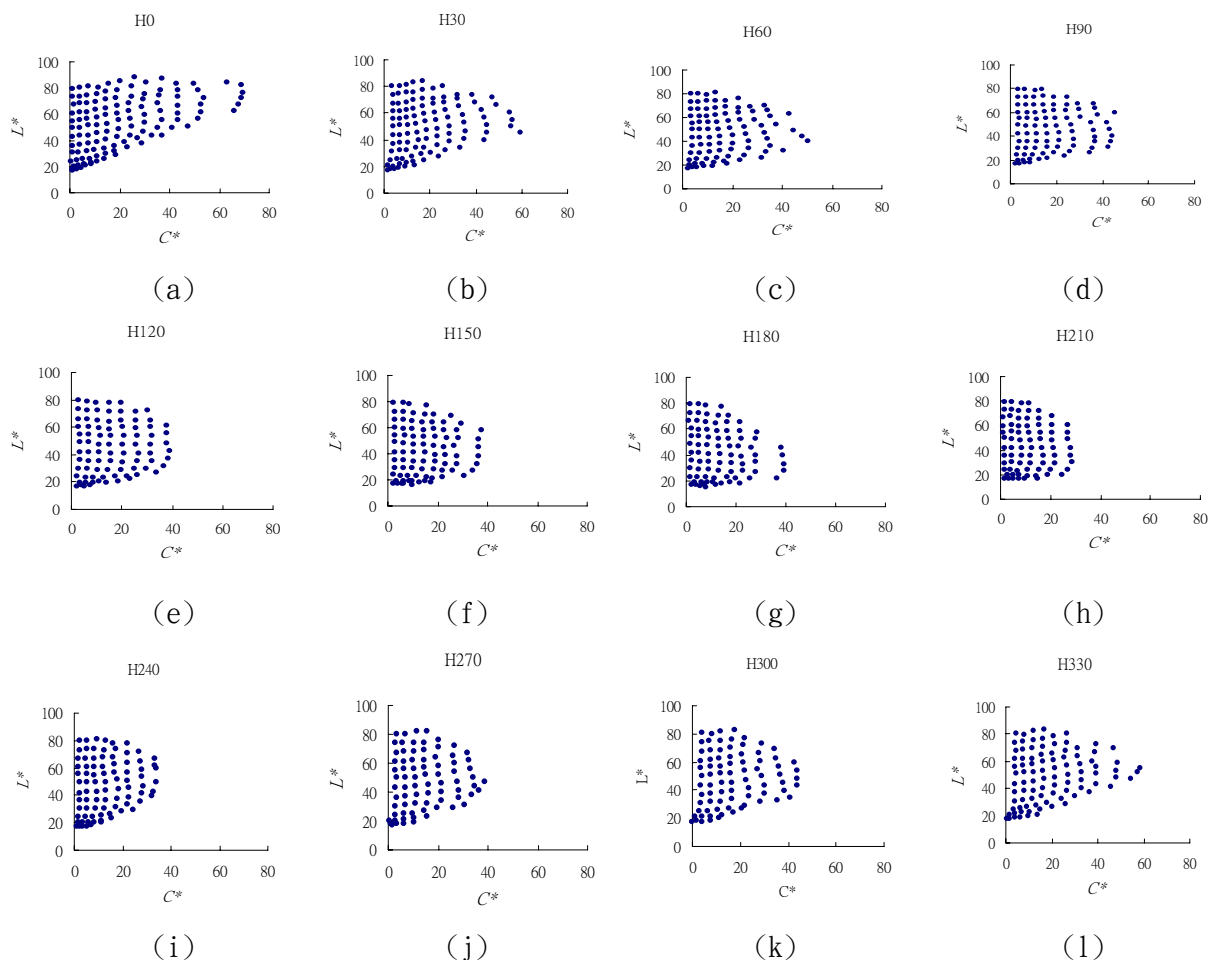


圖 13 “漢風色典”等彩度色票在 CIE LAB 之 L^*C^* 圖分布之情形

五、結論與建議

從上述結果與討論中，有關“漢風色典”的標準灰色濃度與 CIE LAB 關係做回歸分析，以及與無彩色的 Munsell 明度值、DIN 含黑量之比較，得知“漢風色典”的標準灰與 Munsell 的明度相當接近，且六個色相色濃度與 L^* 之關係，除 H0 的 D58 隨彩度不同而有不同截距外，均呈線性並與標準灰相接近。至於進行單一“漢風色典”之色彩屬性與另兩個不同屬性轉換為知覺色空間的交互關係，將測色值繪於 CIE LAB a^*b^* 、 L^*h° 、 L^*C^* 圖後，得知古淺色、中色濃度的色相控制之技術穩定，而古低彩度上對明度色相的控制優於中、高彩度者。古色相表現於明度及彩度上以 H210 最為均勻，而黃色（H0）及含黃色染劑的顏色如 H330、H30 及 H60 等則明顯看出 dyer's brightness 的染色現象。儘管如此，1993 年近 3,000 色的詒鸞色系表現古等色濃度上控制明度、彩度乃至色相均「優於 JIS 標準色濃度」²⁷，更何況經 7 年改良詒鸞色系後的“漢風色典”，對染色濃度的控制，優於 JIS 標準色濃度則不言可喻。

由此可知，對於“漢風色典”的應用是藉由詒鸞的染料混色系統可快速的複製出任何一個你所要的顏色，突破過去設計上取色的困難，顯見它有一定程度的貢獻。但此系統在理論基礎上未曾發表，且未能與國際上通用的 CIE 色系對應，因此古研究上如果指定的座標值提出委託代染時就會碰上困擾，也就相對地減低了它的應用廣度。換句話說，建立“漢風色典”與 CIE x,y,Y 或 CIE LAB 對應系統似乎是值得今後嘗試研究的內容，一個較急切而有待解決的問題，就是漢風色典以數字語言來標示色彩，雖古染色等電腦作業上相當方便，但與一般自然語言的色名，尤其是具一般色名特性的系統性色名-ISCC-NBS 色名，未能建立介面關係。顯然，這使得“漢風色典”古應用推廣上也受到了限制；因為 ISCC-NBS 色名系統古國際上不同的領域被廣泛應用（如醫藥、陶瓷釉藥、染料、塗料等），尤其是紡織服飾、產品設計的色彩市場調查、色彩趨勢甚至流行色預測等它是最佳的統計工具^{28,29}。

此外，對有關詒鸞的研發概念中以「標準灰控制等色濃度面上所有的顏色」之含等灰量，及強調「與視覺等距」均勻性色票的允差大小、H0 黃色濃度之截距與彩度有顯著不同等等問題，值得做進一步探討。

密刊重申一遍，此染料混色系統係由國人在國內研發，具有濃厚的本土研究色彩，使得本研究古學術探討上別具一番意義。

參考文獻

1. 日本流行色協會，1979，JAFCA Basic Color Code，p.7。
2. 台灣經濟研究院，1994，中華民國紡織工業年鑑，p.129。
3. 台灣經濟研究院，1996，中華民國紡織工業年鑑，p.88。
4. 台灣經濟研究院，1997，中華民國紡織工業年鑑，p.46。
5. 台灣經濟研究院，1998，中華民國紡織工業年鑑，pp.43-44。
6. 台灣經濟研究院，1999，中華民國紡織工業年鑑，p.38。
7. 台灣經濟研究院，2000，中華民國紡織工業年鑑，p.40。
8. 台灣經濟研究院，2001，中華民國紡織工業年鑑，p.46。
9. 呂清秋，1988，色名與測色-色彩標準化之研究，台灣師範大學教育系，p.120。
10. 徐行 潘忠誠，1988，顏色測量在紡織工業中的應用，紡織工業出版社，pp.182~191。
11. 語雲鵬主編，2000，漢風色典—純聚酯絲梭織布色票，中國紡織工業研究中心。
12. 森田一郎，1971，JIS 標準染色濃度表 1 號 (JIS L 0808-1971)。
13. 森田一郎，1973，JIS 標準染色濃度表 3 號 (JIS L 0810-1973)。
14. 森田一郎，1973，JIS 標準染色濃度表 5 號 (JIS L 0812-1973)。
15. 鄭心雄，1992.1，色濃度之淡印濃區分 (下)，染色雜誌，pp.42-49。
16. 鄭心雄，1991.12，色濃度之淡印濃區分 (上)，染色雜誌，pp. 65-65。
17. 魏朝宏，1994，中華民國標準色卡製作先期作業計畫結果報告(二)，中華民國紡織外銷拓展會，p.70。
18. 同誌 18，pp.59~66。
19. 魏朝宏等，1996，漢風色彩系統之建立與研究，設計學報創刊號，17~31。
20. JIS Z 8721 標準色票(光澤版)，1993，日本規格協會，p.35。
21. ANTAL Nemcsics,1993,Color Dynamics-environmental colour design, Ellis Horwood, pp.45~48。
22. Colorcurve System Inc., 1989, Colorcurve-Master Atlas/Gray and Pastel Atlas。
23. Deane B. Judd and Gunter Wyszecki, 1975, Color in Business, Science and Industry, 3rd ed., John Wiley Sons, pp.384-387。
24. Farbenkarte zu DIN 6164,Blatt 25。
25. G.A.Agoston,1979,Color Theory and Its Application in Art and Design, Spring-Verlag.p.83。
26. Kenneth L. Kelly & Deane, 1976, B.Judd, Color-Universal Language and Dictionary of Names, NBS, p.2。
27. Mark. D. Fairchild, 1997, Color appearance Model, Addison-Wesley, p.270。
28. Peter Gouras,1991,The Perception of Colour, CRC Press. Inc., pp.231。
29. The Munsell Book of Color(Glossy Collection)，1993。

誌謝

感謝國科會 NSC89-2213-E-036 -036 之經費支助使得此論題之初步研究得以順利完成。

A Study on the Relationship Between the Depth of Shade of Sino Color Book and Perceptual Color Space

Tsao-Hung Wei*

Ray-Chin Wu**

Andrew Horng***

Chic-Chi Chang****

* Department of Industrial Design,
Tatung University
e-mail:wei@id.ttu.edu.tw

** Physics Section, Tatung University
e-mail:rcwu@ttu.edu.tw

*** MBS Color Research & Service LTD.
e-mail:mbscolor@ms22.hinet.net

**** Department of Industrial Design,
Tatung University
e-mail:cv36918@yahoo.com.tw

(Date Received : March 12,2002 ; Date Accepted : August 8,2002)

Abstract

From the hue tables of Sino Color Book — Pure Polyester Filament Woven Fabric Chips, one can systematically choose more than 1,000 colors of the representative color chips that cover this color atlas. With Color Eye XTH spectrophotometer, CIE 1976 $L^*a^*b^*c^*h^\circ$ value can be derived.

First, the relationship between the color depth of Sino standard gray and CIE LAB was obtained through retrogressive analysis and a comparison with Munsell value and DIN darkness was made. It was discovered that if the color depth of Sino standard gray of Sino Color Book was reduced to a scale from one to ten (with zero as the minimum and ten as the maximum), then the regressive curve was very close to Munsell value. As for the relationship between the color depth of the six main colors of Sino Color Book and L^* also presented a linear relationship. Aside from the darkest depth of shade of HO yellow), which varied with chroma and presentsd different intercepts, the relationship was all linear and was close to Sino standard gray.

Next, this study proceeded to understand the reciprocal phenomena between the single Sino color attribute and two different attributes converted into a perceptual space. A map of CIE LAB a^*b^* , L^*h° , L^*c^* was drawn for analysis. The result showed that the color tickets had good visual even arrangement when the operation of depth of the Sino Color Book ranged between light and medium depth of shade, low chroma, and hue angle at 210(H210) . The remainder produced characteristic regular change, which might resulted from dying behavior of the dye.

To sum up, based on the results of the preliminary study, Sino Color Book may be viewed as a system combining the color depth concepts of colorant mixture and visual

uniform color appearance. It may possess the characteristic of the color-order system. On the other hand, some theoretical suggestions related to Sino depth of shade of the Sino Color Book are made, which may wait for validation. Attempts to build up the equivalent relationship between Sino Color Book and CIE color system should be tried so as to enhance its scope of application and direction for further study.

Keywords: Sino Color Book 、 perceptual color space 、 Sino depth of shade 、 CIE LAB 、 Sino standard gray 、 Sino chroma 、 Sino hue angle