

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

不同周圍光源對主題色顯示之視覺色外觀影響之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2411-H-034-004-

執行期間：91年08月01日至93年01月31日

執行單位：中國文化大學印刷傳播學系

計畫主持人：李天任

共同主持人：郭文貴

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 4 月 29 日

不同周圍光源對主題色顯示之視覺色外觀影響之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2411-H-034-004

執行期間： 91年8月1日至 93年01月31日

計畫主持人：李天任

共同主持人：郭文貴

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中國文化大學資訊傳播學系

中 華 民 國 93 年 04 月 24 日

不同周圍光源對主題色顯示之視覺色外觀影響之研究

(The Effect of Surrounding Light Sources on the Visual Colour Appearance of Colour Stimuli)

計畫編號：NSC 91-2411-H-034-004

執行期限：91/08/01~93/01/31

主持人：李天任 執行機構與單位名稱：中國文化大學資訊傳播學系

摘要

色外觀預測技術的發展在近三十年來已有途突破性之發展，尤其是由於電腦軟硬體技術之發展在二十世紀末突飛猛進，更使得色外觀預測技術能展現出其應用上之魅力，其效果實常常令人驚嘆不已。西方自產業革命以來，色彩相關產業已由完全人工轉變為機器之半自動或完全自動化。但是，國內色彩相關產業電腦化技術整合基礎並未成熟，甚至仍有很多業者停留在仰賴人工經驗來決定其製品品質之優劣。尤其在製品色彩外觀之品質管理上更是令人頭痛之問題。因此，也時常造成品質不穩定、延誤交期、增加生產成本等莫大之損失。另外，在各項產品或藝術品之色彩外觀資訊之傳輸方面亦常遇上相似之問題。譬如，”所見即所得”是國際上色彩相關業界所追求之目標，同時也是色彩應用技術上之熱門課題，而色外觀預測技術亦正是達成此目標之最重要技術之一。今日之電腦、色外觀預測與光電技術日新月異，若能將此項技術應用於色彩相關產業，則精確的色外觀品質管理與預測電腦化便指日可待，而且孰先達成此項技術之建立，即能居於主導地位並掌握商機。然而，在色外觀預測技術方面，尚存在有一項重要缺點，亦即目前之色外觀預測技術對於光源色之色外觀預測仍然非常不精確，其中包括對於在不同光源下之光源色外觀預測上更不精確。因此，本計畫擬採用色彩心理物理學之實驗法首先對不同背景色下之光源色外觀之特性做進一步的分析與研究，以作為建立色彩外觀預測技術整合之基礎，進而有利於色彩產業電腦化技術之發展，及有助於達成”所見即所得”國際上色彩相

關業界所追求之目標，並提昇國內各色彩產業之競爭力。

關鍵詞：色外觀預測技術、”所見即所得”、光源色、色彩資訊傳輸、色彩品質管理

ABSTRACT

The prediction technology of colour appearance had special development in recent three decades. And, prediction technology of colour appearance has more attractivity in various applications due to the technology of computer software and hardware developed extremely fast in the late of the twentieth century. Since the Industrial Revolution, the colour related industries have been changed from the completely artificial to the semi-automated. But, so far, the integration of the computerizing technique in the domestic colour related industries has not been made. Most of the products colourised are made depending on few experienced operators. Therefore, the uncertainty of quality of products frequently results in a great loss due to date with delay, re-treatment or increasing production cost. Especially, the colour quality management on the colour appearance of products is still a stiff job. In addition, with respect to the colour transition on the colour appearance of various products or arts, there also exist the similar problems to those mentioned above. ‘WYSIWYG’ is the goal that all the colour related industries in the world make much effort to reach. Meanwhile, the prediction technology of colour appearance is one of the most important technologies for ‘WYSIWYG’. Nowadays, the computer and image processing technique has much more

improved than before. If this technique may be used in the colour related industries, the precise colour quality management of the colourized products and the computerization of the colourizing processes will be reached. And, the one, firstly developing the new technique, has the leadership in the field of the colour related industries, and holds the majority of business opportunities. However, For the prediction technology of colour appearance, there still exists an important disadvantage that the aperture colours, so far, are still not able to be precisely predicted using the prediction technology of colour appearance, especially for the aperture colours under various light sources. Therefore, in this proposal, the characters of the aperture colours under various light sources are further investigated using the colour psychophysical experimental method. The results can be the bases of integrating the predicting technologies of colour appearance. Furthermore, those are of great advantage to developing the computerization technologies of the colour related industries, and reaching 'WYSIWYG' the goal of the colour related industries in the world. And then, the manufacturing potential and effectiveness will be increased, and the cost reduced, and even the quality and the competability of the products colourized are raised.

Key words: Prediction technology of colour appearance, 'WYSIWYG', Aperture colour, Colour transition, Colour quality management

1.前言

近十年來，各種播媒體推陳出新地競相發展，使得影像與色彩在媒體之間之真實性更形重要。同時，色彩複製技術亦成為其中重要熱門之課題。“所見即所得”(What You See Is What You Get.)，abbreviated as “WYSIWYG”)已成為國際上色彩相關產業所追求之目標。為達成此一目

標，除了有好的電腦等硬體設備外，尚須要有精確的軟體功能，此重要的軟體功能即須要具備有一色外觀之預測功能。此功能可用以預測色樣本在不同光源條件下所呈現不同的色外觀。

自從 von Kries (1899) 和 Helmholtz (1891) 研究色視覺理論以來，已有一個多世紀。有很多學者的色視覺原理也相繼被提出。例如：Bartleson (1979), BFD (Lam,1985), Hunt (1987,1994), CIE $L^*a^*b^*$ (CIE,1978), CIE (Nayatani et al.,1986), RLAB (Fairchild,1991),及 LLAB (Luo et al., 1995),及 CIECAM97(Li et al., 2000)等。這些色外觀預測模式都是以 von Kries 和 Helmholtz 之色視覺理論為基礎而推演得之。

近年來，有很多學者進行各種心理物理學判色實驗，並以所得的色視覺資料對上述的各種模式進行研究與評估。例如：Bartleson (1977), Nayatani et al. (1990), Fairchild and Berns (1993), Pointer (1982), Luo et al. (1991), Kuo et al. (1995), 及 CIECAM97(Li et al., 2000)等。此學者專家們所得結果都一致認為目前已發表之色外觀預測模式在應用上均仍未能達到與眼睛色視覺結果相吻合滿意程度。因此，有必要再做色視覺資料之整合，以作為推演理想的新色外觀預測模式之基礎。例如，BFD 是目前被評估為最佳的色外觀預測模式。但是，BFD 隱含有個缺點就是無法預測高彩度的顏色，尤其在橙色、黃色及黃綠色的色域內者 [Kuo et al.,1995, Luo et al.,1991]。同時，幾乎所有色外觀預測模式，只適用於物體色而不適用於光源色之預測。造成此缺點的因子主要在於其模式的恰當性與所使用的色視覺資料之整性。

由以上可知，欲推導一個理想之新色外觀預測模式，必須有一組完整的色視覺資料。色視覺資料之全面性整合乃是當務之急的課題。由於過

去二十年裡，國際上推導色外觀預測模式時所採用之色視覺資料大都是以物體色在不同光源下之判色條件為基礎，鮮有採用光源色在不同光源下之判色條件者。根據 Hunter and Harold (1987)曾指出很多因素會影響眼睛對色外觀之判定，其中包括了色樣本之大小，材料或材質，以及環境和背景色之不同等。因此，本專題計劃擬針對不同光源下對於光源色大樣本進行色彩心理物理學判色實驗，以建立一組新的光源色視覺資料。此組新色視覺資料即可應用於推演一個具有代表性、穩定性，並且與眼睛色視覺相吻合之新色外觀預測模式。此組新色視覺資料即可應用於推演一個具有代表性、穩定性，並且與眼睛色視覺相吻合之新色外觀預測模式。同時，藉此新模式方可實現 WYSIWYG 之理想目標，並對於色彩工業將有極大之貢獻。在國際色彩應用技術上亦可立於主導地位。

2. 實驗

2-1 色樣本之製備

本實驗中採用自然色彩系統 (Natural Colour System, NCS) 中色樣本之標準色彩資料，依其色彩三屬性之分布選取 30 個色樣本，並以其標準 RGB 基礎三刺激值製作成約 10° 視角在顯示器螢幕上光源色之色樣本。另外，再由 NCS 系統中選取無彩色之中灰色作為所選取 30 個色樣本之周圍背景色，以進行進一步的判色實驗。

2-2 色樣本顏色之測定

採用光譜輻射儀對所選取 30 個色樣本，以及螢幕白進行色彩之測定。

2-3 判色實驗

本實驗中每一個色樣本均經由 7 位具有正常色視覺之觀測者在不同光源下根據色彩三屬性色相、明度、彩度，以及色彩心理物理學之判色法 -

大小評估法[Luo et.al. 1991; Kuo et. al. 1995]進行觀測與判色實驗。

3. 結果與討論

本實驗中視覺色外觀之評定實驗是由 7 位觀測者分別在暗室、辦公室螢光燈與室內鎢絲燈下進行實驗所完成。觀測者視覺色外觀之評定實驗結果之再現性以 (CV%) 表示，理想情況下亦即觀測者兩次色外觀之評定實驗結果均完全一致則變異係數值為零，相反的變異係數值愈大則表示觀測者色外觀之評定實驗結果之再現性愈低。

表 1 觀測者判色再現性分析 (CV%:變異係數)

光源	暗室	鎢絲燈	螢光燈	平均
CV%				
色彩屬性				
色相	27	30	40	32
明度	18	17	19	18
彩度	21	18	19	19
總平均				23

由表 1 觀測者色外觀之評定實驗結果顯示對於不同背景色之光源色外觀三屬性(色相、明度、彩度)評估之再現性平均變異係數值分別為 32、18、19，而總精確度(即三項總平均值)為 23。此結果與其他研究結果相似[Lam 1985; Luo et. al. 1991; Kuo et. al. 1995]，亦即本實驗中觀測者色外觀之評定結果與一般觀測者之評定誤差(約 30)相近。其中，本實驗之觀測者在色外觀明度與彩度之評定結果有較佳的再現性表現。

另外，在本實驗中每一色樣本均賦予灰色的周圍背景色，亦即採 NCS 表色系統之中灰色：S5000-N，並用以比較不同光源環境下對於色樣本色外觀之影響。其結果如表 2 與圖 1 所示。

表 2 不同光源環境下各色彩樣本色彩三屬性差異分析(以暗室環境下之色樣本色外觀為參考色)

光源環境比較 \ 色彩三屬性	明度	彩度	色相
螢光燈-暗室	7	6	10
鎢絲燈-暗室	8	7	5
平均	8	7	8

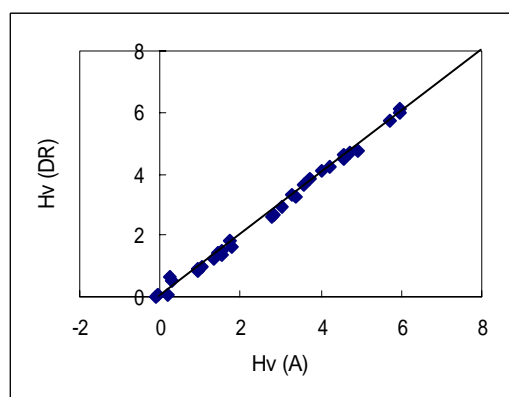


圖 1 鎢絲燈環境下樣本色相外觀 $H_v(A)$ 與暗室環境者 $H_v(DR)$ 之比較。

由表 2 之結果顯示在本研究中以暗室環境下樣本之視覺色外觀代表色樣本之原色，即為本次實驗之參考色。其他光源環境下如螢光燈與鎢絲燈之樣本視覺色外觀與參考色比較結果可知：不同光源環境下對於色樣本色外觀，即在色彩三屬性明度、彩度、色相上，均有顯著之影響，其平均視覺色彩差異(CV%)分別為：(1) 螢光燈環境下 7、6 與 10，(2) 鎢絲燈環境下 8、7 與 5。其總平均視覺色彩差異(CV%)分別為 8、7 與 8。而其中，在螢光燈與鎢絲燈環境下於明度與彩度上有相似之變異程度，然仍以鎢絲燈環境下之變異有較大之趨勢。另外，在色相方面則以螢光燈環境下之總變異較大。不過，以黃綠至綠藍色相而言，在鎢絲燈環境下有較大之變異，即色樣本之色相有偏向更綠藍之趨勢，如圖 1 所示。

4. 結論

本研究中依據 NCS 表色系統選擇 30 色，其涵蓋各種主要色系，並將其分別製備成具有中灰色背景色之樣本，並以這些色樣本在不同光源環境下進行色外觀判定實驗，其結果即成為一組視覺色外觀資料。由本研究結果顯示，本實驗中觀測者色外觀之評定結果與一般觀測者之評定百分誤差(約 30)相近。其中，本實驗之觀測者在色外觀明度與彩度之評定結果有較佳的再現性表現。另外，不同光源環境對於色樣本視覺色外觀均有顯著之影響。即在色彩三屬性明度、彩度、色相上其總平均視覺色彩差異(CV%)分別為 8、7 與 8。本研究所獲得之一組視覺色外觀資料將可應用於觀測者色外觀模式之研究，實值得做更進一步之相關性研究，以利於色彩工業技術之轉型與提升，以及提業界與學界之參考。

計畫成果自評

原計畫中擬採用色彩心理物理學之實驗法對不同光源環境下之光源色外觀之特性做進一步的分析與研究，以獲得一組不同主要色系以中灰色為周圍背景之光源色視覺資料。研究成果即如原計畫完全相符，而且也完全達成預期目標。此組光源色視覺資料即可以作為建立色彩外觀預測技術整合之基礎，進而有利於色彩產業電腦化技術之進一步相關性研究與發展，及有助於達成“所見即所得”國際上色彩相關業界所追求之目標，並提昇國內各色彩產業之競爭力。

謝誌

首先感謝國科會提供本研究之經費，以及其它相關參與工作與判色人員之協助，使本研究得以順利完成，在此一併謹致最誠摯謝意。

參考文獻

- Bartleson, C. J., (1979), Predicting Corresponding Colours with Changes in Adaptation, *Color Res. Appl.* **4**, p143
- Bartleson, C.J., (1977), A review of chromatic adaptation, proceedings of the Third C Congress, Color 77. Bristol: Adam Hilger, Bristol. p63
- CIE, (1978). *Recommendation. S on Uniform Color Spaces, Color Difference Equation. S, and Psychometric Color Terms*, Suppl. No.2 to Publication No.15. Colorimetry, Bureau Central de la CIE, Paris,
- Fairchild, M. D., (1991), Formulation and testing of an incomplete-chromatic-adaptation model, *Color Res. Appl.* **16**, p243
- Fairchild, M.D. and Berns, R.S., (1993) I maze color-appearance specification through extension of CIELAB, *Color Res. Appl.* **18**, p178
- Helmholtz, H. Von, (1891), Ver Such einer erweiterten Anwendung des Fechnerschen Gesetzes im Farbensystem, *Z. Psychol. Physiol. Sinnesorg.* **2**, p1
- Hunt, R.W. G. (1994), An improved predictor of colourfulness, in a model of colour vision, *Color Res. Appl.* **19**, p23
- Hunt, R.W. G., (1987), A model of colour vision for predicting colour appearance under various viewing Conditions, *Colour Res. Appl.* **12**, p297
- Hunt, R.W. G., (1952) Light and dark adaptation and the perception of colour, *J. Opt. Soc. Am.* **42**, p190
- Hunter, R. S. and Harold, R. W., (1987). *The measurement of appearance*, Second Ed. John Wiley & Sons, New York, p162
- Kuo, W.-G., Luo, M. R. and Boz, M. E., Various Chromatic-adaptation Transformations Tested Using New Colour Appearance Data in Textiles. *Color Res. Appl.* **20**, 313 (1995)
- Lam, K. M., (1985), *Metamerism and Colour Constancy*, Ph.D. Thesis, Bradford University, Bradford, p3-41
- Li, C. J., Luo, M. R. and Hunt, R. W. G. (2000), A Revision of the CIECAM97s Model, *Color Res. Appl.* **25**. p260
- Luo, M. R., Clarke, A. A., Rhoder, P. A., Schappo, A., Scrivener, S. A. R. and Tait, C. J., (1991)., Quantifying Colour Appearance,II, Testing Colour Models Performance Using LUTCHI Colour Appearance Data, *Color Res. Appl.* **16**. p181
- Luo, M. R., Lo, M. C. and Rhodes. P. A., (1995), Private Communication.
- MacAdam, D. L., (1956), Chromatic Adaptation, *J. Opt. Soc. Am.* **46**, p500
- Nayatani Y., Hashimoto, K., Takahama, K. and So-bagaki, H., (1990), Colour appearance model and chromatic-adaptation transform., Color Res. Appl. 15, p210**
- Nayatani, Y., Takahama, K. and Sobagaki, H.,(1986), Prediction of color appearance under various adapting conditions, Color Res. Appl. 11, p62**
- Nayatani, Y., Takahama, K. and Sobagaki, H., (1972), Subjective estimation of color attributes for surface colors. Part I. Reproduction of estimation, *Acta Chromatica* **2**, p129
- Pointer, M. R. Ensell, J. S. and Bullock, L. M., (1977), Grids for assessing colour appearance, *Color Res. Appl.* **2**, p131
- Pointer, M. R., (1983), Analysis of colour-appearance grids and chromatic-adaptation transforms, *Color,Res. Appl.* **7**, p113
- von Kries, J., (1899), Über die anomalen trichromatischen farbensysteme, *Z. Sinnesphysiol.* **19**

