

光源的色溫與演色性

照明的光與色專欄

資料提供：天朗照明有限公司 總經理 梁錦宏

Tel:(02)2653-8266 www.skynetlighting.com.tw

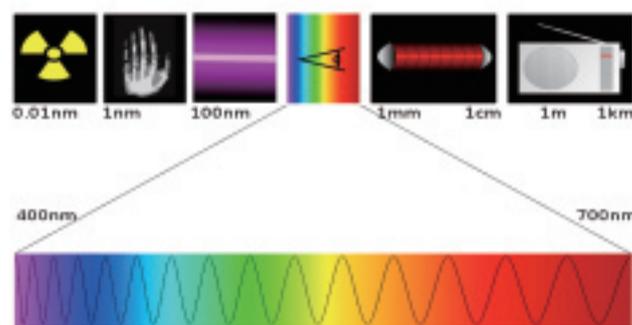
前言

在燭光的故事中，我們知道燭光與流明為表示光源強度的兩個單位，以照度計來測量時，在離光源一米處，量得的照度值就是該光源的燭光值，也是該光源的流明值。光源的特質，除了其強度外，還有它所發出的顏色，這部份也得一齊被描述才算完整。

光是一種電磁波，廣義上它的波長從幾個納米(nm)到數毫米(mm)之間。而人眼可感受的波長範圍約在380nm到780nm之間，如圖(1)所示，這只是光的一小部份，為了區別，我們把這部份的光稱之為可見光。可見光的波長不同，人眼的感覺就不同，波長由長至短，其所相對應的是顏色由紅到紫的改變，一般的稱呼約略為：

紅色光	780nm~620nm	黃色光	530nm~500nm
橙色光	620nm~590nm	青色光	550nm~470nm
黃色光	590nm~560nm	藍色光	470nm~430nm
黃綠色光	560nm~530nm	紫色光	430nm~380nm

上述範圍只是根據習慣而大致劃分。實際上，光的顏色是隨著波長而逐漸在改變的，紅色光含深紅、正紅、淡紅，在這之間，若要再精細一點來描述恐怕就難了；即便如此，單色的光源，在顏色上至少還有稱呼，如現今流行在路口以紅色LED與綠色LED為光源的紅綠燈；然而像白熾燈、日光燈、鹵素燈、水銀燈等光源，它們都會發出很多不同的顏色，這些光源的顏色要如何稱呼，好像是很專業，但並不是那麼難以理解，讓它們簡單化，而能用來挑選並建構出舒適的照明環境，讓照明不再只是亮光而已，這是本文企圖想達成的。



圖(1) 可見光範圍

色溫一用來表達心裡冷暖的感受

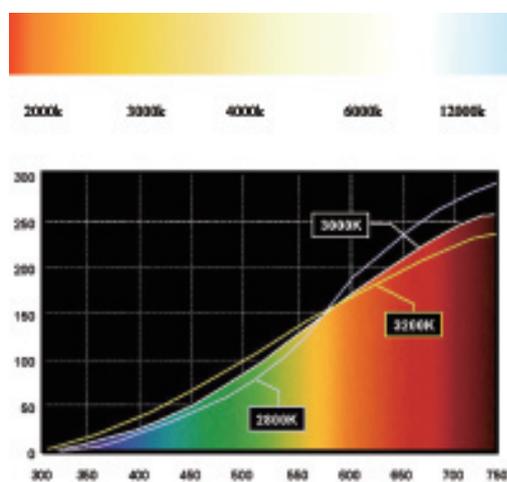
打鐵鑄刀時，剛從火爐出來的是熾白的鐵條，一邊打溫度一邊降，顏色從熾白變黃、變火紅，等到暗紅時，鐵條已打不動了，得再進火爐加熱，拿出來再打，如此週而復始，才能鑄成一把好刀；顯然的，鐵條在不同的溫度時，有它相對應的顏色，而溫度是可量測的，因此以溫度值來描述光源的顏色成了一種方法，這是一種對照法，把在該溫度下鐵條所產生的顏色以“色溫”來表示，而不是指光源真正的溫度。物體被加熱時會發出不同顏色的光，是來自物理學上“黑體輻射”的說法。

黑體輻射說：一個絕對零度(負273度C)的

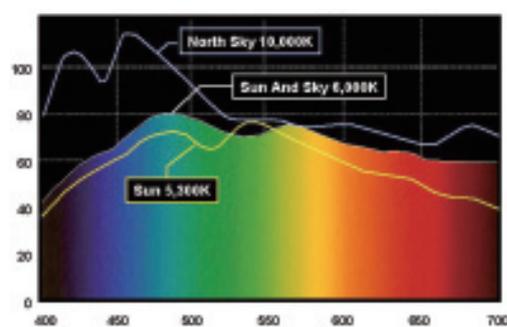
物體因為沒有能量，所以沒有輻射，高於此溫度時就會有能量輻射出不同強度的連續頻譜，其中，有部份是落在可見光範圍之內，溫度越高該頻譜的波峰頻率就越高，人眼感受到的顏色就從暗紅開始變黃變白變藍，如圖(2)所示。色溫是從絕對零度(負273度C)算起，單為為Kelvin，簡稱K，把幾K減掉273就是攝氏幾度C。黑體是物理學上的假設，物理界並沒有這樣的東西。

鎢絲燈，如白熾燈、鹵素燈，算是最接近黑體輻射的光源，點亮時一般的色溫在2700K

到3200K之間，是連續光譜，如圖(3)所示；在晴天下的太陽光，其色溫約在5000K到6500K之間，也接近是黑體輻射，其光譜也是連續的，如圖(4)所示；而常見於辦公室的日光燈，其色溫大部份在6000K上下，但其光譜並不是連續的，因此不能歸類為黑體輻射，然而廠商還是稱它們為6000K色溫的日光燈。

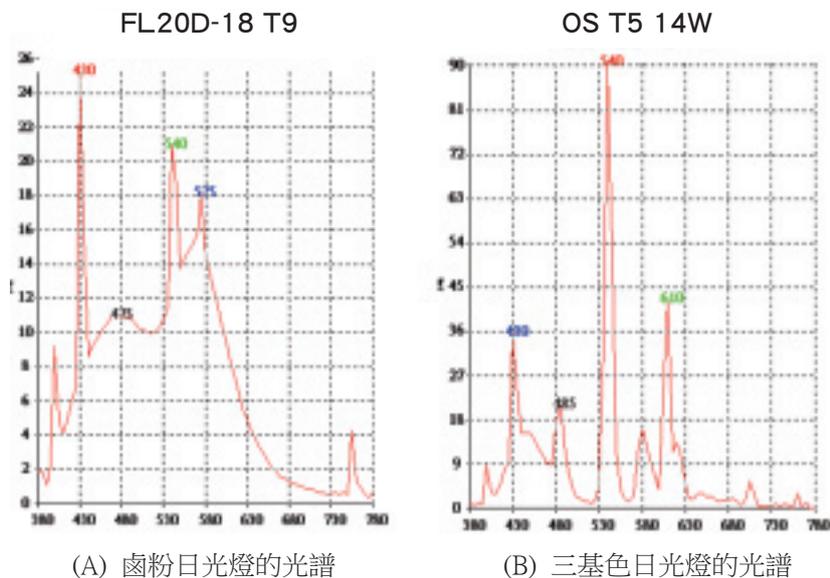


圖(3) 白熾燈的光譜



圖(4) 太陽光的光譜

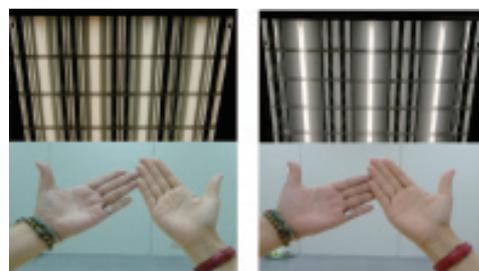
同樣被稱為6000K的日光燈，由於塗部了不同的螢光粉，其光譜就產生了很大的差異，如圖(5A)、(5B)所示。至此我們不禁要問，為何色溫都在6000K上下的太陽光、鹵粉日光燈、三基色日光燈，其光譜的差異竟然如此之大！顯然黑體輻射說中所說的“溫度”，對光源來說只能是一個近似上的歸類。雖然如此，這樣的歸類卻傳達了有趣且有用的信息：高色溫的光源，如6000K的日光燈，讓我們感覺清涼；低色溫的光源，如2700K的白熾燈泡讓我們感覺溫暖，視覺對冷暖的感覺跟我們的觸覺剛好相反。至此，我們可以說“色溫”是一個表相，眼睛看光源時，心裡冷暖的一個感受，在照明設計上可以選用不同“色溫”的光源，來營造出所想要的環境氣氛，滿足心裡的需求。



圖(5) 日光燈的光譜

在照明行業中，“白光”泛指接近黑體輻射出來的各個溫度下的可見光，為了有所區別，因此把色溫在3500K以下的光源所發出來的光稱為**暖白光(Warm White)**，把3500K到5500K之間的光源所發出來的光稱為**自然白光(Natural White)**，把5500K以上的光源所發出來的光稱為**冷白光(Cool White)**。請記得在照明行業裡，不管是**暖白光(Warm White)**或是**自然白光(Natural White)**或是**冷白光(Cool White)**通通叫白光。太冷(8000K以上)的白光光源，藍色成份很高，眼睛不適應，並不適合用在一般照明，倒是適用在水族箱，因為可以降低光合作用，減少水草滋長

圖(6A)是在色溫6000K的鹵粉日光燈下的手掌照片，圖(6B)是在色溫也為6000K的三基色日光燈下的手掌照片，不同點是圖(6A)的手掌有點貧血的樣子。顯然，人工光源的光譜有多接近黑體輻射的光譜，光用一個“色溫”是說不清楚的。



(A) 鹵粉日光燈下的手掌 (B) 三基色日光燈下的手掌

圖(6) 色溫都是6000K以下的手掌

演色性—用來表達被照物的逼真度

人工光源的光譜越接近黑體輻射出來的光譜，被照物體就越能顯現它本來的色澤，這樣的光源就是比較逼真的光源，其逼真程度以**演色指數**的高低來表示。跟黑體輻射出來的光譜完全一致的光源，其演色指數定義為100；鎢絲燈點亮時的光譜非常的接近黑體輻射出來的光譜，因此它的演色指數可達99以上，三基色日光燈的演色指數多半在80以上，鹵粉日光燈的演色指數只有60左右，這就是為什麼在鹵粉日光燈下看到的手掌有點蒼白，而在三基色日光燈下看到的手掌健康多了的原因。圖(5A)與(5B)分別是它們的光譜，從這裡我們看不出所以然。

公式(von Kries transform)轉換後，各別取其差距(Euclidean distance)，以求得各別的演色值，再算數平均此8個各別演色值，便是此待測光源的平均演色值，平均演色值以Ra等於多少來表示，Ra就是CRI(color rendering index)，也就是演色指數。

圖(7)是6500K的D65標準光源的色塊

理論上，演色性是一個待測光源與標準光源的光譜比較值，但在實務上的考量後，使用分光計(spectrophotometric)的方法輸給了使用色度計(colorimetric)的方法，因此也種下了今天的問題，例如量出來演色指數很高的LED光源，其**實際的演色性卻不是很好**。CIE(國際照明委員會)打算在2010年3月提出一個新的演色性評估法來解決目前的問題，希望屆時能有圓滿的成果。

Name	Appr. Munsell	Appearance under daylight	Swatch
TCS01	7.5R 6/4	Light greyish red	
TCS02	5 Y 6/4	Dark greyish yellow	
TCS03	5 GY 6/8	Strong yellow green	
TCS04	2.5G 6/6	Moderate yellowish green	
TCS05	10 BG 6/4	Light bluish green	
TCS06	5 PB 6/8	Light Blue	
TCS07	2.5 P 6/8	Light violet	
TCS08	10 P 6/8	Light reddish purple	

圖(7)是6500K的D65標準光源的色塊

現今採用的方法是CIE的標準，已有40多年的歷史，採用了8個低飽和度色塊(從R1到R8)，以它為準，選用相同色溫的標準光源，取此8個色塊的色度值與待測光源此8個色塊的色度值，經

結語

選用光源時，除了要看規格書上的**燭光或流明值(光的強度)**外，還要分辨所要的**色溫及其演色指數(光的顏色)**，記得顏色的量化是以其色溫及其演色指數來表示的。比如說你要為家裡的浴室選一個省電燈泡，如果你常在馬桶上看書，那你要100燭光以上的燈泡(約20瓦)，如果你要溫暖一點，那你要約3000K的色溫，演色性你可以不管，因為多數的省電燈泡大致上都是三基色的螢光管，演色值都在80以上。在照明設計實務上，還是要小心，大的照明設計要用模型來模擬，小的設計可直接以現場進行試裝，到滿意為止，必竟視覺是一種欲望，人人不同，而演色指數高的光源，也不一定完全可以彰顯出被照物的特色，特別是LED光源。如果還是沒概念，就借來試一試再買好了。

