

C. 光、色彩、色彩管理

C1 光

C1.1

Q：何謂光(light)？

A：人類眼睛可以感覺明亮之電磁輻射，也可以說是整個電磁輻射光譜中人眼可以看見之部份；其波長範圍在 380 到 780 nm 之間，雖佔已知之電磁輻射光譜中之非常微小之部份，但足以使我們看到所有的色彩，此段光波因波長的不同而代表各種不同的彩色。其中紫光波長最短，紅光波長最長。

C1.2

Q：光有那些種類？

A：有：1. 自然光；2. 人造光；3. 可見光；4. 不可見光；5. 白光；6. 色光。

C1.2.1

Q：何謂自然光(natural light)？

A：又稱「天然光」。不直接顯示偏振現象的光。它包括了垂直於光波傳播方向的所有可能的振動方向，所以不顯示出偏振性。從普通光源直接發出的天然光是無數偏振光的無規則集合，所以直接觀察時不能發現光強偏於哪一個方向。這種沿著各個方向振動的光波強度都相同的光叫做自然光。

C1.2.2

Q：何謂人造光(artificial light)？

A：凡是人類製造的發光體所發出的光均為人造光。如：泛光燈、聚光燈、閃光燈是瞬間發光的光。

C1.2.3

Q：何謂可見光(visible light)？

A：凡人類肉眼可以看見的光線。

C1.2.4

Q：何謂不可見光(invisible light)？

A：光線波長超過人類肉眼可見範圍以外的光線。

C1.2.4.1

Q：何謂紫外線光(UV light)？

A：電磁波的波長在 100nm ~ 380nm 之間的光叫做紫外線光，有殺菌之效果，雖然是眼睛看不見的但在人體、生物或工業領域或應用範圍很廣泛。一般言，低於 200nm 便會被氧氣吸收。通常依其波長分爲 UV - A、UV - B、UV-C，其中 UV-A 波長最長。最常用的波長是從 200~380nm 之間。

C1.2.4.2

Q：何謂紅外線光(IR light)？

A：電磁波的波長在 780nm ~ 3000nm 之間的光叫做紅外線光，有加熱之效果，雖然是眼睛看不見的但在人體、生物或工業領域的應用範圍很廣泛，例如夜視鏡。

C1.2.5

Q：何謂白光(white light)？

A：在色平衡的狀態下可見所有光波範圍的光線。

C1.2.6

Q：何謂色光(color light)？

A：只限某特定波長範圍的光線。

C1.3

Q：何謂光強度(luminous intensity)？

A：從表面射出或射入的某個間隔來測量流動電磁光譜的功率，強度爲線性光線測量，例如以每平方米的瓦特單位來表示。送至陰極射線管顯示器的電壓用來控制色彩組件的強度，但爲非線性模式，陰極射線管電壓與光強度並不成比例。計算公式爲： I 光強度 [cd] = 立體角內之光通量 / 立體角 Ω [sr]。

C1.4

Q：何謂光通量(luminous flux)？

A：由一光源所發射並被人眼感知之所有輻射能稱之。單位：流明 (lumen, lm)，符號： Φ 。

C1.5

Q：光與色有何關係？

A：色是由光的刺激而產生的一種視覺效應。光有不同的波長，當眼睛接收到某波長後，便在大腦中產生一種彩色，而導致色的感覺。因此光是產生色的原因，色是感覺光的結果。

C2 光譜

C2

Q：何謂光譜(spectrum)？

A：若將發出的光以紅、綠、藍三個主要光波來敘述，那末當結合這三種不同比例的主要光波時，便會產生一個含有所有色彩的完整光譜。

C2.1

Q：何謂可見光譜(visual spectrum)？

A：或稱可見光波，其範圍從波長為 380nm~780nm 的可見光，在此範圍內肉眼才會引起反應而有色彩的感覺，包含紅、橙、黃、綠、青、藍、紫等色光。

C2.2

Q：何謂光譜圖(spectral diagram)？

A：記錄光源在不同波長，發光能量的圖形。

C2.3

Q：何謂光譜分佈(spectral distribution)？

A：光源對每一光譜區間發出的能量佔總能量的分數。指光度量（光通量，光強等）或輻射度量（輻射 ... 註：通常使用相對光譜分佈，即光度量或輻射度量的光譜分佈由該量的任意比例值表示。

C2.4

Q：何謂光譜三刺激值(spectral tri-stimulus values)？

A：三刺激值 (X,Y,Z) 是 CIE 色彩系統的三個基本值，由光源、被照體及接收體等三個基本色彩要素所構成。

C2.5

Q：何謂同色異譜(metamerism)？

A：在配色過程中，樣品與試樣在第一光源照射下彩色相同，而在另外一種光源下則出現彩色差異。也就是在特定照明和觀測條件下，兩個物體所反射的光譜成分不同，呈現的彩色也有些不同的情況，即所謂同色異譜現象。同色異譜色在彩色複製技術中，具有非常重要的理論和實際意義。因為在實際生產中，複製品所用的色料與樣品（原稿）的色料不可能完全相同；如果在自己的光環境中配製大量生產的色彩產品，而未能排除同色異譜的問題，當客戶在千差萬別的光環境下產生異議時，投訴甚至退貨都有可能發生，煩惱與損失將在所難免。另外還有種情形，即使是同一彩色的同一產品，若先後生產時間不同，則所用的油墨色料與配方若有些許的差別。用不同色料複製的同樣彩色，其光譜反射曲線（透射曲線），就有可能不同。

C3 光源

C3

Q：何謂光源(light source)？

A：宇宙間的物體有的是發光的，也有的是不發光的，我們把發光的物體叫做光源。例如：太陽、電燈、LED、燃燒著的蠟燭等都是光源。

C3.1

Q：光源有那些種類？

A：大致分爲三類：1. 熱輻射；2. 氣體放電；3. LED 固體發光等三大類。

C3.1.1

Q：何謂熱輻射光源(heat reactive light source)？

A：利用物體通電加熱至高溫時輻射發光原理製成。這類燈結構簡單，使用方便，在燈泡額定電壓與電源電壓相同的情況下即可使用。常用的有：白熾燈、鹵鎢燈、石英碘氣燈。

C3.1.2

Q：何謂氣體放電光源(gas discharged light source)？

A：電流通過含有少量正負離子的氣體時，受紫外線、宇宙射線、微量放射物質的作用，在足夠高的外加電壓作用下運動，並與中性氣體分子碰撞後，使中性分子發生電離，因而離子的數目倍增。電流通過氣體時還伴有發光現象，即所謂的輝光放電。氣體放電光源因其發光功率大，功效高而獨樹一幟。應用最多的當屬日光燈，霓虹燈，高壓汞燈，高壓鈉燈，金屬鹵化物燈等，因其所充金屬蒸汽的不同，各種光源會表現出不同的光學特性，如光效及顯色性（光譜範圍）等。

C3.1.3

Q：何謂固體發光光源(solid illuminate light source)？

A：LED 是發光二極體(Light Emitting Diode)的簡稱，此種光源是一種新型半導體固體發光源，屬於冷性發光，其發光壽命可長達 10 萬小時以上，且具有體積小、反應速度快、發光色彩豐富等特點。LED 被稱爲第四代照明光源或綠色光源。

C3.2

Q：何謂標準燈箱(standard illuminate light box)？

A：用於準確校對印品的彩色偏差所提供標準燈光的對色燈箱。通常須符合多個重要的國際視評標準，包括美國 ASTM D172—不透明物件色差視評，國際 ISO 3664—色彩檢視照明環境，甚至 DIN，ANSI 及 BSI 標準。配合內部以低光澤及孟塞爾中灰色塗布(Munsell N7)，以達到標準的判色環境，避免因背景干擾造成人眼錯誤的判定。其應

用範圍在紡織品、印染、印刷、塑膠、顏料、油漆、油墨、攝影等注重色彩的領域。

C3.2.1

Q：為何要使用標準光源？

A：因為不同光源擁有不同的輻射能量，在照射到物品上時，會顯現不同的彩色。工業生產中的彩色管理，品檢員雖然已仔細地對比過貨品的彩色，但因為環境光源不標準或與客戶所使用的光源不一致，不同光線下所看到的彩色各異，貨品色差很難判定。客戶驗貨時會因為色差超出標準範圍而投訴，甚至退貨，從而嚴重影響相互間的信賴。要有效解決上述問題，最有用的方法就是在檢定貨品的彩色時，必須在相同的光源及可控制的條件下進行。例如國際通用標準中常採用人工日光 D65 作為評定貨品彩色的標準光源。特別是夜班時間，使用標準光源檢定貨品彩色偏差尤其重要。

C3.2.2

Q：標準燈箱光源有那些種類？

A：1. D65；2. TL84；3. CWF；4. F/A；5. UV；6. U30；7. D 50 等七種。

C3.2.2.1

Q：何謂 CWF 光源(CWF light source)？

A：此為冷白光，色溫為 4150K，主要為美國商店或辦公用光源，因此美國客戶常使用此光源來對色。建議燈管型號為 SYLVANIA F20T12/CW。

C3.2.2.2

Q：何謂 D50 光源(D50 light source)？

A：色溫為 5,000K，主要供作判別色彩用途的光源，建議燈管型號為 PHILIPS TLD 36W/950。

C3.2.2.3

Q：何謂 D65 光源(D65 light source)？

A：此為國際標準人工日光光源，色溫為 6,500K，主要供作比較色彩用途的光源。因其對黃色的變化比較敏感，若有些微變化比較容易查覺，因此大部分客戶均用作對色。建議燈管型號為 GRETAGMACBETH 6500K F20T12/65。

C3.2.2.4

Q：何謂 F/A 光源(F/A light source)？

A：此為夕陽、黃光源、比/對色參考光源，色溫為 2700K，建議燈管型號為 GE 40W E27。或色溫為 2856K 的白熾燈，建議電燈型號為 PHILIPS 60W E27 2856K+2%。

C3.2.2.5

Q：何謂 TL84 光源(TL84 light source)？

A：此為三基色螢光燈，色溫為 4000K，為歐洲、日本商店使用的主要光源。它建議燈管型號為 PHILIPS MCFE20W/840 P15。

C3.2.2.6

Q：何謂 U30 光源(U30 light source)？

A：另一種美式商用光源，色溫為 3000K，建議燈管型號為 PHILIPS TLD18W/830。

C3.2.2.7

Q：何謂 UV 光源(UV light source)？

A：波長為 365nm，此為紫外燈光源，用於檢測面料上的增白劑或螢光性染料，建議燈管型號為 GE F20T 12/BLB。

C3.3

Q：印刷機收紙部的照明燈光以何種色溫度最佳？

A：以 6,500K 最佳，也就是 D 65 的照明燈光，使用時必須注意以打樣色彩為準加以仔細比對。通常燈管壽命因廠牌不同而長短不一，但為要使照明及色溫保持在正常狀態，燈管使用時最多以一年為限。

C3.4

Q：何謂光源效率(light source effect)？

A：光源消耗電功率每瓦特(W)所輸出的光束值稱為光源效率。每一消耗電力輸出的光源愈多，就表示光源效率愈高，亦即愈省電，發光效率依功率大小、種類、使用狀況而異。

C3.5

Q：何謂照度(illumination)？

A：光源對物體照亮的程度。Lux 勒克斯/m²單位面積內所射入光的量，也就是光束除以面積(m²)所得到的值，用來表示某一場所的明亮值。計算公式為：E 照度[lx] = 落在某面積上之光通量[lm] / 此被照面面積[m²] = 光強度[cd] / (距離[m])²。

C3.6

Q：何謂輝度(luminance)？

A：眼睛從某一方向所看到物體反射光線的強度，也就是說單位面積對某一方向反射的光之強度。計算公式為：L 輝度[cd/m²] = 光強度[cd] / 所見之被照面面積[m²] η 發光效率[lm/W] = 所產生之光通量[lm] / 消耗電功率[W]。

C3.7

Q：何謂演色性(color rendering index)？

A：光源對物體彩色呈現的程度，亦是彩色逼真程度，由於光源的種類不同，所看到的對象的彩色也有差異。影響色視度的光源性質稱為演色性，一般可以說演色性好的燈色視度好，而演色性差的燈色視度也差。

C4 燈光

C4

Q：何謂燈光(illuminated light)？

A：於人像、靜物照相時作照明用途的人工燈光，近代照明燈光主要都是由電能轉換為光能的燈光。

C4.1

Q：燈光有那些種類？

A：1. 供製版照相用途可依照明方式分：(1) 聚光式。(2) 散光式等兩大類；2. 可依發光方式分：(1) 電弧式— a. 單相開放弧光燈、b. 單相密封弧光燈、三相開放弧光燈、c. 三相密封弧光燈；(2) 電熱式— 鎢絲燈；(3) 放電式— 脈動式氙氣燈等三大類；3. 掃描器內部用得較多的光源有三種：(1) 冷陰極螢光燈；(2) RGB 三色發光二極體(即 LED)；(3) 石英鹵素燈。

C4.1.1

Q：何謂聚光燈(integrated lamp)？

A：照明光源的光量集中在聚光鏡上，並使照射於鏡片中央，以得到最大照明度，然聚光燈與鏡片焦距應相互搭配使用，始可得到最佳的照明效果。

C4.1.2

Q：何謂散光燈(diffused lamp)？

A：使用大面積擴散板將光線擴散或多方向的燈光，可得很均勻的照明效果。反射照明時，與原稿成 45 度對稱照明，並以原稿對角線長度作為中線至光源的距離。

C4.1.3

Q：何謂弧光燈(arc lamp)？

A：在兩個導體的間隙中使電弧連續發光的燈具，光由導體(通常是碳棒)的加熱端和電弧本身發出的一種強光，由於色溫與日光的色溫相當接近，常被用來當作室外彩色攝影的照明。

C4.1.4

Q：何謂鎢絲燈(tungsten lamp)？

A：又稱電燈泡或電球，其準確技術名稱爲白熾燈，是一種透過通電，利用電阻把細金屬絲線（通常爲鎢絲）加熱至白熾，用來發光的燈。電燈泡外圍由玻璃製造，把燈絲保持在真空，或低壓的惰性氣體之下。作用是防止燈絲在高溫之下氧化。

C4.1.5

Q：何謂脈動式氙氣燈(pulsed xenon-arc lamp)？

A：利用穩定的高壓脈動電壓，激勵燈泡內的惰性氣體以放電電弧的方式發出燦爛的高色溫光芒。製版照相設備、色彩計及光譜儀常用的一種光源，由於它在紫外光及可見光範圍內，有的幾乎連續發射光譜，也被用來模擬太陽光。

C4.1.6

Q：何謂三色磷光燈(tri-phosphor)？

A：市面上最普遍的 T12 tri-phosphor 燈管，是由紅，黃，藍三種光線所組成。光譜只集中在此三色的光頻內。其所發出的光爲白光，且光度很強。通常都被用於服飾店的照明。由於此種燈管不會發出紫外線，所以服飾的彩色不會因光照而退色。根據不同發出三原色光的磷的組合方法，可分爲色溫爲：3000，3500，4000，4500 及 5000°K 等型式的燈管。

C4.1.7

Q：何謂氣體放電燈(gas vapor lamp)？

A：利用電流通過氣體時發光的原理製成。這類燈發光效率高，壽命長，光色品種多。常用的有：螢光燈、高壓汞燈、金屬鹵化物燈、高壓鈉燈等。

C4.1.8

Q：何謂冷陰極螢光燈(cold cathode fluorescent lamp)？

A：藉較短波長光源之激發，而發射出較長波長的燈具。具有體積小、亮度高、壽命長的特點，但工作前需要預熱。該類光源已經廣泛應用於平台式掃描器中。

C4.1.9

Q：何謂發光二極體燈(LED lamp)？

A：功耗小，噪音低，發熱量小，且無需預熱，但亮度低，亮度均勻性略差，壽命一般也比較短（一些 CIS 型掃描器採用了此類光源）。

C4.1.10

Q：何謂石英鹵素燈(quartz halogen lamp)？

A：以石英玻璃製成燈管，並在燈管內加入鹵素，一方面可阻止光線的射出，另一方面可以降低高熱鎢絲的氧化，減少鎢絲的燒毀機率，也可保持光譜的完整性，是一種連續性光譜和高演色性光源。色差計及光譜儀等儀器測量色彩時最常使用的光源。

C5 眼球

C5

Q：何謂眼球(eye ball)？

A：直徑約 2.5 公分的球體，它的組織結構細微又脆弱，其中眼球壁可分為外層、中層及內層，每層的結構分別為：外層的角膜及鞏膜，中層的虹彩、睫狀體和脈絡膜，以及內層的視網膜。眼球內部可分為前後兩腔，前腔又分為前後二房，內有房水，後腔內為玻璃體，可維持一定的眼壓，防止眼球崩陷。另外眼底是由視神經乳頭、視網膜血管和黃斑組合而成的。

C5.1

Q：何謂視角(visual angle)？

A：視覺目標的兩端在瞳孔內形成的角度。

C5.2

Q：何謂視場(visual field)？

A：為雙眼（靜態時）可以看見的區域。

C5.3

Q：何謂視覺(vision)？

A：光線透過角膜，瞳孔和晶狀體到達視網膜視覺桿狀細胞和椎狀細胞，然後對光線反應所產生的電子脈衝，並走到眼睛外面經過視神經傳到腦部後，所產生看到的感覺。

C5.3.1

Q：何謂明視覺(photopic vision)？

A：在較亮的條件下只有錐狀體起作用有色彩感覺的視覺狀態。

C5.3.2

Q：何謂暗視覺(scotopic vision)？

A：在較暗的條件下只有桿狀體起作用，只會形成黑白感覺，沒有色彩感應的視覺狀態。

C5.4

Q：何謂錐體細胞(cone)？

A：位於人的眼球內，可將錐狀細胞分成紅、綠、藍三種，色彩的三原色理論及由此演變而來。只有在比較亮的情況下才發揮作用（數個 nits 以上），適合微光視覺其具有低感度、高解析度、色彩分辨的特點。

C5.4.1

Q：何謂桿體細胞(rod)？

A：位於人的眼球內，只有在比較暗的情況下才發揮作用（亮度約為 0.01nits 以下），適合微光視覺其具有高感度、低解析度、無色彩分辨力特點，其感度範圍在 400~600nm。

C5.5

Q：何謂區帶理論(zone theory)？

A：一種連結人眼三彩色學說及對立色學說的色覺傳遞處理學程，於 1949 年 Judd 首先提出。

C5.6

Q：何謂色適應(chromatic adaptation)？

A：人眼隨環境色度及亮度而改變其視覺感應能力的可變現象。

C5.6.1

Q：何謂色疲勞(color weariness)？

A：人眼長時間看色彩物件時產生對色覺疲勞的現象。不同的色彩產生色疲勞的程度不同，而單色物體最容易產生色疲勞。彩色電影、電視的攝製要注意單色畫面的時間長度。

C5.6.2

Q：何謂亮適應(luminance adaptation)？

A：當照明光的光強改變時，人眼的視覺機能會自動適應調整，光線越暗，人眼瞳孔就會開得越大。視網膜本身會跟隨著調整本身的狀態以增加感光性。

C5.7

Q：何謂靈敏度(sensitivity)？

A：看到光時感受到的明亮程度。

C6 物體

C6

Q：何謂物體(body)？

A：由物質構成、佔有一定空間的物體，於可指器物的形體。

C6.1

Q：物體有那些種類？

A：1. 透明體；2. 不透明體；3. 發光體；4. 暗體。

C6.1.1

Q：何謂透明體(transparent body)？

A：能透過光線或光穿透率為最大值的物體。

C6.1.2

Q：何謂不透明體(opacity)？

A：不能透過光線或光穿透率為零的物體。

C6.1.3

Q：何謂發光體(luminous body)？

A：會自行發光的物體，如太陽或通電後的燈光。

C6.1.4

Q：何謂暗體(non-luminous body)？

A：不能自行發光，接受發光體的光才能產生光澤的物體。

C6.2

Q：何謂黑體(black body)？

A：亦稱為完全輻射體，它既不反射也不透射，而是能把落在它上面的輻射全部吸收的物體，在輻射作用下完全遵從普朗克輻射定律的假想物體。

C6.2.1

Q：何謂黑體輻射(blackbody radiator)？

A：又稱浦朗克輻射(Plankian radiator)。黑體輻射的光譜能量分佈會隨溫度而變化；隨著溫度的提高，峰值波長隨著紅外線熱量開始到紅、橙、黃、綠、藍、紫的彩色而變化。

C6.3

Q：何謂擴散體(diffuser)？

A：擴散體幾乎可將入射光均勻的反射到各個角度，如：散光片。

C7 色

C7

Q：何謂色(color)？

A：各種不同波長光線傳達到人類視網膜刺激神經而在腦海中產生色彩反應的視覺現象。沒有光線就沒有色，而白光則包含所有的色光，這可從日光透過三稜鏡把它分成不同波長光波所形成的彩虹來說明，也就是我們能以眼睛看見的「可見光譜」的色彩組合。光的物理性質，決定於振幅與波長兩因素，振幅為光的量度，振幅的大小決定明暗；波

長的長短則影響色相，長時會偏向紅色，短則偏向藍紫色。

C7.1

Q：色有那些特性？

A：色彩所傳達的訊息，無時無刻都在影響我們的生活。在日常生活裡，無論食、衣、住、行、娛樂都與色彩有密切的關係，而現在人們對於配色更大為講究，要如何運用色彩來表達自我、創造個性，使自己更有獨特品味，這都是認識色彩的重要部分，藉著對色彩的瞭解，將會使生活變得多彩多姿。

C7.1.1

Q：何謂偏好色(preference color)？

A：與 favorite color（喜好色）相近；但更特別強調某些民族、群體、個人特別喜好。

C7.1.2

Q：何謂喜好色(favorite color)？

A：人類對物體色彩表現的喜好現象，如藍天更藍，綠草更綠，較高色調對比等。

C7.1.3

Q：何謂厭惡色(dislike color)？

A：人類對物體色彩表現的不喜歡現象，如看起來暗暗髒髒的暗灰色調彩色，有時和經驗或記憶有關。

C7.2

Q：色彩如何感覺(color perception)？

A：肉眼對色彩的視覺感受一般可分為兩大類，第一類為無彩色，其包含白、灰、黑；第二類為彩色，其包含純色和其他一般色彩。由於眼睛是一種視覺裝置，它不但能對物體感應，也能對某些波長作迅速的回應，眼球內主要含有錐狀及桿狀二類感光細胞，其中錐狀細胞是感覺動作並對明暗之間的差別特別敏感，當亮度減弱時，桿狀細胞便會發揮功能，但看不見色彩。而在較亮的情況下，視網膜中的三種錐狀細胞始對長、中、短三種光域產生不同的視覺反應，便能讓我們看見光譜中的紅、綠、藍三個主要色域來形成色彩。

C7.2.1

Q：何謂白色(white)？

A：包含光譜中所有色光的色，通常為「無色」，其明度最高，色相為零。可以將光譜中三原色的光：紅光、藍光和綠光按一定比例混合得到白光。白色則是光明的象徵色，白色明亮乾淨、暢快、樸素、雅致與貞潔。

C7.2.2

Q：何謂無彩色(achromatic color)？

A：彩度為零的彩色，即黑色、白色和黑白之間的各級中性的灰色。

C7.2.3

Q：何謂中性色(neutral color)？

A：沒有彩色的中性灰色。

C7.2.4

Q：何謂互補色(complementary color)？

A：加色法時將兩種色光在等量混合時產生白光，或減色法時將兩種彩色等量混合時產生黑色，就可稱此兩色為互補色。

C7.3

Q：色彩如何觀看？

A：觀看狀況對印刷必須界定在相同標準基礎上，由美國國家標準協會於 1989 年制定 PH2.30 及由國際標準組織如 ISO 3664（於 1998 年修正通過）的規格是爲了盡可能減少色彩評估過程中的許多相同變數，以改善色彩溝通。最易達成標準觀看的方法建議使用一具觀看箱，但下列建議仍是主要基礎：1. 5,000 K 光源（有時名爲 D50）因爲此種特定光源係模擬日光，且含 RGB 的平衡輸出光，製造廠推薦每使用 2,400 小時後更換燈管，因燈泡過久其色溫會改變。2. 使用 22-24 度的照明角度可避免刺眼的反光。3. 在彩色觀看前，燈泡預熱 10-15 分鐘時間使達到穩定的色溫。4. Munsell N8 觀看箱壁使用標準灰色漆可減少色彩確認時受鄰近色彩的影響。同時經常保持觀看箱內部和周圍的清潔和整齊也有很大的幫助，若在觀看箱內或附近放置圖畫、印樣、海報、或其他明亮彩色物品均會影響色彩的觀看。

C7.3.1

Q：何謂觀色條件(observing color condition)？

A：由於經驗得知同一張照片在不同光源下觀看會有不同的結果，因此最佳的觀看環境，則是使用一具標準觀看箱，以下列條件爲基礎：1. 5,000 K 光源（有時名爲 D50）因爲此種特定光源係模擬日光，且含 RGB 的平衡輸出光，製造廠推薦每使用 2,400 小時後更換燈管，因燈泡過久其色溫會改變。2. 使用 22-24 度的照明角度可避免刺眼的反光。3. 在彩色觀看前，燈泡預熱 10-15 分鐘時間使達到穩定的色溫。4. Munsell N8 觀看箱壁使用標準灰色漆可減少色彩確認時受鄰近色彩的影響。同時經常保持觀看箱內部和周圍的清潔和整齊也有很大的幫助，若在觀看箱內或附近放置圖畫、印樣、海報、或其他明亮彩色物品均會影響色彩的觀看。

C7.4

Q：何謂色差分辨(just perceptible difference)？

A：人眼視覺無法再分辨的色差值。

C7.4.1

Q：影響色差有那些因素？

A：1. 背景色—相同的彩色在不同的背景色襯托之下，看起來色彩的明暗感覺會受背景色所影響而有感覺不同，其實色彩本身並未改變。2. 油墨—平版彩印油墨為透明四原色油墨，若供應商有數家，則每組油墨的色彩可能會有些許差別，即使同家油墨廠也會有幾組油墨供作選擇，如暖色系與寒色系之分，早期很多印刷廠在印刷風景與人像時使用不同的色系以產生較佳效果，然而時代的變遷，這些工作已可在分色時用電腦來處理，加上現在均使用四色平版印刷機，印刷廠多使用大型桶裝油墨，用高壓幫浦輸送管將油墨直接送到印刷機上，已不再更換墨組了。再者，油墨色系也因國家不同而有別，如美國、日本、台灣的油墨色系均不相同，故作國際印刷業務時要特別小心，以免無法達到預期的效果。3. 紙張—紙張影響色彩的機會相當大，主要是紙張的種類很多，有模造紙、銅版紙，也就是非塗佈紙與塗佈紙兩大類，前者因未塗佈，油墨印上去後很快便被吸收，色彩反射程度很低，而銅版紙本身有一層塗佈料，會將色彩反射出來，使我們看到的印刷品有較佳的效果，因此感覺五彩繽紛。紙張又有漂白紙與未漂白紙之分，同樣的彩色照片印這兩種紙上效果也大不相同，故在選擇紙張時要特別注意。4. 印刷機的不同—印刷機可分為打樣機、張頁印刷機、輪轉印刷機、事務印刷機等多種，一般在初次校樣時多使用打樣機印製，少量時使用張頁印刷機，多量時使用輪轉印刷機，供電腦列印的連續報表則是以事務印刷機印製，由於機器結構的不同，相同的印版其印製效果各不相同，故打樣品與印刷品的色彩一定會有差距。5. 個人因素—當一個人長時間注視一種彩色或在某種特別色環境下時，會對色彩的觀看產生差異。另當一個人的身體狀況不佳或睡眠不足時都會對色彩產生差別感覺。有時甚至戴眼鏡時也可能因鏡片的些許色素而使色彩有別。

C7.5

Q：何謂色溫(color temperature)？

A：將鐵塊加熱使其表面由紅轉黃而青時，再加 273 所得的 Kelvin 度數，簡稱 K。另外的解釋是表示光源之光譜特性，某光源之光譜分佈和黑體輻射相同時，此時黑體輻射相對應的絕對溫度，稱為此光源的色溫。一般言，色溫低時會帶有橘色，表示具有暖意的光；隨著色溫變高，就變成如正午太陽一般為帶有白色的光；當再變高時則變成帶有藍、清爽的光。

C7.5.1

Q：何謂相對色溫(correlated color temperature)？

A：如果某個光源之光譜分佈和黑體輻射不同時，若其色彩特性和某個溫度的黑體輻射色溫接近時，該色溫即為相對色溫。

C7.5.2

Q：色溫與色彩有何關係？

A：因不同的燈光所含的色溫度各不相同，會造成差異的影像色調，故而使用彩色底片時，必須配合適當的色溫度，始有良好彩色結果。

C8 色彩

C8

Q：何謂色彩(color)？

A：色彩是人的大腦對物體的一種主觀感覺，當光譜波長範圍在 380nm~780nm 之間的光線反射到視網膜上，便在大腦內形成色彩。物理能量(或輻射)是以發射光譜(SPD)來表示，通常分為 31 組每組代表 10nm 波段。在眼球內的視網膜上有三類錐狀感色細胞，分別為紅錐狀細胞、綠錐狀細胞、藍錐狀細胞，它們對不同入射光譜曲線產生反應，只有在比較亮的情況下才發揮作用（數個 nits 以上），適合微光視覺，其具有低感度、高解析度、色彩分辨力特點。在視網膜中也存有第四類為桿狀細胞，此種細胞僅在極低的亮度下有效（俗稱夜視），雖對視覺重要但在影像顯現上並不起作用。因此實際只有三類感色細胞，分別來對長、中、短波起感應，而產生紅、綠、藍光的反應，色彩的三原色理論便是由此演變而來。然而，肉眼對色彩的視覺感受，通常可分為兩大類：1. 無彩色，其包含白、灰、黑；2. 彩色，其包含純色和其他一般色彩。1931 年，國際照明委員會(CIE)所採用的標準曲線是對假想的標準觀看者。這些曲線的規定如何以三個數字來定義發射光譜形成的色彩。CIE 系統立即且幾乎普遍適於自發光源和顯示器。然而如照相、印刷或油漆由反射系統所產生的色彩，則不但會受色劑且會受環境照明光譜的影響，因此，將要相當依賴照明的光譜，必須要求光譜的搭配。牛頓曾說：「實際上，光線並不是色彩」，光線存在於實質世界中，但色彩僅存在於眼睛和腦海中。

C8.1

Q：何謂色彩三屬性(color properties)？

A：1. 色相；2. 彩度；3. 明度等描述色彩的三個數據。

C8.1.1

Q：何謂色相(hue)？

A：又稱色調，是指色彩的相貌，或是區別色彩的名稱或色彩的種類，而色相與色彩明暗無關。蘋果是紅色的，這紅色便是一種色相，如紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等基本色。色相的種類很多，普通色彩專業人士可辨認出三百至四百種，但假如要仔細分析，可有一千萬種之多。而黑、灰、白則為無彩色。簡稱 H 為彩色主波長彼此相互區分的特性。

C8.1.2

Q：何謂彩度(chroma)？

A：簡稱 C，為區別色彩鮮豔的程度，亦可說是色彩的飽和度(saturation)，色彩純與不純的分別。純粹色彩度發揮其固有之特性，其中毫無黑白色之混入，達飽和度之色或稱純色。也就是當純色與黑、灰、白或其他色彩混合以後，彩度就會降低，如此說來粉紅色、粉藍色、粉綠等色，便是低彩度的彩色，黃色的彩度最高，其次是橙、紅、青、紫。

C8.1.3

Q：何謂明度(value)？

A：簡稱 V，區別色彩明暗的程度。光度的高低，要看其接近白色或灰色的程度而定，越接近白色明度越高，越接近灰色或黑色，其明度越低。如紅色有明亮的紅或深暗的紅、藍色有淺藍或深藍；無彩色明度的最高與最低，分別是白色與黑色；在彩色中，黃色明度最高，紫色明度最低。而 CIE 把亮度定義為視覺感應特性，依據此特性在某處發出或多或少的光線，因為亮度感覺是非常複雜，CIE 以更易於大量明度其為輻射能來定義，以光譜靈敏功能即視力特性來衡量。標準觀察者的發光效應係以數目來定義，在任何地方都是正數，其尖峰點約為 555nm，當發射光譜(SPD)完全使用此曲線作為衡量功能時，其結果則是 CIE 明度，以 Y 表示。明亮強度與物理動力相稱，則與強度相同意義，但明度的光譜組成與人類視覺的對亮度靈敏性相關，嚴格地說，明度應該以每平方米燭光單位來表達，但實際上通常以 1 或 100 單位就明度而論對其正常化規定或必然包含白色參考，例如大型展示螢光幕的白色參考其明度大約為 80 米燭光-2，且 Y=1 相關此值。

C8.2

Q：何謂色彩三要素(elements of color)？

A：1. 光—照射物體後，其反射或透射光之光譜組成則被改變，刺激視神經傳至大腦，而產生色彩之感覺；2. 物體—接受光之照射，將其中部份波長吸收，並將另外部份波長反射、散射或透射出去，因而改變光譜組成；3. 觀察者—接收光波後，(眼睛/分光儀)分析其光譜組成，轉換成色彩(人腦/電腦)。

C8.3

Q：何謂色彩三原色(CMY)？

A：即黃、洋紅、青三種基本彩色。自然界中的色彩種類繁多，變化豐富，但這三種彩色卻是最基本的原色，原色是其他彩色調配不出來的。把原色相互混合，可以調和出其他種彩色。

C8.3.1

Q：何謂間色(secondary colors)？

A：又稱二次色。它是由三原色調配出來的彩色。紅與黃調配出橙色；黃與藍調配出綠色；紅與藍調配出紫色，橙、綠、紫三種彩色又叫「三間色」。事實上，也是只反射紅、綠、藍的三個原光之一，在調配時，由於原色在份量多少上有所不同，所以能產生豐富的間色變化。

C8.3.2

Q：何謂複色(compound colors)？

A：又稱複合色。複色是用原色與間色相調或用間色與間色相調而成的「三次色」，也就是有濁度色彩，複色是最豐富的色彩家族，於變萬化，豐富異常，複色包括了除原色和間色以外的所有彩色。

C8.4

Q：何謂特定色(spot color)？

A：在 CMYK 四色印刷以外另行調製所需的特定彩色油墨（如：橙、綠、藍、金屬光澤、螢光色），或對彩色的正確性特別挑剔，以供單獨使用或與 CMYK 印刷油墨併用，此時在印刷機上需要特定印版來印製。

C8.5

Q：何謂色彩恆性(color constancy)？

A：不管光源的條件如何改變，視覺對物體的色知覺，始終想維持一定不變的現象。

C8.6

Q：何謂色彩模式(HLS)？

A：Hue 表示色度，Lightness 表示亮度，Saturation 表示飽和度。

C8.6.1

Q：何謂色度(chromaticity)？

A：色彩的純度，又稱飽和度或彩度，是描述肉眼色彩視覺感應強度的一種度量值。

C8.6.1.1

Q：何謂色度值(colorimetric values)？

A：表示色刺激特性的三刺激值的三個數值，CIE 推薦使用 X、Y、Z 色度座標。

C8.6.1.2

Q：何謂色度圖(chromaticity diagram)？

A：將色度座標表示在平面上的圖形。

C8.6.2

Q：何謂亮度(lightness)？

A：光物體表面發光強弱的物理量，物理學上用 L 表示，單位為坎德拉每平方米或稱平方燭光 cd/m^2 。它也是彩色的一種性質，或與彩色多明亮有關係的色彩空間的一個維度。在 Lab 色彩空間中，亮度被定義來反映人類的主觀明亮感覺。

C8.6.3

Q：何謂飽和度(saturation)？

A：又稱純度。主要指彩色強度的濃度。飽和度為零是白色，而最大飽和度可能是最深的彩色。飽和度取決於該色中含色成分和消色成分(灰色)的比例。含色成分越大，飽和度越大；消色成分越大，飽和度小。

C8.7

Q：何謂色外貌模組(color appearance model)？

A：以數學模式，來描述人眼視覺的色度變化。

C8.8

Q：何謂色彩品質評估(color quality assessment)？

A：以人眼視覺特性為基準，來衡量一彩色影像品質的方法。

C8.9

Q：何謂色彩匹配(color matching)？

A：調整轉換後的色彩從一種色彩空間的全色域到另一種使達到最大相似值的過程，使肉眼的知覺結果一致。

C8.10

Q：如何使用色彩量變曲線？

A：使用者圖形的用途是指出如何使用色彩量變曲線，一般言，每家設備製造商都應提供每種特定設備的國際色彩協會量變曲線。

C8.11

Q：何謂配色函數(CMM)？

A：接受色彩資料並將之轉變成另一種色彩空間參考數據圖的色彩轉換計演算法。

C9 色彩表達

C9

Q：何謂表色系統(color expression system)？

A：用數據、座標、三度空間或其他方式來表示色彩空間或位置的方法。

C9.1

Q：表色系統有那些種類？

A：色彩表示系統分—1. NCS；2. Ostwald；3. Munsell；4. PCCS 四種，皆是以三個數字或記號來表色。這三種方式，適用於染色物、塗裝物、陶磁物等類均一表面色的物品，但不能表現透明、半透明的彩色。

C9.1.1

Q：何謂 NCS 表色系統(Natural color system)？

A：為 Natural Color System 的縮寫，譯為自然表色系統，為瑞典斯堪地那維亞色彩機構(Scandinavian Colour Institute)於 1979 年所發表以視覺為基礎的科學色彩系統。它基於 Hering 的對立純色學說中 3 組對立色(白--黑、紅--綠、黃--藍)之概念發展而成。

C9.1.2

Q：何謂奧斯華德表色系統(Ostwald color system)？

A：奧斯華德色相以 8 色相為基礎，每一色相再分 3 色，共 24 色相，明度階段由白到黑，以 a、c、e、g、i、l、n、p 記號表示，所有色彩均為 C 純色量+W 白色量+B 黑色量=100。並以無彩色階段為一邊，純色在另一頂點，每邊長依黑白量漸變化排成 8 色，形成等色相的正三角形。由於奧斯華德表色系的秩序嚴密，是配色時極方便的表色系統。

C9.1.3

Q：何謂孟塞爾表色系統(Munsell color system)？

A：孟塞爾的色相分為 10 個，每色相再細分為 10，共有 100 個色相，並以 5 為代表，色相之多幾乎是人類分辨色相的極限。曼塞爾的明度共分為 11 階段，N1、N2、N3...N10，而彩度也因各純色而長短不同，例如 5R 純紅有 14 階段，而 5BG 只有 6 階段，其表色樹狀體也因而呈不規則狀。

C9.1.4

Q：何謂 PCCS 表色系統(JCRICS)？

A：即日本色彩研究所的表色系，其色相分為 24 個，明度則以垂直階段為九個，由黑(1,0)到……8.5,白(9.5)。彩度階段由無彩色到純色共 10 個階段 0s,1s...9s。日本色研把明度和彩度的變化綜合起來成為色調的變化，無彩色有 5 個色調：白、淺灰、中灰、暗灰、黑，有彩色則分為鮮色調、和加白的明色調、淺色調、淡色調、以及加黑的深色調、暗色調、加灰的純色調、淺灰調、灰色調、暗灰色調，其色票並以色調種類，很容易依色彩感覺來使用色彩。

C10 色票

C10

Q：何謂色票(color matching system)？

A：具有各種配方，可供快速配色，能降低印刷廠管理成本，具有科學管理，是印刷生產企業的重要配色工具，通常使用的工具就是色票。

C10.1

Q：色票有那些種類？

A：分爲—1. 美國 PMS 色票；2. 瑞典 NCS 色票；3. 德國 RAL 色票；4. 日本 DIC 色票（大日本油墨化工）等四種。

C10.1.1

Q：何謂 Pantone 色票(Pantone matching system)？

A：美國的 Pantone 色票是專供平面設計師、印前工作專業人士和印刷廠商使用的必備工具書，一套爲兩冊裝色票配方指南，包括印製在光面銅版紙和平版紙上 1,114 種 PANTONE 色彩，另一套包含 1925 種紡織色彩。各色彩手冊內的每一種色彩皆備有六張可撕式的色票，方便客戶與供應商之間互相溝通時作交流色彩訊息之用。其他還有金屬專用、紡織布票、配色色卡、專業設計、特殊黑色等多種。

C10.1.2

Q：何謂 NCS 色票(Natural matching system)？

A：瑞典的 NCS 色票，現已經成爲瑞典、挪威、西班牙等國的國家檢驗標準，它是歐洲使用最廣泛的色彩系統，並正被全球許多國家所採用。它已成爲國際通用的色彩交流的語言。NCS 廣泛應用於紡織、印染、塗料、油漆、印刷、設計、研究、教育、建築、工業製造、公司形象、軟體和商貿等領域。

C10.1.3

Q：何謂 RAL 色票(Reichsausschuß für Lieferbedingungen)？

A：德國的 RAL 色票是爲專業色彩設計而開發的配色系統。它以一個有規律次序排列的 1688 種彩色，所有這些 7 個數字的色彩明暗被劃分爲單獨的 RAL 彩色。這和 RAL 古典彩色標本之間的不同是 RAL 設計系統的彩色代碼不是任意排列的。它們顯示了色度、明亮度及色彩之強度的工業技術測量值。例如：RAL2016030 是一個色度 210、亮度 60、色彩強度爲 30 的彩色色調。如果希望將這個彩色色調同一個更亮的色調結合，可以選擇 RAL2107030，從而可以得到一個具有更高亮度 70 的彩色，兩種彩色的另兩個特性將保持不變。使用這個系統，協調的彩色結合的產生變得十分容易。

C10.1.4

Q：何謂 DIC 色票(Dainippon matching system)？

A：日本的 DIC 色票是由大日本油墨公司發行供印刷界溝通使用的工具書，一套內有三冊，附色彩說明書及配色表，合計 643 色可撕色票。其第一卷為 1~257 鮮豔色調系；第二卷為 258~501 中間色調系；第三卷為 502~654 螢光及基本使用色調系。有 NCP HG、NCP G、NCP 標準色、NCP 王子四色墨、FG 標準色、CG 色、DS 螢光色、DS 四色墨、PC 標準色、ECHO 標準色、紙板四色墨、A 紙板標準色等多種。

C10.2

Q：配色須要那些工具？

A：1. 毫克電子秤—能測量小數點後三個位重量的電子秤。2. 調墨刀—與廠房應用的差不多，要預備大小不同種類的較適合。3. 玻璃—視乎調墨量多少，一般測試可用 18"x 36"。4. 打樣機—能把油墨平均印在承印物上的儀器，能以著墨份量來控制厚度的如 IGT、RK。5. 電腦油墨配方軟體—能計算油墨資料及配方，建立資料庫等功能如 GretagMacbeth(Ink Formulation)、X-Rite(Color Master)。6. 分光密度儀—測量原理應用 7. 底材—建立資料庫用，建議選擇不含螢光增白劑的紙張，分塗布與非塗布兩種，能把油墨彩色充分表現。8. 油墨—以印刷四色為基本，再配以常用之特別色 CMYK、透明墨、白墨、紫墨、綠墨和橙墨等等，務求以最少的油墨種類，調配最多之特別色油墨。(日後將以此 12 種油墨為主要配色色種)。9. 標準對色燈箱—可配合紫外光燈、D50、D65 及 A 光源的為最理想。這樣可同時觀測在不同光源下，印刷品同色異譜的情況。

C10.2.1

Q：彩色印刷以何種色票為準？

A：一般都是以 Pantone 色票為表達依據，但若雙方持有同一種其他廠牌色票亦可作為溝通的工具，只要甲乙雙方選擇相同編號的色票，使用相同廠牌的油墨廠牌、紙張色澤、光線色溫各異，便有可得到相同的色彩結果。否則偏差便在所難免。

C11 色彩混合

C11

Q：何謂色彩混合(color mixing)？

A：將兩種或以上彩色或色光混合在一起產生第三種彩色或色光的方法。

C11.1

Q：色彩混合有那些種類？

A：有 1. 加色法—色光的混合，又稱加色混合；2. 減色法—顏料的混合，又稱減色混合。

C11.1.1

Q：何謂加色法(additive process)？

A：將紅、綠、藍三色光波加在一起而成白光的方法。當以不同比例結合時便產生不同的色彩。將任何二種光波加在一起所產生的另種色光稱為「二次色光」，例如：紅和綠光的加在一起會產生黃光，紅和藍光產生洋紅光，藍和綠光產生青光。

C11.1.2

Q：何謂 RGB？

A：R (Red)表示紅光，G (Green)表示綠光，B (Blue)表示藍光，RGB 數值通常表示頻道上信號的強度，用 2 的 8 進位碼表示每種彩色的數值，這數值從 0 到 255。網目上的紅、綠、藍信號是一起的。螢幕或是掃描機上的 RGB 數值和眼睛感光度的信號並沒有關係。

C11.1.3

Q：何謂減色法(subtractive process)？

A：將青、洋紅與黃三原色依不同比例混合可形成各式各樣的色彩，若為等比例混合則成為灰至黑色的方法。彩色印刷則是以大小不同的半色調網點層層疊印在紙上而形成全彩。

C11.1.4

Q：何謂 CMYK？

A：印刷油墨的四種基本色，各代表青色(cyan)、洋紅色(magenta)、黃色(yellow)、黑色(black)。用這四種墨色的 1%到 100%比例混合重疊而產生色彩。把黃、洋紅、青色的印墨混合在一起，實際上得到黑棕色，所以要加入黑色以加強色彩的深度。黑色簡寫成 K 是因為 B 已經在 RGB 的色彩模型中使用免予混淆。

C11.2

Q：何謂白色(white)？

A：其明度最高，色相為零的彩色，通常被認為是「無色」。白色是光明的象徵色，代表乾淨、暢快、樸素、雅致與貞潔。

C11.3

Q：何謂黑色(black)？

A：如果吸收光譜內的所有可見光，不反射任何光的彩色，就是黑色。如果將三原色的顏料以恰當的比例混合，使其反射的色光降到最低，也會感覺為黑色。

C12 CIE 混色系統

C12

Q：何謂 CIE？

A：源於法語名稱 *Commission International de l'Eclairage* 的詞首字母，譯為國際照明委員會，為國際照明工程領域的學術組織。CIE 是由國際照明工程領域中光源製造、照明設計、光輻射計量測試等機構組成的多學科學術組織，成立於 1913 年，總部設在奧地利維也納，迄今為止共有來自不同國家和地區的 38 個成員團體。這個委員會創建的目的是要建立一套界定和測量色彩的技術標準。可回溯到 1930 年，CIE 標準一直沿用到數位視頻時代，其中包括白光標準（D65）和陰極射線管（CRT）內表面紅、綠、藍三種磷光理論上的理想彩色。

C12.1

Q：何謂 CIE 彩色系統(CIE color system)？

A：彩色三角形的兩側是光譜色，三個頂點是紅綠藍三原色，三角形底邊則會從紅色逐漸變為藍色，也就是洋紅色的各種明暗變化，這些彩色不會出現在電磁光譜，但能藉由光譜紅色及藍色的不同比例混合而得。這套系統要有實用價值，必須先做兩項改變。首先，三角形要適度「變形」，以便留出更多空間容納飽和度較高的光譜色，它們主要出現在光譜的綠色和藍色部份，這些彩色若有任何細微變化，也比其他部份更容易為人眼所察覺。據此，即可得到 CIE 彩色三角形的常見形狀，其周圍環繞著一條光譜波長組成的曲線（光譜能量分佈）。彩色則由兩個座標所定義。另一項改變是在包含彩色三角形的直角三角形邊上繪出彩色值，使每種彩色都能由它的 x 和 y 值定義，它們稱為色度座標。

C12.1.1

Q：何謂 CIE 1931 RGB？

A：按照三基色原理，彩色實際上也是物理量，人們對物理量就可以進行計算和度量。根據這個原理就產生了用紅、綠和藍單光譜基色匹配所有可見彩色的想法，並且做了許多實驗。1931 年國際照明委員會綜合了不同實驗者的實驗結果，得到了 RGB 彩色匹配函數(color matching functions)，其橫坐標表示光譜波長，縱坐標表示用以匹配光譜各色所需要三基色刺激值，這些值是以等能量白光為標準的係數，是觀察者實驗結果的平均值。為了匹配在 438.1 nm 和 546.1 nm 之間的光譜色，出現了負值，這就意味匹配這段裏的光譜色時，混合彩色需要使用補色才能匹配。雖然使用正值提供的色域還是比較寬的，但像用 RGB 相加混色原理的 CRT 雖然可以顯示大多數彩色，但不能顯示所有的彩色。

C12.1.2

Q：何謂 CIE 1931 XYZ？

A：CIE 1931 RGB 使用紅、綠和藍三基色系統匹配某些可見光譜彩色時，需要使用基色的負值，而且使用也不方便。由於任何一種基色系統都可以從一種系統轉換到另一種系統，因此人們可以選擇想要的任何一種基色系統，以避免出現負值，而且使用也方便。1931 年國際照明委員會採用了一種新的彩色系統，叫做 CIE XYZ 系統。

C12.1.3

Q：何謂 CIE 1931 xyY？

A：CIE XYZ 的三基色刺激值 X、Y 和 Z 對定義彩色很有用，其缺點是使用比較複雜，而且不客觀。因此，1931 年國際照明委員會為克服這個不足而定義了一個叫做 CIE xyY 的彩色空間。

C12.1.4

Q：何謂 CIE 1931 色度圖(CIE 1931 chromaticity diagram)？

A：CIE xyY 色度圖是從 XYZ 直接導出的一個彩色空間，它使用亮度 Y 參數和彩色座標 x、y 來描述彩色。xyY 中的 Y 值與 XYZ 中的 Y 刺激值一致，表示彩色的亮度或者光亮度，彩色座標 x、y 用來在二維圖上指定彩色的色度圖。

C12.1.5

Q：何謂 CIE 1976 L*a*b*？

A：主要是應用在減色法的色料混色。為了進一步改進和統一彩色評價的方法，1976 年 CIE 推薦了新的彩色空間及其有關色差公式，即 CIE 1976 LAB（或 L*a*b*）系統，現在已成爲世界各國正式採納、作爲國際通用的測色標準。它適用於一切光源色或物體色的表示與計算。CIE 1976 L*a*b*空間由 CIE XYZ 系統通過數學方法轉換得到，轉換公式爲：

$$\begin{cases} L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \\ a^* = 500 \left[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3} \right] \\ b^* = 200 \left[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3} \right] \end{cases} \quad Y/Y_0 > 0.01$$

其中 X、Y、Z 是物體的三刺激值；X₀、Y₀、Z₀ 爲 CIE 標準照明體的三刺激值；L* 表示心理明度；a*、b* 爲心理色度。

C12.1.6

Q：何謂 CIE 1976 L*u*v*？

A：主要是應用在加色法的色光混色。國際照明協會首先於 1960 年在 CIE 1931 色度圖的基礎上壓縮綠區拉伸藍區，推出一種新型的色度圖，此後幾經修訂，最後成爲 CIE 1976 L*u*v* 均勻色彩空間，它用 L 表示明度，用 u、v 作爲色度座標。在 L*u*v* 色度圖上，25 種彩色的寬容量橢圓區大小比較一致，表明這是一種比較均勻的彩色空間，可以用兩個色度點之間的距離直接表示彩色的差異。目前常用于表示光源色及彩色電視機的色彩監控與測量。

C12.2

Q：何謂 L*a*b 值？

A：是國際照明委員會對三度色彩空間的稱呼，基於人類對光的視覺光譜敏感度的數學

色彩模組，其三度空間的 L^* = 光亮度， a^* = 空間的紅-綠色軸， b^* = 空間的藍-黃色軸。CIE $L^*a^*b^*$ 是基於人類色感的三度色彩空間，為 CIE 最廣泛使用的色彩空間， $L^*a^*b^*$ 色彩空間是基於一種色彩不能同時是綠和紅色，也不能同時是藍和黃色的理論，結果可能單一明暗度能用以描述紅/綠色和黃/藍屬性。CIE $L^*a^*b^*$ 空間代表色彩與參考白點相關，其是作為白光的特定意義，通常基於一種裝置所能產生的最白光線。CIE 色彩空間構成作為色彩管理用的裝置獨立色彩基礎。

C12.3

Q：何謂 CIE 三度色彩空間(CIE $L^*a^*b^*$)？

A：基於人類對光的視覺光譜敏感度的數學色彩模組，其三度空間的 L^* = 光亮度、 a^* = 空間的紅-綠色軸、 b^* = 空間的藍-黃色軸、 a = 紅、 $-a$ = 綠、 b = 藍、 $-b$ = 黃。

C12.4

Q：何謂 CIE LCH？

A：任何彩色可以由這三個屬性在彩色順序系統中以 CIE LCH 空間來單獨描述。最接近的描述其柱坐標 L^* (lightness)， C^* (chroma) 和 H^* (hue) 便是我們怎麼察覺彩色。

C12.5

Q：何謂色差(color differences)？

A：兩色彩之間於人眼視覺上的差異量。在 CIE $L^*A^*B^*$ 色彩空間中的色差值 ΔE_{ab}^* ，CIE LUV 色彩空間中色差值 ΔE_{uv}^* 。

C12.5.1

Q：何謂 CIE 色差公式(CIE color difference formula)？

A：CIE 表色系統主要在於將某一色彩正確地量化出其色彩規格，另一方面則可以數學式加以量化計算出兩色之間在視覺上的差異量。

C12.5.2

Q：何謂 CIE 1976 色差公式(CIE 1976 color difference formula)？

A：1976 年以前有 20 多個公式，可以分為 3 類：基於麥克亞當橢圓的、適合孟塞爾資料的、從 CIE 色度學系統線性轉化過來的。孟塞爾系統是視覺等距的系統，其彩色樣本間距被美國光學學會進行了深入地研究，在 1943 年公佈了出來，同時公佈地還有 CIE 三刺激值。這可以說是最早的彩色辨別資料，說明瞭 CIE XYZ 系統的不均勻性。早期的基於孟塞爾系統的色差公式是 Nickerson 的褪色索引 (index of fading)。該類中最成功的色差公式就是 ANLAB，它有令人討厭的 5 次多項式函數，後來用一系列的立方根函數對其進行了簡化，這也就是 1976 年的 CIE 1976 LAB 色差公式。麥克亞當資料包括 24 個彩色中心，用色度計分區域研究，該資料集也說明瞭 CIE XYZ 系統的不均勻性。雖然在該資料集的基礎上開發了很多色差公式，但是它們現在都沒有被廣泛應用，主要

是因為視覺的實驗結果和表面色的差異很大。從 XYZ 系統線性轉化的這類色差公式被廣泛應用於加色混合，比如包括色光、螢光顯示。早期的一些公式被研究了出來，包括 CIE $U^*V^*W^*$ 空間，1976 年精練成了 CIELUV。CIELAB 和 CIELUV 被廣泛應用，原因就在於它比較容易地把看到的彩色和色度圖中的位置關聯起來， ΔE 的值可以用空間中標準色和樣品色的距離計算，它們分別應用於表面色（減色混合）工業和光源色（加色混合，如 TV）工業。

C12.5.3

Q：何謂 CIEDE 2000 色差公式(CIEDE 2000 color difference formula)？

A：為了進一步改善工業色差評價的視覺一致性，CIE 專門成立了工業色差評價的色相和明度相關修正技術委員會 TC1-47 (Hue and Lightness Dependent Correction to Industrial Colour Difference Evaluation)，經過該技術委員會對現有色差公式和視覺評價資料的分析與測試，在 2000 年提出了一個新的色彩評價公式，並於 2001 年得到了國際照明委員會的推薦，稱為 CIE2000 色差公式，簡稱 CIEDE2000，色差符合為 ΔE_{00} 。CIEDE2000 是到目前為止最新的色差公式，該公式與 CIE94 相比要複雜的多，同時也大大提高了精度。CIEDE2000 色差公式主要對 CIE94 公式做了如下幾項修正：1. 重新標定近中性區域的 a^* 軸，以改善中性色的預測性能；2. 將 CIE94 公式中的明度權重函數修改為近似 V 形函數；3. 在色相權重函數中考慮了色相角，以體現色相容限隨彩色的色相而變化的事實；4. 包含了與 BFD 和 Leeds 色差公式中類似的橢圓選擇選項，以反映在藍色區域的色相容限橢圓不指向中心點的現象。

C13 色彩空間

C13

Q：何謂色彩空間(color spaces)？

A：其定義為色彩是人類眼睛所檢測出來的訊號，並用大腦解釋的知覺，人類的網膜在明亮的場所有三種視覺細胞，能表達三個訊號組合，也就是說，能表現三度空間的色彩。換言之，以強度值來表示色彩的模式，色彩空間指定色彩資訊是如何表示，其意義是以一、二、三或四度空間或組合來表示強度值，從外觀看，經常以各種固體形狀如立方體、錐形物或多形體來表示這些空間。

C13.1

Q：色彩空間有那些種類？

A：1. CMY 基礎色彩空間；2. RGB 基礎色彩空間；3. 灰色空間；4. 裝置所屬色彩空間；5. 裝置獨立色彩空間。

C13.1.1

Q：何謂 CMY 基礎的色彩空間(CMY-based color spaces)？

A：以 CMY 代表青、洋紅和黃色三主色，為基礎的色彩空間最常用於彩色印刷系統，其本質與 RGB 相對是減色法，也是裝置所屬色彩空間。

C13.1.2

Q：何謂 RGB 基礎的色彩空間(RGB-based color spaces)？

A：以 RGB 為基礎的色彩空間主要為加色法的三度色彩空間，可使用不同強度的紅、綠和藍色光強度來組成各式各樣的色彩，例如掃描器從影像上閱讀了某些份量的紅、綠、藍色反射光量後，然後將此光量轉換成數據，顯示器收到這些數據後再轉換成指定成份的紅、綠、藍光後，由於這些圖元很小且靠得很近，在眼睛內使我們誤以為看到的是許多各種不同的色彩。

C13.1.3

Q：何謂灰色空間(gray space)？

A：灰色空間典型上只有單一成分，其範圍是從白到黑，灰色空間用於黑白和灰色級數的顯示與印刷。若以 100% 來表示，0% 時為白色，100% 為黑色，那末從 1 到 99 均為灰色，只是程度不同，數目越小越接近白灰色，數目越大越接近黑灰色。

C13.1.4

Q：何謂裝置所屬色彩空間(device dependent color spaces)？

A：CMYK 色多因印刷機、油墨、紙張特性而異，此外，不同的裝置所產生的色域也各不相同，因此 RGB 與 CMYK 二種格式所產生的色彩也因裝置與裝置間的不同而有差異。

C13.1.5

Q：何謂裝置獨立色彩空間(device independent color spaces)？

A：主要用於色彩模組和在系統旁作 RGB 和 CMYK 模組間轉換之用。有些色彩空間允許以裝置獨立方式來表達色彩，色彩並不取決於任何特定的裝置，而是由人類眼睛感知後的真實色彩陳述。這些色彩陳述稱為裝置獨立色彩空間。

C13.2

Q：何謂色彩轉換(color conversion)？

A：將彩色影像從一種裝置的色彩空間轉變成另一種色彩空間的過程。

C14 色域

C14

Q：何謂色域(color gamut)？

A：色彩空間所包含的色彩範圍，也就是彩色設備可顯示的色度空間的範圍。

C14.1

Q：何謂色域對映(gamut mapping)？

A：同一楨圖片在不同的裝置輸出，會產生不同的色彩效果，其原因是不同裝置所產生的色域都不一樣，當我們由 A 裝置的色彩設定，轉到 B 裝置去輸出時，便要利用 A 裝置的“特徵檔”，透過色彩管理的軟體，由 A 裝置的色域對映到 B 裝置的色域，找出最佳的色彩表現，這種過程便是色域對映。對映的方式大概可分為「色域裁切」(gamut clipping)與「色域壓縮」(gamut compression)兩大類。

C14.2

Q：何謂色域裁切(gamut clipping)？

A：將所有在複製色域範圍外的色彩，全部切平至複製色域的邊界上。色域外之色彩會有所變動，但色域內的則不變（色域大對映至色域小）。其優點能使複製稿色彩保持一定，但色彩飽和度會因裁切而降低分不清。

C14.3

Q：何謂色域壓縮(gamut compression)？

A：壓縮法會改變色域內所有之色彩，並將色彩誤差量平均的分配至所有圖元上，期能降低人眼對於誤差之感覺。但過度的壓縮也會造成色彩的對比及飽和度等比例的降低。

C15 色彩管理

C15

Q：何謂色彩管理系統？

A：為 color management system 的簡寫。將色彩專門技術和科學寫入軟體，企圖使照相機、掃描機、螢幕、印刷機…等的色彩能自動調整校正，表現能一致企圖簡化彩色複製，讓使用者能很容易、確實、迅速的完成彩色複製。

C15.1

Q：色彩管理有那三要素？

A：進行色彩管理必須遵循一系列規定的操作過程，才能實現預期的效果。色彩管理過程有 3 個要素簡稱為「3C」，即 1. 校正；2. 特性化；3. 轉換。

C15.1.1

Q：何謂校正(calibration)？

A：為確保色彩資訊傳遞過程中的穩定性、可靠性和可持續性，要求對輸入設備、顯示設備、輸出設備進行校正，以保證它們處於標準的工作狀態。

C15.1.1.1

Q：何謂輸入校正(input calibration)？

A：對輸入設備的亮度、對比度、黑白場(RGB 三原色的平衡)進行校正。以對掃描器的校正為例，當對掃描器進行初始化歸零後，對於同一份原稿，不論什麼時候掃描，都應當獲得相同的圖像資料。

C15.1.1.2

Q：何謂顯示器校正(monitor calibration)？

A：使顯示器的顯示特性符合其自身設備描述檔中設置的理想參數值，使顯示卡依據圖像資料的色彩資料，在顯示幕上準確顯示色彩。

C15.1.1.3

Q：何謂輸出校正(output calibration)？

A：為校正過程的最後一步，包括對打樣機、印刷機或其他輸出設備進行校正。依據設備製造商所提供的設備描述檔，對輸出設備的特性進行校正，使該設備按照出廠時的標準特性輸出。在印刷與打樣校正時，必須使該設備所用紙張、油墨等印刷材料符合標準。

C15.1.2

Q：何謂特性化(characterization)？

A：當所有的設備都校正後，就需要將各設備的特性記錄下來，這就是特性化過程。彩色桌面系統中的每一種設備都具有其自身的彩色特性，為了實現準確的色空間轉換和匹配，必須對設備進行特性化。對於輸入設備和顯示器，利用一個已知的標準色度值表(如 IT8 標準色標)，對照該表的色度值和輸入設備所產生的色度值，做出該設備的色度特性化曲線；對於輸出設備，利用色空間圖，做出該設備的輸出色域特性曲線。在做出輸入設備的色度特性曲線的基礎上，對照與設備無關的色空間，做出輸入設備的色彩描述檔；同時，利用輸出設備的色域特性曲線做出該輸出設備的色彩描述檔，這些描述檔是從設備色空間向標準設備無關色空間進行轉換的橋樑。

C15.1.3

Q：何謂色彩特性描述檔(color profile)？

A：一個用來描述裝置色彩特性的檔案格式，其主要的目的是使影像在不同的顯色裝置(如螢幕、印刷複製品)上能夠呈現一致的色彩 (Wallner,2000)。色彩描述檔中包含所描述裝置的文字敘述，如製作時間、機器型號、色彩管理模組(Color Management Module, CMM)型態、顯示意圖等；也記錄數據資料轉換與設定的方式，這些數據包含 CMM 作裝置色彩至 PCS(Profile Connection Space) 以及 PCS 至裝置色彩轉換所需的矩陣或對照表資料。

C15.1.4

Q：何謂轉換(conversion)？

A：依照各設備的色彩特性描述檔的數值及資料，在不同的設備上(如輸入設備、數出設備、螢幕等)之間做轉換。例如不同廠牌的螢幕和印表機其色彩顯示的範圍以及油墨色彩皆不同，而色彩轉換主要的功用在於調整不同設備間的表現能力和範圍，在不同變數的情形下不斷實驗，將各設備和顏料均調整至最理想的狀態。

C15.1.4.1

Q：何謂絕對色度法(absolute colorimetric method)？

A：這種方法使在輸出色域內的彩色轉換後保持不變，而把超出色域的彩色用色域邊界的彩色代替。對於輸出色域和輸入色域相近的情況，採用這種方法可以得到理想的複製。

C15.1.4.2

Q：何謂相對色度法(relative colorimetric method)？

A：這種轉換方法改變白點定標，所有彩色將根據定標點的改變做相應改變，但不做色域壓縮，因此所有超出色空間範圍的彩色也都被色域邊界最相近的彩色所代替。用這種方法可以根據印刷用紙的彩色高速定標白點，適合於色域範圍接近的色空間轉換。

C15.1.4.3

Q：何謂突出飽和度法(prominent saturation method)？

A：這種方法追求高飽和度，對飽和度進行非線性壓縮。它不一定忠實於原稿，其目的是在設備限制的情況下，得到飽的彩色。

C15.1.4.4

Q：何謂感覺法(feeling method)？

A：這種方法在進行色域影射的同時，還要進行梯度優化。它保持彩色的相對關係，也就根據輸出設備的顯色範圍調整轉換比例，以求色彩在感覺上的一致性。

C15.2

Q：目前有那些色彩管理軟體？

A：市面上的主流色彩管理軟體有：1. Apple ColorSync 色彩管理系統；2. Kodak 色彩管理系統；3. Adobe 色彩管理系統；4. Agfa 色彩管理軟體；5. Heidelberg 色彩管理軟體；6. GMG 四維色彩管理系統；7. X-Rite CMM 等七款。

C15.3

Q：為何需要色彩管理系統？

A：雖然未用色彩管理軟體亦可獲得極佳的色彩，但重要的是要衡量實際發生的費用，如作業員在製作過程中一再重做與調整始可得到極佳的色彩，這並非生意之道。色彩管理系統的目的是要建立穩定的生產基礎下得到精確的色彩，最好不要過多的作業，就能有標準良好的色彩再現。

C15.4

Q：色彩管理的最大挑戰是什麼？

A：一般言，忙碌與有交貨限期的生產作業是持續作校正與控制環境的一項挑戰。儘管色彩管理軟體能解決這部分問題，高品質色彩仍需要某種份量的訓練和計畫。完整的財務計畫對工商企業也很重要，除長時間遵照計畫確實執行，更要儘力達成。