

C. 光、色彩、色彩管理

C1 光

C1.1

Q：何谓光(light)？

A：人类眼睛可以感觉明亮之电磁辐射，也可以说是整个电磁辐射光谱中人眼可以看见之部份；其波长范围在 380 到 780 nm 之间，虽占已知之电磁辐射光谱中之非常微小之部份，但足以使我们看到所有的色彩，此段光波因波长的不同而代表各种不同的彩色。其中紫光波长最短，红光波长最长。

C1.2

Q：光有那些种类？

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

C1.2.1

Q：何谓自然光(natural light)？

A：又称「天然光」。不直接显示偏振现象的光。它包括了垂直于光波传播方向的所有可能的振动方向，所以不显示出偏振性。从普通光源直接发出的天然光是无数偏振光的无规则集合，所以直接观察时不能发现光强偏于哪一个方向。这种沿着各个方向振动的光波强度都相同的光叫做自然光。

C1.2.2

Q：何谓人造光(artificial light)？

A：凡是人类制造的发光体所发出的光均为人造光。如：泛光灯、聚光灯、闪光灯是瞬间发光的光。

C1.2.3

Q：何谓可见光(visible light)？

A：凡人类肉眼可以看见的光线。

C1.2.4

Q：何谓不可见光(invisible light)？

A：光线波长超过人类肉眼可见范围以外的光线。

C1.2.4.1

Q：何谓紫外线光(UV light)？

A：电磁波的波长在 100nm ~ 380nm 之间的光叫做紫外线光，有杀菌之效果，虽然是眼睛看不见的但在人体、生物或工业领域或应用范围很广泛。一般言，低于 200nm 便会被氧气吸收。通常依其波长分为 UV - A、UV - B、UV - C，其中 UV - A 波长最长。最常用的波长是从 200~380nm 之间。

C1.2.4.2

Q：何谓红外线光(IR light)?

A：电磁波的波长在 780nm ~ 3000nm 之间的光叫做红外线光，有加热之效果，虽然是眼睛看不见的但在人体、生物或工业领域的应用范围很广泛，例如夜视镜。

C1.2.5

Q：何谓白光(white light)?

A：在色平衡的状态下可见所有光波范围的光线。

C1.2.6

Q：何谓色光(color light)?

A：只限某特定波长范围的光线。

C1.3

Q：何谓光强度(luminous intensity)?

A：从表面射出或射入的某个间隔来测量流动电磁光谱的功率，强度为线性光线测量，例如以每平方米的瓦特单位来表示。送至阴极射线管监视器的电压用来控制色彩组件的强度，但为非线性模式，阴极射线管电压与光强度并不成比例。计算公式为：I 光强度 [cd] = 立体角内之光通量 / 立体角 Ω [sr]。

C1.4

Q：何谓光通量(luminous flux)?

A：由一光源所发射并被人眼感知之所有辐射能称之。单位：流明 (lumen, lm)，符号： Φ 。

C1.5

Q：光与色有何关系?

A：色是由光的刺激而产生的一种视觉效应。光有不同的波长，当眼睛接收到某波长后，便在大脑中产生一种彩色，而导致色的感觉。因此光是产生色的原因，色是感觉光的结果。

C2 光谱

C2

Q：何谓光谱(spectrum)?

A：若将发出的光以红、绿、蓝三个主要光波来叙述，那末当结合这三种不同比例的主要光波时，便会产生一个含有所有色彩的完整光谱。

C2.1

Q：何谓可见光谱(visual spectrum)?

A：或称可见光波，其范围从波长为 380nm~780nm 的可见光，在此范围内肉眼才会引起反应而有色彩的感觉，包含红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色光。

C2.2

Q：何谓光谱图(spectral diagram)?

A：记录光源在不同波长，发光能量的图形。

C2.3

Q：何谓光谱分布(spectral distribution)?

A：光源对每一光谱区间发出的能量占总能量的分数。指光度量（光通量，光强等）或辐射度量（辐射 ... 注：通常使用相对光谱分布，即光度量或辐射度量的光谱分布由该量的任意比例值表示。

C2.4

Q：何谓光谱三刺激值(spectral tri-stimulus values)?

A：三刺激值 (X,Y,Z) 是 CIE 色彩系统的三个基本值，由光源、被照体及接收体等三个基本色彩要素所构成。

C2.5

Q：何谓同色异谱(metamerism)?

A：在配色过程中，样品与试样在第一光源照射下彩色相同，而在另外一种光源下则出现彩色差异。也就是在特定照明和观测条件下，两个物体所反射的光谱成分不同，呈现的彩色也有些不同的情况，即所谓同色异谱现象。同色异谱色在彩色复制技术中，具有重要的理论和实际意义。因为在实际生产中，复制品所用的色料与样品（原稿）的色料不可能完全相同；如果在自己的光环境中配制大量生产的色彩产品，而未能排除同色异谱的问题，当客户在千差万别的光环境下产生异议时，投诉甚至退货都有可能发生，烦恼与损失将在所难免。另外还有种情形，即使是同一彩色的同一产品，若先后生产时间不同，则所用的油墨色料与配方若有些许的差别。用不同色料复制的同样彩色，其光谱反射曲线（透射曲线），就有可能不同。

C3 光源

C3

Q：何谓光源(light source)?

A：宇宙间的物体有的是发光的，也有的是不发光的，我们把发光的物体叫做光源。例如：太阳、电灯、LED、燃烧着的蜡烛等都是光源。

C3.1

Q：光源有那些种类?

A：大致分为三类：1. 热辐射；2. 气体放电；3. LED 固体发光等三大类。

C3.1.1

Q：何谓热辐射光源(heat reactive light source)?

A：利用物体通电加热至高温时辐射发光原理制成。这类灯结构简单，使用方便，在灯泡额定电压与电源电压相同的情况下即可使用。常用的有：白炽灯、卤钨灯、石英碘气灯。

C3.1.2

Q：何谓气体放电光源(gas discharged light source)?

A：电流通过含有少量正负离子的气体时，受紫外线、宇宙射线、微量放射物质的作用，在足够高的外加电压作用下运动，并与中性气体分子碰撞后，使中性分子发生电离，因而离子的数目倍增。电流通过气体时还伴有发光现象，即所谓的辉光放电。气体放电光源因其发光功率大，功效高而独树一帜。应用最多的当属日光灯，霓虹灯，高压汞灯，高压钠灯，金属卤化物灯等，因其所充金属蒸汽的不同，各种光源会表现出不同的光学特性，如光效及显色性（光谱范围）等。

C3.1.3

Q：何谓固体发光光源(solid illuminate light source)?

A：LED 是发光二极管(Light Emitting Diode)的简称，此种光源是一种新型半导体固体发光源，属于冷性发光，其发光寿命可长达 10 万小时以上，且具有体积小、反应速度快、发光色彩丰富等特点。LED 被称为第四代照明光源或绿色光源。

C3.2

Q：何谓标准灯箱(standard illuminate light box)?

A：用于准确校对印品的彩色偏差所提供标准灯光的对色灯箱。通常须符合多个重要的国际视评标准，包括美国 ASTM D172—不透明对象色差视评，国际 ISO 3664—色彩检视照明环境，甚至 DIN, ANSI 及 BSI 标准。配合内部以低光泽及孟塞尔中灰色涂布(Munsell N7)，以达到标准的判色环境，避免因背景干扰造成人眼错误的判定。其应

用范围在纺织品、印染、印刷、塑料、颜料、油漆、油墨、摄影等注重色彩的领域。

C3.2.1

Q：为何要使用标准光源？

A：因为不同光源拥有不同的辐射能量，在照射到物品上时，会显现不同的彩色。工业生产中的彩色管理，品检员虽然已仔细地对比过货品的彩色，但因为环境光源不标准或与客户所使用的光源不一致，不同光线下所看到的彩色各异，货品色差很难判定。客户验货时会因为色差超出标准范围而投诉，甚至退货，从而严重影响相互间的信赖。要有效解决上述问题，最有用的方法就是在检定货品的彩色时，必须在相同的光源及可控制的条件下进行。例如国际通用标准中常采用人工日光 D65 作为评定货品彩色的标准光源。特别是夜班时间，使用标准光源检定货品彩色偏差尤其重要。

C3.2.2

Q：标准灯箱光源有那些种类？

A：1. D65； 2. TL84； 3. CWF； 4. F/A； 5. UV； 6. U30； 7. D 50 等七种。

C3.2.2.1

Q：何谓 CWF 光源(CWF light source)？

A：此为冷白光，色温为 4150K，主要为美国商店或办公用光源，因此美国客户常使用此光源来对色。建议灯管型号为 SYLVANIA F20T12/CW。

C3.2.2.2

Q：何谓 D50 光源(D50 light source)？

A：色温为 5,000K，主要供作判别色彩用途的光源，建议灯管型号为 PHILIPS TLD 36W/950。

C3.2.2.3

Q：何谓 D65 光源(D65 light source)？

A：此为国际标准人工日光光源，色温为 6,500K，主要供作比较色彩用途的光源。因其对黄色的变化比较敏感，若有些微变化比较容易查觉，因此大部分客户均用作对色。建议灯管型号为 GRETAGMACBETH 6500K F20T12/65。

C3.2.2.4

Q：何谓 F/A 光源(F/A light source)？

A：此为夕阳、黄光源、比/对色参考光源，色温为 2700K，建议灯管型号为 GE 40W E27。或色温为 2856K 的白炽灯，建议电灯型号为 PHILIPS 60W E27 2856K+2%。

C3.2.2.5

Q：何谓 TL84 光源(TL84 light source)?

A：此为三基色荧光灯，色温为 4000K，为欧洲、日本商店使用的主要光源。它建议灯管型号为 PHILIPS MCFE20W/840 P15。

C3.2.2.6

Q：何谓 U30 光源(U30 light source)?

A：另一种美式商用光源，色温为 3000K，建议灯管型号为 PHILIPS TLD18W/830。

C3.2.2.7

Q：何谓 UV 光源(UV light source)?

A：波长为 365nm，此为紫外灯光源，用于检测面料上的增白剂或荧光性染料，建议灯管型号为 GE F20T 12/BLB。

C3.3

Q：印刷机收纸部的照明灯光以何种色温度最佳？

A：以 6,500K 最佳，也就是 D 65 的照明灯光，使用时必须注意以打样色彩为准加以仔细比对。通常灯管寿命因厂牌不同而长短不一，但为要使照明及色温保持在正常状态，灯管使用时最多以一年为限。

C3.4

Q：何谓光源效率(light source effect)?

A：光源消耗电功率每瓦特(W)所输出的光束值称为光源效率。每一消耗电力输出的光源愈多，就表示光源效率愈高，亦即愈省电，发光效率依功率大小、种类、使用状况而异。

C3.5

Q：何谓照度(illumination)?

A：光源对物体照亮的程度。Lux 勒克斯/m²单位面积内所射入光的量，也就是光束除以面积(m²)所得到的值，用来表示某一场所的明亮值。计算公式为：E 照度[lx] = 落在某面积上之光通量[lm] / 此被照面面积[m²] = 光强度[cd] / (距离[m])²。

C3.6

Q：何谓辉度(luminance)?

A：眼睛从某一方向所看到物体反射光线的强度，也就是说单位面积对某一方向反射的光之强度。计算公式为：L 辉度[cd/m²] = 光强度[cd] / 所见之被照面面积[m²] η 发光效率[lm/W] = 所产生之光通量[lm] / 消耗电功率[W]。

C3.7

Q：何谓演色性(color rendering index)?

A：光源对物体彩色呈现的程度，亦是彩色逼真程度，由于光源的种类不同，所看到的对象的彩色也有差异。影响色视度的光源性质称为演色性，一般可以说演色性好的灯色视度好，而演色性差的灯色视度也差。

C4 灯光

C4

Q：何谓灯光(illuminated light)?

A：于人像、静物照相时作照明用途的人工灯光，近代照明灯光主要都是由电能转换为光能的灯光。

C4.1

Q：灯光有那些种类?

A：1. 供制版照相用途可依照明方式分：(1) 聚光式。(2) 散光式等两大类；2. 可依发光方式分：(1) 电弧式—a. 单相开放弧光灯、b. 单相密封弧光灯、三相开放弧光灯、c. 三相密封弧光灯；(2) 电热式—钨丝灯；(3) 放电式—脉动式氙气灯等三大类；3. 扫描仪内部用得较多的光源有三种：(1) 冷阴极荧光灯；(2) RGB 三色发光二极管（即 LED）；(3) 石英卤素灯。

C4.1.1

Q：何谓聚光灯(integrated lamp)?

A：照明光源的光量集中在聚光镜上，并使照射于镜片中央，以得到最大照明度，然聚光灯与镜片焦距应相互搭配使用，始可得到最佳的照明效果。

C4.1.2

Q：何谓散光灯(diffused lamp)?

A：使用大面积扩散板将光线扩散或多方向的灯光，可得很均匀的照明效果。反射照明时，与原稿成 45 度对称照明，并以原稿对角线长度作为中线至光源的距离。

C4.1.3

Q：何谓弧光灯(arc lamp)?

A：在两个导体的间隙中使电弧连续发光的灯具，光由导体(通常是碳棒)的加热端和电弧本身发出的一种强光，由于色温与日光的色温相当接近，常被用来当作室外彩色摄影的照明。

C4.1.4

Q：何谓钨丝灯(tungsten lamp)?

A：又称电灯泡或电球，其准确技术名称为白炽灯，是一种透过通电，利用电阻把细金属丝线（通常为钨丝）加热至白炽，用来发光的灯。电灯泡外围由玻璃制造，把灯丝保持在真空，或低压的惰性气体之下。作用是防止灯丝在高温之下氧化。

C4.1.5

Q：何谓脉动式氙气灯(pulsed xenon-arc lamp)?

A：利用稳定的高压脉动电压，激励灯泡内的惰性气体以放电电弧的方式发出灿烂的高色温光芒。制版照相设备、色彩计及光谱仪常用的一种光源，由于它在紫外光及可见光范围内，有的几乎连续发射光谱，也被用来模拟太阳光。

C4.1.6

Q：何谓三色磷光灯(tri-phosphor)?

A：市面上最普遍的 T12 tri-phosphor 灯管，是由红，黄，蓝三种光线所组成。光谱只集中在此三色的光频内。其所发出的光为白光，且光度很强。通常都被用于服饰店的照明。由于此种灯管不会发出紫外线，所以服饰的彩色不会因光照而退色。根据不同发出三原色光的磷的组合方法，可分为色温为：3000，3500，4000，4500 及 5000°K 等型式的灯管。

C4.1.7

Q：何谓气体放电灯(gas vapor lamp)?

A：利用电流通过气体时发光的原理制成。这类灯发光效率高，寿命长，光色品种多。常用的有：荧光灯、高压汞灯、金属卤化物灯、高压钠灯等。

C4.1.8

Q：何谓冷阴极荧光灯(cold cathode fluorescent lamp)?

A：藉较短波长光源之激发，而发射出较长波长的灯具。具有体积小、亮度高、寿命长的特点，但工作前需要预热。该类光源已经广泛应用于平台式扫描仪中。

C4.1.9

Q：何谓发光二极管灯(LED lamp)?

A：功耗小，噪音低，发热量小，且无需预热，但亮度低，亮度均匀性略差，寿命一般也比较短（一些 CIS 型扫描仪采用了此类光源）。

C4.1.10

Q：何谓石英卤素灯(quartz halogen lamp)?

A：以石英玻璃制成灯管，并在灯管内加入卤素，一方面可阻止光线的射出，另一方面可以降低高热钨丝的氧化，减少钨丝的烧毁机率，也可保持光谱的完整性，是一种连续性光谱和高演色性光源。色差计及光谱仪等仪器测量色彩时最常使用的光源。

C5 眼球

C5

Q：何谓眼球(eye ball)?

A：直径约 2.5 公分的球体，它的组织结构细微又脆弱，其中眼球壁可分为外层、中层及内层，每层的结构分别为：外层的角膜及巩膜，中层的虹彩、睫状体和脉络膜，以及内层的视网膜。眼球内部可分为前后两腔，前腔又分为前后二房，内有房水，后腔内为玻璃体，可维持一定的眼压，防止眼球崩陷。另外眼底是由视神经乳头、视网膜血管和黄斑组合而成的。

C5.1

Q：何谓视角(visual angle)?

A：视觉目标的两端在瞳孔内形成的角度。

C5.2

Q：何谓视场(visual field)?

A：为双眼（静态时）可以看见的区域。

C5.3

Q：何谓视觉(vision)?

A：光线透过角膜，瞳孔和晶状体到达视网膜视觉杆状细胞和椎状细胞，然后对光线反应所产生的电子脉冲，并走到眼睛外面经过视神经传到脑部后，所产生看到的感受。

C5.3.1

Q：何谓明视觉(photopic vision)?

A：在较亮的条件下只有锥状体起作用有色彩感觉的视觉状态。

C5.3.2

Q：何谓暗视觉(scotopic vision)?

A：在较暗的条件下只有杆状体起作用，只会形成黑白感觉，没有色彩感应的视觉状态。

C5.4

Q：何谓锥体细胞(cone)?

A：位于人的眼球内，可将锥状细胞分成红、绿、蓝三种，色彩的三原色理论及由此演变而来。只有在比较亮的情况下才发挥作用（数个 nits 以上），适合微光视觉其具有低感度、高分辨率、色彩分辨的特点。

C5.4.1

Q：何谓杆体细胞(rod)?

A：位于人的眼球内，只有在比较暗的情况下才发挥作用（亮度约为 0.01nits 以下），适合微光视觉其具有高感度、低分辨率、无色彩分辨力特点，其感度范围在 400~600nm。

C5.5

Q：何谓区带理论(zone theory)?

A：一种连结人眼三彩色学说及对立色学说的色觉传递处理学程，于 1949 年 Judd 首先提出。

C5.6

Q：何谓色适应(chromatic adaptation)?

A：人眼随环境色度及亮度而改变其视觉感应能力的可变现象。

C5.6.1

Q：何谓色疲劳(color weariness)?

A：人眼长时间看色彩对象时产生对色觉疲劳的现象。不同的色彩产生色疲劳的程度不同，而单色物体最容易产生色疲劳。彩色电影、电视的摄制要注意单色画面的时间长度。

C5.6.2

Q：何谓亮适应(luminance adaptation)?

A：当照明光的光强改变时，人眼的视觉机能会自动适应调整，光线越暗，人眼瞳孔就会开得越大。视网膜本身会跟随着调整本身的状态以增加感旋光性。

C5.7

Q：何谓灵敏度(sensitivity)?

A：看到光时感受到的明亮程度。

C6 物体

C6

Q：何谓物体(body)?

A：由物质构成、占有一定空间的物体，于可指器物的形体。

C6.1

Q：物体有那些种类?

A：1. 透明体；2. 不透明体；3. 发光体；4. 暗体。

C6.1.1

Q：何谓透明体(transparent body)?

A：能透过光线或光穿透率为最大值的物体。

C6.1.2

Q：何谓不透明体(opacity)?

A：不能透过光线或光穿透率为零的物体。

C6.1.3

Q：何谓发光体(luminous body)?

A：会自行发光的物体，如太阳或通电后的灯光。

C6.1.4

Q：何谓暗体(non-luminous body)?

A：不能自行发光，接受发光体的光才能产生光泽的物体。

C6.2

Q：何谓黑体(black body)?

A：亦称为完全辐射体，它既不反射也不透射，而是能把落在它上面的辐射全部吸收的物体，在辐射作用下完全遵从普朗克辐射定律的假想物体。

C6.2.1

Q：何谓黑体辐射(blackbody radiator)?

A：又称浦朗克辐射(Plankian radiator)。黑体辐射的光谱能量分布会随温度而变化；随着温度的提高，峰值波长随着红外线热量开始到红、橙、黄、绿、蓝、紫的彩色而变化。

C6.3

Q：何谓扩散体(diffuser)?

A：扩散体几乎可将入射光均匀的反射到各个角度，如：散光片。

C7 色

C7

Q：何谓色(color)?

A：各种不同波长光线传达到人类视网膜刺激神经而在脑海中产生色彩反应的视觉现象。没有光线就没有色，而白光则包含所有的色光，这可从日光透过三棱镜把它分成不同波长光波所形成的彩虹来说明，也就是我们能以眼睛看见的「可见光谱」的色彩组合。光的物理性质，决定于振幅与波长两因素，振幅为光的量度，振幅的大小决定明暗；波

长的长短则影响色相，长时会偏向红色，短则偏向蓝紫色。

C7.1

Q：色有那些特性？

A：色彩所传达的讯息，无时无刻都在影响我们的生活。在日常生活里，无论食、衣、住、行、娱乐都与色彩有密切的关系，而现在人们对于配色更大为讲究，要如何运用色彩来表达自我、创造个性，使自己更有独特品味，这都是认识色彩的重要部分，借着对色彩的了解，将会使生活变得多采多姿。

C7.1.1

Q：何谓偏好色(preference color)？

A：与 favorite color（喜好色）相近；但更特别强调某些民族、群体、个人特别喜好。

C7.1.2

Q：何谓喜好色(favorite color)？

A：人类对物体色彩表现的喜好现象，如蓝天更蓝，绿草更绿，较高色调对比等。

C7.1.3

Q：何谓厌恶色(dislike color)？

A：人类对物体色彩表现的不喜欢现象，如看起来暗暗脏脏的暗灰色调彩色，有时和经验或记忆有关。

C7.2

Q：色彩如何感觉(color perception)？

A：肉眼对色彩的视觉感受一般可分为两大类，第一类为无彩色，其包含白、灰、黑；第二类为彩色，其包含纯色和其它一般色彩。由于眼睛是一种视觉装置，它不但能对物体感应，也能对某些波长作迅速的响应，眼球内主要含有锥状及杆状二类感光细胞，其中锥状细胞是感觉动作并对明暗之间的差别特别敏感，当亮度减弱时，杆状细胞便会发挥功能，但看不见色彩。而在较亮的情况下，视网膜中的三种锥状细胞始对长、中、短三种光域产生不同的视觉反应，便能让我们看见光谱中的红、绿、蓝三个主要色域来形成色彩。

C7.2.1

Q：何谓白色(white)？

A：包含光谱中所有色光的色，通常为「无色」，其明度最高，色相为零。可以将光谱中三原色的光：红光、蓝光和绿光按一定比例混合得到白光。白色则是光明的象征色，白色明亮干净、畅快、朴素、雅致与贞洁。

C7.2.2

Q：何谓无彩色(achromatic color)?

A：彩度为零的彩色，即黑色、白色和黑白之间的各级中性的灰色。

C7.2.3

Q：何谓中性色(neutral color)?

A：没有彩色的中性灰色。

C7.2.4

Q：何谓互补色(complementary color)?

A：加色法时将两种色光在等量混合时产生白光，或减色法时将两种彩色等量混合时产生黑色，就可称此两色为互补色。

C7.3

Q：色彩如何观看？

A：观看状况对印刷必须界定在相同标准基础上，由美国国家标准协会于 1989 年制定 PH2.30 及由国际标准组织如 ISO 3664（于 1998 年修正通过）的规格是为了尽可能减少色彩评估过程中的许多相同变量，以改善色彩沟通。最易达成标准观看的方法建议使用一具观看箱，但下列建议仍是主要基础：1. 5,000 K 光源（有时名为 D50）因为此种特定光源系模拟日光，且含 RGB 的平衡输出光，制造厂推荐每使用 2,400 小时后更换灯管，因灯泡过久其色温会改变。2. 使用 22-24 度的照明角度可避免刺眼的反光。3. 在彩色观看前，灯泡预热 10-15 分钟时间使达到稳定的色温。4. Munsell N8 观看箱壁使用标准灰色漆可减少色彩确认时受邻近色彩的影响。同时经常保持观看箱内部和周围的清洁和整齐也有很大的帮助，若在观看箱内或附近放置图画、印样、海报、或其它明亮彩色物品均会影响色彩的观看。

C7.3.1

Q：何谓观色条件(observing color condition)?

A：由于经验得知同一张照片在不同光源下观看会有不同的结果，因此最佳的观看环境，则是使用一具标准观看箱，以下列条件为基础：1. 5,000 K 光源（有时名为 D50）因为此种特定光源系模拟日光，且含 RGB 的平衡输出光，制造厂推荐每使用 2,400 小时后更换灯管，因灯泡过久其色温会改变。2. 使用 22-24 度的照明角度可避免刺眼的反光。3. 在彩色观看前，灯泡预热 10-15 分钟时间使达到稳定的色温。4. Munsell N8 观看箱壁使用标准灰色漆可减少色彩确认时受邻近色彩的影响。同时经常保持观看箱内部和周围的清洁和整齐也有很大的帮助，若在观看箱内或附近放置图画、印样、海报、或其它明亮彩色物品均会影响色彩的观看。

C7.4

Q：何谓色差分辨(just perceptible difference)?

A：人眼视觉无法再分辨的色差值。

C7.4.1

Q：影响色差有那些因素？

A：1. 背景色—相同的彩色在不同的背景色衬托之下，看起来色彩的明暗感觉会受背景色所影响而有感觉不同，其实色彩本身并未改变。2. 油墨—平版彩印油墨为透明四原色油墨，若供货商有数家，则每组油墨的色彩可能会有些许差别，即使同家油墨厂也会有几组油墨供作选择，如暖色系与寒色系之分，早期很多印刷厂在印刷风景与人像时使用不同的色系以产生较佳效果，然而时代的变迁，这些工作已可在分色时用计算机来处理，加上现在均使用四色平版印刷机，印刷厂多使用大型桶装油墨，用高压帮浦输送管将油墨直接送到印刷机上，已不再更换墨组了。再者，油墨色系也因国家不同而有别，如美国、日本、台湾的油墨色系均不相同，故作国际印刷业务时要特别小心，以免无法达到预期的效果。3. 纸张—纸张影响色彩的机会相当大，主要是纸张的种类很多，有模造纸、铜版纸，也就是非涂布纸与涂布纸两大类，前者因未涂布，油墨印上去后很快便被吸收，色彩反射程度很低，而铜版纸本身有一层涂布料，会将色彩反射出来，使我们看到的印刷品有较佳的效果，因此感觉五彩缤纷。纸张又有漂白纸与未漂白纸之分，同样的彩色照片印这两种纸上效果也大不相同，故在选择纸张时要特别注意。4. 印刷机的不同—印刷机可分为打样机、张页印刷机、轮转印刷机、事务印刷机等多种，一般在初次校样时多使用打样机印制，少量时使用张页印刷机，多量时使用轮转印刷机，供计算机打印的连续报表则是以事务印刷机印制，由于机器结构的不同，相同的印版其印制效果各不相同，故打样品与印刷品的色彩一定会有差距。5. 个人因素—当一个人长时间注视一种彩色或在某种特别色环境下时，会对色彩的观看产生差异。另当一个人的身体状况不佳或睡眠不足时都会对色彩产生差别感觉。有时甚至戴眼镜时也可能因镜片的些许色素而使色彩有别。

C7.5

Q：何谓色温(color temperature)?

A：将铁块加热使其表面由红转黄而青时，再加 273 所得的 Kelvin 度数，简称 K。另外的解释是表示光源之光谱特性，某光源之光谱分布和黑体辐射相同时，此时黑体辐射相对应的绝对温度，称为此光源的色温。一般言，色温低时会带有橘色，表示具有暖意的光；随着色温变高，就变成如正午太阳一般为带有白色的光；当再变高时则变成带有蓝、清爽的光。

C7.5.1

Q：何谓相对色温(correlated color temperature)?

A：如果某个光源之光谱分布和黑体辐射不同时，若其色彩特性和某个温度的黑体辐射色温接近时，该色温即为相对色温。

C7.5.2

Q：色温与色彩有何关系？

A：因不同的灯光所含的色温度各不相同，会造成差异的影像色调，故而使用彩色底片时，必须配合适当的色温度，始有良好彩色结果。

C8 色彩

C8

Q：何谓色彩(color)？

A：色彩是人的大脑对物体的一种主观感觉，当光谱波长范围在 380nm~780nm 之间的光线反射到视网膜上，便在大脑内形成色彩。物理能量(或辐射)是以发射光谱(SPD)来表示，通常分为 31 组每组代表 10nm 波段。在眼球内的视网膜上有三类锥状感色细胞，分别为红锥状细胞、绿锥状细胞、蓝锥状细胞，它们对不同入射光谱曲线产生反应，只有在比较亮的情况下才发挥作用（数个 nits 以上），适合微光视觉，其具有低感度、高分辨率、色彩分辨力特点。在视网膜中也存有第四类为杆状细胞，此种细胞仅在极低的亮度下有效（俗称夜视），虽对视觉重要但在影像显现上并不起作用。因此实际只有三类感色细胞，分别来对长、中、短波起感应，而产生红、绿、蓝光的反应，色彩的三原色理论便是由此演变而来。然而，肉眼对色彩的视觉感受，通常可分为两大类：1. 无彩色，其包含白、灰、黑；2. 彩色，其包含纯色和其它一般色彩。1931 年，国际照明委员会(CIE)所采用的标准曲线是对假想的标准观看者。这些曲线的规定如何以三个数字来定义发射光谱形成的色彩。CIE 系统立即且几乎普遍适于自发光源和显示器。然而如照相、印刷或油漆由反射系统所产生的色彩，则不但会受色剂且会受环境照明光谱的影响，因此，将要相当依赖照明的光谱，必须要求光谱的搭配。牛顿曾说：「实际上，光线并不是色彩」，光线存在于实质世界中，但色彩仅存在于眼睛和脑海中。

C8.1

Q：何谓色彩三属性(color properties)？

A：1. 色相；2. 彩度；3. 明度等描述色彩的三个数据。

C8.1.1

Q：何谓色相(hue)？

A：又称色调，是指色彩的相貌，或是区别色彩的名称或色彩的种类，而色相与色彩明暗无关。苹果是红色的，这红色便是一种色相，如红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等基本色。色相的种类很多，普通色彩专业人士可辨认出三百至四百种，但假如要仔细分析，可有一千万种之多。而黑、灰、白则为无彩色。简称 H 为彩色主波长彼此相互区分的特性。

C8.1.2

Q：何谓彩度(chroma)?

A：简称 C，为区别色彩鲜艳的程度，亦可说是色彩的饱和度(saturation)，色彩纯与不纯的分别。纯粹色彩度发挥其固有之特性，其中毫无黑白色之混入，达饱和度之色或称纯色。也就是当纯色与黑、灰、白或其它色彩混合以后，彩度就会降低，如此说来粉红色、粉蓝色、粉绿等色，便是低彩度的彩色，黄色的彩度最高，其次是橙、红、青、紫。

C8.1.3

Q：何谓明度(value)?

A：简称 V，区别色彩明暗的程度。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。如红色有明亮的红或深暗的红、蓝色有浅蓝或深蓝；无彩色明度的最高与最低，分别是白色与黑色；在彩色中，黄色明度最高，紫色明度最低。而 CIE 把亮度定义为视觉感应特性，依据此特性在某处发出或多或少的光线，因为亮度感觉是非常复杂，CIE 以更易于大量明度其为辐射能来定义，以光谱灵敏功能即视力特性来衡量。标准观察者的发光效应系以数目来定义，在任何地方都是正数，其尖峰点约为 555nm，当发射光谱(SPD)完全使用此曲线作为衡量功能时，其结果则是 CIE 明度，以 Y 表示。明亮强度与物理动力相称，则与强度相同意义，但明度的光谱组成与人类视觉的对亮度灵敏性相关，严格地说，明度应该以每平方米烛光单位来表达，但实际上通常以 1 或 100 单位就明度而论对其正常化规定或必然包含白色参考，例如大型展示荧光幕的白色参考其明度大约为 80 米烛光-2，且 Y=1 相关此值。

C8.2

Q：何谓色彩三要素(elements of color)?

A：1. 光—照射物体后，其反射或透射光之光谱组成则被改变，刺激视神经传至大脑，而产生色彩之感觉；2. 物体—接受光之照射，将其中部份波长吸收，并将另外部份波长反射、散射或透射出去，因而改变光谱组成；3. 观察者—接收光波后，(眼睛/分光仪)分析其光谱组成，转换成色彩(人脑/计算机)。

C8.3

Q：何谓色彩三原色(CMY)?

A：即黄、洋红、青三种基本彩色。自然界中的色彩种类繁多，变化丰富，但这三种彩色却是最基本的原色，原色是其它彩色调配不出来的。把原色相互混合，可以调和出其它种彩色。

C8.3.1

Q：何谓间色(secondary colors)?

A：又称二次色。它是由三原色调配出来的彩色。红与黄调配出橙色；黄与蓝调配出绿色；红与蓝调配出紫色，橙、绿、紫三种彩色又叫「三间色」。事实上，也是只反射红、

绿、蓝的三个原光之一，在调配时，由于原色在份量多少上有所不同，所以能产生丰富的间色变化。

C8.3.2

Q：何谓复色(compound colors)?

A：又称复合色。复色是用原色与间色相调或用间色与间色相调而成的「三次色」，也就是有浊度色彩，复色是最丰富的色彩家族，于变万化，丰富异常，复色包括了除原色和间色以外的所有彩色。

C8.4

Q：何谓特定色(spot color)?

A：在 CMYK 四色印刷以外另行调制所需的特定彩色油墨（如：橙、绿、蓝、金属光泽、荧光色），或对彩色的正确性特别挑剔，以供单独使用或与 CMYK 印刷油墨并用，此时在印刷机上需要特定印版来印制。

C8.5

Q：何谓色彩恒性(color constancy)?

A：不管光源的条件如何改变，视觉对物体的色知觉，始终想维持一定不变的现象。

C8.6

Q：何谓色彩模式(HLS)?

A：Hue 表示色度，Lightness 表示亮度，Saturation 表示饱和度。

C8.6.1

Q：何谓色度(chromaticity)?

A：色彩的纯度，又称饱和度或彩度，是描述肉眼色彩视觉感应强度的一种度量值。

C8.6.1.1

Q：何谓色度值(colorimetric values)?

A：表示色刺激特性的三刺激值的三个数值，CIE 推荐使用 X、Y、Z 色度坐标。

C8.6.1.2

Q：何谓色度图(chromaticity diagram)?

A：将色度坐标表示在平面上的图形。

C8.6.2

Q：何谓亮度(lightness)?

A：光物体表面发光强弱的物理量，物理学上用 L 表示，单位为坎德拉每平方米或称平

方烛光 cd/m^2 。它也是彩色的一种性质，或与彩色多明亮有关系的色彩空间的一个维度。在 Lab 色彩空间中，亮度被定义来反映人类的主观明亮感觉。

C8.6.3

Q：何谓饱和度(saturation)?

A：又称纯度。主要指彩色强度的浓度。饱和度为零是白色，而最大饱和度可能是最深的彩色。饱和度取决于该色中含色成分和消色成分(灰色)的比例。含色成分越大，饱和度越大；消色成分越大，饱和度小。

C8.7

Q：何谓色外貌模块(color appearance model)?

A：以数学模式，来描述人眼视觉的色度变化。

C8.8

Q：何谓色彩质量评估(color quality assessment)?

A：以人眼视觉特性为基准，来衡量一彩色影像质量的方法。

C8.9

Q：何谓色彩匹配(color matching)?

A：调整转换后的色彩从一种色彩空间的全色域到另一种使达到最大相似值的过程，使肉眼的知觉结果一致。

C8.10

Q：如何使用色彩量变曲线?

A：使用者图形的用途是指出如何使用色彩量变曲线，一般言，每家设备制造商都应提供每种特定设备的国际色彩协会量变曲线。

C8.11

Q：何谓配色函数(CMM)?

A：接受色彩数据并将之转变成另一种色彩空间参考数据图的色彩转换计算法。

C9 色彩表达

C9

Q：何谓表色系统(color expression system)?

A：用数据、坐标、三度空间或其它方式来表示色彩空间或位置的方法。

C9.1

Q：表色系统有那些种类？

A：色彩表示系统分—1. NCS；2. Ostwald；3. Munsell；4. PCCS 四种，皆是以三个数字或记号来表色。这三种方式，适用于染色物、涂装物、陶磁物等类均一表面色的物品，但不能表现透明、半透明的彩色。

C9.1.1

Q：何谓 NCS 表色系统(Natural color system)？

A：为 Natural Color System 的缩写，译为自然表色系统，为瑞典斯堪地那维亚色彩机构(Scandinavian Colour Institute)于 1979 年所发表以视觉为基础的科学色彩系统。它基于 Hering 的对立纯色学说中 3 组对立色(白--黑、红--绿、黄--蓝)之概念发展而成。

C9.1.2

Q：何谓奥斯华德表色系统(Ostwald color system)？

A：奥斯华德色相以 8 色相为基础，每一色相再分 3 色，共 24 色相，明度阶段由白到黑，以 a、c、e、g、i、l、n、p 记号表示，所有色彩均为 C 纯色量+W 白色量+B 黑色量=100。并以无彩色阶段为一边，纯色在另一顶点，每边长依黑白量渐变化排成 8 色，形成等色相的正三角形。由于奥斯华德表色系的秩序严密，是配色时极方便的表色系统。

C9.1.3

Q：何谓孟塞尔表色系统(Munsell color system)？

A：孟塞尔的色相分为 10 个，每色相再细分为 10，共有 100 个色相，并以 5 为代表，色相之多几乎是人类分辨色相的极限。曼塞尔的明度共分为 11 阶段，N1、N2、N3...N10，而彩度也因各纯色而长短不同，例如 5R 纯红有 14 阶段，而 5BG 只有 6 阶段，其表色树状体也因而呈不规则状。

C9.1.4

Q：何谓 PCCS 表色系统(JCRICS)？

A：即日本色彩研究所的表色系，其色相分为 24 个，明度则以垂直阶段为九个，由黑(1,0)到……8.5,白(9.5)。彩度阶段由无彩色到纯色共 10 个阶段 0s,1s...9s。日本色研把明度和彩度的变化综合起来成为色调的变化，无彩色有 5 个色调：白、浅灰、中灰、暗灰、黑，有彩色则分为鲜色调、和加白的明色调、浅色调、淡色调、以及加黑的深色调、暗色调、加灰的纯色调、浅灰调、灰色调、暗灰色调，其色票并以色调种类，很容易依色彩感觉来使用色彩。

C10 色票

C10

Q：何谓色票(color matching system)？

A：具有各种配方，可供快速配色，能降低印刷厂管理成本，具有科学管理，是印刷生产企业的重要配色工具，通常使用的工具就是色票。

C10.1

Q：色票有那些种类？

A：分为—1. 美国 PMS 色票；2. 瑞典 NCS 色票；3. 德国 RAL 色票；4. 日本 DIC 色票（大日本油墨化工）等四种。

C10.1.1

Q：何谓 Pantone 色票(Pantone matching system)?

A：美国的 Pantone 色票是专供平面设计师、印前工作专业人士和印刷厂商使用的必备工具书，一套为两册装色票配方指南，包括印制在光面铜版纸和平版纸上 1,114 种 PANTONE 色彩，另一套包含 1925 种纺织色彩。各色彩手册内的每一种色彩皆备有六张可撕式的色票，方便客户与供货商之间互相沟通时作交流色彩讯息之用。其它还有金属专用、纺织布票、配色色卡、专业设计、特殊黑色等多种。

C10.1.2

Q：何谓 NCS 色票(Natural matching system)?

A：瑞典的 NCS 色票，现已经成为瑞典、挪威、西班牙等国的国家检验标准，它是欧洲使用最广泛的色彩系统，并正被全球许多国家所采用。它已成为国际通用的色彩交流的语言。NCS 广泛应用于纺织、印染、涂料、油漆、印刷、设计、研究、教育、建筑、工业制造、企业形象、软件和商贸等领域。

C10.1.3

Q：何谓 RAL 色票(Reichsausschuß für Lieferbedingungen)?

A：德国的 RAL 色票是为专业色彩设计而开发的配色系统。它以一个有规律次序排列的 1688 种彩色，所有这些 7 个数字的色彩明暗被划分为单独的 RAL 彩色。这和 RAL 古典彩色标本之间的不同是 RAL 设计系统的彩色代码不是任意排列的。它们显示了色度、明亮度及色彩之强度的工业技术测量值。例如：RAL2016030 是一个色度 210、亮度 60、色彩强度为 30 的彩色色调。如果希望将这个彩色色调同一个更亮的色调结合，可以选择 RAL2107030，从而可以得到一个具有更高亮度 70 的彩色，两种彩色的另两个特性将保持不变。使用这个系统，协调的彩色结合的产生变得十分容易。

C10.1.4

Q：何谓 DIC 色票(Dainippon matching system)?

A：日本的 DIC 色票是由大日本油墨公司发行供印刷界沟通使用的工具书，一套内有三册，附色彩说明书及配色表，合计 643 色可撕色票。其第一卷为 1~257 鲜艳色调系；第二卷为 258~501 中间色调系；第三卷为 502~654 荧光及基本使用色调系。有 NCP HG、

NCP G、NCP 标准色、NCP 王子四色墨、FG 标准色、CG 色、DS 荧光色、DS 四色墨、PC 标准色、ECHO 标准色、纸板四色墨、A 纸板标准色等多种。

C10.2

Q：配色须要那些工具？

A：1. 毫克电子秤—能测量小数点后三个位重量的电子秤。2. 调墨刀—与厂房应用的差不多，要预备大小不同种类的较适合。3. 玻璃—视乎调墨量多少，一般测试可用 18"x 36"。4. 打样机—能把油墨平均印在承印物上的仪器，能以着墨份量来控制厚度的如 IGT、RK。5. 计算机油墨配方软件—能计算油墨数据及配方，建立数据库等功能如 GretagMacbeth(Ink Formulation)、X-Rite(Color Master)。6. 分光密度仪—测量原理应用 7. 底材—建立数据库用，建议选择不含荧光增白剂的纸张，分涂布与非涂布两种，能把油墨彩色充分表现。8. 油墨—以印刷四色为基本，再配以常用之特别色 CMYK、透明墨、白墨、紫墨、绿墨和橙墨等等，务求以最少的油墨种类，调配最多之特别色油墨。(日后将以此 12 种油墨为主要配色色种)。9. 标准对色灯箱—可配合紫外光灯、D50、D65 及 A 光源的为最理想。这样可同时观测在不同光源下，印刷品同色异谱的情况。

C10.2.1

Q：彩色印刷以何种色票为准？

A：一般都是以 Pantone 色票为表达依据，但若双方持有同一种其它厂牌色票亦可作为沟通的工具，只要甲乙双方选择相同编号的色票，使用相同厂牌的油墨厂牌、纸张色泽、光线色温各异，便有可得到相同的色彩结果。否则偏差便在所难免。

C11 色彩混合

C11

Q：何谓色彩混合(color mixing)？

A：将两种或以上彩色或色光混合在一起产生第三种彩色或色光的方法。

C11.1

Q：色彩混合有那些种类？

A：有 1. 加色法—色光的混合，又称加色混合；2. 减色法—颜料的混合，又称减色混合。

C11.1.1

Q：何谓加色法(additive process)？

A：将红、绿、蓝三色光波加在一起而成白光的方法。当以不同比例结合时便产生不同的色彩。将任何二种光波加在一起所产生的另种色光称为「二次色光」，例如：红和绿光的加在一起会产生黄光，红和蓝光产生洋红光，蓝和绿光产生青光。

C11.1.2

Q：何谓 RGB？

A：R (Red)表示红光，G (Green)表示绿光，B (Blue)表示蓝光，RGB 数值通常表示频道上信号的强度，用 2 的 8 进位码表示每种彩色的数值，这数值从 0 到 255。网目上的红、绿、蓝信号是一起的。屏幕或是扫描机上的 RGB 数值和眼睛感光度的信号并没有关系。

C11.1.3

Q：何谓减色法(subtractive process)？

A：将青、洋红与黄三原色依不同比例混合可形成各式各样的色彩，若为等比例混合则成为灰至黑色的方法。彩色印刷则是以大小不同的半色调网点层层迭印在纸上而形成全彩。

C11.1.4

Q：何谓 CMYK？

A：印刷油墨的四种基本色，各代表青色(cyan)、洋红色(magenta)、黄色(yellow)、黑色(black)。用这四种墨色的 1%到 100%比例混合重迭而产生色彩。把黄、洋红、青色的印墨混合在一起，实际上得到黑棕色，所以要加入黑色以加强色彩的深度。黑色简写成 K 是因为 B 已经在 RGB 的色彩模型中使用免于混淆。

C11.2

Q：何谓白色(white)？

A：其明度最高，色相为零的彩色，通常被认为是「无色」。白色是光明的象征色，代表干净、畅快、朴素、雅致与贞洁。

C11.3

Q：何谓黑色(black)？

A：如果吸收光谱内的所有可见光，不反射任何光的彩色，就是黑色。如果将三原色的颜料以恰当的比例混合，使其反射的色光降到最低，也会感觉为黑色。

C12 CIE 混色系统

C12

Q：何谓 CIE？

A：源于法语名称 Commission International de l'Eclairage 的词首字母，译为国际照明委员会，为国际照明工程领域的学术组织。CIE 是由国际照明工程领域中光源制造、照明设计、光辐射计量测试等机构组成的多学科学术组织，成立于 1913 年，总部设在奥地利维也纳，迄今为止共有来自不同国家和地区的 38 个成员团体。这个委员会创建的目

的是要建立一套界定和测量色彩的技术标准。可回溯到 1930 年，CIE 标准一直沿用到数字视频时代，其中包括白光标准（D65）和阴极射线管（CRT）内表面红、绿、蓝三种磷光理论上的理想彩色。

C12.1

Q：何谓 CIE 彩色系统(CIE color system)?

A：彩色三角形的两侧是光谱色，三个顶点是红绿蓝三原色，三角形底边则会从红色逐渐变为蓝色，也就是洋红色的各种明暗变化，这些彩色不会出现在电磁光谱，但能藉由光谱红色及蓝色的不同比例混合而得。这套系统要有实用价值，必须先做两项改变。首先，三角形要适度「变形」，以便留出更多空间容纳饱和度较高的光谱色，它们主要出现在光谱的绿色和蓝色部份，这些彩色若有任何细微变化，也比其它部份更容易为人眼所察觉。据此，即可得到 CIE 彩色三角形的常见形状，其周围环绕着一条光谱波长组成的曲线（光谱能量分布）。彩色则由两个坐标所定义。另一项改变是在包含彩色三角形的直角三角形边上绘出彩色值，使每种彩色都能由它的 x 和 y 值定义，它们称为色度坐标。

C12.1.1

Q：何谓 CIE 1931 RGB?

A：按照三基色原理，彩色实际上也是物理量，人们对物理量就可以进行计算和度量。根据这个原理就产生了用红、绿和蓝单光谱基色匹配所有可见彩色的想法，并且做了许多实验。1931 年国际照明委员会综合了不同实验者的实验结果，得到了 RGB 彩色匹配函数(color matching functions)，其横坐标表示光谱波长，纵坐标表示用以匹配光谱各色所需要三基色刺激值，这些值是以等能量白光为标准的系数，是观察者实验结果的平均值。为了匹配在 438.1 nm 和 546.1 nm 之间的光谱色，出现了负值，这就意味匹配这段里的光谱色时，混合彩色需要使用补色才能匹配。虽然使用正值提供的色域还是比较宽的，但像用 RGB 相加混色原理的 CRT 虽然可以显示大多数彩色，但不能显示所有的彩色。

C12.1.2

Q：何谓 CIE 1931 XYZ?

A：CIE 1931 RGB 使用红、绿和蓝三基色系统匹配某些可见光谱彩色时，需要使用基色的负值，而且使用也不方便。由于任何一种基色系统都可以从一种系统转换到另一种系统，因此人们可以选择想要的任何一种基色系统，以避免出现负值，而且使用也方便。1931 年国际照明委员会采用了一种新的彩色系统，叫做 CIE XYZ 系统。

C12.1.3

Q：何谓 CIE 1931 xyY?

A：CIE XYZ 的三基色刺激值 X，Y 和 Z 对定义彩色很有用，其缺点是使用比较复杂，而且不客观。因此，1931 年国际照明委员会为克服这个不足而定义了一个叫做 CIE xyY

的彩色空间。

C12.1.4

Q：何谓 CIE 1931 色度图(CIE 1931 chromaticity diagram)?

A：CIE xyY 色度图是从 XYZ 直接导出的一个彩色空间，它使用亮度 Y 参数和彩色坐标 x, y 来描述彩色。xyY 中的 Y 值与 XYZ 中的 Y 刺激值一致，表示彩色的亮度或者光亮度，彩色坐标 x, y 用来在二维图上指定彩色的色度图。

C12.1.5

Q：何谓 CIE 1976 L*a*b*?

A：主要是应用在减色法的色料混色。为了进一步改进和统一彩色评价的方法，1976 年 CIE 推荐了新的彩色空间及其有关色差公式，即 CIE 1976 LAB（或 L*a*b*）系统，现在已成为世界各国正式采纳、作为国际通用的测色标准。它适用于一切光源色或物体色的表示与计算。CIE 1976 L*a*b*空间由 CIE XYZ 系统通过数学方法转换得到，转换公式为：

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

其中 X、Y、Z 是物体的三刺激值；X₀、Y₀、Z₀ 为 CIE 标准照明体的三刺激值；L* 表示心理明度；a*、b* 为心理色度。

C12.1.6

Q：何谓 CIE 1976 L*u*v*?

A：主要是应用在加色法的色光混色。国际照明协会首先于 1960 年在 CIE1931 色度图的基础上压缩绿区拉伸蓝区，推出一种新型的色度图，此后几经修订，最后成为 CIE1976L*u*v*均匀色彩空间，它用 L 表示明度，用 u、v 作为色度坐标。在 L*u*v*色度图上，25 种彩色的宽容量椭圆区大小比较一致，表明这是一种比较均匀的彩色空间，可以用两个色度点之间的距离直接表示彩色的差异。目前常用于表示光源色及彩色电视机的色彩监控与测量。

C12.2

Q：何谓 L*a*b 值?

A：是国际照明委员会对三度色彩空间的称呼，基于人类对光的视觉光谱敏感度的数学色彩模块，其三度空间的 L* = 光亮度，a* = 空间的红-绿色轴，b* = 空间的蓝-黄色轴。CIE L*a*b*是基于人类色感的三度色彩空间，为 CIE 最广泛使用的色彩空间，L*a*b*色彩空间是基于一种色彩不能同时是绿和红色，也不能同时是蓝和黄色的理论，结果可能单一明暗度能用以描述红/绿色和黄/蓝属性。CIE L*a*b*空间代表色彩与参考白点相

关，其是作为白光的特定意义，通常基于一种装置所能产生的最白光线。CIE 色彩空间构成作色彩管理用的装置独立色彩基础。

C12.3

Q：何谓 CIE 三度色彩空间(CIE L*a*b*)?

A：基于人类对光的视觉光谱敏感度的数学色彩模块，其三度空间的 L* = 光亮度、a* = 空间的红-绿色轴、b* = 空间的蓝-黄色轴、a = 红、-a = 绿、b = 蓝、-b = 黄。

C12.4

Q：何谓 CIE LCH?

A：任何彩色可以由这三个属性在彩色顺序系统中以 CIE LCH 空间来单独描述。最接近的描述其柱坐标 L* (lightness), C* (chroma)和 H* (hue)便是我们怎么察觉彩色。

C12.5

Q：何谓色差(color differences)?

A：两色彩之间于人眼视觉上的差异量。在 CIE L*A*B*色彩空间中的色差值 ΔE_{ab}^* ，CIE LUV 色彩空间中色差值 ΔE_{uv}^* 。

C12.5.1

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

A：CIE 表色系统主要在于将某一色彩正确地量化出其色彩规格，另一方面则可以数学式加以量化计算出两色之间在视觉上的差异量。

C12.5.2

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

A：1976 年以前有 20 多个公式，可以分为 3 类：基于麦克亚当椭圆的、适合孟塞尔数据的、从 CIE 色度学系统线性转化过来的。孟塞尔系统是视觉等距的系统，其彩色样本的间距被美国光学学会进行了深入地研究，在 1943 年公布了出来，同时公布地还有 CIE 三刺激值。这可以说是最早的彩色辨别数据，说明了 CIE XYZ 系统的不均匀性。早期的基于孟塞尔系统的色差公式是 Nickerson 的褪色索引 (index of fading)。该类中最成功的色差公式就是 ANLAB，它有令人讨厌的 5 次多项式函数，后来用一系列的立方根函数对其进行了简化，这也就是 1976 年的 CIE 1976 LAB 色差公式。麦克亚当资料包括 24 个彩色中心，用色度计分区域研究，该数据集也说明了 CIE XYZ 系统的不均匀性。虽然在该数据集的基础上开发了很多色差公式，但是它们现在都没有被广泛应用，主要是因为视觉的实验结果和表面色的差异很大。从 XYZ 系统线性转化的这类色差公式被广泛应用于加色混合，比如包括色光、荧光显示。早期的一些公式被研究了出来，包括 CIE U*V*W*空间，1976 年精练成了 CIELUV。CIELAB 和 CIELUV 被广泛应用，原因就在于它比较容易地把看到的彩色和色度图中的位置关联起来， ΔE 的值可以用空间中

标准色和样品色的距离计算，它们分别应用于表面色（减色混合）工业和光源色（加色混合，如 TV）工业。

C12.5.3

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

A：为了进一步改善工业色差评价的视觉一致性，CIE 专门成立了工业色差评价的色相和明度相关修正技术委员会 TC1-47 (Hue and Lightness Dependent Correction to Industrial Colour Difference Evaluation)，经过该技术委员会对现有色差公式和视觉评价数据的分析与测试，在 2000 年提出了一个新的色彩评价公式，并于 2001 年得到了国际照明委员会的推荐，称为 CIE2000 色差公式，简称 CIEDE2000，色差符合为 ΔE_{00} 。CIEDE2000 是到目前为止最新的色差公式，该公式与 CIE94 相比要复杂的多，同时也大大提高了精度。CIEDE2000 色差公式主要对 CIE94 公式做了如下几项修正：1. 重新标定近中性区域的 a*轴，以改善中性色的预测性能；2. 将 CIE94 公式中的明度权重函数修改为近似 V 形函数；3. 在色相权重函数中考虑了色相角，以体现色兼容限随彩色的色相而变化的事实；4. 包含了与 BFD 和 Leeds 色差公式中类似的椭圆选择选项，以反映在蓝色区域的色相容限椭圆不指向中心点的现象。

C13 色彩空间

C13

Q：何谓色彩空间(color spaces)?

A：其定义为色彩是人类眼睛所检测出来的讯号，并用大脑解释的知觉，人类的网膜在明亮的场所有三种视觉细胞，能表达三个讯号组合，也就是说，能表现三度空间的色彩。换言之，以强度值来表示色彩的模式，色彩空间指定色彩信息是如何表示，其意义是以一、二、三或四度空间或组合来表示强度值，从外观看，经常以各种固体形状如立方体、锥形物或多形体来表示这些空间。

C13.1

Q：色彩空间有那些种类？

A：1. CMY 基础色彩空间；2. RGB 基础色彩空间；3. 灰色空间；4. 装置所属色彩空间；5. 装置独立色彩空间。

C13.1.1

Q：何谓 CMY 基础的色彩空间(CMY-based color spaces)?

A：以 CMY 代表青、洋红和黄色三主色，为色彩的色空间最常用于彩色印刷系统，其本质与 RGB 相对是减色法，也是装置所属色彩空间。

C13.1.2

Q：何谓 RGB 基础的色彩空间(RGB-based color spaces)?

A：以 RGB 为基础的彩色空间主要为加色法的三度色彩空间，可使用不同强度的红、绿和蓝色光强度来组成各式各样的色彩，例如扫描仪从影像上阅读了某些份量的红、绿、蓝色反射光量后，然后将此光量转换成数据，显示器收到这些数据后再转换成指定成份的红、绿、蓝光后，由于这些像素很小且靠得很近，在眼睛内使我们误以为看到的是许多各种不同的色彩。

C13.1.3

Q：何谓灰色空间(gray space)?

A：灰色空间典型上只有单一成分，其范围是从白到黑，灰色空间用于黑白和灰色级数的显示与印刷。若以 100%来表示，0%时为白色，100%为黑色，那末从 1 到 99 均为灰色，只是程度不同，数目越小越接近白灰色，数目越大越接近黑灰色。

C13.1.4

Q：何谓装置所属色彩空间(device dependent color spaces)?

A：CMYK 色多因印刷机、油墨、纸张特性而异，此外，不同的装置所产生的色域也各不相同，因此 RGB 与 CMYK 二种格式所产生的色彩也因装置与装置间的不同而有差异。

C13.1.5

Q：何谓装置独立色彩空间(device independent color spaces)?

A：主要用于色彩模块和在系统旁作 RGB 和 CMYK 模块间转换之用。有些色彩空间允许以装置独立方式来表达色彩，色彩并不取决于任何特定的装置，而是由人类眼睛感知后的真实色彩陈述。这些色彩陈述称为装置独立色彩空间。

C13.2

Q：何谓色彩转换(color conversion)?

A：将彩色影像从一种装置的色彩空间转变成另一种色彩空间的过程。

C14 色域

C14

Q：何谓色域(color gamut)?

A：色彩空间所包含的色彩范围，也就是彩色设备可显示的色度空间的范围。

C14.1

Q：何谓色域对映(gamut mapping)?

A：同一张图片在不同的装置输出，会产生不同的色彩效果，其原因是不同装置所产生的色域都不一样，当我们要由 A 装置的色彩设定，转到 B 装置去输出时，便要利用 A

装置的“特征文件”，透过色彩管理的软件，由 A 装置的色域对映到 B 装置色的色域，找出最佳的色彩表现，这种过程便是色域对映。对映的方式大概可分为「色域裁切」(gamut clipping)与「色域压缩」(gamut compression)两大类。

C14.2

Q：何谓色域裁切(gamut clipping)?

A：将所有在复制色域范围外的色彩，全部切平至复制色域的边界上。色域外之色彩会有所变动，但色域内的则不变（色域大对映至色域小）。其优点能使复制稿色彩保持一定，但色彩饱和度会因裁切而降低分不清。

C14.3

Q：何谓色域压缩(gamut compression)?

A：压缩法会改变色域内所有之色彩，并将色彩误差量平均的分配至所有像素上，期能降低人眼对于误差之感觉。但过度的压缩也会造成色彩的对比及饱和度等比例的降低。

C15 色彩管理

C15

Q：何谓色彩管理系统?

A：为 color management system 的简写。将色彩专门技术和科学写入软件，企图使照相机、扫描机、屏幕、印刷机…等的色彩能自动调整校正，表现能一致企图简化彩色复制，让使用者能很容易、确实、迅速的完成彩色复制。

C15.1

Q：色彩管理有那三要素?

A：进行色彩管理必须遵循一系列规定的操作过程，才能实现预期的效果。色彩管理过程有 3 个要素简称为「3C」，即 1. 校正；2. 特性化；3. 转换。

C15.1.1

Q：何谓校正(calibration)?

A：为确保色彩信息传递过程中的稳定性、可靠性和可持续性，要求对输入设备、显示设备、输出设备进行校正，以保证它们处于标准的工作状态。

C15.1.1.1

Q：何谓输入校正(input calibration)?

A：对输入设备的亮度、对比度、黑白场(RGB 三原色的平衡)进行校正。以对扫描仪的校正为例，当对扫描仪进行初始化归零后，对于同一份原稿，不论什么时候扫描，都应当获得相同的图像数据。

C15.1.1.2

Q：何谓显示器校正(**monitor calibration**)?

A：使显示器的显示特性符合其自身设备描述档中设置的理想参数值，使显示卡依据图像数据的色彩资料，在显示屏上准确显示色彩。

C15.1.1.3

Q：何谓输出校正(**output calibration**)?

A：为校正过程的最后一步，包括对打样机、印刷机或其它输出设备进行校正。依据设备制造商所提供的设备描述档，对输出设备的特性进行校正，使该设备按照出厂时的标准特性输出。在印刷与打样校正时，必须使该设备所用纸张、油墨等印刷材料符合标准。

C15.1.2

Q：何谓特性化(**characterization**)?

A：当所有的设备都校正后，就需要将各设备的特性记录下来，这就是特性化过程。彩色桌面系统中的每一种设备都具有其自身的彩色特性，为了实现准确的色空间转换和匹配，必须对设备进行特性化。对于输入设备和显示器，利用一个已知的标准色度值表(如 IT8 标准色标)，对照该表的色度值和输入设备所产生的色度值，做出该设备的色度特性化曲线；对于输出设备，利用色空间图，做出该设备的输出色域特性曲线。在做出输入设备的色度特性曲线的基础上，对照与设备无关的色空间，做出输入设备的色彩描述档；同时，利用输出设备的色域特性曲线做出该输出设备的色彩描述档，这些描述档是从设备色空间向标准设备无关色空间进行转换的桥梁。

C15.1.3

Q：何谓色彩特性描述档(**color profile**)?

A：一个用来描述装置色彩特性的档案格式，其主要的目的是使影像在不同的显色装置(如屏幕、印刷复制品)上能够呈现一致的色彩 (Wallner,2000)。色彩描述文件中包含所描述装置的文字叙述，如制作时间、机器型号、色彩管理模块(Color Management Module, CMM)形态、显示意图等；也记录数据数据转换与设定的方式，这些数据包含 CMM 作装置色彩至 PCS(Profile Connection Space) 以及 PCS 至装置色彩转换所需的矩阵或对照表数据。

C15.1.4

Q：何谓转换(**conversion**)?

A：依照各设备的色彩特性描述文件的数值及数据，在不同的设备上(如输入设备、输出设备、屏幕等)之间做转换。例如不同厂牌的屏幕和打印机其色彩显示的范围以及油墨色彩皆不同，而色彩转换主要的功用在于调整不同设备间的表现能力和范围，在不同变量的情形下不断实验，将各设备和颜料均调整至最理想的状态。

C15.1.4.1

Q：何谓绝对色度法(absolute colorimetric method)?

A：这种方法使在输出色域内的彩色转换后保持不变，而把超出色域的彩色用色域边界的彩色代替。对于输出色域和输入色域相近的情况，采用这种方法可以得到理想的复制。

C15.1.4.2

Q：何谓相对色度法(relative colorimetric method)?

A：这种转换方法改变白点定标，所有彩色将根据定标点的改变做相应改变，但不做色域压缩，因此所有超出色空间范围的彩色也都被色域边界最相近的彩色所代替。用这种方法可以根据印刷用纸的彩色高速定标白点，适合于色域范围接近的色空间转换。

C15.1.4.3

Q：何谓突出饱和度法(prominent saturation method)?

A：这种方法追求高饱和度，对饱和度进行非线性压缩。它不一定忠实于原稿，其目的是在设备限制的情况下，得到饱的彩色。

C15.1.4.4

Q：何谓感觉法(feeling method)?

A：这种方法在进行色域影射的同时，还要进行梯度优化。它保持彩色的相对关系，也就根据输出设备的显色范围调整转换比例，以求色彩在感觉上的一致性。

C15.2

Q：目前有那些色彩管理软件？

A：市面上的主流色彩管理软件有：1. Apple ColorSync 色彩管理系统；2. Kodak 色彩管理系统；3. Adobe 色彩管理系统；4. Agfa 色彩管理软件；5. Heidelberg 色彩管理软件；6. GMG 四维色彩管理系统；7. X-Rite CMM 等七款。

C15.3

Q：为何需要色彩管理系统？

A：虽然未用色彩管理软件亦可获得极佳的色彩，但重要的是要衡量实际发生的费用，如作业员在制作过程中一再重做与调整始可得到极佳的色彩，这并非生意之道。色彩管理系统的目的是要建立稳定的生产基础下得到精确的色彩，最好不要过多的作业，就能有标准良好的色彩再现。

C15.4

Q：色彩管理的最大挑战是什么？

A：一般言，忙碌与有交货限期的生产作业是持续作校正与控制环境的一项挑战。尽管

色彩管理软件能解决这部分问题，高质量色彩仍需要某种份量的训练和计划。完整的财务计划对工商企业也很重要，除长时间遵照计划确实执行，更要尽力达成。