

# 彩色照相技術

林 啓 昌 編 著

美術印刷技術叢書 3C-2

# 彩色照相技術

林 啓 昌 編 著

美術印刷技術叢書 3C-2

# 緒 言

請看第一圖的製作例①，此如同一製作例②所示用三台的 Projector 投映合成的加色色光的情況，三色光的合成，成為白光，白光之強度為三原色光之三倍。

彩色照相若露光過度時畫像變白的體驗已有不少。



第一圖 製作三原色  
加色混合的  
作例

以三台幻燈機，各介赤、綠、青濾色片投影可看出三原色重疊的結果。

作  
例  
②



三色光合成變白在作例②中央之手影，即可以看出。三色光合成變白與眼的構造相關為視覺的問題。此若友人所言，因光強所以變白時，赤光加強三倍仍為赤光，不能變為白光。

但我們發現光最強的 Lens 中心，色變最低近似白光的事實，為製造此種色光介入 Projector 的濾色片為：

赤 —— Wratten filter #25

綠 —— Wratten filter #61

青——Wratten filter #47B

均爲高純度高品質爲Kodak 製品（其吸收曲線參閱第76圖4）。

上述的色光在攝影之際以肉眼觀看時，光度最強的Len部觀感仍是赤色，不會得白光，爲什麼肉眼所看與Color film再現時有色差異呢？

若是以彩色軟片分色構造不完全作爲結論，言之過早。

人的肉眼看物，看色的心理學的、精神物理學的看法與彩色軟片的物理學論據以分色及現色的過程差異過大，如若未根本究明，上述問題不能解明。

現在是彩色照相的全盛時期，彩色軟片日新月異，不斷改進，全自動的E E 照相機，透鏡的大口徑化以及照相機的大衆化使任何人只要填入照相材料均很少失敗就能拍好的彩色照相大眾化的時代已來臨。

只因眼所觀與相機所錄有出入，欲隨心所欲能拍好，對色的性質、在眼中的看法、彩色軟片的構造、性質、其他的根本理解是很重要的。

本書就使用彩色軟片以拍各種記錄不只作爲紀念照片的人們所準備，用以加強其攝影技法的基本知識爲主要目的。

故本書中有關色彩原理，使用的感光材料，攝影器材、現影處理均有介紹，是一本愛好彩色攝影的中級進修書。

有關彩色沖印技術，本科另編有其書，可另行參閱。

編者謹識

# 編後語

彩色照相的普及及進步，在目前已是衆所週知及目睹的事實了。

彩色感光材料的進步，處理藥品、器材均爲不可沒的功臣，但是社會大眾追求彩色的動機乃爲進展的最大契機。

本科是美術印刷科，我們非常重視原稿的企劃，美術印刷原稿的80%是彩色照相原稿，故如何熟練彩色照相技術爲本科一年級下學期的同學必須進求的重點課程，二年級開設廣告攝影及彩色照相原稿製作課程。

爲使同學及愛好彩色照相的人士便利進修我們備了三本書：

(1)彩色照相概論 編書編號3 C - 1

(2)彩色照相技術 編書編號3 C - 2

(3)彩色沖印技術 編書編號3 C - 3

以供同學參考及相關科系同學的利用，歡迎各位多多利用。

編者 敬識

# 彩色照相技術

## 目 錄

### 緒 論

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 1. 彩色軟片與現影處理 .....        | ( 1 )  |
| 1.1. 彩色軟片 .....           | ( 2 )  |
| 1.1.1. 彩色軟片爲什麼有許多種類 ..... | ( 2 )  |
| 1.1.2. 彩色軟片構造說明 .....     | ( 4 )  |
| 1.1.3. 乳劑層厚度的影響 .....     | ( 5 )  |
| 1.1.4. 彩色軟片現色原理 .....     | ( 7 )  |
| 1.1.5. 現色劑 .....          | ( 8 )  |
| 1.1.6. 彩色軟片的色再現完全嗎? ..... | ( 13 ) |
| 1.1.7. 彩色印相材料 .....       | ( 16 ) |
| 1.1.8. 彩色照相材料的保存性 .....   | ( 18 ) |
| 1.1.9. 彩色軟片的選法 .....      | ( 21 ) |
| 1.2. 現影處理 .....           | ( 28 ) |
| 1.2.1. 內式反轉型軟片的現影 .....   | ( 29 ) |
| 1.2.2. 彩色負片的現影 .....      | ( 39 ) |
| 1.2.3. 內式彩色的增感現影 .....    | ( 44 ) |
| 1.2.4. 外式反轉型軟片的處理 .....   | ( 45 ) |
| 1.2.5. 彩色印相紙 .....        | ( 48 ) |
| 2. 照相光源與器材 .....          | ( 55 ) |
| 2.1. 光源 .....             | ( 56 ) |
| 2.1.1. 光量的單位 .....        | ( 56 ) |

|        |                 |       |
|--------|-----------------|-------|
| 2.1.2. | 光綫的狀態.....      | (59)  |
| 2.1.3. | 光源的色質 .....     | (60)  |
| 2.1.4. | 自然光 .....       | (66)  |
| 2.2.   | 人工光與照相器具 .....  | (69)  |
| 2.2.1. | 白熱電燈光.....      | (69)  |
| 2.2.2. | 燃燒型電燈光.....     | (79)  |
| 2.2.3. | 放電型電燈光.....     | (84)  |
| 2.3.   | 晝光與人工光的差異.....  | (90)  |
| 3.     | 彩色照相必要的器材 ..... | (92)  |
| 3.1.   | 照相機與透鏡.....     | (93)  |
| 3.1.1. | 快門及其速度.....     | (93)  |
| 3.1.2. | 照相機的大小.....     | (97)  |
| 3.1.3. | 透鏡.....         | (98)  |
| 3.2.   | 濾色片.....        | (100) |
| 3.2.1. | 色平衡濾色片.....     | (100) |
| 3.2.2. | 紫外綫吸收濾色片 .....  | (109) |
| 3.2.3. | 中性灰色濾色片 .....   | (112) |
| 3.2.4. | 偏光濾色片.....      | (113) |
| 3.2.5. | 色光濾色片.....      | (117) |
| 3.2.6. | 分色用濾色片.....     | (122) |
| 3.3.   | 測光錶與測色錶 .....   | (126) |
| 3.3.1. | 測光錶種類、用途.....   | (127) |
| 3.3.2. | 照度計.....        | (131) |
| 3.3.3. | 測色計.....        | (132) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 4. 彩色照相的基本技術 .....        | (136) |
| 4.1. 被照體對比 .....          | (137) |
| 4.1.1. 被照體對比是什麼？ .....    | (138) |
| 4.1.2. 晝光的被照體對比 .....     | (140) |
| 4.1.3. 人工光的被照體對比 .....    | (147) |
| 4.2. 燈光的設計 .....          | (150) |
| 4.2.1. 重要的三項原則 .....      | (150) |
| 4.2.2. 主光 .....           | (151) |
| 4.2.3. 多燈照明的基礎知識 .....    | (155) |
| 4.2.4. 彩色照相的照明 .....      | (160) |
| 4.3. 露光的決定 .....          | (164) |
| 4.3.1. 何謂適正露光 .....       | (164) |
| 4.3.2. 測光錶的使用法 .....      | (166) |
| 4.3.3. 不能用測光錶測定的被照體 ..... | (182) |
| 4.4. 色平衡 .....            | (188) |
| 4.4.1. 光色的測定 .....        | (188) |
| 4.4.2. 光色的統一 .....        | (189) |
| 4.5. 形成照相障害的條件 .....      | (192) |
| 4.5.1. 現影故障 .....         | (192) |
| 4.5.2. 攝影障害 .....         | (194) |
| 4.6. 色彩的調和及配色問題 .....     | (200) |
| 4.6.1. 色彩的心理效果 .....      | (201) |
| 4.6.2. 色彩的調和 .....        | (202) |
| 4.6.3. 配色 .....           | (205) |
| 4.6.4. 彩色照相的畫面構成 .....    | (207) |
| 4.6.5. 色彩的畫面構成 .....      | (212) |



|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 5. 彩色照相的特殊技術 .....      | (215) |
| 5.1. 航空照相 .....         | (216) |
| 5.2. 夜景照相 .....         | (218) |
| 5.3. 類似夜景照相 .....       | (221) |
| 5.4. 店景照相 .....         | (223) |
| 5.5. 特殊透鏡的效果照相 .....    | (225) |
| 5.6. 蠕動的效果 .....        | (223) |
| 5.7. 高淡調與低濃調照相 .....    | (236) |
| 5.8. 內光照相應有的注意 .....    | (238) |
| 5.9. 色光的彩色效果 .....      | (241) |
| 5.10. 彩色濾色法的使用 .....    | (242) |
| 5.11. 利用色光的特殊效果照相 ..... | (246) |
| 5.12. 多重露光 .....        | (249) |
| 5.13. 複寫 .....          | (249) |
| 5.14. 晒印特技 .....        | (251) |
| 5.15. 現影的特技 .....       | (254) |
| 5.15.1. 增感 .....        | (251) |
| 5.15.2. 強對比效果 .....     | (258) |
| 5.15.3. 粗粒子效果 .....     | (259) |
| 5.15.4. 高溫處理效果 .....    | (260) |
| 5.16. 光軌照相 .....        | (261) |
| 5.17. 中途露光效果 .....      | (266) |
| 5.17.1. 黑白軟片的反轉 .....   | (267) |
| 5.17.2. 彩色軟片的反轉 .....   | (270) |
| 5.17.3. 反轉效果的考察 .....   | (273) |
| 5.18. 底紋照相 .....        | (276) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 6. 色彩的原理 .....              | (278) |
| 6.1. 彩色原理的概說 .....          | (279) |
| 6.2. 加色法混合 .....            | (282) |
| 6.3. 色的生成 .....             | (284) |
| 6.4. 彩色照相必要的色性質 .....       | (286) |
| 6.5. 色的分類法 .....            | (290) |
| 6.6. 測色 .....               | (292) |
| 6.6.1. I C I 色度圖 .....      | (295) |
| 6.6.2. 彩色法中的最大色域 .....      | (305) |
| 6.7. 眼構造與視覺特性 .....         | (304) |
| 6.7.1. 網膜 .....             | (306) |
| 6.7.2. 眼與照相不同的視覺特性 .....    | (308) |
| 6.7.3. 明暗適應 .....           | (308) |
| 6.7.4. 色的適應 .....           | (310) |
| 6.7.5. 鄰接效果 .....           | (311) |
| 6.7.6. 明度與色的恒常現象 .....      | (311) |
| 6.7.7. 視覺的知覺性 .....         | (313) |
| 6.7.8. 感度標準變化下的明度感覺差異 ..... | (313) |
| 6.7.9. 感度水準的時間差異 .....      | (313) |
| 6.7.10. 殘像 .....            | (315) |
| 6.7.11. 錯覺、遠近感 .....        | (315) |
| 6.7.12. 視力 .....            | (317) |
| 6.7.13. 色差的視力 .....         | (319) |
| 編 後 語 .....                 | (321) |

# 第 1 章

## 彩色軟片與現影處理

彩色軟片爲什麼有很多種類？

何謂彩色軟片？其構造的說明

各乳劑膜面厚度有何種影響？

彩色軟片如何現色？

何謂現色劑？如何現色？

彩色軟片的色再現完全嗎？

彩色陰片材料

彩色印相用材料

彩色軟片及相紙的保存期

彩色軟片的選法？

內式反轉彩色軟片的處理

彩色陰片的現影

內式彩色軟片的處理

外式反轉型彩色軟片的處理

彩色印相紙

## 1.1. 彩色軟片 (Color film)

### 1.1.1. 彩色軟片為什麼有很外種類？

我們在黑白照相時，於買軟片時就說「我要SS」，「要SSS」即可獲所要之物。

但在彩色軟片的購置時，不能這樣，因種類很多，簡單分之也有：

(1)內式抑外式？

(2)Color Nega抑Reversal Posi？

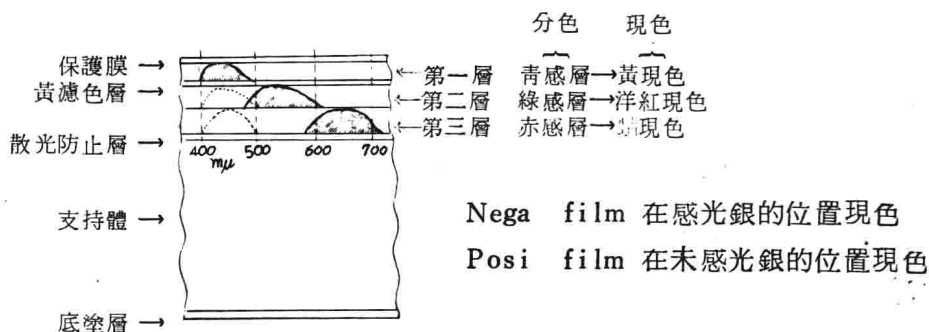
(3)Daylight Type？Tungsten Type？Universal Type？  
Type F？Type A . B等Type的差異

包裝的標示複雜，攝影前之說明更複雜，為什麼彩色軟片要這麼多種類？

一言以蔽之，單色的黑白軟片只與光的量有關，但彩色軟片在光量之外並與光質有關，光質即為光色。

彩色軟片的種類多，但理論上的構造大致相同如第二圖所示，此不論內、外式；Posi、Nega，各種Type均相同，所不同的是如下

第二圖 三層軟片的理論構造



的部分：

內式或外式的區別爲現色劑 (Coupler) 含有乳劑內或乳劑外而有不同之現影處理。

Nega 或 Reversal 之區別爲：

①Nega (陰圖) ——目的在製作相紙 (Print) 以直接露光之銀畫像用以形成畫像，故色相形成爲以補色方式形成。

②Reversal (陽圖) ——目的在製作透明陽圖，故行反轉現影，畫像形成用來感光銀部。

以上的差異外加現色劑及軟片特性表示用的  $r$ ，階調、粒狀，最小 Fog 的技術差異外，其根本構造無大異。

若許可不滿足的色畫像，Nega 反轉現影也可得 Posi, Reversal film 現影也得 Nega。

彩色軟片具種種型式 (Type)，係因攝影時爲配合光源的光色，須變化赤感、綠感、青感之相對感度所致。所以同一商品名稱的軟片，可以同一現影液以處理之。

彩色軟片種類一多，攝影時就有判斷及選擇的必要。

型式依攝影光源爲晝光、人工光、閃光燈以選擇之，陰陽圖之選擇爲依：

A. 作爲彩色相紙觀賞、收藏用、贈送用者宜用陰圖。

B. 作爲幻燈片用幻燈機投影，作爲印刷原稿用宜用陽圖。

以上爲典型的選法，時至今日能由 Nega 製透明正片，能以 Nega 作爲印刷原稿，能由 Reversal 方式由 Original Posi 製 Posi，以調整尺寸大小，故 A、B 之選擇標準已不太嚴格。

內、外式的選擇只爲外式要複雜現影處理不能自行現影，應送往指定之現影所，但可得優美色調。

內式可依罐裝處方可自行現影，或送往彩色沖印公司沖洗。

此爲攝影後處理的問題，與攝影條件無大關係。

如此，上述之三種型式差別以外，選擇標準就茫然了。

雖然如此，仍有這麼多種品種共存又是爲了什麼緣故呢？

在求解答之前，應先知彩色軟片的性質。

### 1.1.2. 彩色軟片及其構造說明

今日所用的彩色軟片爲在共同 Base 層上塗有三種不同色光感受性的乳劑層所製成。

此種乳劑層爲 1934 年 Mannes 及 Godowsky 兩年青的音樂家所發明，交由 Kodak 集成大成，成爲 Kodachrome film。

1935 年德國也發表 Agfa Color，此爲基於 R. Fisher 博士的現色現影法。

今就成爲常識的，此三層構造再作深入的考察：依次由上向下說明之

(1)保護層——由薄質白明膠層所形成，因 Film 操作及處理用以保護防止藥膜受擦傷之用。

(2)青感乳劑層——此爲未受增感的青感性乳劑，只此只能感受青光。若爲內式乳劑，此層含有黃現色劑，外式乳劑爲在現影時注入黃現色劑以現色。

(3)黃濾色層——含有膠狀銀的黃白明膠層，用以將白光中的青光遮斷，不使進入二、三層，因現影會失去黃色。

(4)綠感乳劑層——使用 Erythrocin 等增感色素的感光色素，將感性延伸至綠光域的乳劑層：在內式乳劑爲含有洋紅現色劑，銀的感性雖及青光，但光爲黃濾色層所吸去，實際只有綠光，因現影呈現洋紅色。

(5)赤感乳劑層——使用 Krypto cyanin 等增感色素，能感赤光的全色乳劑。內式乳劑爲內含青現色劑。此感性也感青光性但光綫爲

黃濾色層所阻，但又爲綠欠乳劑故能作用的光只有赤光，因現影呈現青色。

(6)散光防止層——含濃灰色的膠狀銀的白明膠薄層，用吸收，透過三層的餘光不使生散射以求鮮銳度的上升，因現影，其色會消失。

(7)支持體 目前主用不燃性的三醋酸纖維素，此外使用聚乙烯系合成樹脂的Mylar Base 也有。

(8)底塗層 爲了防及於支持體的傷痕的保護層與(1)同爲gelatin層所形成。

舊形彩色軟片及目前的某種某軟片有(6)層在(8)的位置者。現影前軟片背面呈暗色爲此型的軟片。

### 1.1.3. 乳劑層厚度的影響

三乳劑層的厚度、感光度、色調、鮮銳度等軟片性質有重大的影響力，故爲軟片製造的重要要點 (Key point) 之一。

$1 \mu = \frac{1}{1000} \text{ mm}$ ，各層約只有  $2 \sim 3 \mu$  的厚度並須均一塗佈，全體合計厚度爲  $15 \mu$ ，全體厚度也只比黑白軟片厚一點點罷了。

厚度無不均，又能如此薄塗的技術十分了不起，並有更爲薄質化的研究傾向，例如Kodachrome改良型的Ⅱ型爲舊型的 $\frac{2}{3}$ （約只有  $10 \mu$  厚度）而已。

僅只是減少三乳劑層的厚度並無大用，也得在感度不低下的情況下將銀及現色劑微粒化，並以均等高密度分佈，白明膠的改良以配合才能綜合成功。

銀及現色劑的性質及分布同一時，膜厚愈厚則色分離性愈好，色再現性也優。

若有意實驗，可以普通的黑白軟片（全色片）加三色filter以行被照體之分色，將各Nega轉製爲透明正片各調爲原來所分之補色重

合之，其順序如下：

- |                        |              |
|------------------------|--------------|
| ① R - filter 分色正片調為青色  | } 如此重叠之色畫像會得 |
| ② G - filter 分色正片調為洋紅色 |              |
| ③ B - filter 分色正片調為黃色  |              |

比Color film色畫像為深色調的畫像，為什麼？

因單色軟片約與彩色軟片等厚，故可得合計約3倍的階調之故。

故感光銀密度及分布在同一下，膜厚大則階調豐富。凡用過 roll film 及人像用全色乾板雙方的人均知後者比較富有階調。

但是膜厚大，引生感度之下降，尤以中下層的綠、赤感層為然，除了白明膠層外又有銀粒之阻擋故膜厚愈大，解像力也低下，不能得鮮銳畫像。此使中下層影響之結像力下降。

故青感層最鮮銳，綠感層次之，赤感層最差。

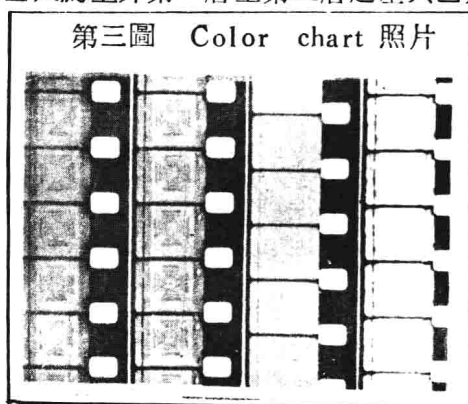
實際介前述之分色用濾色片分色得如下的結果，如第三圖，赤色之鮮銳度最差，各層之解像力約為

|          |         |
|----------|---------|
| 第一層（青感層） | 80 綫/mm |
| 第二層（綠感層） | 30 綫/mm |
| 第三層（赤感層） | 17 綫/mm |

目前解各層之解像力已大為上升第一層至第三層之差異已大為減少了。

如上所述彩色軟片膜厚了色分離性優（色再現性）但感度及鮮銳性變差。

有無折衷的方法？過去一直沒有，所以外式彩色軟片一直

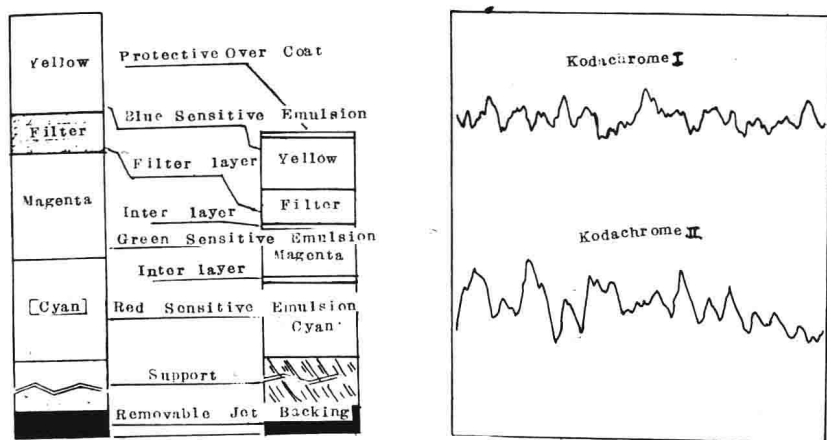




停在ASA 10 是爲此故。

及至Kodachrome II，採用比舊型薄，（約爲其 $\frac{1}{3}$ ）之後感度才上升，已在Day light Type由ASA 10升爲ASA 25，Tungsten Type由ASA 16升爲ASA 40，約升了二倍感度，並改善了粒狀性，但色調並無退步。

## Kodachrome與Kodachrome II 的乳劑構成比較



〔第四圖〕

此種進步爲集感光銀及現色劑的改良所成。此如第四圖所示。厚度大爲減少，各層間介入中間層用以減少現色劑之擴散也爲求膜厚薄及微粒化，色分離性變好所必須。

### 1.1.4. 彩色軟片如何現色