



胡致仁編

实用彩色摄影

科学技術出版社

实用彩色摄影

胡致仁編

科学技術出版社

內 容 提 要

本書將淺近的彩色攝影原理介紹到實際工作上去，象光源、器材和暗房沖洗操作方法，同時還介紹了代用藥品及自行配方等，是一本攝影愛好者的實用參考書。

實 用 彩 色 攝 影

編 者 胡 致 仁

*

科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出079號

科學出版社上海印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：15119·654

787×1092 1/32·印張1 18/16·數37,000

1958年5月第1版

1958年6月第2次印刷·印數2,001—6,200

定價：(10) 0.28元

前 言

本書是寫給一般的攝影愛好者，以及幻燈攝影工作者作為研究和操作彩色攝影和沖洗的一些參考。並且加入了在彩色攝影和沖洗工作中的一些個人體會和經驗。作者曾經走了不少彎路，但總結了一些經驗和教訓，願意貢獻給同志們，以免再蹈覆轍。但同時可能仍存有不少主觀錯誤之處，希望同志們給以指責，以便更正。

胡致仁 1957. 3. 1.

目 次

前 言

(一) 光与色	1
(二) 感光乳膠与感色剂及濾色鏡	3
(三) 減色法彩色片構造的基本原理	7
(四) 彩色片的类别	11
(五) 彩色攝影应用的器材	12
(六) 彩色攝影的光源	12
(七) 彩色攝影露光及露光表	14
(八) 彩色攝影用的濾色鏡	16
(九) 彩色攝影的洗印設備	18
(十) 彩色片洗印技术和配方	21
(十一) 彩色片偏差的補救	50
(十二) 彩色透明片的觀賞	53

(一) 光与色

雨后天边上的虹，物理实验室中的三棱镜，转色盘等都说明了白色的光是由七色可见的光组成的。一条白光通过了一具三棱镜折射出七种颜色光来如：红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，这都是肉眼可见的光谱。此外在光谱可见范围两旁外，尚有红外线，紫外线等，可以用温度计或其他方法测出的，但是肉眼见不到的。这可见的一部分光色，为什么呈现不同的颜色来呢？道理是这样的；光是以“波”进行的。在一池水中投下一块石子所击出一圈圈的波纹可以比喻光波的进行。但光波的长短是非常短小的，以 $M\mu$ 计，每一 $M\mu$ 是一毫米的百万分之一长而它进行的速度则以每秒廿九万九千八百廿公里计。肉眼所能见的波长是从 $400 \sim 700 M\mu$ ，这样不同的波长，便是颜色不同的区别，例如： $700 M\mu$ 是红色， $600 M\mu$ 是黄色 $400 M\mu$ 是紫色等，图 1 便是说明了这些问题。

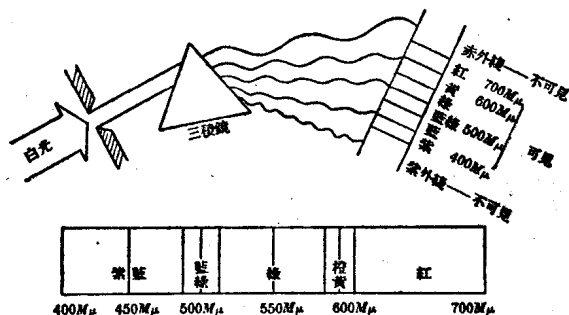


图 1 三棱镜折射出的光谱和它们的波长

在这七色光谱里，我們可以看到每种色光如紅、綠、藍紫，各占有全光谱的三分之一的位置。所以說紅、綠、藍紫是三个基本原色。据湯姆士·楊說：人目中的網膜上有三組色感神經，一組只感紅色，一組只感綠色，一組只感藍紫色。三組同时感色便是白色。我們可以具体的做一个这样的試驗：用三架幻灯机，每机鏡頭上套上一种色膜，將紅、綠、藍紫、三种色光投射到白幕上，三种色光所重叠在一起的地方便現白光，紅綠色光相合便現黃光，藍綠相合，便現青色光，藍紅相合便現品紅光。象这三种原色，互相配成多种的色彩現象叫做“加色”。在这里要弄清楚的一件事；是色光的色彩与顏料所染的色彩是不同的。色光是單色的光在單獨波动。顏料却是吸收其本身以外的色彩，反射其本身的色彩，例如：藍顏料是吸收白光中的其他各色而僅僅反射白光中的藍色。其他各色类推。所以如以三原色顏料配置在一起，紅、綠、藍紫恰与該三原色色光相反，成为黑色，黃、藍相配为綠色，紅、藍相合为紫色等等，这种以兩種或数种顏料中所反射出的复色光，相互抵消而呈現某种色彩現象，叫做“減色”。

綜合上面的加色与減色的現象；紅 (Red) 綠 (Green) 藍 (Blue) 是加色三原色。品紅 (Magenta) 黃 (Yellow) 青 (Cyan) 是減色三原色。彩色攝影尤便是应用这些道理的，应用加色原理的如：多菲色片，芬雷色片以及湯姆士鏡頭都是以色光來現色的。但各因具有些缺点而不能廣为普及。应用減色原理的如：柯达色片；矮克發色片，安斯哥色片以及各國今日流行的虽然商品名称不同，而实为減色法色片的各牌彩色片如英國的伊尔福色片，日本的富士色片，比利时的停色片等都能廣为普及。今天我國应用的是以矮克發色片为主，其次是柯达的爱克泰色片，安斯哥色片等。

(二) 感光乳膠与感色剂及濾色鏡

上面已經說过肉眼所感受的色光是从 400~700 微毫米,其感受的强弱——也就是明暗的感觉,以 500 微毫米黄色为最高峰,但是感光乳膠所感受的色光却从 340~500 微毫米其感受的强弱最高峰为 450 微毫米的青藍色。由此感光乳膠的感色范围与人目中感色范围便有所不同;人目看不到 400 微毫米以外的紫外綫,感光乳膠却能“看”到一些,但人目看到 500 微毫米以外的綠(550),紅(700),感光乳膠便“看”不到。利用这个道理我們可以在紅、綠、安全灯下操作冲洗感光乳膠工作。照象發明后的初期,人們用感光乳膠塗片攝影时,藍的天与白的云景拍出來都是一片白,黄花綠叶,都是一片黑,感到非常不滿意,称它为“色盲片”。但在 1873 年德國光化学家福格尔为了防止光暈現象(用玻璃感光片攝影时强光部分因玻片反光發生光暈現象)試以紅色素混入乳膠中,塗片攝影(理应将紅色素塗在玻片后面)光暈仍然未被防止,但却發現該感光片竟能感受黃綠二色了。自此以后,更有許多化学家發現用不同的色素來使感光片感受波長更長的色光,甚至超出人目所見不到的長波赤外綫。但这一切都是使感光片在增感,而同时并不能使之对紫藍色减感,其对紫藍色仍較人目有过敏的感受,因此便產生了濾色鏡的功能,一般是加上一片适当深淺的黃濾色鏡,使得其与人目所見感色范围相接近。在这多种多样的色素加入感光乳剂后,其感色的范围程度多少可分为兩大类;一是分色片,一是全色片,分色片中所加入的色素只使其增感黃綠色,同时对藍紫色仍然敏感,

对紅色不感，因此可以在紅灯下操作冲洗。全色片視所加色素类别而可对紅色敏感，而不感受綠色，但仍对藍色敏感。或者对紅色感受正常而更对綠色稍感等特性。总结的來說我們已經可以完全利用色素及濾色鏡对感光乳剂的特性而掌握了使其对感色范围的控制，这对于彩色攝影尤是一个基本的有利条件。

根据了前面所說的色光；及加色三原色，減色三原色等的道理，人們因而發明了彩色攝影術：早在增感剂發現以前，1855年英國物理学家馬克思威尔曾以紅、綠、藍三種色液裝置成三个濾色鏡，用之拍攝成三个底片，再晒印三个正片，以幻灯机三架，各分別套上紅、綠、藍三鏡片，同时放映在白幕上，便現出与原景物彩色相似的影象來。在發現感光剂增感法后，也就在1873那年，法國化学家郝容立即以極微細的紅、綠、藍濾色網紋为幕，后面塗以有增感剂的感光乳膠，拍攝后，加以反轉顯影，得出正影，而現出与原物相似的影象，以幻灯机放映來觀看的，但因網紋太粗尚不够理想。到了1894年朱萊，在玻璃片上以机器印以紅綠藍綫条，效果較好，但仍不能普及，因为那时的感光剂尚不够快。在1904年法國感光器材制造厂罗密尔公司以稻米制出的淀粉，分別塗以紅、綠、藍三色，均匀的塗在玻璃片上，各粒間隙中填以黑色炭粉，表面护以漆料，再塗感光較快的乳剂，这样便在市場上供应普及了。品名叫做自色干片以后逐漸随了感光乳剂日漸改善，以及軟片卷的改進。一直到近年來尚可能在法國市場中購到罗密色軟片。同时德國矮克發厂也以同样原理，而以樹膠或松香粉代淀粉來制造矮克發彩色干片，在1935年英國的多菲彩色片，更能在市場上普及了，但仍为加色法，色幕更有所創造：先將軟片膠膜染成藍色再橫印以微細的油質綫条，然后再行漂白，于是油質下面的藍色就可保存下來，再將漂白的地方染以紅

色，又以油質綫條縱印一次，漂白后染以綠色。最后將油質洗掉，所得便是最精密的三色網紋幕了，以之制成 16 毫米电影片都可放映了。更可用此網紋幕拍成底片，印正片拷貝后，加上同样的色幕，進行复制多数正片，現在仍在流行，与之相同印制色幕的商品，还有法國的芬萊色片。以上都是以加色法利用在感光片上來得到彩色攝影的。此外还可以用濾色鏡片在鏡頭上，或者在照相机上，以加色的原理，攝得彩色照片，或放映影片。如湯姆士彩色鏡頭，其內部有兩個三棱鏡的折射，使一鏡頭能攝得四個同样的影象，每个折射面有一濾色鏡片，即紅、綠、藍、紫，所得的底正片，就是普通的黑白片，因此在用片和沖洗方面，是方便的，放映时用同样鏡頭。在幕上就現出彩色影象了。印制彩色照片，即应用炭素法，以及三色印刷法，这个方法是 1944 年湯姆士發明的。因鏡頭制造时复杂及价貴，尚不能普及。其他类似的方法，是在鏡箱中用折射鏡及濾色鏡，攝影三張底片（分色版法）供彩色印刷用，亦因構造極端精密复杂，价錢高貴，不能普及实用。

減色法应用在彩色攝影中的基本原理：在 1873 年左右法國化学家郝容發現用極微小的紅、綠、藍三原色網紋幕的加色法彩色攝影的同时，他也想用三种感色的感光片疊置在一起來進行拍攝彩色照片。最上一層用色盲片來專感藍色，中層用分色片專感綠色，下層用全色片專感紅色，中下層与上層之間隔一黃濾色鏡片使藍色不能透入中下層去。但当时的困难却是光綫通过这些層次时，到达感紅色層片时便被分散以致不清，在制片及乳膠剂的技術上不能解决，但这种減色法原理却是今日普及的彩色攝影的基本道理。

彩色偶合剂在 1912 年有費歇尔应用上面的道理將三層感色不同的感光乳剂塗在一个片基上，而更以荷馬利加所發現的

色素偶合剂加入藥膜中，用与色素偶合剂能生彩色作用的顯影剂如：

以二乙基对苯二胺硫酸鹽为顯影剂，2-氯-1-萘酚为青藍色偶合剂，对-硝基苯甲睛为洋紅偶合剂，4-对-甲苯磺酰胺基苯胺苯甲酰醋酸为黃色偶合剂。这个顯影剂与普通米吐尔海儿奴尼顯影剂不同，因为它具有双重任务：一种是与普通顯影剂一样，还原銀鹽中的金屬銀，在还原銀地方，同时產生一种养化物与混在乳剂中的偶合剂起作用，產生染料而这种染料又不能溶解于水。所以当此彩色顯影剂進行顯影时，它產生的彩色染料密度，是由它所还原銀的密度而定的。也就是結影的地方便有彩色而随它密度厚薄而定濃淡，無影的地方，便無有彩色。減色法彩色攝影朮，就是应用了这个基本道理。但在制作时尙存有些困难，即偶合剂需要能溶解于水的能力，但同时却不能在乳剂中有所擴散，二者在需要上是矛盾的。解决方法之一，例如矮克發厂研究室的魏曼斯利用大分子的偶合剂，它即有溶解于水的能力，能够很均匀的混合在乳膠剂中，在乳膠剂干燥后，經過顯影时，因了它的分子大，便不容易从膠質中海綿狀的孔窩中擴散出來，就地与彩色顯影剂起作用產生染料。于是在三層藥膜中的偶合剂虽然在顯影進行中，仍能保持“互不侵犯”状态，也可以將普通會擴散的偶合剂包圍在不透水的、不能与膠混合的有机物微粒中，例如聚醋酸乙稀酯或聚乙稀縮醛，能阻止可溶的偶合剂的擴散。此种將偶合剂加入藥膜与彩色顯影剂起作用的另一个好处，就是能够在普通暗房中冲洗，还有一种用偶合剂在顯影進行中加入随着还原銀鹽產生的养化物地方而染色的。如柯达可罗姆，伊尔福色片，富士色片等，便需要复杂精密的冲洗設備，非原制造厂家，不能冲洗的。

(三) 減色法彩色片構造的基本原理

以三層藥膜組成的減色法彩色片，上層感藍色光，而含有黃色偶合劑，中層感綠色光，而含有品紅偶合劑，下層感紅色光，而含有青藍偶合劑，并于上層與中下層之間塗以黃色藥膜使藍色光不致透過，因為中下層的藥膜也感藍光，露光後與彩色顯影劑直接起作用時，如上層感藍色光的，因含有黃色偶合劑，使顯出黃色，中層顯品紅，下層顯青藍，恰與原物彩色相反而叫做補色，這便是彩色負片。若以同樣道理構造的正片或象紙來晒印便得出與原物相似的彩色片來。一般業余彩色攝影或供印刷用時，可用反轉沖洗法，一次使在原片上攝得正象，便是反轉彩色片。

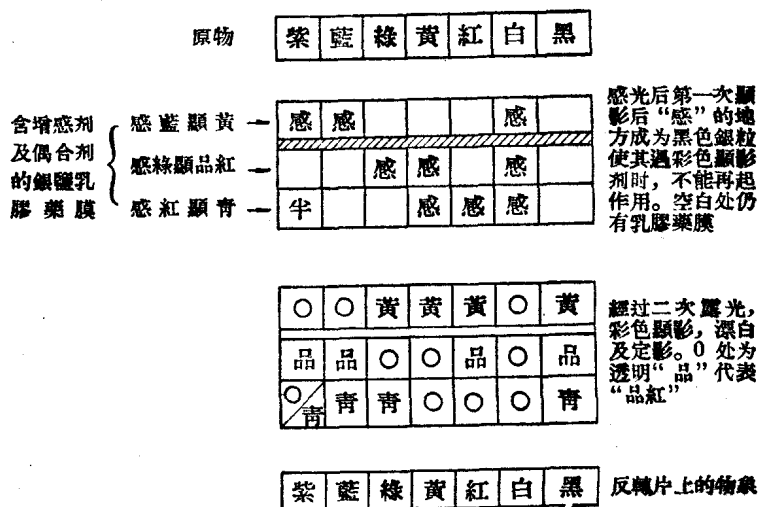


圖 2 彩色反轉片成色圖解

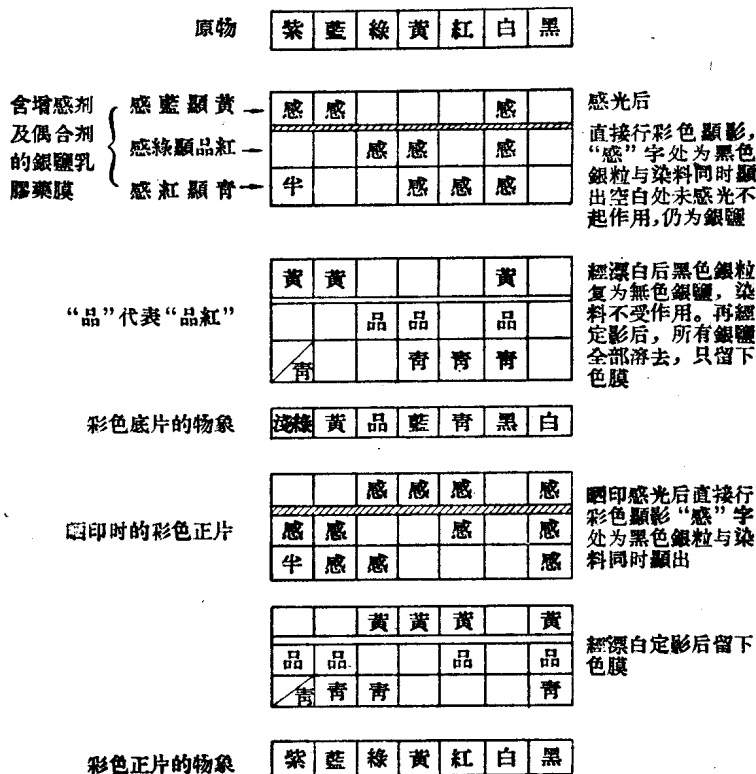


圖 3 彩色底正片成色圖解

現在拿圖解來說明彩色底片，正片及反轉片成色原理，可以參看圖 2 和圖 3。

現在就这三种片子的特性及制造时的問題再談一談：由于偶合剂及彩色顯影剂所產生的染料效果問題。按理想來說只吸收 $400 \sim 700 M\mu$ 的光波而自由通过或反射其他光波才好。例如品紅染料，只应吸收其补色綠，不吸收紅及藍紫；黃染料只应吸收藍，而不吸收紅及綠；青色只应吸收紅而無綠及藍。但实际

上都同时吸收其他多少色彩而形成部分重叠發起暗來,叫做“重叠現象”,也可以說是彩色的“不飽和狀態”,在染料方面如此。但在感光剂的增感剂方面也有如此的重叠現象如圖 4 和圖 5。

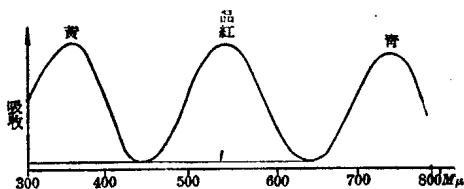
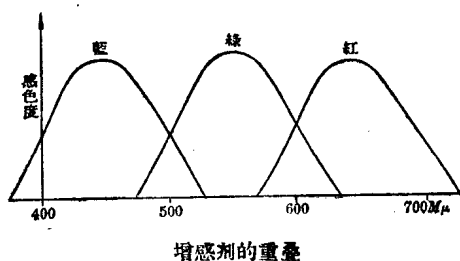


圖 4 彩底片的增感剂(上)与染料(下)

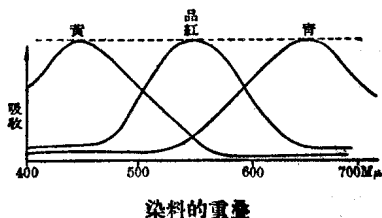


圖 5 彩正片的增感剂(上)与染料(下)

由此这三層藥膜便有兩種重叠現象的來源。結果使結影暗淡不清，所以在制造彩色底片时为了拍攝实物的各种層次的色調相吻合起見，在增感剂方面應該是在三層藥膜間对于紅、藍、綠三原色的一切色調有重叠感色現象。但在染料方面則可选择無重叠現象的，原因底片上的补色根本不是为了看的。这些染料可以这样的安排：品紅色染料最高吸收率在 $550 M\mu$ 。黃色染料及青色染料的最大吸收率可以远离到与洋紅染料不重叠的区域去，例如黃色染料到不可見的紫外綫区去，青色染料到赤外綫区去。于是在彩色底片上便呈現这种現象：原物的灰色，按理說在彩色底片上也应是“灰色”，但在彩色底片上却是棕色，可是印在彩色象紙上或彩色正片上便成了灰色。原因是因为正片的藥膜增感剂方面，安置在中間有相当距离的感色区去，而正片染料方面却与反轉片或人目可辨的染料是相同的，所以印出來的彩色也与原物相同。

綜合上面所說染料与增感色剂应用到这三种片子时，組合結構上不同处是：

彩色負片	{	染料——变更吸收率
		增感色剂——适应全光譜
彩色正片	{	染料——适应全光譜
		增感色剂——变更增感率
彩色反轉片	{	染料——适应全光譜
		增感色剂——适应全光譜

因此在应用反轉片时，除了露光要絕對准确外，在色温方面更要注意，在这里同时我們也可以了解到为什么彩色片有日光型，灯光型之别，原因就是以不同的增感色剂來適應色温的不同

而使三層藥膜的感色剂与光源所含紅藍多少取得平衡。(色溫就是光源中含有紅藍色光高低的專用名詞,含藍色多叫做色溫高,紅色多叫做色溫低),而同时也可以了解到在应用彩色底正片以及彩色象紙时除了露光有伸縮性外,在晒印正片或放大晒印彩色象紙时,也可以相应的調整色溫。如改变光源色溫,加濾色鏡等。

(四) 彩色片的类别

在目前來說,我國可以買到的彩色片是德國矮克發彩色片。比較多。其分类如下:

矮克發反轉片: 日光型(T型)适应色溫 5400°K 感光度 16°/10 定。

灯光型(K型)适应色溫 3200°K 感光度 13°/10 定。

尺寸有 35mm 及 120 卷片等。

矮克發底片: 日光型(B型——35mm 者, T型——大尺寸片)感光度 17°/10 定。灯光型(G型——35mm 者, K型——大尺寸片)感光度 16°/10 定。

矮克發正片(拷貝片): 其 35mm 者,分裝为 10 米, 25 米, 50 米, 300 米,另有 61.5mm₁×15 米的卷片供印制 120 彩色負片用。更有供放大用的各种尺寸散頁透明片,适于制版印刷及展覽用。

其他如美制的柯达柯罗姆色片(須原公司冲洗)爱克泰柯罗姆(可自行冲洗)安斯哥彩色片(可自行冲洗),除了柯达柯罗姆外,上述二种近年來也有底片和正片出品,感光速度也从威司頓 8° 提高到 24°, 而 1957 年更提高到 80° 了。大部分有日光型和

灯光型,最近更有日光灯光通用的彩色底片來供应。

(五) 彩色攝影应用的器材

根据了我們最后需要,可以來决定採購何类彩色片及照相机,因此所应用的器材便有所不同。但大致的可以这样來分:如果我們需要放映幻灯而看幻灯的人数又不太多,那么采用 135 的 24×36 毫米的彩色反轉片及一具徠卡或同类小型鏡箱便可以了;如需用大量印制拷貝片,就采用彩色底片及正片,和一架拷貝印片机;如果我們需要印刷彩色画片,根据了我国印刷的条件,最好用 120 卷片 (4.5×6 毫米, 6×6 毫米或 6×9 毫米)的反轉片。有一具徠來福來 6×6 或同类的鏡箱就可以了。

另外彩色攝影所不可少的便是一具精确耐用的露光表,目前以威司登露光表最为適用。

其次便是一套深淺不同的藍色及橙色的哈利遜濾色鏡(不易購得,但可以染制膠片來代用)以及一具色溫測量表(瑞士制瑞比可夫色溫表)但不是絕對必需品。

(六) 彩色攝影的光源

我們的眼睛对于自然界的色光以及人造的光都能自动調節平衡適應色溫來觀察顏色。但彩色片却不能自动調節,一定要光源及其他方法來適應調節,所以制造了有日光型及灯光型片。日光型片適應 $5400 \sim 6000^{\circ}\text{K}$ 的色溫;灯光型適應 3200°K 。