



濾色鏡

熊知行譯

濾 色 鏡

W. Bradford Shank 著
熊 知 行 譯

譯者的話

近二三年來，我以業餘的閒暇從事於攝影。我觀摩過好些攝影名家的大作，也參加了二三個知名的攝影團體。那些琳瑯滿目精緻完滿的作品，確是美不勝收，給我以一種藝術欣賞的快慰。但我常常感到另一種遺憾，這許多作品幾乎都僅以「觀賞」為目的。更因為照相器材費用昂貴，一般人的印像中遂對攝影發生一種錯覺，認為這只是資產階級的豪華娛樂之一。

我要肯定的說：這只是一種錯覺。當我更進一步獲得較多的攝影知識時，我更堅信，攝影是一種科學，是應用科學中的一環，是科學研究者不可或缺的重要工具之一，它足以替代和補充人類眼睛之不足。就我們通常所見的來舉例：如新聞攝影，他是歷史的或其他地域事件的生動記載，彌補了時間性和地域性的隔閡。如醫學和工業上的X光攝影，幫助眼睛透視造物者的奧秘。如天文攝影，橫亙深遠的天空，窺探宇宙祕密。尤其是近年來原子放射的學說，更和攝影結了不解之緣。在今日這個科學時代中，我們不甘落後，必須努力來發展攝影的科學的一面，對攝影作科學性的研究是攝影者的廣闊的路線。

這是一本美國通俗的小冊子。由光學着手分析濾色鏡的性能及濾色鏡對於底片感光的影响。敘述較有系統，內容也很淺顯，取材也極現實，只要學過點物理的就易於瞭解。在我學習攝影的初期，曾給過我不少啓示，也曾使我對攝影有深一步的瞭解和愛好。甚願公諸同好，並盼望能拋磚引玉，能有先進作更深的介紹與指引。

牙牙學語，工作伊始，草率錯誤之處甚多，尚望讀者們不吝指正。

目 錄

序.....	1
第一章 光.....	2
第二章 底片的感應性.....	11
第三章 濾色鏡.....	15
第四章 實地運用.....	22
第五章 濾色鏡的特殊功用.....	30
第六章 濾色鏡的品質及保養.....	38
第七章 紅外光攝影.....	41
第八章 紫外光攝影.....	45
第九章 偏極光攝影.....	47
第十章 彩色分析.....	53
第十一章 陽光罩.....	55
中英文譯名對照表.....	57

序

我們使用濾色鏡，爲的要使照片比沒有用濾色鏡時更外清晰美滿。這或者是基於藝術觀點，或者是要使某種景像特別顯著，或者是要使普通情形下不被注意的事或物分外生動活躍。濾色鏡剔除光波的一部份，使底片異於平常情形下的感光，以達到上述諸目的。各種顏色的濾色鏡剔除各種不同的光波。選擇濾色鏡根據：

- 一、預期的結果
- 二、攝影時光源的性質
- 三、所攝景物的彩色組合。

濾色鏡有二種擇用方法：或翻查表格，表上詳列某種情形應該用某一種濾色鏡；或熟諳各種濾色鏡的基本物理性，根據各別情形，斟酌選用。表面上看來第一種方法簡單易學，事實上第二種方法也並不難學，但結果遠較第一法圓滿可靠。

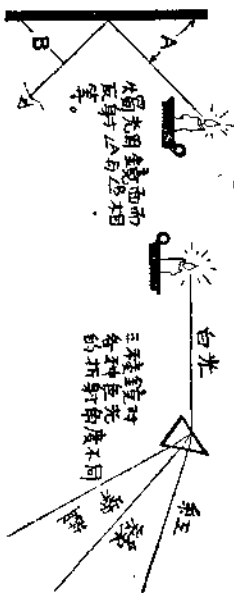
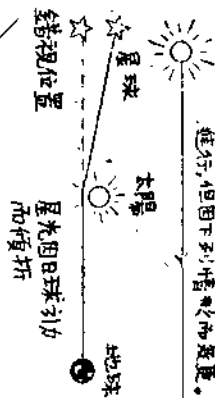
此書目的，在使攝影者依簡捷途徑瞭解濾色鏡的物理性能，因能運用自如以達預期結果。



光是某种形式的能量，正如热能



在真空中光速为每秒186,200哩，故约八分钟可由太阳传播到地球。通常均以直线进行，但因下列情况而变化。



光可被透镜有极度的折射



光能促进若干化学反应，如过氧化氢分解，其速率在棕色玻璃中防止而能起作用。



品一，以上各面分述光的现象及其若干性能

第一章 光

講到濾色鏡就要說到「光」。我們實在很抱憾，到目前為止還不能很確切的給「光」下定義。因為沒有人能確確實實的知道：「光」是什麼？發明萬有引力的牛頓相信：「光」是無數連續的由發光體上以驚人高速射出的小質點。偉大的荷蘭物理學家海根 Huygens 另創一說：他堅持「光」為一種波浪，由稀薄但富於彈性的物質以太所傳播。

近代物理學家較少爭論「光」是什麼，而致全力於研究「光」的功能和現象。這實在是個智慧之舉，如此方能解決若干實際問題——比仿說：如何運用濾色鏡以獲得更美滿照片。

「光」如何做功？「光」的速度驚人，每秒 186,200 英里以上——射過水或玻璃或其他密度較大的媒介物時速度減小。「光」依直線進行，除非遇有下列情形：

一、「光」受萬有引力影響，可能稍有傾折。例如星光經過日球週圍時稍折向日球，因此得一錯覺，常變更星球原有位置。

二、「光」射遇物體表面時一部份依反射定律折回。

三、「光」由一媒介物射入另一媒介物時，分為兩支，其一反射回原媒介物，其二依折射定律射入新媒介物。

四、「光」射經小孔或銳利邊緣時，近小孔及邊緣的光波常擴散不依原路綫進行，這就是光的繞射定律。

「光」能做功。「光」能旋轉精緻的小輪軸，能使慧星拖長尾巴，在曝光表 (Exposure meter) 上感應微小的電流。他對於

底片的作用最爲顯赫，「光」能改變底片上的化學成份和若干化學性質，他能離解過氧化氫，他能使若干顏料褪落，他能使溴化銀或氯化銀在反應液中離解，但未曝光者並不起作用。

「光」不是連續體——他似乎是一束放射物。海根解釋因「光」成波浪狀態後浪推前浪故非連續體；牛頓以爲「光」爲許多獨立的小質點組成，所以亦非連續體。總之，「光」有其不連續性，這種不連續性在解釋光的功能時非常重要。光的性質似乎既合牛頓所說的獨立小質點，又合海根的波狀說。波狀說實在更通俗而常被應用，我們就要用這解說以下數章。

「光」的波狀性

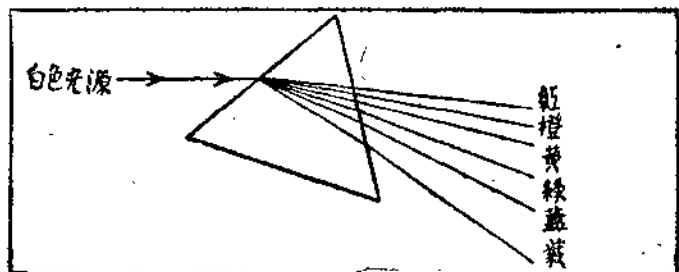
在很多情形下光波極似水波，但若嚴格說來並不完全相像。假如你能數出一秒鐘內水波沖刷海岸的次數，你就知道這水波的週波數，光波也是一樣。假如有大水浪滾動前來，遇到登時水中的石塊立刻同時掀起幾種不同週波的水浪；同樣的，光波更常是許多週波不同的混合波。

水波的長度是量相隣二波頂點間的距離。但是光波的長度無從量起。光波的長度只是將週波數除速度算得。這結果只是個概念，沒有人知道確確實實怎麼量法，所以對於光波而言波頂，波谷並沒有什麼意義。請看這兒三個名詞的關係：速度，週波率，波長。互相關連：速度就等於週波數乘波長。

最好在談到各種光波對於攝影的關係以前，先說一說通常見得到的光源，這光源是混和多種光波而成。然後再談看不到的光源，紫外光波，紅外光波等。翻閱詞典：光的定義是「看得見的輻射能」。但在物理學觀點上這不是完滿的定義，這和物理學上所謂「光」這術語有若干差別。不管「光」的定義如何紛雜，現在本書上我們明確指定「光」的範圍是僅指看得見的輻射能而言。

你假如問：什麼是看得見的輻射能——「光」和看不見的輻射能之間的區別？除去「可見」和「不可見」之外其區別在波長和週波率不同。

以陽光通過三稜鏡可在牆上得一彩色光譜，中段最亮，兩端漸漸減弱以至消失。光譜的一端為紫色，數過來是藍、青、綠、黃、橙，和紅色，稍稍混淆，但無明顯界限，光譜愈散佈得廣區別愈易（見圖二）。



圖二 白光通過三稜鏡後，得一彩色光譜，這就是看得見的光波。

紫光及紅光的基本物理性區別在於波長不同，紅光波長約為紫光的二倍。光波太短，我們為方便計，常給以特殊單位叫埃斯通 (Angstrom 英文縮寫 $\text{\AA}$) 等於萬萬分之一公分。(以下簡稱埃) 另外一種單位叫迷 (Millimicron 英文縮寫 $\text{M}\mu$) 等於十分之一埃。下表說明各種單位互相的關係和大小：

表 一

埃 Angstrom unit $\text{\AA}$	迷 Millimicron $\text{M}\mu$	公釐 Millimeter mm
.01	.001	.00000001
1	.1	.0000001
10.	1.	.000001
10.000.	1.000.	.001
10.000.000.	1.000.000.	1.

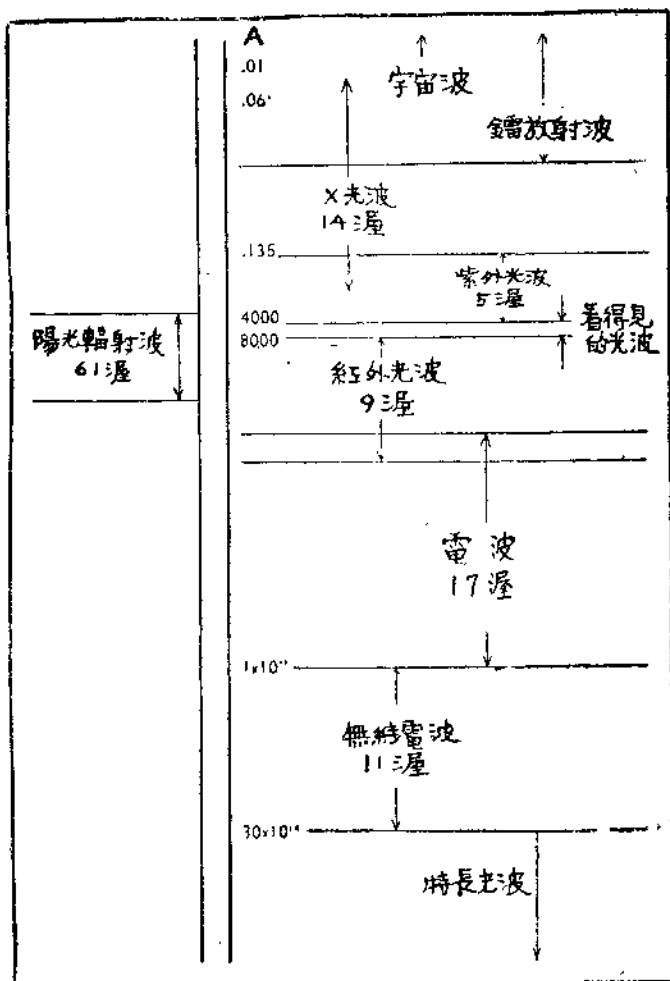
三稜鏡下，邊端紫光的波長約為四千埃，另一端紅光波長約為紫光的兩倍弱，為7250埃。圖五F的曲綫表示光波在人類目光中的亮度，注意光譜的中段，黃色及綠色光波最亮，也最易看到。此事非偶然，人類眼睛為着要在日光下辨別萬物，而日光就是含有黃綠色光波特豐的光源。圖上曲綫並不是表示輻射能的強弱，能量與波長有關，波愈短，能愈強。另一部分太陽中不可見的輻射能亦散佈於光譜兩端，即是較紅色更長，較紫色更短的光波。

這些不可見的輻射能與我們視線無關，但對照相關係很大。底片的視覺與人類目光並不儘同，因為底片非自然的產物，並不為含黃光及綠光特豐的陽光而作。照相的感光實因輻射能而起化學反應，能愈強，化學反應愈烈，反之，亦愈弱，所以底片對於光譜中的藍、青及紫外光感應最強。

在討論底片感光與人類視覺的區別以前，先來談一點關於不可見的輻射能。這輻射能在西曆一八〇〇年為威廉海沙 William Herschel 所發現。有一天，他在三稜鏡的光譜下面置一溫度針，在紫外光中溫度最底。移向另一端，溫度漸見升高，到紅光為最高。最奇怪的是繼續移向紅光外端，那裏已看不見光存在，而所示溫度較任何光譜中為高。

短時期後，有人以相似的方法用照相證明紫光外也有輻射能存在，效起實驗者很多。目前輻射能的波長記錄已自 $1/10$ 埃起至三億五千億埃 35,000,000,000,000A. 止。

這就是今日所能知的輻射能譜。現在我們依經驗，——許多賴濾色鏡照片幫助——略悉各種輻射能的意義。我們為方便計將全譜分成若干渥克太 (Octave)，每一渥克太包括自某週波率至倍此週波率之範圍。在這系統裏人類目光看得見的輻射能只是弱於一個渥克太，自四千埃至七千二百埃，而一渥



圖三. 看得見的光在輻射波中的位置

克太係自四千埃至八千埃。用於醫學的 gamma 波有五個渥克太，X 波有十四個渥克太；紫外波約五個渥克太。在可見光譜的另一端，紅外光波約九個渥克太。再外面，無線電波約佔二十八至三十個渥克太。

這多麼有趣？！人類的藝術，技巧，科學很多就依持於這些不同的波能。無線電，電影，電視，照相，醫學，這只是其中的一小部份。有許多輻射波人類已能創造。太陽射及於地球的幾乎是六渥克太；自二千埃至十二萬八千埃；自然界無盡數的星辰及玄渺的蒼空所來的波能都屬於同一範疇。對於照相而言，自二千埃至一萬埃較為重要，對於科學上的照相自最短波至一萬埃都同樣重要。

為方便計，我們將二千埃至一萬埃間之波能名為攝影光譜，共分為三組。第一組自二千埃至四千埃是不可見的紫外光波，對於底片感應很強。第二組自四千埃至七千二百埃，從紫光到紅光，這光譜對於最原始的盲色底片的感應情形如下：紫光最強，逐漸減弱而至紅光。第三組即紅外光波，自七千二百埃至一萬埃，普通底片對此已無反應，但特種底片仍舊可以將此範疇內之光波攝出。

你一定注意到我們沒有提及白光，白光並不像紅光藍光獨成一格，白光只是七種光波混淆起來的光學上的結果。雖然其混合比例有相當限制，但白光確實不是某種特殊光波。晴朗夏天中午的陽光公認為標準白光。

既然白光是各色光波的混合體，我們亦可將白光分成互為餘色的色光。假如白光穿過紅濾色鏡則紅光通過，而其他光波為其吸收；假如白光穿過綠濾色鏡，則綠光通過，紅光及藍紫光都為其吸收。注意這些例子是假定在一種理想的情形——很少有濾色鏡能完成其功用而將其餘色光完全吸收的。

而且也不可能使本色光線全部通過，他的功用只能想像是一種色光的挑擇。紅濾色鏡穿過大部分紅光，一小點橙光，很微量的綠光藍光和紫光。鏡色愈紅，挑擇愈嚴。通常鏡色的深淺決定其挑擇嚴格與否。

光 源	濾色鏡剔除的光波	穿 過 光 波
白	紅	綠 + 藍紫(或淺藍)
白	綠	紅 + 藍紫(或紫紅)
白	藍紫	紅 + 綠(或黃)
白	紅及綠	藍紫
白	紅及藍紫	綠
白	綠及藍紫	紅

圖四 白光被各種濾色鏡吸收後所剩下的色光。

所有非透明體(Opaque Objects)都具有吸收一部分光波的功能，除非這物體純白或墨黑。前者反射全部不同波長的光波，後者吸收全部光波。因此白色物體的顏色就是光源的顏色，綠光底下便成為綠色。任何光源對於黑色物體都無關，因為他吸收所有的色光。

〔藍色的物體看起來是藍色，因為他幾乎吸收全部紅、橙、黃、綠諸光，只反射藍光。照以藍色光源看起來更藍，因為光源無雜色，反射出來的藍色更純正。若照以紅色光源，看起來成黑色，因為他吸收幾乎全部紅光，而無反射。〕

你試過在晴朗的夏季傍晚攝取綠色田野或是公園中的風景嗎？你通常總是發現底片感光不足。原因是這樣，太陽偏西後，陽光穿過較厚的空氣層，紫光及藍光大部被擴散，而剩下對底片感光遲緩的紅光及黃光。吾人眼睛對黃光特別敏感，所以很少注意到其他光線的減弱，但是底片已經受到影響。若攝

取物爲綠色，則所剩紅光又全被吸收，底片感光更顯不足。在另一種情形下，若攝取物爲一所紅磚建築，則空中紫光藍光本爲其吸收剩有紅光爲紅磚所猛烈反射，如此所得底片感光僅稍嫌不足而已。

除非你早已注意到這時候光線的組合與尋常不同。在清晨或傍晚大氣對於光線的濾色作用相當於使用一淡紅色鏡或淡澄色鏡，而曝光時間亦要與使用濾色鏡時同樣延長。

第二章 底片的感應性

懂得了光的性質，對於底片的感光就容易明瞭。各種各類的底片，無論捲裝，平裝，或電影片原理都是一樣。塗一層乳狀膠質物於賽璐珞片上，再散以許多溴化銀的微粒結晶，就可得到預期結果。這種銀鹽遇光即不穩定而迅速分解為銀和溴。感光的遲速可因各種化學或物理的處理而有不同。

溴化銀之分解由感光引起而在顯影液中完成。此種溴銀結晶粒未受感光者與顯影液不起作用，而已感光者即在顯影液中迅速分解。顯影完成後，未起作用的銀鹽粒為定影液所剔除，此後底片不受任何感光影響。

這是繁雜的變化的一個輪廓。我們離開濾色鏡論到這個變化，正因為這變化與濾色鏡的使用有若干關係。首先說到銀鹽因感光而起作用則攝取物必需含有適量光度以達到預期目的，因此光愈強需時愈短。我們回到第一章所述光波愈短者能量愈強，而人類眼睛，雖亦因化學作用而視物，與底片的感光，卻有很大區別。底片對於光波短者易於感應，特別是紫外光線，但人類的眼睛卻看不見任何較紫光更短的光波。圖五 F 表示人類的視覺性能及其範圍。校正底片感光及人類視覺的差別也是濾色鏡功用之一。

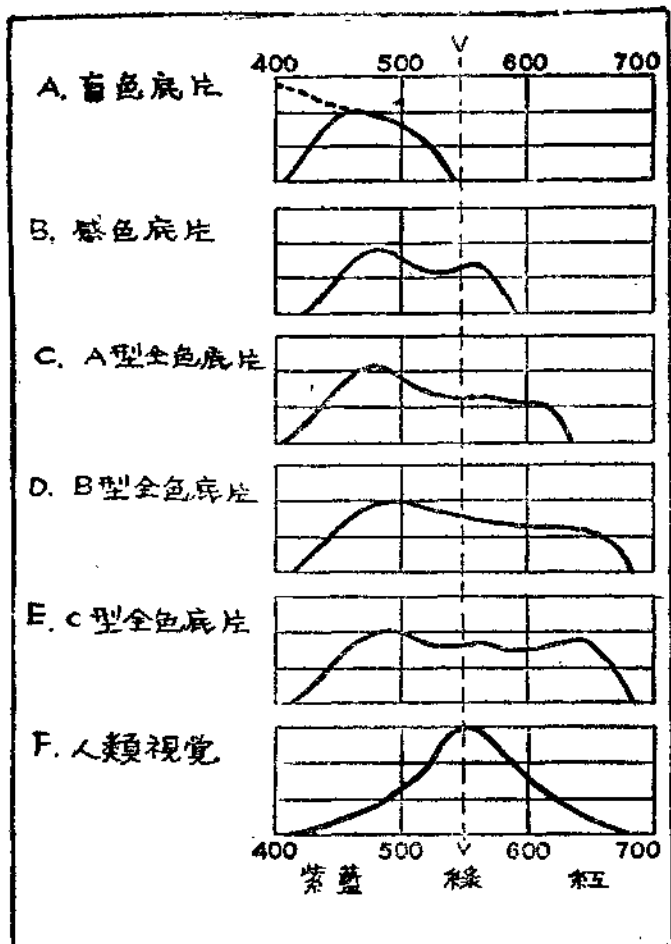
以前所述都是盲色底片 (Color blind film)，圖五 A 示此種底片之感光性能。注意豎線 V 示視覺之最強點，但不幸恰

與盲色底片感光率的最低點符合。換言之在該點眼睛最易看見而底片尤如盲者。圖中橫軸表示波長，以「迷」為單位，即十分之一埃（參考表一）。點線表示底片之真實感光情形，實線表示底片在相機裏之感光情形。故事實上，照相鏡頭已如一濾色鏡，吸收一部份波長短於 $470m\mu$ 的光波，至於短於 $380m\mu$ 的光波幾乎全部被吸收。

科學工作中有時指定要攝取紫外光波，甚至於更短的光波如 X 光者。在這種情形下常用石英鏡頭，因該種鏡頭遠較玻璃鏡頭易使短波穿過。

早年所有底片全是盲色型者，直至本世紀初始發現若在乳狀膠質物中着色，可使底片之感光情形更變。隨着這個發現試驗了幾千種染色，而其結果便是今日使用的擇色底片 Color-Sensitive film。注意擇色片並非彩色片，這兩種無論在化學反應上或感光上全然不同。擇色片首先見諸市場者為感色底片 Ortho-Chromatic Film。此片與盲色底片之感光性質相差尚不太遠（見圖五 B），僅於光波較長處自 $540m\mu$ 至 $580m\mu$ 之間亦稍能感光，此即綠色。以後逐漸進步，感色底片已能充份感應綠色。B 型感色底片的感光性質還是類似於圖五 A 曲線所示，C 型感色底片其綠色感應性已大為增強。潑來片 plenachrome 及萬利片 Verichrome 就是不同的廠家所出的兩種 C 型感色片。

感色底片不能感受紅光，故能在紅色安全燈下顯影。他與盲色底片不同，他可以感受綠光幾近於吾人目力所見者。試比較圖五 F 及圖五 B，確實底片的感光與人類目力已稍接近，而底片對藍色感光尚嫌過強且未能感受紅光。感色底片視紅色橙色尤如黑色，而視黃色較目力所視者為黯，藍色則遠為明亮。因為他感受藍光特強，在攝取風景時常將藍天與白雲混淆。



註：五種不同型底片對光的感應情形與人類視的比較
虛線V代表人類視覺最敏捷處曲線A的主要部分請參
閱本書第四段說明