

斯大林獎金獲得者 E. A. 約菲斯原著

底片的曝光和沖洗



影大像照出版学社编 人民摄影出版社

底片的曝光和冲洗



底片的曝光和冲洗

吳 濂 洲 譯

序 言

在蘇聯備有鏡箱的人們計算起來足有好幾百萬。他們印在報紙、雜誌上的無數張照片，都是豐富地，可以感覺到反映着偉大蘇聯的生活和最動人的一些題材。

蘇聯的攝影術，無論在技術上和器材設備上，無論在攝影工作的內容上，不管是照片的洗印質量和它的思想傾向方面，都是世界上最先進的。

在蘇聯供應着大量的上等鏡箱、光學附件、感光材料和化學沖洗藥品。這就給予蘇聯的攝影愛好者們可能獲得質量高超的攝影作品。

但是有了這些高超的器材，還不能完全保證使每一個攝影愛好者獲得質量優良的照片。攝影者應該會掌握技術。所以現在這本小冊子的任務就是要來說明一下獲得良好攝影底片的基本原理。

大家知道，影像是要經過拍攝、底片和正片的過程後才得到的。爲了製成照片，它的基本的東西乃是“底片”。底片的質量是根據一系列的因索來決定的。下面幾點都是其中最主要的因索：（1）被攝主題；（2）畫面構圖；（3）主題的照明；（4）感光材料的性能；（5）鏡頭和濾色鏡的特性；（6）攝影時光圈的大小；（7）攝影的加工（顯影液的成份，顯影、定影、水洗和涼乾的技術）。

——原作者

底片的曝光和沖洗

構圖和光線

主題的選擇和畫面的構圖，決定印成後的照片的質量。被攝的景物有許多。那末，畫面構圖的可能性也就非常廣泛了。但是要真正地和有表現力地顯示出我們蘇維埃的現實，乃是被攝主題構圖原則的首要 and 基本的條件

攝影師——攝影工作者和攝影愛好者，——他的每一張照片，即使不作爲發表刊印的，也應該顯示我們人民生活的豐富及其形形色色的各方面。

在選擇主題時，每一位攝影愛好者應該從題材中看出新的、富有含義的特徵。要善於用勞動創造過程、用我們時代中新的顯著特徵、用新的建築物和街道的宏麗建築等的富有表現力的顯示，用我們大自然的富源，來吸引觀賞者的注意力。首先應該細心地研究被攝的主題，找尋這樣一個觀點，從那裏能最突出地和最有表現力地展開照片的內容。

攝影的形像應該給予一系列的印象。在其中應該突出地表現出被攝主題的主要內容。所有攝影的部分都應該與那被光亮與畫面構圖所特別顯示出的主題外表正確的關係上。常常只要把攝影機略爲偏一些，比原來的攝影觀點略爲高一些或是低一些，就馬上會改變畫面的構圖。攝影觀點是要根據被攝主題的內容來選擇決定的。

照明乃是為創造美好影像的基本方法。應該永遠記住，正確地在被攝主題上分佈強光與陰影，是可以獲得悅目而動人的影像的。

攝影時，被攝主題的照明計有兩種：第一種是利用燈光用具來照明主題而攝影；第二種是利用天然光而攝影的。第一種情況的攝影是在室內進行的。第二種情況的攝影是在戶外進行的，因此它不需要任何燈光用具。

戶外攝影時，攝影者只得遷就當時的光線，然而他可以正確地選擇攝影地點、時間和攝影觀點來調度主題上的照明。在拍攝特寫鏡頭的時候，採用反光屏可以部分地彌補自然光線照明的不足，平時利用白被單或貼在木板上的大張圖畫紙，就可以當作反光屏。

攝影的時候應用了人工照明，攝影者便可以創造出產生卓越主題形態和體積的影像，很好地傳達被攝主題的風格、色調性能和空間。除此以外，用人工光線還可以造成被攝主題的任何光的效果。利用了光線，便解決了與解釋主題相連系着的藝術構思。但要記住，若不善於運用人工光線的光源，不僅不可能獲得藝術的影像，並且連在某種程度上能令人滿意的照片也不能得到。

因此，為了正確地表現被攝主題的形態和體積，應該找尋為它最適當的照明，把光源配置向一定的方向。要介紹一些固定的照明設計圖是不可能的，因為這是根據被攝主題來決定的。譬如，人像攝影的照明——最難處理的攝影主題——一般是由上面、側面和前面的光線所組成的。這時候就該考慮到臉部形象的特徵，是要用正確的光影和層次、攝影時照明光源的配置，光線照射的方向和照明強度等來表現的。

人像攝影時，通常用下列幾種照明方式來區別：

(1) **全面光線**（散射光線），這是基本的光源，保證使感光材料上所有細微部分的影紋都能顯得很清楚。全面光線通常是從攝影機的兩側向主題照明。

(2) **素描光線** 顯出攝影主題上細微部分的立體感、和造成特殊的光效。這應該用強力的投射光。

(3) **塑型光線** 強調出主題細微部分的特徵，適當地在某些細微部分造成光亮和陰影。

光源的位置影響到照片的特性



(1) 全面光線



(2) 素描光線



(3) 塑型光線



(4) 輪廓光線

(4) **輪廓光線** 描繪出攝影主題的基本輪廓。輪廓光線特別在主題和背景的影調相混淆的時候是常被採用的。輪廓光線是從主題的上方或後方射來。

攝影時不管採用那一種照明，應該考慮到每一個光源不是根據照明的

特性而轉移的。

舉個例子來說，把散射光線和投射光線配置起來，它的效果比單用散射光線顯然要好得多。所以只要正確地配置燈光用具，一個光源將會補充另一個光源的不足。

輪廓主題的攝影，無論在有陽光的天氣裏或是陰鬱的天氣裏都可以進行。太陽光給予被攝物使人充分滿意的光影立體圖像。在陰鬱的天氣裏攝影，能使主題獲得有色調層次的圖像；這種有色調層次的同一主題的影像，比在太陽光下所攝到的總要平淡得多。輪廓主題，按照它的色調層次，常常是多種多樣的和引人注目的，所以可以在散射光的照明下來攝取它。

在戶外拍攝人像和團體像，應該用均勻的散射光線，比直接的投射太陽光要好得多。

在陰鬱的天氣裏用散射光線所攝成的影像，將會失去上面的陰影，有時候甚至於連某些半陰影也沒有。攝影主題的各個細微部分能有所區別，僅僅是因為物體的不同色澤及其反射的能力所致。用這種照明所獲得的影像，或多或少地正確傳達了物質的構造、有層次的色澤和物體的形式，但是由於缺乏形成立體感的陰影和半陰影，它將產生平面圖景的印象。

爲了顯示出被攝主題的立體感、形式和風格（物質的構造），應該選擇最最適用的照明，以配置投射光線與散射光線。大家都知道，風景，特別是雪景，當太陽在高空時，其陰影是很少的，可以預測到這樣攝成的照片是平淡的，缺乏表現力的。但同樣的一個風景，趁太陽在東方或西方的低處，投射出又長又斜的陰影時來攝影，這樣就可以攝得一幅絕妙動人的風景照片。樹林風景最好用散射光線來進行攝影。然而在強烈的太陽光照明下，也可以把樹林攝成使人悅目的影像。

感 光 材 料

影像的質量，大都是由攝影用的感光材料所決定的。凝膠乳劑乃是感光材料的主要部分，在乳劑裏面含有銀鹽的細微感光顆粒，在攝影和沖洗以後，銀鹽就變成了金屬銀，這就得到了被攝主題的負像。感光乳劑可以用來

塗敷在玻璃片的表面上，可以在紙的表面上，也可以在賽璐珞的表面上。

組成乳劑感光顆粒的銀鹽，它的感色範圍是有限的。它僅受人眼可見光譜中的藍光、青光和紫光。若採用具有特種染料敏化劑（染色劑）的乳劑層時，則可加寬銀粒的感色範圍，使它對於光譜中其它顏色的光線亦能感受。攝影材料的感色範圍是由所採用的染料敏化劑而改變的。能感受藍光、青光、紫光和黃綠光的感光材料，叫做分色感光材料或稱分色片，主要在拍攝外景時用到。應用了染料敏化劑而製成的感光材料，能够感受可見光譜中的全部光線，亦就是說製成了適用於攝取任何主題的萬能感光材料。這種材料叫做全色感光材料（或稱全色片）。還有這樣的染料敏化劑，使能製成感受不可見光譜中紅外線部份的感光乳劑。這類感光材料為航空攝影和特效攝影時所採用。

下列各因素可以影響感光材料上影像質量的基本特性：感光性能、曝光範圍、反差係數、顆粒狀態、鑑別率和陰翳。

由於“感光性”，才知道感光材料的性能，根據作用於感光材料上光量的多寡，在乳劑層中造成了潛在的影像。在乳劑層中造成潛影所需要的光量愈少，則被認為是感光性能愈強的感光材料（感光性能通常用蘇聯國家標準ГОСТ或赫德二氏制（H. & D.）的度數來標明）。

每一種感光材料的“感光性能”是根據攝影乳劑的性能來決定的，並且同一種感光材料在應用時又有不同的感光範圍，如果在兩種不同的顯影液裏沖洗的話，譬如其中所含的鹼質多一些或是少一些。凡感光材料的感光性能較弱的，那麼沖洗時顯影液裏的鹼質就應該少些。其它一些顯影過程的條件同樣亦會改變感光性能的（顯影時間和溶液溫度）。所以攝影者除了在確定曝光的時候要考慮到感光材料的感光性能外，同時還應該考慮到這張底片將在什麼樣的條件下進行顯影。

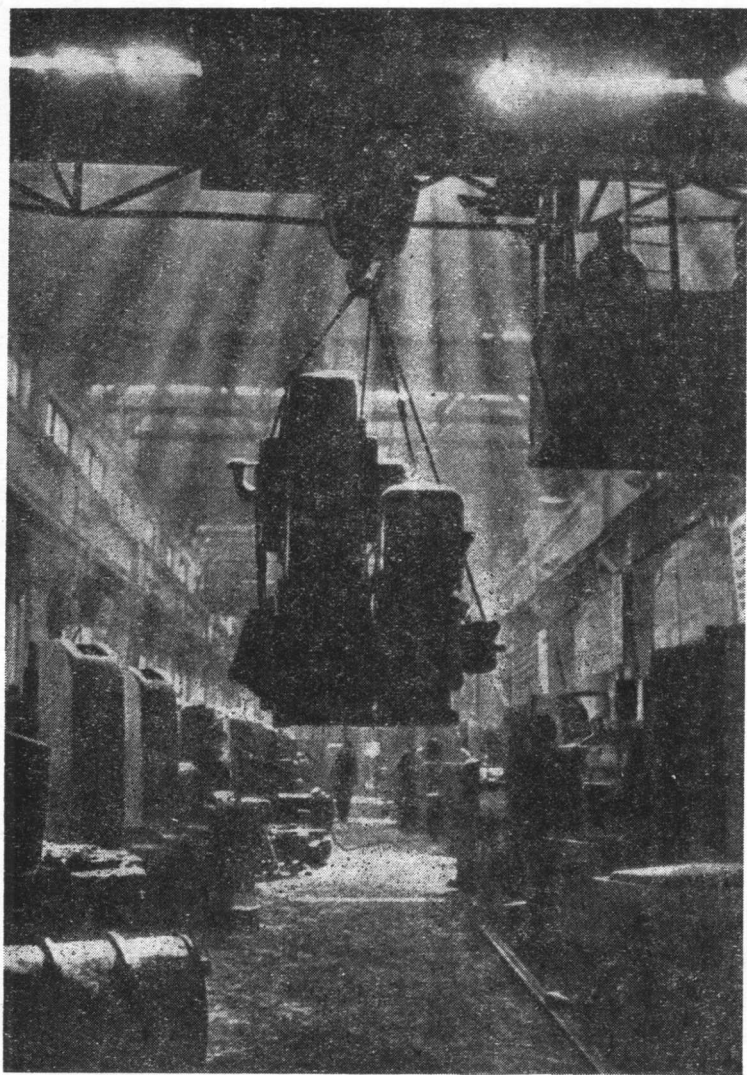
“曝光範圍”是感光材料的一個十分重要的性能，它的意義乃是正確反映出被攝主題明亮度關係的乳劑層能力，亦即在影像上要同時摹擬出攝影主題的最明亮部分和最陰暗部分的能力。在攝影時，從遇到主題的明暗間隔或曝光範圍非常大。在表中列出了一些攝影主題的明暗間隔數字，所列主題都是在攝影時經常遇到的。

由經驗知道，在影像上所有各個被攝物，無法一致地全都使人滿意。有時同一件被攝物（特別是明暗間隔頗大的）在不同的感光材料上會獲得不同的結果。在有的感光材料的影像中，無論是被攝物的明亮部分也好，陰暗部分也好，都非常清晰，但在另一種感光材料上，却只能看到被攝物的明亮部分或是陰暗部分。感光材料對不同攝影主題明暗間隔多少的表現能力，是取決於感光乳劑層和攝影沖洗過程（顯影液成分、顯影時間和技術）。同樣的一種感光材料會有不同的曝光範圍，如果它分別放在不同的顯影液中顯影：一種是顯影較快的，鹼性較強的顯影液；另一種是較慢的，鹼性較弱的顯影液。凡曝光範圍愈狹，顯影時間就愈短就必須用強力的顯影液。現代的攝影底片，特別是電影膠片，放在時間較長的、反差適中的微粒顯影液中顯影，可具有充分足夠的曝光範圍，在正確的曝光下，可以表現出攝影主題的明暗間隔由 1:300—1:500。正片的曝光範圍是很狹的翻拍線條畫用的底片，它的曝光範圍特別狹。

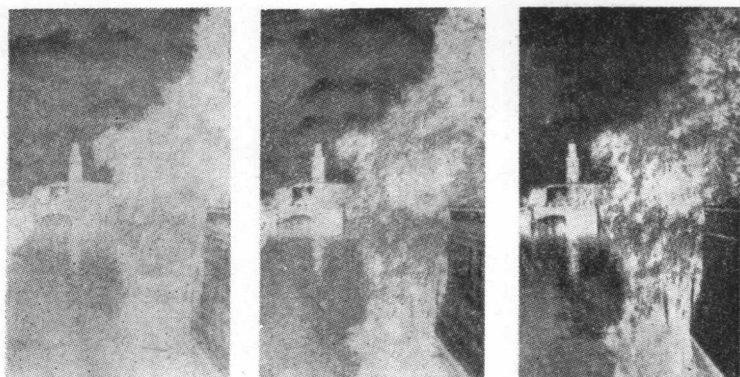
被 攝 主 題	明 暗 間 隔
無天空與前景的闊廣風景	1: 5 — 1: 10
日光照明的明亮建築物	1: 5 — 1: 10
包括天空的廣闊風景	1: 20 — 1: 60
人像特寫	1: 30 — 1: 100
具有極暗前景的風景	1: 100 — 1: 300
有房屋陰影的窄狹街道	1: 300 — 1: 500
明亮窗戶照明的室內（對着光線攝影）	1: 1000 — 1: 10000
遠景明亮的暗穹門、橋洞、大門等	1: 1000 — 1: 10000

曝光範圍對於決定正確的曝光來說亦相當重要。大家都知道，攝影的時候決定正確的曝光是頗為複雜的。曝光是根據許多種因素來決定的。攝影時，每次都要估計正確是相當困難。

決定曝光的現有方法，尚不能保證獲得絕對正確的結果。有時候明暗間隔即使是很窄的攝影主題，在某些感光材料上亦將獲得無法使人滿意的結果，而缺乏在攝影時所用曝光多少的伸縮性。在應用時，底片的感光範圍



像這幀照片它的明暗間隔爲 1:1000



這三幀底片是用同一性質的感光材料，同一光圈而用不同的快門速度
1/200、1/60 和 1/20 秒拍攝，可以看出感光材料的曝光範圍。

可以用下列方法來決定：同一個主題，用同樣的照明，而用不同曝光，在同一條膠片上攝影若干次。把曝光後的膠片顯影，用適合於該種底片的正常顯影時間。沖洗完後就可以看出膠片上有若干幅底片的曝光是正確的。當然，其中凡被認為是標準的底片愈多，那末這種感光材料的曝光範圍就是愈寬，也就是決定曝光多少時的伸縮性愈大，沖洗對於曝光範圍的影響是非常巨大。所以當認為底片的曝光不太可靠的時候，或是主題的明暗間隔頗大的時候，通常都是用較慢的顯影液來沖洗。

底片的“反差性能”是由攝影主題的反差性和感光材料的反差係數所形成的。兩種反差性不同的題材（雪景中的煤堆和陰天中的田地），用同一種感光材料攝影，和把它們放在一起顯影，會得到兩種不同的反差性。

由感光材料的“反差係數”上，便可以知道根據感光材料性能及其沖洗情況（顯影液成份，顯影時間和技術）所決定的影像反差性。例如：在攝影時用兩種不同的感光材料——黑白線條翻拍片和半色調翻拍片，在同一種影液中用同樣的時間沖洗，將會得到不同反差性的底片。在黑白線條翻拍顯片上所攝到的反差性要強些。這個表現被攝主題反差性的感光材料特性的次序數，就稱之為感光材料的反差係數。

如果把同樣的兩張底片放在同一種顯影液裏顯影，但用的時間不同，那麼顯影時間長的那張底片，它的反差性較強。在這樣的情況中，反差係數就將由底片顯影時間的多寡來決定了。

如果用同一種感光材料，同樣地攝取某一個主題，用同樣的時間來顯影，但是却用不同的顯影液（其鹼性強些或弱些，顯影液的濃度濃些或稀些，顯影液中的溴化物多些或少些），亦可以得到反差性不同的底片。顯影時，顯影液的攪動愈劇烈，影像的反差性亦就愈強。由顯影液所含成分而決定的底片反差性，亦叫做顯影過程反差係數。

於是，改變顯影液的成分或改變顯影時間，可以在攝有同一主題的同一種感光材料上，獲得反差性不同的照片。我們來分析一下這個例子：在全色片上攝有人像，第一次放在 No.1 顯影液（見第 18 頁）中沖洗 15 分鐘，第二次，把這同樣膠捲上的同一人像放在另一種顯影液中沖洗 6 分鐘，這種顯影液的成分是：

米吐爾·····	5 公分
亞硫酸鈉（乾粉）·····	25 公分
海特路幾奴·····	5 公分
碳酸鈉（乾粉）·····	20 公分
溴化鉀·····	1 公分
水·····	加至 1000 公撮

在同一種顯影液中，用不同時間沖洗的三張底片：（上）顯影 25 分鐘，（中）顯影 18 分鐘，（下）顯影 12 分鐘。



第一種顯影液的作用力顯然比第二種要小得多，因此第一次顯影出來的底片，它的影像反差性比第二次的要弱。

在攝影的時候配置好了燈光選擇好了適當的感光材料和沖洗的條件，攝影者常常仍有可能使負像的質量受到一定程度的影響。

由於小型鏡箱的應用者非常普及，就特別地提出了關於顆粒狀態和改進感光材料性能的問題。

影像顯影後的“顆粒狀態”，是由於乳劑層的銀粒曝光後，在顯影過程中便還原和自行分離成為不是密集的薄層，而是許多單獨的細小銀粒。銀粒的單獨顆粒是十分細微的，憑肉眼是看不見的。要有可見的顆粒（把負像高倍放大後）必須要有很多因素才能獲得，感光材料的性能乃是其中基本的因素。所以在選擇感光材料的時候，攝影者應該每次都要從攝影、沖洗和放大倍數等條件來考慮，使在印到正片上去時能得到最細微的顆粒狀態。當然，感光材料上的顆粒愈細，所得正像上的顆粒亦愈細微。一般的感光材料在放大好幾倍以後，其顆粒是會出現的，這要看乳劑層的感光性能了。感光材料的感光性能愈強，其顆粒亦就愈細。顆粒特別粗大的影像是由於高度感光性能的感光材料所造成。

感光材料的“分折力”對於影像質量的影響也很大。知道了分折力，便可以知道乳劑層的性能在摹擬被攝主題的細微部分時能夠達到何種程度。在用小型鏡箱攝影時，考慮到分折力這是十分重要的。

分折力是用數字來說明在1公厘寬的感光層內，能摹擬出一定數量的單獨線條。為了測量分折力，備有專用的儀器。決定感光材料分折力的大小的原因很多，其主要的有如下數項：原有乳劑層中銀粒的大小及其在顯影過程中結集成銀塊的能力；曝光的多少（每一種感光材料各有其最適當的曝光程度，以保證得到最高的分折力）；攝影時光線的顏色；顯影條件（顯影液成分及顯影時間）。

可以舉一個例子來說明分折力對於影像的影響。在拍攝人像時，把臉部強烈地照明，而衣服上則仍正常地照明。其結果，是臉部呈顯模糊，而身上却很鮮明。使這幅正像無法使人滿意。其原因乃是臉部被過份照明後，不僅是直接感受到光線的那些銀粒被還原變黑，而且連在它們旁邊的銀粒也

都一起被還原變黑了，並且這些還原的顆粒是由於乳劑層中散射光線影響而造成，所以在畫幅中凡是感受到轉射光線的部分，全都成爲一片模糊。但在正確曝光的衣服部分呢，却在影像中表現得頗爲鮮明；因爲在這種情況下，銀塊的結集是和光線在衣服上照射的多寡成爲正比的。

曝光不足，則也同樣會影響到底片的分析力。當曝光不足時，分析力即減低，這是由於乳劑層中的銀粒沒有充分地還原。

攝影時，光線的光譜成份和底片的沖洗，對於分析力的影響較小。曝光正確、密度正常的底片，它的分析力愈高，乳劑中的顆粒也將愈細。

從“陰翳”中可以看出在顯影時銀粒還原爲金屬銀的感光性能。陰翳的形成，說明顯影液不但把乳劑層中光線曾發生過作用的地方的銀粒還原了，並且還把沒有作用過的地方的銀粒也一起還原了。陰翳的厚薄是決定於乳劑的性能、感光材料保存的條件與期限、所用顯影液的種類和顯影的情況等。顯影時間愈長，陰翳將愈厚。若開始時顯影進行得很慢，而後又加長了顯影時間——強力顯影，則特別會引起陰翳。陰翳對於影像十分不利，因爲它影響了觀賞者細察和辨別被攝物的細微部分。

攝 影 曝 光

爲了獲得良好攝影結果，就必須要學會在攝影時正確地決定曝光。由於曝光，就應該知道在攝影時必須達到感光層上的照明強弱。

以下各項乃是攝影時決定曝光程度的基本因素：被攝主題的特徵，被攝主題的照明，光線的光譜成分，拍攝時鏡頭光圈的大小，感光材料的感光與感色性能，爲了獲得良好的攝影效果用來減除缺點的光學設備（濾色鏡，網罩，透鏡）等。在拍攝運動急速的物體時，還必須同時要顧及到與被攝主題之間的距離，物體運動的速度和方向，以及鏡頭的焦距。

太陽光明照着的地面，其明亮度的變化是很大的，它隨着月份、日期和時間，同時也隨着氣候的條件而不同。被太陽光同樣照明的地面，其曝光程度決定於攝影的主題，有如主題擺佈了太陽和它周圍的背景一樣。除此以外，太陽離地平線高度的改變，不僅改變了白日的光強，而且還改變了它的

光譜成分。光譜中的藍色和紫色光帶被空中大氣層吸收的程度，遠比綠色和紅色光帶的為多，同時很明顯地表現出了太陽光線的投射角減小了。

由於空中大氣層變化着的狀態，直接的太陽光線和散射光線亦受到了變化，其中最主要的是決定於天空的狀態。當在離海平線極高的地方攝影時，必須要顧及到由於稀薄的空氣比較純潔，日光光線的亮度比之較低的地方更為明亮。在主題的各個明亮與晦暗部分之間同樣的反差是同時增強的，所以曝光程度不可能根據直接太陽光明亮度的增加而減小。在人工光線的照明下攝影，能更加正確地決定曝光，因為在這種情況下可以更容易計算到光源強度和離開攝影主題的距離。

攝影愛好者在決定曝光的時候，要顧及到一切能夠影響到曝光程度的因素，在實際應用的時候，常常使曝光略為過度一些，因為曝光少量過度比曝光不足要好些。

爲了決定曝光，可以應用下列的簡單表格：

(I) 攝 影 題 材

雲景	水量、雪景（無前景）	水量、雪景（有前景）	有淡色前景的風景	有深色前景的風景	海洋	廣場、寬街	狹窄街道	淡色建築物	深色建築物	露天	散 射 光 線					室內靠窗翻拍	淡色牆壁	深色牆壁
											人 像							
											用樹作背景	濃密樹下	室內靠窗	室內距窗1公尺	室內距窗2公尺			
0	1	4	6	8	2	5	8	3	8	9	11	14	12	14	17	18	24	30

(II) 天 氣

陽光（有白雲）	陽光（無雲）	薄 雲	中 雲	密 雲	濃密烏雲
0	1	2	3	4	6

(III) 光 線 強 度

鐘點	日期	一 月		二 月		三 月		四 月		五 月		六 月	
		1-15	16-31	1-15	16-28	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30
5.19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	7
6.18		0	0	0	0	0	0	8	7	6	5	5	4
7.17		0	0	0	9	7	6	5	4	3	3	2	2
8.16		0	8	7	6	5	4	3	2	2	2	1	1
9.15		7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
10.14		5	5	4	3	2	1	1	1	1	1	0	0
11.13		4	4	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0
12		4	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0
鐘點	日期	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15
		十二月		十一月		十 月		九 月		八 月		七 月	

(IV) 底 片 感 光 速 度

海德 H&D 氏度數	2500—3500	1200—1600	800—1000	500—650	250—300
指 數	0	1	2	3	4

(V) 光 圈

光 圈	1	2	3.5	4.5	6.3	9	12.5	18	25
指 數	0	1	2	4	6	8	10	12	14

(VI) 曝 光 時 間

總 指 數	11	13	16	18	20	22	24	27	29	31
秒	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	1 秒
總 指 數	33	35	36	38	41	43	45	47	49	51
秒	2 秒	4 秒	6 秒	12 秒	30 秒	1 分	2 分	4 分	8 分	15 分