

萬 有 文 庫

第二集七百種

王 雲 五 主 編

照 相 化 學

(下)

鈴木庸生 著

高 銛 譯

商務印書館發行

學 化 相 照

(下)

著 生 庸 木 鈴

譯 銛 高

書 叢 小 學 科 然 自

中華民國二十五年三月初版

照

原著者 鈴木庸生

譯述者 高 銛

發行人 王 雲 五  
上海河南路

印刷所 商務印書館  
上海河南路

發行所 商務印書館  
上海及各埠

王雲五主編  
萬有文庫  
第二集  
第七百種  
相化冊  
版權所有  
翻印必究

學

## 第八章 感光度之測定

(一) 乾片之黑變 乾片照光後，加以顯影，則在光量之一定限界以內，照光多者其部分之黑色比之於照光更少之部分，更爲深濃。此黑變者，乃游離之銀所成，實非由絕對的不透明物而成，蓋有種種之階段自透明部分以至不透明部分相合而成者也。乾片黑變所須之光量愈少者，稱爲感光敏銳之乾片，亦即所謂感光度之高者是也。由此觀念，往昔之表現乾片之感光度者，乃以使乾片起微黑爲目力所僅可辨者所須之光量表示之，此種極微黑變所須之光量，稱之曰初感 (Schwellenwert, threshold value)。至於今日，猶測定初感而以此初感表示乾片之感光度，所謂蕭納 (Scheiner) 氏度或曰厄特爾及赫奚脫 (Eder Hecht) 氏度者，卽此種之表示也。

在今日，乾片之黑變與所需光量已能系統的表示，同時乾片對光之特性亦能定其義矣。由赫爾脫 (Hurter) 氏及特利斐爾特 (Driffeld) 氏之觀念，乾片上之黑變可以下式表之：

通過光線之強度(intensity)設為 $I_0$ ，

通過後光線之強度設為 $I$ ，

則稱 $I - I_0$ 之比為透明度。

透明度之反數即 $\frac{1}{I - I_0}$ ，稱為不透明度。

此不透明度之常用對數即 $\log \frac{1}{I - I_0}$ ，則稱為黑度(Schwarzung) (註1) 而以 $S$ 表之。 $S = 1$ 時，即不透明度為10，透明度為 $\frac{1}{10}$ 時，乾片之黑度，即為使所照光線通過十分之一， $S = 2$ 時，其黑度即為只使所照之光線通過百分之一； $S = 3$ 時，其黑度即為只令所照之光線通過千分之一也。由多數實驗，知此黑度乃與顯影後生成之銀量為正比例。欲得此 $S = 1$ 之黑度，在普通乾片上，每百平方公分上有 $0.1 - 0.3$ 公分之銀已足。

黑度之觀念既如上述，則以乾片曝於種種強弱不同之光，由顯影以後所得結果，求出所照之光與所生成之黑度間之關係，則何以使乾片上生出光象。即明暗之階調，可以明瞭。測定初感，同時求知乾片之性質，此種方法，廣義的言之，稱之曰感光度之測定 (Sensitometry)。

(二) 光源及光之照法 光源之用以測定感光度者，必須其光強不變者方可。爲求此不變之光強，赫夫納 (Hefner) 氏用醋酸戊燈，哈爾可脫 (Harcourt) 氏用戊烷燈，其他尚有英國之標準光度燭 (standard photometric candle) 及一定電壓下鎢絲電燈等，皆曾用爲光源。鎢之金屬線亦曾用之。光源之種類甚多，尙無一定之標準。

在蕭納氏感光計則用苯燈，(已與醋酸戊燈比較者)。赫爾脫與特利斐爾特氏之感光計則用英國標準燭，厄特及赫脫 (Eder-Hecht) 氏感光計則用鎂絲，英國之度量衡局則用一定電壓下鎢絲燈等，種類甚多。

嚇夫納氏之醋酸戊燈具有不變性，且爲曾經研究之光源，故著者曾取以作標準。

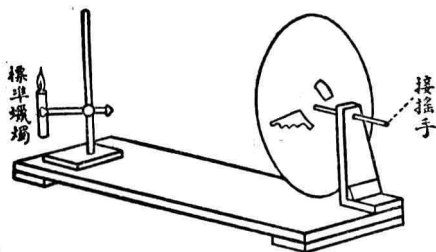
以種種不同量之光線照於乾片，是曰曝光，有兩種方法：一則使其光強一定不變，而使其所照於乾片之時間變動；一則使乾片之照光時間一定而變化其光強。

前者爲赫爾脫及特利斐爾特氏與蕭納氏之感光計所用之方法，如第三十一圖第三十二圖所示。於金屬製之圓板上，切多數之扇形，扇形之角，次第減少，將此圓板置於乾片之前，在一定時間

之曝光中，不絕的旋轉，則在各扇形之後爲不同時間之曝光。其曝光時間之長短，與扇形之角爲比例，故曝光時間乃可決定。赫爾脫與特利斐爾特氏之板上有扇形九個，蕭納氏者有扇形二十三個，故蕭納氏之感光計上時間之分割乃更細。

後者爲哥爾堡 (Goldberg) 氏所創造，製於玻璃作楔形，一端透明，漸增其黑，達他端即變爲不透明。將此楔置於乾片上，於一定時間下加以曝光，則應此楔之黑度，乾片上之各部乃受光強各異之光。

曝光單位，普通以赫夫納氏燈於距離一公尺之所，曝光一秒間所受之光量爲單位，稱之曰秒公尺燭光 (B. M. S.)。赫夫納氏燈與英國之標準燭稍有不同，赫夫納氏燈光如假定之爲 1，則英之燭光乃爲一·一四。(註二) 乾片之最敏感者，其初感大約爲〇·〇一秒公尺燭光。



第三十一圖 赫脫及特利斐爾特氏之感光計

(三) 赫脫及

特利斐爾特氏之感

光計 第三十一圖

所示者即此感光計

之略圖也。圓板上之

扇形分爲九段，最近

中心者爲百八十度，

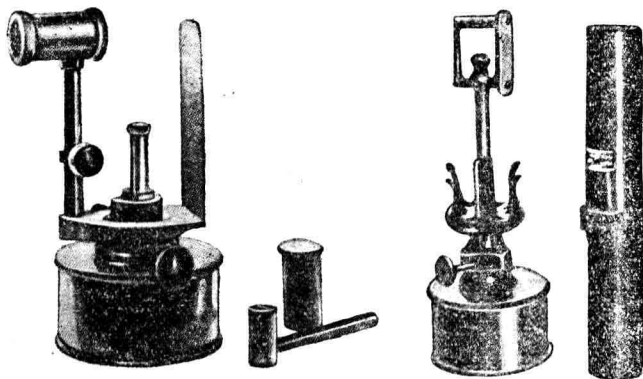
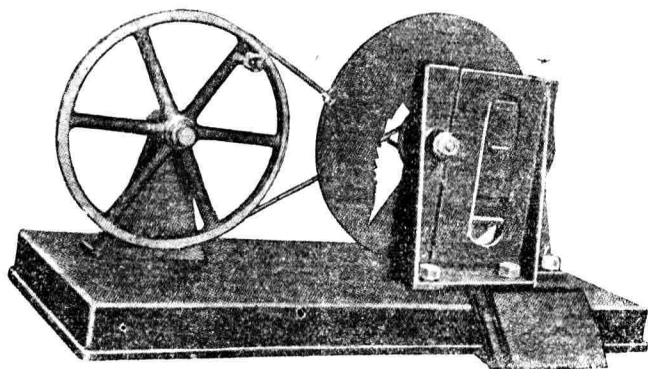
自是爲九十度，四十

五度，二十二度半，

……每次皆爲前扇

形之半。圓板之他一

面有置乾片之框，上



第三十二圖 蕭納氏之感光計

有搖柄，可以旋轉，如一面旋轉，一面作適當時間之曝光，（燭光之距離如爲一公尺，則時間約爲一百六十秒）則在扇形後之乾片部分所受光量，可以秒公尺燭光計之。

（四）蕭納氏之感光計 此感光計與前述之赫脫及特利斐爾特氏之感光計相似，特其圓板上所切之扇形爲數更多，由  $a$ 、 $b$ 、 $a$ 、 $1$ 、 $2$ 、 $3$ 、……順次漸小，達於  $20$ 。  $c$  與  $20$  兩角之比，約爲二百比一。自  $20$  以至  $c$ ，角度漸大，其增大之比爲  $\sqrt[20]{200}$  約等於  $1.27$  倍。其附屬之苯燈置於距片一公尺之所。如用赫夫納氏燈，則其距離爲  $3.63$  公尺，旋轉其搖柄，一面曝光，則一分鐘後，扇形各部所受之光量有如下表：（苯燈之光爲赫夫納氏燈之  $\frac{1}{13.2}$ ）。

| 扇形號數 | 秒公尺燭光 |
|------|-------|
| 20   | 0.013 |
| 19   | 0.016 |
| 18   | 0.021 |
| 17   | 0.026 |
| 16   | 0.033 |
| 15   | 0.042 |
| 14   | 0.054 |
| 13   | 0.069 |
| 12   | 0.088 |
| 11   | 0.112 |
| 10   | 0.143 |
| 9    | 0.182 |
| 8    | 0.232 |
| 7    | 0.295 |
| 6    | 0.376 |
| 5    | 0.478 |
| 4    | 0.610 |
| 3    | 0.779 |
| 2    | 0.994 |
| 1    | 1.263 |
| a    | 1.604 |
| b    | 2.046 |
| c    | 2.614 |

第三十二圖所示者爲蕭納氏之感光計及其附屬之苯燈及赫夫納氏之醋酸戊燈。

將苯燈置於一公尺距離或將赫夫納氏燈置三・六三公尺距離可作一分鐘之曝光，以之顯影，（註三）則其起初感時扇形之號數，稱爲蕭納氏度。例如云蕭納氏十三度之乾片，即指曝光於蕭納氏感光計之第十三號之扇形後，始有目可僅見之微黑之乾片，即其初感爲 $0.069 \text{ B.N.S.}$ 。在赫脫及特利斐爾特氏之感光計，其顯影用含有溴化鉀之顯影液，於華氏表六十五度下行之；在蕭納氏感光計之顯影，則以普通之顯影液於攝氏表十八度下行之。

比較二種乾片，一般常以同一之顯影液，於同一時間加以顯影而比較其初感，在余則以爲此不甚合理。蓋乾片不同，骨膠層中所含之銘明礬之分量不同，碘化銀之量亦有不同，則其顯影有遲速，自不待言。由此諸點，余以爲顯影當進行至微生被翳時而比較之，實近於實際。

（五）楔之用法 在本章第二節曾述及楔之用矣，如將其重疊於乾片之上，以一定之光源，一定之時間，加以曝光，則乾片之各部上，應楔之黑度而受曝，可本以測定初感。

今於敘述之前，先就實際上常用之紙片感光計（scale photometer）加以一言。此器製於

半透明之紙，作階段式之重合，如第三十三圖所示，以此重於乾片之上，而加曝光。今假設光線之強爲 $I$ ，則當其通過此紙一層後，其一部分即爲紙所吸收，通過之光強乃爲 $I(1-\chi) \equiv I_1$ 。 $\chi$ 爲光線通過時紙所吸呼光量之比，此數隨紙之種類而異。通過第一層紙之光再通過其次一層時，復爲吸收，其光強乃變爲 $I_1(1-\chi) = I(1-\chi)^2 = I_2$ 。由此類推，則通過 $n$ 層紙後之光強，必爲 $I_n = I(1-\chi)^n$ 。此種感光計，由薄紙相重而成，故製之極簡，用以比較二種乾片之感光度（初感），甚爲便利。僅爲作比較之用時，光源可不須一定，日光電光以至火柴之光，皆得用之。

楔也者，即將此感光計本爲階段的者使之爲連續者耳。製時可用正方形或長方形之玻片，大約爲 $9 \times 12\text{cm}$ ，將其正面磨光，一如塗乳劑於玻片之方法，先以氧化鎂及氫氧化銨摩擦之，次作成四—六%之骨膠液，取其一部分加以墨液。墨液加入之度，可以下法定之，即滴其一點於玻片上，須使玻片下所置之白色物尙可察見爲度。此時之液色帶赤，欲使其純黑，可加入少許之青色或綠色染料之溶液，再滴一點於玻片，使其現出純黑爲止。更取一較大之玻片或金屬片，以水準儀及木楔將其置於桌上水平位置，於其上再置前述之刷磨已淨之玻片，在其一邊之中央，復置厚約一—一

• 五公釐之玻璃片或其他之金屬等適當之物，使其成一斜面，如第三十四圖所示。於是將前製之加墨骨膠以布片濾過，去其塵埃，以塗乳劑之方法塗於片上，俟其凝固，置於乾片架上，令之乾燥。所餘未加黑色之骨膠，與此已加者，再為混合，變其傾斜角度再製之，可得傾斜甚急之楔及傾斜甚緩之楔甚多。

將紙片感光計用之紙片漸次變薄，同時漸次增加其層數，以至其極，即為階段不存之楔矣。在第三十五圖中，假設  $AOB$  為楔，在其上之一點  $S$  之厚為  $b$ ， $os$  之距離為  $a$ 。今以  $db$  表紙一層之厚，以  $n$  表紙之層數，則  $n$  可以  $\frac{b}{db}$  表之。又通過紙一層之際由吸收所失之光量  $\chi$  可以  $c \cdot db$  表之， $c$  者為物質固有之恆數。今設有光強為  $I$  之光線投射於  $S$  點上，通過之後，光強變而為  $I'$ ，則前之紙片感光計所得之  $I_n = I(1-\chi)^n$ ，即可以  $I' = I(1-c \cdot db) \frac{b}{db}$  表之，即  $I' = Ie^{-cb}$

是即蘭貝爾脫 (Lambert) 氏之定律也。即

$$\ln \frac{I}{I'} = -cb, \quad c \text{ 為吸收恆數。}$$

移於常用對數： $\log \frac{I}{I'} = kb$

b 者以恆數乘 a 之值也。此式亦可表以下式：

$$\log \frac{I}{I_0} = ka = s \quad (\text{第一節})$$

s 即 S 點上之黑度也。楔之黑度乃與自 O 點以至 S 點之距離為比例而變移。K 即稱為楔之恆數。

由此假設

$S_1$  點之黑度為  $s_1$ , 自 O 之距離為  $a_1$ ,

$S_2$  點之黑度為  $s_2$ , 自 O 之距離為  $a_2$ , 則

$$s_1 = ka_1,$$

$$s_2 = ka_2,$$

$$s_1 - s_2 = k(a_1 - a_2).$$

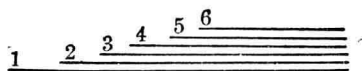
$a_1 - a_2$  者即  $S_1$  與  $S_2$  間之距離也。故此楔上二點上黑度之差，即為二點間之距離乘 k 之積。測定感光度時，K 之值以在 0.2 至 0.5 間者為最合。

楔之應用大抵皆以之比較二種乾片。此楔內之一點之黑度之值如能知之者，用標準燭光之

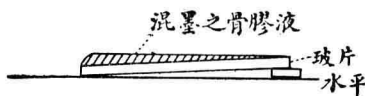
燈，以一定時間曝此重楔之乾片，則楔後各部之秒公尺燭光可得而知之。用此楔以成之感光計，若厄特爾及赫須脫 (Eder-Hecht) 氏感光計者，即其一也。此感光計爲一楔，大爲  $9 \times 12$  cm.，上有分度者也。以之蓋於乾片而加曝光，曝光之光源爲二公釐之鎂絲，著於鐵絲之上，在距離三公尺之酒精燈中燃之。此種光源固不正確，僅可用以作兩種乾片初感之比較。所得陰畫顯影，則如第三十五圖所示。

### (六) 黑度之測定

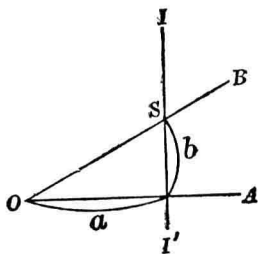
欲知乾片再生光影之狀態，則黑度乃有測定之必要。此種測定，可由化



第三十三圖 紙片感光計

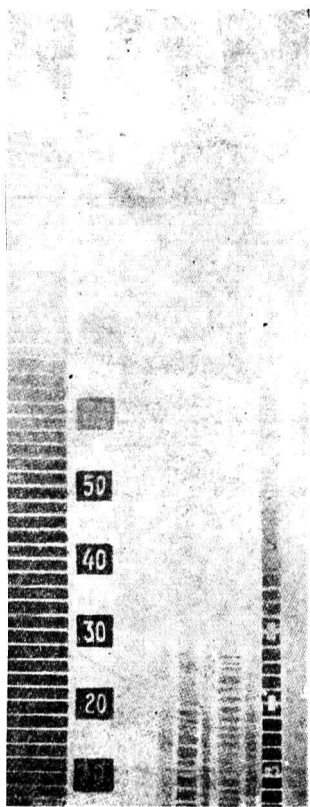


第三十四圖 楔狀感光計



第三十五圖

學的方法將片面之銀，加以定量分析而得之。然其事極繁，故皆用光學方法以行之。其中之最簡者，爲朋生 (Bunsen) 氏之光度計。即兩個光源之間，置一紙片，上有一油點或蠟所浸潤之點，自其兩側以觀察此紙，可求得一點，油與紙之差異不可復見，是即等照明點也。再測其光源之距離，在一方之光源與紙間將欲加測之黑度之物置入，節調紙與光源間之距離，求出一等照明之點，而



第三十六圖

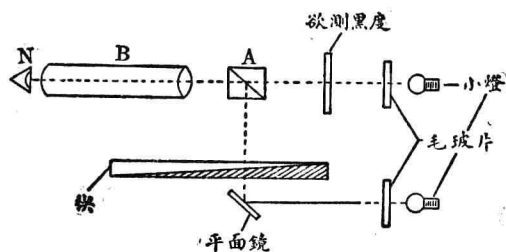
厄特及赫須脫感光計所曝得之陰畫

測其與光源之距離。由二乘反比定律，算出其所吸收之光。其他尚有霍夫納 (Hufner) 氏及馬騰 (Marten) 氏之分極光度計，亦所常用者也。其中最常用者，爲哥爾堡氏之黑度計 (Densograph)，第三十七圖所示者即其裝置之大略也。具二個小電燈，其所射出之光線通過一磨光玻片，再過

一已經顯影之乾片上之將測黑度之部分。其一則由平面鏡之反射通過此楔而達於A。A爲蘭麥及勃羅 (Lummer-Brohn) 氏之稜鏡，使兩光線同現於一視界之裝置也。以望遠鏡B視之，即見視界之內有兩部分，一明而一暗。將楔移動，令兩部分同一，所測得者即欲測之黑度，乃與楔之黑度相當。由楔之位置可知黑度之值。更加以複雜之裝置，使其自記者，即第三十八圖所示之機，此機爲一般所通用者也。

在普通之照相乾片之陰畫上，其透明部分之黑度，大約爲○・一至○・三。現爲黑色者，黑度大約爲二至二・五。黑度高至三或其附近者，已殆不透明矣。

(七) 照相上之明暗再生 肉眼所見實物之明暗階調，使其再生者，照相術之目的也。在實物上，肉眼所得之感覺，自暗以至明，乃爲漸加。明與暗間無判然之區別，故其差異，謂之爲等差的增

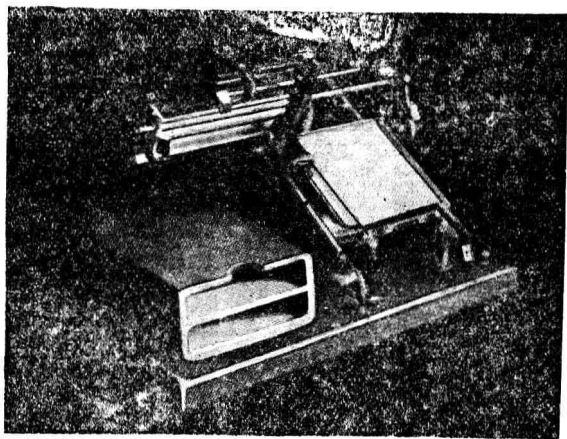


第三十七圖 哥爾堡氏黑度計圖解

減者，毋寧謂爲等比的增減。再現此感覺之照相陰畫，其透明度之增減亦當爲等比的漸進。然而黑度既由不透明度之對數而定，則不透明度爲等比的增減者，黑度乃爲等差的增減。今以此觀念爲基，在乾片上行種種之曝光，顯影而得之陰畫上，測定其與曝光對應之黑度，取以與曝光之對數比較，其關係果爲直線的，則照相上已能達再生天然明暗之目的矣。今試以露光爲E，其條件乃爲

$$\frac{E}{\tau \log E} = \text{常數}$$

以露光之對數爲橫軸，與此相應之黑度爲縱軸，就種種乾片求此線者，即得S形之曲線。此曲線可以示乾片之性質，或其製成此乾片之乳劑之性質，故稱之曰示性曲線。



第三十八圖 哥爾堡氏黑度計