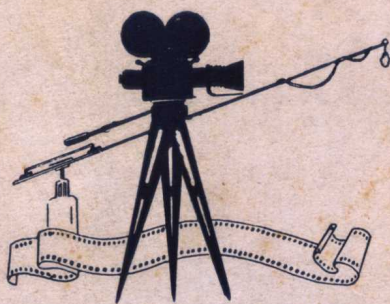


電影技術叢書

電影技術導論

E·M·戈爾陀夫斯基 著

沈鳳威 譯



中央電影局技術委員會出版

汪海

一九五三年十一月

中高級電影學校教科書

電影技術導論

ВВЕДЕНИЕ

В КИНОТЕХИКУ

全蘇國立電影學院電影技術學講座

工學博士 Е. М. 戈爾陀夫斯基教授 著

蘇聯國家電影出版局

1947 年出版

序 言

電影高等技術學校中『電影技術導論』這一課程的目的，只是給學生一些基本知識，學生從這一些基本知識出發，可以在留校學習時期以及後來出去實習中，以關於電影機件的構造和應用方法的直接知識，而加以充實。因此作者把一切關於機件以及技術過程的描寫力求精簡到最低限度，僅用簡明的方式指出和說明電影技術的主要技術概念，而作若干原則性的論述。

由於電影高等技術學校的學生都已有物理學、光學、電氣機械學、光學技術學、機械學、以及攝影術方面的基本知識，因此，作者的主要注意力全放在電影技術的專門特性上了。

在講授『電影技術導論』這一課程的時候，也許在寫作本書的時候也一樣，有三點最重要的困難是必須克服的：

1. 現代電影技術學與其他科學和技術部門的關係是如此密切，要分別地單獨處理每一電影技術過程的專門特性，而不涉及一般技術學問題，那是困難的。
2. 到目前為止，電影技術學尚還沒有確定的，牢固地規定好的專門術語。
3. 在電影高等技術學校裡，『電影技術導論』這門課程所佔的學習鐘點非常之少，這使人在講課方面以及在編寫教科書方面都感到極大的困難；現在只可以選擇最重要的東西，也只可以僅止於討論最基本的問題，所有那些雖然有關但是次要的問題，只好捨棄掉，有時候連並非完全不重要的也只好放棄了。

在編寫這本電影技術教科書時，作者面前的課題是給予學生們一個與許多科學和技術部門方面有關的各問題的綜述；因此，由於前面指出的那些困難——材料的多樣性，材料的廣泛性，再加上課時間的限制以及課本的篇幅不大，不可避免會有許多缺點的。對於讀者所提出的一切要求改善本書的意見和願望，作者一律歡迎，特此預先表示感謝。

E. M. 戈爾陀夫斯基
1947年3月在莫斯科

本書說明

本書爲中高級電影學校講授『電影技術』課程的教科書。書中論述了電影技術學各種基本過程：攝影，光學錄音，影片的洗印和放映，以及電影現象的原理和要義。此外並敘述了電影技術的發展歷史，說明了影片傳遞速度以及畫幅尺寸等問題。其中有四章專論影片製作和放映的技術，以及兩種尚還年青的電影技術部門——彩色電影和立體電影——的特性。本書除供電影部門的工程技術工作者用，亦可供與電影有關的各技術部門工作者參考。

目 錄

序

第一章 基本電影技術過程的圖式	(1)
§ 1. 有聲電影的拍攝	(1)
§ 2. 影片拷貝的印製	(10)
§ 3. 有聲影片的放映	(12)
第二章 電影現象的原理	(14)
§ 4. 旋盤鏡效果	(14)
§ 5. 影片畫幅照明量變更原則	(15)
§ 6. 影片畫幅照明量變更原則應用於各種電影技術過程的結果	(19)
第三章 電影技術發展史	(22)
§ 7. 電影攝影術時代以前 (1895年以前)	(22)
§ 8. 電影攝影術時代 (1895年以後)	(29)
§ 9. 有聲電影術	(35)
§ 10. 彩色電影術	(44)
§ 11. 立體電影術	(46)
第四章 影片畫幅的形式	(48)
§ 12. 膠片的尺寸	(48)
§ 13. 影片畫幅縱橫兩邊的比例	(54)
§ 14. 電影膠片各種尺寸的根據	(58)
§ 15. 影片畫幅的必需尺寸	(65)
第五章 影片的速度	(70)
§ 16. 攝影時和放映時的影片速度	(70)
§ 17. 錄音時的影片速度	(76)
第六章 電影膠片及其特性曲綫	(89)
§ 18. 電影膠片的性能	(89)
§ 19. 電影膠片的種類	(95)
第七章 電影攝影過程的原理	(104)
§ 20. 被攝對象的照明量與電影膠片照明量之間的關係	(104)
§ 21. 電影攝影時露光的計算	(104)

§ 22. 攝影條件與放映條件之間的關係	(113)
第八章 光學錄音過程的原理	(124)
§ 23. 電影膠片上感光法聲帶的性能	(124)
§ 24. 感光法錄音時的歪曲變形	(138)
§ 25. 各種變幅式錄音的型式	(143)
第九章 印製正片拷貝過程的原理	(148)
§ 26. 印製畫面	(148)
§ 27. 印製聲帶	(153)
第十章 有聲電影放映過程的原理	(162)
§ 28. 電影銀幕的變數	(162)
§ 29. 電影放映機的光學裝置	(171)
§ 30. 電影放映機的間歇運動裝置	(177)
§ 31. 有聲電影放映機的還音部份	(183)
§ 32. 各種特殊電影放映法	(188)
第十一章 電影影片的製作	(192)
§ 33. 電影攝影場及其性能	(192)
§ 34. 影片製作的技術	(197)
§ 35. 有聲影片的譯製	(205)
第十二章 有聲影片的放映	(131)
§ 36. 電影院銀幕的尺寸	(131)
§ 37. 電影放映場內觀眾座位的等級	(222)
§ 38. 電影放映場的形狀和大小	(230)
§ 39. 放映場地板的斷面形狀	(238)
第十三章 彩色電影術	(243)
§ 40. 彩色電影攝影的原理	(243)
§ 41. 彩色電影的各種攝製方法	(249)
第十四章 立體電影術	(261)
§ 42. 立體效果	(261)
§ 43. 使用個別裝置的立體電影方法	(263)
§ 44. 網格式立體電影的放映	(266)

第一章 電影技術過程的基本圖式

現代電影的技術過程是非常複雜的。從中可以分爲三個基本過程：拍攝影片，洗印拷貝，以及放映。現在讓我們來考察這三個過程的基本原理。

§ 1. 有聲影片的拍攝

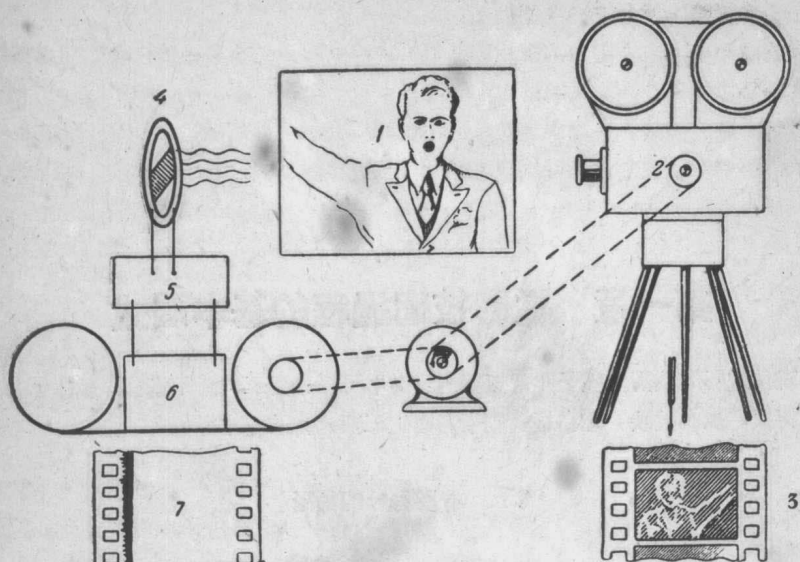
影片的拍攝，是把活動物體的連續活動形態攝在膠片上；但在拍攝有聲影片時，同時又須錄音，那就是，把被攝對象所發出的聲音或是由它們動作所引起的聲音記錄下來。

在第一圖上，用圖解說明了攝影過程。圖中《1》便是受拍攝的對象（一個在說話的人）；《2》是攝影用的電影攝影機；《3》是電影膠片，說話的那個人的形象已被攝在上面；被拍攝演員的語聲所造成的聲音的振動使傳聲器《4》發生同樣的振動，並由後者把他改變成電流，這電流又爲增強器《5》所增強，藉錄音機《6》之助，而記錄在第二種電影膠片《7》上。（參閱第一圖）

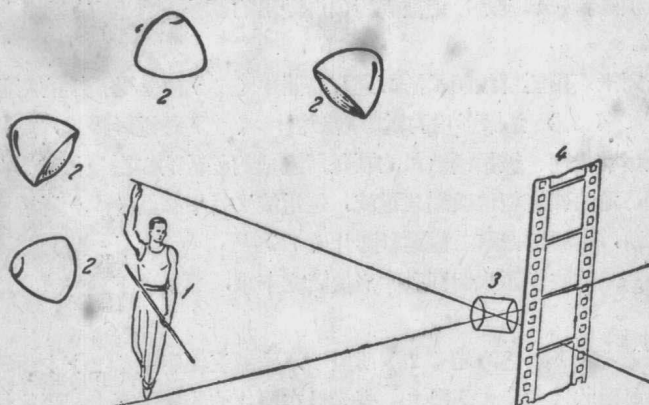
把活動對象的許多順次個別動作形象固定下來，那是以下列方式加以實現的。（第二圖）

受攝對象《1》，爲燈光《2》所照明，結果使從對象《1》上面所反射來的亮光射入攝影機的鏡頭《3》裡去。亮光射在膠片的感光藥膜上，膠片受光綫的影響便產生了潛影（註），潛影的深淺，是根據投射在感光藥膜上的光綫份量而定的。

（註）然而這潛影並不是立刻可以看見的；而還須對膠片施行若干沖洗處理——如顯影、定影——才能看見。在膠片中所獲得的影像，即是負像。（又稱底片影像——譯者）



第一圖 有聲電影攝影圖解



第二圖 畫面攝影的圖解

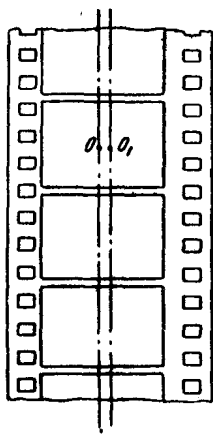
這樣，被攝物反射光綫最多的明亮部份，使膠片《4》的感光藥膜上成了同樣形狀的黑暗部份；反過來，對象反射光綫最少的陰暗部份則攝在膠片的這一部份上只留下一些極微弱的潛影。因此，對象的形象攝在膠片感光藥膜上之後，其明暗的

分佈是正和實際上所分佈的地位相反。

放進攝影機而尚未露光的膠片稱為電影底片材料，把對象攝成負像的已露光的膠片則稱為電影負像影片（又稱電影底片）。

膠片上每一個感光畫面（也即是每一個別獨立的電影負像），是有一定的框子範圍的。這框子決定着攝影機的露光片門，位置係緊靠膠片的感光藥膜。電影底片上每一個畫面（照片），稱為『格』。35mm膠片，每一公尺約有五十二格，16mm膠片，每公尺有一百三十一格。（又35mm膠片每英尺十六格，16mm膠片每英尺四十格。——譯者）

爲了要在膠片上拍攝活動對象的連續活動形態，每攝一格之後，膠片必須移一次地位，以便在接着再攝的時候，可以攝在未感過光的這一段膠片上。將對象的每一個別形態拍攝之後，便把膠片向上提高一格，這一種移動，是藉沿着膠片邊平均分佈着的齒孔（見第三圖）之助而進行的。



第三圖 電影膠片的斷片

攝影機上的一種專門裝置（稱為間歇運動裝置）上有一件特殊機件，它插在膠片的片孔裡，當攝影機開動時，它便把膠片一格一格向上移動。

攝影機的間歇運動裝置把膠片向上移動了一定的長度之後，它隨即又使膠片在露光片門前不動地停留一極短時間，這停留的時間也等於拍攝下一格所需要的時間。

當膠片向上移動的時候，攝影機的露光片門須被擋住，不讓被攝物所反射來的光綫進來，否則的話，在膠片的感光藥膜上，對象的形象便會模糊不清。管這一職務的是間歇遮閉器（俗稱葉子板——譯者）——這是一個能轉動的蓋子，樣子就像一片圓盤，上面有一部份給切去（180度以下）。當膠片在露光片門前停留不動的那極短時間內，間歇遮閉

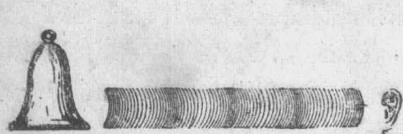
器的敞開部份（即切去部份）便在露光片門的面前，當膠片向上移動的時候，露光片門便被轉動過來的間歇遮閉器的遮閉部份所遮閉起來。每一秒鐘內所攝的畫幅的數目，被稱為攝影速度。在通常的電影技術製作過程中，以每秒鐘二十四格為標準速度。

在第三圖上畫着一段電影膠片，上面有三格完整的負像畫幅，以及兩格畫幅的

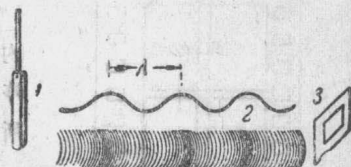
斷片（註）。我們看見，每一格所處的地位是這樣的：畫幅上的幾何中心《0》（見第三圖），並不與攝有這一畫幅的影片的幾何中心《O₁》在同一點上。這是因為，攝影機上的畫幅口要稍為偏一點，而在整個膠片靠近齒孔內側的邊上留下一條狹窄而未經露光的部分（見第三圖右方）。畫幅之所以採取這種位置，我們以後會知道，就是它與印製正片時有關係；在印正片時，這一未經露光的部分便印土被攝在負像上的對象所造成的聲音的記錄。

片上錄音的原理是這樣的：當被攝的對象發出聲音來的時候，週圍空氣便產生一種與其所發的聲音相應的振動。這種振動再藉空氣各層鬩振動作用的傳導過程（由於空氣各圈層對我們聽覺器官的影響），我們才能感覺到所見物體發出的聲音。（見第四圖）。

假如把傳聲器放在發聲體的面前，傳聲器的感受器也會與空氣的振動相一致；也就是說，與物體所發出聲音的性質相一致。傳聲器的感受機構的振動，可以用電氣傳導音響的方法變為電流，這種電流的振動性質，也會相同於傳聲器所感受原有的聲音振動性質。



第四圖 音波從發音物傳播開來



第五圖 正弦音振動的傳播

現在，在第五圖上以振動着的音叉《1》為例。音叉發出一陣正弦（純）音，於是音叉與傳聲器之間的音波《2》便按照正弦規律向空間擴展，傳聲器《3》的振動器也呈正弦地振動起來，最後，通過傳聲器而產生的電流也是呈正弦性的。

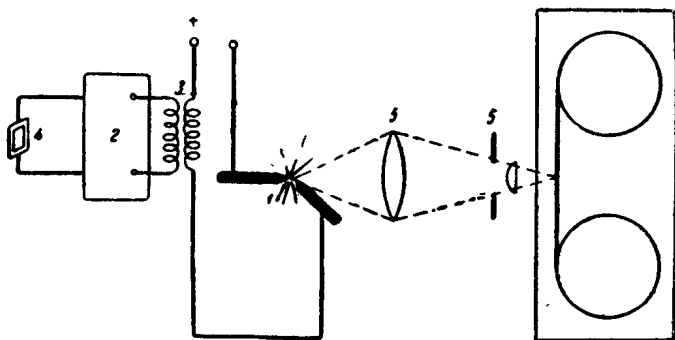
傳聲器的電流是十分微弱的，但是經過頻率達每秒鐘 16—20,000 週率（赫芝）的增強器所幫助，這些電流可以大大地增強起來。

爲了要說明把聲音振動用攝影方法（或光學方法）記錄在膠片上，我們要用一

（註）第三圖是攝影機片門框子所限定的長方形的負像畫幅。

個弧光燈錄音的圖解；這裡順便說一句，這種弧光燈曾在某一最舊的有聲電影攝製法專利發明中用來錄音，現在則早已不用了的。

在我們這一例子中，弧光燈《1》（第六圖）是用直流電的，因此，它的光流並不時時變動，弧光是安靜而無聲的燃燒着的。現在我們要在直流電之外，把從增強器《2》（見第六圖）出來，經過增強的傳聲器電流，經過變壓器《3》通入



第六圖 利用弧光燈用變密式錄音

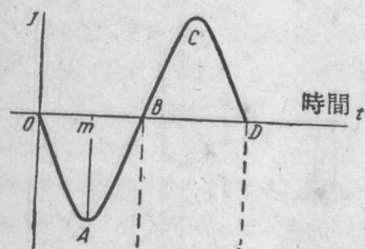
弧光燈去。假如在傳聲器《4》之前有一支音叉在發聲，那末弧光燈便會開始發出正好與音叉所發的聲音同樣的振幅來。所以如此，其理由是：由於音叉的作用，通過弧光燈的已不是原來的直流電，而是在變動着的電流，而且其電量大小的變化正與傳聲器電流的振動相一致。弧光光焰週圍的空氣溫度受到改變，這種改變隨着弧光燈交流電的頻率發生振動。於是，發音弧光燈便立刻依照在傳聲器前所發的聲音的性質，而再生出同樣的各種聲音來。

顯然，隨着上述弧光燈綫圈上的電流的改變，弧光的光流也會同時改變，因此這一種現象也就可以用來在膠片上記錄聲音的振動。

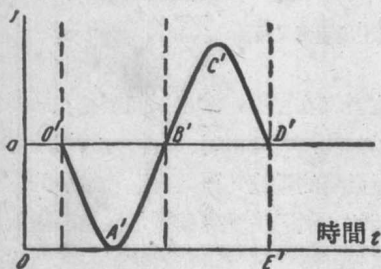
現在，讓我們來記錄一陣聲音的振動，那也便是說，來記錄 OABCD（第七圖）這陣振動相應時間中電流的變化吧。

假如說，在弧光燈《1》（見第六圖）上通過的直流電的電量是 Oa （第八圖）；那末，我們可藉增強器《2》（見第六圖）的放大作用，使被記錄的電流的振幅 mA 放大到相等於 Oa 的大小。假如在傳聲器《4》（見第六圖）將發生一陣聲音的振動，那末，發生於弧光燈綫圈上的交流電便將依照 OABCD 這一條曲

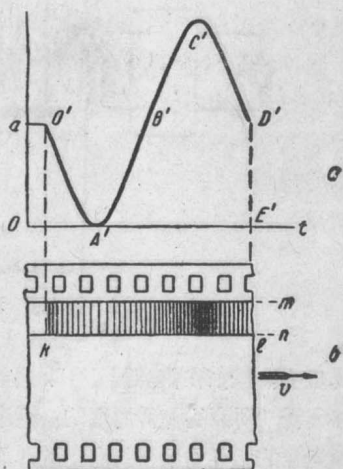
綫（見第七圖）而變化，於是，這弧光的所產生的電流，結合着直流電和交流電，在方向上將是直流的，但同時弧光燈的電流量却起着正弦變化（曲綫 $O'A'B'C'D'$ ，見第八圖）。結果，弧光的光流爲了要改變電流，在 $O'a$ 這一段上，在量上面開始仍將是直流的，可是以後，便開始依照正弦規律減低，直降到最小限量（零） A' 點，然後又重新增大，而達到最大限度量 C' 點，並且一直依照正弦規律變化，而又降落到 $D'E'=Oa$ 這個量上（見第八圖）。



第七圖 傳聲器線圈上的電流



第八圖 弧光燈線圈上的電流



第九圖 用變密式錄音的一次聲音振動的形狀

上述的振動（第九圖a）便可以記錄在移動的膠片上，至於膠片的感光藥膜上的潛影（隨感光量的多少而變化的）則是這樣的：聲帶 mn 的寬度始終不變，光學上的密度則逐次變化着（第九圖b）。

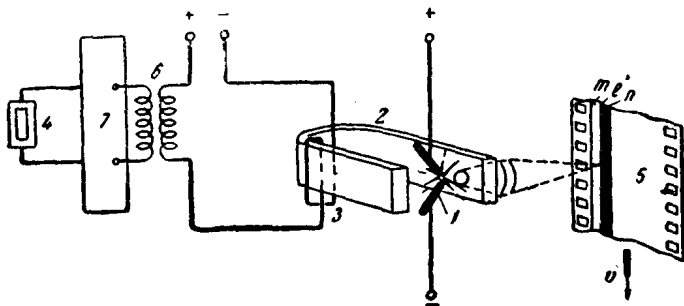
這一種膠片上錄音方法稱爲變密式錄音法（註）（或強弱度錄音法）。所得的記錄稱爲變密式錄音底片。

（註）原文 Фонграмма，係自希臘文中 Φωνε（聲音）及 γραμμα（書寫）二字拼合而成。

不要以為弧光燈光流，應該集中在一定的寬度 mn 上（見第九圖b），記錄聲音的光線光隙分的粗細，是應該聽任變更的。在錄音機上，膠片運動速度 V ，最高達每秒鐘456mm；因此，在記錄頻率10,000頻率的聲音時，聲音振動的每個頻率 $k\lambda$ （見第九圖b）在膠片上所佔的長度是 $456:10,000=0.0456\text{mm}$ 。若要記錄這一振動的全部細節，那便須用比0.0456mm細微得多的光隙。那是很明白的，例如，只有用一枝鉛心比字母細得多的鉛筆，才能寫出這個字母來，要描畫一幅畫的細部，那便需一枝筆鋒比這些細部細小些的畫筆。

在錄音時，粗細約在0.0456mm的光隙是不能記錄10,000頻率的振動的細節的；那樣記錄起來的話，頻率在10,000頻率的潛影便一點也找不出了。在實際錄音時，記錄光隙的粗細總在0.006—0.010mm之間。這樣的細縫是由一種特殊光學機件《5》（第六圖）所做成的。

變幅式錄音法與剛才說過的變密式錄音法不同。讓我們拿前面說過的弧光燈作為是錄音機器，也許會說得方便些，作為是光綫的調幅器，來考察這一種錄音方法的原理。



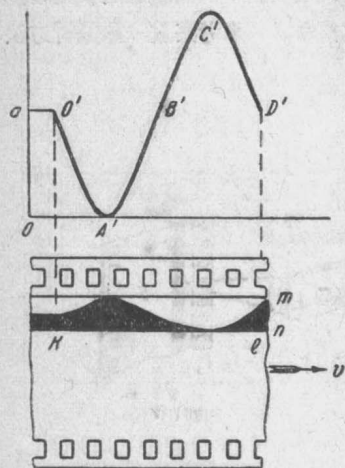
第十圖 利用弧光燈用變幅式錄音

讓我們把通有直流電的弧光燈《1》放在電磁場《2》上（第十圖），再把直流電通過繞在電磁場上的一個繞圈《3》。那樣，弧光便會對應着電流的量，藉它本身的磁場與電磁場所發生的互相影響發生彎曲變化，但同時則保持住同樣的明亮度，因為它的通電量並未改變。

當電磁《2》的繞圈《3》上（見第十圖）直流電有 Oa （見第八圖）這一電量的時候，弧光《1》便可以發生偏差，使處在運動着的膠片之前，並且形成着膠片

《5》上聲帶 mn 這一寬度的記錄細縫便為弧光遮去其寬度的一半 ln 。這時順着膠片《5》的長度，便在聲帶的一半寬度上印上同等密度的一條帶 ln （見第十圖）。現在，讓我們在電磁《2》的線圈《3》上，除直流電以外更通過傳聲器《4》所發出（經過放大器《7》以及變壓器《6》）的交流電看。假如在電磁線圈的交流電是正弦的，它的振幅是 $A_m = Oa$ （見第七，第八圖）的，那末電磁的線圈上的總電流便將依照曲線 $O'A'B'C'D'$ ，像第六圖上通過弧光燈的電流曲綫一樣，而變化。

不難看出，在方向不變、但電量是正弦地（見第八圖，曲綫 $O'A'B'C'D'$ ）變化的電磁《2》的電流的影響之下，弧光燈《1》便會從中央部位向左右擺動，同時，在這一段電流（以及聲音的振動）經過的時間中聲波便像第十一圖所描畫的那樣印在膠片上了。



第十一圖 用變幅式錄音的一次聲音振動的形狀

假如傳聲器所獲得的聲音振動複雜些；那末聲音記錄的形式也會相應地複雜些（見第十二 a 圖）。

這一種在膠片上錄音的光學的方法，即是以聲帶上的光綫密度不變（註），而聲音記錄的寬度改變的方法，我們稱之為變幅式錄音法。所得的記錄則是負影的。

在進行上述變幅式錄音時，光綫光隙從 $l_0 = ln$ 這一大小而達最大量 $I_{max} = mn = 2ln$ ，然後又回到最小量 $I_{min} = 0$ ；因此，這光綫接觸部分寬度變化的振幅便是：

（見十二 b 圖）

$$\frac{I_{max} - I_{min}}{2} = \frac{2nl}{2} = ln$$

而這一個振幅與光綫光隙寬度的平均量的比數則為：

$$p\% = \frac{I_{max} - I_{min}}{2l_0} \cdot 100 \quad (1)$$

（註）光學密度是根據影片的不透明度的對數而計算的。這種不透明度相等於投在膠片上的光量與穿過膠片的光量的比數。（不透明度——或譯阻光力。——譯者）

這一比數表示出了錄音時光綫調幅的大小。

在第十二6圖上，舉出了相等於100%光綫調幅的例子；當然，它的量是可以由0（未調幅的聲帶）而變到100%的。

不論是密度變化的（用於變密式錄音法）或是面積變化的（用於變幅式錄音法），記錄用的光綫光隙在被記錄的聲音的每一週率上，都會造成膠片透明度的若干差異（ $T_{max}-T_{min}$ ）。這一種透明度的差異也可以由感光法調幅的量（深度）來計算：

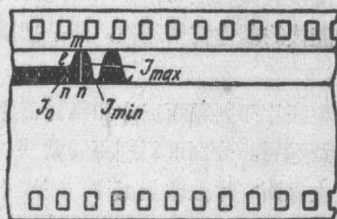
$$M\% = \frac{T_{max}-T_{min}}{2T_0} \cdot 100 \quad (2)$$

這一公式裡的 T_0 是透明度的平均量，也即是未調幅部份的聲音記錄的透明度。

在我們前述的例子中，我們所獲得的攝影調幅量是 $M=100\%$ 這樣一個量；這便是說感光法調幅的深度是與光綫調幅的深度相應的。



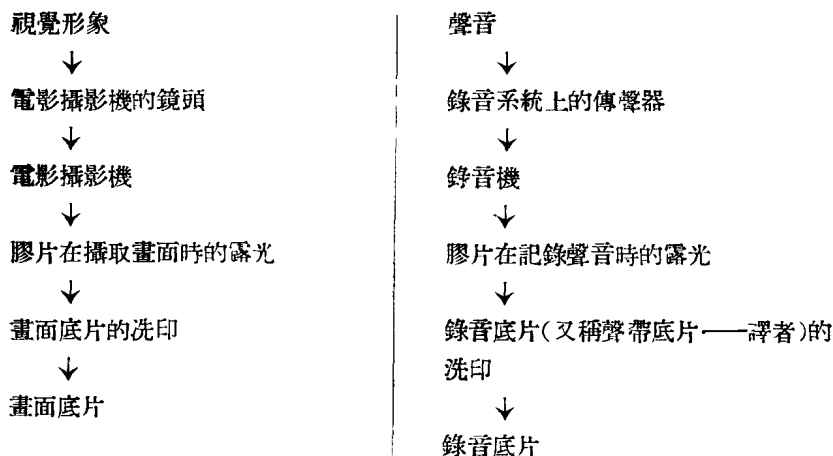
第十二 a圖 用變幅式錄音的複雜的振動聲音記錄



第十二 6圖 聲音記錄聲帶的調幅

然而 $p=M$ 的情形，對於任何光綫調幅量，只有在記錄頻率相對的低的声音振動時才會發生。在記錄高頻率聲音振動時，感光法調幅通常總是小於光綫調幅的。（參照本書第四章。）

這樣，有聲電影攝影的過程便可以用下列表解說明：



§ 2. 電影拷貝的印製

電影製作過程的結果，所獲得的是兩種膠片，一種是畫面底片，一種是錄音底片。隨後的製作技術過程，便是把兩種底片印在同一膠片上成正為片（又稱面片）拷貝。

從底片印製畫面正片和錄音正片，可以同時進行，仍須經過一道手續，但也可以分別進行。分別進行則更妥當些，因為印製畫面與聲帶的條件是有些差別的。

在畫面底片上印製正片，底片《1》與正片得合在一起，同時，正片和底片相接觸的是塗感光乳劑的那一面。（第十三a圖）

光源《3》藉發光設備均勻地照明了畫面底片《1》；這樣，底片上密度較大部份僅透過較少的光，而透明部份便透過較多的光（第十三b圖）。因此，印完之後，在正片《2》上經過顯影和定影便現出正像來，其明暗的分佈狀況却與底片相反，而和被攝物體相同。

由於攝影條件關係，畫面底片上有些個別部份的光綫密度是頗有差異的；因此，在光源《3》上須裝置一種特別的曝光調節器，可以視底片性質的不同而調節，產生真正『平衡』的電影正片拷貝來。

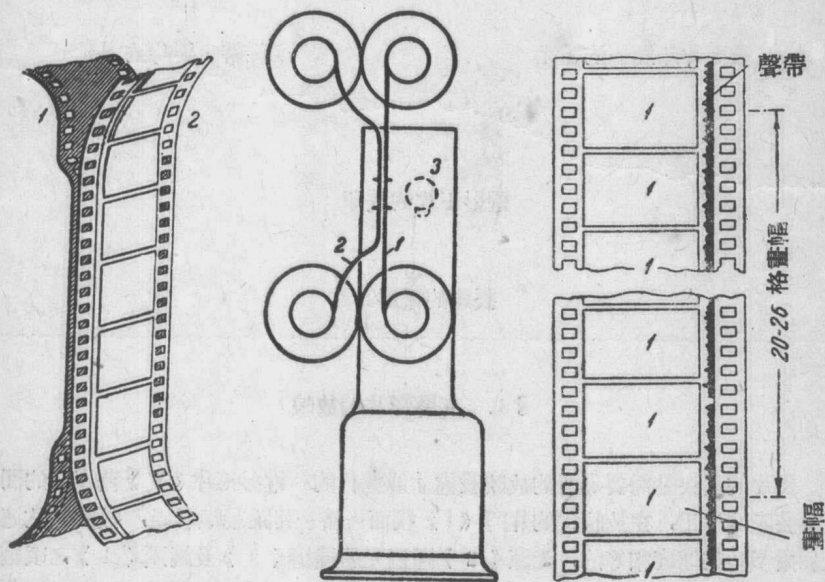
因為畫面底片攝製過程是在攝影機中間歇運動裝置的活動之下進行，隨膠片一格一格移動時而完成的，那末，在印製畫面正片時，底片和正片的移動可以逐格進

行。然而，在印製正片時，也可以採用將底片和正片用平均速度移動的方法來完成。

要把聲帶底片印在電影正片上，也是用一種特別光源以及裝有露光調節器的發光設備下去進行。

在印製聲帶片時，聲帶正片與底片的移動只可採用嚴格的等速運動，如同錄音時錄音機內拉動聲帶片的運動一樣。

在正片上，畫面的位置《1》佔着主要部門，在片孔旁邊留下來一條狹窄的狹



第十三 a圖 底片和正片相緊貼 第十三 b圖 用底片印正片 第十四圖 有聲影片的正片

條上印着聲帶。（見第十四圖）

因為在放映時畫幅是從放映機中某一部份放映出來，與之相應的錄音是從放映機的另一發音部份再生出的，因此，與畫幅對應的聲帶便得印在較畫面提前些（提前20——26格）。

印上畫面和聲帶以後，才能獲得一本完整的影片，在這本影片上包含着畫面部份以及聲帶部份的潛影，因此，對這本膠片的洗印處理是包含着畫面正片和聲帶正