

电影技术导论

戈尔陀夫斯基 著



中国电影出版社

电 影 技 术 导 论

〔苏联〕戈尔陀夫斯基 著

馬

薩 译

中国电影出版社

1959 • 北京

ПРОФ. Е.М. ГОЛДОВСКИЙ

Доктор технических наук

ВВЕДЕНИЕ В КИНОТЕХНИКУ

Учебное пособие для высших и
средних учебных заведений кинематографии

Москва ГОСКИНОИЗДАТ 1947

电影技术导论

〔苏联〕戈尔德夫斯基 著

馬 薩 譯

中国电影出版社出版

（北京西单含饭寺12号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第089号

北京财政出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国新华书店经售

开本850×1168公厘1/32·印张84·字数270,000

1959年11月第1版

1959年11月北京第1次印刷

印数1—2,200册 定价：1.30元

统一书号：15061·71

出版者的話

“电影技术导論”，是苏联戈尔陀夫斯基教授为高等、中等电影技术学校的学生們写的教科書。

本書1947年于莫斯科出版后，即博得一致的好評。为了提高我国电影技术干部的知識水平，中央电影局曾于1950年翻譯出版，以內部参考讀物的形式发行。

大跃进以来，我国电影事业有了极大的发展，制片单位和电影技术工作者的队伍大大地增加与扩大了。我們經常接到讀者来信，詢問此書是否再版发行，此种詢問，表明此書的价值，也表明讀者对此書的渴求。我們为了滿足广大讀者的要求，特及时重新譯出，重新印行，以饗讀者。

本書內容非常丰富，对电影技术的各个主要方面作了全面的叙述。举凡电影技术发展史、电影活动影像的原理、有声影片的拍摄、录音、洗印和放映等，都有詳細的論述。

此外，本書还闡述了有关彩色电影、立体电影、影片画幅的形式、胶片的尺寸和种类、影片的摄影频率和放映频率、影片的录音、胶片的性能、感光测定、銀幕的性能和尺寸、电影院观众厅的形式和座位，以及有声影片的譯制等等实际知識。

根据本書上述內容来看，它非常适合于初学电影技术的工作人員、已有实际工作經驗的技术人員以及电影学院的学生們学习和参考。

本書虽然是在1947年出版，因而有些新的技术——寬銀幕——未列入篇章，但就其包括的內容及其基本知識來說，对于我国广大的电影技术人員——特别是具有一定的文化水平，新参加电影技术工作的同志們來說，仍具有极其重要的参考价值。

本書的特点在于它遍涉整个电影技术的主要部門，而各部門又就其原理和各个主要問題的主要方面由浅入深地加以闡述，不論是初学的或有一定經驗的技术人員，都可从中吸取所需的知識和有所借鑒。大多数讀者对本書的要求在于此，而我們之所以重譯印行的原因也在于此。

序 言

电影高等技术学校中“电影技术导論”这门課程的目的，只是給学生一些基本知識，这些基本知識，学生可用在校学习时期以及出去实习中所得到的电影机械构造和使用方法的实际知識逐漸充实。因此，关于电影机械以及电影技术的过程，作者只作簡要的敘述，并且仅用簡明的方式指出和說明电影技术的基本概念和基本原理。

由于电影高等技术学校的学生都已具有物理学、光学、电气机械学、光学技术学、机械学、以及摄影学方面的基本知識，因此，作者的主要注意力全放在电影技术的專門特性上了。

在講授“电影技术导論”这门課程和写作本書的时候，同样有三点最重要的困难是必須克服的：

1. 現代电影技术与其他科学和技术部門的关系非常密切，因此，要分別地单独处理每一电影技术过程的專門特性，而不涉及一般科学技术問題，那是很困难的。

2. 到目前为止，电影技术还没有确定的、規定好的專門术语。

3. 在电影高等技术学校里，“电影技术导論”这门課程所占的学习鐘点非常之少，这使講授者在講課方面以及在編写教科書方面都感到极大的困难，因此只好选择最重要的东西，也只好仅仅討論最基本的問題，所有那些虽然有关但是次要的問題，只好放弃，有时甚至并非完全不重要的問題也只好放弃了。

在編写这本电影技术教科書时，作者面前的課題是給予学生們以有关許多科学和技术問題的綜合知識，因此，由于前面指出的那些困难——材料的多样性，材料的广泛性，再加上授課時間的限制以及課本的篇幅不大，所以本書难免有許多缺点。对于讀者所提出的一切要求改善本書的意見和願望，作者一律欢迎，特在此預先表示感謝。

戈尔陀夫斯基

1947年3月于莫斯科 編

目 次

出版者的話

序 言

第一章 电影技术的基本过程 (1)

§1 有声影片的拍摄 (1)

§2 电影拷贝的印制 (9)

§3 有声影片的放映 (10)

第二章 电影现象的原理 (13)

§4 旋盘镜效果 (13)

§5 影片画幅照明量变更原理 (14)

§6 影片画幅照明量变更原理应用于电影技术
各个过程的结果 (18)

第三章 电影技术发展史 (21)

§7 电影技术发展以前 (1895年以前) (21)

§8 电影摄影术时代 (1895年以后) (28)

§9 有声电影 (33)

§10 彩色电影 (41)

§11 立体电影 (43)

第四章 影片画幅的形式 (46)

§12 胶片的尺寸 (46)

§13 影片画幅纵横两边的比例 (52)

§14 电影胶片各种尺寸的根据 (56)

§15 影片画幅的必需尺寸 (62)

第五章 影片的速度 (67)

§16 摄影时和放映时的影片速度 (67)

§17 录音时的影片速度 (73)

第六章 电影胶片及其特性曲线 (85)

§18 电影胶片的性能 (85)

§19 电影胶片的种类 (91)

第七章 电影摄影过程的原理	(99)
§20 被摄物照明量与电影胶片照明量之间的关系	(99)
§21 电影摄影时曝光量的计算	(103)
§22 摄影条件与放映条件之间的关系	(103)
第八章 光学录音过程的原理	(118)
§23 电影胶片上感光声带的性能	(118)
§24 感光录音时的歪曲变形	(127)
§25 变积式声带的类型	(136)
第九章 印制正片拷贝过程的原理	(140)
§26 印制画面	(140)
§27 印制声带	(145)
第十章 有声电影放映过程的原理	(153)
§28 电影银幕的变数	(153)
§29 电影放映机的光学装置	(161)
§30 电影放映机的间歇运动装置	(167)
§31 有声电影放映机的还音部份	(174)
§32 各种特殊电影放映法	(178)
第十一章 影片的制作	(182)
§33 电影制片厂及其特点	(182)
§34 影片的制作工艺	(187)
§35 有声影片的译制	(199)
第十二章 有声影片的放映	(203)
§36 电影院银幕的尺寸	(203)
§37 电影观众厅内观众座位的等级	(211)
§38 电影观众厅的形状和大小	(219)
§39 观众厅地板的坡度	(228)
第十三章 彩色电影	(233)
§40 彩色电影摄影的原理	(233)
§41 彩色电影的各种摄制方法	(238)
第十四章 立体电影	(250)
§42 立体效果	(250)
§43 使用特殊装置的立体电影方法	(251)
§44 网格式立体电影的放映	(255)

第一章 电影技术的基本过程

现代电影的技术过程是非常复杂的。其中可以分为三个基本过程：拍摄影片、洗印拷贝以及放映。现在让我们来考察这三个过程的基本原理。

§1 有声影片的拍摄

影片的拍摄，是把活动物体的連續活动形态摄在胶片上，但在拍摄有声影片时，同时又須录音，那就是，把被摄物所发出的声音或是由动作所引起的声音记录下来。

在图1上，用图解说明了摄影过程。图中1便是被拍摄物（一个在說話的人）；2是电影摄影机；3是电影胶片，說話的那个人的影象已被摄在上面；演員的語声所造成的声音的振动使麦克风4发生同样的振动，并由麦克风把它改变成电流，这电流又为扩大器5放大，借助录音机6记录在第二种电影胶片7上（参閱图1）。

把活动物体的各个动作的影象按順序成象在胶片上，是以下列方式实现的（图2）。

被摄物1为灯光2照明，結果使被摄物1反射来的光綫射入摄影机的镜头3里去。光綫射在胶片的感光层上，胶片受光綫的影响而变黑*，变黑的程度决定于投射在感光层上的光綫的多少。

这样，被摄物反射光綫最多的明亮部分，使胶片4的感光层上成了同样形状的变黑部分；反过来，被摄物反射光綫最少的阴暗部分，摄在胶片的这一部分将使胶片的变黑程度很小。因此，被摄物的影象拍摄在胶片感光层上后，其明暗的分布，正和实际上所分布的地位相反。在胶片上所得到的这种影象，叫作負象。

放进摄影机而尚未曝光的胶片称为电影胶片；把被摄物摄成負象的已曝光的胶片称为底片。

*这种变黑还須对胶片进行加工处理——如显影、定影之后才能看見。

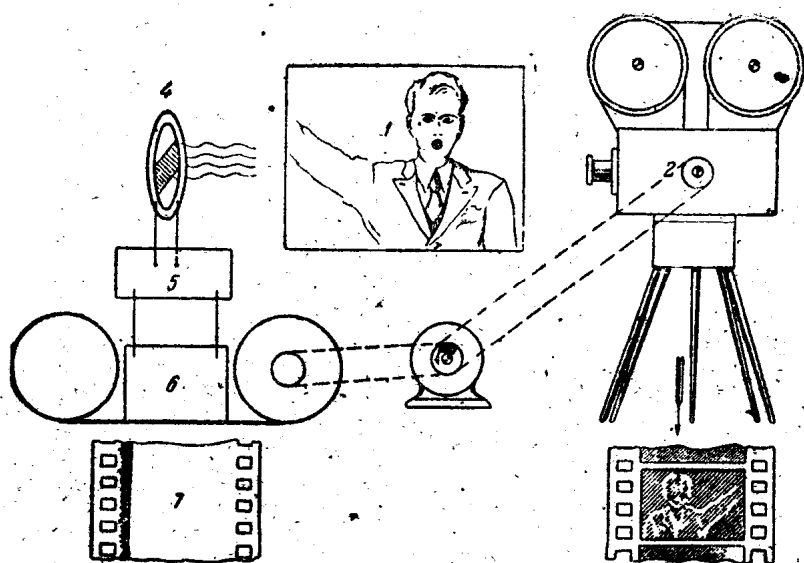


图1 有声电影摄影图解

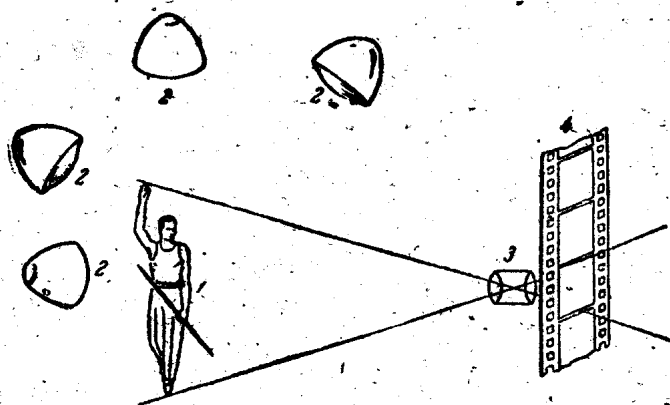


图2 画面摄影的图解

胶片上每一个感光画面（也即是一个单独的照片）的曝光范围，受片門框的限制。片門框决定摄影机曝光窗的大小，它的位置紧靠胶片的感光层。电影底片上每一个画面（照片），称为“画格”。35毫米胶片，每一

米約有52画格，16毫米胶片，每一米有131画格。

为了要在胶片上拍摄活动物体的連續活动形态，每拍摄一画格之后，胶片必須移一次位置，以便接着再拍摄的时候，可以拍摄在未感过光的一段胶片上。将被摄物的每一个別形态拍摄之后，把胶片移动一画格，这是借助于胶片边上等距位置的齿孔而进行的。

摄影机上的一种专门装置（称为間歇运动装置）上有一件特殊机件，它插在胶片的齿孔里，当摄影机开动时，它移动一个画格的长度。

摄影机的間歇运动装置把胶片移动了一定的长度之后，它随即又使胶片在曝光窗前不动地停留一极短時間，这停留的时间也等于拍摄下一画格所需要的时间。

当胶片移动的时候，須遮住摄影机的曝光窗，不讓被摄物所反射的光綫进来，否則的話，在胶片的感光层上便会造成影象模糊的現象。起这种作用的是間歇遮光器（俗称叶子板——譯者）；这是一个能轉动的盖子，样子就象一个圆盘，上面有一部分切去（以180度为限）。当胶片在曝光窗前停留不动的那极短時間內，間歇遮光器的敞开部分（即切去部分）便在曝光窗的前面；当胶片移动的时候，曝光窗便被間歇遮光器的遮閉部分遮閉起来。每一秒鐘內所拍摄的画格的数目，称为摄影頻率。在通常的影片制作过程中，都以每秒鐘24画格为标准頻率。

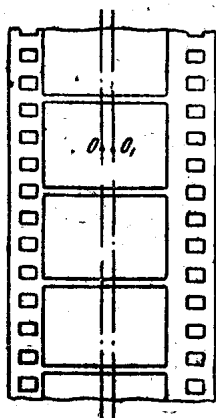


图3 电影胶片的一段

在图3所示一段电影胶片上面，有三个完整的底片画格和两个画格的一部分*。可以看出，每一画格所处的地位是这样的：画格的几何中心 O_1 （见图3）与这一影片的几何中心 O_2 并不在同一点上。这是因为摄影机上的画格框要稍为偏一点，在靠近齿孔内侧的边上留下一条狭窄而未经曝光的部分（见图3右方）。画格之所以采取这种位置，我們以后会知道，是和印制正片的条件有关系。在印制正片时，这一未经曝光的部分便印上摄取负象时间同期录下的声带。

用电影胶片录音的原理是这样的：当被摄物发出声音的时候，周围空气便产生一种和这声音相应的振动。这种振动再借空气层振动作用的传导过程（由于空气层对我们听觉器官的影响），我們才能

*图3是摄影机片門框所限定的长方形的底片画格。

感觉到所見物体发出的声音（見图 4）。

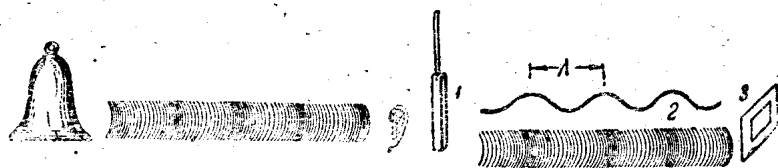


图4 音波从发音物传播开来

图5 正弦音振动的传播

假如把麦克风放在发声体的前面，麦克风的感受器也会与空气的振动相一致，也就是說，与物体所发出声音的性質相一致。麦克风的感受机构的振动，按照声电改变的原理而成为电流，这种电流的振动特性，也会与麦克风所感受的声音振动的特性相同。

現在，我們以图 5 所示振动着的音叉 1 为例。音叉发出一陣正弦音（純音），于是音叉与麦克风之間的音波 2 便按照正弦規律向空間传播，麦克风 3 的振动器也产生正弦振动，最后，麦克风輸出端上的电流也是正弦电流。

麦克风的电流是十分微弱的，但是經過頻率范围为每秒鐘 16—20,000 周率（赫芝）的扩大器扩大之后，这些电流可以大大地增强起来。

关于把声音振动記錄在胶片上的感光录音法，我們可用一个借弧光灯的作用进行录音的图解來說明。这里順便說一句，这种弧光灯曾在某一旧式有声电影摄制法专利发明中用来录音，現在則早已不用了。

在我們这一例子中，弧光灯 1（图 6）是用直流电的，因此，它的光流并不时时变动，弧光是安靜而无声地燃燒着的。現在我們要在直流电之

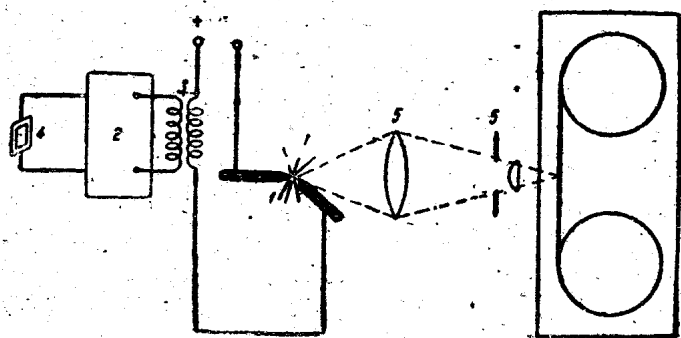


图6 利用弧光灯的变流式录音

外，把由扩大器 2 扩大的麦克风电流通过变压器 3 接入弧光灯去。假如在麦克风 4 的前面有一支音叉在发声，那末弧光灯便会开始发出正好与音叉所发声音同样的振幅来。其所以如此，理由是：由于音叉的作用，通过弧光灯的已不是原来的直流电，而是在变动着的电流，而且其电量大小的变化正与麦克风电流的振动相一致。弧焰周围的空气温度受到交替变化，因而空气随着弧光灯交流电的频率而发生振动。这样，“能发音”的弧光灯就会立刻按照麦克风前面发出的声音的特性，而再生出同样的声音来。

显然，随着上述弧光灯上的电流的改变，弧光的光流也会同时改变，因此，这种现象也就可以用来在胶片上记录声音的振动。

假设我们要记录一种声音的振动，也就是说，记录 OABCD (图 7) 周期内的电流变化。

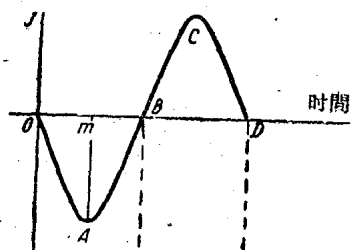


图7 麦克风线路上的电流

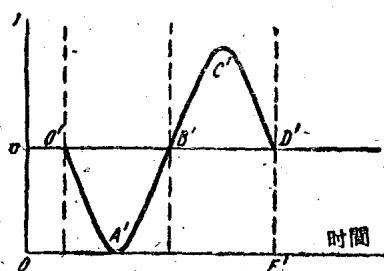


图8 弧光灯线路上的电流

假如说，在弧光灯 1 (见图 6) 上通过的直流电的电量是 O_a (图 8)，那末，我们可借扩大器 2

(见图 6) 的放大作用，使被记录的电流的振幅 mA 放大到相等于是 O_a 的大小。假如在麦克风 4 的前面 (见图 6)，有一种声音振动，那末，发生于弧光灯线路上的交流电

便将依照 OABCD 这一条曲线 (见图 7) 而变化。于是，弧光的合成电流 (由直流电和交流电组成)，在方向上将是直流的，但弧光灯的电流量却起着正弦变化 (曲线 $O'A'B'C'D'$ 见图 8)。结果，弧光的光流，为了要改变电流，在 $O'a$ 这一段上，起初是固定值，以后，便开始依照正弦规律降低，在 A'

点降到最小限度 (零) 然后又重新增大，在 C' 点达到最大限度，并依照正弦规律变化，又降到 $D'E' = Oa$ (见图 8)。

上述的振动 (图 9 a) 可以记录在移动着的胶片上，至于胶片感光层上的潜影 (随感光量的多少而变化的) 则是这样的：声带 mn 的宽度始终不变，光学密度则逐次变化着 (图 9, b)。

这种用胶片录音方法称为变密式录音法。所得的记录称为变密式声带

底片。

弧光灯的光流，应该集中在一定的宽度 mn 上（见图9，b），录音光刃的厚度，则可随意选用。在录音机上，胶片运动速度 V ，最高达每秒456毫米，因此，在记录频率10,000赫兹的声音时，声音振动一次的频率 λ （见图9，b）在胶片上所占的长度是 $456:10,000=0.0456$ 毫米。要记录这一振动的全部细节，那便须用比0.0456毫米细微得多的光刃。这很明显，例如，要写一个字母只有用一枝铅心比这字母细得多的铅笔，才能写出这个字母来，要描繪一幅画的細部，那便必須用一枝笔鋒比这些細部还細小的画笔。

在录音时，粗細約为0.0456毫米的光刃不可能记录10,000赫兹的振动的細节的，因为这样记录时，10,000赫兹的频率在声带上不会记录下一点痕迹。在实际录音时，录音光刃的粗細总在0.006—0.010毫米之間。这样的光刃是由一种特殊光学机件5（图6）所造成的。

变积式录音法与刚才說过的变密式录音法不同。我們仍以前面所說的弧光灯作为录音工具（或即所謂光調幅器）来研究一下这种录音方法的原理。

我們把通有直流电的弧光灯1放在电磁場2中（图10），再把直流电通过繞在电磁場上的一个綫圈3。这样，由于弧光本身的磁場与电磁場所发生的互相影响，弧光将隨着电流量而发生弯曲变化，但同时則保持住同样的明亮度，因为它的供电规范并未改变。

当电磁2的綫路3上（见图10）直流电有 Oa （见图8）这一电量的时候，弧光1便可能发生偏差，因而位于运动着的胶片前面并且限定胶片5上声带宽度 mn 的录音綫縫便被弧光遮去其宽度的一半 ln 。这时，順着胶片5的长度，在声带的一半寬度上，便記下了一条密度均匀的窄带 lm （见图10）。現在，我們在电磁鉄2的綫圈3上，除直流电以外，还通以麦克风4发出（經過扩大器7以及变压器6）的交流电。假如电磁鉄綫路上的交流电是正弦的，它的振幅是 $Am=Oa$ （见图7、图8），那末电磁

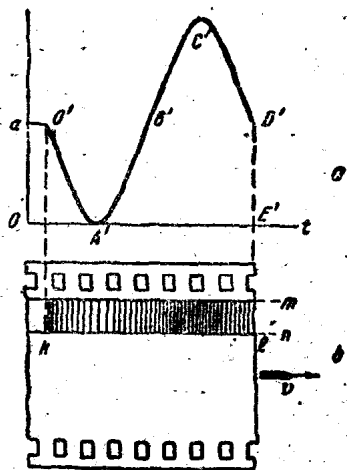


图9 用变密式录音法记录的一次声音振动的形状

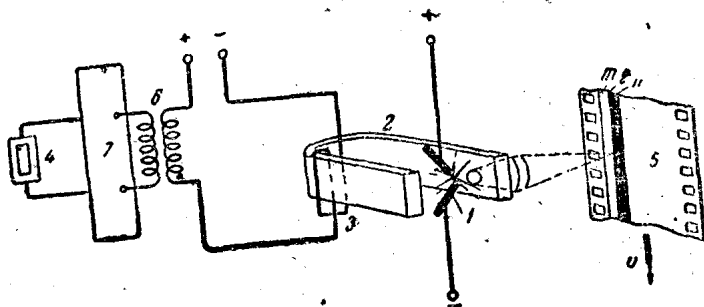


图10 利用弧光灯作变积式录音

铁路上的总电流便将依照曲线 $O'A'B'C'D'$ （和弧光灯电源电流曲线相似）而发生变化。

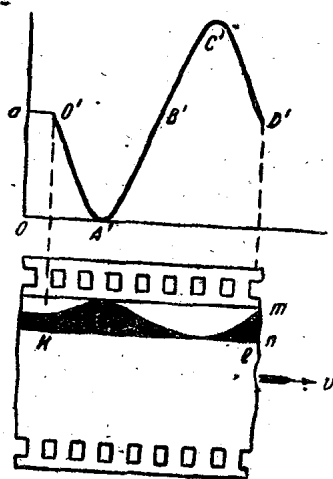


图11 变积式录音的一次声音振动的形状

不难看出，电磁铁2的电流，方向不变，但电量则按正弦规律（见图8，曲线 $O'A'B'C'D'$ ）而变化，在这种电流的影响之下，弧光灯1便会从中央部位向左右摆动，同时，在电流（以及声音振动）的一个周期内，声波便记录在胶片上，如图11所示。

假如麦克风所获得的声音振动复杂些，那末声音记录的形式也会相应地复杂些（见图12a）。

这一种在胶片上录音的光学方法，即声带上的光学密度不变* 而声音记录的宽度改变的方法，我们称之为变积式录音法。所得的记录是负象。

在进行上述变积式录音时，光刀从 $I_0 = \frac{1}{2}n$ 而达到最大值 $I_{\max} = mn = 2\frac{1}{2}n$ ，然后又回到最小值 $I_{\min} = 0$ ；因此，光刀宽度改变的振幅（见图12b）便为：

*光学密度是根据影片的不透明度的对数而计算的。不透明度等于投在胶片上的光流量与透过胶片的光流量的比数。

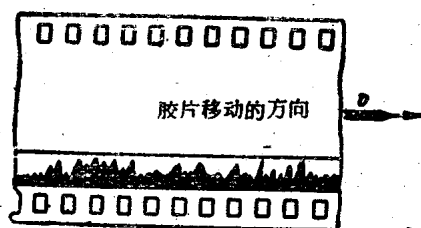


图12a 变积式录音的复杂的
声音记录

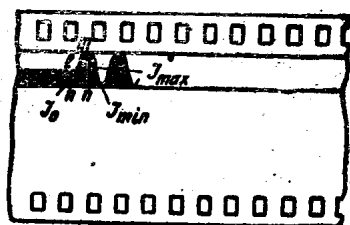


图12b 声带的调幅

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{2} = \frac{2 n I_0}{2} \pm I_n$$

而这一振幅与光刃宽度平均值的比数则为:

$$P\% = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{2 I_0} \cdot 100 \quad (1)$$

这一比数表示录音时的光调幅度。

图12b所示, 是100%光调幅度的情况。当然, 光调幅度的大小可以由0 (未调幅的声带) 而变到100%。

不论是变密式 (用于变密式录音法) 或是变积式 (用于变积式录音法) 的录音光刃, 对于被记录声音的每一周率来说, 都会造成胶片透光率的若干差异 ($T_{\max} - T_{\min}$)。这种透光率的差异也可以用感光调幅度来计算:

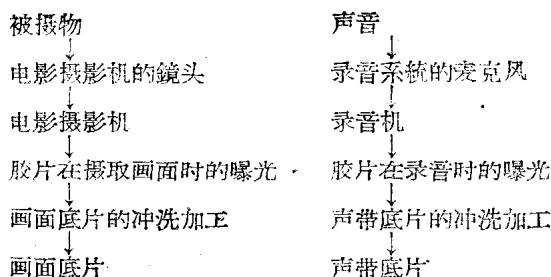
$$M\% = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2 T_0} \cdot 100 \quad (2)$$

式中, T_0 是平均透光率, 即声带未调幅部分的透光率。

在这种情况下, 所获得的摄影调幅度是 $M = 100\%$; 这便是说, 感光调幅度是与光线调幅度相适应的。

然而 $P = M$ 这个情形, 对于任何光线调幅度来说, 只有在记录频率比较低的声音振动时才会遇到。在记录高频率声音振动时, 感光调幅度通常总是小于光线调幅度 (参照本书第四章)。

这样, 有声电影摄影的过程便可以用下列表解说明:



§2 电影拷贝的印制

摄制影片的结果，获得两种胶片，一种是画面底片，一种是声带底片。以后的制作工艺过程，便是把这两种底片印在同一条胶片上成为正片拷贝。

从底片上印制画面正片和声带正片，可以同时进行，也可以分别进行。分别进行则比较妥当些，因为印制画面与声带的条件有所差异。

在画面底片上印制正片时，底片 1 与正片得合在一起，同时，正片和底片相接触的是涂感光乳剂的那一面（图 13a）。

光源 3 借发光设备均匀地照明画面底片 1，这样，底片上密度较大部分只透过较少的光，而透明部分便透过较多的光（图 13b）。因此，印完后，在正片 2 上经过显影和定影之后便现出正象来，其明暗的分布状况却与底片相反，而和被摄物相同。

由于摄影条件的关系，画面底片上某些部分的光学密度是有差异的，因此，在光源 3 上须装设一种特别的曝光调节器，它可以根据底片性质的不同而进行调节，以产生密度“平衡”的电影拷贝。

因为画面底片是胶片在摄影机中受间歇运动装置的拉动而逐格摄成的，所以，在印制画面正片时，底片和正片既可以逐格移动，也可以采用使底片和正片以等速移动的方法来印制。

把声带底片印在电影正片上，也是借助一种具有特别光源以及装有曝光调节器的设备进行的。

在印制声带片时，声带正片与底片的移动只可采用严格的等速运动，如录音时录音机内声带片的运动一样。

在正片上，画面的位置 1 占着大部分面积，在齿孔旁边留下一条狭窄的狭条用以印声带（见图 14）。因为在放映时画幅是从放映机中某一部分放映出来，而与之相应的声带则是从放映机的另一发音部分发出来的，因

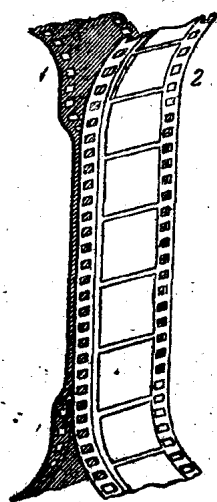


图13a 底片和正片相
紧贴

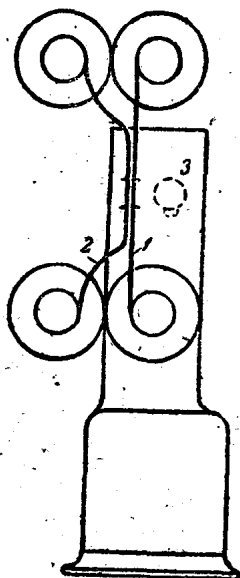


图13b 用底片印正片

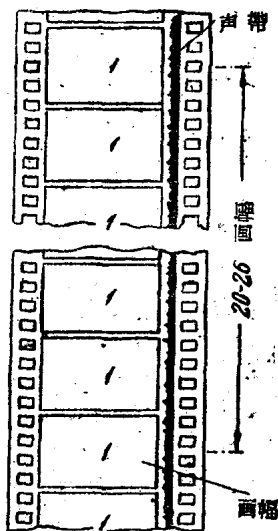


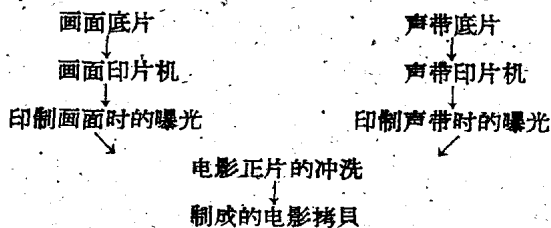
图14 有声影片的正片

此，与画幅相应的声带便印得较画面提前些（提前20—26片格）。

印上画面和声带以后，才能获得一本完整的影片，在这本影片上有着画面部分和声带部分的潜影，因此，这本胶片的画面和声带便一起进行冲洗。

所制出的电影正片拷贝，我们称之为影片、电影片或电影拷贝。

有声电影片正片拷贝的印制程序可用下列图解来说明：



§3 有声影片的放映

影片的放映需要专门的放映设备。电影正片F借专门的间歇运动装置