

初级电影放映技术丛书

16 毫米移动式 电影放映机

傅肃雍 万静宜 著

中国电影出版社

编 者 的 话

这套《初级电影放映技术丛书》由《影片使用与维护》、《35毫米固定式电影放映机》、《16毫米移动式电影放映机》、《放映机的光学装置》、《放映机的发声部分》、《放映新光源》、《放映换机控制装置》、《银幕与放映场地》、《晶体管电影扩音机》、《电子管电影扩音机》、《放映电工基础》等十一册组成。每本书的内容，既相对独立又相互联系，比较全面而系统地介绍了电影放映专业的基础理论和新技术。

早在十年动乱前，文化部电影局为满足当时我国放映工作者进行初级放映技术培训和进修的迫切愿望，就曾组织力量编写并出版了一套《初级电影放映技术教材》，按电影放映技术的传统的学科分类，计包括《电影放映机》、《放映扩音机》、《发动发电机》和《放映电工学》等四册，交由我社编辑出版。作为补充，我社也曾组织出版了一些电影放映设备维修小丛书。这些出版物在当时反映我国电影技术和电影放映设备的发展水平，对我国电影放映事业的发展曾起到了积极的推动作用，并因而受到广大读者的重视和好评。

近年来，我国的电影放映事业又有了长足的进步，科技新成果的大量引进电影技术领域，诸如晶体管电影放映机、氙灯、钨灯等电影放映新光源，以及数控自动换机装置等新型电影放映技术装备的推广使用，大大丰富和发展了电影放

映的基础理论和专业技术。而现阶段我国的电影放映队伍也与以往大不相同。因此，旧版本的《初级电影放映技术教材》和电影放映设备维修小丛书，囿于内容上和体例上的某些局限，已无法满足广大读者的实际需要。为此，我社组织全国各地一些多年从事电影放映技术研究或电影放映技术教学工作的同志，从当前我国电影技术的发展水平和电影放映事业的客观需要出发，编写了这套《初级电影放映技术丛书》。

本丛书主要供电影放映人员学习和进修初级放映技术之用；此外，它对于从事电影技术培训和电影放映技术设备管理等工作的同志，也有一定的参考价值。

编 者

1986年4月

目 录

第一章 引言	(1)
§ 1—1 电影的摄制和放映	(1)
§ 1—2 电影胶片和影片	(8)
§ 1—3 电影放映设备	(21)
第二章 放映机的机械部分	(40)
§ 2—1 片夹和供片装置	(40)
§ 2—2 输片齿轮和滑轮	(48)
§ 2—3 片门与画幅调节器	(61)
§ 2—4 间歇运动机构	(78)
§ 2—5 遮光器	(103)
§ 2—6 收片臂和收片装置	(110)
§ 2—7 动力及传动机构	(119)
第三章 放映机的光学部分	(138)
§ 3—1 放映机的照明光学系统	(138)
§ 3—2 放映光学系统	(165)
§ 3—3 光学部分的故障	(180)
第四章 放映机的还音部分	(187)

§ 4—1	还音光学系统.....	(187)
§ 4—2	匀速减震装置.....	(199)
§ 4—3	还音部分的调节.....	(209)
§ 4—4	还音部分的故障.....	(212)
第五章	放映机的供电电路和控制电路.....	(217)
§ 5—1	放映机的供电电路.....	(217)
§ 5—2	放映机的控制电路.....	(225)

第一章 引 言

§ 1-1 电影的摄制和放映

一、影片的拍摄阶段

影片的摄制包括两个阶段，即前期的拍摄阶段和后期的制作阶段。在拍摄阶段中，摄影师操作电影摄影机，以每秒24格的速率将演员的表演记录在胶片上。为了进一步了解摄影机是如何工作的，我们不妨先简要地介绍一下摄影机的原理。

电影摄影机实际上就是一架能连续拍摄多幅画格的活动照相机。整个摄影机除了允许从摄影镜头中透入光线之外，其他机件都被密封在不透光的机盒里，以防止胶片漏光。拍摄前，预先在暗室里将供片盒1中未感光的胶片6装在摄影机上（图1-1）。

摄影机的主要机件都集中在片门3附近。片门可以将胶片压在一定的平面上，它有一个可以通光的矩形孔——片门孔5。透过摄影镜头7的光线，就通过片门孔使压在其后的一格胶片曝光。在镜头与片门孔之间，还装有一个遮光器4。遮光器是一个能均匀旋转的金属圆片，上面开有一块扇形的

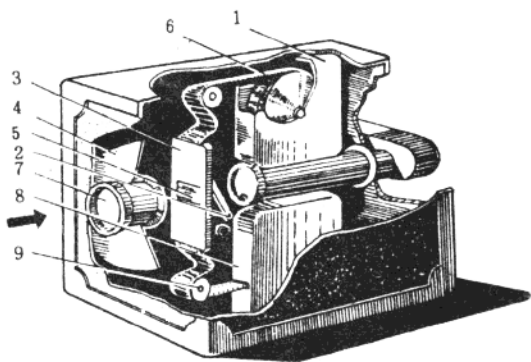


图 1—1 电影摄影机的原理图

1—供片盒 2—抓片爪 3—片门 4—遮光器 5—片门
孔 6—胶片 7—镜头 8—收片盒 9—收片齿轮

缺口，在机器未开动时，圆片未开缺口的地方恰好将片门孔遮住，以免透过镜头的光线照射到处在片门孔之后的胶片上。摄影机开动后，胶片在片门中则被一个称为抓片爪 2 的机件间歇拉动着。如图 1—2 所示。当抓片机构的圆盘 1 作匀速旋转时，抓片爪 2 将依次做出：(1)伸入胶片齿孔，(2)向下拉动胶片，(3)退出胶片齿孔，(4)向上空行等四个动作，拉下一格画幅。抓片爪向下拉片的动作与遮光器遮光的动作是密切配合好的：当抓片爪向下拉动胶片时，如图 1—1 中所示，遮光器恰好用它的叶板将片门孔遮住，不使光线落在被拉动着的胶片上。当抓片爪拉下一格画幅之后，胶片在片门压力的作用下，停在片门中不动。此时，遮光器打开片门孔的光路，让来自被摄物体的光线透过镜头在胶片上结成明亮不一的影像

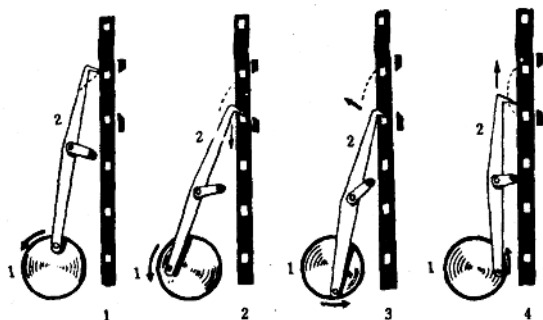


图 1—2 摄影机抓片爪的拉片动作

1—抓片爪伸入齿孔 2—向下拉动影片 3—退出齿孔 4—向上空行

(即对这格画幅“曝光”)。这格胶片曝光后，遮光器将光路遮住，与此同时，抓片爪拉下第二格画幅，重复上次的动作。如此循环复始，即可用上述感光方法，将演员在一秒钟内的表演分成24个分解动作记录在电影胶片上。胶片感光后，通过收片齿轮9之后被卷入收片盒8中，此时，在它的“乳剂”层中形成了暂时还看不见的所谓具有潜影的画面。

拍摄有声电影时，要进行录音。电影录音可以与拍摄画面同时进行，也可以安排在拍摄画面之前或之后。它们分别称为“同期”、“前期”和“后期”录音。同期录音多用于拍摄故事片；前期录音多用于戏曲片；后期录音则往往用在纪录片和译制片中，现在不少故事片也采用后期录音。同期录音时，传声器先将演员表演时读出的台词声变成相应的电流信号，这种电流信号经录音机的扩大器2放大后，再流过图1—3所示处于磁铁3的磁场内的一根扁平导线4。根据感应电

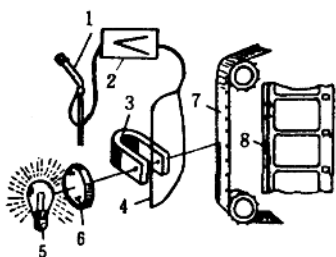


图 1-3 光学录音原理图

1—传声器 2—放大器

3—磁铁 4—导线 5—光源

6—镜头 7—胶片 8—声带

动力的原理，这根导线在有电流流过时，会在磁场中随电流的大小和方向，作不同幅度和方向的横向运动。导线的运动与声音振动的变化相对应，并在水平方向上部分地遮去由光源 5 经镜头 6 汇聚的一条窄长的光带——录音光刃，使穿过磁铁小孔的光产生相应的变化。光流投射在均匀移动着的胶片 7 上，使之感光。于是，光流

的变化就由胶片用“潜影”的方式记录下来了。如果将这条胶片冲洗出来，就能在胶片上获得图 1-3 中所示的一条声带 8。

除了对白的声带以外，在故事片中还要录制为影片创作的音乐声带和音响效果声带。为了录制方便起见，目前大多用磁带录音机将演员的对白和音乐、歌曲以及剧本中规定的枪炮声、马蹄声、虫鸣声等各种音响效果分别记录在几条磁带上。所有这些声带，利用多台还音机还原出来，通过调音台将其混合录制成一条磁性声带。随后，再将这条磁性声带插在光学转录机上转录到电影胶片上，得到一条有潜影的光学声带底片。

二、影片的洗印加工阶段

画面和声带摄录好之后，还要进行洗印加工。在这一阶

段中，首先要将已感光的胶片装入显影机里进行冲洗。胶片在显影机里经过显影、水洗、定影、水洗和干燥，能使潜影变成人眼可见的实影。这个实影的色彩和明暗与实际景物相反：原来是黑暗的地方，在胶片上呈明亮的白色，原来是明亮的白色部分，在胶片上却成了不透光的黑色。这样的胶片被称为底片或负片。如果拍摄时用的是彩色胶片，那么在底片上的影像色彩将是原色的补色：原来是红色的地方，变成了青色；原来是绿色的地方，变成了品红色；原来是蓝色的

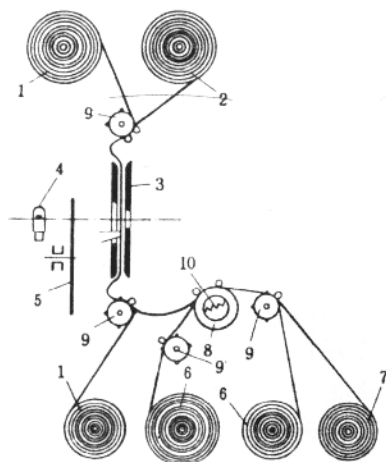


图 1—4 声画合成的印片原理图

1—画面底片 2—未感光的胶片 3—片门 4—印画面用的光源 5—遮光器 6—声带底片 7—声画合成正片
8—声带感光用的片门 9—输片齿轮 10—印声带用的光源

地方，底片上呈黄色。用冲洗好的画面底片，在印片机里对另一卷未感光的胶片“曝光”；新曝光的胶片经过冲洗，色彩和明暗便与实物一致了，它被称为画面正片。

这条胶片还要经过剪辑，然后再用剪辑好了的正片（完成样片）印片，即可得到顺序合乎要求的底片。用画面底片1和声带底片6在图1—4所示的印片机上印片，就能在同一条胶片2上得到既有画面又有声带的声画合成的正片7。

图中9是输片齿轮，3是片门，4是印画面用的光源，5是遮光叶片，8是声带感光用的片门，10是印声带用的光源。用声画合成正片翻印若干个合成负片后，即可用这些负片大量印制可供放映的影片拷贝了。

三、影片的放映

影片上的画面和声带必须采用电影放映设备并进行相应的操作，才能使观众在银幕上看到活动的画面影像和听到与之有关的声音。

16毫米影片的放映过程如图1—5所示。将影片按图中所示的线路挂好在放映机上，放映时开动电动机，由供片输片齿轮2将影片从供片夹1中均匀拉出，再由抓片机构4以每秒移动24格画幅的速度，将它一停一动地拉过片门3。

当影片的一格画幅在片门中作短暂停留时，由光源5射来的光流把这格画幅照亮。透过画幅后的光线在画面范围内光亮明暗不同，并由放映镜头6投射到银幕7上，结成一个稳定的、放大的清晰影像。

当这一格画幅的影像映出之后，抓片机构4即将这格画幅拉走，使下一格画幅来接替上一格，再次投射到银幕上。

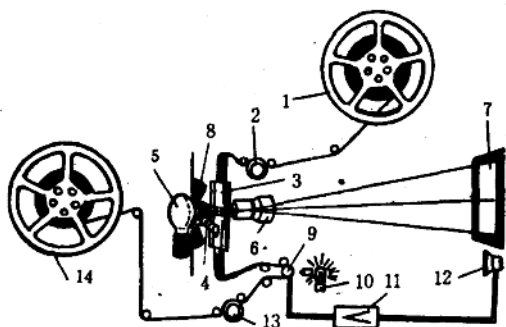


图 1-5 16毫米影片放映示意图

- 1—供片夹 2—供片输片齿轮 3—片门 4—抓片机构
5—放映光源 6—放映镜头 7—银幕 8—遮光器 9—音鼓
10—激励灯泡 11—扩音器 12—扬声器 13—收片齿轮
14—收片夹

当画幅在片门中替换时，遮光器 8 恰好转到片门孔与光源之间，把射向片门孔的光线挡住，不使影片在片门中被间歇拉动时的痕迹出现在银幕上。影片一格接替一格不断地进行，人们就能在银幕上看到活动的影像了。

当影片画幅被映射到银幕的同时，在音鼓 9 上运行的声带部分被激励灯泡 10 的光线所照射，这个光线被声带的明暗部分调幅后，投射到光电器件（光电池）上（图中未画出），产生一个与所录声迹明暗变化相对应的电流。这个变化的电流经扩音机 11 放大后，由扬声器 12 放出声音，以配合它与银幕上影像的动作。还音后的影片，通过收片齿轮 13 被卷入收片夹 14 中。

§ 1-2 电影胶片和影片

电影胶片是指未经曝光的生胶片；影片是指通过摄影机曝光将被摄物记录在生胶片上，然后再经过洗印加工，供放映用的成品（即拷贝）。

为了便于读者了解电影放映机上的某些特点，以及操作时应注意的问题，下面我们将介绍一些有关电影胶片及影片方面最起码的知识，供读者参考。

一、电影胶片的种类

电影胶片是一条质地柔软、具有一定机械强度并能感光摄影的透明胶带。未经曝光的电影胶片，称为负片。普通的电影胶片和日常照相机用的135胶卷是同一种胶片，只不过它们的长度不同而已。供放映电影用的电影胶片叫正片，它和负片只是在感光性能上不同，其他方面则是一样的。负片经感光摄影和冲洗后，叫做底片。正片经印片、冲洗获得黑白或彩色影像和声迹后，叫做影片。影片有时又按译音称为“拷贝”。

电影胶片有很多种不同的分类方法。按影片的宽度来分类时，国际上有70毫米、35毫米、16毫米和8毫米四种。我国目前自行生产和使用的有35毫米、16毫米和8.75毫米等三种。按照影像的颜色，胶片则有黑白片和彩色片之分。而按制造电影胶片片基的材料分类，胶片又可以分为硝酸片、醋酸片、三醋酸片和涤纶片四种。

经过拍摄及制作出的影片则可分为：故事片、纪录片、

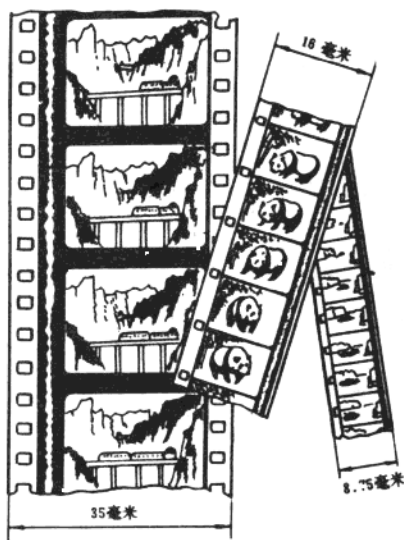


图 1—6 三种不同宽度的影片

新闻片、科教片和美术动画片等等。根据摄制和放映的方法不同，还可分为普通银幕影片、变形系统宽银幕影片、遮幅式宽银幕影片、立体影片等等。

我国目前流行的三种不同宽度的影片，如图1—6所示。其中16毫米影片在农村流动放映中使用得较为广泛，本书叙述的就是专供放映这种影片的移动式放映机。图1—7是16毫米影片的一个片段，其中印有影像的部分，叫做画幅。在片长方向上画幅与画幅之间的黑暗部分2，叫做分格线。在每格画幅的一侧，有一个长方形的小孔3，叫做齿孔。

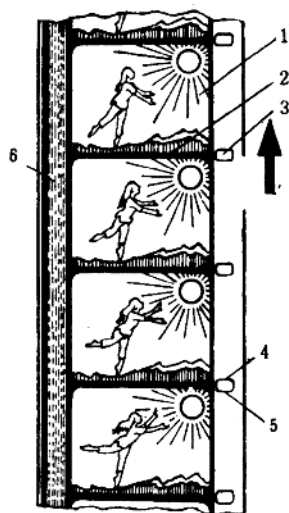


图 1—7 16毫米影片片段

- 1—画幅 2—分格线
3—齿孔 4—工作边缘
5—非工作边缘 6—声带

放映影片时，要将齿孔挂
在电影放映机的输片齿轮上，
才能带动影片运行。正常放映
中的画面是倒置的，以便通过
放映镜头成像时颠倒过来，在
银幕上结成正立的像。放映时
影片按图中箭头所示方向运
行。齿孔被拉动的那个横档4，
叫做工作边缘，横档5叫做非
工作边缘，画幅的另一侧录有
声迹的部分6，叫做声带。

影片在放映机上是以有齿
孔的一侧片边靠在机件的基准
面上运行的，所以这一边是影
片的基准边。影片运行时片道
是否正确，是以这一边为基准
的。它在16毫米放映机上处于
远离机身而靠向放映员的一
侧。

二、电影胶片的构造

黑白电影胶片的断面如图1—8所示，它有四个层面。其中
1 为乳剂层，由能起感光作用的物质——卤化银溶解于精胶
内制成，用来记录影像和声音。因此，这一层又称为感光层
或药膜。3 为片基，它软而透明，具有一定的弹性和机械强
度，是整个胶片的基体，用来承载乳剂层。2 是胶合层，由

透明的白明胶组成，用来使乳剂层和片基紧密地粘合在一起。4为漆光层，用来保护片基，不使片基直接与机械表面接触；此外，也可减少胶片干燥时的翘曲。

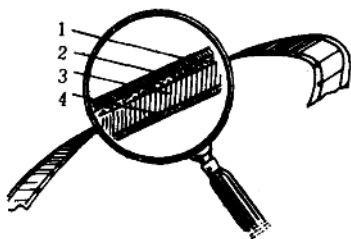


图 1—8 黑白电影胶片的构造

- 1—乳剂层 2—胶合层
3—片基 4—漆光层

常用的彩色电影胶片，从理论上讲由图1—9中六个主要层面构成。其中2是片基，与黑白片用的片基相同。6、4、3是三个乳剂层，其中6是感蓝光层，4是感绿光层，3是感红光层。感蓝光层只对光线中的蓝光敏感，对其他色光不起感光作用。这一乳剂层经过感光后，在彩色显影液的作用下，显影时生成黄色，而乳剂层中未被感光的部分不起化学变化。感绿光层除了对绿色光敏感外，对蓝光也起感光作用；感过光的乳剂层在彩色显影液的作用下会生成品红色，未感光处的乳剂层也不起变化。感红光层除了对红光敏感外，也对蓝光起感光作用，感光后在彩色显影液的作用下，生成青色。为了使每一个感光层分别只对红、蓝、绿三种色光中的一种色光起感光作用，在感蓝光层6的下面敷了一层黄滤色层。这一层在未冲洗前呈黄色，它能让红光和绿光透过，而吸收蓝光；换句话说，它会阻止蓝光透过。这样，6、4、3三层就分别只对入射光中的蓝光、绿光和红光起感光作用了，从而可以将一个彩色物体的这三种彩色成分分别记录在三个相应的乳剂

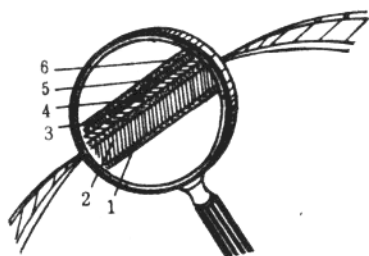


图 1-9 彩色电影

胶片的构造

- | | |
|--------|--------|
| 1—防光晕层 | 2—片基 |
| 3—感红光层 | 4—感绿光层 |
| 5—黄滤色层 | 6—感蓝光层 |

层中。图中 1 是防光晕层。未冲洗前，它呈绿色或黑色，用来吸收透过上述三个感光层之后的光线，防止它们从片基上反射回去，对上述乳剂层再次曝光而影响影像的清晰度。此外，它还起到防止静电感应的作用，使胶片不致于在与机械零件摩擦时因静电感应而放火花，造成影像质量损失。

黄滤色层和防光晕层的颜色，会在冲洗过程中溶解掉，变成透明层。以上仅对彩色胶片主要乳剂层的作用及其原理进行了简要的阐述，在实际应用中情况还要复杂些，但其他方面与构成彩色影像的原理无关，因此也就不加赘述了。由于这种胶片具有三个主要的乳剂层，因而又名多层彩色胶片。

如前所述，用多层乳剂彩色胶片拍成的底片，冲洗后的色彩是原物色彩的补色。将这种底片所拍摄的影像再印到多层乳剂彩色正片上，经过洗印之后即可得到与实物色彩一致的彩色影像。

多层乳剂彩色胶片的储存条件很严格，通常应使它处在室温 $13^{\circ}\text{C} \sim 17^{\circ}\text{C}$ 、湿度为 $65\% \sim 70\%$ 的环境中。否则会使整本影片变成棕红底色，造成彩色失真。另外还有一种彩色片