

影片与放映设备



傅肃雍 孟侠君 编著

中级电影放映技术丛书

中国电影出版社

编者的话

建国初期，文化部电影局为提高电影放映员的技术水平，曾编辑出版了一套初级“电影放映技术教材”，其中包括《电影放映机》、《电工基础》、《电影扩音机》和《发动发电机》。嗣后，电影放映网迅速向全国广阔城乡扩展，电影放映队伍逐年扩大，各省市陆续举办了一些电影放映技术学校和训练班。中国电影发行放映公司为满足在职放映员和技校学员继续学习和深造的需要，于1964年邀请部分省市教学人员来京，编写了“中级电影放映技术教材”。这套教材也是4本，书名沿用前例，以示与初级教材衔接。我社于1965年遵照文化部指示精神承担这套教材的编辑出版工作。全书付梓，即将问世，不幸遭到十年动乱，原稿及校样全部被毁。

1978年前后，各省市电影学校相继恢复放映技术课程。我社为适应学员专业学习和在职放映员的工作需要，经与各电影学校教材编写者联系，重新组织了8本一套的“中级电影放映技术丛书”，计有：《影片与放映设备》、《电影放映场所及放映用附属设备》、《晶体管扩音机》、《电子管扩音机》、《电影还音设备的测量与仪器》、《放映电工学》、《汽油发电机》和《电影机械基础》。由原定的4本一套改为8本，是因为根据实际情况，4本已不敷应用，有些内容已能独立成册而不宜一仍其旧地作为某一书的专章。这套丛书初稿完成后，中国电影放映发行公司分两次召集各省市200余名电影放映专业人员举办电影放映技术讲习班，把这套丛书作为基本教材内容，博采各方面的正确意见，由大家慎重修改后，交我社出版发行。

放映设备不断更新，放映技术不断进步，而编写者水平有限，遗漏谬误在所难免，因此，希望广大教学人员和放映人员提出宝贵意见，以便在适当的时候进行修订，使其更加完善。

编 者

1991年12月

目 录

第一章 电影的基础知识	(1)
§ 1-1 有声电影的摄制和放映	(1)
§ 1-2 眼睛和视觉	(6)
一 人眼的构造	(7)
二 人眼的视觉特征	(9)
三 闪烁和闪烁临界频率	(12)
四 主观亮度	(13)
五 视觉暂留	(14)
六 色觉	(15)
七 双眼视觉	(19)
§ 1-3 电影活动原理	(20)
§ 1-4 立体电影常识	(24)
一 立体电影的理论基础	(24)
二 立体像的立体感	(28)
三 立体电影的摄制和放映	(30)
第二章 影片的基础知识	(32)
§ 2-1 胶片的种类	(32)
一 乳剂	(32)
二 片基	(33)
§ 2-2 胶片的性能	(38)
一 胶片的照相化学性能	(38)
二 胶片的物理机械性能	(40)

三	影片的使用性能	(45)
§ 2-3	胶片的构造及其成像原理	(48)
一	黑白胶片的构造	(48)
二	黑白影像的成像原理	(49)
三	色光的相加和相减	(51)
四	多层乳剂彩色片的构造	(52)
五	多层乳剂彩色片的成像原理	(56)
六	染印法彩色胶片	(58)
§ 2-4	影片的规格	(61)
一	影片的规格	(61)
二	影片的长度和重量	(63)
三	片头与片尾	(65)
第三章	放映机的输片机构	(72)
§ 3-1	输片齿轮	(72)
一	输片齿轮的构造	(72)
二	输片齿轮的种类	(75)
三	输片齿轮与影片齿孔的套合情况	(78)
四	对输片齿轮的要求	(85)
§ 3-2	滑轮	(87)
一	对滑轮的基本要求	(87)
二	滑轮的种类	(89)
§ 3-3	间歇输片机构的技术指标	(94)
一	间歇输片机构的准确性	(94)
二	间歇输片机构的光效率	(99)
三	间歇输片机构的运动特性	(101)
四	间歇输片机构的使用特性	(103)
§ 3-4	马尔蒂间歇输片机构	(104)
一	马尔蒂间歇输片机构的工作原理	(104)

二	马尔蒂间歇输片机构各部分的基本数值	(106)
三	马尔蒂间歇输片机构的光效系数	(109)
四	马尔蒂间歇输片机构的运动特性	(111)
五	马尔蒂间歇输片机构的动力特征	(118)
六	马尔蒂机构的零件配合及磨损	(124)
§ 3-5	间歇抓片机构	(129)
一	间歇抓片机构的基本构造	(129)
二	三角歪轮	(131)
三	圆歪板和间歇弹簧片	(134)
四	抓片机构的工作特性	(136)
五	抓片机构的光效系数	(140)
六	抓片机构零件的磨损	(141)
七	方框凸轮式抓片机构的故障及拆装后的要求	(145)
八	其它形式的抓片机构	(147)
§ 3-6	槽轮式间歇运动机构	(149)
一	槽轮式间歇运动机构的构造及其工作原理	(150)
二	槽轮与销钉轮	(151)
三	槽轮式间歇运动机构的光效系数	(153)
四	槽轮式间歇运动机构的工作特性	(154)
五	槽轮式间歇运动机构的磨损	(156)
§ 3-7	片门	(157)
一	片门的作用和要求	(157)
二	片门的结构	(158)
三	片门压力	(162)
§ 3-8	供片和收片装置	(168)
一	对收片装置的要求	(168)
二	收片装置的种类	(174)
三	供片装置	(185)

第四章 输片附属机构	(189)
§ 4-1 遮光器	(189)
一 对遮光器的基本要求	(189)
二 遮光器的种类及其工作特性	(191)
三 行迹及其调节	(203)
§ 4-2 画幅错格调节器	(204)
一 错格现象及其原因	(204)
二 移动片门孔去凑合画幅的调节装置	(205)
三 移动影片去凑合片门孔的调节装置	(209)
第五章 放映机的动力和传动装置	(219)
§ 5-1 放映机的传动装置	(219)
一 对输片电动机的要求	(219)
二 国产放映机中的电动机	(219)
三 对输片电动机在使用和维护中的注意事项	(225)
§ 5-2 放映机传动装置的种类	(227)
一 串联型传动机构	(227)
二 并联型传动机构	(228)
三 复联式传动机构	(229)
§ 5-3 国产放映机的传动机构	(229)
一 松花江 5501 型放映机的传动机构	(231)
二 东风牌放映机的传动机构	(233)
三 解放 103 型放映机的传动机构	(234)
四 甘光 FL-35Ⅱ型放映机的传动机构	(235)
五 F16-4 型放映机的传动机构	(236)
§ 5-4 润滑与磨损	(238)
一 摩擦及其种类	(238)
二 摩擦力及摩擦系数	(239)
三 磨损及其种类	(241)

四	润滑及其作用	(244)
五	润滑剂和润滑法	(244)
第六章	放映机的放映光学系统	(248)
§ 6-1	几何光学的基础知识	(248)
一	光的本性	(248)
二	几何光学的基本法则	(250)
§ 6-2	光学仪器中常用的光学元件	(258)
一	平面镜	(258)
二	球面镜	(260)
三	椭圆反光镜	(269)
四	棱镜	(272)
五	平板玻璃	(276)
六	球面透镜	(276)
§ 6-3	透镜组	(289)
一	单片透镜的缺点——像差	(289)
二	透镜组及其成像	(299)
三	透镜组的合成焦距	(303)
§ 6-4	理想光具组及其应用	(307)
一	理想光具组的概念	(307)
二	理想光具组的基点和基面	(308)
三	理想光具组的成像	(311)
四	光阑	(314)
§ 6-5	放映镜头	(318)
一	焦距和成像角	(318)
二	相对孔径	(321)
三	放映镜头的鉴别率	(324)
四	放映镜头的维护	(325)
§ 6-6	变形镜头	(327)

一	柱面透镜	(327)
二	A 100-35型变形镜头的结构	(332)
三	柱面透镜式变形镜头的成像原理	(334)
四	变形镜头的使用和调整	(340)
§ 6-7	光学元件的敷膜	(342)
一	光的干涉	(342)
二	光在反射过程中的半波损失	(345)
三	增透膜和敷膜镜头	(346)
四	增反膜与介质膜反光镜	(350)
§ 6-8	立体电影用的光学元件	(354)
一	偏振光	(354)
二	起偏器和检偏器	(355)
三	放映偏光镜和偏光眼镜	(357)
第七章	放映光源	(361)
§ 7-1	光的度量和单位	(361)
一	光通量	(361)
二	发光强度	(362)
三	光出度和光照度	(363)
四	亮度和亮度系数	(364)
§ 7-2	对放映光源的要求	(366)
§ 7-3	热辐射光源	(369)
一	热辐射原理	(369)
二	白炽放映灯	(372)
三	卤钨灯泡	(376)
§ 7-4	气体放电光源	(379)
一	气体放电光源的发光原理	(379)
二	碳精弧光灯	(382)
三	超高压短弧氙灯	(388)

§ 7-5	金属卤化物灯	(412)
一	超高压钠灯	(412)
二	卤化镨灯	(426)
§ 7-6	放映机的照明光学系统	(429)
一	对照明光学系统的要求	(429)
二	照明聚光系统的种类	(431)
三	反光镜式照明系统的特性	(433)
第八章 放映机的还音部分		(441)
§ 8-1	录音与还音原理	(441)
一	感光录音和还音原理	(441)
二	光学声带还音原理	(444)
三	磁性录、还音原理	(445)
四	对还音部分的要求	(448)
五	激励光刃的宽度	(449)
六	激励光刃的长度	(454)
七	激励光刃的位置	(456)
八	激励光刃的照度	(458)
§ 8-2	还音装置的光学系统	(459)
一	前置机械隙缝的激励光学系统	(459)
二	后置隙缝的还音光学系统	(462)
三	柱形透镜式的还音光学系统	(464)
§ 8-3	影片声带的匀速减震装置	(466)
一	声带移动速度不均匀时的还音畸变	(466)
二	影片速度波动的原因	(468)
三	振动的基本知识	(471)
四	影片速度稳定装置的基本指标	(478)
第九章 放映技术质量的检验		(492)

§ 9-1	画面质量	(492)
一	幕面亮度	(492)
二	画面的清晰度	(495)
三	画面的稳定度	(496)
四	有无行迹现象	(497)
五	片门孔的位置和尺寸	(498)
六	放映画面的变形系数	(498)
§ 9-2	还音质量	(499)
一	还音部分输出讯号的频率特性	(499)
二	还音抖动值	(501)
三	还音起动时间	(502)
四	两机输出电平的平衡度	(502)

第一章 电影的基础知识

电影是在文学、戏剧、音乐、舞蹈、美术和诗歌等艺术基础上发展起来的一门综合性的艺术。它与其它艺术主要的不同点，在于必须借助于技术和技术设备才能与观众见面，因而它的发展与科学技术的发展密切相联，从这个意义上说，它又是一门综合性的技术。

用胶片和摄影机将实体景物的形象和动作连续拍摄下来的过程，叫做电影摄影。将影片上录有影像的各个画面连续投影到幕上去，叫做电影放映。在放映的同时把影片上所记录的声音也还原出来，则叫做有声电影放映。

本书所研究的就是供放映电影用的设备——电影放映机配件、机构的工作原理和工作特性，并在此基础上分析国产各种放映机的主要结构和技术规格，以供从事电影放映工作的放映员、修理员学习参考之用。

§ 1-1 有声电影的摄制和放映

运动物体的各个相位借助于摄影机拍摄在一条涂有感光乳剂的胶片上。这种胶片和我们日常照相用的 135 胶卷相同，只是它更长一些，而且拍摄时是连续交替进行的。

沿着胶片边缘制有许多长方形的小孔，这些小孔叫做齿孔。胶片之所以能在各种机器上按一定速度运行，就是依靠机器上输片的齿套入齿孔内使之运动的。

图 1-1 是拍摄电影时胶片在电影摄影机中运行的原理图。

未经曝光的胶片卷 1 被等速转动的输片齿轮 2 从供片暗盒

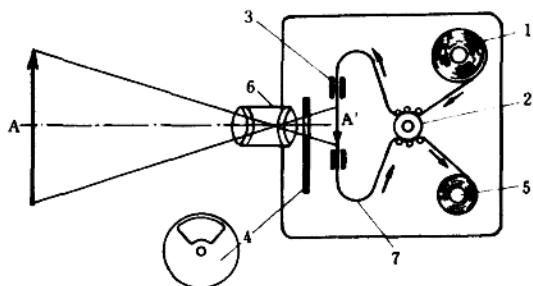


图 1-1 电影摄影示意图

里拉下，在形成一个缓冲弯之后进入片槽 3 中。片槽中有一个长方形的通孔，叫做曝光窗或片门孔，用来确定透过摄影镜头 6 直线射入的光线在胶片上的曝光尺寸。胶片通过片槽时是一停一动的，这种运动叫做间歇运动。使胶片在片槽中作间歇运动的装置，叫做间歇输片机构。胶片间歇通过片槽之后，再形成一个缓冲弯 7，然后通过输片齿轮 2 卷绕到收片暗盒的片卷 5 中。

当胶片在片槽中停动时，镜头 6 把物体 A 的像 A' 结在位于片门孔后方的胶片平面上。在胶片停动的这一瞬间，带有缺孔并做等速旋转的遮光圆盘 4，恰好以其缺孔从片门孔前面通过，使胶片的感光层得以曝光。对一格画幅曝光的持续时间是很短的，通常仅在 0.01~0.03 秒之间。因此可以近似地认为在此时间内被摄物体的空间位置没有变动。这样，就在胶片的这一格上得到了物体 A 在一定运动相位时的像 A'。

胶片的一格画幅上拍摄了物体 A 的一个运动相位之后，间歇输片机构使胶片在片槽中移动一格画幅。在胶片被拉动的这一时刻，遮光圆盘不透光的叶瓣部分转至片门孔前方，将光路遮断，使光线射不到正在移动的胶片的感光层上。此后，当胶片的第二格画幅在片门孔前方停住时，缺孔又将光路打开，让

光线落在第二格画幅上，摄取了物体另一相位的像。胶片在片槽中持续不断地作间歇运动时，不断地重复上述循环，从而就能将被摄物体 A 运动时的各个相位拍摄在胶片的各个画幅上了。

曝过光的胶片，要经过洗印加工，方能在胶片上得到可见的画面。

影片的洗印加工是在显影机（或称洗片机）中进行的，如图 1—2 所示。

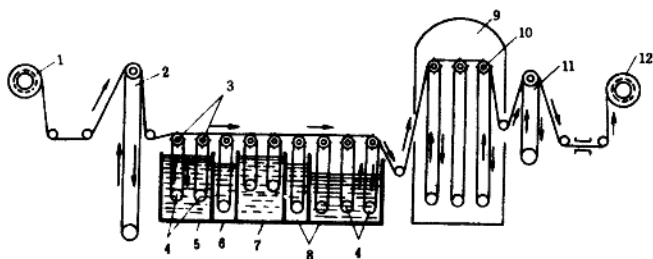


图 1-2 电影显影示意图

装在暗盒内已曝过光的胶片卷 1 与事先装挂在洗片机输片道中的牵引片接好后，由牵引片带至缓冲箱中的缓冲部分 2，而后进入洗片槽内的输片机构。输片机构是由一系列的输片齿轮 3 和张力滑轮 4 组成的。输片齿轮主动地均速牵引胶片，使之依次通过显影槽 5、水洗槽 6、定影槽 7、水洗槽 8，然后进入干燥箱 9。在输片线速度固定的情况下，改变张力滑轮在各个槽内的上下位置，或者改变胶片被输动的线速度，可以人为地调节胶片在显影液、定影液、清水以及干燥箱中的时间，从而获得质量符合要求的画面影像。胶片在干燥箱中烘干之后，经过收片缓冲箱 11，最后收卷在片卷 12 上。

缓冲箱中的张力滑轮可随着胶片牵引力的大小而上下移动，以便缩小和扩大绕在其上的片环长度，保证人工接片（将胶片

和牵引片或第二卷胶片接在一起)和拆片(将已收卷好的一卷片卷从片路中拆下)时,胶片速度的改变不致影响到胶片在照相加工过程中的时间。这个时间的长短是根据胶片曝光时间的长短以及胶片本身的一些特性严格确定了的,过长或过短都会影响画面影像的质量。

经过上述照相和洗印加工之后,在胶片上即可获得一系列可见的画面,画面中影像的明暗分布与被摄物体的明暗分布相反,物体上所有明亮的地方,在其像上是暗的,而暗的地方则是明亮的。这样的像叫做负像,带有负像的影片叫做负片或底片。

供放映使用的胶片其影像与被摄物体的明暗分布是相同的,这样的像叫正像,带有正像的胶片叫做正片,或称影片。影片是由另一条未感光的胶片在印片机中与上述底片叠在一起再次曝光并经过相同的照相加工后取得的。

印片有接触式印片和光学式印片两种,前者多用于大量翻制,后者多用于缩制影片。接触式印片的原理如图1-3所示。

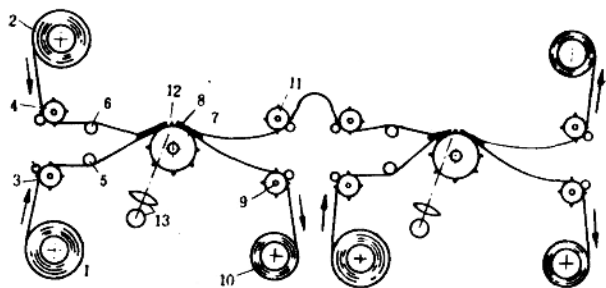


图 1-3 电影印片示意图

印片机上有两个印片头,第一个印片头用来印画面,第二个印片头用来印声带。

画面底片1和未感光的胶片2分别由输片齿轮3和4从片

卷1、2上拉下,经过滑轮5、6之后挂在同一个印片齿轮7上。在印片齿轮7处有一个片槽8,其上有一曝光窗口12,借助于印片照明系统13,使透过画面底片的光线在未感光胶片的画面部位上曝光。曝光之后,画面底片由输片齿轮9牵引出来,收卷到收片卷10上,完成画面的印片。经过画面印片的胶片再经由输片齿轮11到第二个印片齿轮上,与声带底片叠合在一起,借助于另一个印片照明系统,使胶片上位于画面一侧的声带部位也曝光,从而完成声带的印片。

通过上述印片,再经过照相加工之后,即可获得既有画面正像,又具有与画面有关的声带的有声影片了。

声带底片是通过光学录音或磁带录音之后再转录而成的,关于录音的原理将在以后的章节中叙述。

供电影放映用的机器,叫做电影放映机。图1-4所示是处于放映过程中的电影放映机的示意图。

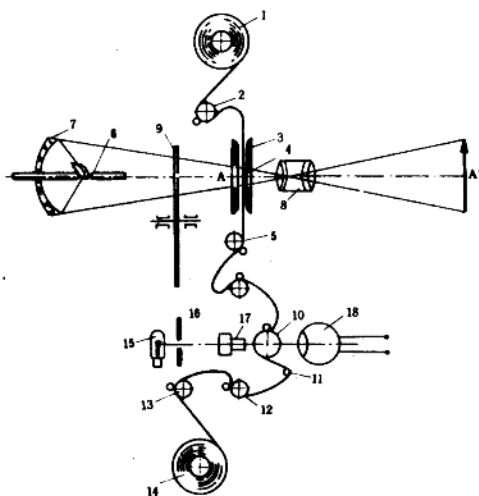


图 1-4 电影放映示意图

影片被等速转动的输片齿轮2从供片卷1中均匀拉出，形成一个片环之后进入片槽3，片槽中也具有一个通光的方孔——片门孔。影片的每格画幅经过片门孔时，会在片槽中停住片刻，此时遮光圆盘9的通光部分转到片门孔的后面，由放映光源6和反光镜7组成的照明光学部分将光流投射到片槽3上，把对着片门孔4的那一格画面照亮，放映镜头8随即将这格被照亮的画面投射到幕面上，结成一个放大的、清晰的影像。

影片在片槽中停留片刻完成上述动作后，随即由间歇运动机构的输片齿轮——间歇齿轮5拉过一格画幅。此后，重复上一循环，使影片在片槽中作规则地间歇移动，完成将影片上纪录的影像依次交替映现在幕上的动作。

影片通过间歇齿轮5并再形成一个片环后，经由稳速齿轮送入放映机的还音部分。还音部分的激励灯15将光栏16（其通光部分呈横向带状）照亮，然后由激励镜头17将光栏的像结在紧贴音鼓10均匀移动 of 影片声带上，形成还音激励光刃。

由影片声带调制过的激励光流，被导引到光电元件18上，它将变化的光流转换成相应变化的电信号，再接至还音放大器。放大器将电信号适当扩大后，输至扬声器，使扬声器的纸盆振动，从而将记录在声带上的声迹还原为人耳可闻的声音。

经过还音之后的影片，经过引导滑轮11，由还音齿轮12从音鼓处拉出，再次形成一个小的片环之后，经过收片齿轮13，由收片装置将其收卷在片卷14中。

§ 1-2 眼睛和视觉

从上述电影的摄制和放映过程中可见，电影开始于影片的摄制，终结于影片的放映，都围绕着影像和声音这两个环节转，而这两个环节却必须通过人眼和人耳这两个视听器官才能在大脑中产生相应的感觉。为此，很多电影技术方面的理论与人们视听器官的特性有密切关系，所以，在学习电影放映技术