

固定式35毫米电影放映设备

电影放映机

傅肃雍 编著



科学出版社

内 容 简 介

本书是《固定式 35 毫米电影放映设备》之一,书中较系统地叙述了我国生产的固定式 35 毫米电影放映机的结构、原理、操作方法、维护以及技术特性等基础知识。此外,对银幕的使用维护、观众厅与放映机械室的技术要求、影片的维护和整修也做了较详细的介绍(有关固定式 35 毫米电影放映扩音机的内容,将在另册介绍)。

本书通俗易懂,切合实际,有较多的实物图,可供使用固定式 35 毫米放映机的放映人员以及具有中等文化程度的初学放映技术的人员学习,也可供电影技术人员、修理人员及电影放映培训班的教师 and 学员参考使用。

固定式 35 毫米电影放映设备

电 影 放 映 机

傅 肃 雍 编 著

责任编辑 徐一帆

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1981 年 12 月第一次印刷 印张:14

印数:0001—27,000 字数:275,000

统一书号:15031·377

本社书号:2409·15—3

定 价: 1.45 元

前 言

近几年来,我国的电影事业有了很大的发展,电影放映设备日见精美,电影放映技术日益提高。城镇和厂矿俱乐部中,使用固定式 35 毫米放映设备的单位不断增多,从事放映这一设备的队伍日益壮大,为了满足刚参加电影放映工作和从放映移动式 35 毫米电影放映设备转而从事固定式 35 毫米电影放映设备的人学习这一技术的需要,我们合编了这套《固定式 35 毫米电影放映设备》。《电影放映机》是这套书中的一册由傅肃雍执笔,“电子管电影扩音机”和“晶体管电影扩音机”收集在这套书的另一册中,分别由万载浩和陈达昌执笔编写。

这套书是在 1964 年中国电影出版社出版的《35 毫米电影放映机》、《电影放映扩音机》的基础上,参考各地电影培训部门所编的有关教材后编写出来的。

《电影放映机》一书,较为系统地阐述了国产松花江牌、新曙光牌和东风牌固定式 35 毫米电影放映机各部分的名称、作用、原理、技术特性和操作维护方法,对影片、银幕、光源、整流设备和放映场所的基本知识也作了相应地介绍。

本书可供具有中等文化程度初学放映技术的人学习操作固定式 35 毫米电影放映机之用,也可供电影放映培训班的教师和学员们参考。

尽管我们在编写过程中力求做到文字通俗易懂、选图精密细致、叙述条理分明、结论简明扼要,但由于我们的专业水平和工作经验有限,谬误和不妥之处在所难免。尤其是我国

幅员辽阔,自然条件相差十分悬殊,同一机件在不同地域反应出来的问题并不一样,对同一机件的操作方法和维护要点也不尽相同。加之电影放映设备的型号日益翻新,这些都会使本书所介绍的一些方法,不一定符合各地的需要。为此,恳切希望读者和从事电影放映技术教学的老师们提出宝贵意见,以便再版时修订。

在本书的编写过程中,上海市电影发行公司放训班的朱孝行同志为编者提供了超高压短弧氙灯在改装成为放映光源方面的很多宝贵意见和资料,在此表示深切的谢意。

编者 1981年5月

目 录

前 言	i
第一章 概论	1
第一节 电影的基础知识	1
第二节 电影影片	11
第三节 电影及电影机的种类	34
第二章 放映机的输片部分	53
第一节 输片齿轮	53
第二节 滑轮	62
第三节 片门	73
第四节 十字车间歇运动装置	85
第五节 遮光器	106
第六节 画幅错格调节器	118
第七节 片夹和供片、收片装置	129
第八节 防火装置	140
第九节 输片部分的故障检查和保养	150
第三章 动力传动部分	162
第一节 动力传递的方法	162
第二节 放映机的传动装置	174
第三节 机械的磨损与润滑	188
第四章 放映光学部分	199
第一节 光学常识	199

第二节	放映光学系统·····	216
第三节	放映照明光学系统·····	229
第四节	碳精弧光灯·····	237
第五节	超高压短弧氙灯·····	274
第六节	对影片的降温装置·····	303
第五章	还音部分·····	308
第一节	电影录音与还音·····	308
第二节	前置隙缝还音光学系统·····	311
第三节	后置隙缝还音光学系统·····	321
第四节	匀速减震装置·····	323
第五节	还音部分的调节·····	334
第六节	还音部分的故障·····	338
第六章	整流器、电动机和放映电路·····	342
第一节	光源整流设备·····	342
第二节	三相感应电动机·····	354
第三节	放映机的电路和配电装置·····	364
第七章	银幕、观众厅与放映机械室·····	383
第一节	银幕·····	383
第二节	观众厅和放映机械室·····	405
第八章	影片的维护和整修·····	420
第一节	影片的整修·····	420
第二节	影片的保养·····	429
第九章	放映设备的操作与维修·····	435
第一节	固定式放映设备的技术操作·····	435
第二节	放映机的保养和检修·····	435

第一章 概 论

第一节 电影的基础知识

有声电影是通过银幕上映现出的艺术情节和扬声器里播送出来的有关声音被观众所感受的。因此，在学习电影放映技术之前，有必要先了解一下有关视听器官的一些常识。在这个基础上弄清电影的活动原理，并为下一节要介绍的彩色片打下一些有关色觉的知识基础。

一、人眼视觉的感受过程

人眼的视网膜由许多神经纤维交织而成。这些神经纤维的末端，有圆柱状和圆锥状两种细胞。分别称为圆柱细胞和圆锥细胞。视网膜正是用这两种细胞来感受光线的。

圆柱细胞和圆锥细胞在感受光线方面具有不同的本领。圆柱细胞感受光线的本领较大，也就是对光线的敏感度较大，但不感受颜色，而圆锥细胞对光线的敏感度较低，但能感受颜色。

当人眼观看亮度小的物体时，由于圆柱细胞对光线的敏感度高，因此，主要靠圆柱细胞来感受，而圆锥细胞此时几乎

不发生视觉作用。这种视觉叫做黄昏视觉。由于圆柱细胞不感色，因此在圆柱细胞单独起作用（例如在月光下观看物体）时，人们只能辨识物体的形象，辨识不了它的颜色。当人眼观看亮度大的物体时，圆锥细胞也参与作用，这时就既能看清物体的细部，又能辨识物体的颜色了。这种视觉叫做白昼视觉。

人眼是一个相当复杂的光学系统。从被观察物表面反射出来的光线通过人眼的瞳孔之后，会通过眼球内的水晶体将物体的影像清晰地映在视网膜上。视网膜上的圆锥细胞和圆柱细胞在光线的作用下会产生相应的光化学反应。反应的结果会在视觉神经纤维里产生电位差，在这种电位差的作用下，会发出相应的电脉冲来。这些脉冲信号由神经纤维传到大脑中心，大脑中心则根据脉冲信号的不同来源和强弱可感受到不同的光线。

只有当物体在视网膜上所结的影像清晰时，大脑才能清晰地辨别这个物体的细部。通常在观看远近不同的物体时，水晶体表面的曲率会自动地发生变化。观察物较远时，曲率变小；观察物较近时，曲率变大，从而视网膜上始终能获得清晰的影像。

视网膜正对瞳孔中心的一点叫做中心凹。圆锥细胞就集聚在中心凹上。它是人眼视觉最精确和最清晰的地方。中心凹周围约 2 毫米的一个椭圆形部分，叫做黄斑。在这里既有圆锥细胞，又有圆柱细胞，因此这一部分既是视觉清晰又是色觉敏感的地方。在此之外，就是视网膜的边缘部分，这里聚集

着圆柱细胞，如果影像落在这一部分，感受到的不但不清晰，并且辨识不出颜色了。

二、亮度反差和人眼的辨别力

(一) 亮度反差。人眼之所以能够辨别各种物体，是由于这些物体和物体之间或是物体和背景之间在光亮和颜色上互不相同所致。也就是说，所感受的光线存在着反差。这种反差如果是由于物体和背景所反射出的光线的颜色不同造成的，叫做彩色反差。如果是由于亮度不同造成的，则叫做亮度反差。亮度反差是用反差度来计量的。如果背景亮度用 B_{ϕ} 表示，物体的亮度用 B_a 表示，则反差度 K 为：

$$K = \frac{B_a - B_{\phi}}{B_{\phi}}$$

反差度越大，人眼就越容易辨别出物体和背景来。

银幕上的影像所以能被看清，表面上似乎只是和影像的亮度有关，亮度越大时，越容易被看清，实质上最根本的还在于影像和背景之间存在着反差，反差度越大时，影像越能看清楚。

(二) 人眼的辨别力。人眼辨别物体，关键在于能辨别出物体细部的轮廓和界限。人眼能够分辨出两个相距很近的点(或线)之间的间隔的能力，叫做人眼的辨别力。当两个点相距很远时，眼睛很容易辨别出它们之间的间隔来，如果使这两个点逐渐靠近，当靠近到一定距离时，这两个点看上去会融

合成一个，这时，眼睛就辨别不出他们之间的间隔了。

当两点移近到最后仍能辨识出它们之间的间隔极限时，这两个点在人眼中造成的视角，被称为人眼的辨别力。

人眼辨别力和两点与背景之间的反差以及两点的亮度有关，反差度和亮度越大时，辨别力也越大。但亮度和辨别力的这种正比关系有一定限度，当亮度达到一定程度后，再增加亮度时，辨别力也不会显著增加了。

眼睛位置固定不动时，能辨别出位于它前面的物体的那一部分空间，叫做视场。视场的界限因人而异，并且与被观察物体的大小和颜色有关。一般就白光而言，一只眼睛的视场界限平均为：向上—— 60° ，向下—— 70° ，向鼻子方向—— 60° ，向太阳穴方向—— 100° 。两只眼睛的视场界限为：向上和向下与单眼相同，向两旁为 $180-200^{\circ}$ 。

辨别力的大小还与物体在视网膜上所结影像的位置有关，在白昼，影像落在中心凹上时，辨别力最大。越偏离中心凹，辨别力越小，也就是说越不容易辨别出物体的细部来。

三、闪烁和临界闪烁频率

除了以上的一些特点外，与观看电影时关系较大的是眼睛的闪烁感。人的眼睛有时候必须观看周期性断续的光亮，即所谓闪烁光源，例如海上的灯塔光，信号灯以及电影银幕等等。闪烁光源在人眼中引起的感觉很不舒服，而且极易使视觉疲劳。当闪烁光源每秒钟明暗交替变化的次数增加到一定

数值时，闪烁的感觉会消失。这时就像是稳定发光的光源一样。

眼睛感觉不出闪烁(明暗交替)的最低频率，称为临界闪烁频率。它的大小决定于很多因素。以银幕亮度为例，当亮度增加时，临界闪烁频率也随之增加，当幕上画面亮度为30—70 阿巴熙提(阿巴熙提是亮度的单位)时，临界闪烁频率约为46—47 周/秒。

银幕的面积增大时，临界闪烁频率也随之增高。

此外，研究表明，眼睛在观看闪烁光源时，当其闪烁已达到临界闪烁频率之后，它的亮度小于光源的真正亮度，并和闪光时间的间隔长短有关。在一个闪光周期中，闪光所占的时间越长(也就是暗黑的时间越短)时，亮度越大。如果以 $t_{\text{闪}}$ 代表闪光的时间， $t_{\text{暗}}$ 代表暗黑的时间， B 代表它的观看亮度； B_0 代表光源的真正亮度，则它们之间有以下关系：

$$\frac{B}{B_0} = \frac{t_{\text{闪}}}{t_{\text{闪}} + t_{\text{暗}}}$$

以后我们会知道，放映电影时，银幕实际上是被间歇照明的；一会儿黑一会儿亮。观众之所以觉察不出这种明暗变化，就是由于这种明暗闪烁的频率已经超过临界闪烁频率的缘故，而根据上述公式，要使观看的亮度增加，除了要增大光源亮度外，还应尽可能增大闪光(实际被照明)的时间。

四、视觉暂留

光线刺激人眼时，视觉作用在大脑中心并不是瞬间发生

和瞬间消失的，它需要滞留一定的时间。因为在光线的作用下圆锥细胞和圆柱细胞中感光物质的分解需要有一定的时间。视觉的这种惰性不仅表现在视觉作用发生的时候，也表现在视觉作用消失的时候。而且后者的作用尤为显著。换句话说，当光线停止对眼睛发生作用时，在大脑中心的视觉作用是逐渐消失的，也就是说视觉作用会在大脑中心保留一定的时间，这种现象叫做视觉暂留。它很容易为日常生活中的一些现象证实。例如，观看一个迅速转动的光点时（例如点燃的香头），象一个连续的光圈，秋夜的流星，会形成一条绚丽的光带等等，都是视觉暂留作用的实例。

视觉暂留的时间决定于许多因素：光源的亮度越大时，暂留的时间越长；眼睛越疲乏，暂留的时间也越长。此外，它与光的波长也有关，如在黄光下，暂留的时间最短，在红光和紫光下，视觉暂留的时间最长。

根据以上因素，有效的视觉暂留时间一般在 0.03 到 0.2 秒的范围内变动，它的平均值通常认为是 0.05 秒。

当人眼观看闪烁频率超过临界闪烁频率的闪烁光源时，所以感觉不到它在闪烁，其原因之一就是视觉暂留在起作用。

五、色 觉

光是一种辐射能。人眼对于各种颜色的感觉，取决于落到视网膜上的辐射能的波长。一定波长的辐射能，有一定的色感。如果辐射能中含有各种不同的波长，那么在人眼中所造

成的感觉就不再是单色的。它的色感取决于这些波长的能量的比例。如果在可见光光谱中所有单色光的辐射能量比例大致相等时,便会产生白色的感觉。

眼睛能感觉出的一切颜色,分为消色和彩色两大类。属于消色类的,是从白到黑之间的一切灰色,其它的一切颜色则都属于彩色类。

白色是合成色,在物理学中我们已经学过,一束白光通过三棱镜,可以将白光分解成各种成分的单色光。通常认为白色光谱中含有7—8种颜色。实际上眼睛能分辨出100种以上的色调。在白光光谱中,颜色连续不断地从一种颜色过渡到另一种:从红到橙、黄、绿等等一直过渡到紫色为止。

通常将红、蓝、绿三种颜色称为三原色。改变这三种颜色的比例,可以得到白色。换句话说,可以得到整个可见光光谱中的颜色。目前的色觉理论认为:圆锥细胞有三种:一种感受红色;另一种感受绿色;第三种感受蓝色。

如果红光落到人眼的视网膜上,那么它对感红色的圆锥细胞刺激最大,对感绿色的圆锥细胞刺激非常小,对感蓝色的圆锥细胞则完全不起作用。因此,人眼便会产生红色的感觉。如果黄光落到视网膜上,由于黄光是由红光和绿光混合而成,因此感红色的圆锥细胞和感绿色的圆锥细胞同时受到刺激,这时便产生黄色的感觉。当白光落在视网膜上时,全部圆锥细胞都同时受到最大程度的刺激,因而产生白色感觉。运用这种三原色色觉理论,可以说明一切色觉现象。

六、电影活动原理

人们用视觉器官观看周围的物体时，也观看到各种物体的运动。对于电影来说，在银幕上被放映出来的是一个个静止不动的画幅，这些画幅本来被排列在一条胶片上。如图 1.1 所



图 1.1 影片上的一组画面

示，每个画面都是运动的物体在一定位置上的照片。从图中可以看出，各个画面略有不同。第一组画幅上纪录着一个人的手放在膝上。第二组画幅中手稍稍抬起了一点。第三组上手再抬高一些，第四组上抬得更高，其余依此类推。

如果把这些画幅按照顺序一个个迅速地放映到幕上，这时，观众会看到人的手在做自下向上的连续移动。为什么这些静止不动的照片在幕上迅速更换时，观众看起来会产生物体运动的印象呢？对此曾经有过几种不同的解释，最初是用

人眼的视觉暂留作用来解释的。持有这种理论的人认为：当观众眼睛看到第一个画幅（即运动物体处于第一个运动位置

时的照片)后,视觉暂留会一直把它的形象保留到第二个画幅(也就是第二个位置)出现时为止,接着是第三个……其余的一切画幅也都是如此,这时按照顺序拍摄下来的各个位置,好像是融合在一起了。结果使观众产生了物体连续移动的感觉。

但是,进一步探讨时,就会发现:用视觉暂留无法解释一些基本现象。我们已经知道,视觉暂留的平均时间大约为0.05秒,有声电影的画面在 $\frac{1}{24}$ 秒的时间内更换一次。除去画面停留在光亮前被投影到银幕上去的时间之后,实际上每个画面的更换时间只在 $\frac{1}{100}$ 秒左右。如果用视觉暂留来解释的话,由于视觉暂留的时间比 $\frac{1}{100}$ 秒长得多,因而第一个画幅的形象在视网膜上还没有消失时,第二个画幅就出现了,随后的一切画幅都是这样,这时,观众照理应当同时看到几个重叠的画面,但事实却并非如此。

此外,用幻灯机交替放映两个相关的画面时,即使这两个画面之间的间隔超过视觉暂留的时间,却仍然可以产生活动的印象。这种现象用视觉暂留也是难以解释的。

例如用幻灯机依次交替放映图1.2(a)的两张幻灯片,使两张幻灯片的图像交替映现在银幕的同一位置上,这时,观众会看到小球从左到右。然后,又从右到左,沿着直线来回滚动。如果依次放映图1.2(b)的两张幻灯片,观众则会看到小球沿着弧线来回滚动。交替放映的间隔即使长到观众已感觉到幕上出现一片黑暗时,仍能产生显著的移动感觉。

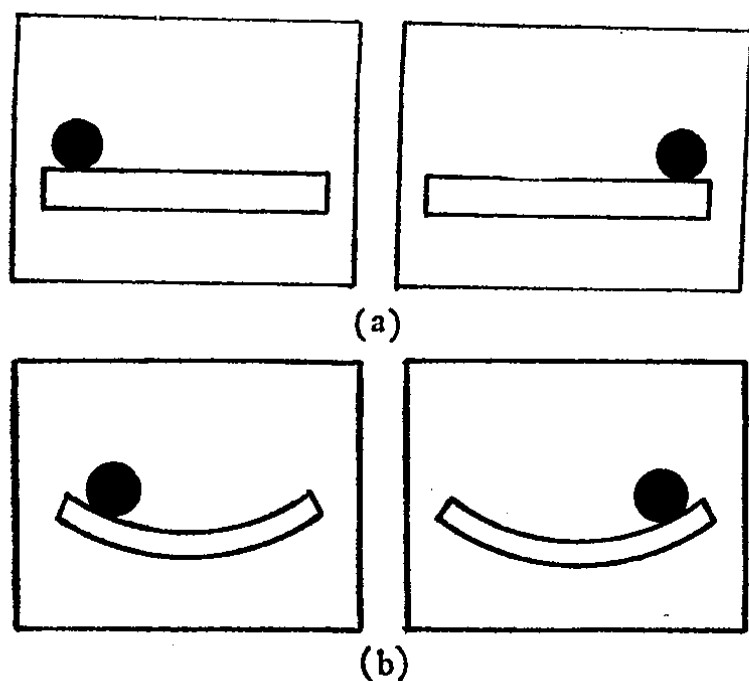


图 1.2 验证电影活动原理用的幻灯片

这些实验的结果说明，用人眼的生理作用——视觉暂留不能充分解释电影活动的本质。电影的活动原理主要地应当从人们的心理作用和以日常生活为基础的大脑活动中来寻求解答。平时，人们对各种运动形态已积累了大量经验，根据这些经验，人们会清楚地知道：如果在倾斜的平面上有一个小球，那么这个小球一定会沿着这个倾斜的平面向下滚动，还知道，如果位于空间某一地方的物体，过了一段时间后变到空间的另一地方了，那么这种变化只能是由于物体发生运动的结果，尽管这个运动的全过程没有被看到。如上述两组幻灯片，当观众先看到一幅静止的画面——直线的左端有一个小球，随后又看到小球位于直线的右端了。虽然这只是两幅静止画面的交替，小球并没有真正从左端滚到右端，但人们根据已有的经验，却会自然而然地把整个过程连续起来，好像小球是从

左端滚到右端的。这就是“心理作用”在起作用。

但是，若时间间隔过长(超过 1 秒时)，每幅画面看起来就是分隔开的，而不是连贯的了。相反的，如果时间间隔比 0.03 秒还要短，则几个画面会同时看到。也就是说，在这种情况下依次看到的画面是互相重叠的。看电影时，由于前后两个画面的差异极小，人们难以觉察出。如果前后两个画面的差异较大，则观众将会在银幕上看到明显的交错重叠的现象。例如，在观看乒乓球比赛、滑雪比赛等高速运动状态的影片时，就经常可以看到有连续几个乒乓球和滑雪者有多条腿的影像。

归结起来，电影画面中的各个静止影像之所以会被看成是活动的，主要是由于人在日常生活中对各种运动形态积累了大量经验，看电影时是以这些经验为基础的心理作用把各个静止的画面连贯起来的缘故。在这里，重要的条件之一是首先要让观众看清一个个静止的画面：看清一个静止的画面之后，再让你看清与上一个画面有关但有少许差异的下一静止画面。只有这样，才能使人的大脑发挥心理作用。因此，把物体运动时在各个相位上的影像，间歇地拍摄下来，然后再把它间歇地放映到幕上，也是电影活动原理中一个不可缺少的部分。

第二节 电影影片

影片是电影胶片的简称，它是一条薄而具有弹性的长带，构造与照相用的胶卷相似，由几层物质构成。未经曝光的胶