

电影放映机

中国摄影器材工业协会 中国照相器材工业协会 电子工业部

中国照相器材工业协会 中国摄影器材工业协会 电子工业部

上册



机械工业出版社

内 容 简 介

本书是中级电影放映技术丛书之四，共四篇十五章，分上、中、下三册。上册为绪论和第一篇放映机械部分。主要论述放映机输片和传动系统各机构的基本结构和工作原理，从理论上分析了它们的技术特性和与放映质量的关系，并提出制造、维修、使用上的技术要求。中册为第二篇放映光学部分。主要内容是：从几何光学角度，详细阐述了放映光学系统的成像原理和像差概念；从光干涉理论阐述了光学元件的镀膜；对椭球面反光镜、放映物镜、偏光立体电影的光学系统、放映光源，进行了理论分析；对放映银幕的光学特性和架设问题作了介绍。下册为第三篇还音部分和第四篇放映电路和电源。阐述了放映机还音系统的基本理论和技术特性，介绍了放映机控制电路和整流电源的结构和性能。

电 影 放 映 机

上 册

蒋达量 朱祖荣 张子力

解放军出版社出版发行

(北京平安里三号)

新华书店经销

一二〇一工厂印刷

787×1092毫米 32开本 14.125印张 305千字

1988年11月第1版 1988年11月(北京)第1次印刷

印数1—37 000

ISBN 7-5065-0560-6/TN·4

定价：4.30元

编者的话

总政治部文化部为了解决部队电影放映技术骨干的培训 and 在职学习的教材,组织技术力量,由朱祖荣、林增根、蒋达量、郑钦祖、张子力、刘祥秀、秦泽生、周宽章、赵宝治、吴伯康、陈成启、余晓新、白桂信、雷石华等同志组成“电影放映技术教材编写组”,历时3年多,编写了《电工基础》、《晶体管电路基础》、《机械基础》、《电影放映机》、《扩音机》等一套电影放映技术中级教材,由解放军出版社出版。这套教材以1980年全军电影放映技术骨干训练班教学大纲为基础,参考有关技术资料及地方电影放映技术学校的教材编写而成。其基础理论的深度和知识面,既考虑到当前的需要,又着眼于未来新技术的发展;既考虑到部队使用的机型,又考虑到全国使用比较广泛的设备。因而不只可供部队使用,也可作为丛书供地方具有高中文化程度的放映技术人员学习参考。

这套教材内容多,难度较大,加之编者业务技术水平有限,缺点错误在所难免,欢迎读者批评指正。本书在编写中得到各军区有关部门、八一电影机械厂以及地方电影管理部门、科研单位、技术学校和有关工厂的支持和帮助,谨致谢意。

本书第一、二、三、四、十一、十二章由蒋达量编写,第五、六、七、八、九章由朱祖荣编写,第十、十三、十四、十五、十六章由张子力编写。罗广源、刘国生同志进行技术指导。

总政治部文化部
电影放映技术教材编写组

1986年7月

目 录

绪 论	(1)
§0-1 电影摄影和放映	(2)
一、电影摄影原理	(2)
二、电影放映的基本原理	(5)
§0-2 视 觉	(7)
一、人眼的构造	(7)
二、视 觉	(8)
三、视觉的适应性和视觉暂留	(16)
§0-3 电影的种类	(19)
一、普通银幕电影	(19)
二、宽银幕电影	(20)
三、立体声电影	(26)
四、立体电影	(28)
五、白昼电影和球幕电影	(34)
§0-4 电影放映的质量要求	(35)
一、影像亮度	(35)
二、影像的反差度	(37)
三、影像的清晰度	(38)
四、影像的稳定度	(39)
五、色彩的鲜明性	(41)
§0-5 电影放映机的种类和构造	(42)
一、电影放映机的种类	(42)
二、普通放映机的基本结构	(43)

第一篇 放映机械部分

第一章 输片机构	(45)
§1-1 输片齿轮	(47)
一、输片齿轮的作用和构造	(47)
二、输片齿轮的输片特性分析	(55)
三、输片齿轮齿距的确定原则	(72)
四、输片齿轮的磨损	(73)
五、对输片齿轮及其装配的技术要求	(76)
§1-2 滑轮、压片瓦和导片板	(84)
一、滑轮的种类和构造	(84)
二、滑轮的旋转条件	(88)
三、滑轮的定位和调节装置	(90)
四、滑轮及其组装调整的技术要求	(95)
五、压片瓦	(96)
六、限片瓦和导片板	(100)
§1-3 片 门	(101)
一、片门的作用和种类	(101)
二、片门的构造	(103)
三、片门压力	(111)
四、片门机构的组合技术要求	(117)
五、片门主要零件的磨损	(119)
六、片门的主要故障	(120)
§1-4 收片与供片机构	(123)
一、片 夹	(123)
二、收片机构的技术性能	(129)
三、固定摩擦力矩式收片机构	(134)
四、可变摩擦力矩式收片机构	(146)

五、供片制动装置	(160)
六、供、收片机构的装配和检查	(166)
第二章 间歇输片机构	(171)
§2-1 间歇输片机构的性能要求	(173)
一、影片移动的准确性	(173)
二、间歇输片机构的光效率	(176)
三、间歇输片机构的运动特性	(177)
四、间歇输片机构的使用特性	(179)
§2-2 马尔蒂机构	(180)
一、马尔蒂机构的工作原理	(180)
二、马尔蒂机构的主要参数	(182)
三、马尔蒂机构的光效率	(187)
四、马尔蒂机构的运动特性	(189)
五、马尔蒂机构的动力特性和影片齿孔承受的拉力	(203)
六、滑槽式加速马尔蒂机构	(211)
七、常用放映机马尔蒂机构的构造	(217)
八、马尔蒂机构主要零件及其组合的技术要求	(221)
九、马尔蒂机构主要零件的磨损	(234)
十、马尔蒂机构的校正	(243)
§2-3 抓片机构	(249)
一、抓片机构的基本工作原理	(249)
二、凸轮框式抓片机构主要零件的工作情况	(258)
三、抓片机构的光效率	(268)
四、凸轮框式抓片机构的运动特性和动力特性	(269)
五、其它形式的凸轮抓片机构	(275)
六、凸轮框式抓片机构各主要零件及组合的技术要求	(286)
七、凸轮框式抓片机构主要零件的磨损	(290)
§2-4 圆槽轮机构	(295)
一、基本结构和工作原理	(295)

二、销钉轮和槽轮的主要结构参数	(296)
三、槽轮机构的光效率	(301)
四、槽轮机构的运动特性	(301)
第三章 遮光、调幅和安全装置	(308)
§3-1 遮光器	(308)
一、遮光器的用途和基本要求	(308)
二、遮光器的种类和遮光特点	(311)
三、遮光器的工作特性	(313)
四、常用放映机遮光器装置的结构	(329)
§3-2 调幅装置	(331)
一、调幅装置的作用	(331)
二、调幅装置的种类和工作原理	(332)
三、同步补偿机构的常用形式	(342)
四、调幅装置的组装技术要求	(356)
§3-3 安全装置	(356)
一、影片的热负荷和受热变形	(356)
二、放映机的防火装置	(359)
三、放映机的降温装置	(363)
四、解片器	(366)
第四章 电动机和传动机构	(368)
§4-1 电动机	(368)
一、放映机用电动机的特点	(368)
二、异步电动机的结构	(369)
三、放映机常用异步电动机定子绕组的结构和接线	(374)
四、异步电动机的主要电磁性能指标	(384)
五、异步电动机主要部分的技术要求	(390)
六、电动机的性能检验	(393)
七、异步电动机的使用	(395)
§4-2 传动机构	(397)

一、传动机构的作用和要求	(397)
二、传动机构的基本形式	(399)
三、常用放映机的传动机构	(402)
四、传动机构的装配和调整	(412)
§4-3 轴与轴承	(415)
一、轴与轴承的用途	(415)
二、轴承的种类和特点	(416)
三、轴承的更换和装配	(416)
§4-4 机械磨损和润滑	(421)
一、机械磨损	(421)
二、润 滑	(432)

绪 论

电影自1895年诞生以来，在不长的时间里，便发展成一种独特的、综合性的、最普及的艺术形式，成为世界性的群众文化娱乐和宣传的主要工具。20世纪50年代以后，电视技术迅速发展，与电影形成了强烈的竞争。在这激烈的竞争中，促进了电影的迅速发展。从黑白电影发展成彩色电影；从普通的标准幕电影发展成宽银幕电影、立体声电影、立体电影、环幕电影、球幕电影等等。到目前为止，电影仍然是世界性的宣传教育和文化娱乐的重要工具。特别在我国，电影仍然是受人们喜爱的艺术，在人们的文化生活中，仍占有很重要的地位。

电影的显著特点之一，是它的综合性和形象性。电影不仅可以把文学、戏剧、音乐、美术等各种艺术形式搬上银幕，而且电影艺术本身就包含了各种艺术的特点，因而被称为综合性的艺术。电影还可以通过各种特殊的拍摄手段，如各种特技摄影、显微摄影、延时摄影、望远摄影等等，构成电影独特的表现形式，使电影不受时空的限制，把其它艺术形式所不易表现或不能表现的形象，以及人们日常生活中不能观察到的形象展现出来。因此，电影的内容丰富多采，形象生动活泼，感染力非常强烈，容易被广大观众接受和喜爱。

电影的另一个显著特点是它的技术性。电影从摄制到放映的每一个环节，都需要运用技术手段才能实现。电影

技术涉及声、光、电、化、机械等广泛学科的技术成果，因而也是一门综合性的技术。

电影必须通过电影放映才能与观众见面。如果这个最后环节的工作做得不好，那么无论电影创作和影片摄制如何完美，故事情节如何感人，结果都会使其效果大为降低，甚至无法看懂。因此，作为电影放映工作人员，必须努力学习和掌握放映技术，研究放映设备的性能，努力提高放映质量，才能使电影艺术充分发挥作用。

电影放映机是放映设备中的主体，是影响放映质量的关键设备。本书从基本理论入手，研究放映机各部分的结构、技术特性、技术要求及其维修知识，以便放映人员掌握放映机的性能，熟练操作和维修，提高放映质量。

§0-1 电影摄影和放映

电影的生产，要经过创作、摄制、放映三个过程。电影创作包括文学剧本，分镜头剧本，音乐、美术、服装、道具、灯光、布景(选景)、化装、演员表演和摄影等各方面的设计构思，形成一整套摄制方案，作为电影拍摄的依据。所以这一过程又被称为拍摄前的准备阶段。影片摄制是按照已确定的方案，将演员的表演和音响效果，记录在胶片上，形成电影影片。电影放映则是将电影影片所记录的形象和音响还原出来，供广大观众欣赏。

一、电影摄影原理

将人物的动作或物体运动的各个相位，连续地记录在感光胶片带上的过程，称为电影摄影。普通摄影记录的是人物在某一状态时的单幅影像，电影摄影则记录的是一连

串连续动作的分解影像。如果取出电影摄影中某一幅画面，则都是固定的呆像。所以电影摄影与普通摄影在原理上是完全相同的。区别仅在于单幅摄影和连续摄影。

为要实现连续摄影，在电影摄影机中，就需要有使感光胶片带运动和定格曝光的装置。一般电影摄影机通常由供、收片暗盒，供收片齿轮，摄影镜头，片槽及曝光窗，遮光器，间歇拉片机构，动力和传动机构，取景器等组成。图0-1是电影摄影机的工作原理示意图。输片齿轮(2)等速旋转，将片卷(1)中未曝光的感光胶片从供片暗盒中拉出，

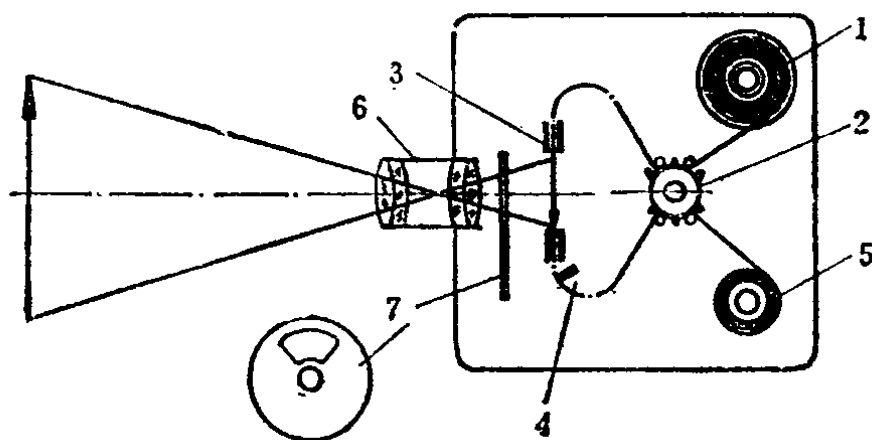


图0-1 电影摄影机的构造示意图

输送给片槽及曝光窗(3)，进行拍摄曝光，并在片槽上下形成缓冲弯。通过片槽已曝光的片带，再经输片齿轮(2)进入收片暗盒(5)收卷起来。整个摄影机的片道都呈密封状态，防止漏光。感光胶片带在片槽和曝光窗处，由间歇拉片机构(4)拖带，而呈一走一停地间歇移动。当胶片在片槽中稳定停留时，遮光器(7)的缺口恰好对着曝光窗，于是摄影镜头(6)就将被摄对象的影像，清晰地结在感光胶片上，使胶片曝光。由于胶片的曝光时间非常短，通常不超过 $1/50$ 秒，在这一瞬间，被摄活动物体或人物动作的空间位置变化甚微，可以认为是不动的。因而使感光胶片曝光

的，就是被摄物此刻运动位置的呆像。于是感光胶片在曝光窗所限定的范围内，就生成了运动物体的瞬时影像的潜影，这称为一格画幅。一格胶片曝光完毕，间歇拉片机构即将胶片拉下一个固定的长度。在胶片移动之前，遮光器即将曝光窗遮盖起来，切断了光路，不使胶片曝光。直到第二格胶片在曝光窗中停稳后，遮光器又把光路打开，对下一个运动相位的呆像曝光，生成第二格潜影。感光胶片在片槽中持续不断地间歇移动，上述过程就不断循环，因而运动物体在连续运动过程中，各个运动相位的影像，就被有间隔地一一记录在感光胶片的相应画幅上，形成一连串的不同相位的呆像。

电影摄影是电影制作的基础，其质量好坏将会影响全局。它除在艺术上要根据导演的意图和场景规定，运用不同方位角度(俯、仰、侧、背、正等)，和不同方式(推、拉、摇、移)，拍摄出各种场景(全、远、中、近、特、大特写)，以生动表现电影内容外，在技术上还必须保证每格画幅位置准确，画面清晰，曝光量均匀一致。这除与电影摄影机的性能有关外，与电影摄影师的技术和艺术水平，也有直接的关系。

在电影摄影中，用得最多的是频率为每秒24格画幅的常规摄影。其标准摄影速度，对于35毫米胶片来说，每秒移动的长度为456毫米。但是，电影中有许多镜头是常规摄影难以实现的。如火车颠覆、舰船沉没、汽车相撞、悬崖格斗等等，既要有真实感，又要避免危险或耗资太大，这就需要借助于特技和特技摄影来完成。如模型摄影、合成摄影、水箱摄影、水底摄影、慢速摄影、快速摄影、望远摄影、显微摄影、延时摄影、倒拍和停机再拍等等。这些特技摄影，有的需要特殊的器材、场景、模型或绘画与摄

影相配合，有的需要用特殊的摄影技巧，有的则需要特殊的摄影机。还有相当一部分特技镜头，是在洗印过程中运用特殊的洗印技巧来完成的。通过这些特殊技巧，不但可以解决一些高难度、危险性大和耗资多的镜头，而且还可以大大增强电影的艺术感染力，体现出电影的特色。

曝光后的电影胶片，需要经过冲洗才能在胶片上得到可见的影像。这影像的影调或颜色是与原景物相反或相补的，这种呈现负像的胶片，通常称为负片或底片。将拍摄的底片，再经印片、剪辑、录音合成、配光、翻印等一系列复杂的制片加工过程，才能得到供放映用的电影影片(拷贝)。

二、电影放映的基本原理

将电影拷贝上所记录的影像和声音还原出来供观众欣赏的过程，称为电影放映。它是使用电影放映机及其附属设备来完成的。图0-2是电影放映的原理示意图。

输片齿轮(2)等速旋转，将待映影片从供片盒(1)中均匀拉出，供给片槽(3)，并在片槽上方形成一个缓冲弯。在片槽中部开有片窗(4)，它类似于电影摄影机的曝光窗，影片的每一格画幅都在此停留接受光源(5)的照射。影片在片槽中由于间歇拉片机构(6)的作用，是一走一停地间歇移动的。当一格画幅在片窗处停留时，遮光器(7)即将光路打开，画幅即被照明，放映镜头(8)即将这格画幅的形象投射到银幕(9)上，结成清晰的放大影像。此后，遮光器即将光路遮断，间歇机构又拉下一格画幅。如此循环动作，使影片画幅一格接替一格地连续映出，于是观众就在银幕上看到连续动作的活动影像。

影片通过间歇拉片机构后，在片槽下方又形成一个缓冲弯，由稳定齿轮(或滑轮)引导，以均匀的速度通过音鼓

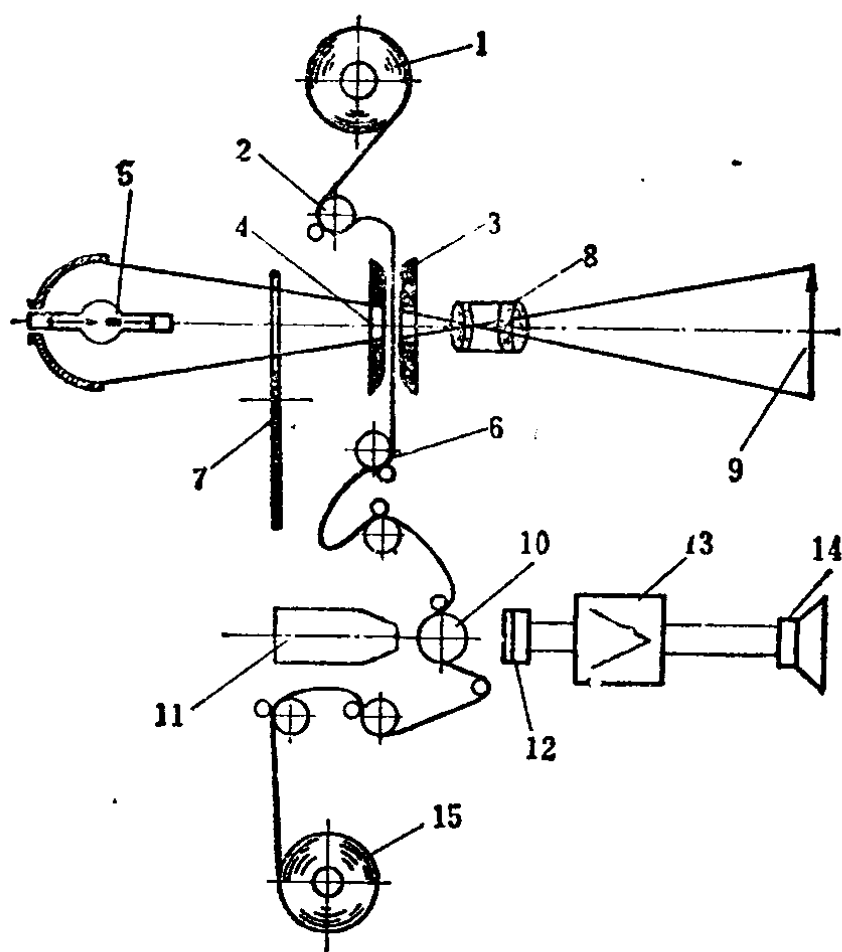


图0-2 电影放映原理图

(10)，这时影片的声带由还音光学装置(11)所形成的激励光刃照亮，透过声带被音迹调制后的变化光通，投射到光电器件(12)中，转换成相应的电信号，再输给电影扩音机(13)放大，最后由扬声器(14)配合银幕上的画面景像，还原成悦耳、宏亮的声音。

经过还音后的影片，由输片齿轮限定，并由收片机构(15)重新收卷起来。

电影放映机每秒钟内所映出的影片画幅格数，称为放映频率。由于影片在摄影时是以标准摄影频率(24格/秒)拍摄的，因而放映频率也应与之相等。否则放映出来的影像动作和声音都会产生失真。即使是特技摄影(慢速、高速、

延时等摄影)，也需用24格/秒的标准放映频率来放映，才能获得需要的艺术和技术效果。因此，放映机的放映频率，应该是固定的。放映速度，即每秒放映的影片长度，也应该是固定值。

§0-2 视 觉

电影是通过人们的视觉来感受的形象艺术。电影技术中的许多理论根据，都直接与人的视觉有关。因此，在研究电影放映技术之前，需要了解一下人的视觉特性。

一、人眼的构造

人的眼睛是一个复杂的、自动化的、但也是不十分灵敏的光学系统。其外形近似于球状，直径约为24毫米。图0-3是眼球的截面示意图。它的主要部分是巩膜(1)，角膜(2)，虹膜(3)，水晶体(4)，视网膜(5)，水样液(6)，玻璃液(7)等。角膜、水样液、水晶体和玻璃液一起，构成人眼的光学系统。而水晶体在功能上则相当于一块能自动变焦的双凸透镜。

视网膜是一层布满视神经末梢的纤维层。其中排列着许多与视神经相连接的圆锥形和圆柱形细胞。这些细胞能够感受光和颜色，统称为感光细胞。

圆锥细胞和圆柱细胞具有不同的感光特性。圆柱细胞能够感受光的强弱，灵敏度较高，能感受弱光，但它

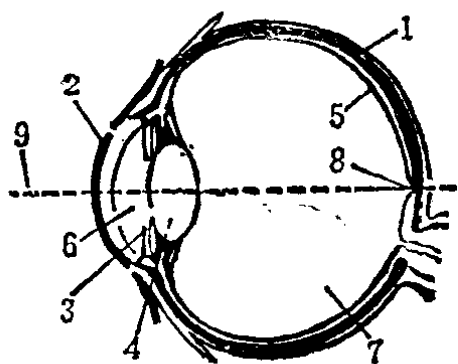


图 0-3 人眼截面图

不能分辨颜色；圆锥细胞不但能感受光的强弱，而且能分辨颜色，但它的感光灵敏度较低，需要在较强的光刺激下才能起作用。这两种感光细胞在视网膜中的分布是极不均匀的。在正对瞳孔的一个小区域内，圆锥细胞分布最集中，这个区域称为黄斑；而圆柱细胞在黄斑中所占的比例却很小。黄斑是人眼视觉最灵敏的区域。黄斑中心有一个略向里凹的小区(8)，叫做中央凹。通过水晶体与中央凹中心的直线(9)，叫做视轴。

圆锥细胞的大小并不都是一样的，在视轴处的直径最小，约为1微米；在中央凹区域内，直径约为2微米；从中央凹边缘到还未与圆柱细胞混杂的区域内，直径约为4微米。圆锥细胞直径越小的区域，分辨物体细部的能力就越强。

二、视 觉

(一)视觉原理

自然界的发光和反光物体的光投射到人眼中，引起视神经的感应，称为视觉。人的眼睛相当于一架摄影机，眼球的前部相当于摄影镜头；后部相当于暗箱；视网膜相当于感光胶片。当物体的光投射到眼中时，通过角膜、水样液、水晶体、玻璃液等折光系统的折射后，在视网膜上结成一个清晰的影像。在这影像覆盖下的感光细胞，会受到不同光强的刺激，于是感光细胞内部组织的物质，就发生相应的化学分解反应，并产生相应强度的电位差，形成的电脉冲作为信息经视神经纤维传给大脑，大脑的视觉中心，即根据信息脉冲的来源和强弱，并凭借已有的记忆和经验，进行比较，从而感受到光和辨识该物体。

结在视网膜上的物体影像，可以认为是由无数光点构

成的。每一个光点都应是物体对应点的像点。如果每个光点都只是由物体对应点上发出的光的交点，则这个影像就是清晰的，大脑就能得到一个明晰的信息，产生出清晰的视觉；如果光点是由物体两个以上的点发出的光相交而成，则视网膜上的影像就是不清楚的，大脑得到的将是一个不明晰的信息，从而产生出模糊的视觉。我们知道，拍摄照片时要根据被摄物体的远近，来调节镜头到感光胶片的距离，才能得到清晰的影像。人眼也是一样，在观看远近不同的物体时也需调节，使在视网膜上的影像清晰。但它不是调节像距，而是改变水晶体的曲度，使焦距相应变化来实现的。由于水晶体是一个有弹性的透明体，当看远处物体时，睫状肌自动收缩，将水晶体拉长，使之变扁而减小曲度，焦距即变长；当看近处物体时，睫状肌自动延伸，压迫水晶体使之加大曲度，焦距就变短。这样就可以使不同远近的物体在固定像距的视网膜上都能结出清晰的影像。相同大小的物体，如果与眼睛的距离不同，则在视网膜上成像的大小也不同，远小近大。因此，大脑就根据像的大小和记忆来判别远近。

(二)视角和视场角

视角就是被视物体对眼睛所形成的张角。确切地说，

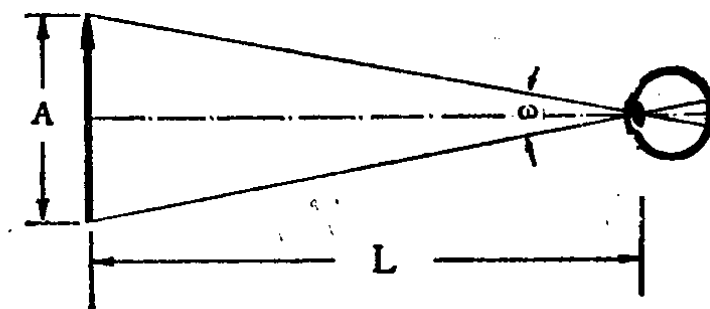


图0-4 视角示意图