

摄影与 航空摄影



戴勇书 张庆龄

解放军出版社

摄影与航空摄影

戴勇书 张庆龄

解放军出版社

内 容 简 介

本书共分六章和一个附录，系统地讲述了黑白摄影和彩色摄影的基本原理；论述了航摄仪、航摄影物的光谱特性、航空摄影的有关技术问题，以及航测对航摄的技术要求；附录中介绍了摄影常用药品及配方、常用各种航空胶卷的性能等。内容力求理论联系实际、由浅入深、简明扼要、通俗易懂。

本书适合做航空摄影测量专业大专教材，并可供航空摄影工作者、遥感工作者、科技摄影工作者以及一般摄影工作者参考。

摄影与航空摄影

戴勇书 张庆龄

解放军出版社出版发行

(北京平安里三号)

新华书店经销

一二〇二工厂印刷

787×1092毫米 16开本 13.375印张 5插页 334千字

1989年6月第1版 1989年6月(北京)第1次印刷

印数 1—2 500

ISBN 7-5065-0783-8/E·395

定价：8.00元

前 言

随着科学技术的发展和进步,摄影与航空摄影成为获取目标信息的重要手段。它不仅是地面和航空摄影测量的基础,而且越来越广泛地应用于科学研究、资源调查、空间探测、军事侦察等许多领域,成为经济建设、国防建设和科学研究事业中不可缺少的组成部分。

本书系统地介绍了摄影学的基本理论和方法:如感光材料及其特性的测定,黑白与彩色摄影成象原理,摄影处理的步骤及各步骤中的作用原理等。

本书介绍的航空摄影,是以地形测图为目的。地形测图对航空摄影成果的质量有着特别严格的要求。航摄成果质量的优劣,不仅关系着航测成图的精度,而且也关系着成图的经济成本。因此如何使航空摄影技术不断得到改进和完善,获得理想的航空摄影成果,简化航测作业方法,是本学科的重要任务。为此,本书对航摄机,航摄景物的光谱特性,航空摄影的实施,以及航测对航摄的技术要求等有关航空摄影方面的知识作了专题性的论述。

为了适应更多层次的读者,简要地介绍了学习本书所必须的有关摄影化学和光学方面的基础知识。为了适应生产上的需要,本书还介绍了一部分航空摄影测量内业中的摄影工作。为满足广大实际摄影工作者的需要,本书在附录中提供了摄影中常用的药品、配方、处理工艺过程,感光材料等参考资料。

本书由张庆龄编写第一、二、四章,其中第一章第五节由叶庆先编写,戴勇书编写第三、五、六章及附录,最后戴勇书负责全书的整理、定稿。王海华同志曾参加部分初稿的编写工作。书中的插图由曹海生、方建民同志绘制。

书中有关化学反应式曾请吴桂贤同志审阅,全书由胡宏伟教授审定,并提出了许多宝贵意见,谨此表示感谢。

由于编者业务水平有限,其中难免有错误和不足之处,恳切希望读者对本书提出宝贵意见。

编 者

一九八八年四月

目 录

第一章 普通摄影	(1)
第一节 摄影的光学基础	(1)
一、光辐射	(1)
二、光的单位与量测	(2)
三、光源的色温	(3)
四、光学系统的主点、主平面及焦距	(4)
五、光学系统的成象公式	(5)
第二节 普通摄影机	(6)
一、摄影机的基本结构和作用	(6)
二、常用的普通摄影机	(8)
第三节 镜头的主要特性	(10)
一、镜头的焦距	(10)
二、镜头的相对孔径和光圈系数	(12)
三、镜头的视场角和象场角	(13)
四、镜头的分解力	(14)
五、景深	(16)
六、光通过镜头时的损失和象面上的照度分布	(19)
第四节 摄影辅助设备及其应用	(21)
一、滤色镜	(21)
二、曝光表	(22)
三、闪光灯	(23)
第五节 普通摄影表现方法	(24)
一、摄影表现方法的基本原则	(24)
二、画面布局	(25)
三、摄影位置、距离、方位和角度	(27)
四、摄影用光	(30)

第二章 黑白感光材料	(33)
第一节 黑白感光材料的结构和分类	(33)
一、感光材料的结构	(33)
二、感光材料的分类	(34)
第二节 乳剂制备过程概述	(36)
一、卤化银和明胶的性能	(36)
二、乳剂制备过程	(38)
第三节 卤化银乳剂的光化学作用	(40)
一、光化学反应	(40)
二、光对卤化银的作用	(41)
三、潜影的形成	(42)
四、潜影的衰退	(44)
第四节 感光测定	(44)
一、感光测定的基本概念	(44)
二、特性曲线的绘制	(46)
三、特性曲线的分析	(51)
四、感光材料的感光特性	(52)
五、乳剂颗粒大小对感光特性的影响	(60)
第三章 黑白负片的摄影处理过程	(62)
第一节 摄影化学基础	(62)
一、氧化还原反应	(62)
二、电离的基本知识	(62)
三、酸与碱及其强弱的表示方法	(63)
四、摄影处理中化学反应举例	(64)
第二节 显影的基本概念	(66)
一、显影的目的	(66)
二、显影的化学反应	(66)
三、显影中心的催化作用	(67)
第三节 显影液的成分及其作用	(68)
一、显影剂	(68)
二、保护剂	(70)

三、促进剂·····	(71)
四、抑制剂·····	(72)
第四节 显影液配方及显影条件对影象特性的影响·····	(72)
一、显影液的配方·····	(72)
二、显影条件对影象特性的影响·····	(73)
第五节 航摄负片的显影·····	(74)
一、显影液配方的选择·····	(75)
二、显影器·····	(75)
三、显影方法·····	(76)
第六节 定影·····	(76)
一、定影的化学原理·····	(76)
二、定影液的组成及各成分的作用·····	(77)
三、废定影液的处理·····	(78)
第七节 水洗与干燥·····	(79)
一、水洗的目的·····	(79)
二、水洗的方法·····	(79)
三、水洗程度的检查·····	(80)
四、干燥·····	(80)
第八节 反转显影法·····	(80)
一、第一次显影·····	(81)
二、溶解·····	(82)
三、第二次曝光·····	(82)
四、第二次显影·····	(82)
第四章 航测内业的摄影资料处理·····	(83)
第一节 航摄正片的晒印·····	(83)
一、相纸的有效宽容度(曝光范围)·····	(83)
二、相纸的选择·····	(84)
三、晒印正片的设备·····	(86)
四、晒印技术·····	(89)
五、印相纸的裱糊·····	(89)

第二节 正片的减薄与调色	(90)
一、减薄	(90)
二、象片的调色	(91)
第三节 晒蓝与薰图	(93)
一、晒蓝	(93)
二、薰图	(94)
第四节 复照	(94)
一、复照仪	(95)
二、复照的一般作业过程	(96)
三、图边复照	(97)
第五节 透光缩小与反光缩小	(98)
一、透光缩小	(98)
二、反光缩小	(103)
第五章 彩色摄影	(106)
第一节 色光的基本知识	(106)
一、选择性吸收和物体的颜色	(106)
二、感色三单元	(106)
三、彩色三特征	(107)
第二节 色光的混合	(107)
一、加色法	(107)
二、减色法	(108)
第三节 彩色感光材料和彩色成象原理	(109)
一、多层彩色片的一般结构	(109)
二、成色剂	(109)
三、彩色片的分类	(110)
四、彩色负片和彩色正片的改进	(111)
五、彩色成象过程和原理	(112)
第四节 彩色感光材料的冲洗处理	(113)
一、彩色显影	(113)
二、漂白	(115)

三、定影	(115)
四、稳定	(115)
五、辅助冲洗工序	(116)
第五节 彩色片的感光特性	(116)
一、感光特性的测定	(116)
二、彩色平衡对彩色影象色调的影响	(119)
第六节 彩色正片的晒印	(121)
一、彩色正片晒印的基本设备	(121)
二、彩色负片色彩不平衡的原因	(122)
三、彩色正片的校色原理	(122)
四、彩色扩印	(123)
第七节 假彩色摄影	(126)
一、假彩色摄影的特点	(126)
二、彩色红外负片的结构及成象原理	(126)
三、地物的光谱反射系数及其颜色	(127)
第六章 航空摄影	(130)
第一节 航空摄影概述	(130)
第二节 航摄仪	(131)
一、摄影测量对航摄仪的要求	(131)
二、航摄仪的主要部件	(131)
三、航摄仪的分类	(133)
四、摄影测量中常用的航摄仪	(133)
第三节 航摄仪内方位元素的测定	(138)
一、测定的原理	(138)
二、测定内方位元素用的光学鉴定台	(142)
第四节 航空摄影中大气和景物的光学特性	(143)
一、大气对光的折射、吸收和散射	(143)
二、大气濛雾	(145)
三、景物的照度	(146)
四、景物的亮度特性	(148)

第五节 航空摄影实施	(151)
一、航摄任务委托书的拟订	(151)
二、航空摄影技术计划的制订	(153)
三、试飞	(157)
第六节 航测对航摄的技术要求	(157)
一、对飞行质量的技术要求	(158)
二、对摄影质量的技术要求	(160)
第七节 航摄资料的质量评定与验收	(162)
一、飞行质量的评定	(162)
二、摄影质量的评定	(164)
三、航摄软片压平质量的检查	(164)
附录一 摄影常用药品及配方	(167)
一、摄影常用药品的性能及保存	(167)
二、黑白片摄影处理溶液的配方	(175)
三、彩色摄影处理的程序和处理溶液的配方	(182)
四、彩色反转片的摄影处理	(186)
五、国产彩色航空片的摄影处理	(191)
六、特殊处理配方	(196)
七、几种彩色冲洗套药	(197)
附录二 各种常用航空胶卷的性能	(198)
一、各种柯达航空胶卷的特性	(198)
二、各种国产航空胶卷的特性	(199)
附录三 常用计量单位及单位换算	(200)
一、长度	(200)
二、重量	(200)
三、容积(体积)	(201)
四、温度	(202)
主要参考资料	(203)
彩图	(204)

第一章 普通摄影

第一节 摄影的光学基础

一、光 辐 射

光是一种电磁波，与无线电波相同，但波的长度不相同。由于波长的差别，电磁波有的能刺激眼睛，成为我们看得见的光；有的看不见，而需要用一定器械才能发现它。各电磁波的波长如图1-1所示。

从图1-1可以看出：在整个电磁波系统中，可见光只占很窄的范围，大概为 400~700 毫微米范围。现代的感光乳剂所能感受的光谱范围要比眼睛感受的宽得多，大约从200~1300毫微米。

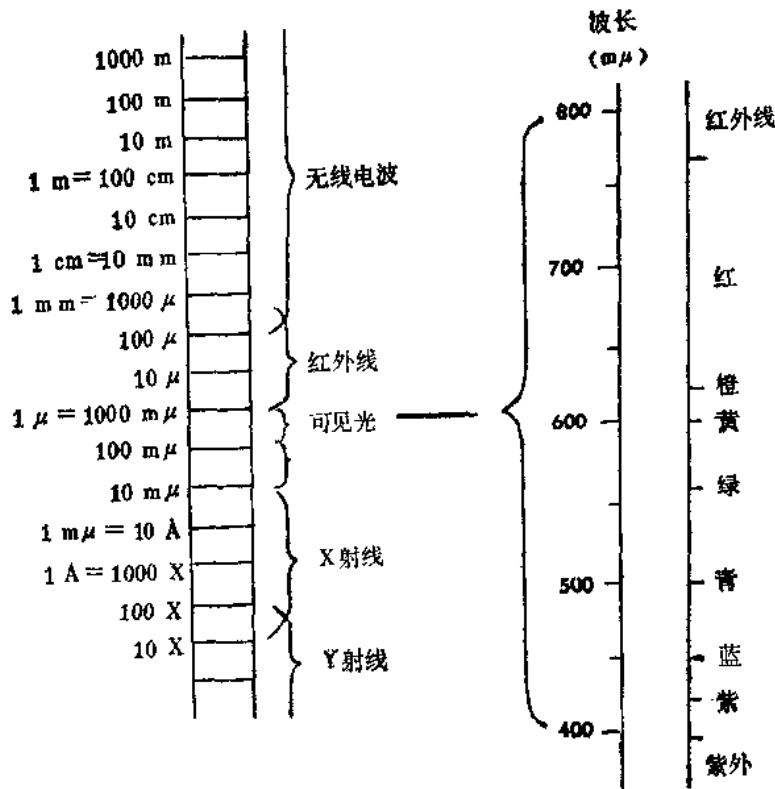


图1-1 电磁波的波谱

表1-1

波长 (nm)	颜 色
400~430	紫
430~470	蓝
470~490	青
490~550	绿
550~590	黄
590~620	橙
620~700	红

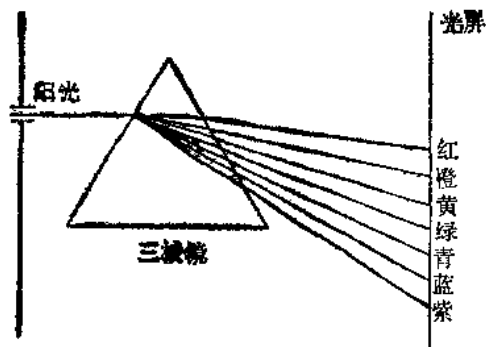


图1-2 光的色散

光因其波长的不同，会显现不同的颜色。例如，白色光通过棱镜，便会分离出不同颜色的光。如果在光路中放置一个白色屏幕，则屏幕上便显现出按一定顺序排列的彩色图，称为光谱（见图1-2）。可见光谱中包含着无数种颜色，但是，在日常生活中，人们大致把它分为七个颜色（见表1-1）；也有把它分为六个颜色的，即：红、橙、黄、绿、蓝、紫。

二、光的单位与量测

（一）发光强度(L)：它是表示光源发光强弱的一个物理量，简称光强。其单位为“坎德拉”（新烛光），简称“坎”，国际代号“cd”。在单位立体角内辐射的光通量为1流明时，光源的发光强度即为1坎德拉，即：

$$1 \text{ 坎德拉} = 1 \text{ 流明/球面度} \quad (1-1)$$

球面度为立体角的单位，若球面上的面积 $S = r^2$ （ r 为球的半径），则其对球心所张的立体角的大小即为1球面度，也称单位立体角。

（二）光通量(F)：单位时间内通过某一面积的光能称为通过该面积的光通量，其单位为“流明”国际代号“Lm”。规定：光源为1坎的均匀发光的点光源在1单位立体角内辐射的光通量为1流明。也就是说将光强为1坎的均匀发光的点光源置于半径为1米的球心，则该球面上1平方米的面积上单位时间通过的光能就是1流明。

（三）照度(E)：它是用来反映物体表面被照明程度的一个物理量。

物体表面被照明的程度除了决定于照射它的光通量的多少之外，还与光通量分布的面积大小有关。我们用照射在物体表面单位面积上的光通量来量度物体的照度。如光通量为 F ，均匀分布在面积为 S 的物体表面上，则物体表面的照度 E 为：

$$E = \frac{F}{S} \quad (1-2)$$

照度的单位为流明/米²，又称“勒克司”，即1流明的光通量，均匀分布在1米²的物体表面上，该表面的照度即为1勒克司。照度的另一个单位叫“辐透”。1厘米²的面积上均匀分布1流明的光通量，此时的照度即为1辐透。显然：

$$1 \text{ 辐透} = 10^4 \text{ 勒克司}$$

物体表面的照度除了与照射它的光源发光强度有关以外，还与被照面离光源的距离以及光线照射到这个表面的角度有关。因此有照度定律：点光源对被照面产生的照度与其发光强度 L 成正比；与光源至被照面距离 r 的平方成反比；与入射光线与该面法线之夹角 i 的余弦成正比。有公式：

$$E = \frac{L}{r^2} \cos i \quad (1-3)$$

(四) 亮度(B)：光源表面沿某个方向上单位面积的发光强度叫做光源的亮度，即：

$$B = \frac{L}{S} \quad (1-4)$$

式中当光强 L 用“坎德拉”，发光面积 S 用平方厘米时，则光源亮度 B 的单位为“坎/厘米²”，或称“熙提”，国际代号“Sb”。对反射率为 ρ 的反射面，其亮度与该面上的照度成正比，则它的亮度值为：

$$B = \rho E \quad (1-5)$$

式中

$$\rho = \frac{\text{表面反射的总光通量}}{\text{投射到表面的总光通量}}$$

在相同照度条件下，物体在某一个方向上的亮度 B 与绝对理想漫反射表面的亮度 B_0 之比称为亮度系数，即

$$R = \frac{B}{B_0} \quad (1-6)$$

亮度系数与反射率不同，它是具有方向性的，而反射率则只能表示物体反射光通量的多少，不能说明它在各个方向上的强弱。亮度系数的大小与物体表面的反射性质有关，如果表面具有漫反射的性质，则其亮度系数小于 1，如果表面具有镜面反射的性质，则在发生镜面反射的方向上亮度系数最大，甚至可能大于 1；只有表面近于理想反射时，亮度系数在各个方向上才有一致的，其数值等于 1。

三、光源的色温

简单地讲，色温是表示光源光谱成份的一种量。而不同的光源，由于发光物质的成份不同，它们在相同温度条件下，所发出的光谱成份有很大差异。但是“绝对黑体”不同于一般的光源，它在一定的温度下对应于一定的光谱分布。所以我们将光源发的光与黑体的幅射光相比较来描述它的光谱成份。

能够在任何温度下全部吸收任何波长的幅射的物体称为绝对黑体，简称黑体。当对黑体加热时，它幅射的光谱成份只决定于它的温度，温度上升，它幅射的光谱成份将向短波方向变化，所发出的光带有一定的颜色，其变化顺序是红——黄——白——蓝。

由于黑体在一定的温度下对应一定的光谱成份，所以可以用黑体的温度表示光谱成份。当某一光源所发射的光谱成份与黑体在某一绝对温度 K (以 -273°C 为绝对零度起算的温度) 下幅射的光谱成份相同时，黑体的这个温度 (K) 就是该光源的色温。

光源的色温主要看光源中短波光与长波光的比例，如果光源中的短波光所占的比例增

加，长波光比例减少，色温就升高。反之，长波光所占比例增加，短波光所占比例减少，色温就降低。例如：晴天中午前后的太阳光是含长、短光的比例约相同，所以它所发的光视觉感受上为白光。而早、晚太阳光线是斜射至地面，要穿过很厚的大气层，太阳光中的蓝紫短波光

将被大气质点所散射，这样便只剩下红、橙长波光射到地面，所以我们看到的太阳呈红橙色。因此我们说：早晚太阳光的色温比较低，而中午的太阳光色温较高。

表1-2 为部分光源的色温。光源的色温在后面感光测定与彩色摄影等内容中具有重要实用价值。

部分光源的色温		表1-2
光	源	色温 (°K)
人造光	蜡烛光	1900
	煤油灯	2000
	60瓦电灯泡	2500
	100瓦电灯泡	2660
	500瓦碘钨灯	2960
	摄影用钨丝灯	3200
自然光	万次闪光灯	5000~6000
	日出、日落时的阳光	1850
	日出后、日落后一小时阳光	3500
	日出后、日落后二小时阳光	4400
	正午直射阳光	5300~5500
	北方的蓝天	19000~25000
光	带有白色薄云的蓝天	1300
	云雾弥漫的天空	7500~8400

四、光学系统的主点、主平面及焦距

图 1-3 中 L_1 和 L_2 分别表示同轴球面系统的第一和最后的折射面， O_1O_2 为光轴。PA 为平行于光轴且离光轴为 h 的人射光线，则与其共轭的出射线必通过系统的第二焦点 F' 。通过第一焦点 F 的任一入射线 (FB)，与其共轭的出射线 $A'P'$ 必与光轴平行，出射线 $A'P'$ 与光轴的距离，随入射线 FB 的倾斜程度而改变。我们总

可以选择 FB 的倾角使得它的共轭光线 $A'P'$ 与光轴的距离为 h ，入射光线 PA 与 FB (或它们的前延长线) 交于一点 M，而它们的共轭光线 $B'F'$ 与 $A'P'$ (或它们的向后延长线) 相交于另一点 M' ，因为 M 和 M' 为两对共轭线的交点，因此 M 和 M' 二点共轭，也就是把 M 点作为物点，则其象必为 M' 点。这样，凡是通过 (或其向前延长线通过) M 点的入射线，其共轭的出射线 (或其向后拖长线) 必然通过 M' 点。

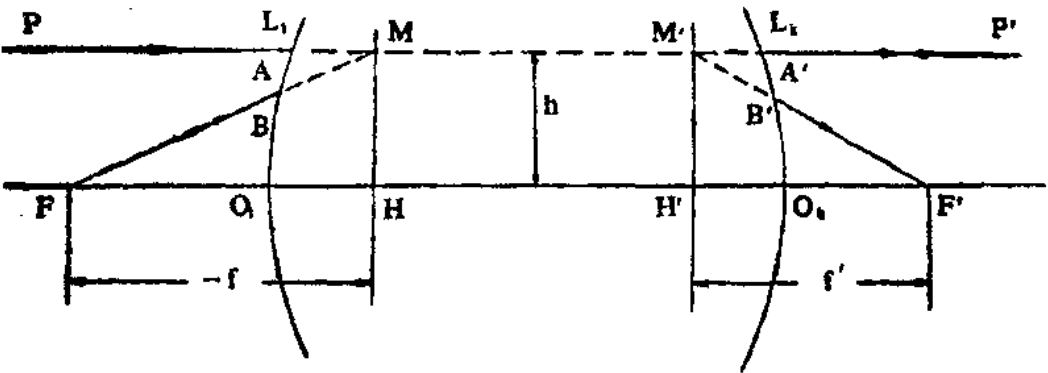


图1-3 光学系统的主点、主面及焦距

共轭点M与M'到光轴的距离同为h，而且在光轴的同侧。过M、M'点分别作垂直于光轴的平面MH、M'H'，MH与M'H'是一对特殊的共轭平面，分别称为系统的第一（或物方）主平面和第二（象方）主平面，它们与光轴的交点H和H'显然也是一对共轭点，分别叫做系统的第一（物方）主点和第二（象方）主点。由此可以得出光学系统主平面的定义和性质：系统的主平面是一对特殊的共轭平面，其上对应的共轭点与光轴距离相等，而且在光轴的同侧。第一主平面上的物，它的象必在第二主面上，而且物与象的大小、方向都一样，即横向放大率 $\beta = +1$ 。

五、光学系统的成像公式

对于一个光学系统，对于其中的一对主平面，两个焦点和两个焦距这三者中任何两组的位置（或数量）已经确定，则该光学系统对物体成像问题就可以完全解决了。

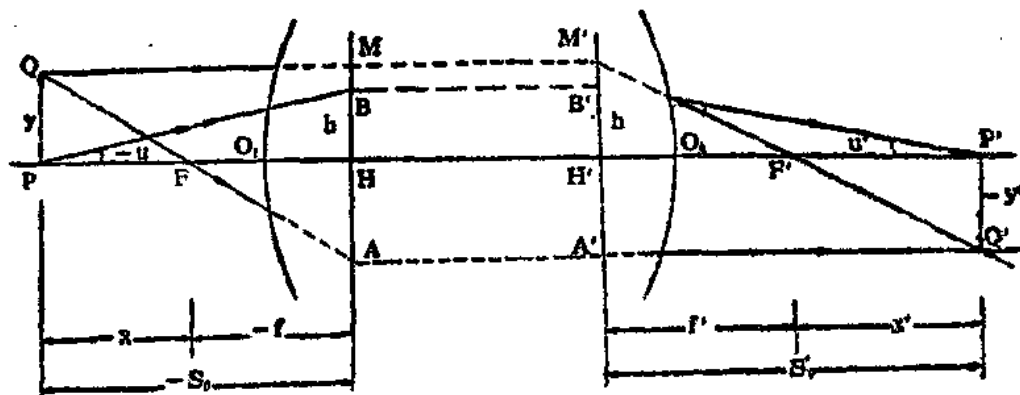


图1-4 光学系统的成像

如图1-4所示，有一垂直于光轴的物体PQ，为了求得它的象，可以从Q点引一条平行于光轴的人射线QM，它与第一主平面相交于M点，则其共轭光线必经第二主平面上与M等高的一点M'，并通过第二焦点F'射出。从Q点发出的另一条通过第一焦点F的人射线QA，交第一主平面于A点，其共轭线为通过A'点且平行光轴的光线A'Q'（A、A'点距光轴的距离相等）。过Q'点作垂直于光轴的线段P'Q'必为PQ的共轭线，也就是物PQ的象。

物和象的位置可以分别从两焦点或两主点为原点的距离来确定，物距和象距以x和x'（以两焦点为原点）或s和s'（以两主点为原点）表示，用y和y'分别表示物和象的大小。以上这些量的正负按符号法则的规定。

在图1-4中，从直角三角形QPF和FHA可得：

$$\frac{HA}{PQ} = \frac{HF}{FP} \quad \text{即} \quad \frac{-y'}{y} = \frac{-f}{-x}$$

从直角三角形M'H'F'和P'F'Q'可得：

$$\frac{P'Q'}{M'H'} = \frac{F'P'}{H'F'} \quad \text{即} \quad \frac{-y'}{y} = \frac{x'}{f'}$$

上二式右边相等，故可得到：

$$xx' = ff' \quad (1-7)$$

公式(1-7)称为光学系统的牛顿物象公式。它的物距和象距分别以两焦点为原点。

：从线段 y' 和 y 之比可得出确定横向放大率的公式：

$$\beta = \frac{y'}{y} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f'} \quad (1-8)$$

光学系统的物象位置，也可以采用从两主点为原点的距离来确定。由图1-4知，

$$-S = -x - f \quad S' = x' + f'$$

$$\text{即 } x = S - f \quad x' = S' - f'$$

代入(1-7)式得：

$$(S - f)(S' - f') = ff'$$

将上式乘开，整理并以 SS' 除各项，即得：

$$\frac{f'}{S'} + \frac{f}{S} = 1 \quad (1-9)$$

此式称为光学系统的高斯物象公式。如果已知物距 S 和光学系统的第一焦距 f ，第二焦距 f' ，则按(1-9)式求得象距 S' 。

若光学系统前、后两个介质相同，例如整个系统位于空气中（绝大多数情况都是这样）时，则系统的两焦距的表值相等，符号相反，即

$$f' = -f$$

因此，可以把位于同一介质（例如空气）中的光学系统其物、象公式改写成另一种形式，即，

$$\frac{1}{S'} - \frac{1}{S} = \frac{1}{f} \quad (1-10)$$

这是处理光学系统物象关系的高斯公式的另一形式，物距和象距分别以两主点为原点。在摄影教材中常以 a 表示物距，以 b 表示象距，并以主点为原点，取绝对值，这样，(1-10)式可写为如下形式：

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (1-10')$$

第二节 普通摄影机

一、摄影机的基本结构和作用

摄影机是使被摄物体在感光材料上构成光学影象的工具。尽管摄影机的种类很多，结构繁简差别较大，形式也各不相同，但不论是最新式的或古老型的，其基本结构大致相同，它们都有共同的基本部件，相同部件所起的作用也是一样的。这些基本部件为：镜头、光圈、快门、暗箱和检影器。

(一) 镜头：

镜头即摄影物镜，是摄影机的重要组成部分，它是一个光学系统，一般是由两片以上的

透镜所组成（如图1-5中的1）。镜头的作用是聚集被摄物体（图1-5中AB）反射的光线，使之在象面上构成影象（图1-5中A'B'）。

镜头的光学系统是由重量较轻的铝合金镜筒固定，并保证镜片间隔和镜片同心，另一方面镜筒还用来装置其他机构和操作机件等。一般来说，透镜片数愈多，消除各种象差的情况愈好，因而成象质量也就高。

（二）光圈：

图1-5中的2为光圈，一般由薄金属叶片叠加组成，形成一个孔径可以改变的圆圈。它的位置由光学系统的要求来决定，一般处于镜头的前后透镜之间。光圈的主要作用是控制镜头的使用面积大小，以调节进入象面光线的多少。光圈孔径越大，镜头的使用面积也大，进入象面的光量便多，所需的相对曝光时间就少。改变光圈也有改善成象质量和变化景深的作用。因此摄影时要根据景物亮度的大小和要求的景深来调节光圈。

光圈一般分为固定式和可变式两种。固定式光圈只有一个孔径。是最简单的结构形式。可变光圈又分调定光圈和跳动光圈两种。调定光圈调对后在拍照过程中孔径固定不动，跳动光圈在拍照开始快门尚未打开的瞬间，光圈孔径自动缩到所选择的位置，在快门启关之后，光圈孔径又回到最大位置。跳动光圈用在单镜头反光照象机和曝光表控制的自动曝光照象机上。

（三）快门：

图1-5中3是快门，它是控制光线能否进入象面的闸门。曝光时将快门打开，使光线进入象面，快门从打开到关闭所经过的时间称为曝光时间。因此，快门是照象机控制曝光时间的机构。

1. 快门的组成：

快门主要由五部分组成：

（1）启闭机构：是控制快门叶片开启和关闭的机构，在没有延时机构参与作用的情况下，它的运动速度最高，因此这个机构决定了快门最短曝光时间。

（2）B门机构：即手控曝光机构。快门叶片打开时间受人控制，任意停留，抬手后快门关闭。

（3）慢门机构：是一种延时机构。在快门叶片刚刚开满通光孔至叶片开始关闭前的一段运动过程中起作用。慢门机构起作用的时间长短，形成了不同的快门曝光时间。

（4）自拍机构：也是一种延时机构。在快门叶片开之前起作用，以达到自拍的目的。

（5）连闪机构：连闪机构受快门启闭机构控制，在要求位置上接通连闪触点，使闪光灯电路接通。

2. 快门的分类：

照象机快门大体可以分成三类：

（1）机械快门：快门叶片的开关是靠先行上紧的弹簧动力，再通过杠杆机械力的推拉

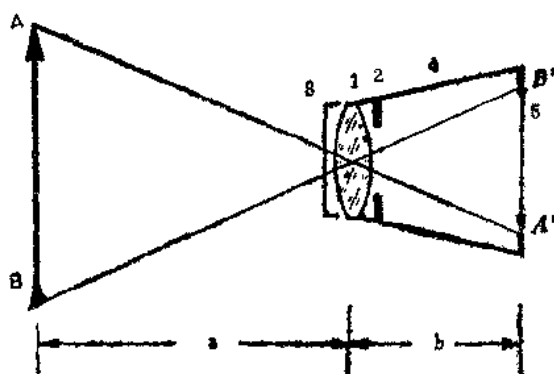


图1-5 摄影机结构示意图