

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

学校电化教学指导丛书

摄影设备基本常识



第一章 基本光学原理

第一节 几何光学的基本原理

几何光学的含义及其范畴，是以光的直线传播性质为基础，研究光在透明介质中传播的光学。几何光学的理论基础，就是建立在通过观察和实验得到的几个基本定律。由于光的直线传播性对于光的实际行为只有近似的意义，所以，以它作为基础的几何光学，就只能应用于有限的范围和给出近似的结果。但这些对于了解与摄影有关的光学系统而言，已是足够的了。

一、光线

在几何光学中可用一条表示光传播的方向的几何线来代表光，并称这条线为光线。

二、光的传播定律

1. 光的直线传播定律：光在均匀透明的介质中，光沿直线传播。

2. 光的反射和折射定律：当光线由一均匀介质进入另一介质时，光线在两个介质的分界面上被分为反射光线和折射光线。这两条光线的进行方向，可分别由反射定律和折射定律来表述。

反射定律：反射线在入射线和法线所决定的平面上；反射线和入射线分别位于法线的两侧；反射角和入射角相等。

在反射现象里光路是可逆的。

折射定律：折射线在入射线和法线所决定的平面内；折射线和入射线分别位于法线的两侧

入射角 i 的正弦与折射角 r 的正弦的比，对于给定的两种媒质来说，是一个常数，叫做第二媒质对于第一种媒质的折射率，在这里我们用 n_{21} 来表示。

$$n_{21} = \frac{\text{Sini}}{\text{Sinr}}$$

前面所讲的 n_{21} 是第二种媒质对于第一种媒质的折射率，叫做这两种媒质的相对折射率，即某种媒质对于真空的折射率叫做这种媒质的绝对折射率，简称媒质的折射率，用 n 表示。

因为光在空气中传播的速度与光在真空中传播的速度相差很小，所以通常用媒质对空气的折射率代替媒质的折射率。 $n=1$ 。

光在任何媒质中传播的速度都小于在真空中的速度，所以，任何媒质的折射率都大于 1。由此可以推论，光在一种媒质中传播的速度越小，这种媒质的折射率越大。两种媒质相比较如第一种媒质的折射率大于第二种媒质的折射率，则光在第一种媒质中的传播速度小于光在第二种媒质中的传播速度，相对而言第一种媒质称为光密媒质，第二种媒质称为光疏媒质。

当光线从光疏媒质射进光密媒质时

$$\frac{\text{Sini}}{\text{Sinr}} = n_{21} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$V_1 > V_2 \quad \frac{\text{sin}i}{\text{Sinr}} = n_{21} > 1$$

$$\sin i > \sin r \quad i > r$$

这时， $r < i$ 说明光线近法线折射。

当光从光密媒质射进光疏媒质时

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$v_1 < v_2 \quad \frac{\sin r}{\sin i} = n_{21} < 1$$

$$i < r$$

这时 $r > i$ 说明光线远法线折射。

在折射现象里，光路是可逆的。

光路的可逆性是几何光学中很重要的一条规律。

三、光的反射和折射

光线射到两种媒质的分界面上时，入射光线一般分为两部分，一部分返回原媒质产生反射；一部分进入第二媒质产生折射。反射光的强度随入射角的增大而增大；折射光的强度随入射角的增大而减小。在这部分里我们主要以平面镜和球面镜这两种和摄影直接相关的事物来分析光的反射现象。

1. 平面镜成像

(1) 象的概念和意义。由物体上某一点发出的光线，经过媒质界面的反射，反射光线如能交于一点，相交之点叫做物体上这一点的实象。如反射光线是发散的，不能相交，而反射线的反方向延长线交于一点，直接观察光线好像是从这一点发出的，这相交点就叫做物体上这一点的虚象。

一个物体是由很多个点组成的，这些点的象组成物体的象。实象可以直接用眼观察，也可以映在屏幕上显示出来。虚象只能直接用眼观察而不能映在屏幕上。

(2) 平面镜成像。根据光的反射定律，可以得出发光点或物体在平面镜里的象。

取物体的端点 A 发出的任意两条光线，反射后它们的延长线交于一点，这一点就是物体端点 A 的象，如图 1—3 所示。同样，物体的任何一点，通过做图都可以得出它所对应的象。平面镜成的是直立的虚象，物体和象分别在镜面的两侧，并以镜面为对称，象和物大小相等，左右相反。

2. 球面镜成像

(1) 球面镜的概念。镜子的反射面是球面的一部分时，叫做球面镜。

凹面镜：用球的内表面做反射面。

凸面镜：用球的外表面做反射面。

顶点：镜面的中心点。

曲率半径：球面镜所属球面的半径。

曲率中心：球面镜所属球面的中心。

主轴：通过顶点和曲率中心的直线。

近轴光线：一般使用的球面镜，都是它所属球面的很小的一部分即图 1—4 中的 \angle 所对应的那部分球面，而镜前的物体又都放在主轴附近，这样射到镜面上的光线叫近轴光线。

(2) 球面镜的

焦点和焦距。凹面镜：平行于主轴的近轴光线，射到凹面镜上，反射线

相交于主轴上的一点，这一点叫做凹面镜的焦点，用 F 来表示，F 是实焦点。凹面镜有实焦点说明它有会聚光线的作用（如图 1—5）。焦点 F 到顶点 O 的距离，叫做焦距，用 f 表示。

一个凹面镜的焦距到底有多大，用直接测量的办法所得到的结果往往误差很大，但是，球面镜的曲率半径却是很容易得知的，用简单的几何方法很容易计算出一个球面镜的曲半径。根据圆弧上任意三点可确定圆心的方法求出圆心所在的坐标，圆心到圆的外缘任意一点就是这个圆的半径，而凹面镜的焦距等于它的曲率半径的一半，因此很方便的就可得知凹面镜的焦距。

分析图 1—6，光 AB 平行于主轴，作 B 点的法线 BC，根据光的反射定律 $\angle CBD = \angle ABC$ 作反射线 BD，BD 交主轴于 F。

$$\angle FBC = \angle CBA, \quad \angle BCF = \angle CBA \text{ (平行线内错角相等)}$$

$$\angle FBC = \angle BCF \quad BF = CF \text{ (等腰三角形)}$$

又 AB 是近轴光线，BO 之间相距很近

$$BF = OF \quad OF = CF$$

F 是 OC 的中点，所以焦距是曲率半径的一半即 $f = \frac{1}{2} R$

凸面镜：平行于主轴的近轴光线射到凸面镜上，反射光线向外散开，这一现象说明凸面镜有发散光线的作用。反射光线的反向延长线交在主轴的一点 F（如图 1—7 所示）。这一点也叫焦点，是虚焦点。OF 是它的焦距，用 f 表示。

当光从光密媒质进入光疏媒质时

$$n_{\text{疏密}} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_{\text{密}}}{V_{\text{疏}}} < 1$$

$$\sin i < \sin r \quad r > i$$

所以光线远离法线折射。入射角增大，折射角也随之增大。

当入射角增加到某一值时，折射角增加到 90° 。入射角再增加，就没有折射现象发生了。在这种情况下，入射光线全部反射回到原媒质。这就是全反射现象。

使全反射现象发生的入射光线的入射角叫做临界角，用字母 A 表示。

$$n_{21} = \frac{\sin A}{\sin 90^\circ}$$

$$\sin A = \sin 90^\circ \cdot n_{21}$$

$$\sin A = n_{21}$$

由此可见，临界角是由两种媒质决定的。

反射现象和折射现象是摄影实践中经常会遇到和利用的情况，只要我们对这一现象有一定的了解，就能在实践中避免它或利用它。

四、透镜

折射面是两个球面（或一个球面，一个平面）的透明体，叫透镜。

1. 透镜的种类

（1）凸透镜。中央部分比边缘厚的透镜叫凸透镜。凸透镜能会聚光线，也叫会聚透镜。

（2）凹透镜。中央部分比边缘薄的透镜叫凹透镜。凹透镜能发散光线，

也叫发散透镜。

2. 关于透镜的一些基本概念

薄透镜如果一片透镜的厚度，比该透镜两折射面所属球面半径小得很多，这片透镜叫做薄透镜。我们一般见到和使用的透镜都是薄透镜。以下所介绍的也只限于薄透镜。

主光轴两个折射面球心的连线叫做透镜的主光轴。

光心：在主光轴上有一个特殊点叫光心，射入透镜的光线通过光心，光进行的方向不改变，即射出透镜的光线和射入透镜的光线保持平行。

副光轴：通过光心的其它直线叫副光轴。

凸透镜的焦点和焦距：跟凸透镜主轴平行的平行光束经凸透镜折射后会聚在主轴上的一点 F ，叫凸透镜的主焦点，主焦点到光心的距离叫焦距，用 f 表示。平行光可以从凸透镜的两方入射，所以在它的两方各有一个主焦点 F_1 和 F_2 ，因此有相对应的两个焦距 f_1 和 f_2 。只要透镜两边是相同的媒质， $f_1=f_2=f$ （如图 1—8）。

跟主轴成一定角度与某一副轴平行的平行光束，经凸透镜折射后会聚在副轴上的一点，叫副焦点。很明显副焦点有很多。对于近轴光线，副焦点都在通过主焦点与主轴垂直的平面内，这个平面叫做焦平面（如图 1—8）。每个凸透镜都有两个焦平面。

凹透镜的焦点和焦距：凹透镜和凸透镜相似，也有主焦点、副焦点和焦平面。所不同的是凹透镜发散光线，平行光束经过它的折射散开的光线不能交于一点，而在光线的反向延长线上交于一点 F ，这一点也叫焦点，是虚焦点，从焦点到光心的距离叫焦距 f （如图 1—9）。一般为区别焦点的实虚，凸透镜的焦距取正值，凹透镜的焦距取负值。

3. 透镜成像规律（1）凸透镜成像。凸透镜成像可运用几条特殊光线来描述：

经过光心的光线不改变方向；平行于主轴的近轴光线折射后通过焦点。

通过焦点的光线折射后平行于主轴。

求一发光点 S 的象 S' 。

求一物体 AB 的象 $A'B'$ 。

u 和 f 是正值，如果 v 是正值，象就是实象， v 是负值，象就是虚象。

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

凸透镜成像公式是利用相似三角形对应边成比例的关系得出的。同理也可得出放大率公式。

放大率公式：

$$K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{v}{u}$$

结合上图可知式中：

$U=OB$ 叫物距，

$V=OB'$ 叫象距，

$f=OF$ 是焦距。

$K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{v}{u}$ 是直线放大率。

当 $K > 1$ 时，说明象比物长；

当 $K < 1$ 时, 说明象比物短。

(2) 凹透镜成象。凹透镜成象可用以下几条特殊光线来描述：

经过光心的光线不改变方向。

平行于主轴的近轴光线折射后, 它的反方向延长线交于虚焦点。

通过虚焦点的光线折射后平行于主轴。

凹透镜成象作图法如图 1—13、1—14。

(因透镜有两个焦点, 作图时必须注意什么情况要用哪一侧的焦点, 所以凹透镜应特别注意)

求一发光点 S 的象 S' ；

求一物体 AB 的象 $A'B'$ 。

凹透镜成象公式：

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

式中 u 是正值, v 和 f 是负值放大率公式：

$$K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{v}{u}$$

凸透镜的成象公式和凹透镜的成象公式以及放大率公式是完全相同的。

因此, 这两个公式只要在不同的情况下 u 、 v 、 f 取不同的符号即能适应两种透镜各种情况。

一般将实物放在镜前, 因此 u 取正值。

f 的正负, 决定于焦点的实虚。

凸透镜： $f > 0$ ；

凹透镜： $f < 0$ 。

v 的正负, 决定象的实虚。

$v > 0$ ：成实象。

$v < 0$ ：成虚象。

(3) 透镜象的各种情况

凸透镜：凸透镜的成象情况可用表 1—1 说明：

表 1-1

物的位置	象的位置	象的大小	象的性质
1. $u = f$	$v = \infty$	缩的很小	实象
2. $u > 2f$	$f < v < 2f$	缩小	倒立实象
3. $u = 2f$	$v = 2f$	等大	倒立实象
4. $f < u < 2f$	$v > 2f$	放大	倒立实象
5. $u = f$	$v = \infty$		
6. $u < f$	$v < 0$	放大	正立虚象

在第 5 种情况中, $u = f$, $v = \infty$, 可以说在无限远成象。 $u = f$ 是凸透镜成实象和成虚象的分界点。

凹透镜：实物放在凹透镜前无论什么地方都成正立缩小的虚象。

第二节 摄影镜头的光学特性

摄影镜头是与照相机机身有机结合的一个部件。它能在某一瞬间，把从一定方向上看到的在空间不断变化的物体外形，用其特有的方式记录在胶片上。它一般是由多片正透镜和负透镜与相应的金属零件组合而成的。它的作用是把被拍摄的目标成象在感光胶片上，构成清晰的实象。它的主要光学特性可由三个主要参数来表示，即摄影镜头的焦距、相对孔径和视场角。

一、焦距

对于一个镜头，不论是单片结构还是多片结构，必定存在一些由其结构决定的特殊点，其中有一对共轭点，叫前主点（物方主点）和后主点（象方主点）。主点的性质是：如果物体在前主点上，则其象必定在后主点上，其方向和大小都不变；通过前主点的光线，射出时必定通过后主点，而且光线方向不变（如图 1—16 所示）。镜头能把物体空间的点变换成象空间的点，若以主点为基点，其变换关系可由下式表达：

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

式中 u 是光轴上前主点到物点的距离；

v 是光轴上后主点到象点的距离。

根据光学理论对主点到物点、象点的方向所做的符号规定，与光线行进方向相同者为正。

上式中的 f ，是镜头的标定常数，称为焦距。物点在无限远时，则 $s' = f$ 。焦距是光轴上无限远物点所成的象点（是特殊点之一，称之为焦点）和后主点之间的距离。

镜头的焦距长短决定被摄物体在胶片上成象的大小，它相当于物与象间之比的比例尺，当对同一距离的同一目标进行拍摄时，焦距长的镜头在相同胶片上所成的象要比焦距短的镜头所成的象大。另外，根据用途的不同，摄影镜头的焦距从几毫米到几米分为许多种，按镜头的焦距与胶片画幅对角线长度的比值，摄影镜头又可分为标准镜头、广角镜头（包括鱼眼）和长焦镜头（又称望远镜头）三类。一般的划分标准是镜头的焦距近似于胶片画幅对角线长短的，定为该种画幅相机的标准镜头。比标准镜头的焦距短的称为广角镜头，比标准镜头焦距长的称为长焦距镜头。

焦距是由镜头的结构所决定的一个常量，一旦透镜组的相互位置关系发生变化，焦距也必定随之改变。变焦镜头就是根据这一原理而设计的。另外，对近距离被摄物体调焦时，如果采用整组调焦式，镜头的焦距是不变的，但对于内焦式和后焦式镜头来说，由于对应于拍摄距离的只有后部的负透镜组向象方移动，所以发生了焦距的改变。

设透镜组的焦距分别为 f_1 和 f_2 ，两透镜组的焦点间距为 s ，则镜头的合成焦距 f 可用下式来表示

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{s}{f_1 f_2} = \frac{1}{f}$$

在后焦式镜头中，由于 $f_2 < 0$ ，随着主点间隔 s 的增大，则合成焦距 f 的值就相应的变小。因此，摄影镜头上标出的焦距值，不一定是一个精确值，若注明 50mm 的镜头，因有一定的公差允许范围，其焦距可在其允许范围或大或

小都是正常的。一般的情况是广角系列的镜头，其焦距值要比镜头上标出的焦距值长，而长焦镜头的实际焦距要比标出值短。

二、相对孔径

摄影镜头的入射光瞳 D 与焦距 f 之比，叫做摄影镜头的相对孔径。它是决定该镜头透光能力和鉴别力的重要因素之一。一般以其倒数形式

$F = \frac{f}{D}$ 表示，称为光圈数。

例如：一个摄影镜头的焦距标称值为 200mm，最大光圈数的标称值为 $F=2.8$ ，则表明该镜头的焦距为最大光瞳直径的 2.8 倍即最大光瞳直径为

$$D = \frac{f}{F} = \frac{200}{2.8} = 71.4\text{mm}$$

摄影镜头是通过调整光阑来控制通光量的，一般我们经常讲的调整光圈实际上就是在调整镜头内的光阑，在这里我们还是按习惯称之为光圈。这个光圈是镜头中控制通光量的一种装置。它的主要作用有以下几点：

1. 调节光线，控制光通量；
2. 收小光圈能减少镜头的残余象差；
3. 收小光圈能增长景深范围以及使入射的光线均匀，避免反映在底片上四角发暗的现象；
4. 利用大光圈可减小景深范围以达到虚化焦点以外的形象，达到突出主题的作用。

摄影镜头光圈数的系列是 1、1.4、2、2.8、4、5.6、8、11、16、22、32、45、64。以上这些基本上也是通用的相对孔径 F 数的标准

系列，每相邻两档 F 数的比值均近似为 $\sqrt{2}$ ，由于象面照度和相对孔径的平方成正比，所以 F 数每变化一档，就相当于底片上的照度变化一倍。而我们经常遇到的像， $F=3.5$ 、 $F=1.8$ 等非系列数的光圈值，它们都是镜头生产厂家在考虑到生产成本，制作工艺等因素后给出的该镜头的最大孔径值。而其余的各档光阑采用上述系列值。这个最大孔径值是指摄影镜头前的光束直径与焦距的比值，也称有效孔径。这里需要说明的是无论相对孔径还是有效孔径都不是光阑的实际孔径，而是实际孔径与镜头焦距的比值。如前例所述，用某一镜头的焦距数除以光圈系数就可得出实际孔径。

三、视场与视场角

被摄景物在通过镜头成象后在焦平面上所形成的可见影像所包括的面积就是该镜头的视场，无论什么样的镜头其视场的影像中心清晰度高，比较明亮，而视场的边缘与同一镜头的视场中心相比较，无论清晰度还是亮度就差许多，视场边缘与镜头后节点所形成的夹角，叫做视场角。在实际应用中，摄影镜头的视场角受底片大小的制约，底片画幅的对角线所对应的视场角我们一般用 2θ 来表示；底片画幅的对角线的长度用 L 表示； f 表示镜头的焦距，当我们要求某种尺寸的底片画幅所对应的视场角时可用下式计算：

$$2\theta = 2\text{Arctg} \frac{L}{2f}$$

若底片画幅尺寸一定，由上式可知，视场角 2θ 的大小反比于镜头的焦距，当焦距越大时视场角反而越小，当镜头焦距越小时，视场角反而越大。

照相镜头中的广角镜头、标准镜头和望远镜头的分界一般也是按视场角的大小来区别的。

标准镜头，视场角约为 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ；

广角镜头，视场角约为 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ；

超广角镜头，视场角约为 90° 以上；

望远镜头，视场角约为 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；

超望远镜头，视场角约为 10° 以下。

因此，视场角的大小实际上是由摄影镜头固有的焦距所决定的。这里所讲视角的概念是指镜头的全视角（如图 1—17 所示）。

图中：ABCD 为底片 $AC=L$

为半视场角 2α 为视场角

需要注意的是：图中所示实际上是一个理想化的视场和视角的说明图，而实际中底片经过感光所形成的影像所包围的面积，它已截去了视场中并不清晰明亮的部分而只取中间清晰明亮的部分，严格的来讲这部分应称之为象场。象场的最长对角线与镜头后节点所形成的夹角称为象场角。象场角比视场角的角度要小。一般摄影镜头所给定的视场角实际上是象场角。

不同焦距的摄影镜头有着与焦距相关的视场角，同焦距的摄影镜头有不同的有效口径。我们不能单纯的认为大口径镜头比小口径镜头好或者坏。而是要根据拍摄对象和表现效果去正确的选择。在实际中，每种不同焦距和最大孔径的镜头都有其临界口径即最佳孔径，当光圈大于临界孔径时，就要以牺牲清晰度和景深为代价；当光圈小于临界孔径时，由于存在光的衍射现象，这时通过细小光圈的光线不是沿直线前进而是有绕过障碍物而传播的现象存在，这时构成影像的光斑不再是点而是细小的绕射圈，这时影像的周围会出现暗交错的环影，同样也会产生不良的影响。但在实际拍摄中我们可根据不同对象来正确的选择，这样才能化弊为利，利用它的特殊性来达到自己所要表现的目的。例如利用大孔径长焦距的镜头虚化前后景以突出主体或利用小光圈拍摄夜景用以表现光芒四射的星光等。

第三节 色度学原理

色度学确切的讲它是研究人眼对颜色感觉规律的一门科学。

每个人的视觉并不是完全一样的。在正常视觉的群体中间，也有一定的差别。目前在色度学上为国际所引用的数据，是由在许多正常视觉人群中观测得来的数据而得出的平均结果。就技术应用理论上来说，已具备足够的代表性和可靠的准确性。

一、颜色的确切含意

在日常生活中，人们习惯把颜色归属于某一物体的本身，把它作为某一物体所具有的属于自身的基本性质。比如人们所常讲的那是一块红布，那是一张白纸等等。但在实际上，人们在眼中所看到的颜色，除了物体本身的光谱反射特性之外，主要和照明条件所造成的现象有关。如果一个物体对于不同波长的可视光波具有相同的反射特性，我们则称这个物体是白色的。而这物体是白色的结论是在全部可见光同时照射下得出的。同样是这个物体，如果只用单色光照射，那这个物体的颜色就不再是白色的了。同样的道理，一块红布如果是我们在白天日光下得出的结论，那同样是这块布在红光的照射下，在人们眼中反映出的颜色就不再是红色的而是白色的。

这些现象说明，在人们眼中所反映出的颜色，不单取决于物体本身的特性，而且还与照明光源的光谱成分有着直接的关系。所以说在人们眼中反映出的颜色是物体本身的自然属性与照明条件的综合效果。我们用色度学来评价的结论就是这种综合效果。

二、色彩三要素

任何色彩的显示，实际上都是色光刺激人们的视觉神经而产生感觉，我们把这种感觉称之为色觉。

色别、明度和饱和度是色彩的三个特征，也是色觉的三个属性，通常将色别、色彩明度和色饱和度称为“色彩三要素”。

1. 色别

色彩所具有的最显著特征就是色别，也称色相。它是指各种颜色之间的差别。从表面现象来讲，例如一束平行的白光透过一个三棱镜时，这束白光因折射而被分散成一条彩色的光带，形成这条光带的红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色，就是不同的色别。从物理光学的角度上来讲，各种色别是由射入人眼中光线的光谱成分所决定的，色别即色相的形成取决于该光谱成分的波长。

我们所讲的光是电磁波谱中的一小部分，波长范围大约为 400 ~ 700 毫微米，在这个范围内各种波长的光呈现出各种不同的色彩。在自然界中所呈现出的各种色彩大都是由不同波长和强度的光波混合在一起而显示出来的，有的则是某个单一波长的固有特性色彩。

总之，色别就是指不同颜色之间质的差别，它们是可见光谱中不同波长的电磁波在视觉上的特有标志。

2. 明度

明度是指色彩的明暗程度。每一种颜色在不同强弱的照明光线下都会产生明暗差别，我们知道，物体的各种颜色，必须在光线的照射下，才能显示

出来。这是因为物体所呈现的颜色，取决于物体表面对光线中各种色光的吸收和反射性能。前面提到的红布之所以呈现红色，是由于它只反射红光，吸收了红光之外的其余色光。白色的纸之所以呈现白光，是由于它将照射在它表面上的光的全部成分完全反射出来。如果物体表面将光线中各色光等量的吸收或全部吸收，物体的表现将呈现出灰色或黑色。同一物体由于照射在它表面的光的能量不同，反射出的能量也不相同，因此就产生了同一颜色的物体在不同能量光线的照射下呈现出明暗的差别。

白颜料属于高反射率物质，无什么颜色掺入白颜料，可以提高自身的明度。黑颜料属于反射率极低的物质，因此在各种颜色的同一颜色中（黑除外）掺黑越多明度越低。

在摄影中，正确处理色彩的明度很重要，如果只有色别而没有明度的变化，就没有纵深感和节奏感，也就是我们常说的没层次。

3. 饱和度

饱和度是指构成颜色的纯度，它表示颜色中所含彩色成分的比例。彩色比例越大，该色彩的饱和度越高，反之则饱和度越低。从实质上讲，饱和度的程度就是颜色与相同明度有消色的相差程度，所包含消色成分越多，颜色越不饱和。色彩饱和度与被摄物体的表面结构和光线照射情况有着直接的关系。同一颜色的物体，表面光滑的物体比表面粗糙的物体饱和度大；强光下比阴暗的光线下饱和度高。

不同的色别在视觉上也有不同的饱和度，红色的饱和度最高，绿色的饱和度最低，其余的颜色饱和度适中。在照片中，高饱和度的色彩能使人产生强烈、艳丽亲切的感觉；饱和度低的色彩则易使人感到淡雅中包含着丰富。

三、三原色和三补色之间的关系

自然界中各种物体所表现出的不同色彩，都是由蓝色、绿色和红色光线按适当比例混合起来即作用不同的吸收或反射而呈现在人们眼中的。所以，蓝色、绿色和红色就是组成各种色彩的基本成分。因此我们把这三个感色单元称为三原色。

三原色的光谱波长如下：

435.8nm 波长约 400 ~ 500 毫微米的范围属蓝光范围；

546.1nm 波长约 500 ~ 600 毫微米的范围属绿光范围；

700nm 波长约 600 ~ 700 毫微米的范围属红光范围。

这三个原色的光波在可见光光谱中各占三分之一。三个原色中的一个与另外两个原色或其中一个原色等量相加，就可得到其它的色彩，其规律可用下式表示：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{红光} + \text{绿光} = \text{黄光} \\ \text{红光} + \text{蓝光} = \text{品红光} \\ \text{绿光} + \text{蓝光} = \text{青光} \\ \text{红光} + \text{绿光} + \text{蓝光} = \text{白光} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} R + G = Y (1) \\ R + B = M (2) \\ G + B = (3) \\ R + G + B = W (4) \end{array} \right.$$

由此可见，三原色的构成和叠加可以概括为以下四点：

1. 自然界的色彩是由三原色为基本色构成的，三原色按不同的比例相混合可以合成出自然界中的任何颜色。

2. 蓝、绿、红这三种原色是互相独立的，它们中的任何一种颜色都不能用

另外两种颜色混合得到。

3. 三种原色的混合比例决定色别。

4. 混合色光的亮度等于各原色光的亮度和。

根据上述色光叠加的规律，我们分别将（1）（2）（3）式代入到（4）式中。可得

由 $R+G=Y$

得 $R=Y-G$ (5)

(5) 代入 (4) 得

$Y-G+G+B=W$

$Y+B=W$ 黄光+蓝光=白光

由 $R+B=M$

得 $R=M-B$ (6)

(6) 代入 (4) 得

$M-B+G+B=W$

$M+G=W$ 品红光+绿光=白光

由 $G+B=C$ 得

$G=C-B$ (7)

(7) 代入 (4) 得

$R+C-B+B=W$

$R+C=W$ 红光+青光=白光

$$\begin{cases} \text{黄光} + \text{蓝光} = \text{白光} \\ \text{品红光} + \text{绿光} = \text{白光} \\ \text{青光} + \text{红光} = \text{白光} \end{cases} \quad \begin{cases} Y + B = W \\ M + G = W \\ C + R = W \end{cases}$$

两种色光相加后如果得到白光，则该两色光互为补色。与蓝光、绿光和红光互为补色的三色光分别为黄色、品红光和青光。我们通常称这三色光为“三补色”。这三个补色，在可见光谱中，各约占三分之二。

第四节 亮度与照度

摄影离不开光线，光的本质实际上就是以光源发射出的能被人眼看到的辐射能。摄影镜头实际上是一个收集光能并把景物清晰的成象在感光胶片上的工具。而真正需要在光能量的作用下发生化学变化的是感光胶片，照相机只不过是一台控制光通量的阀门。怎样才能控制好这台起阀门作用的机器，使得感光胶片上所得到的光能恰到好处的使感光乳剂发生变化呢？光讲要正确的曝光，这个概念实际上是很模糊的。要科学的解答这个问题，就应从光的本质和表示光能强度等方面有一个了解。

通过对色度学原理的介绍，我们知道光的本质是在整个电磁频谱中的一小部分，波长范围约为 400 ~ 700 毫微米。我们知道电磁波是同热能、电能一样也是能量的一种表现形式，所以，光具有光能也是不容置疑的了。有一个小实验可以证明光是具有能量的。将一片硅光电池的两极接上一只电流表，当没有光照在硅光电池上时，电流表指针指示为零；当把一束光照在硅光电池上时，电流表的指针偏移。根据实验和能量守恒规律可以说明，当电流表的指针发生偏移时，说明有电流通过电流表，这个电流从哪里来，无疑是从光电转化元件硅光电池中来，硅光电池中的电流从何产生，那就是光能使硅电池内部的电子发生了流动。所以说光也是能量的一种表现方式。

光既是一种能量的表现形式，就必然有度量它强弱的标准，这个标准就是我们所要讲的亮度和照度以及它们之间的关系。

一、亮度与照度的概念

在讲亮度与照度前，我们先引进几个相关的物理量。

1. 光通量：光通量是在单位时间内通过的辐射能量，用符号 Φ 表示。在光度学中它是按强弱来度量的一种辐射能，以“流明”为单位。

2. 立体角：立体角是球面上任一面积相对球心所张的角度，用符号 Ω 表示。

$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

S：球面上任一球面积

R：球的半径

单位：立弧（立体弧度）

3. 发光强度：发光强度是光源发出的光能量在观察方向上的强弱程度，用单位立体角范围内发出的光通量来度量，用符号 I 表示。

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

发光强度的单位称为“烛光”。

下面我们就介绍一下什么叫亮度，什么叫照度以及它们之间的关系（如图 1—18）。

亮度是发光物体表面或被照射物体的反光表面，在人眼观察方向所看到的亮暗程度。用符号 B 表示。

$$B = \frac{\varphi}{S \cdot \cos \theta}$$

$$= \frac{I}{S \cdot \cos \theta}$$

在这里 S 表示发光表面的面积， θ 代表观察方向与发光表面垂线的夹角。

常用的亮度单位称为：“尼特”、“熙提”（流明/米²·立弧或烛光/米²）nt和sb照度是不发光的景物被光源照明的程度，用单位面积上接收到的光通量来度量。用符号 E 表示。

$$E = \frac{\varphi}{S}$$

S：表示被照明面积的大小照度的单位称为“勒克斯”（流明/米²）LX。

二、常见物体照度和亮度表

被照明物体	照度值 (lx)
阳光明亮时的野外	7000 ~ 110000
阴天的野外	5000 ~ 24000
明亮的室内照度	100 ~ 1000
工作台上的照度	100 ~ 300
适宜阅读时的照度	50 ~ 100
满月在天顶时地面的照度	0.2

三、常见的光源亮度表

发光体名称	平均亮度值 (Sb)
太阳表面	225000
从地球表现上看到的太阳（太阳在子午线时）	160000
从地球表现上看到的太阳（太阳在接近地平线时）	600
在地面上看到的月亮（满月时）	0.25
晴朗的天空	0.8
云蔽的天空	0.2
闪电	800000
蜡烛火焰	0.5
煤油灯火焰	1 ~ 5
钨丝白炽灯灯丝（真空泡、10 流明 / 瓦）	200
钨丝白炽灯灯丝（充气泡、20 流明 / 瓦）	1200
60 瓦内部磨砂灯灯泡	12

第二章 照相机及镜头的基本构造和分类

第一节 照相机

照相机从字面理解就是照相用的机器，最初的照相机是从画画儿用的暗箱脱胎而来的。随着科学技术的发展，照相机从最初始阶段的木制暗箱加镜头发展到充分利用现代高科技、型式多样、效能各异、精密复杂的摄影工具。一架复杂的照相机可以用一个很简单的示意图来表示，它包括机身和镜头。机身又包括快门，取景器，测光系统等，在使用时装上感光胶片，即可进行拍摄了。

照相机在工作时，通过镜头把被摄景物成象在胶片位置上，通过调整焦距，设定光圈快门速度等工作后释放快门，感光胶片即被曝光而形成潜影，由此完成了一次拍摄工作。照相机的工作过程实质上就是通过光圈和曝光时间的控制将镜头所成的象记录在感光材料上的过程。

我们以尼康 F_{4s} 相机为例，可以看出照相机的基本的组成部分和现代相机所具有的一些特殊性能。

机身主体：机身主体由铝合金制造，它的坚固程度每平方毫米可经受 30 多公斤的冲击力。它的主要作用是支撑相机其它各个部分，一架完整相机的镜头包括取景器、后盖、快门、马达及内部机械部分和电气部分，全部安装在主体之上。

镜头：摄影镜头是由光学系统和机械装置等部分组成。它们主要作用在于把被摄景物发出的光线通过镜头本身在相机内的焦平面处结成该景物的清晰影像，使处于此处的感光胶片感光。

取景器：取景器是供摄影者观察被摄景物和确定景物将来在胶片上形成影像的范围和构图情况的装置，它是由光学系统等组成。取景器一般分为同轴取景器和旁轴取景器两大类（尼康 F_{4s} 所用的取景器为旁轴取景器）。

快门释放钮：用于控制曝光时机的按钮，当按下它时，照相机内的感光胶片按事先设定好的时间进行曝光。

输片马达：它的作用是把已经曝光的胶片前卷，使下一张未曝光的胶片处于等待曝光状态。全卷照完后逆转可将胶片回收暗盒中。

计数器：计数器是用来统计已拍摄胶片的张数。每按动一次快门它就自动累加一次。

自拍机：自拍机的作用是当快门释放钮按下后，使快门滞后一段时间释放。

闪光灯插座：用来联接闪光灯的专用插座，尼康 F₄ 中的闪光灯插座还可将镜头的焦距光圈等参数传给闪光灯，以使闪光灯发出适当的亮度或者说控制闪光灯的发光时间，同时也将闪光灯是否充足电等信号反馈给照相机并以某种方式显示在取景器内，以便使摄影者正确掌握。

第二节 照相机的主要技术性能

照相机的技术性能主要表现在以下几个方面。

一、照相机的类型

照相机的类型有许多种，分类方法也不相同。一般可根据照相机的规格和主要结构分为如下几类。

1. 根据照相机所用胶片的宽度进行分类。

(1) 新闻照相机。这个称呼对于我们所要介绍的相机早已过时了，随着技术的进步和根据新闻摄影所具有的特殊性，这个称呼早就传给了现代摄影记者常用的轻便，快捷的小型相机了。我们所说的新闻相机是一种使用散页胶片的大画幅相机，画面尺寸有 4×5 英寸、5×7 英寸等。在更换专用后背后可使用 120 胶片和波拉片。这类相机较为典型的有德国生产的林哈夫 (Linhof) fechnika 系列和日本产的骑士 FA45 等。这种相机现在广泛应用在艺术摄影和技术摄影等领域。又称之为便携式座机。

(2) 120 相机。这类相机所使用的胶片宽度为 61 毫米，有保护衬纸，其规格又分为 6×4.5 (cm)、6×6 (cm)、6×7 (cm)、6×9 (cm)。比较典型的有从 1929 年开始生产的禄来 (Rollei) 双镜头反光照相机和瑞典生产的哈斯勃莱德 (Hass - selbead) 500C/m 等 (图 2—3)。

(3) 135 相机：这类相机是目前应用最为普遍的相机，画幅尺寸为 24×36mm，胶片宽度为 35mm。这类相机由德国莱兹公司的奥斯卡·巴的克在 1913 年研制成功，并于 1925 年以莱卡 (Leica) 命名投入生产，它的诞生是照相机制造技术的一个飞跃。此后各国照相机厂纷纷仿制莱卡相机。我国也曾仿制过莱卡相机并生产出了如上海 58、上海 58 和红旗 20 等具有一定水平的 135 型照相机。

2. 根据照相机的用途分类。

(1) 大型专业照相机。大型专业照相机由机身、皮腔、调焦导轨、后背等几部分组成。各部分活动连接，可调整镜头和后背的三维姿态，以适合特殊需要。这类照相机所拍摄的画幅较大，以 4×5 英寸、5×7 英寸、8×10 英寸为多。典型机种有德国生产的林哈夫 (Linhof) Kardan 系列，瑞士生产的仙娜 A、F、P 系列及日本产骑士和星座等。由于它无论体积还是画幅都是比较的，又因为它是满足专业摄影人员特殊需要的相机，所以称之为大型专业用照相机。

(2) 中画幅专业照相机。这类相机画幅的规格为 120，可随时更换镜头，后背和取景器。从相机本身的制造工艺和镜头的解象素质来看，都具有很高的品质。而且它在使用和携带方面又具备小型相机的优点，因此这类相机很受专业摄影师的喜爱。这类相机的典型品牌有瑞典生产的哈斯勃莱德 (Hasselblad) 500C/M、503C、205CT 等，西德生产的禄来 (Rollei) S166、6006、6008 等。我们国家曾在 70 年代初仿制过哈斯 500C，称之为东风牌 (如图 2—5)。

(3) 小型相机。这类相机目前来讲主要用于新闻摄影及家庭摄影。这类相机品种繁多，品质不一。较为著名的有西德生产的莱卡 M 系列和 R 系列，康泰克斯 (Contax) 单反系列相机以及日本的尼康、佳能等品牌 (如图 2—6)。

(4)特殊用途相机。这类相机的最大特点就是各专其能。如航空照相机,水下照相机,显微照相机,医用照相机,立体照相机等多种类型(如图2—7)。

3.按取景方式分类

(1)旁轴取景相机包括120规格的各种双镜头反光照相机。如禄来公司在1929年首先生产的禄来弗莱克斯(Rolleiflex)双镜头反光照相机,国产海鸥4A相机等。135规格的平视取景照相机,如莱卡的M系列以及很多家庭拥有的称之为“傻瓜”这一类的相机(如图2—8)。

(2)同轴取景照相机,除大型座机外这种相机一般又称之为单镜头反光照相机。这类相机的摄影镜头兼作取景镜头,通过反光镜投影在取景屏上观察被摄景物,这类相机包括大型座机120相机及135相机。单镜头反光照相机的最大特点是取景与拍摄结果没有视差,而且备有多种可快速更换的取景器和镜头(如图2—9)。

4.按照相机的自动化程度分类

(1)手控曝光照相机,这类相机为早期的产品,在使用此种相机时,选择曝光时间和光圈的方法一是凭积累的经验,二是借助测光表。例如国产海鸥—DF型相机(如图2—10)。

(2)半自动手控曝光照相机。这类相机可通过机内测光系统用指针或发光二极管显示选取的快门时间与光圈大小的组合是否正确,大大提高了准确曝光的可靠性,例如尼康FM2照相机。

(3)光圈优先自动曝光照相机。这类照相机在使用者选定一合适的光圈值后,根据机内测光系统给定的数据自动选择一正确的曝光时间,并通过该系统控制电磁快门的闭合。这一技术的出现和应用,给摄影者提供了极大的方便。例如尼康F₃照相机。

(4)快门优先自动光圈照相机。这类照相机在使用者根据拍摄对象设定一快门速度值后,能够自动设定一合适的光圈值以达到正确曝光的目的。这类相机的最大优点在于适合拍摄以动体为对象的景物。

(5)程序式自动曝光照相机。(即是俗称“傻瓜”的那一类照相机)在拍摄时可根据光线及胶片感光度自动设定光圈与速度的组合,使用者得到曝光准确的照片。但这类相机的最大缺点是不适合有目的的摄影创作拍摄。

(6)全自动照相机。这类相机不但具备光圈、优选、速度优先的功能,也具备程序式自动曝光的功能。它的另一特点是还具有自动调焦和闪光灯的闪光覆盖面可自动随不同镜头的视角而改变的功能。这类相机中还有一部分是为专业人员设计的,它不但具备上述全部各种功能,而且在使用程序式曝光功能时,可根据拍摄对象选择高速程序(即高快门速度)。提高了人为控制的可能性。另外这类专业相机的最大优点在于它们保持了快门速度的选择、光圈的选择等手动功能,给专业摄影师的创作提供了极大的方便。再有一点,所谓全自动照相机还具备了另一特殊功能即它能自动识别感光胶片盒上所给定的感光度编码,从而避免了因频繁更换不同感光度胶片而带来的失误。例如尼康35Ti(如图2—14)。

二、摄影镜头的类型

摄影镜头的类型很多,很难按某一特征来进行比较科学的严格分类。一般来说只能粗略的分为定焦距镜头和变焦距镜头两大类。

1. 定焦距摄影镜头

定焦距摄影镜头俗称定焦头，它是焦距恒定不变的摄影镜头。定焦镜头拥有一个庞大的家族，其焦距从几毫米的鱼眼镜头到 2000 毫米的望远镜头；从普通摄影镜头到特殊摄影镜头可以说应有尽有（如图 2—15）。

根据焦距的长短，可将定焦头分为以下几种类型：

（1）广角镜头。顾名思义是它的视角大，与标准镜头相比在同一地点拍摄时，广角镜头所包括的景物更为广泛，所摄影像的景深范围更大，由于视场扩大和放大率较小的影响，可使得用该类镜头拍摄的画面在空间视觉效果和空间纵深感上有很明显的增强。这类镜头常用于拍摄比较广阔的画面以及在较狭窄的地方使用。

这是一种由四组六片透镜组成的镜头，它属于半对称型结构的正光广角摄影镜头。

在谈到广角镜头的时候，我们一般把这类镜头的视角定义为 $2\theta = 75^\circ \sim 110^\circ$ 。在我们所谈到的广角镜头之外，还有一种视角更为广大的镜头，由于该种类镜头前端的第一片透镜好像鱼的眼睛一样向外鼓起。因此称它为鱼眼镜头。它的视角最大可达 200 多度。在这种镜头上一般都刻有“Fish—eye”的字样。鱼眼镜头一般又称之为超广角镜头。由于这种摄影镜头的有效象场小于底片尺寸，所以大部分鱼眼镜头在底片中所记录的画面为一圆形的画面。这类镜头的用途并不十分广泛，一般只用于创作特殊效果的画面等。

（2）标准镜头。由于这类镜头的视角 $2\theta = 45^\circ \sim 75^\circ$ 之间，视角和远近透视接近于人眼的习惯视觉，所以称为标准镜头。

这类镜头有非对称型的如柯克和天塞镜头，也有对称型的如双高斯镜头。由于结构的不同，它们对校正象差、球差、象散、场曲、色差的本领也不相同。一般的来讲像柯克、天塞这样的镜头由于制造成本低而且象质也不错，所以广泛用于业余相机之中，如国产海鸥 4A、4B 等相机的镜头就是采用柯克型镜头；海鸥 205、东方 S₃ 等相机采用的是天塞型镜头。而像双高斯型镜头由于其结构比较复杂，成本也高，所以它被广泛应用于高中档专业相机上作为标准镜头，如哈勃莱德 500C/M 就是采用德国蔡司工厂生产的普兰纳（Peanar）双高斯型镜头作为标准镜头（蔡司厂生产的各种双高斯镜头统称作普兰纳镜头）。

（3）望远镜头。望远镜头即是长焦距摄影镜头，它的焦距长于标准镜头，视角为 $2\theta < 40^\circ$ 。此类镜头按照焦距的长短一般又分为普通望远镜头和超望远镜头两类。在 135 型的相机中一般把焦距为 70~300mm 的镜头称为普通望远镜头，焦距在 300mm 以上的望远镜头称为超望远镜头。望远镜头的基本结构如图 2—19 所示。

由于长焦距镜头的焦距比较长，而视角比较窄，因此在用这类镜头拍摄时，景物的空间范围比较小；所摄影像的景深也随焦距的增长而变的越来越小。另外由于放大率较大和视场较小的影响，所摄画面的空间视觉效果和空间纵深感明显减弱，起到压缩前后景物之间深度的效果。

长焦距镜头的原理结构是由正负两组透镜组成的，正透镜组在镜头的前面，负透镜在镜头的后面。正负两组透镜之间的距离，小于正透镜组的焦距。

2. 变焦距摄影镜头

可变焦距摄影镜头就是指它能在规定的范围内任意调整镜头本身的焦距，使它从广角到中焦或从中焦到长焦之间随意调整。这类镜头由多组正负

透镜组成除固定不动的透镜组外，还有可移动的透镜组，通过调节镜头上的变焦环，使活动的透镜组前后移动，从而改变物镜透镜组之间的距离，从而达到连续变化焦距的目的。可变焦距镜头原理结构如图 2—20。

两端的正透镜为固定不动的透镜，中间的负透镜随着调节环的转动而左右移动，当负透镜移至右边时如(a)所示，它和固定在右边的正透镜组成一个负透镜组，这时镜头所处的状态如前面讲的望远镜头一样，由一组正透镜和一组负透镜组成一个长焦距的望远镜头；当负透镜移至左边时如(b)所示，它与左边固定的正透镜组成一个负透镜组，此时整个镜头的焦距变短，起到了短焦镜头的作用。

根据变焦环操作方式的不同，变焦镜头又分为转环式和推拉式两种类型。转环式变焦镜头又称双环式，它分别具有独立的调焦环和变焦环，这类变焦头由于变焦和调焦分别操作，所以精度较高，操作起来两者互不影响，它唯一的缺点是操作起来不如推拉式快捷。推拉式变焦镜头又称单环式变焦距镜头。此类变焦头的调焦和变焦由一个操作环控制，转动该环可进行调焦，推拉该环可进行变焦操作。因此这类变焦镜头在使用中具有操作简单快速的优点。它的不足之处在于变焦与调焦由一个环控制，所以会互相干扰。变焦镜头的光学结构如图 2—21。

第三章 滤色镜

滤色镜是在摄影时针对不同的景物环境和光线环境用以调整或校正景物色调的附件。它的作用是：一方面阻止或减弱不需要的色光，一方面让需要的色光通过镜头在胶片上感光，起到平衡或调整色调、丰富图片层次的作用。

第一节 滤色镜的构造

滤色镜的构造大致分为：

色胶膜滤色镜。这种滤色镜是把透明的有机染料均匀的混合在有机化合物中制成的透明色胶膜，这类滤色镜准确的来讲应称之为滤色片。它的优点在于由于膜片很薄，因此它不会影响到焦点。另一方面使用极方便，它的缺点是怕湿怕热易褪色，使用寿命短。这类滤色片现在已从摄影器材店的柜台上消失了，取而代之是用强度更高，不易退色的插框式滤色片，如：法国“高坚”的系列滤色片。

有色光学玻璃滤色镜。这种滤色镜是用有颜色的玻璃磨制而成的。它的优点在于透光性好，吸收能力强，基本不褪色。但由于制作工艺的限制，所以这类滤光镜的品种不多。

玻璃夹色胶膜滤色镜。这种滤色镜是目前应用最普遍的一类，它是把有颜色的胶膜夹在两层光学平板薄玻璃中间。因此它不但具有色胶膜颜色等级多、透明度高优点，同时也具备玻璃滤光镜可擦拭、相对强度高优点。

第二节 滤色镜的作用

滤色镜对各种光线都起着通过、限制和阻止等方面的作用。反映到感光胶片上就可以看到哪些色光不受该滤镜的阻止或限制，在胶片感光就多，这个部分在制成照片后色调就显得明亮。哪些光受到了该滤镜的限制或阻止，在感光胶片上就可发现感光很少或根本没有感光。正是由于滤光镜这一特点，而使它成为摄影者在一些特殊光线环境下拍出影调过渡十分合适的得力工具。

滤色镜具有校色作用。人们眼睛对于可视光谱中各色光的感受能力不同。在可视光谱中红的一端，人眼对这段波长的光感受能力较低；在黄和绿的部分感受能力较高；到了蓝紫波这部分感受能力又降低了。而感光胶片与人的眼睛正好相反，它对蓝和紫波最敏感，对黄绿则较为迟钝。因此照片所记录的光谱颜色所形成的影调与人眼所感受到的色调有差别。为了真实地再现自然景物的色调，需要在拍摄时对色光进行校正。校正的办法就是选用适当的滤色镜。

调节空气透视的作用。自然界中在不同的地域都或多或少的存在空气透视现象。各种现象在照片上的反映为近景颜色鲜艳，影像的细致部分清晰可见，色调也较正常；而远处的景物颜色清淡，影纹不清，色调也过于明亮；随着距离的延深，这种现象越来越明显。这是因为大气中充满着大量的空气介质，这些介质散射着兰和紫的光波。距离越远，介质层越厚，散射蓝紫光越多，所以造成色调越来越清淡，清晰度越来越低，色调也越来越明亮。自然界中的空气透视现象在照片中有助于表现景物的空间纵深感。所以在实际

拍摄时，常常需要靠滤色镜来调节这种空气透视。

调整反差，突出主体。在摄影实践中，经常会利用色调对比以达到突出主体的目的。例如当主体与背景的色调近似而难以区分时，加用与主体颜色相同的滤镜，使主体在照片中色调明亮一些，以达到主体与背景在色调上有明显区别的目的。

调整影调，增强画面的艺术表现力。利用滤光镜可以调整照片的影调这一特点，在一定的光线下选择合适的滤光镜，可以拍摄出你想要表现的艺术效果。尤其在拍摄风光片的时候，合理的选用各种滤光镜，可得到不同影调的画面。

调整色温，以适合感光胶片对色温的要求。在利用彩色感光片拍摄时，尤其是用彩色反转片拍摄时，彩色胶片对色温的要求是很严格的。如果拍摄现场的色温与感光胶片的色温不一致，色彩的平衡即遭到破坏。色温高时，照片偏蓝，色温低时照片偏黄。如果用彩色负片拍摄，还可以在后期暗房制作中调整过来。如果用反转片拍摄，一旦因色温不合适而造成偏色的话，那就什么办法也没有了。所以在不同的色温情况下选用不同的滤色镜（平衡色温滤色镜是用专用滤色镜），是彩色摄影时感光胶片达到色彩平衡的保证。

用于翻拍，取消不要的颜色。在翻拍文件、图表或书画作品时，经常会遇到在这些原稿上会带有带颜色的线条、污渍等情况，或原稿因年代久远，纸基变黄等现象。这时合理的选配滤光镜拍出的照片线条污渍等可以大大的减弱或消失。如果想得到相反的效果，则可采用与需加强的颜色互补的滤光镜。

二、滤色镜的分类与效果

1. 用于黑白摄影的滤色镜

在黑白摄影中，由于五彩缤纷的色彩构成的景物最后要靠黑白灰的阶调来展现出来。因此，大部分滤色镜主要用于黑白摄影。

（1）黄滤色镜。能通过黄、橙、红、绿等色光吸收兰紫二色光，在光谱上通过的波长约 500~700 毫微米，尤以 600 毫微米左右的黄色光通过率最高。黄滤色镜又分为深黄、中黄、浅黄等不同深浅颜色。黄滤色镜的英文标志为 Y。黄滤色镜可将天空适当压暗，使白天更加突出醒目，从而达到调节天空影调的效果。黄滤色镜主要用于室外风光和人像摄影及翻拍已泛黄的陈旧印刷品，它可使反差增强、清晰度提高、淡化纸基颜色或彻底去除。

（2）橙滤色镜。能通过黄橙红等色光，吸收蓝紫色光和少量绿色光，在光谱上通过的波长部分约为 560~700 毫微米。橙滤色镜的英文标志为 O，属截止光波滤色镜。用橙滤色镜，可将天空亮度明显压暗，以调节天空色调。加用橙滤色镜拍摄日出、日落、晚霞等风景照片可使照片的明暗反差得到增强，产生强烈的艺术效果。同时还可减弱远景的大气透视现象，从而提高了远景的清晰度。

（3）红滤色镜。能通过红、橙、黄三色光，红光通过量最多。吸收绿、青、蓝、紫色光，在光谱上通过的波长约为 600~700 毫微米。红滤色镜的英文标志为 R，晴天用红滤色镜拍摄，可将天空明显压暗，使蔚蓝色的天空或海水在照片上呈现黑色并使橙、黄两色的景物变得较为明亮，红色的景物呈现为白色。利用红滤色镜这一特点，可在阳光明媚的白天拍摄出夜景效果的

照片。在使用红滤色镜拍夜景效果时，一般采用红滤色镜与绿滤色镜叠加的方法，那样会取得更好的效果。

(4) 绿滤色镜。通过绿、黄二色光，绿色光通过量多，黄色光稍次之，能吸收较多的蓝、紫和红色光，也能吸收大部分橙色光，在光谱上通过的波长约为 500~600 毫微米。绿滤色镜的英文标志为 G，属单通光波滤色镜（单通光波滤色镜的透光曲线有比较明显的波峰和波谷，绿滤色镜虽然有两个比较陡的峰值但仍属单通光滤色镜）。晴天用绿滤色镜拍摄，可将天空明显的压暗，突出白云；也可使绿色树木提亮，显现出影纹的层次。绿滤色镜与红滤色镜相叠加使用时，使白天拍摄的夜景效果更加逼真。

(5) 蓝滤色镜。通过蓝、青、紫三色光，蓝色光通过量最多。吸收红、橙、黄、绿与少量紫外光。在光谱上通过的部分为波长约为 380~500 毫微米。蓝滤色镜的英文标志为 B，一般按美国柯达公司的称呼称之为雷登 80A 者较多。蓝滤镜除了在彩色摄影中作为平衡色温的滤光镜外（又称升色温镜），在黑白摄影中也大有用武之地。如利用全色片翻拍以文字线条为主的蓝图时，可将图的背景色减弱而使线条文字加强。在风光摄影时，加用蓝滤色镜后可以将远景部分在感光胶片上呈现很淡的色调，并可隐没部分背景，形成类似雾景的效果，达到突出主体，类似图画的效果。

2. 用于彩色摄影的滤色镜

在彩色摄影中，各种彩色感光胶片无论是灯光型还是日光型；无论是彩色负片还是彩色正片，只有在正确的光源条件下，才有可能达到色彩的平衡和真实的还原（要特殊效果者除外）。即使日光片在日光下或为灯光片在灯光下，光源的色温也不是一致的。尤其是在室外，从早到晚，由晴天到阴天，色温的变化是非常大的。这时都要用滤光镜进行色温的校正。所以说，在实际应用中，色温校正和补偿滤色镜是必不可少的得力工具。

(1) 降低色温滤色镜。彩色摄影使用的感光材料，它的色彩平衡的条件都是以一定的色温为依据的。彩色胶片一般分为日光型和灯光型，日光型胶片的平衡色温为 5400°K，灯光型胶片的平衡色温是 3200°K。日光型片又称日光片，它适合在日光下或用万次闪光灯的照明条件下使用。如果它在灯光下使用，由于灯光光源的光谱中缺少蓝色光的成分，所以拍摄出的照片严重偏黄。灯光型胶片又称灯光片，它适合在以卤素灯为光源的条件下拍摄，如碘钨灯、溴钨灯。如果在日光下拍摄，由于灯光片在制作时，胶片乳剂中的感光层相对比较敏感（指反转片），所以冲洗出的胶片将严重偏蓝或青色。因此无论使用日光片还是使用灯光片，都经常会遇到环境色温高于所使用胶片平衡色温的情况。在这种情况下就应使用降色温平衡滤色镜来校正。

在这里有必要先了解一下什么叫色温。色温这个概念是由何而来的呢？首先我们先要了解什么叫黑体。黑体的概念很简单，它就是指在辐射作用的既不反射也不透射，而能把落在它上面的辐射全部吸收的物体。当一个黑体被持续加热，温度不断上升时，这时的黑体就逐渐开始发光，而且光的颜色是由一定的顺序由红到黄，再由黄到白，继续加热，温度升高就由白到蓝。色温就是在这样一个概念下建立的，当光源所发射出的光的颜色与黑体在某一温度下辐射出的光的颜色相同时，令黑体辐射出这个颜色光温度就称为该光源温度，一般称为色温。色温的单位是“开”，符号用 K 来表示，它和摄氏温标的关系是 $K = C^{\circ} + 273$ 。

降色温滤色镜可以降低热辐射光源的色温，使之与彩色感光胶片的平衡

色温相一致，从而使所拍摄的影像能够忠实再现被摄景物的色彩和阶调。

常用的降色温滤色镜和用途如下表所示：

滤镜	颜色	用途	因数	开大光圈级数
雷登 85	琥珀	灯光片在日光下使用		2 / 3
雷登 85B	淡琥珀	灯光片在日光下早晨和黄昏时使用	× 1.5	1 / 2
雷登 85C	深琥珀	灯光片在日光下阴天时使用	× 2	1

(2) 升高色温滤色镜。当光源的色温低于所用彩色胶片的色温时，应当使用升色温滤色镜来加以校正。否则胶片就将呈现为橙黄的色调。升色温滤色镜可以升高热辐射光源的色温，使之与彩色胶片的平衡色温相一致，以保证色彩的正确还原。

常用的升色温滤色镜和用途如下表所示：

滤镜	颜色	用途	因数	开大光圈级数
雷登 80A	蓝	日光片在灯光下使用	× 4	2
雷登 80B	蓝	日光片在碘钨灯下使用		$1\frac{2}{3}$
雷登 80C	淡蓝	日光片在白闪光泡不使用	× 2	1
雷登 80D	淡蓝	日光片在的闪光透明闪光泡下使用		$\frac{1}{3}$
雷登 81A	橙	灯光片在摄影灯下使用 (3400 ° K)	拍 160 度反转	按 125 度

3. 黑白、彩色片通用滤色镜

这类滤色镜无论是进行黑白摄影还是彩色摄影，它只是改变整体的或部分的通光量，而不对任何一种色彩增强和减弱。我们称它为黑白、彩色通用滤色镜。黑白、彩色通用滤色镜有如下几种：

(1) 中性密度滤色镜。它的颜色呈中性灰色，所以又称灰镜。它的英文标志为 ND。这是一种不带任何色彩成分的滤镜，只有一定的光学密度，对颜色光的成分无任何影响，它对不同波长的单色光具有均匀的阻光率，因此，灰镜只对通过它的光波进行均匀的吸收，使各种波长的单色光通过后的强度被均匀的减弱，也不影响彩色胶片的色彩平衡和反差。

(2) 吸收紫外线滤色镜。吸收紫外线滤色镜多是无色的 (有的略带微微的品红色称无光镜，一般作为彩色摄影时的专用滤色镜，它的性质与吸收紫外线滤色镜相同)，它的英文标志为 UV，所以一般称之为 UV 镜。它属于截止光波滤色镜。由于感光胶片所能感受的光线波长范围要超过人眼的范围，尤其在紫外线的一定频率范围内。我们人眼看不到它，但它却直接影响胶片

的感光，表现在如果你身处高原或海滨等紫外线非常强的地区进行拍摄时，由于大量紫外光的存在，将使远处景物在照片上的清晰度明显降低，并且朦胧不清。如你用彩色感光片拍摄，远景除上述缺陷外还会蒙上一层令画面很不舒服的蓝紫色。在这种情况下，拍摄时加用 UV 镜，就可以吸收掉紫外光。得到远景清晰、色彩真实的效果。使用 UV 镜时不用增加曝光量。

(3) 偏振镜。偏振镜是利用偏振作用对光进行有选择的控制。在这里我们首先了解一下什么叫光的偏振。光实际上也是在一定波长范围内可视的电磁波，如果波的振动方向和波的传播方向相同，这种波称为纵波，如果波的振动方向和波的传播方向相互垂直，这种波称为横波。在纵波的情况下，通过波的传播方向所做的所有平面内的运动情况都相同，其中没有一个平面显示出比其它任何平面特殊，这通常称为波的振动对传播方向具有对称性。对横波来说，通过波的传播方向且包含振动矢量的那个平面显然和其它不包含振动矢量的任何平面有区别，这通常称为波的振动方向对传播方向没有对称性。振动方向对于传播方向的不对称性叫做偏振，它是横波区别于纵波的一个最明显的标志，因此只有横波，才有偏振现象。

偏振镜是用人工方法制成的具有二向色性的晶片。当把这种具有显著二向色性的晶体沉淀在聚氯乙稀膜上，然后将膜向某一方向拉伸后，上述晶体便会在拉伸方向很整齐地排列起来，表现出和单晶一样的二向色性，即阻止与偏光轴垂直的振动光波，而让与其偏光轴平行的光波通过，把这种膜片放在两片可随意转动的玻璃之间，就成为偏振镜。偏振镜在摄影实践中的用途非常广泛和有效。在拍摄有反光的物体时使用偏振镜可以很容易地消除或减弱被摄物体表面的反光或亮斑，表现出被摄物体表面上的细部层次。偏振镜的另一用途是广泛用于风光摄影中，适当的调整偏振角度能将天空色调变暗。但它与滤色镜的性质不同，滤色镜是吸收天空中的蓝紫色光，而偏振镜是阻止天空明朗光线的通过。因此它不影响被摄对象的色彩还原，所以特别适合于在彩色摄影中用来控制天空色调。用两片偏振镜组合，可以起到中性灰镜的滤光效果，使用时，调整两偏光镜光轴的夹角，就可成为灰度在一定范围内连续可调的中性灰片了。

4. 特殊效果滤色镜

前面所讲的各类滤色镜，无论它能产生什么样的作用，都有一个共同点即不使图像在全部或部分有形的变异或不会对诸如焦点、清晰度产生变化。而这里介绍的特殊效果镜就不同于前面所讲的滤色镜，它可以产生不同效果的画面，因此又称这一类滤镜为效果镜。效果镜种类很多。下面仅介绍一些常见的效果镜。

(1) 柔光镜。柔光镜俗称夫镜 (Soft)，它是一种没有颜色的镜片。在它的表面有疏密不同的深浅图纹。它的作用是把透过镜头的光线进行部分折射，使影像结象的线条变得柔和，但焦点仍然清晰，从而在保证影像清晰度不作牺牲的前提下柔化影像的目的，同时可降低整个画面的反差。柔光镜主要用来拍摄妇女和儿童的特写照片，可以得到良好的效果。

有些资料介绍加用柔光镜后不必增加曝光量，但通过实践，这种说法是不完全正确的。因为加用柔光镜后通过镜片的光线有一部分通过折射和反射，

光强度势必被减弱，所以曝光时间应适当的增加约 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ S 档。

柔光镜一般按柔化强度分为 2~3 种，例如高坚系列中的 083 和 084。

(2) 中心聚焦晕光镜 (CENTER—SPOT)。拍摄近距离人像时，如果想使人像清晰突出，四处背景模糊，并且呈现出晕光效果时，可以加用这种滤光镜。这种滤光镜是一片柔光镜或近摄镜，在镜头中心部分进行了加工，有的把中间部分制做成平光，有的是在中心开了一个圆孔。

因为镜片中间是平光或者是圆孔，不会影响镜头聚焦效果，所以镜头中心位置可以获得清晰的影像。镜面四周部分因是近摄镜或柔光镜。因而拍摄后会呈现影像朦胧晕化的效果。在朦胧背景的烘托下，中心部位的影像更加醒目、突出。在拍摄时，要通过取景框直接检查实际效果，所以最好使用单镜头反光相机。如若不是单镜头反光相机时，可以在拍摄时，把影像放在中间部位进行试拍。

在拍摄时最好是使用标准镜头，因为标准镜头的中心位置能保证取得最佳效果。广角镜头不适于使用这种滤光镜。拍摄时，如若光圈太小，中心的影像会出现白色的光斑，而且会削弱效果，所以应尽可能增大光圈。使用这种滤光镜，不需要增加感光时间。

(3) 中心透明晕光镜 (SOFT—SPOT“ Sand Screen & Soft Screen ’)。使用这种滤光镜也是为了达到中心影像清晰、突出醒目，四周影像模糊晕化的目的。滤光镜有两片玻璃，一片是中间透明，四周玻璃呈云雾状；另一片是中心透明，四周是磨砂的。这两片滤色镜拍摄出的效果稍有不同，但是都可以保证中心位置影像清晰。在拍摄时，可以根据自己的拍摄意图随意选用。

这种滤光镜适用于单镜头反光相机，它的中心位置是按照标准镜头的画面设计的。拍摄时使用的光圈口径越小，中心透明部分与四周柔焦晕化分界线越明显。在拍摄时，应通过取景器检查它的实际效果。使用这种滤光镜，不需要增加曝光量。如果使用内藏曝光表的相机时，因滤光镜四周磨砂玻璃的影响，会出现曝光过度现象。所以应在未戴用滤光镜前，先测量出正确曝光数值。加用滤光镜后，要按原已测出的数值曝光。

(4) 中空彩色晕光镜 (COLOR—SPOT)。这种滤光镜实际上是个彩色的滤光镜，只是镜片中心是个圆孔。在拍摄时，中心部位的影像仍保持原有的色彩，而四周则呈现出滤光镜的颜色。拍摄时可根据自己的创作意图，选用各种不同色彩效果的滤光镜。中空彩色滤光镜有绿、黄、灰、红等几种。

(5) 两半分界镜 (SPLIT—FIELD)。此种滤光镜一半是近摄镜、另一半是空的，不仅前景拍摄的影像大、清晰，同时还可以把远景拍摄清楚。在拍摄时，为了使景物一半模糊，另一半清晰，如前景清晰、背景模糊，或者前景模糊，远景清晰等。都可以用转动滤光镜来获得要想得到的效果。

在拍摄时，摄影者通过取景器直接检查效果，所以这种滤光镜也适用于单镜头反光相机。标准镜和广角镜头，都适用这种滤光镜，而长焦距镜头因比前两种镜头的景深短，则不适于使用这种滤光镜。使用这种滤光镜不需要增加曝光量，应尽量使用小光圈。

拍摄时，要先从滤光镜的空处把远处景物对焦清晰，然后再从近摄镜的另一半向近处对焦。装用的近摄镜有三至五种不同的曲率半径，可以获得不同程度的近摄效果。

(6) 雾化镜 (FOG FILTER)。此种滤光镜能使画面获得薄雾的效果。滤光镜有 A、B 两种型号。A 型雾化镜效果较弱，B 型雾化镜效果明显。若把 A、B 型加在一起使用，可以获得更加明显的雾化效果。在拍摄时，可以米用光

圈的大小来控制雾化深浅度，小光圈可以减弱雾化效果。

使用雾化镜不需要增加曝光量，但曝光的多与少会增加或者减弱雾化效果。

(7) 三色滤光镜 (TRICOLOR)。此种滤光镜是在两片光学玻璃之间，夹上一片胶质滤光片。这种滤光片是由三种颜色组成。组成的形式有两种：一种三色成三角形，另一种则是三色平行式。使用这种滤光镜，可以在一张画面上获得三种色彩效果。在拍摄时我们可以用控制镜头焦距和光圈的口径，来获得三色分界线明显或者分界模糊的不同效果。

(8) 彩色偏振镜 (PL—COLOR)。此种滤光镜是用一片中性灰滤光镜和一片带色的偏振镜重叠组成。当转动镜框时，能使颜色的密度发生变化。这种滤光镜有四种颜色，即红、橙、黄、蓝。

(9) 可变彩色偏振镜 (VARIOPL—COLOR)。此种滤光镜是用两种色彩的偏振镜和一片灰色偏振镜重叠在一起而组成。当转镜框时，可以获得色彩不同的效果。这种滤光镜有红/蓝、黄/蓝、黄/绿、红/绿、黄/红等五种形式。

(10) 漫射镜 (DIFFUSER, DUTO)。此种滤光镜是用透明的没有颜色的光学玻璃制成的。漫射镜有两种：一种是在无色玻璃镜面刻有同心圆，圆距为2毫米，它同样可以达到柔焦效果。另一种无色玻璃的镜面有不规则的平面，用来形成光线漫射，以此来达到柔光效果。在使用第一种滤光镜拍摄时，照片的中心部位要比第二种滤光镜成像清晰，但不如第二种的柔光效果好。这两种滤光镜一般都多用于商业摄影和人像的拍摄。

(11) 光芒镜。光芒镜能使画面中的光亮部分出现闪光，尤其是画面中的灯光或者点状光斑，都会出现光芒四射的闪光效果。这种效果能达到各种艺术效果及渲染夜间的灯火气氛。在拍摄过程中，选用暗背景最佳。使用光圈口径的大小会影响光芒闪烁效果。光圈越小，效果会减弱；反之，光圈越大，效果就会更加明显。为了便于直接观察，应使用单镜头反光相机。当使用广角或者广角镜头时，边缘部分会被切掉。使用这种滤光镜不需要增加曝光量。

(12) 半彩色滤光镜 (HALF—COLOR)。此种滤光镜是在两片光学玻璃中间，夹上半片胶质滤光片。滤光镜一半呈现出滤光片的颜色，另一片透明无色。这类滤光镜有红、橙、黄、绿、蓝、紫、浅灰、深灰、艳绿、褐色、品红等多种颜色。拍摄时，一般常把无色的一半对准主体，而把彩色的另一半对准远景。结果，主体仍保持原有的色彩，而背景则可按照滤光镜的色彩转变成各种颜色。

(13) 双色滤光镜 (DUAL—COLOR)。此种滤光镜是在光学玻璃中间，夹上一片胶质滤光片。滤光片一半是一种颜色，而另一半则是另外一种颜色。这类滤光镜有黄/紫、红/蓝、橙/绿共三种型号。加用这种滤光镜后在同一幅画面上可出现不同色彩的效果。例如在海边拍摄日出时，下半部用蓝色，上半部用红色，上半部红色滤光镜则渲染了日出时的红色调，而下半部蓝色滤光镜则强调表现海水的色彩。在使用上，最好把两色分界线对在水平线或山顶线，也可对在画面的阴暗区域，这样可以使两种色彩效果转化得比较自然完美。

相机焦距的长短会影响色彩效果。广角镜头会使色彩的分界线非常显著，然而望远镜头会使色彩的分界线不明显。在拍摄时，使用小光圈会使色彩分界线明显，而使用大光圈则会使色彩分界线模糊。

使用此种滤光镜需要增加曝光量。增加的曝光因数是按照两种色彩的平均数计算的。红/蓝需要增加四倍曝光量。橙/绿需要增加三倍曝光量。而黄/紫镜需增加两倍曝光量。

(14) 多影镜 (MULTI—VISION)。此种多影镜是非常精确地把光学玻璃切割成不同的多面体。使用这种镜能把一个景物在一张画面里同拍成三个、五个或六个影像。

多影镜共有三种：

可变多影镜 (VARI—MULTIVISION)，此种多影镜是由两块两面镜的棱镜组成。使用时可转动一块镜片，当这两片两面棱镜平行时，能把一个景物摄成两个影像；而当两片棱镜垂直时，则能摄成四个象。

三平行面 (3PF)，可拍摄成三个平行影像；三棱面 (3F)，可拍摄成三个影像；五棱面 (5F)，可拍摄成五个影像；六棱面 (6F)，可拍摄成六个影像；六平行面 (6PF)，可拍摄成一个影像，后面相随着五个重复的影像。

彩色多影镜 (COLOR—MULTIVISION)，此种多影镜有两种形式：一种是镜面被切割成五面镜，色彩是一半绿，一半橙。另外一种是镜面被切割成三角形，而每个三角形呈现一种颜色，有蓝、绿、红。从电视或广告摄影、静物摄像中，经常看到使用这种多影镜的效果。

(15) 近摄镜 (CLOSE—UP)。所谓近摄镜就是可以把近距离的大小物体或者景物的某一个细部，拍摄成大的影像。近摄镜是用屈光度不同的光学玻璃构成。因屈光度的不同可分为 1、2、3、4 四种。号数越大它的成象倍率越大。可同时使用两片近摄镜以提高影像的倍率，但不要同时使用三片。

近摄和微距拍摄时，因为影像放大的倍率很大，所以极微小的移动都会影响照片的质量。拍摄时，最好把相机固定在三脚架上，并使用快门线。近摄时，景深浅，所以要尽量使用小光圈。200 毫米以上的长焦距镜头，不适合于加用近摄镜。使用近摄镜时，不需要增加曝光量。

(16) 可变近摄镜 (ZOOM CLOSE—UP)。可变近摄镜的屈光度从 2~10。在拍摄过程中转动钟片，就可以获得不同倍率的影像。

(17) 五彩星光镜 (RAINBOW—SPOT)。此种滤光镜是在光学玻璃的每度上刻有 1270 条平行槽。使用这种滤光镜拍摄明亮的小光点时，可以变化成绚丽的彩虹效果。

(18) 光谱星光镜 (SPECTRAL—STAR)。此种滤光镜是镜面上刻有特别的方格形式。当画面有明亮光点时，这种滤光镜就会使画面出现光谱的星光效果。

这种滤光镜有三种：

跳动式 (PULSATOR)，使用这种滤光镜拍摄亮光点时，光点会变成爆发式的相等的跳动式的光谱色，颜色显得非常丰富多彩。

星云式 (WEBULA)，使用这种滤光镜拍摄亮光点时，光点会变成环形的活动的光谱色彩效果。

仙女式 (AWDRONEDA)，使用这种滤光镜拍摄亮光点时，光点会变化成线形的幻影般的影像，对比强烈而色彩非常丰富。

(19) 红外线 (INFRARED) 与紫外线 (ULTRAVI—O—LET) 滤光镜。这两种滤光镜都是只通过特定波长的光线。红外线滤光镜在配用红外线胶片时，能阻挡可见光和紫外线，只让特定波长的红外线 (720 和 900 微毫米以上的红外线) 进入镜头成象。

紫外线滤光镜的作用是阻挡可见光和红外线，只让紫外线通过。这两种滤光镜主要是用于高空拍摄、科研以及犯罪侦查等方面。

第四章 常用照相机

第一节 120 型相机

120 型相机，属中等画幅照相机，它的画幅尺寸一般分为 $6 \times 4.5\text{cm}$ 、 $6 \times 6\text{cm}$ 、 $6 \times 7\text{cm}$ 、 $6 \times 9\text{cm}$ 。除此之外，还有 $6 \times 8\text{cm}$ 、 $6 \times 12\text{cm}$ 和 $6 \times 17\text{cm}$ 。它的结构类型有折叠式（如海鸥 203）；双镜头反光型（如海鸥 4A 等）；单镜头反光型（如哈斯勃莱德系列等）。

哈斯勃莱德，就是我们常说的哈斯相机。它是由瑞典的哈斯勃莱德公司生产的产品。该公司创建于 1941 年，自 1948 年开始生产 120 单镜头反光相机，型号为 1600F（在此之前它的产品是为军用而设计制造的）。哈斯相机的最大特点是采用了积木式的结构。它不单具有其它单反光照相机可随时随意的更换不同焦距的镜头的优点，还有迅速装卸的片盒，随时可更换的取景器。尤其是可随时快速装卸的片盒，为使用者提供了极大的方便。该相机的另一个特点是由于它采用了单镜头反光的取景方式，所以在取景时无视差，因此，很受使用者的欢迎。由于哈斯相机具有明显的功能优点，加之制作工艺精良，很快就受到全世界大多数摄影师的好评。因此，世界上各著名照相机生产厂商纷纷进行仿制，如原西德以生产双镜头反光相机而著名的禄来光学技术公司生产的禄来福莱克斯（Rolleiflex）SL—66；日本玛米亚光机股份有限公司生产的玛米亚（Mamiya）RB—67 和 M645—1000，前苏联生产的基辅 88 型，都是以哈斯相机为模本仿制改造生产的 120 型照相机。在上述几种相机中，则以禄来福莱克斯 SL—66 型为最优异，这当然与前西德的照相机生产技术基础是分不开的。

哈斯勃莱德公司目前生产的照相机基本上都是在其经典产品哈斯 500C/M 的 120 型相机的基础上发展起来的。所以，虽然哈斯勃莱德公司 1995 年推出了新一代电子化程度更高的 TC205 型以及 501CX、503CX 等 120 相机，但 500C/M 仍以它所具有轻便、可靠、象质优异等优点，深受摄影爱好者的喜爱。下面我们就以 500C/M 为主体，讲一讲该型机的操作方法和性能。

哈斯勃莱德 500C/M 型相机，于 1969 年出现在市场上。它是 500C 的改进型。属 6×6 规格的 120 单镜头反光照相机，标准画幅尺寸为 55×55 毫米。在使用 A16 型片盒时，可拍摄画幅为 55×1.5 毫米的底片 16 张（使用 120 胶卷）。另外，该机除可配备上述两种片盒外，还可配备画幅尺寸为 55×55 毫米，从 24 张到 200 张容量的片盒，以及波拉（Pealoid）80 型和 100 型片盒。

该机除备有六种规格的后背供使用外，它还拥有一个庞大的镜头群和多种取景器供使用者选择。哈斯勃莱德相机所用的镜头几乎都产自德国的著名厂家，如蔡斯和施奈德。它共配备 C 系列的从 30 毫米到 500 毫米的定焦镜头 14 种及一款 140~280 毫米的高素质变焦镜头。最常用的除标准镜头（蔡司生产的普兰纳 80mm 1/2.8 的镜头）外，还有 40mm 1/4.5mm 1/4 和 250mm 1/5.6 以及施奈德生产的 140~280mm 1/5.6 镜头。这些镜头无论从色还原性和解象力等方面来讲，都不愧为当今世界里高品质镜头中的佼佼者。500C/M 相机共备有九种取景器供使用者选择。俯视磨砂玻璃取景器为标准取景器。平视棱镜测光取景器（VFC—6 型）的测光系统的测光吻合率也是该类型取景器中的最优秀者。

该机采用同步机械式镜间快门，由 1 ~ 1/500 秒共 10 档快门时间，另外还没有 B 门和 T 门，各档快门时间均可进行 M 或 X 门同步闪光摄影。

另外该机还配备有多种附件供选择。如快速上弦手柄、近摄接环、遮光罩、各种滤色镜和效果镜，手柄、三脚架快速连接座，快门线，甚至包括小巧水平仪和快速调焦手柄等。

该机不但设计先进、机构紧凑合理，而且加工精度高，工艺考究，配合精密。因此，该机不但轻便小巧，而且坚固耐用。尤其是在低温环境中使用的可靠性，是任何一款类似相机不可比拟的。

由于哈斯勃莱德 500C/M 型照相机的结构复杂，最应引起摄影者注意的有下述事项：

1. 按下曝光辅助动作预释按钮，而又未再按快门按钮时，不可对照相机上弦，否则极易损坏照相机。

2. 自拍完毕后或用 T 门档拍摄时，在 T 门锁钮未及时复位时，不可以再对照相机上弦，否则很容易使照相机损坏。

3. 由于摄影时是由左手和右手分别控制按快门按钮和上弦卷片的，因而上弦卷片操作过程中请勿触动快门按钮，以免造成照相机既上不了快门弦，又无法取景和卸下镜头的故障。拍摄时左手尚未离开快门按钮时，也不可再对照相机上弦，以免损坏照相机。这点在紧张的新闻抢拍时尤应加以注意。

4. 转动上弦卷片手柄（或手钮）进行上弦卷片操作时，一定要转到终止位置，若未转到底就进行拍摄，极易将照相机损坏。

5. 上弦后卸摄影镜头时，应先按下镜头锁钮再反转镜头，而且一定在镜头自机身上卸下后，才可放松镜头锁钮；安装摄影镜头时一定要使镜头转到定位处锁牢。否则容易造成快门上了弦，镜头又卸不下的故障。

6. 卸下的镜头若较长时间不使用时，应及时使该镜头上的快门弦释放（向外拨镜头后端的释放杆即可），以免损伤快门弹簧。待重新使用该摄影镜头时，再临时用硬币正转位于镜头后端下方的上弦轴（小轴端面有槽），使快门重新上弦。

7. 使用 1 ~ 1/4 秒的各档快门时，快门未结束曝光前不可抬起快门按钮，否则胶片会在中途停止曝光，使底片曝光不足。

8. 使用自拍时若 T 门锁钮未拨至 T 门档，则胶片在自拍时根本不会曝光。

9. 使用慢门拍摄或翻拍时，应先按下曝光辅助动作预放钮，以避免照相机的震动影响画面清晰度。

10. 在片芯上安装胶片时，要细心操作，尤其是使用个别国产胶片时，务必安装整齐，以免拍摄中产生卡片故障。

11. 若上弦后快门按钮按不下去，应首先检查片盒上的挡光插片是否未抽出或计数窗内已拍完 12 张。

摄影镜头锁钮应用注意事项：先按下此钮后再将镜头逆时针转动 40°，即可将镜头卸下。卸 C 式摄影镜头时，一定要先上紧快门弦，再按上述步骤卸，并应注意在卸的过程中始终按着此锁钮，不得中途松开，以免出现镜头卸不下也装不上的故障。卸下的 C 式镜头若较长时间不用时，应拨动镜头后端的快门释放杆，使快门松弦，以免影响快门寿命。待重新安装镜头前，再临时用硬币将镜快门上弦后安装。

第二节 135 型相机

135 规格照相机是使用 35 毫米宽电影胶片的小画幅照相机，画幅尺寸为 24 × 36 毫米。一般为 24 张装或 36 张装。135 相机自 1925 年问世以来，因它具有灵巧轻便，携带便利等优点，很快风靡世界，成为在技术上发展最快，市场占有率最大的机种。由于微电脑技术的介入和新型光学玻璃的应用以及感光胶片的不断改进，135 相机基本上改变了自身小画幅、低素质的形象。因它还拥有高快门速度（最高达 1/8000 秒）等优势，现已广泛的应用在新闻报道、艺术创作及家庭生活之中。

135 相机从取景方式分类一般分为旁轴取景和同轴取景两类。旁轴取景照相机最优秀的机种现在要数莱茨公司生产的莱卡 M6 了。莱卡 M6 相机不但具备莱卡系列相机在机械精密，镜头素质高等方面的优点，而且配备了测量精度极高的机内测光表，使用者更加得心应手。同轴取景 135 相机以尼康和佳能的使用者为众。由于大量电子技术的应用，新型的尼康 F4、F5 和佳能 EOS—IN 等专业 135 单反光相机，快门速度高达 1/8000 秒，并能快速准确的自动对焦，并拥有多项自动曝光功能和高速马达系统。与之相配合的从几毫米到几千毫米的高素质镜头，使它如虎添翼，得到了广泛的应用。

尼康 FM₂135 单镜头反光照相机是于 1982 年开始投放市场的。它除了有一个很可靠的机内测光表外，其它部分的功能全部采用手动方式。在尼康系列中它虽然属于中档相机，也仅仅是因为在它的机身内部缺少流行的电子设备。从使用情况看，它适应环境的能力在有些方面甚至超过了属于高档的机型。

尼康 FM₂ 的技术性能：

快门部分：快门调节范围从 1 秒至 1/4000 秒，并设有 B 门和 X 档，闪光同步时间高达 1/250 秒。

取景器：取景视场范围为画面机场的 93%。

测光方式：在全开光圈下进行 TTL 中央局部测光。测光范围为 EV₁ 至 EV₁₈，胶片感光度调节范围为 ISO12 至 ISO6400。测光结果由三极发光二极管显示。

马达卷片器：配用 MD—12 电动卷片器，卷片速度可达 3.5 张/秒。

另外，FM₂ 相机具备两个特点，是一般的中档相机所不具备的。一是在反光镜上升动作与快门释放动作之间有 8 ~ 12 毫秒的延时装置，这一装置确保了快门释放时，反光镜已确实离开了光路；另一个是具有多次曝光功能，这对于进行艺术创作的使用者来说，无疑带来了极大的方便。

第五章 暗房设备

感光胶片经过我们精心构图、测光直到拍摄完成，付出了许多脑力和体力的劳动，而这时我们怕有的付出只是以潜影的形式存留在感光胶片上。下一步的工作，就要在暗房中来完成了。因此我们有必要对暗房设备有一定的了解。只有在此基础上，才能正确的使用它们。

第一节 感光胶片的冲洗设备

感光胶片的冲洗是从拍摄到看到照片几个环节中最为重要的一个环节。一旦因冲洗出现失误而致胶片的报废，将使我们所付出的一切劳动前功尽弃。因此，为了保证在这个环节上不出问题，了解感光胶片的冲洗设备是保证冲洗工作顺利完成的首要条件。其实，暗房中，胶片冲洗用的设备可以讲是最为简单的，正因为它的简单，往往使人更容易忽视它，甚至造成很大的遗憾。下面我们就感光胶片的冲洗设备作一个简单的介绍。

药液配制所用的设备一般分为两部分。一部分为称量部分，包括天平、法码和量筒等；另一部分为配制容器和药液保存容器。首先我们先介绍一下天平。天平实际上就是一个利用平衡杠杆原理制作的称量用具，在初始时，天平支点两端的力矩是相等的。此时天平处于平衡状态，在天平上反映为指针指向零点。当一边受到力的作用时，这个平衡遭到破坏，此时指针发生偏移。为了恢复平衡状态，我们在另一边施加外力，这个外力与另一边所受外力大小相等，方向相同对，天平即恢复平衡状态。这就是天平称量重物的基本原理。如下图 5—1 所示：

当 $L_1=L_2$ ， $F_1=F_2$ 时

$L_1 \times F_1=L_2 \times F_2$ (天平处于平衡状态)

当 $L_1=L_2$ ， $F_1 > F_2$ 时

$L_1 \times F_1 > L_2 \times F_2$ (此时指针向左偏转)

感光胶片冲洗药液是由多种化学药品组合而成的。每种药品的含量由几十毫克到上百克不等（指在 1 升药液内），称量的精确性直接影响到药液成分的变化，而药液成分的变化又直接影响到冲洗的质量。因此熟练的使用天平进行精确的称量是保持药液质量稳定的首要条件。

如果每次配制药液的总量不超过两公升，建议使用称量精度稍好一些的物理天平。

再有就是配制和保存药液用的量筒、容品等，这些物品我们也建议使用玻璃制品。保存药液的容器最好用密封性较好的深棕色玻璃瓶，配制药液最好使用无色透明的钠玻璃制品。

第二节 放大机

一般的由于底片尺寸很小，所以很不利于观赏。要想从小底片得到大照片，就要经过放大。放大机就是将小底片放成大照片的设备。

放大机的基础道理与照相机相同，照相是将外界景物通过镜头在感光胶片上结象；放大则是把放大机内底片上的象通过镜头结象在与底片平行的相纸上。此时被放大的底片实际就是被放大机镜头拍摄的物体。

一、放大机的种类

集光式放大机。集光式放大机（如图 5—2 所示），在光源和底片之间使用聚光镜集光，因光能损失小，所以亮度高，放出的照片清晰度也较高。但不适合放人像照片。

散光式放大机。光源与集光式放大机相同，基本结构也相似。所不同的是光路中取消了聚光镜组。用一至二片乳白玻璃代替。因底片所受到的照明光线比较柔和，所以适合于反差较高的底片或人像放大。

半聚光式放大机。在这类放大机的光路中，不仅保留了聚光镜组，而且在聚光镜组的下方加上一片乳白玻璃，它的性能也因此结构而介于上述两种放大机之间。

反射式放大机。此种类型的放大机，实际上是集光式放大机的改进类型。投射到聚光镜上的光线是经过一片可吸收红外线的反光镜将光源的光反射而来的。这种放大机一般作为用于放大幅彩色照片的专业放大机。它的最大优点在于避免了底片因长时间曝光易受热损坏的现象。

二、放大机的光源

放大机的光源是放大机的一个重要组成部分，也是最易让人忽视的部分。很多人认为，放大机的光源无非是为曝光提供光源的灯。其实，就这是这只灯，是决定放大照片质量的一个重要因素。

放大机上常用的光源有乳白色泡，磨砂泡和卤钨灯三种。但是作为一般照明和装饰用的乳白泡和磨砂泡是不能代替放大机专用的乳白和磨砂泡的。照明用的乳白或磨砂泡的外形近似于一个椭圆的球体，放大机专用乳白或磨砂泡的发光表面是一个半径很大的球面。因此，我们即使不考虑光源能量的利用效率问题，单从发光表面的几何形状而言，要想使底片处于一个均匀的光照环境，放大机专用灯泡在这方面肯定是最理想的选择之一。所以在使用放大机时，一定不要忽视了这个环节。用卤钨灯作为光源的放大机一般都是中高档的放大机。卤钨灯具有效率高、亮度及色温稳定，使用寿命长等优点，尤其是色温稳定这一点对于进行彩色放大尤为重要。

三、放大机用镜头

用于放大照片的镜头，是放大机上最重要的部件之一。对于一台中档的放大机来讲，一只理想的放大镜头的价格应占整个放大机价格的三分之一至二分之一。它不但要求象差校正良好，有很高的清晰度，而且还要求它的色

差也要得到很好的校正，以保证色彩的正确还原。再有在镜头的选择上，镜头的焦距应与放大底片的尺寸相匹配。一般掌握的原则是，镜间的焦距略大于底片的对角线长度为好。

第六章 感光材料

感光材料是摄影中所使用的胶片和后期制作的相纸的总称。按种类划分一般分为黑白感光材料和彩色感光材料两大类。并且在这两大类感光材料中都包含正性感光材料和负性感光材料。

第一节 黑白感光材料

黑白感光材料包括进行黑白摄影时所用的胶片和后期制作时所用的相纸。虽然它们最后的成象都是被还原的金属银，但它们无论是在结构上还是在感光乳剂上都存在着一定的区别。我们在这里主要介绍黑白感光胶片。

黑白感光胶片根据对不同波长的可见光及不可见光的敏感程度可分为全色片、分色片、色盲片、红外片和X光片几类。除红外片和X光片为有特殊用途的胶片外其余三类都是我们常用常见的胶片。

全色片的感光泛围包括了可见光谱的全部和部分紫外光。即感光波长泛围约为380~700毫微米。用它拍出的照片，基本符合原景物的明暗层次，表现能力极为丰富。普通摄影所用的黑白胶片几乎都是全色片。

分色片也称正色片，它的感光泛围约为380~600毫微米。即除红光以外的大部分可见光及紫外光它都可以感光。这种胶片适合拍摄黑白风光片。

色盲片又称黑白正片，它只对蓝紫色光感光。感光波长泛围约为380~480毫微米。它的感光乳剂以溴化银为主。色盲片多用来进行黑白文字及图表以及制作电影拷贝用。

第二节 彩色感光材料

彩色感光材料包括彩色胶片和彩色相纸两大类。在彩色胶片中又分为彩色负片、彩色正片和彩色反转片，彩色负片中还另包括彩色中间负片。彩色相纸又可分为负——正相纸和正相纸两种，现将它们的用途分述如下。

彩色负片。供为获得彩色照片为目的的摄影用，通过拍摄和冲洗，可得到与照片颜色互补的负片。彩色负片除用来印放彩色照片外，还可以通过拷贝的方法制作彩色透明正片。

彩色负片结构如下：

它是由三个感光乳剂层所组成的多层乳剂结构以及保护层、滤色层、防止晕层等构成的。每一层感光乳剂有不同的感光性，使每一层乳剂只对蓝、绿、红三原色中的一种感光。在具有不同感色性的三个感光乳剂层中，分别加入能生成不同染料的成色剂。这些成色剂，能在显影过程中同彩色显影剂（如 CD—4）的氧化物偶合而生成黄、品红和青三种染料。

感光乳剂层	感色性	显影生成的染料
上层	感蓝光	黄色
中层	感绿光	品红色
下层	感红光	青色

由上表可知：感光乳剂经过显影后，在各层生成的染料颜色与各层感受的色光颜色互为补色。

彩色正片。彩色正片是通过对彩色负片的拷贝而获得彩色透明幻灯片的感光材料。彩色正片的乳剂层排列结构同彩色负片一样，同样是上层感蓝，中间层感绿，下层感红。但是彩色正片所生成的显影剂与彩色负片有一定的差别。

彩色反转片。彩色反转片也是直接用于摄影的彩色感光材料。拍摄后经过反转冲洗，可直接得到与原景物色彩相一致的正象。彩色反转片从结构上讲并不复杂。但它的冲洗工艺却是要求非常高，过程也远比冲洗彩色负片复杂的多。

彩色相纸大部分是以涂有树脂纸做支持体，采用内偶式彩色显影的方法，红、绿、蓝感光乳剂中分别有青、品红、黄成色剂。它与彩色负片在感光层的排列上不同，感蓝层与感红层在顺序上相反。

第七章 暗房常用药品简介

感光胶片和相纸的冲洗工作都离不开化学药品。在一个配方中，某一成分的改变都将影响到照片的最后质量。因此，我们有必要了解常用药品的性质及它在摄影配方中的作用。

米突尔

化学式 ($\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{OH}_2\text{H}_2\text{SO}_4$)

性质：米突尔为白色或灰色针状结晶或粉末，易溶于水，不易溶于亚硫酸钠溶液。在 1000 毫升水中可溶解 48 克米突尔；而在 1000 毫升 5% 的亚硫酸钠水溶液中只能溶解 20 克。因此，在配制显液中，要先溶解米突尔，后溶解亚硫酸钠。温度升高时，米突尔的溶解度也随之增大。15 时，1000 毫升含 5 克无水亚硫酸钠和 5 克无水碳酸钠的溶液中可溶解 45 克米突尔。但是温度也不能太高，如果温度达到 85 ~ 87 时，反而会从溶液中析出针状物。因此，配制显影液时温度不宜过高，一般控制在 50 左右即可。

米突尔显影能力很强，初影时间短，显影速度快。低密度位置显影好；高密度位置显影不如对苯二酚充实。所以用突尔显影，可得到柔和的影调，但反差小。米突尔对显影液的 PH 值要求不很严，范围可以很宽 (PH=6 ~ 10)。当配制软性显影液时，不加碱和亚硫酸钠。当配制微粒显影液时，加弱碱便可。当配制普通显影液时，可加弱碱，若加强碱将导致产生显影灰雾。

米突尔的显影性正好与对苯二酚相对，所以两者经常配合使用。用这两种显影剂配出的显影液具有两种显影剂的优点，而缺点都可以得到克服。这二者相配合作用良好，冲洗效果很好。

米突尔显影液的保存性好，而且不污染片子。对溴化钾和温度的反映不像对苯二酚那么敏感，因而对它们的要求不严格。溴化钾对米突尔所产生显影灰雾抑制能力较弱，但加入几滴柠檬酸，即可起到良好的效果。

用途：

用来作黑白显影剂，单独使用时可配出低反差显影液。但是与对苯二酚配合使用，以两者不同的相对含量可以设计出许多著名的超加和配方。

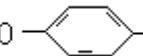
米突尔是目前使用极其广泛的显影剂之一。可作为黑白负片、正片、相纸、反转相纸、彩色反转片、黑白制版胶片、黑白 X 光片、黑白电影胶片等感光材料的黑白显影剂。

注意事项：

1. 米突尔受潮后易被氧化，氧化后变为棕黄色，从而影响使用，所以平时要注意密闭避光保存。

2. 米突尔对皮肤有刺激性，容易引起皮疹，所以在使用时应避免用手直接接触。

对苯二酚

化学式： $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ ，

性质：对苯二酚是一种还原剂，是白色针状结晶体，暴露在空气中会逐渐变成棕黄色，易溶于水，20 时，每 1000 毫升水可溶解 100 克，也易溶于亚硫酸盐溶液以及含有碳酸钾或碳酸钠的亚硫酸盐溶液中。

用途：用于黑白显影剂。对感光材料的强光部分显影较快，是一种能提高反差显影剂。它与米突尔按不同的配比，可配成多种反差层次不同的超加和显影配方。对苯二酚可作为一般黑白照相的各种感光材料、彩色反转材料，也可作为黑白X光片、黑白制版片和黑白电影等胶片的显影剂。

注意事项：

对苯二酚的水溶液，尤其是它的碱性溶液很容易在空气中被氧化。氧化之后的溶液变成浅褐色，从而削弱或者失去显影能力。所以，配好的显影液，应避光密封保存。

溴化钾（钾溴）

化学式：KBr

性质：溴化钾为白色立方晶形颗粒，易溶于水。

用途：

1. 用作显影抑制剂。在显影液中溴化钾能阻止感光材料乳剂中不具备参加显影程度的弱曝光部位的溴化银的还原，因此可增加影像的反差和防止灰雾的产生。用量一般是0.5~2.5克/千毫升显影液。

2. 调节显影速度。用量小时显影速度加快，很容易造成灰雾；反之，用量过大也不好，会造成显影能力的减弱。

3. 用作漂白促进剂。在彩色感光材料冲洗液的漂白液中，溴化钾与铁氰化钾漂白剂共同作用，以便在下一步的定影作用中，使溴化银转变为易溶于水的硫代硫酸银络合物。

苯并三唑

性质：苯并三唑是白色针状结晶，微溶于水，可溶于苯乙醇。

用途：用作黑白胶片和相纸的显影防灰雾剂。使用时选用0.1~0.2克苯并三唑溶于5毫升乙醇，而后将溶液倾入显影液中，即可起到防灰雾的作用。

注意：

1. 用量不能过大，如果每1000毫升显影液中含有多于1克的苯并三唑，将严重削弱显影液的显影能力。

2. 彩色感光材料的显影液中不能加放苯并三唑作为防灰雾剂，否则将造成偏色，特别是对彩色反转片更为重要。

氢氧化钠

化学式：NaOH

性质：氢氧化钠是一种白色固体，易吸潮。根据需要可制成粒状、片状、棒状等不同形态。此药易溶于水，1克氢氧化钠，可溶于0.9毫升水中，在溶解过程中可放出大量的稀释热，水溶液呈强碱性。氢氧化钠固体暴露于空气中会很快吸收空气中的二氧化碳和水分，然后生成碳酸钠。氢氧化钠有强烈的腐蚀性。故称苛性钠。

用途：

1. 用来配制电影胶片冲洗液的前浴，以便除去胶片背面的防光晕层。

2. 用作显影促进剂。但因氢氧化钠不具缓冲性，并容易腐蚀感光材料的乳剂膜，所以不常使用，而代之以碳酸钠，有时为了提高显影液的 PH 值或配制高反差显影液，才使用氢氧化钠。

注意事项：

氢氧化钠的固体，特别是它的浓水溶液，对棉、丝织衣服和皮肤都有强烈的腐蚀性。如果稍有不慎，使氢氧化钠触及皮肤和眼睛，将发生严重化学灼伤，而且不易治愈。所以，使用氢氧化钠时要十分小心谨慎。

碳酸氢钠

化学式： NaHCO_3

性质：碳酸氢钠是一种白色粉末或单斜晶体颗粒，无嗅，味咸，在 270 时会放出二氧化碳。易溶于水，水溶液呈弱碱性。在干燥的空气中碳酸氢钠无变化。在潮湿的空气中缓慢分解。与酸类作用时放出二氧化碳。

用途：用作显影液的添加剂，主要作用是维持溶液的 PH 值。

冰醋酸

化学式： CH_3COOH

性质：纯乙酸为无色透明液体，具有强烈的刺鼻醋味。具有腐蚀性，接触到皮肤上一般情况不会有疼痛的感觉，但会使皮肤出现水泡。含量在 98% 以上的乙酸，于 15 左右即可凝结成晶体，即称“结冰”。这就是所谓的“冰乙酸”或“冰醋酸”。纯乙酸比重 1.05，熔点 16.6，凝固点 16.7。

用途：

1. 用于摄影冲洗液的 PH 值调节剂，一般使用 1% 的乙酸水溶液。
2. 用于黑白及彩色冲洗的停显剂，一般使用浓度很低的乙酸水溶液。
3. 用作酸性定影液的添加剂，主要起停显作用。
4. 柯达彩色套药 C—41V 坚膜液中含有乙酸。

注意事项：

1. 乙酸“结冰”时，可用 30~50 的温水对乙酸容器加温，使之溶化或部分溶化成液体。
2. 乙酸对人体有很大的伤害力，使用时要特别加以小心。
3. 乙酸应密封保存，因为它极易挥发。

