

业余摄影家丛书

YEYUSHEYINGJIA  
CONGSHU

# 摄影的 曝光 与测光

徐枫  
颜志刚 主编  
著



徐枫 主编 业余摄影丛书

---

# 摄影的曝光与测光

---

颜志刚 著

---



图1

上图光圈大，纵深清晰范围小；  
下图光圈小，纵深清晰范围大。



图4

快速度与  
动体影象快门  
速度高，动体  
影象“凝固”  
清晰展现动体。





图2A  
灯光型  
片在日光下  
拍摄，色彩  
偏蓝。



图2B  
使用“  
雷登85B”，  
橙色滤色镜  
后，色彩被  
校正。

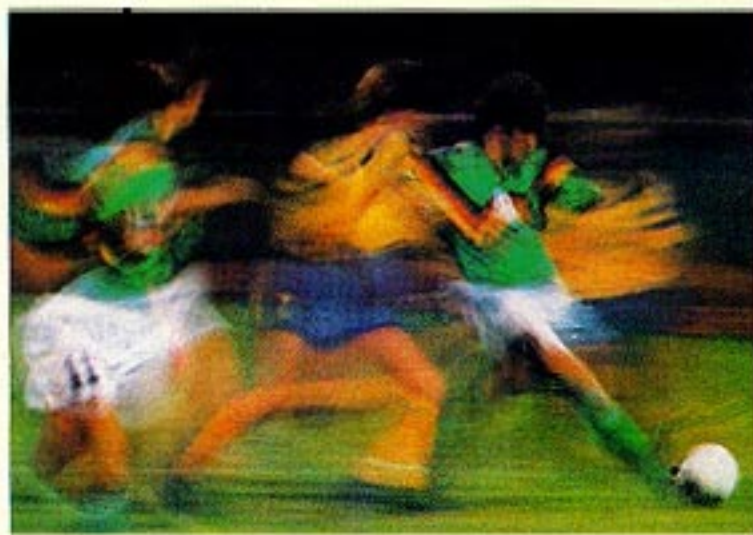


图5  
慢速度  
与动体影象  
快门速度低，  
动体影象虚  
糊动感强烈。



图3A  
日光型  
片在灯光下  
拍摄，色彩  
偏红。



图3B  
使用“  
雷登”80A蓝  
色滤色镜，  
色彩被校正。



图6  
适中速  
度与动体影  
象快门速度  
适中，动体  
影象虚实结  
合。



图7  
人物脸部处于阴影中的曝光应特别谨慎，或取亮部与暗部的折中值，或对暗部进行补光。



图7B  
逆光人物拍摄，使用闪光灯作补光，既提高了暗部的再现效果，又保持了现场光线效果。

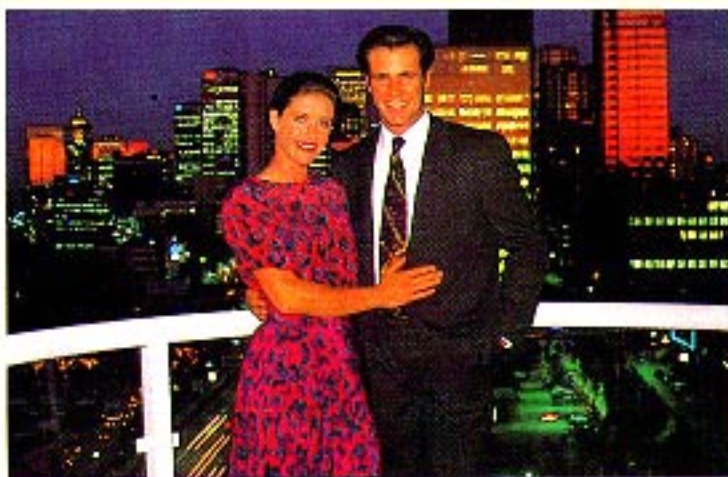


图7C  
夜间采用慢速度闪光拍摄，使背景的再现效果得到明显提高。

## 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 一、正确认识曝光 .....         | 1  |
| (一) 光圈与快门 .....        | 1  |
| 1. 光圈 .....            | 1  |
| 2. 快门 .....            | 4  |
| (二) 曝光对影像质量的影响 .....   | 7  |
| 1. 曝光与影像密度 .....       | 7  |
| 2. 曝光与影像清晰度 .....      | 8  |
| 3. 曝光与色彩 .....         | 10 |
| (三) 影响曝光调节的客观因素 .....  | 12 |
| 1. 光线的强弱 .....         | 12 |
| 2. 胶卷的片速 .....         | 13 |
| 3. 显影的条件 .....         | 14 |
| 4. 互易律失效 .....         | 14 |
| 5. 光圈与快门速度的准确性 .....   | 16 |
| (四) 影响曝光量调节的主观因素 ..... | 19 |
| 1. 表现意图 .....          | 20 |
| 2. 实际需要的准确性 .....      | 21 |
| 二、曝光量的估计与测定 .....      | 23 |

---

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| (一) 曝光量估计指南 .....               | 23 |
| 1. 室外自然光曝光估计 .....              | 24 |
| 2. 室内自然光曝光估计 .....              | 25 |
| 3. 室内灯光曝光估计 .....               | 26 |
| 4. “宁多勿少”与“梯级曝光” .....          | 28 |
| (二) 相机测光系统的性能与运用 .....          | 29 |
| 1. 反射式测光原理 .....                | 29 |
| 2. 平均、偏重、部分、点测光与多点测光 .....      | 31 |
| 3. 外测光、TTL 测光与 TTL—OTF 测光 ..... | 34 |
| 4. 硫化镉和蓝硅光敏元件 .....             | 37 |
| 5. 相机测光系统的使用技巧 .....            | 38 |
| (三) 独立式测光表 .....                | 39 |
| 1. 反射式测光表的使用技巧 .....            | 40 |
| 2. 入射式测光表的使用技巧 .....            | 42 |
| 3. 点测光表与闪光测光表 .....             | 43 |
| 4. EV 值的含义与用途 .....             | 45 |
| 三、相机的自动曝光 .....                 | 48 |
| (一) 片速调定与光线测定 .....             | 48 |
| 1. 片速调定的方法与范围 .....             | 48 |
| 2. 光线测定的方法与检验 .....             | 51 |
| (二) 四种自动曝光模式 .....              | 51 |
| 1. 光圈先决式自动曝光 .....              | 52 |
| 2. 快门先决式自动曝光 .....              | 53 |
| 3. 程序式自动曝光 .....                | 53 |
| 4. 景深先决式自动曝光 .....              | 56 |
| (三) 自动曝光补偿 .....                | 56 |
| 1. 使用自动曝光补偿装置 .....             | 56 |

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2 . 利用片速调节装置 .....     | 57 |
| 3 . 利用测光锁定装置 .....     | 58 |
| 四、曝光的技术技法 .....        | 59 |
| (一) 彩色摄影的曝光 .....      | 59 |
| 1 . 色温与光源色温 .....      | 60 |
| 2 . 色温平衡性与校色温滤镜 .....  | 61 |
| (二) 多次曝光 .....         | 65 |
| 1 . 多次曝光的操作 .....      | 65 |
| 2 . 构图、背景、布光与曝光 .....  | 67 |
| (三) 动体曝光 .....         | 68 |
| 1 . 快门速度与动体曝光 .....    | 68 |
| 2 . 速度、角度、摄距与焦距 .....  | 69 |
| 3 . 追随拍摄的曝光 .....      | 70 |
| (四) 低光量现场光的曝光 .....    | 70 |
| 1 . 低光条件下的曝光测定 .....   | 71 |
| 2 . 日出和日落的曝光 .....     | 72 |
| 3 . 月亮、月景与星星的曝光 .....  | 72 |
| 4 . 焰火与闪电的曝光 .....     | 73 |
| (五) 受光悬殊与特殊效果的曝光 ..... | 74 |
| 1 . 受光悬殊被摄体的曝光 .....   | 74 |
| 2 . 特殊效果的曝光 .....      | 75 |
| (六) 最大黑度的最小曝光量 .....   | 77 |
| 1 . 最小曝光量的测定 .....     | 77 |
| 2 . 用最小曝光量印小样 .....    | 78 |
| 3 . 用最小曝光量放大 .....     | 79 |

# 一、正确认识曝光

在相机上调节好光圈与快门速度，按下快门钮，在快门开启的瞬间，光线通过光圈的光孔使胶片感光，这就是摄影曝光。曝光是摄影最基本的也是最重要的技术。曝光是否正确，直接影响影像的质量与效果。进行曝光调节时，即使用什么光圈与快门速度，既要考虑诸如光线强弱、胶卷片速等客观因素；也要考虑自己的表现意图、实际需要等主观因素。

## （一） 光圈与快门

光圈是一种可以调节光孔大小的装置；快门是一种可以调节进光时间长短的装置。相机是通过光圈与快门的配合来完成曝光。

### 1. 光圈

“光圈”又称“相对口径”，它是由若干金属薄片组成可以调节光孔大小的装置，位于镜头内。光圈大小用光圈系数表示。

### 光圈系数

光圈系数简称“f系数”。流行的f系数的标记有f1、f1.4、f2、f2.8、f4、f5.6、f8、f11、f16、f22、f32、f45等。一只相机镜头的f系数通常只具备其中连续的7—8档，如f2—f16、f1.4—f16、f2.8—f22、f5.6—f45等。

f系数是根据公式：“ $f = \text{镜头焦距} \div \text{光孔直径}$ ”计算的。因此，对同一焦距的镜头来说，f系数的数字越小，表示进光孔越大；f系数的数字越大，表示进光孔越小。例如f2的光孔大于f4；f16的光孔小于f1.4，参见图1。

对上述流行的f系数的光圈，相邻光圈系数的进孔照度的强弱都是“翻一番”的关系，如f11的进孔照度是f8的2倍、是f16的二分之一。你可以用“ $2^n$ ”简易地计算出任何两档光圈进光照度的倍率关系。“n”为这两档光圈之间相差的档数。如f2与f2.8相差一档，那么， $2^1 = 2$ ，说明f2的进光照度是f2.8的2倍，f2.8又是f2的二分之一。再如f2与f8比较，两者相差4档，那么， $2^4 = 16$ ，这就意味着f2的进光照度是f8的16倍；f8就是f2进光照度的十六分之一。

少数相机镜头上会出现个别f系数不在上述流行的f系数之列，如f3.5、f2.3等。这时，你若想了解它与相邻光圈的进孔照度的关系，可以把它们各自的平方值进行比较，它们平方值的关系，就表示进光照度的关系。如f2.3与f2.8，它们各自的平方值为：5.29和7.84，这就意味着f2.3的进光照度是f2.8的1.5倍，即相差半档光圈的照度量。

### 光圈的作用

光圈在摄影中的作用可以归纳为以下三方面：

第一是调节进光照度——这是光圈的基本作用。光圈调大，进光照度增大；光圈调小，进光照度减小。它与快门速度配合解决摄影最基本的技术需要——曝光量。

第二是影响景深效果——这是光圈的重要作用。光圈小，景深大（即画面上景物纵深清晰范围大）；光圈大，景深小（即画面上景物纵深清晰范围小）。对景深的控制是摄影重要的技术手段之一，我们在下一节还将谈论这一问题。

第三是影响成像质量——这是光圈易被忽略的作用。任何一只相机镜头，各档光圈的成像质量并非完全一致的，都有某一档光圈的成像质量是最好的，即受各种像差影响最小的（“像差”通俗地说就是影像清晰度变差或有“失真”现象）。成像质量受像差影响最小的这档光圈称为“最佳光圈”。不同镜头的“最佳光圈”的位置略有差异。一般来说，“最佳光圈”位于该镜头最大光圈缩小3档左右处。大于“最佳光圈”时，像差中的“球差”和“慧差”渐趋增大；小于最佳光圈时，像差中的“绕射”渐趋增大。

#### 光圈的调节

调节光圈时，宜逐档慢速调节，不宜过快过猛，否则易导致 $f$ 系数与实际光孔大小不一致的情况发生。光圈可以调节在二档之间的任何位置上，表示相应的光孔大小。例如调节在 $f8$ 与 $f11$ 中间，就意味着曝光比 $f8$ 小半档，比 $f11$ 大半档。

有的相机在调节光圈时，每当调准到某一 $f$ 系数上、（甚至调准在两档中间的正中位置上），能有明显的定位手感。这种光圈调节结构称为“停滞式光圈”。没有这种“手感”的称

为“非停滞式光圈”。相比之下，以“停滞式”为好，一则便于调节准确定位，二则便于在暗弱光线拍摄时，不用目察，凭手感也可调准光圈。

### 预置式自动光圈

预置式自动光圈与自动曝光模式中的“光圈自动”是两个不同的概念。预置式自动光圈是指一种光圈结构的设计。其含义是当你在相机光圈调节环上调节光圈的  $f$  系数时，光圈始终处于最大光孔状态，只有当按下快门钮释放快门时，光圈才自动收缩到调定的  $f$  系数的光孔，曝光完毕又回复到最大光孔状态。单镜头反光相机基本上都是采用预置式自动光圈的设计，以利提高取景屏的取景亮度。

## 2. 快门

快门好比一只水龙头，打开它，光线就进到胶片上，关上它，光线就被阻止进到胶片上。

### 快门速度的调节

最简单的相机快门只有一种速度，通常为  $1/60$  秒或  $1/125$  秒。许多普及型的自动曝光相机，快门速度也只有三种左右。它们是不需要拍摄者去调节的。

凡是具有手动曝光功能的相机，不管是低档相机还是高档相机，都有一系列快门速度可以调节。常见的可调范围是 1 秒至  $1/1000$  秒共 11 档，有些慢速档甚至可延伸至 30 秒，快速档可延伸至  $1/8000$  秒。

快门速度的调节只能整档地调节，不能调节在两档快门速度之间的位置上，否则会损坏快门的机械装置，这点应特

别注意。

快门速度调节功能上，多数相机还有“B”门或“T”门可以使用。“B”门或“T”门，俗称“慢门”，都是用于长时间曝光的。两者只是操作方式不同。“B”门操作时，按下快门钮，快门开启；松开快门钮，快门就关闭。“T”门操作时，按下快门钮，快门开启；若要关闭快门，需要重新按一下快门钮。对几分钟以上的长时间曝光，“T”门显得更方便。但是，当“B”门配合有锁定功能的快门线时，对长时间曝光也不需要把手指一直按住快门钮。

#### 快门的作用

快门在摄影上的作用可以归纳为以下两方面：

第一是控制进光时间——这是快门的基本作用。它与光圈的配合，解决摄影上的曝光量。

第二是影响成像清晰度——这是快门不可忽视的作用。快门时间开启的时间长短，不仅影响进光量，而且影响成像清晰度。不仅表现在动体摄影，而且表现在静态对象的拍摄中。我们在下一节中再来详细阐述这一问题。

#### 快门的种类

相机快门种类的实用常识可以从以下两方面来认识。

##### A. 镜间快门与帘幕快门

镜间快门又称“镜中快门”，位于镜头中间，由若干金属叶片组成。它是借助弹簧的弛张，使叶片从中心开启，孔洞由小至大，完全开启后，再由大至小而闭合。

镜间快门的主要优点是在闪光摄影时，快门速度不受限制。它的主要不足，是由于它的开启方式决定了高速档难以

快于  $1/500$  秒。

帘幕快门又称“焦点平面快门”，位于紧贴相机焦点平面处，由前后两块帘幕组成。它是通过两块帘幕先后启动产生的裂缝大小决定了不同的快门速度。掠过画面的裂缝越窄，意味着快门速度越高。参见图 2 “帘幕快门示意图”。

帘幕快门的主要优点是能轻易达到  $1/1000$  秒以上的高档。它的主要不足是在闪光摄影时要留心快门速度有所限制，不是任何快门速度都能用于闪光摄影的。

帘幕快门中又有“橡胶布帘幕”与“金属帘幕”之分。前者为横向运动；后者为纵向运动，以金属帘幕为好，具有精确度高、强度大、不易老化、耐高温以及能取得较高的闪光同步速度等优点。

#### B . 电子快门、机械快门和程序快门

电子快门——指通过电子延时电路等装置自动控制快门速度。其特点一是快门速度自动调节；二是快门速度可以灵活变化，不局限于整档变化，有助于准确曝光。

机械快门——指通过机械调速方法控制快门速度，需要由拍摄者手动调节，其特点一是手动；二是只能逐档变化速度。

程序快门——程序快门主要有以下三类：

A . 手控机械式镜后程序快门：它的特点是光圈——内定组合，使用时调节相机上的天气符号而不是快门速度。

B . 自动镜后程序快门：它的特点也是快门速度与光圈由生产厂家内定组合好，与前者不同的是，它带有测光系统，自动调节而不需要拍摄者手动调节天气符号之类的标记。采用

这种快门的相机上也就没有快门速度与光圈系数的标记。

C .电子程序快门：用于高档相机的一种快门，能兼作机械快门使用，即既可自动操作，也可手动操作，便于摄影者根据需要选择使用，最受摄影者欢迎。它是程序快门中功能最完善、最理想的快门。

## （二） 曝光对影像质量的影响

曝光对影像质量的影响主要表现在影像密度、影像清晰度与影像的色彩三个方面。

### 1 . 曝光与影像密度

用于拍摄的胶卷主要有彩色负片、彩色反转片和黑白负片三大类。彩色负片经曝光、冲洗后，在胶片上产生原景物的补色影像，如红、绿、蓝景物分别被记录为青、品红和黄色。实际看到的彩色负片是在这种补色影像的基础上，再蒙上了一层橙色的罩影，用以提高色彩还原的能力。彩色反转片经曝光、冲洗后，在胶片上产生原景物色彩的影像，呈彩色透明正像片，如红、绿、蓝景物在胶片上也呈相应的红、绿、蓝色。黑白负片经曝光、冲洗后，在胶片上产生与原景物亮度相反的影像，如景物中的黑色在胶片上呈透明状，白色在胶片上呈黑色状。

对负片（包括彩色负片和黑白负片）来说，在正常冲洗条件下，曝光过度，胶片上密度就大，俗称“底片厚”；曝光不足，胶片上密度就小，俗称“底片薄”。底片越厚，印放的照片上的色彩或色调也就越浅淡；底片越薄，印放的照片上

的色彩或色调也就越深暗。

对彩色反转片来说，与负片正好相反。在正常冲洗条件下，曝光过度，胶片上密度则小，色彩浅淡、透亮；曝光不足，胶片上密度就大，色彩浓重、暗黑。

## 2. 曝光与影像清晰度

提起影像清晰度，摄影者自然会联想到聚焦。相机聚焦操作的准确与否，无疑对影像清晰度起决定作用。聚焦是解决影像的焦点在哪里的的问题。除此之外，曝光与影像清晰度也直接相关，它表现在曝光量、光圈大小与快门速度的快慢三方面。

### 曝光量

曝光量太多，即曝光严重过度；或者曝光量太少，即曝光严重不足，都会导致影像清晰度下降。

曝光严重过度时，由于光线在胶片乳剂层中的散射，会导致影像轮廓线被晕化而显得不够清晰，尤其在被摄体受光较多的部位。

曝光严重不足时，由孟缺乏构成影像的必要密度，也就无法清晰地再现影像了，尤其在被摄体受光较少的部位。

### 光圈大小

同一曝光量可以由许多不同的曝光组合来达到，例如  $f16, 1/30$  ;  $f11, 1/60$  ;  $f8, 1/25$  ;  $f5.6, 1/250$  ;  $f4, 1/500$  ;  $f2.8, 1/1000$  ; 这些曝光组合的曝光量都是相同的。你是选择有大光圈的曝光组合，还是选择有小光圈的曝光组合，直接影响到被摄体中纵深景物清晰度。光圈越大，纵深景物被