

北京电影学院图片摄影专业系列教材

隋明非 著

# 曝光技术与技巧

辽宁美术出版社

788  
95-21

44325

北京电影学院图片摄影专业系列教材

# 曝光技术与技巧

屠明非著



辽宁美术出版社



印院 S1072410

V.119: / 2

图书在版编目(CIP)数据

曝光技术与技巧 / 屠明非著. — 沈阳: 辽宁美术出版社,  
1995.7

北京电影学院图片摄影专业系列教材

ISBN 7—5314—1251—9

I.曝… II.屠… III.①曝光—摄影光学②曝光控制 IV  
.TB811

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第03686号

## 曝光技术与技巧

Bao Guang Ji Shu Yu Ji Qiao

屠明非 著

辽宁美术出版社出版

辽宁美术印刷厂印刷

(沈阳市和平区民族北街29号)

辽宁省新华书店发行

---

开本: 850×1168 1/32 印张: 6 3/4 插页: 6 字数: 13.8万

印数: 8861—18860

1995年7月第一版

1996年9月第三次印刷

---

责任编辑: 于红

装帧设计: 于红

封面设计: 宿志刚

责任校对: 侯俊华

---

ISBN 7—5314—1251—9/J · 565

定价: 18.80元

# 目 录

<b>第一章 曝光入门</b> .....	1
第一节 引言 .....	1
第二节 曝光的概念 .....	2
第三节 评价摄影曝光的质量 .....	4
第四节 曝光基本操作 .....	9
1. 4. 1. 选景 .....	9
1. 4. 2. 根据胶卷的感光度调整照相机的刻度 .....	10
1. 4. 3. 量光和订光 .....	12
1. 4. 4. 理解照相机的光圈和快门 .....	14
<b>第二章 基础理论</b> .....	19
第一节 胶片与曝光 .....	19
2. 1. 1. 曝光量 ( $H$ ) 的概念 .....	19
2. 1. 2. 胶片与曝光的关系 .....	21
第二节 光源和被摄景物 .....	24
2. 2. 1. 照度 ( $E$ ) .....	24
2. 2. 2. 被摄景物的反光率 ( $\rho$ ) .....	28
2. 2. 3. 亮度 ( $B$ ) .....	29

2. 2. 4. 照度 $E$ 、亮度 $B$ 和反光率 $\rho$ 之间的关系 .....	31
第三节 照相机与曝光 .....	33
2. 3. 1. 光圈的由来 .....	34
2. 3. 2. 光圈和像场照度的关系 .....	35
2. 3. 3. $EV$ 值 .....	35
<b>第三章 独立曝光计</b> .....	<b>38</b>
第一节 曝光计的结构原理 .....	39
3. 1. 1. 机械式曝光计的结构 .....	40
3. 1. 2. 电子式曝光计的结构 .....	41
第二节 曝光计主要部件和性能 .....	42
3. 2. 1. 光敏元件 .....	42
3. 2. 2. 光值显示系统 .....	44
3. 2. 3. 受光罩和测量附件 .....	50
第三节 曝光计算公式 .....	52
第四节 曝光计的受角和基准反光率 .....	53
3. 4. 1. 受角 .....	53
3. 4. 2. 基准反光率 .....	54
第五节 曝光计的种类和性能 .....	55
3. 5. 1. 曝光计的专业性 .....	56
3. 5. 2. 曝光计的灵敏度和测量范围 .....	56
3. 5. 3. 曝光计的准确性 .....	57
3. 5. 4. 曝光计的便利性 .....	57
<b>第四章 照相机的测光和自动曝光系统</b> .....	<b>60</b>
第一节 照相机的测光系统 .....	61
4. 1. 1. 照相机的测光模式 .....	61

4. 1. 2. 照相机测光系统的测光范围 .....	66
4. 1. 3. 对照相机测光系统的评价 .....	68
<b>第二节 照相机的自动曝光系统 .....</b>	<b>69</b>
4. 2. 1. 手动曝光模式 .....	70
4. 2. 2. 光圈优先曝光模式 .....	70
4. 2. 3. 快门优先曝光模式 .....	71
4. 2. 4. 程序式自动曝光模式 .....	72
4. 2. 5. 评估式自动曝光模式 .....	76
4. 2. 6. 其他自动曝光模式 .....	80
4. 2. 7. 闪光灯自动补偿模式 .....	81
<b>第五章 正确使用曝光计 .....</b>	<b>85</b>
<b>第一节 量光 .....</b>	<b>85</b>
5. 1. 1. 照度测量 .....	85
5. 1. 2. 亮度测量 .....	87
5. 1. 3. 使用照相机的测光系统测量 .....	87
<b>第二节 光比测量 .....</b>	<b>88</b>
5. 2. 1. 外景的光比 .....	90
5. 2. 2. 人工光照明的光比 .....	91
<b>第三节 闪光灯测量 .....</b>	<b>92</b>
5. 3. 1. 闪光灯摄影的曝光特点 .....	92
5. 3. 2. 测量方法 .....	93
5. 3. 3. 测算闪光与非闪光的比例 .....	94
5. 3. 4. 计算闪光灯的曝光量 .....	95
5. 3. 5. 自动闪光灯功能 .....	96
5. 3. 6. 闪光灯多次曝光的测量 .....	97

第四节	曝光计使用注意事项 .....	98
5.4.1.	经常核对曝光计或照相机的功能状态 .....	98
5.4.2.	注意硫化镉 (CdS) 光敏元件的特性 .....	98
5.4.3.	定期核对曝光计的性能 .....	98
5.4.4.	注意旋盘式曝光计的持表方式 .....	99
5.4.5.	注意量光时环境对光值的影响 .....	99
<b>第六章</b>	<b>曝光的基本规律及方法</b> .....	<b>101</b>
第一节	曝光的基本规律 .....	101
6.1.1.	曝光计是怎样工作的 .....	101
6.1.2.	正确曝光的基本要求 .....	104
6.1.3.	曝光控制的要点 .....	104
6.1.4.	胶片 <i>H-D</i> 特性曲线与曝光特性 .....	110
第二节	曝光方法介绍 .....	115
6.2.1.	常见的曝光方法 .....	115
6.2.2.	照相机自动曝光系统的再讨论 .....	123
<b>第七章</b>	<b>景物的亮度平衡与摄影曝光</b> .....	<b>127</b>
第一节	景物的亮度平衡 .....	127
7.1.1.	什么是景物的亮度平衡 .....	128
7.1.2.	景物的亮度分布与曝光 .....	130
第二节	摄影意图与曝光技巧 .....	143
7.2.1.	一般摄影意图的曝光掌握 .....	144
7.2.2.	特殊摄影意图的曝光掌握 .....	145
7.2.3.	多次曝光的曝光控制 .....	149
7.2.4.	近距摄影曝光补偿计算 .....	150

<b>第八章 影响曝光的诸多因素</b> .....	153
<b>第一节 测量误差对曝光的影响</b> .....	153
8. 1. 1. 误差的起因 .....	153
8. 1. 2. 测量基准的再确认 .....	155
8. 1. 3. 照度、亮度测量误差分析 .....	155
<b>第二节 胶片种类与曝光</b> .....	156
8. 2. 1. 黑白照片曝光特点 .....	157
8. 2. 2. 彩色照片曝光特点 .....	159
8. 2. 3. 彩色反转片曝光特点 .....	161
8. 2. 4. 胶片的互易律失效 .....	163
<b>第九章 曝光实验</b> .....	165
<b>第一节 实用感光度的概念</b> .....	166
9. 1. 1. 实用感光度的意义 .....	166
9. 1. 2. 实用中曝光校正方式 .....	167
<b>第二节 制作胶片的 H-D 特性曲线</b> .....	167
9. 2. 1. 由光楔得到特性曲线 .....	167
9. 2. 2. 由实拍得到特性曲线 .....	168
9. 2. 3. 两种 H-D 特性曲线比较 .....	169
<b>第三节 自己动手拍摄标准试片</b> .....	169
9. 3. 1. 标准试片的制作方法 .....	170
9. 3. 2. 通过试片确定最佳曝光条件 .....	171
9. 3. 3. 区域曝光实验 .....	172
<b>第四节 曝光的辅助手段——使用一步成像摄影器材</b> .....	173
9. 4. 1. 使用一步成像的好处 .....	174
9. 4. 2. 专业用一步成像器材 .....	175



9. 4. 3. 一步成像器材使用注意事项 .....	175
实验 1 核对曝光计和照相机测光及自动曝光系统的性能 .....	177
实验 2 不同场景的拍摄练习 .....	180
附录 1 部分曝光计的性能 .....	182
附录 2 部分照相机的测光和自动曝光系统 .....	196
参考书目 .....	206
彩色插图 .....	207

# 第一章 曝光入门

**本章提要：**初步浏览曝光过程，建立起摄影曝光的简单概念。

## 第一节 引言

在自动或半自动照相机问世之前，怎样摆放光圈和快门是摄影的第一步。

现在，几乎所有样的自动相机使许多初次涉足摄影的朋友可以

估计曝光指的是不凭借任何技术手段，仅靠摄影师的眼力确定曝光。从事摄影工作多年的摄影师都会有敏锐的目光，他们能够对光线强弱、光比大小以及景物的亮度分布做出正确的判断。这种经验在很多场合是有益的，这些经验可以帮助摄影师对于突发事件做出快速反应，对摄影条件的意外变化及时发现、校正。但是，经验的积累需要长期的训练，同时也意味着无数的失败和大量的材料损耗。对初学者来说，现在有先进的测光设备，测量和控制曝光，使曝光变得简单易行。

本课程的教学宗旨在于使摄影初学者掌握曝光计的使用，并能够以科学的方法控制曝光，少走弯路。鼓励学生在学习理论的同时多从事拍摄练习，并有意识地训练自己对景物、光线的观察力和对图片技术质量的鉴别力。

## 第二节 曝光的概念

凡是拍过一些照片的朋友大概或多或少都有过失败的经历：面对的景物本来很美，但是印出照片以后却深的深、浅的浅，失去了原有的色彩，有时还灰乎乎的，全然没有拍摄时的那番意境。产生这类问题的原因在于胶片的曝光不合适。

为什么会出现曝光的失误呢？首先，我们来看一下曝光的完整过程，如图 1-1 所示。

首先，摄影离不开光源，光源可以是太阳光、灯光等等。光源有明暗不同，在摄影中用照度（E）这个概念来描述光源投射在被摄景物上的光线的强弱。

自然界中的多数物体本身不发光，我们人眼能看到深深浅浅的物体是因为物体反射光源所发出的光线。不同的景物对光线反

射的能力不同，用反光率 ( $\rho$ ) 表示物体反射光线的的能力。反射

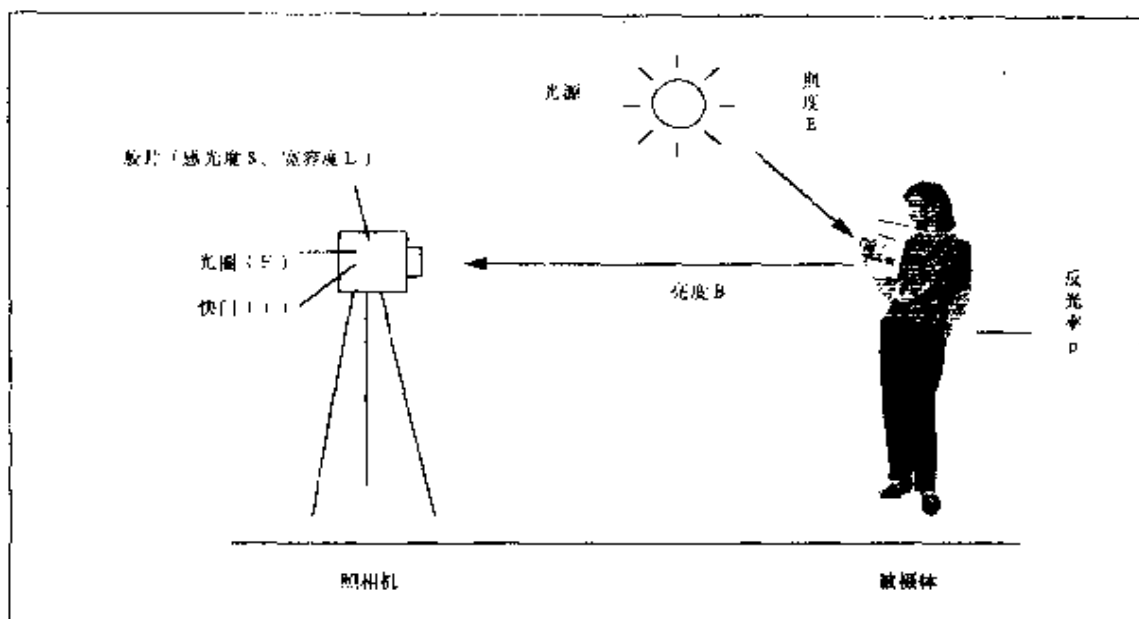


图 1-1 摄影曝光过程

能力强的是高反光率景物，如白色或浅色景物；反射能力弱的是低反光率景物；黑色物体则不反射光线<sup>(1)</sup>。

光源的光线经过物体的反射，物体就有了亮度 (B)。

照相机把景物的亮度记录在胶片上。它通过光圈和快门调节照射到胶片上的光线的强度和光线照射的时间，使胶片感光，形成影像的潜影。经过冲洗以后，胶片上的潜影就形成了可见影像。如果使用的胶片是反转片（又称做幻灯片，其影像是正像），这时就得到了照片；如果使用的胶片是负片（经曝光冲洗后，称做底片，其影像是负像），那么还需要印片或者扩印才能得到照片。

通常，按动照相机快门使胶片感光的这个瞬间被称做“曝光”。

由此看来，曝光涉及光源、景物、照相机光圈和快门，以及

将造成曝光失误。

以上只是对曝光有关因素作大致的介绍，详细内容请看第二章：基础理论。

### 第三节 评价摄影曝光的质量

现在，我们来做这样一个简单的实验：找一个新的未经曝光的黑白胶卷，并按照黑白胶卷的冲洗程序，准备好显影罐、显影液和定影液等；在暗室（或暗袋）中，撕下两小段，其中一段未经感光直接显影冲洗，另一段在明室中自然曝光后再显影冲洗。

结果，未经曝光的胶片是完全透明的，而另一段胶片则形成了厚厚的银层，密不透光。这是曝光中两个极端的例子：一个是极端曝光不足，一个是极端曝光过度。

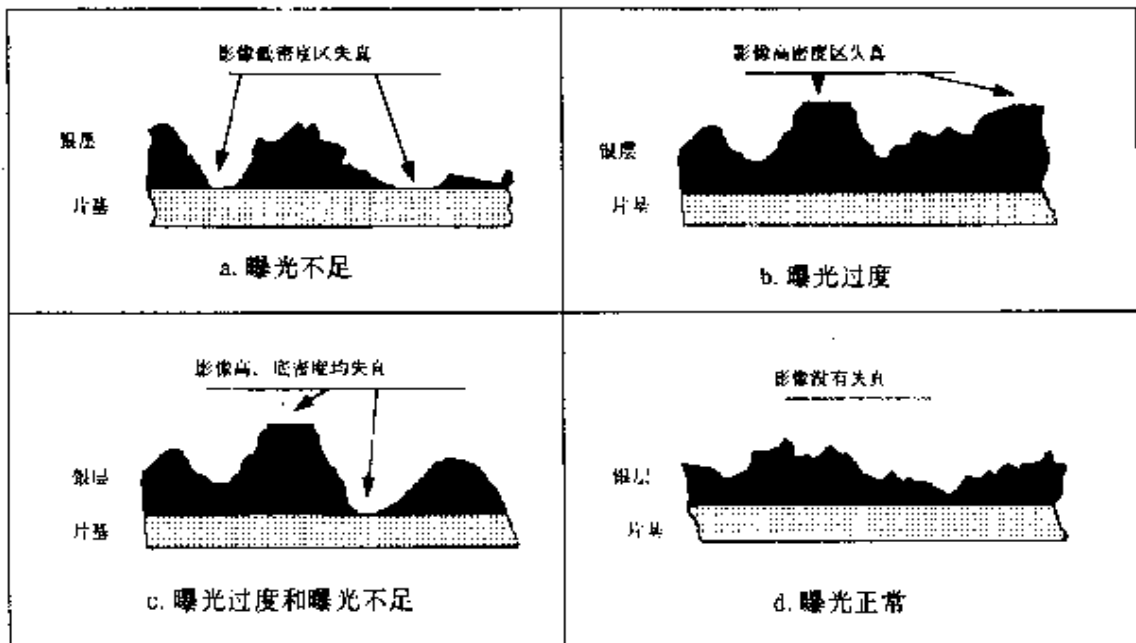


图 1-2 胶片不同曝光情况示意

那么，什么样的胶片是曝光正常的呢？应该怎样来评价一张照片的曝光是不是合适呢？结合图 1-2 至 1-6，我们来分析一下胶片的曝光情况。

图 1-2 是经过冲洗后的黑白底片的剖面示意图，曝光多的地方，积累的银较多；曝光少的地方，积累的银较少。彩色底片的情况和黑白底片类似，只是银层换成染料层。图 1-3 至图 1-6 是与图 1-2 相对应的图片实例。

胶片的曝光状况可归结为四个类型：曝光正常、曝光不足、曝光过度以及曝光不足和曝光过度同时发生在同一张照片中。

曝光不足的底片如图 1-2 中 (a) 所示，整个底片的密度较薄，对应于景物暗部的密度往往很小，甚至看上去完全透明，失去层次。我们可以从看一张底片中最透明的部分是不是有层次，来判断底片是不是曝光不足。从印放出的照片上，我们也可以分析出曝光情况。曝光不足的照片其影像的暗部层次很少或者没有层次，如图 1-3 所示，在这张照片曝光不足，老人和孩子的头发以及环境中背光的部分都缺乏层次。尽管在放大的过程中，我们还可以把曝光不足的底片印放成影调关系基本正常的照片，但是底片上没有记录下层次的部分是无法在放大过程中得到补偿的。

曝光过度的底片如图 1-2 中 (b) 所示，整个底片的密度较厚，对应于景物亮部的密度往往很大，影像没有层次。曝光过度较严重时，底片上画框中的密度甚至会蔓延到画框以外没有感光的区域。同样，我们可以从看一张底片中密度最大的部分是不是有层次，来判断底片是不是曝光过度。对应到印放出的照片上，则看景物中比较明亮的物体层次是不是丰富，比如：白色的物体、天空等等。在图 1-4 的例子中，由于底片曝光过度，放出来的照片天空没有达到应有的层次，孩子黑色的头发也由于曝光过度而变成深灰色调。另外，在黑白摄影中，曝光过度还会造成颗粒变粗。



图 1-1 曝光不足的例子



图 1-2 曝光过度的例子



图 1-5 曝光不恰当的例子

图 1-6 曝光正常的例子





还有一种底片会同时出现曝光不足和曝光过度，如图 1-2 (c) 所示，密度最大和最小的地方都超过了胶片的宽容度，因此失去了层次。发生这种现象是由于景物的亮度范围比胶片所能记录的亮度范围要大，比如拍摄日出、日落的场景，明亮的太阳与逆光下的景物之间亮度间距是非常大的，拍摄不当，就要出现上述问题（关于此类景物的拍摄方法，参见第七章）。图 1-5 的照片是同时出现曝光不足和曝光过度的例子，画面中圆形走廊的房檐下和天空，一个暗的没有层次另一个亮的没有层次。

在彩色摄影中，曝光不足和曝光过度不仅会造成影像层次上的损失，还会带来色彩失真。

以上，我们知道了什么是不恰当的曝光。那么，什么是恰当的曝光呢？

对于摄影艺术来说，并没有一个绝对的界线来划分正确曝光与不正确曝光，因为根据具体的被摄对象不同，有时希望照片的调子明快，有时则希望调子沉闷，在曝光控制上，要依据拍摄意图做一些调整。另外，现代胶片制造技术已经使胶片具有较大的曝光容度，即：在一定范围内，曝光误差对影像的技术质量影响不大。但是，这并不意味着对于曝光就没有客观评价标准了，“曝光正常”仍然有它特定的范围。

一般来说，曝光正确的照片应该能够最准确地表达摄影意图，照片的影调、色彩再现都与摄影的内容相吻合。从技术上来讲，应如图 1-2 (d) 所示，影像的密度介乎于胶片所能记录的最大密度和最小密度之间，这样的图片色彩正常，颗粒细腻，层次分明。一张技术质量好的照片应该如图 1-6 的图片所示：景物中无论明亮的部分还是深暗的部分，白中可以看出更白的，而黑中又有更黑的。这样的照片才有丰富的细节，比较耐看。

## 第四节 曝光基本操作

现在，准备好一台有测光系统的照相机和黑白胶卷，我们可以按以下步骤试着拍摄一些景物或给你的亲戚朋友拍两张纪念照。

### 1. 4. 1. 选景

在目前阶段，可以选择光线均匀的环境来拍摄。比如，晴朗天气室外拍摄是比较理想的选择，采光方向最好为顺光或前侧光。因为晴天室外摄影在顺光或前侧光的照明条件下光照均匀，曝光掌握比较容易。而室内摄影、逆光或侧逆光摄影情况比较复杂，所以不易掌握，可留待学习了更多的曝光知识以后，再做练习。

采光方向是就照明主光相对于被摄体和照相机的角度而言，可划分为顺光、前侧光、侧光、侧逆光和逆光，参见图 1-7。

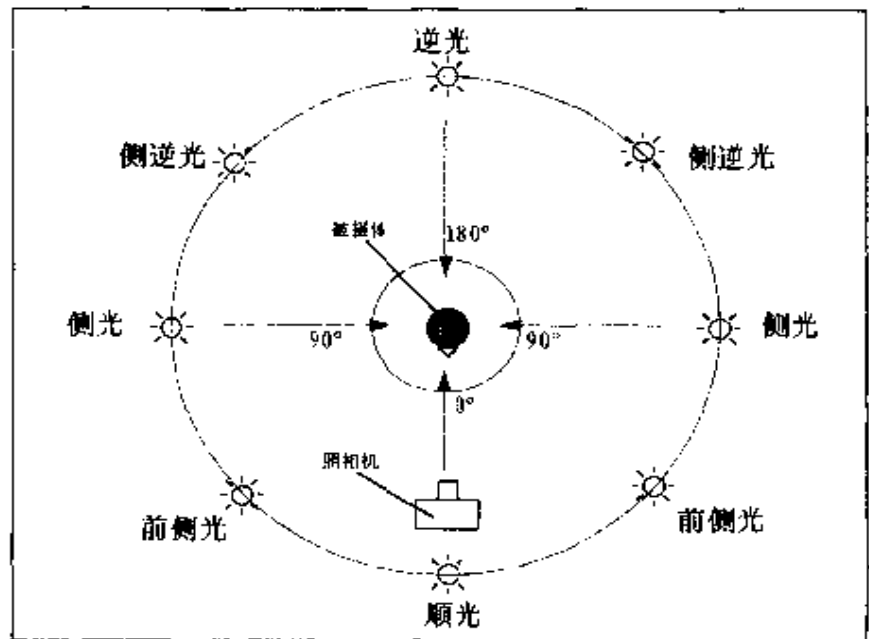


图 1-7  
摄影采光  
方向示意

顺光照明条件下，主光光源位于照相机一侧，从照相机的位置上观察时，被摄物体完全受到光源照射，没有阴影。侧光照明条件下，主光光源与被摄体和照相机之间形成了 $90^\circ$ 夹角，从照相机的位置上观察时，被摄体一半受到主光照射，另一半处于阴影下。逆光照明条件下，主光光源与被摄体和照相机之间形成了 $180^\circ$ 夹角，从照相机的位置上观察时，被摄体处于背光状态下，只有轮廓被照明。前侧光介乎于顺光和侧光之间，侧逆光介乎于侧光和逆光之间。

#### 1. 4. 2. 根据胶卷的感光度调整照相机的刻度

在确定曝光之前，首先要知道胶片的感光度是多少。在胶卷的外包装盒上都会标明胶卷的感光度。

感光度一般采用两种表示方法：一种是ASA，是感光度的算术值表达方式，室外景摄影中经常使用的感光度是ASA 100。另一种是DIN，是对数值表达方式。两种感光度之间的换算关系如表1-1所示。例如，21 DIN与ASA 100相等。按照国际ISO标准规定，感光度应写做：ISO ASA/DIN。例如某种胶卷的感光度写为：ISO 100/21°，表示该胶卷为ASA 100或21 DIN。感光度和曝光量的关系是：感光度越高，需要的曝光量越少。ISO的数值越大，则感光度越高，感光度以 $1/3$ 级的曝光量来划分等级。如：ISO 125/22°比ISO 100/21°感光度高 $1/3$ 级，对于同样的被摄景物，用ISO 125/22°的胶卷拍摄时，就要比用ISO 100/21°的胶片减少 $1/3$ 级的曝光量。由此类推，ISO 200/24°比ISO 100/21°的感光度高1级，拍摄时应比ISO 100/21°减少1级曝光量；而ISO 400/27°比ISO 200/24°的感光度高1级，比ISO 100/21°的感光度高2级，拍摄时应比ISO 100/21°减少2级曝光量。

ASA 值	DIN 值	ASA 值	DIN 值
25	15	125	22
32	16	160	23
40	17	200	24
50	18	250	25
64	19	320	26
80	20	400	27
100	21	500	28

表 1-1 ASA 与 DIN 换算表

在实际拍摄的时候，一般不必这样计算感光度与曝光量的关系，曝光计或照相机的测光系统可以为我们做这些工作。我们所要做的只是：在测光之前，按照胶片的感光度把曝光计或是照相机的感光度调整好。

照相机因其自动程度不同，调整感光度的方式也不同。

带有测光系统的照相机上都会有一个调整感光度的刻度盘，



图 1-8

照相机上的感光度调整刻度盘

如图 1-8 所示。照相机的型号不同，刻度盘的形式和位置可能不

同，对于具体的照相机，请参见照相机使用说明书。

也有一些全自动照相机，没有感光度的刻度盘，它们工作的时候自动识别胶卷上的 DX 码，自动确定曝光。DX 码如图 1-9 所示，不同感光度所规定的 DX 码图案不同。对于这类照相机，必须使用具有标准 DX 码的胶卷，否则，照相机将无法正常工作。

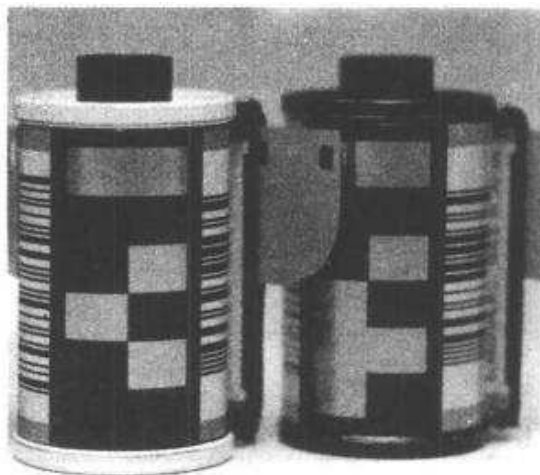


图 1-9 胶卷的 DX 码

### 1. 4. 3. 量光和订光

在胶卷的包装盒上，都有一个类似图 1-10 的图表。这个表为该胶卷的使用者推荐了不同天气条件下，应使用的光圈、快门的参数。该表对于没有经验、没有测光条件的摄影者，有一定的实用价值。但是对于专业摄影师来说，它的误差范围太宽了，因为光线的变化远远没有这么单纯，光线会因拍摄时间、季节、地点、海拔等不同而有很大差异。所以专业摄影都是依据曝光计或照相机的测光系统来曝光。

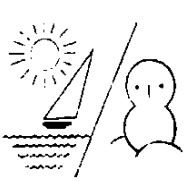

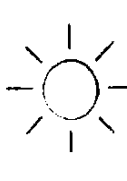


1/250sec				
				
f/16	f/11	f/8	f/5.6	f/4

图 1-10 胶卷包装上所附曝光推荐表

使用照相机的测光系统测光时，首先要打开测光开关，将照相机对准要拍的景物。这时，取景框中就会显示出测光的结果。不同的照相机测光装置的操作和显示曝光情况的方式不太一样，应以照相机使用说明书为准。比较典型的两种曝光指示方式为指

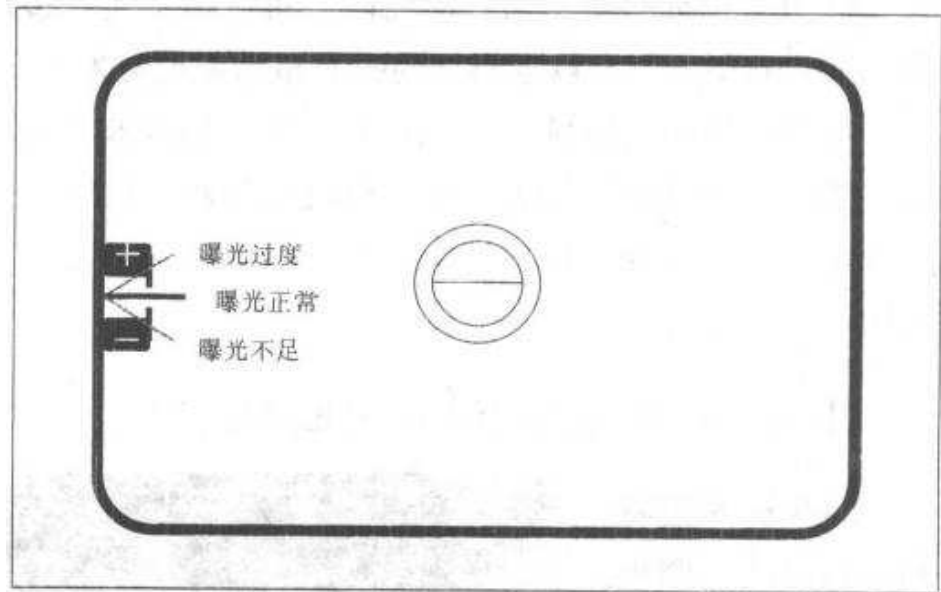


图 1-11  
指针式测  
光显示

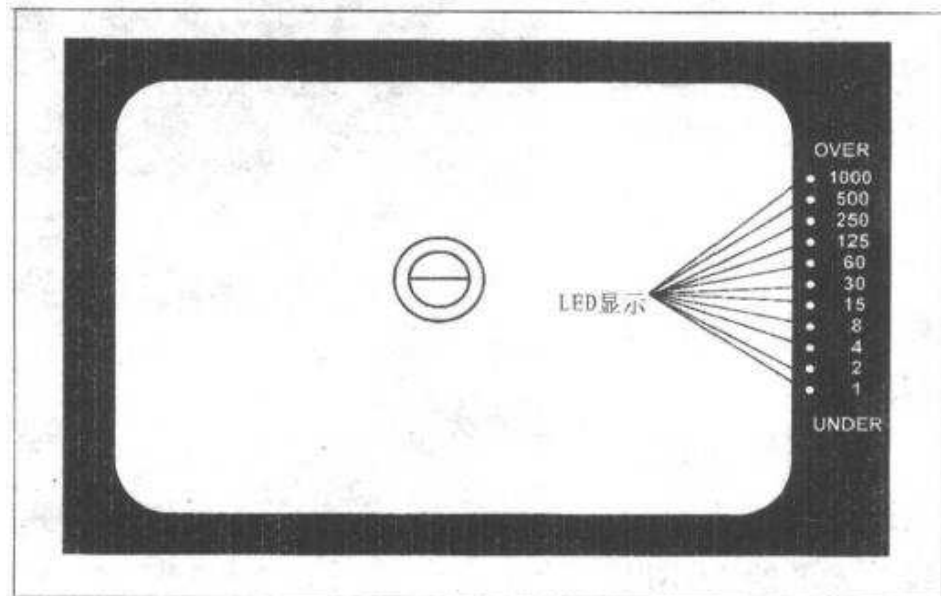


图 1-12  
LED 测  
光显示

针式和 LED 式。图 1-11 是指针式曝光显示，以指针相对于缺口的位置来表示曝光量的大小，指针上翘，表示按照当前的快门和光圈的组合将会曝光过度；指针下倾，表示按照当前的快门和光

圈的组合将会曝光不足；指针持平，表示按照当前的快门和光圈的组合曝光正常。图 1-12 是发光二极管式曝光显示方式，简称为 LED 式。这种显示方式在取景器的一侧装有一组发光二极管，以亮灯显示测量情况。

使用照相机的测光系统测光时，可以边测光、边调整照相机的光圈或快门，直到取景框中的曝光指示为正常为止。

照相机的测光系统，比起胶卷上给出的推荐曝光值来，要精确得多，虽然这种曝光方式在遇到特殊景物、特殊光效时，也有可能出现曝光失误（以后的章节里，将具体解释为什么出现曝光失误）。

#### 1. 4. 4. 理解照相机的光圈和快门

照相机的光圈和快门是决定照相机曝光量的两个关键环节，所以也把光圈和快门称作曝光组合参数。图 1-13 是照相机上典型的光圈和快门刻度盘。

光圈控制着通过照相机镜头的光线。光圈的大小用 F 数来表示。F 值

的数值越小，表示光圈开得越大，进入照相机镜头光线越多，胶片曝光越多。F 值由大至小按照…… F 0.7 、 F 1.0 、 F 1.4 、

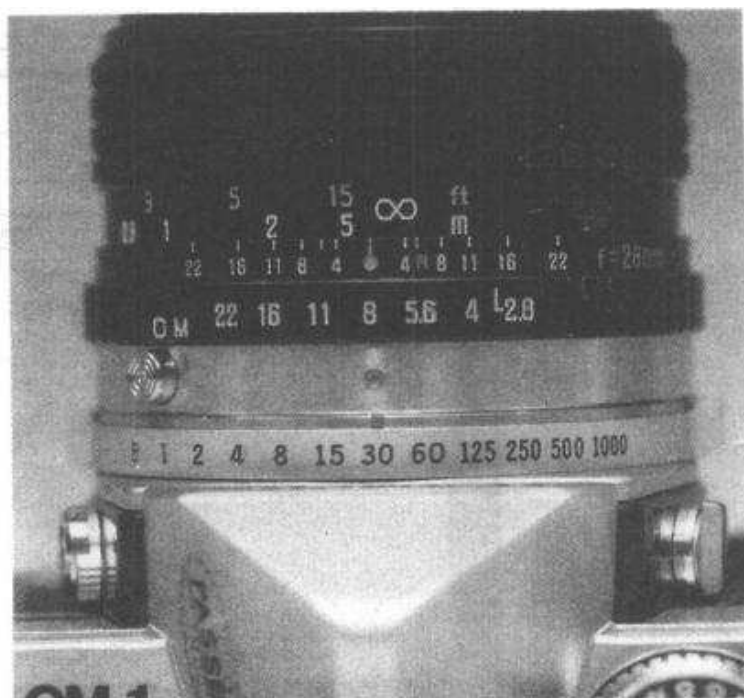


图 1-13 照相机上光圈和快门调整环

F2.0、F2.8、F4、F5.6、F8、F11、F16、F22……的等级分挡。每一挡的光圈之间相差1级的曝光量。如：F8开大1级光圈为F5.6，F5.6是F8曝光量的2倍；F8收小1级光圈为F11，F11是F8曝光量的1/2；而F5.6比F11大2级光圈，F5.6是F11曝光量的4倍。

图1-14是一个最大光圈为F2、最小光圈为F16的照相机镜头光圈开启状态的示意，当光圈刻度对准F16时，光圈收至最小，光孔的面积最小，随着光圈打开，光孔的面积也成倍增加，至光圈刻度为F2时，光圈全开，光孔面积最大。

快门决定了摄影瞬间胶片曝光时间的长短。快门按照1秒、1/2秒、1/4秒、1/8秒、1/15秒、1/30秒、1/60秒、1/125秒、1/500秒、1/1000秒和B门来分挡，每一挡用快门开启的时间表示，每相邻的两挡曝光量相差一级。如：1/60秒表示胶片曝光的时间是1/60秒；1/60秒是1/125秒的时间

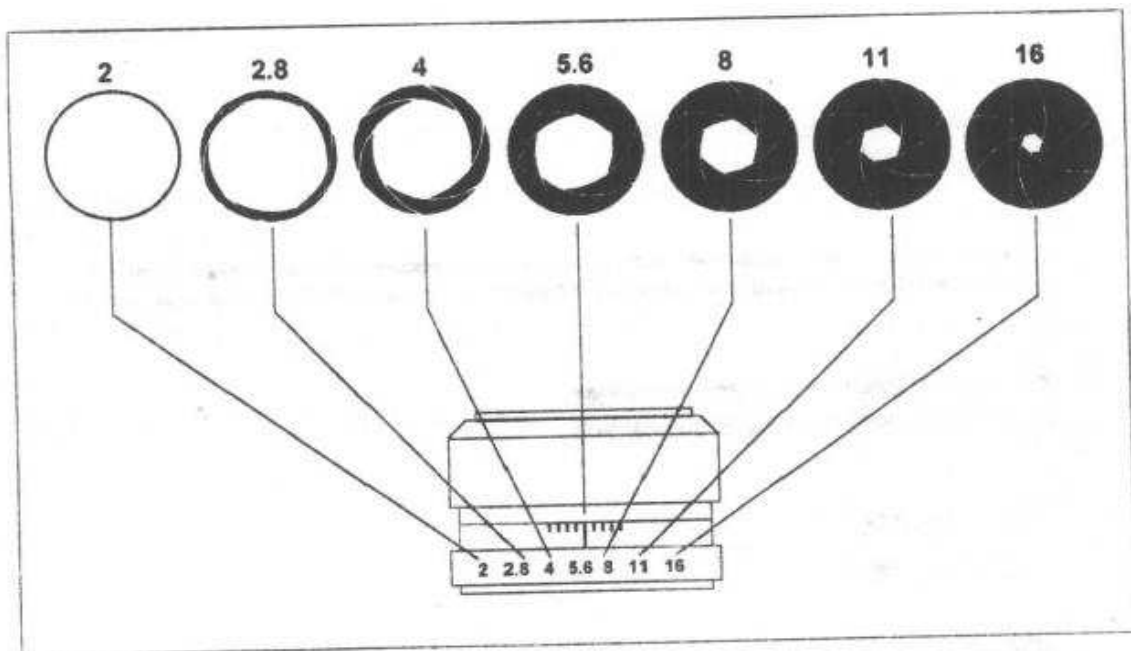


图1-14 镜头的光圈控制着进入镜头的光量



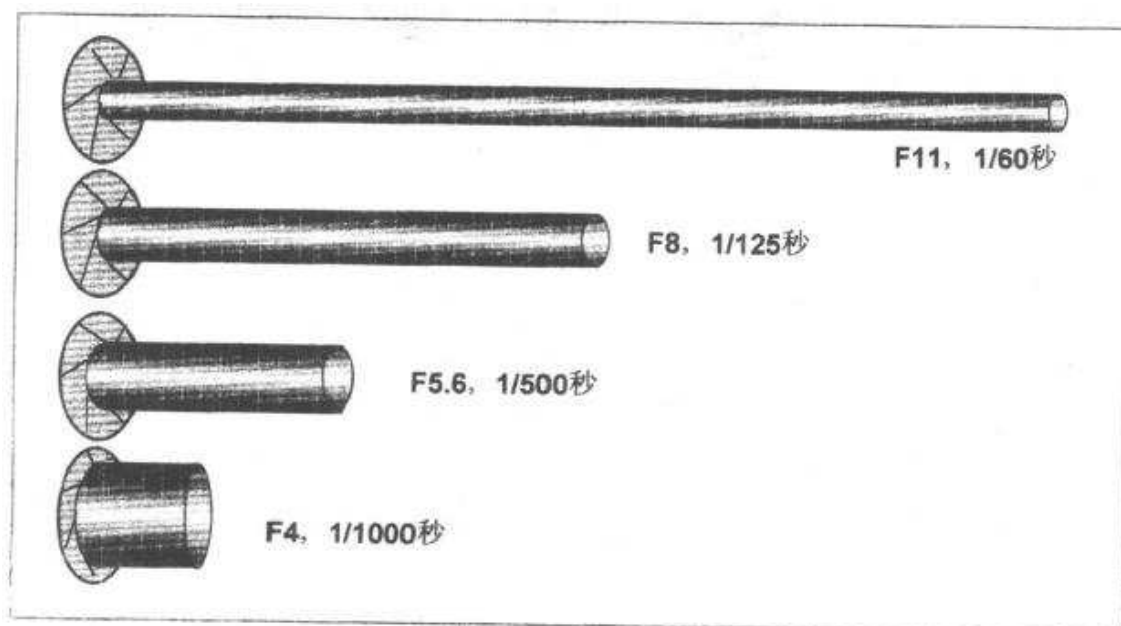
的一倍，以  $1/60$  秒拍摄所得到的曝光量是  $1/125$  秒的曝光量的 2 倍； $1/30$  秒是  $1/60$  秒的时间的一倍， $1/30$  秒是  $1/60$  秒的曝光量的 2 倍； $1/30$  秒是  $1/125$  秒的曝光量的 4 倍。室外摄影常用的快门速度为  $1/60$  秒、 $1/125$  秒、 $1/250$  秒。B 门在需要 1 秒以上的长时间曝光时使用，曝光的时间长短靠人工控制。

由于光圈和快门的变化均影响了曝光量，所以改变曝光量可以通过改变光圈来实现，也可以通过改变快门来实现。应该调整光圈还是调整快门，要看具体的摄影意图和被摄对象。拍摄纪念照时，常把快门确定在  $1/125$  秒上下，因为这时快门速度比较快，不容易发生抖动，然后根据光线的强弱调整光圈的大小。

在调整光圈和快门的时候，请注意以下两个问题：

1. 不同光圈和快门的多种组合可以得到等同的曝光量，如图 1-15 所示。比如：正确曝光应该使用  $1/60$  秒、F11，如果把曝

图 1-15 等比例地改变光圈和快门的组合可得到相同的曝光量



光组合参数调整为  $1/125$  秒、F8，曝光也是正确的。因为快门从  $1/60$  秒改为  $1/125$  秒时，曝光量减少了 1 级；而光圈从 F11 改为 F8 增加了 1 级，所以曝光量不变。

2. 光圈可以调整在任意的位置上。而快门不要调在两级之间，因为除了少数自动曝光相机的电子快门可以无级调整以外，这样做有可能损害照相机的快门机械性能。如果根据测光系统的指示，正确曝光并不一定恰好是整级的组合，可以把光圈调在两级之间。

以上作为本书的引言，对曝光技术做了常识性的介绍。本书的第二章是关于曝光所涉及的诸因素在理论方面的解释；第三章、第四章、第五章讨论了曝光计、自动曝光照相机的知识及使用方法；第六章、第七章、第八章是曝光技巧的内容；第九章介绍了曝光掌握的常规实验和一些手段。

在学习曝光技术与技巧之前，应该首先建立起这样的概念：曝光是一门技术，但是又不是纯技术。之所以说曝光是技术，是因为它有着科学的客观规律，违背了这些规律，就必然导致曝光上的失误；之所以说它不是纯技术，是因为它是摄影艺术的一个组成部分，直接体现了摄影者的摄影风格、主观感受，从这个角度讲，曝光在技巧上又有着很大的灵活性和实践性。为了掌握曝光这门技术，应在理解曝光理论同时，尽可能多地从事拍摄练习，通过实践体会曝光规律，逐步建立起有个人特色的曝光控制方式。

## 思考题

1. 曝光和哪些因素有关？
2. 摄影时调整曝光的步骤是什么？
3. 如何评价底片或照片的曝光质量？

## 练习

拍摄并制作一些简单的照片，初步体验曝光的控制过程。

练习要求：

1. 选景力求简练，可以有针对性地拍摄人物、花卉、风景等。
2. 注意采光方向，现阶段尽量避免逆光摄影。
3. 为了便于分析底片和照片的曝光质量，底片冲洗和照片放大应该严格按照操作规范进行。
4. 做好必要的记录。
5. 注意观察拍摄结果，留意拍摄中出现的问题，将问题留待后续课程学习时解决。

---

注释：

①黑色物体的反光率为0，指的是绝对吸收光线的理想物体，自然界中存在的物体，即使是黑色的物体，也有一定的反光率。

## 第二章 基础理论

**本章提要：**在第一章的基础上介绍有关曝光的各项参数和计算曝光的理论依据。

### 第一节 胶片与曝光

#### 2. 1. 1. 曝光量 (H) 的概念

如第一章中图 1-1 所示，到达胶片上的光线的强度，与景物照度、被摄景物反光率、景物的亮度、照相机镜头的光圈以及照相机的快门速度有关。而到达胶片上的光线越强，则胶片感光层所形成的潜影越强，经显影后形成的银密度（或染料密度）也就越大。

为了评价感光材料受到光线照射的程度，使用曝光量的概念。

曝光量的定义为：单位面积感光材料所接受的光量。曝光量通常用 H 表示。

曝光量 H 用公式表达为：

$$H = E \times t \quad (2-1)$$

公式 (2-1) 中，E 为胶片受到光线照射的强度，以勒克斯

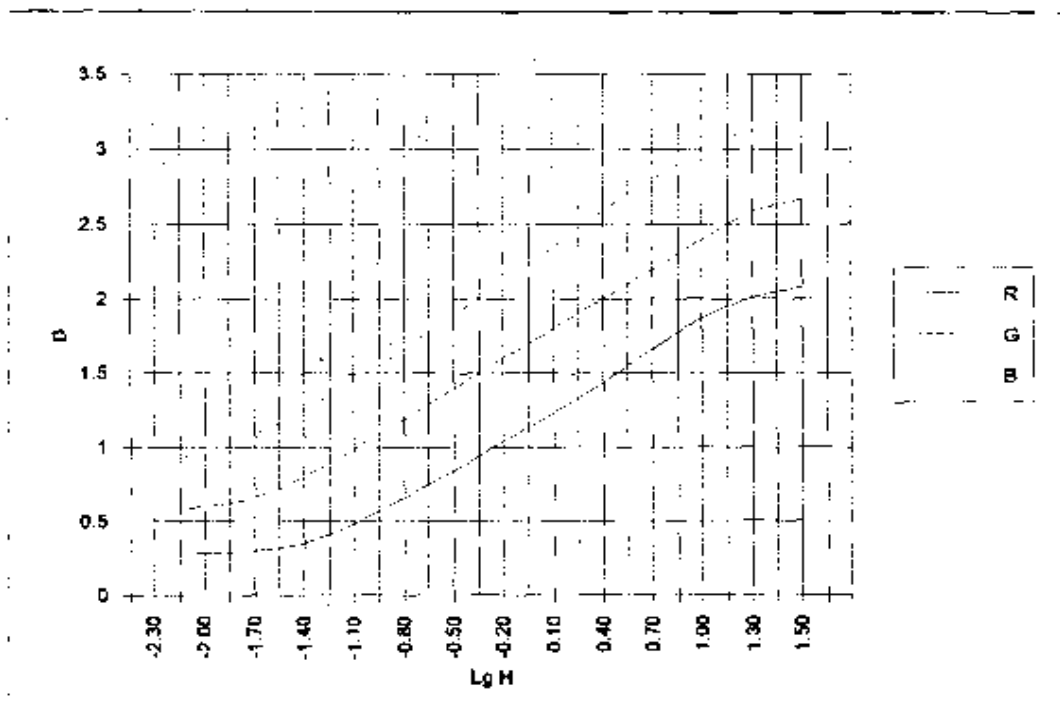
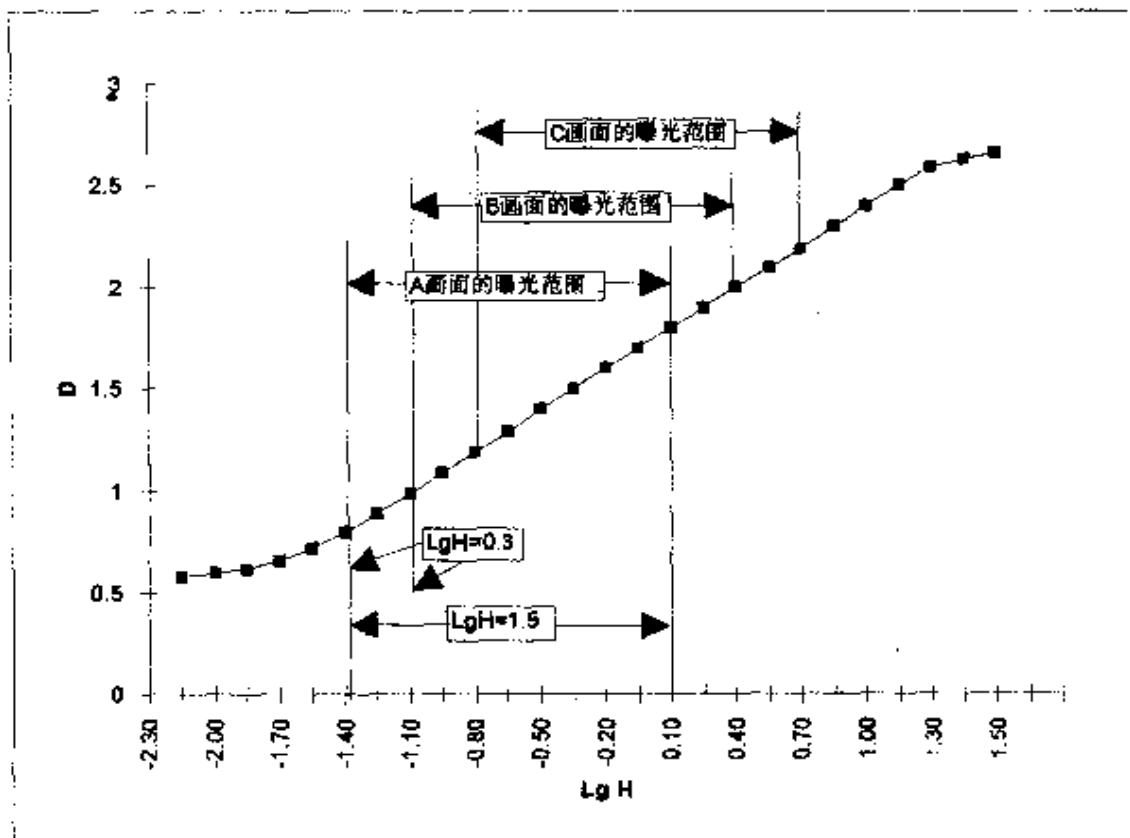


图 2-1 彩色负片的  $H-D$  特性曲线

图 2-2 曝光量的改变引起胶片密度的相应改变



(Lux) 为单位;  $t$  为胶片受到光线照射的时间, 以秒 (sec) 为单位; 曝光量  $H$  的单位是勒克斯-秒 (Lux-sec) 是统一国际单位。

特别要注意的是, 当公式 (2-1) 是特指照相机中的胶片曝光过程时, 公式中的  $E$  是照相机像场照度  $E_c$ , 也就是光线达到胶片上的照度, 它和本章后面提到的景物照度是有区别的, 照相机像场照度  $E_c$  和景物照度有关也和照相机光圈大小有关,  $t$  则与照相机快门速度有关。

## 2. 1. 2. 胶片与曝光的关系

曝光过程能够使胶片生成多少潜影并最终将形成多少密度, 取决于曝光量, 同时也取决于胶片的性质和胶片显影过程的控制情况。

为了确定曝光量  $H$  与胶片密度  $D$  的对应关系, 在摄影技术中通常使用胶片的  $H-D$  特性曲线来描述两者的关系。胶片的特性曲线可以通过做感光测定而得到, 在摄影手册或关于感光材料的教科书中都有详细的论述。

典型彩色照相负片的  $H-D$  特性曲线如图 2-1 所示。特性曲线的横坐标为曝光量的对数 ( $LgH$ ), 纵坐标为胶片的密度 ( $D$ ), 三条曲线 B、G、R 分别代表彩色胶片的感蓝层、感绿层和感红层。

采用对数坐标在实用中非常方便, 曝光量每增加一倍,  $LgH$  增加 0.3 个单位。曝光量的对数变化和光圈、快门的变动规律是一样的。这样, 就很容易根据特性曲线的性质来预测曝光控制的结果。

【例】某一景物有 5 级的亮度范围, 分别以三种不同的曝光量拍摄三幅这个景物。比如, 拍摄时快门不变, 而光圈每拍摄一幅开大 1 级, 即 A 画面使用的光圈为 F16, B 画面使用的光圈为 F11, C 画面使用的光圈为 F8。拍摄结果如图 2-2 所示: A、

B、C 三个画面的曝光量范围依次在横坐标方向上向右移动了 0.3 个单位，相应的密度范围依次增加。在实际拍摄过程中，我们总是根据胶片的特性曲线来预测曝光结果，首先从特性曲线得到正确曝光的数据，然后根据数据选择和控制景物的亮度范围，并确定曝光组合参数。

胶片的特性曲线是曝光控制的重要依据。通过特性曲线我们可以掌握以下与曝光有关的特性。

### (一) 从特性曲线得到胶片的感光度 (S)

胶片的感光度 S 是曝光控制的前提，有时也使用曝光指数 EI 这个概念。

根据国际 ISO 标准，黑白照相负片的 ASA 感光度应为：

$$S_{ASA} = \frac{0.8}{H_M} \quad (2-2)$$

其中， $H_M$  是灰雾密度  $D_0+0.1$  (即最低有效密度) 所对应的曝光量。

彩色照相负片的 ASA 感光度应为：

$$S_{ASA} = \frac{\sqrt{2}}{H_M} \quad (2-3)$$

其中  $H_M = \sqrt{H_G \times H_{MIN}}$

公式中  $H_G$  是感绿层最低有效密度  $D_0+0.15$  所对应的曝光量； $H_{MIN}$  为  $H_R$ 、 $H_G$  和  $H_B$  中数值最小的一个 ( $H_R$  是感红层最低有效密度  $D_0+0.15$  所对应的曝光量， $H_B$  是感蓝层最低有效密度  $D_0+0.15$  所对应的曝光量)。

胶卷在出厂时，都标定了感光度的数据。但是，胶片的感光度指标会随着保存时间和保存条件的变化而变化，对于放置时间比较长、保存条件不好的胶卷，可以通过感光测定重新确定其感光度及重新鉴定其性能。

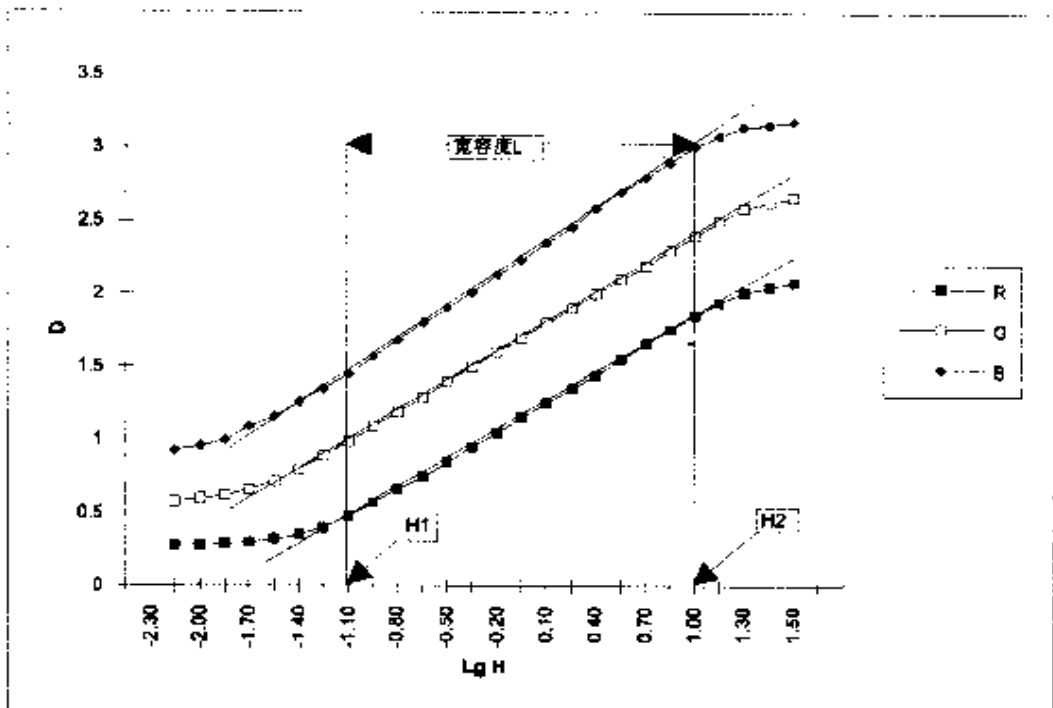


图 2-3 彩色照相负片的宽容度

## (二) 从特性曲线得到胶片的宽容度 (L)

胶片的宽容度 L 是指特性曲线的直线部分所对应的曝光量的对数。宽容度可用曝光量的对数值来表示，也可以曝光量的级数表示。对于彩色胶片来说，三个感光层有不同的直线部分，有的稍微长一些，有的短一些，而胶片总的宽容度是三个感光层共有的直线部分所对应的曝光量的对数，所以总的宽容度要小于单层的宽容度。

【例】求图 2-3 所示的彩色负片的宽容度。

【解】该彩色负片共有的直线部分应为  $H_1$  到  $H_2$ ，所以：

$$L = \text{Lg}H_2 - \text{Lg}H_1 = 1.0 - (-1.1) = 2.1$$

因为每 0.3 个单位的  $\text{Lg}H$  是一级曝光量，所以：

$$L \text{ 的级数} = \frac{2.1}{0.3} = 7 \text{ (级)}$$

在形容胶片的宽容度时既可以说该胶片的宽容度是 2.1，也可



以说该胶片有 7 级的宽容度。

宽容度决定了胶片记录景物亮度范围的能力。宽容度大的胶片能够记录的景物亮度范围宽，反之记录的亮度范围窄。在曝光控制中，考虑景物的光比和亮度间距时，首先要考虑的是胶片的宽容度。对于宽容度大的胶片，光比大一些或小一些，景物亮度范围宽一些或窄一些，都会得到层次很好的照片。而宽容度小的胶片，就要严格控制景物的反差和亮度间距，否则，照片的层次和色彩都会损失。胶片的宽容度是曝光控制中不能忽视的因素。胶片的宽容度还是确定曝光容度的依据。曝光容度的概念暂且留待第五章再做讨论。

由于胶片的特性曲线除了直线部分以外，趾部和肩部也有记录景物层次的能力。所以，有时也用有效宽容度来计算胶片对景物的记录能力。有效宽容度被定义为胶片最低有效密度至最大密度所对应的曝光量的对数。因此，胶片的有效宽容度要大于胶片的宽容度。

另外，曝光与胶片的关系中，还要考虑颗粒度、色彩还原等因素。

## 第二节 光源和被摄景物

### 2. 2. 1. 照度 (E)

#### (一) 照度的定义

照度又称投射光，是描述被摄体受照表面被照明的程度的参数。照度被定义为单位面积上所接受的光通量。照度  $E$  用公式表示如下：

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (2-4)$$

公式 (2-4) 中,  $\Phi$  是光通量, 单位为流明 (lm);  $A$  是受照面积, 单位为平方米 ( $m^2$ )。

当  $\Phi$  的单位是流明 (lm),  $A$  的单位是平方米 ( $m^2$ ) 时, 照度  $E$  的单位是勒克斯 (Lux), 是统一国际单位。在一些老式曝光计上, 照度  $E$  的单位使用英制单位英尺-烛光 (ft-Cd), 勒克斯 (Lux) 和英尺-烛光 (ft-Cd) 的换算关系为:

$$1 \text{ Lux} = 0.0929 \text{ ft-Cd}$$

$$1 \text{ ft-Cd} = 10.764 \text{ Lux}$$

自然光照明的环境中 (指日光、月光、烛光等), 光源的照度变化是非常大的。表 2-1 列举了一些典型环境的照度情况。

由表 2-1 的数据我们可以得到这样的结论: 从人眼能够分辨景物的照度到正常日照条件下的最高照度约是 0.1Lux 至 100000Lux 的范围, 其照度的变化为  $10^7$ 。这个变化的幅度大于 23 级<sup>②</sup>; 而一般负片的宽容度有 7 级, 经过印片所得到的最终影像只有 5 级, 远远小于自然界光线变化的范围, 由此可见控制曝光之重要。

表 2-1 一些典型环境的照度水平

环境和照明条件	照度 (Lux)
能够分辨方向	0.1 以下
月夜	0.02-0.2
阴天室内	5-50
阴天室外	50-500
晴天室内	100-1000
夏季中午阳光下	100000
晴天树荫下	1000

## (二) 照度 E 的性质

1. 照度的大小与光源的发光强度有关，光源的发光强度越高，则照度越高。

在实际环境中，太阳的发光强度高于人工光源，功率大的人工光源的发光强度高于功率小的人工光源。所以，在日光下拍摄时，由于照度较高，往往使用感光度较低的胶片，如 ISO100 / 21°。而摄影室内则使用高感片，如 ISO160 / 23° 或 ISO400 / 27°。但是摄影室内使用高感片并不是绝对的，为了得到细腻的影像质量，也常选用感光度较低的胶片。

2. 如果光源的发光强度不变，则光源距被摄体越近，被摄体处的照度越高。照度与距离呈平方反比关系，如公式 (2-5) 所描述：

$$E = \frac{I}{R^2} \quad (2-5)$$

公式 (2-5) 中，E 为照度；I 为光源发光强度；R 为光源到被摄体的距离。

该规律适用于发光均匀的点光源。图 2-4 的示意便于我们理解这个概念。对于特定的光源来说，光源的发光强度是一定的，在距离光源近的地方，光源照射的范围小，所以单位面积上所接受的光通量较多。随着距离的增加，光源所照射的范围迅速增大，单位面积上所接受的光通量因此减少。例如：假定在距光源 1 米的地方，照度是 16Lux，那么距光源 2 米处照度将是 4Lux，4 米处的照度就只有 1Lux 了。

在摄影室中所使用的照明光源，其性质接近点光源的性质。当照明灯具与被摄体的距离改变时，被摄体处的照度也相应有很大变化。根据这个规律，可以通过调节灯具与被摄体之间的距离来控制被摄体的照度。所以，在摄影室内照度一般是不均匀的，它取决于照明灯具的分布。

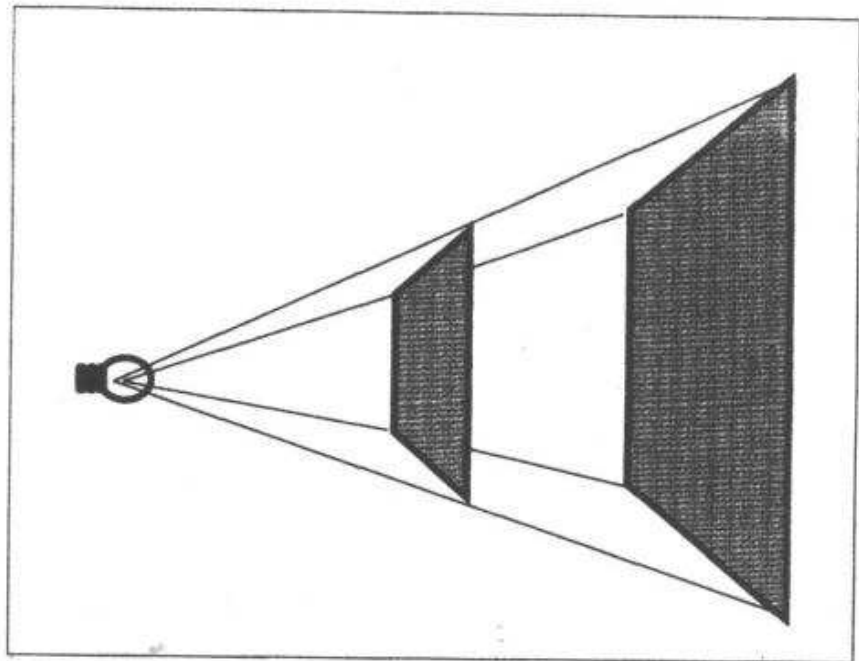


图 2-4  
照度平方反  
比定律

同样，我们还可以得出这样的结论：太阳照射到地球上的照度是均匀的。这是因为太阳距地球的距离可以看作无限远，而我们拍摄时的距离变化与之相比微乎其微，所以太阳被当作平行光

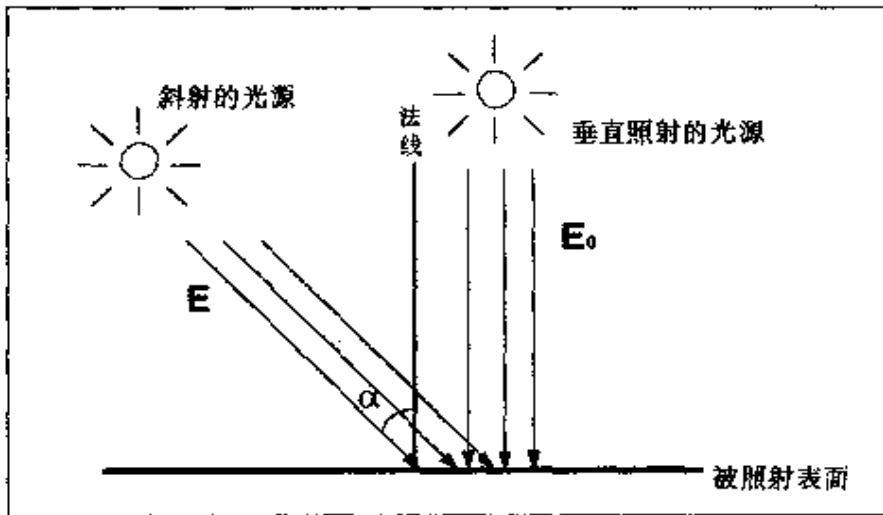


图 2-5  
平行光源  
的照度与  
光源和被  
照射物体  
的夹角有  
关

积。在极端的情况下，光源投射方向与被照表面平行，这时  $\alpha = 90^\circ$ ，因此  $E = E_0 \times \cos 90^\circ = 0$ ，照度为零。

照度的余弦定律可以很好地解释为什么正午的照度高于一天之中的其它时间的照度，夏天的照度高于冬天的照度，地球纬度低的地区照度高于纬度高的地区。

4. 照度与被摄景物表面的反光特性无关。一旦光源的强度和光源的位置确定之后，被摄体的照度就被确定了，无论你要拍摄的是白色石膏，还是棕色的坛子，都不会改变照度的大小。

### 2. 2. 2. 被摄景物的反光率 ( $\rho$ )

反光率  $\rho$  是描述被摄体表面对光线反射程度的参数。反光率被定义为：反射光通量与入射光通量之比。用以下公式表示：

$$\rho = \frac{\Phi_{out}}{\Phi_{in}} \quad (2-7)$$

公式 (2-7) 中： $\Phi_{in}$  是入射光通量； $\Phi_{out}$  是反射光通量。

反光率  $\rho$  是比值，所以没有单位。 $\rho$  通常用百分比%表示。

$\rho = 0$ ，表示物体完全不反射光线，是理想的黑色。

$\rho = 100\%$ ，表示物体完全反射光线，是理想的白色。

$0 < \rho < 100\%$  时，物体是不同等级的灰色（包括不同灰度级

的彩色)。

自然界的景物反光率  $\rho$  都在大于 0、小于 100% 的范围之内。表 2-2 列出了一些常见景物的反光率。

我们可以建立起这样一个概念：反光率在 40-50% 以上的物体，给人的印象是白色或浅色的；反光率在 10% 以下的物体，给人的印象是黑色的；介乎其间的是中等反光率物体。

表 2-2 典型物体的反光率

物体	反光率 $\rho(\%)$	物体	反光率 $\rho(\%)$
氧化镁、新雪	97-93	水泥	30-20
光亮的银器	92-87	绿叶	30-15
白石膏	90	深肤色	20
白色有光漆	88-75	砖房	15-10
铝箔	85	黑纸	10-5
白瓷器、白纸	80-60	黑漆	5-1
白布	60-30	黑布	1
浅肤色	40-30	黑丝绒	1-0.3

### 2. 2. 3. 亮度 (B)

亮度又被称做反射光。亮度 B 被定义为：发光面、透光面或反光面在人眼观察方向所看到的明暗程度。用公式可表示为：

$$B = \frac{I}{A} \quad (2-7)$$

公式 (2-7) 中：I 是发光面的发光强度或透光面及反光面的透射光强度及反射光强度，发光强度 I 的单位是坎德拉 (Cd)。A 是发光面、透光面或反光面的面积，单位是平方米 ( $m^2$ )。

亮度 B 的单位是：坎德拉 / 平方米 ( $Cd / m^2$ )，又可称为尼

特 (nt) 或烛光 / 平方英尺 ( $\text{Cd} / \text{ft}^2$ )。

与照度类似, 坎德拉 / 平方米 ( $\text{Cd} / \text{m}^2$ ) 是统一国际单位, 而烛光 / 平方英尺 ( $\text{Cd} / \text{ft}^2$ ) 是英制单位, 但一些老式曝光计使用的是烛光 / 平方英尺 ( $\text{Cd} / \text{ft}^2$ )。坎德拉 / 平方米 ( $\text{Cd} / \text{m}^2$ ) 和烛光 / 平方英尺 ( $\text{Cd} / \text{ft}^2$ ) 的换算关系为:

$$1\text{Cd} / \text{m}^2 = 0.0929\text{Cd} / \text{ft}^2$$

$$1\text{Cd} / \text{ft}^2 = 10.764\text{Cd} / \text{m}^2$$

摄影时, 我们可以把被摄景物分解为一个个面积单元, 每个



图 2-6 摄影画面的亮度分布

单元有着自己的亮度水平。而摄影所做的就是将这些不同亮度记录在胶片上。例如图 2-6 是一幅电影剧照, 在该场景中, 有这样一些景物的亮度被记录下来了:

(1) 吊灯

吊灯是被摄景物当中亮度最高的一个面积单元，它既是光源，为画面提供了造型的光线依据，同时又是被摄体，是画面的组成部分。

### (2) 人物的脸部

人物是这幅照片的主体，而人物的脸又是主体中最重要的部分。所以，人脸在本例中，是被重点考虑和严格掌握的部分。如果摄影的对象是人物的近景或者特写，那么人脸可细分为受光面和背光面两个单元。

### (3) 环境和背景

环境和背景是画面中的陪衬物体，一般不需要再做划分，只要使它们的亮度按要求在一定的亮度范围之内，既不要太亮强夺了主体，又不要太暗分辨不出层次就可以了。在本例中，是将环境处理成明亮的影调关系。

由此例可以看出，无论是多么复杂的景物，只要控制住它们的亮度关系，曝光控制的目的就达到了。顺便指出，一般说来不能只利用画面中的道具灯直接拍摄，还需要另外加一些照明缩小景物的亮度间距，甚至于要另加照明来模拟道具灯的光效。否则，景物的亮度间距将大大地超出胶片所能容纳的范围。图 2-6 这样的场景中，吊灯除了用来修饰画面的影调关系，几乎不承担照明的功能。

## 2. 2. 4. 照度 $E$ 、亮度 $B$ 和反光率 $\rho$ 之间的关系

### (一) 照度和景物的反光率共同决定了景物的亮度

被摄景物的亮度  $B$  与被摄体受到光线照射的强度  $E$  和被摄体的反光率  $\rho$  有关。对于反光体来说，照度的大小和反光率的高低共同决定了亮度的大小。在相同的照度下，反光率越高的景物亮度越高；反光率相同的物体，受到照射的照度值越高，则其亮度



值越高。这个关系用公式表达为:

$$B = \frac{E\rho}{\pi} \quad (2-8)$$

公式 (2-8) 中:  $B$  为亮度;  $E$  为照度;  $\rho$  为反光率;  $\pi$  为圆周率。

【例】当照度为  $133.5\text{Lux}$  的光线照射到反光率为  $18\%$  的物体上时, 求: 物体的亮度是多少?

【解】将数据带入公式 (2-8) 得:

$$B = \frac{E\rho}{\pi} = \frac{133.5 \times 0.18}{3.14} = 7.65 \text{ (Cd/m}^2\text{)}$$

所以, 物体的亮度是  $7.65$  坎德拉/平方米。

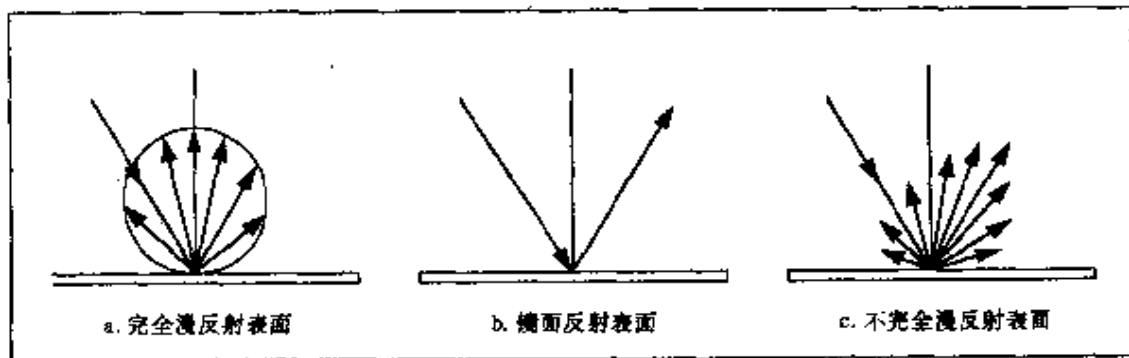


图 2-7 物体表面对光的反射特性

## (二) 物体的表面反光特性对物体的亮度分布有影响

照度  $E$ 、亮度  $B$  和反光率  $\rho$  之间的关系还受物体表面反光特性的影响。物体表面的反光特性可以分为两大类: 漫反射和镜面反射, 如图 2-7 所示。

### 1. 完全漫反射表面

粗糙表面具有漫反射的性质。如图 2-7 (a) 所示, 完全漫反射表面的反光特性符合余弦分布, 与光源来自何方无关。所以, 在任何角度上观察景物, 它的亮度都是一样的。

## 2. 镜面反射表面

光滑的表面具有镜面反射的性质。如图 2-7 (b) 所示，反光的方向性很强，反光的方向和光源投射方向相对于物体的法线而对称。

## 3. 不完全漫反射表面

不完全漫反射表面的反光特性介乎于漫反射和镜面反射之间，有一定的方向性。如图 2-7 (c) 所示，不完全漫反射表面在光源反射角的方向上反光最强，亮度最高；其他方向上的亮度不如反射角方向。

由此可见，除了完全漫反射物体以外，其他物体的亮度均和光源的位置有关。摄影中最常见的现象是逆光或侧逆光时物体出现明亮的反光，这时测量出的照度数值并不高，而由于照相机处在光源的反射角上，所以会得到很高的亮度，这时的亮度和照度关系不相符。

自然界中的大多数物体表面属于不完全漫反射表面，表面比较粗糙的物体其表面反光特性接近于漫反射特性，亮度在各个方向上观察都是比较一致的。而表面光洁的物体，如镜面、玻璃表面、漆器等，其表面反光特性接近于镜面反射特性，亮度在各个方向上观察都不一样。在逆光下，我们常常会看到水面上耀眼的光斑，也是自然界中镜面反射现象。观察具有镜面反射性质的物体表面时，当观察方向处在反射角的位置上，物体表面非常明亮；而观察方向处于其他方向则物体很暗，甚至是黑的。

## 第三节 照相机与曝光

照相机的光圈、快门与曝光量的关系已在第一章第四节中讲

解过，请参阅。

如第一章所述，由于光圈和快门共同决定了胶片的曝光量，所以把光圈和快门放在一起，称作曝光组合参数。

### 2. 3. 1. 光圈的由来

光圈是一种通俗的称呼，严格地说，应该称作光圈系数，又称作光孔号码。

光圈系数由以下公式定义：

$$F = \frac{f}{d} \quad (2-9)$$

公式 (2-9) 中：F 是光圈系数（或用光孔号码 N 表示），是镜头相对孔径的倒数；f 为镜头焦距；d 为镜头入射光瞳直径。

以此公式表示的光圈称为 F 制光圈（F 数），或 f/ 制光圈（f/ 数）。如 5. 6 的光圈应写做 F5. 6 或者 f/ 5. 6，也可以写做 N=5. 6。

除了 F 制光圈以外，也有用 T 制光圈（T 数）表示的光圈系数。T 制光圈和 F 制光圈的关系如公式 (2-10) 所定义：

$$T = \frac{F}{\sqrt{\tau}} \quad (2-10)$$

公式 (2-10) 中：T 为 T 制光圈的 T 数；F 为 F 制光圈的 F 数； $\tau$  为镜头的透光率，或透射系数。

由于 T 制光圈考虑到镜头的透光率的影响，从曝光控制的角度看，T 制光圈的曝光控制精度更高。

现代照相机镜头采用了高效的镀膜技术，镜头的透光率大大提高，所以现代照相机基本上已不使用 T 制光圈。

### 2. 3. 2. 光圈和像场照度的关系

光圈和照相机的像场照度之间的关系由以下公式所确定:

$$E_c = \frac{B\pi Q}{4F^2} \quad (2-11)$$

公式 (2-11) 中:  $E_c$  是照相机的像场照度;  $B$  是被摄景物的亮度;  $\pi$  是圆周率;  $F$  是光圈的  $F$  数;  $Q$  是结像系数, 又称做卡利尔系数, 是光线透过照相机镜头时, 单向密度与散射密度之比。

【例】当景物的亮度  $B$  是  $7.65\text{Cd}/\text{m}^2$ , 照相机的光圈是  $F4$ , 结像系数  $Q$  是  $0.828$  时, 求像场照度  $E_c$  是多少?

【解】将已知数据带入公式 (2-11):

$$E_c = \frac{7.65 \times 3.14 \times 0.828}{4 \times (4)^2} = 0.306(\text{Lux})$$

所以, 像场照度是  $0.306$  勒克斯。

### 2. 3. 3. EV 值

光圈和快门两个参数要组合到一起, 才能说明照相机的曝光情况。而且, 不同光圈和快门的组合还可以得到相同的曝光量。这样的描述有时显得繁琐, 用 EV 值来表示就简单多了。

EV 在英语中是 Exposure Value 的缩写, 意思是曝光值。有时也用 LV (Light Value 意思是光值) 表示。EV 值和光圈、快门的的关系由以下公式定义:

$$2^{\text{EV}} = \frac{F^2}{t} \quad (2-12)$$

公式 (2-12) 中:  $F$  为光圈  $F$  数;  $t$  为快门曝光时间。

公式 (2-12) 经过变换, 得到公式 (2-13) 的形式:

$$EV = \text{Log}_2 \frac{F^2}{t} = 3.321 \text{Lg} \frac{F^2}{t} \quad (2-13)$$

利用公式 (2-13)，可以计算出不同光圈、快门组合的 EV 值。

〈例〉求光圈为 F4、快门曝光时间 1/60 秒的 EV 值是多少？

〈解〉将  $F=4$ 、 $t=1/60$  的曝光组合带入公式 (2-13)，得：

$$EV = 3.321 \text{Lg} \frac{4^2}{\frac{1}{60}} = 3.321 \text{Lg}(16 \times 60) = 10$$

所以，光圈 F4 与快门 1/60 秒的曝光组合的 EV 值为 10。

表 2-3 光圈、快门与 EV 值的对应关系

t \ EV \ F	1	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1/8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/15	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/30	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/60	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1/125	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1/250	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1/500	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1/1000	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

同理，可以求得 F5.6 与 1/30 秒的曝光组合、F2.8 与

1/125 秒的曝光组合……以及所有曝光量与 F4、1/60 秒等价的曝光组合，它们的 EV 值也是 10。

表 2-3 列出了不同光圈、快门所对应的 EV 值。

对照表 2-3 可以看出，EV 值有这样一些特点：

1. 在光圈和快门的参数为标称值时，EV 值取整数。当 EV 值出现小数时，表示曝光组合参数不是整数级。例如：光圈在 F4 和 F5.6 之间与快门 1/60 秒组合时，它的 EV 值为 10.5。

2. EV 值每变化一个数，曝光增加或减少一级。

EV 值常常用来标示照相机的一些技术指标以及表明照相机自动曝光系统的自动曝光方式。在以后的章节中，还会看到类似表 2-3 的 EV 值和光圈、快门的的关系图。

### 思考题

1. 胶片的特性曲线反映了曝光量与胶片哪些性能之间的关系？
2. 照度、亮度和反光率的概念是什么？它们之间的关系如何？
3. EV 值的意义是什么？它和光圈与快门是什么关系？

---

注释：

① 将  $10^7$  换算为 23 级的根据是：级数 =  $\frac{1}{0.3} \lg 10^7 = 23.3$ 。

## 第三章 独立曝光计

**本章提要：**介绍独立曝光计的结构和工作原理。

摄影曝光用的测光及曝光设备分为两大类：独立曝光计和照相机的附加测光和曝光系统。这两类曝光设备在图片摄影中都非常有用。

外景摄影使用 135 照相机时，经常用到照相机的内测光系统，因为这样轻便灵活，特别是一些新型照相机的测光和自动曝光系统的性能很好，不仅能满足专业摄影的需要，而且特别适合于抢拍的场合。

但是到了摄影室中，工作的程序往往是先固定照相机的位置，然后布灯，这时要控制景物光比、被摄主体和环境的关系、画面中的高光等等，照相机的内测光系统显得不方便或根本不适用，所以摄影室中总是使用独立曝光计。外景拍摄若用的是大型照相机，也常用独立曝光计。独立曝光计适用于任何场合。

本章介绍独立曝光计的结构原理和一些主要功能，供读者选购、使用曝光计时参考。

曝光计又称做曝光表、测光表，是专业摄影师必不可少的工具。在这里使用“独立曝光计”一词，是为了区别于照相机附带的测光和曝光系统。曝光计的作用是测量被摄体的照度或者亮度，

然后曝光计可依据测光的数值，为摄影师提供摄影应使用的光圈和快门的组合参数。

## 第一节 曝光计的结构原理

目前，市场上所售曝光计主要有两大类：机械式和电子式。

机械式曝光计的外观如图 3-1 所示。曝光计有这样几个主要部分：(1) 测光部件，位于曝光计的上方或背面。(2) 指针式光值显示窗，显示测光的数据。(3) 曝光组合计算旋盘。机械式曝光计在使用时，先测量出光值，由指针指示光值的数据，然后要靠手工旋转计算旋盘，查找出应使用的光圈和快门的组合参数。

电子式曝光计的外观如图 3-2 所示。它的主要部分是：



图 3-1 机械式曝光计的外观



图 3-2 电子式曝光计的外观



(1) 和机械式曝光计一样，要有一个测光部件，位于曝光计的上方。(2) 输入各种数据用的功能键。(3) 液晶显示窗，显示各种数据和测量所得的曝光参数。电子式曝光计在使用时是由曝光计自动给出光圈和快门或所需要的其他参数，所以它比旋盘式曝光计更方便。

下面，分别介绍这两种曝光计的结构特点和基本功能。

### 3. 1. 1. 机械式曝光计的结构

机械式曝光计结构比较简单，它主要由以下几个部分组成：测光部件、电流计和曝光组合旋盘。其基本电路如图 3-3 (a)、(b) 所示。

图 3-3 (a) 是使用光电池类的机械式曝光计的结构形式。工作时，光电池受到光的照射而在回路中产生电流，变化的电流引起电流计的电磁感应，从而使电流计指针偏转，指示出不同的光值刻度。

图 3-3 (b) 是使用光敏电阻类的机械式曝光计的结构形式。和光电池类曝光计不同的是光电池由光敏电阻和外加电源所取代。这种电路中，光敏元件起可变电阻的作用，需要外加电池作为电源。

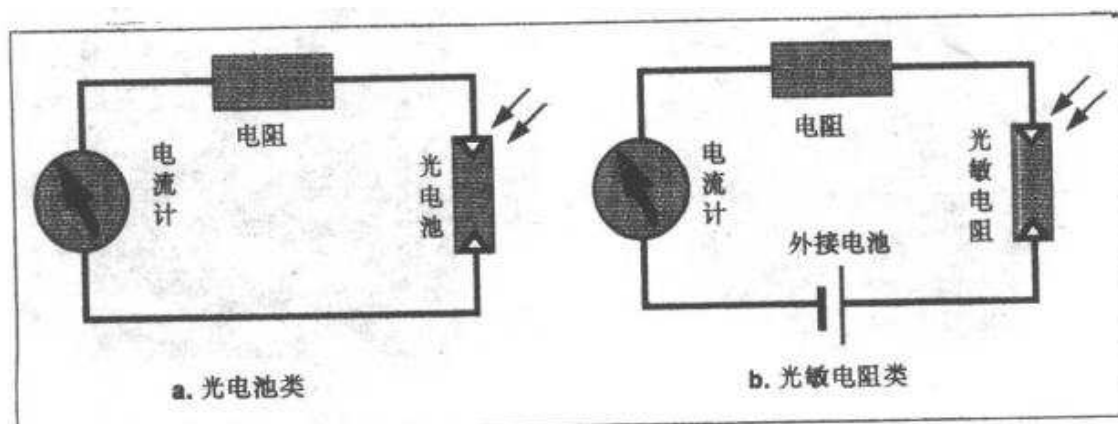


图 3-3 机械式曝光计的工作原理

对光敏元件的解释，参见第二节“曝光计主要部件和性能”。

### 3. 1. 2. 电子式曝光计的结构

电子式曝光计之所以使用起来方便可靠，是因为它大量引入了微电子技术和计算机技术。这类曝光计在结构上比较复杂，而且不同曝光计视其品牌和功能的不同，其结构也有所区别。

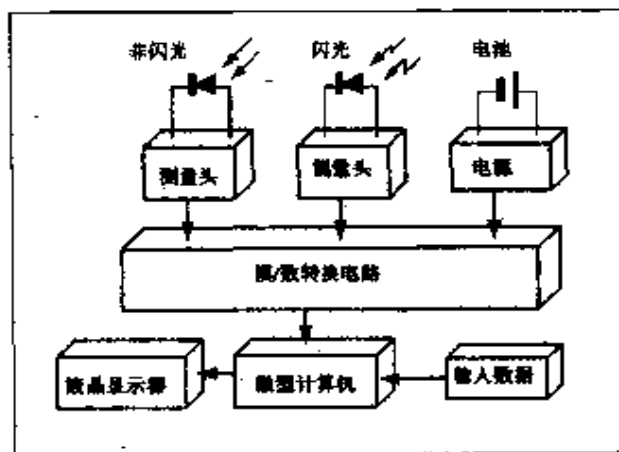


图 3-4 电子式曝光计的结构原理

电子式曝光计的基本

结构如图 3-4 所示。它由以下部分组成：

#### 1. 光敏测量头

图 3-4 中的光敏测量头分为两个部分：(1) 测量非闪光光线。(2) 测量闪光光线。所有的曝光计都可以测量非闪光。只有高性能的曝光计才有测量闪光的功能。电子式曝光计有能测闪光和不能测闪光之分，不能测闪光的电子曝光计的光敏测量头，只有测量非闪光一个部分组成。

非闪光指的是日光以及能够连续发光的照明光线等，有些书上也将非闪光称做连续光或环境光。

闪光特指闪光灯所发出的瞬间强光，有些书上也将闪光称做瞬间光。

#### 2. 模 / 数转换电路

模 / 数转换电路是计算机的前端设备。在这里，模 / 数电路的任务是把曝光计接收的光信号等（即模拟信号）转换成计算机能够处理的数字信号。

### 3. 数据输入功能

数据输入功能使曝光计的使用者可以通过曝光计上的按键输入测量所需要的数据，例如：输入胶片的感光度、确定要采用的曝光模式或者选择闪光与非闪光测量方式。

### 4. 微型计算机

微型计算机根据输入的数据和来自测量头的光值，计算出曝光所需的光圈、快门、EV值，以及照度或亮度值等等测量结果。

### 5. 液晶显示窗

用来显示输入的各种数据、测量结果以及曝光计所提供的各种提示标记。

### 6. 电源

为曝光计的各个部件提供动力。

## 第二节 曝光计主要部件和性能

### 3. 2. 1. 光敏元件

光敏元件位于曝光计的测量头中，是曝光计用来测量光线强弱的部件。它的性能好坏直接影响曝光计的灵敏度和准确性。

#### (一) 光电池

光电池又可称做光敏电池，摄影曝光计中使用的光敏电池由硒材料制作，所以亦称做硒光电池 (Se)。硒光电池的光谱灵敏度较好（做摄影计量用的曝光计的光谱灵敏度应接近胶片的光谱感光度），而它需要有较大的受光面积，所以体积都比较大，往往安在曝光计旋盘的背面，并要占据曝光计大约一半的体积。

光电池属于第一代光敏元件，目前已基本被淘汰。它致命的

缺点是体积大、灵敏度低，且光电池老化速度也比较快，更加剧了曝光计灵敏度和准确性的降低。

硒光电池的基本工作电路参见图 3-3 (a)。

## (二) 光敏电阻

光敏电阻的代表产品是硫化镉光敏电阻 (CdS)。硫化镉光敏电阻是目前广泛使用的一种光敏元件，不仅用在独立式曝光计上，而且用于照相机的测光系统之中。这类光敏元件的体积比光电池小很多，有较高的灵敏度，但是它的光谱灵敏度大约从 300nm 至 1000nm，峰值在 900nm，因而对红光和红外光比较敏感。

硫化镉光敏电阻的缺点是有记忆作用。光敏电阻在接受了强光之后，电荷释放的速度较慢，如果这时马上测量较弱的光线，则要产生比较大的误差。另外，硫化镉光敏电阻还有温度稳定性差、低照度条件下反应速度慢的缺点。

硫化镉光敏电阻的基本工作电路参见图 3-3 (b)。

## (三) 半导体光敏元件

半导体光敏材料是新型光敏材料，正在得到越来越广泛的应用。

半导体光敏元件在测量电路中的作用和光敏电阻相似，也需要外加电池。常见的半导体光敏元件有：蓝硅光电二极管 (SPD 或 SPC) 和磷砷化镓二极管 (GPD 或 GaAaP)。它们的优点是在很宽的光强范围内对光线的反应线性很好，即使在光强很低的测量条件下也有准确的反应。这类光敏元件受光面积很小，但能保持适当的灵敏度，用电子放大器与之配合，使它们的性能远远超过硫化镉光敏电阻。另外，它们最突出的优点是能够测量瞬间的强光，反应速度属毫秒级的，因而为测量闪光提供了可能。

在这类半导体光敏材料中，蓝硅光电二极管的应用面更广一

些，它是由硅材料制作的。硅的光谱灵敏度类似于硫化镉，用在曝光计上的硅光二极管经过了滤光镜的校正，其光谱特性比硫化镉好得多，它对可见光中蓝光比较敏感，所以称硅光二极管为“蓝”硅光电二极管。蓝硅光电二极管的基本工作电路参见图 3-4。

以上三类光敏元件归纳起来，半导体光敏元件性能最好，光敏电阻次之，光电池最差。

### 3. 2. 2. 光值显示系统

机械式和电子式曝光计结构上的区别，使它们的显示光值的方式差异也很大。

机械式曝光计的光值显示系统由电流计、指针式显示窗和曝光组合旋盘构成，参见图 3-1。电子式曝光计由内部计算电路和液晶显示窗构成。参见图 3-2。

#### (一) 机械式曝光计的光值显示系统

机械式曝光计由电流计带动指针在刻度盘上指示出光值大小。这个光值在测量亮度时显示的是亮度值；在测量照度时是照度值。显示光值的标尺是对数式的，即标尺的刻度每增加一档时，所表示的光值增加一倍，这种表示方法的好处是一挡光值的变化对应一级曝光量的变化。机械式曝光计的光值显示又有绝对光值和相对光值之分。

#### 1. 绝对光值

有的曝光计所显示的光值是绝对光值。即显示出的光值的数据是实际被测光线的照度或亮度值。如图 3-5 所示是国产海欧牌曝光计的刻度标尺，其刻度单位为  $\text{Cd}/\text{m}^2$ 。

绝对光值的标尺在刻度的每增加一档时，数值增加一倍。如图 3-5 所示的……65、130、250……等等。

对于照度、亮度两用曝光计来说，照度或亮度只有其中之一

是绝对单位，而另一项光值是相对光值。如海鸥牌曝光计的亮度是以绝对光值所表示的，而照度是相对单位，要经过换算才能得到实际照度光值。

## 2. 相对光值

在摄影应用中，我们所关心的是光值之间相差的级数和曝光组合参数，而一般并不关心具体的亮度有多少  $\text{Cd}/\text{m}^2$ ，或照度有多少  $\text{Lux}$ 。因此，更多的机械式曝光计采用了相对光值为刻度标尺，如图 3-6 所示。相对标尺每一挡对应的曝光量的变化也是一级，而不同的是用……8、9、10……等数值取代了有实际照度或亮度单位的绝对光值。相对光值标尺在使用中比绝对光

值更一目了然。

使用有相对光值标尺的曝光计时应注意：不同品牌的曝光计的相对光值有不同的选定，所代表的实际光值是不同的。所以，一块曝光计所得到的光值，不能作为其他品牌曝光计的曝光依据。

## 3. 光值分级显示

机械式曝光计为了扩大量程，其刻度标尺都分为亮级和暗级，有的甚至分为三级。亮级在室外或较明亮的环境中使用，暗级在暗环境

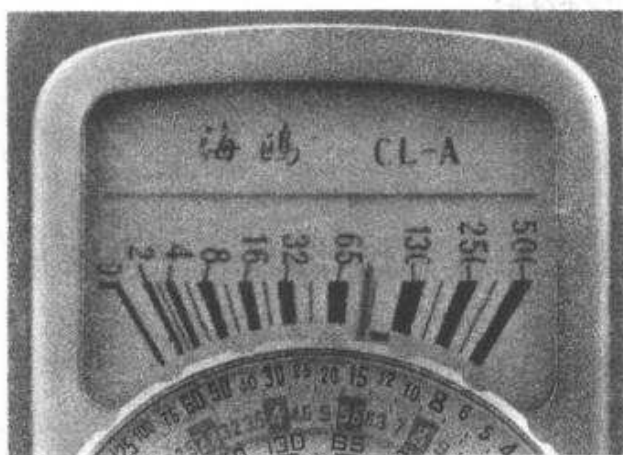


图 3-5 绝对标尺



图 3-6 相对标尺

中使用。

如果使用中不能肯定要测量的光值在哪一级的范围之内时，应首先使用亮级，在曝光计的指针对测量光值不反应的情况下，再改用暗级。否则，若在明亮的环境中使用暗级测量，很容易损坏曝光计，甚至打弯表针。

#### 4. 曝光组合旋盘

机械式曝光计的曝光组合旋盘大同小异，它的作用是根据测量的光值推算出曝光组合参数。以图 3-7 所示的高森（GOSSEN）LUNASIX 型曝光计为例。旋盘中应包括以下参数：

- (1) 感光度；
- (2) 对应于光值显示的测量数据；
- (3) EV 值；
- (4) 光圈刻度；
- (5) 快门刻度；
- (6) 电影每秒画格数（电影专用曝光计或图片、电影通用



图 3-7 曝光组合旋盘



图 3-8 直接显示光圈值的曝光计

曝光计上有此刻度)。

使用旋盘时，首先要按照所用胶片调整旋盘上的感光度。第二步是根据测量光值旋转旋盘，使光值刻度对准测量得到的数值。

**【例】**

(1) 如图 3-7，感光度调整在 ASA100 (或 21DIN) 的位置上。

(2) 测得的光值为相对值  $7\frac{1}{3}$  (参见图 3-6 的指针位置)。

(3) 在旋盘上旋转，使光值刻度的箭头对准  $7\frac{1}{3}$  (图 3-7 的旋盘上，有三个光值调整刻度。其中三角型是正常条件下，光值应对准的位置。所以，把三角型对准  $7\frac{1}{3}$ 。而另外两个用圆圈表示的刻度是在测量头上加有特定附件时使用的)。

(4) 此时，旋盘上的 EV 值，以及光圈和快门的多组一一对应数值就是曝光计给出的曝光组合参数，即 EV 值为  $2\frac{1}{3}$ ，曝光参数可选快门 1/2 秒和光圈 F1.4 过 1/3 级的组合。

个别机械式曝光计直接给出光圈数值，或以其他显示形式显示光值。如图 3-8 所示斯派克 (SPECTRA) 曝光计的指针指示的是光圈的刻度，这种显示方式适合于电影摄影，类似于图片摄影的光圈优先模式。

应注意，机械式曝光计所显示的光值，处于标尺的中段时比较准确，处于两端时则误差比较大，这是电流计固有的缺陷。

**(二) 电子式曝光计的光值显示系统**

电子式曝光计省去了对初始光值 (照度值或亮度值) 的显示和人工换算，直接通过液晶显示窗显示出光圈和快门等参数，并且同时或不同时地显示出设定的参数和功能状态。不同品牌、不



同型号的曝光计显示的方式不一样，使用的字母和符号也不完全一样。

以图 2-9 所示的美能达 (MINOLTA) FLASH IV 型曝光计为例，常用的显示功能有：

- (1) ISO 感光度
- (2) 快门速度 / 电影摄影频率

在“TIME”状态下，按照整级数设定快门速度（如图 3-9 所示），或在“CINE”状态下，设定电影摄影机每秒拍摄的画格数。

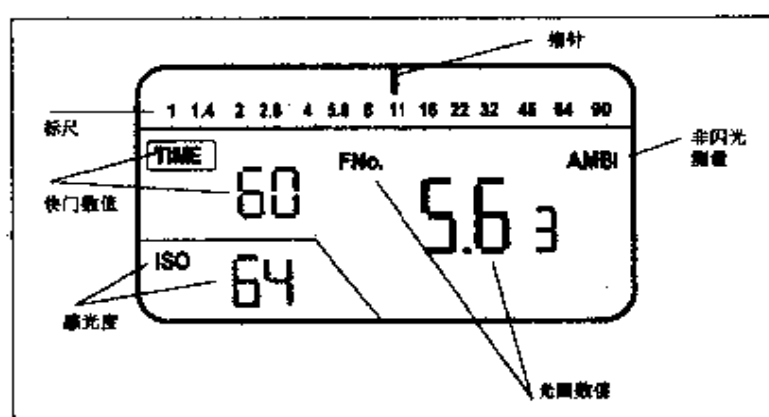


图 3-9 电子式曝光计液晶显示窗

- (3) F 数 / ExIN 值

当曝光计的“FNo. / ExIN (光圈 / 孔径数)”开关置于“FNo.”位置时，显示为光圈 F 数（如图 3-9 所示）。当开关置于“ExIN”、快门速度为“TIME”时，显示为孔径数 AV 值 (Aperture Value)；当开关置于“ExIN”、快门速度为“CINE”时，显示为 EV 值。

- (4) 显示标尺

显示标尺有两种形式：光圈 F 数显示标尺和反差显示标尺。显示光圈 F 数时，指针指示 F 数数值（如图 3-9 所示）。显示反差时，指针指示曝光量在上下各三级以内的变化（显示窗上的标尺将相应改变）。

- (5) 指针

用在标尺上，用以指示最新一次测量值和任何被存储下来的读值以及预定值。

#### (6) 测量模式

“AMB I”为非闪光测量挡；“CORD”为闪光同步测量挡；“NON.C”为闪光非同步测量挡。量光之前，根据要求，选择以上方式的其中一种。

美能达 (MINOLTA) FLASH IV型曝光计的功能较多，所以显示窗显示出的数据也比较多。除了上面介绍的显示以外，还可以显示：曝光次数 / 闪光指数、曝光不足 / 曝光过度警告、多次曝光测量指示、测量值记忆、测量计算模式等等。但是，在众多的显示功能中，最基本的是感光度、光圈值和快门值。

其他曝光计，如高森 (GOSSEN) MASTERSIX型曝光计还可以显示亮度、照度的绝对值、色温、密度、滤光镜的曝光因数等其他光度学参数。

电子式曝光计在使用时和机械式曝光计类似，也要先设定感光度，然后根据摄影用途设定光圈或快门。如果先设定光圈，则为光圈优先模式，快门的数值将随测量的变化而变化，光圈的整级数不变（小数会随之变化）。如果先设定快门，则为快门优先模式，光圈的数值将随测量的变化而变化，快门不变。

曝光计的功能键越多，使用时越要搞清楚用途。应该在使用曝光计之前，仔细阅读曝光计的使用说明书，否则很容易因误操作而造成曝光失误。本文附录 1 中列举了一些常用曝光计的性能参数，供参考。

曝光计的使用方法将在第五章中介绍。

### 3. 2. 3. 受光罩和测量附件

#### (一) 受光罩

受光罩是曝光计光敏测量头上的附加部件。

受光罩虽然很小，却是曝光计非常重要的部件。曝光计测量照度时需要加一个半透明、半球型的乳白色受光罩（乳白罩），它起扩大测试角度和限制过多光线进入曝光计的作用。测量亮度时，要摘掉乳白罩。

如图 3-10 所示是高森曝光计。该类曝光计的光敏测量头在曝光计的顶端，乳白罩安装在一个滑槽中，测量亮度时，将乳白罩推到旁边，使光敏测量头直接指向被测物体。测量照度时，将乳白罩推到中央遮在光敏测量头上，使乳白罩接收投射到物体上的光线。

多数曝光计在测量亮度的时候不加任何受光罩，但是也有一些曝光计例外，如美能达曝光计要换上专门的测亮度受光罩。

另外，还有一些特殊用途的受光罩。如：平面乳白罩，用于测量光比、有平坦表面的被摄体的照度，以及非闪光和闪光混合光源的场合确定非闪光光源的照度和闪光灯的闪光指数。ND 受光罩（中灰受光罩），用于光线特别强、超出曝光计通常测量范围的环境的测量。空心乳白罩，用于暗房放大的底片密度测量等等。

图 3-11 出示了三种美能达曝光计上的附件：左边是测量亮度用的受光罩，中间是测量照度用的乳白罩，右边是远距离测量亮度用的点测光附件。

照度、亮度测量方法将在第五章中介绍。

#### (二) 测量附件

测量附件主要的种类是点测光附件，起限制曝光计受角的作用。

用（受角的概念参见第四节），使曝光计可以在较远的距离以外测量景物的局部亮度。

另外，一些测量附件起扩展曝光计功能的作用。例如，高森色温测量头与曝光计配套，可使曝光计成为色温计。

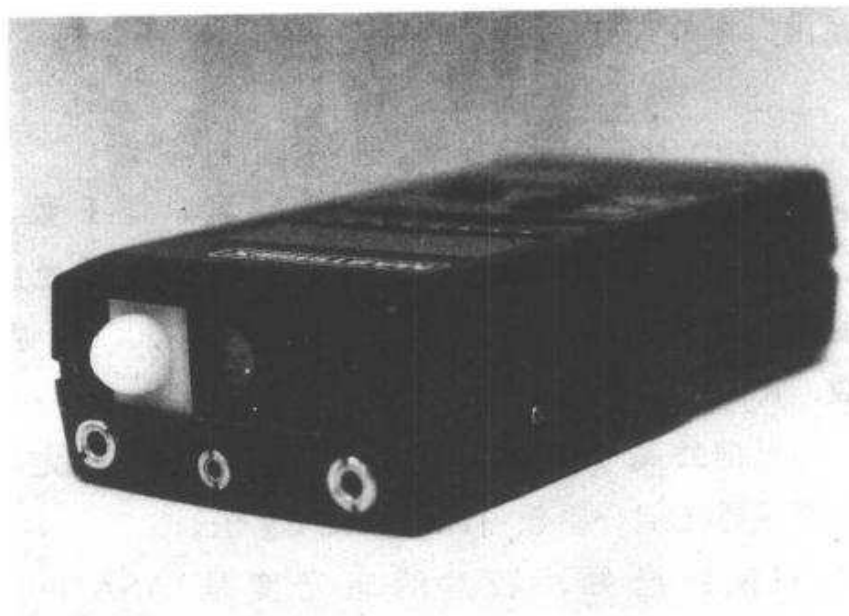


图 3-10  
高森曝光  
计的测量  
头

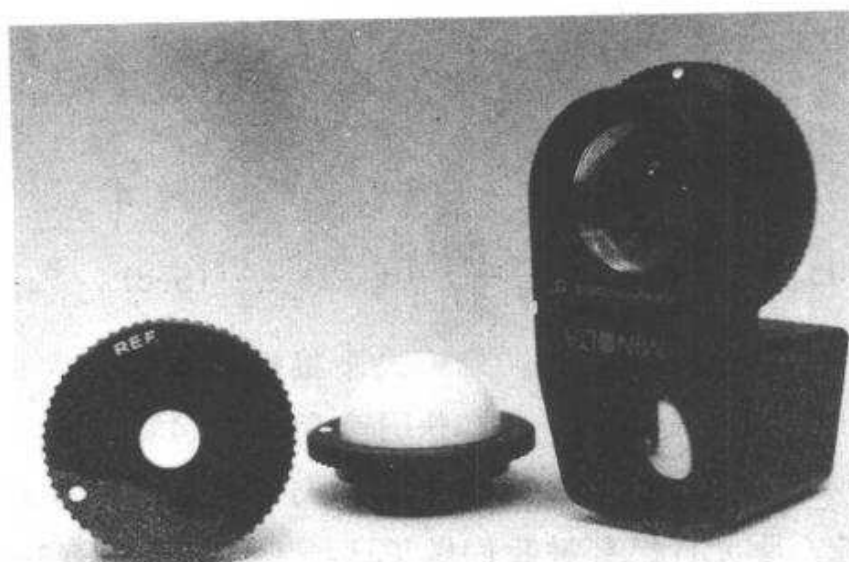


图 3-11  
美能达曝  
光计的受  
光罩和点  
曝光附件

### 第三节 曝光计算公式

景物照度  $E$ 、景物亮度  $B$  和胶片的感光度  $S$ 。它们之间的关系由以下公式确定：

$$2^{EV} = \frac{F^2}{t} = \frac{ES}{C} = \frac{BS}{K} \quad (3-1)$$

公式 (3-1) 中： $EV$  是  $EV$  值； $F$  是  $F$  数； $t$  是曝光时间（快门）； $E$  是景物照度； $S$  是胶片的 ASA 感光度； $B$  是景物亮度； $C$  是照度式校正常数， $C = 180 \sim 360$ ； $K$  是亮度式校正常数， $K = 11.4 \sim 12.5$ 。

根据公式 (3-1)，可以求出特定胶片在特定光线条件下应该使用的曝光组合参数 ( $F$ 、 $t$ ) 或  $EV$  值。

【例】已知，胶片的感光度是 ASA100，景物照度是 133.5Lux，曝光常数  $C = 218$ ，求：当照相机的光圈为  $F4$  时，曝光时间  $t$  应是多少？

【解】将已知条件带入公式 (3-1)

$$\frac{F^2}{t} = \frac{ES}{C}$$

得： $t = \frac{CF^2}{ES} = \frac{218 \times (4)^2}{133.5 \times 100} = 0.26 \approx \frac{1}{4}$  (Sec)

这是一个光圈优先模式下根据景物的照度求快门速度的例子。结论是  $1/4$  秒，即快门速度为  $1/4$  秒。

其实，在摄影的时候，我们不可能花时间计算曝光组合参数，曝光计已经替我们做了这项工作。公式 (3-1) 是曝光计确定曝光组合参数的依据。机械式曝光计根据该公式设计了旋盘，而电子式曝光计则把这个公式“记忆”在它的电路里了。

## 第四节 曝光计的受角和基准反光率

受角和基准反光率是曝光计的两个重要的技术参数。下面，具体解释一下这两个参数的定义和实用意义。

### 3. 4. 1. 受角

受角的定义为：曝光计的光敏测量头受光的有效角度。

曝光计的受角大小是根据曝光计的用途而设计的。普通<sup>1</sup>曝光计测量亮度时受角在  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$  之间，这个测量范围和照相机标准镜头的视角基本一致。如图 3-12 是高森 MASTERSIX 型曝光计测量亮度的测量范围，其中，非闪光照明条件下测量的受角（有效角度）是  $30^{\circ}$ ；闪光照明条件下测量的受角（有效角度）是  $20^{\circ}$ 。

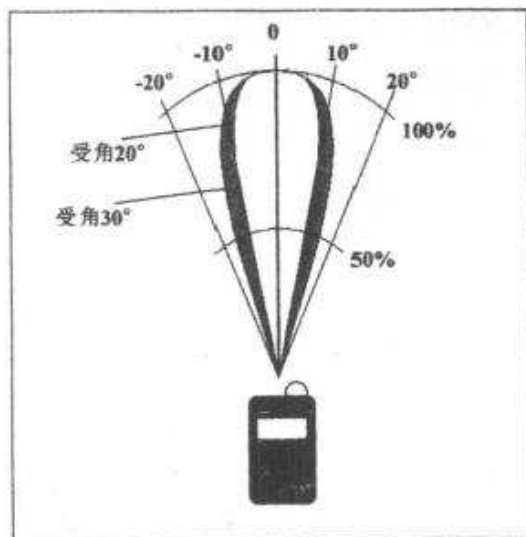


图 3-12 曝光计测量亮度的受角

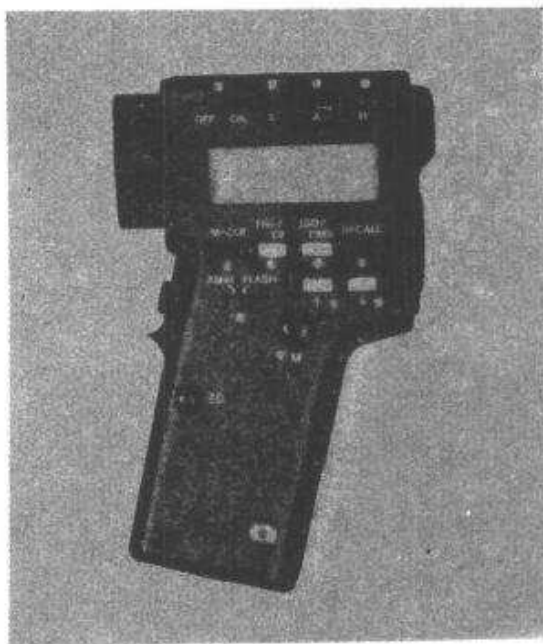


图 3-13 点曝光计

有一种受角很小的亮度计（或者在普通曝光计的测量头上加一个测量附件）被称做点曝光计或小亮斑曝光计。这类曝光计的受角在  $10^\circ$  以下，适于远距离测量景物的局部亮度。常用的小亮斑曝光计有受角为  $1^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $10^\circ$  的等等，其中受角为  $1^\circ$  的点曝光计俗称为 1 度表，因其测量角度小，远距离测量亮度十分方便。点曝光计的外观如图 3-13 所示。

曝光计做照度测量时，考虑到兼顾照明景物的各种光源的综合影响，把受角定为大约  $180^\circ$ 。曝光计的球型乳白罩起到了测量照度时扩大受角的作用。如图 3-14 是高森（GOSSEN）MASTERSIX 型曝光计测量照度的测量范围，受角（有效测量范围）是  $180^\circ$ 。

也有一些曝光计，如前一节已经提及的美能达曝光计，另外配有扁平乳白罩，其受角小于  $180^\circ$ 。这类乳白罩适用于测量光比，或者用来测量带有平面的被摄体的照度。

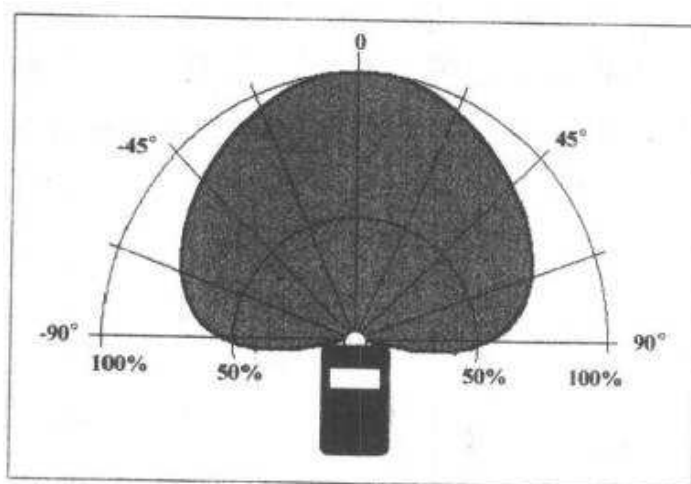


图 3-14 曝光计照度测量的受角

### 3. 4. 2. 基准反光率

由第一章的知识可知：景物有不同的反光率，所以同样的照度下，不同反光率的景物会有不同的亮度值。

现在的独立式曝光计都是照度、亮度通用型的。曝光计被设计为在某一反光率下，照度值和亮度值相等，这个“某一反光率”

就是曝光计的基准反光率。

比如，某一曝光计的基准反光率是 18%，也就是说，如果用该曝光计测量一个具有 18% 反光率的物体（如反光率为 18% 的灰板<sup>②</sup>），那么投射到该物体表面的照度和它反射出的亮度在数值上是相等的。这时，曝光计无论以照度或是以亮度推算出的曝光组合参数是一样的。

不同品牌的曝光计采用的基准反光率不完全一样。现在普遍采用的基准反光率有三类：一类是 18%，第二类是 12.5%，第三类是 25%~30% 左右。

基准反光率是有代表性的景物中级反光率。18% 是自然景物的平均反光率；12.5% 是自然景物的中级反光率<sup>③</sup>；25%~30% 是黄种人肌肤的平均反光率。

基准反光率和曝光的关系在后续课程中会做进一步的讨论，参见第六章。

## 第五节 曝光计的种类和性能

初次接触曝光计，首先遇到的问题是选择什么样的曝光计。曝光计的种类很多，附加功能也是五花八门的，其中有一些功能是为非专业摄影人员设计的（而非专业摄影人员往往不使用独立的曝光计）。选择曝光计还是要从工作性质出发，照片的好坏并不与曝光计的价格成正比。学了后面的课程后就会发现，只要掌握了曝光的要领，使用简单的方法就可以快速确定曝光组合参数，比依赖曝光计的附加功能、在曝光计上拨来按去还要方便、可靠。

选择曝光计时，可以注意以下几个方面的问题。



### 3. 5. 1. 曝光计的专业性

曝光计可划分为照相用曝光计及照相和电影通用曝光计。

图片摄影选用照相用曝光计或照相和电影通用曝光计都可以。照相和电影通用的曝光计一般在使用上没有不便之处，这类曝光计只是考虑到电影摄影的需要，设有摄影机摄影频率的刻度（有的还包括摄影机叶子板开角度）。

如果经常使用闪光灯具，就需要选择有测量闪光灯功能的曝光计，否则可以考虑不具有闪光测量功能的曝光计。因为对于性能相近的曝光计来说，有闪光灯测量的比没有闪光灯测量的曝光计在价格上高出很多。

### 3. 5. 2. 曝光计的灵敏度和测量范围

灵敏度是衡量曝光计性能的很重要的指标。灵敏度低的曝光计在光线较弱的环境中或不能读数，或测量误差大。

在曝光计的说明书上，都标有曝光计的测量范围。一般是标出在 ISO100 的条件下的 EV 值范围。例如：高森（GOSSEN）MASTERSIX 型曝光计在 ISO100 的条件下，测量范围 EV 值从 -4 至 +23；而高森（GOSSEN）BISIX2 型曝光计在 ISO100 的条件下，测量范围 EV 值从 +7 至 +17。这两种曝光计做个比较，就可得知，MASTERSIX 型曝光计有高灵敏度和宽测量范围，它在暗环境下比 BISIX2 型曝光计的测量范围大 11 级，整体测量范围比 BISIX2 型曝光计大 16 级。所以，MASTERSIX 型比 BISIX2 型在灵敏度方面性能高得多。

### 3. 5. 3. 曝光计的准确性

曝光计的测量精度和曝光计光敏元件的性能有关，也和光敏元件使用的老化情况有关。光敏元件使用一定时期以后会老化，使测量精度和灵敏度下降。

旋盘式曝光计都有不同程度的换挡误差，而且在指针指向标尺的中段时，光值的准确度比指针位于标尺两端时要高。电子式曝光计光值是连续的，没有换挡误差。

为了保证曝光计的测量精度，应该对曝光计定期测试。特别是刚拿到一块曝光计（包括新买的），更应该在正式使用以前，首先对曝光计做一个测试，了解曝光计的性能状况。若有条件，可以把曝光计拿到有关机构测试。一般条件下，也应该拍一段试片，检验曝光计的性能。

### 3. 5. 4. 曝光计的便利性

摄影现场往往工作节奏很快，所以曝光计使用是否方便，也是要考虑的一个方面。

有的曝光计测量头可以旋转，测试时读数比较方便。如图3-15所示，美能达（MINOLTA）IV型曝光计的测量头可在 $0^{\circ}$ ~ $180^{\circ}$ 的范围内任意旋转。

摄影时，一般需要既测量照度又测量亮度，曝光计的乳白罩要经常被拆下来按上去，在摄影时间紧张的情况下，会觉得颇费精力。高森（GOSSEN）系列曝光计（图3-10所示），它的乳白罩是安装在一个滑动槽里的，测量时，只要根据需要移动乳白罩的位置，不用拿下来安上去，因此比较方便。

如果有条件的话，可以同时配备一块普通曝光计和一块点曝光计。这种搭配在摄影室中使用非常方便，可以以普通曝光计控

制大环境，用点曝光计控制局部。



图 3-15  
测量头可  
旋转的曝  
光计

无论使用哪种类型的曝光计，最好是专人专用，不要经常更换。因为曝光计的性能差异很大，经常使用同一块曝光计，就会对它的性能比较熟悉，便于修正误差。如果今天借用张三的曝光计，明天借用李四的曝光计，出了问题以后就很难分析原因。

关于曝光计的性能，可参考附录 1。

### 思考题

1. 机械式曝光计与电子式曝光计有哪些共同之处以及不同之处？
2. 曝光计的光敏元件有几种？光敏元件的性能将影响曝光计的哪些性能？
3. 曝光计的各种光值的意义是什么？
4. 受角是什么？
5. 曝光计的基准反光率是什么？

## 练习

1. 熟悉曝光计的操作方法。
2. 拍摄试片，用以熟悉和掌握曝光计的性能，并为以后的曝光控制提供准确的依据。具体方法参见实验 1。

---

注释：

①普通曝光计是指通用型的曝光计。有别于特殊用途曝光计。

②灰板又称做灰卡，是摄影专用工具之一。灰板具有特定的反光率，在摄影中用来控制曝光和洗印过程。灰板有单独一种反光率的（一般是 18% 的反光率），也有多级反光率的，多级反光率的灰板常常和典型的多级色谱制成一块标准色板，称为基谱板。灰板和基谱板的实例参见彩页图 1。

③将 12.5% 定为中组反光率的根据如下：把自然景物的反光率从高到低（最高近似为 100%，最低近似为 1.5%）按照每次减少 50% 关系分级，得到：100%、50%、25%、12.5%、6.3%、3.2% 和 1.6%。其中，反光率居中的是 12.5%。

## 第四章 照相机的测光和自动曝光系统

**本章提要：**介绍照相机的测光和自动曝光的简单原理及其种类。

自动曝光相机（或称傻瓜照相机）出现的初期，只是供业余或半业余的摄影爱好者所使用，而专业摄影师则偏爱非自动的照相机，认为手工调整照相机的曝光组合，比自动的容易控制。但是，随着照相机曝光系统性能的不断提高，而且直接利用照相机的测光和自动曝光系统可以实现快速拍照，于是自动照相机也越来越受到专业摄影师的青睐，特别是在外景拍摄或需要抓拍场合更有其优越性。

把照相机按其曝光系统分类，大体上可为三类。第一类是没有测光系统的照相机（包括一些专业用大中型照相机往往没有测光系统），这类照相机要依靠独立曝光计量光和订光。第二类是有测光系统而要靠手动调整光圈和快门的照相机，这类照相机也属于手动曝光相机。第三类是自动或半自动照相机，其中自动相机的测光和自动曝光都在按动快门的瞬间完成，而半自动照相机是先预设光圈或快门，照相机根据预设和测光结果自动调整曝光参数的另一项。

在此特别说明一点：有一些低档傻瓜照相机只有一级速度、一两级光圈可调，这类相机不属于自动曝光相机，不适于专业摄影，故不在本书讨论的范围之内。

为了分析问题方便，我们把照相机的曝光系统分为测光系统和自动曝光系统两个部分来讲述。

## 第一节 照相机的测光系统

### 4. 1. 1. 照相机的测光模式

照相机有两种测光模式：外测光和内测光。内测光严格地说，称为“通过镜头测光”，通常被称为“TTL 测光 (Through The Lens)”。

#### (一) 外测光

外测光照相机的测光系统和照相机的镜头是相分离的，光敏元件在照相机的外部，一般安装在镜头的旁边，所以也叫“旁轴测

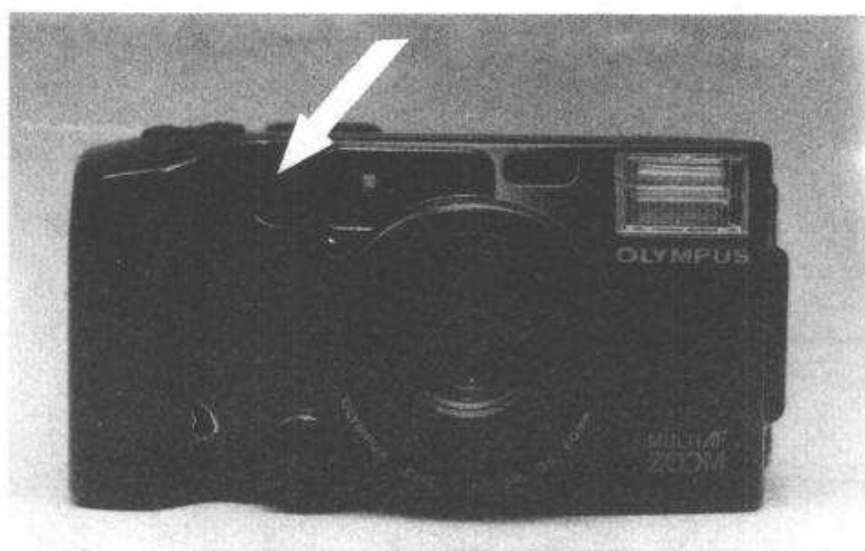


图 4-1  
外测光照  
相机的光  
敏元件的  
位置

光”。例如图 4-1 所示奥林帕斯 (OLYMPUS) AZ-200 super zoom 型自动相机, 它的蓝硅光电二极管位于前面板取景视窗的旁边, 箭头所指的位置上。也有的光敏元件被制成围绕镜头的圆环 (采用硒光电池的测光元件, 用此方式来扩大受光面积)。

外测光系统一般用在旁轴取景的照相机上, 包括各类袖珍自动相机。

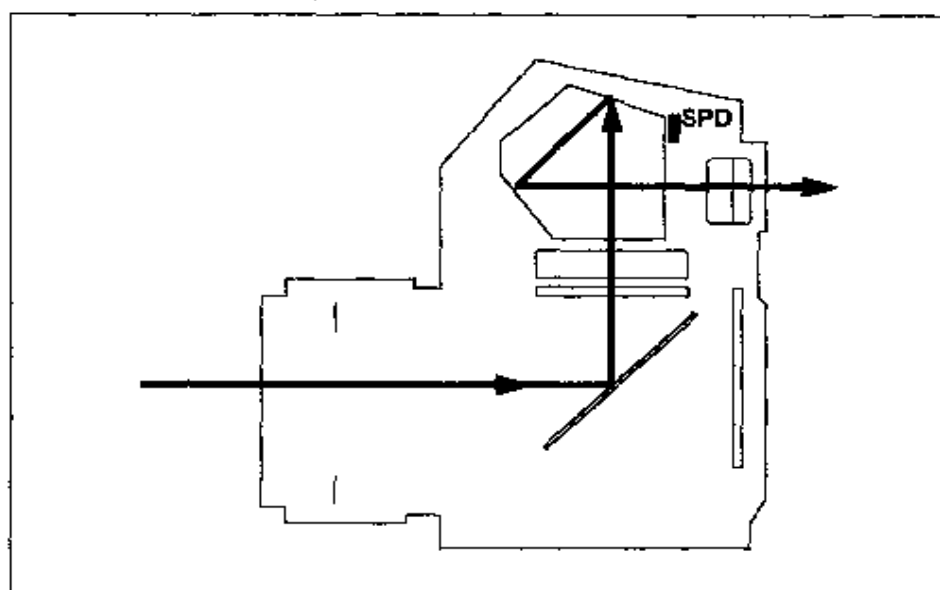


图 4-2  
TTL 测光  
——光敏  
元件位于  
五棱镜上

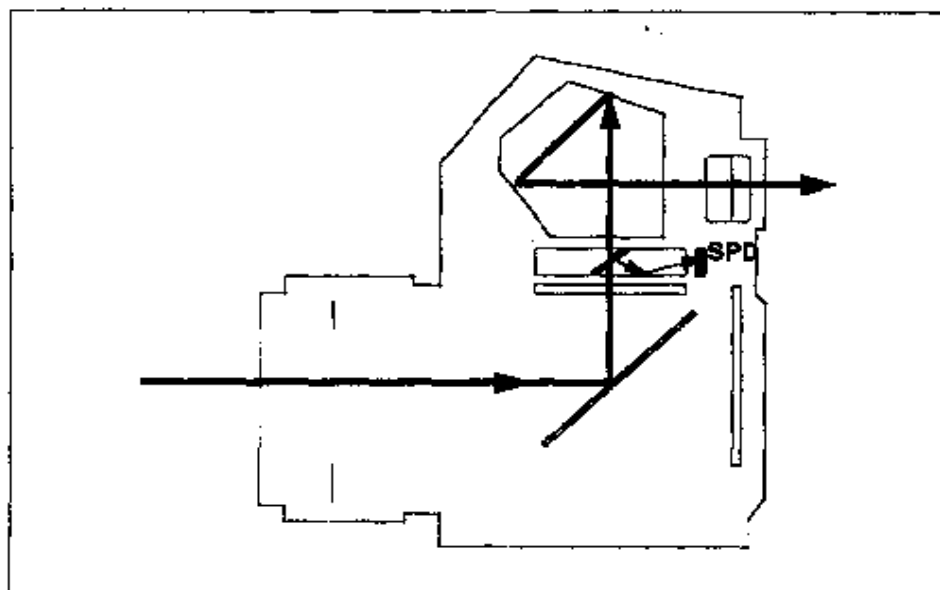


图 4-3  
TTL 测光  
——光敏  
元件位于  
五棱镜的  
下方

外测光系统由于测光范围与镜头成像范围不完全一致，因而误差要大于 TTL 方式。

## (二) TTL 测光

TTL 测光系统用于单镜头反光照相机，光敏元件安装在照相机内部。

TTL 测光系统又可以具体地分为两种形式：TTL 测光和 TTL—OTF 测光。

### 1. TTL 测光

TTL 测光是普遍的内测光方式，用于手动或自动曝光相机。

TTL 测光所具有的特点是：第一，光线经过了镜头，因而准确性较外测光系统高。第二，当照相机附加了滤光镜时，一般不用曝光补偿<sup>①</sup>。第三，TTL 测光系统是测量按动快门之前光圈全开时的光线，如果光线在快门启动的瞬间发生变化，或者光圈快门有较明显的曝光误差时，测量的准确性要受影响。

TTL 测光有三种基本形式。

#### A. 光敏元件安装在五棱镜上

如图 4-2 所示，在拍摄之前，光线进入摄影镜头，然后由反光镜反射光线到五棱镜上，再由五棱镜经折射到在位于取景目镜旁边的光敏元件上。在摄影的过程中反光板抬起，光线照射到胶片上，测光系统不再起作用。

光敏元件在这种测光系统的结构中距离取景目镜比较近，所以摄影时要注意遮挡来自取景目镜的光线，否则会影响测光的准确性。特别是自动曝光相机在诸如自拍（摄影时人眼离开目镜）的场合，对测光的影响更大。

#### B. 光敏元件位于五棱镜的下方

如图 4-3 所示，和前一种结构类似，经过反光镜反射的光线在到达五棱镜之前，先经过一个半反射半透射镜，将部分光线反



射到位于五棱镜下方的光敏元件上。

### C. 双反光镜结构的 TTL 测光

如图 4-4 所示, 在这种结构中, 反光镜由主副两块组成。主反光镜上有上万个“针孔”, 使 8% 的光线穿过主反光镜到达位于主反光镜后面的副反光镜上, 并由副反光镜再反射到位于照相机底部的快速反应光敏元件上, 而 80% 的光线则由主反光镜反射到取景器中供取景和对焦。

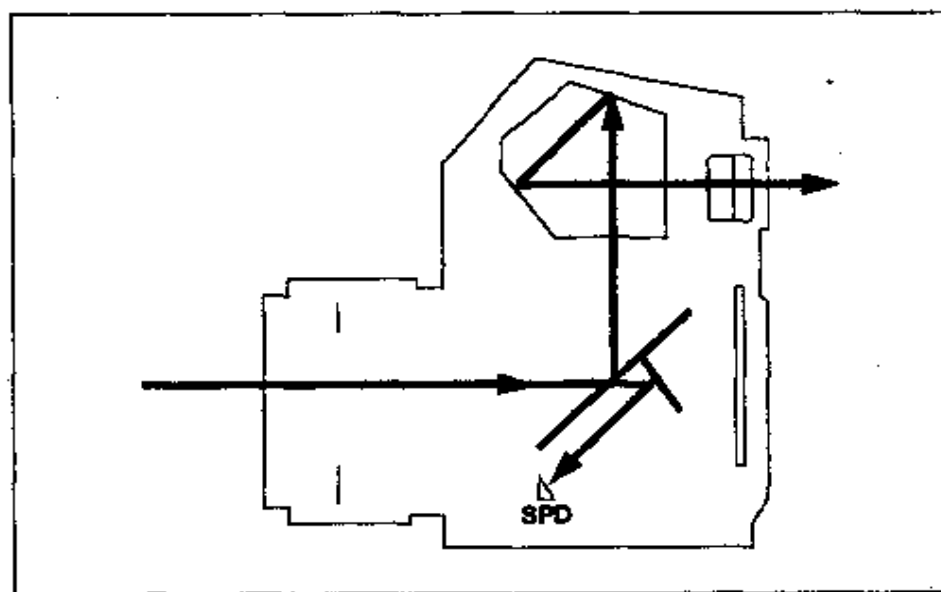


图 4-4  
TTL 双反  
光镜测光

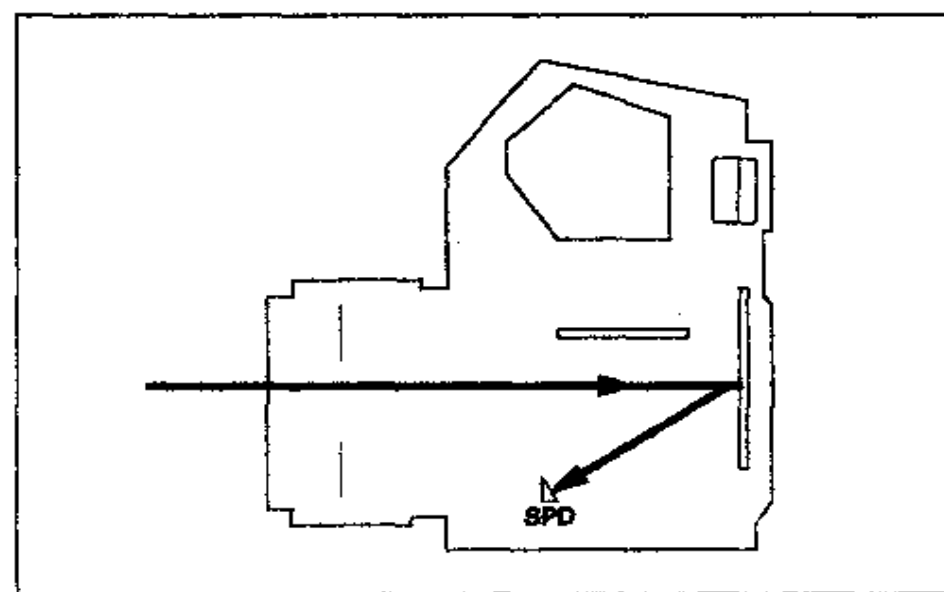


图 4-5  
TTL—  
OTF 测  
光

## 2. TTL—OTF 测光

TTL—OTF 是 TTL 测光的一种特例，它的意思是“通过镜头测量胶片反射光 (Through The Lens—Off The Film)”，这种测光方式只与自动曝光相机相配合。

TTL—OTF 测光系统的工作方式如图 4-5 所示：在快门按动之后，照相机的光圈收缩到预定的刻度，同时反光镜抬起，光线照射的胶片上然后反射到位于照相机下方的光敏元件上。光敏元件检测照射到胶片上的光线强度，当胶片达到所需的曝光量时，快门便自动关闭。所以，TTL—OTF 测光方式也被称做“实时测光”或“收缩光圈测光”，而普通 TTL 测光被称为“开放测光”或“光圈全开测光”。

TTL—OTF 测光方式由于测光时光圈收缩为实拍光圈，比光圈全开时的杂散光少，而且是直接检测到到达胶片的实际光线，所

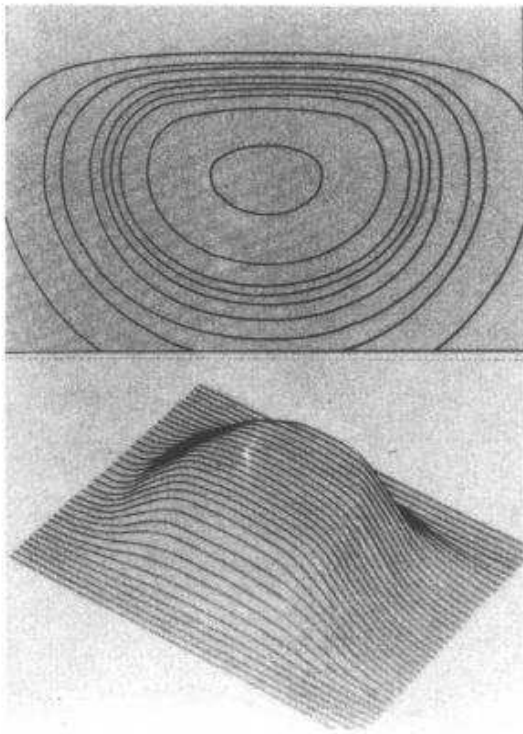


图 4-6 中央重点测光的测量区域

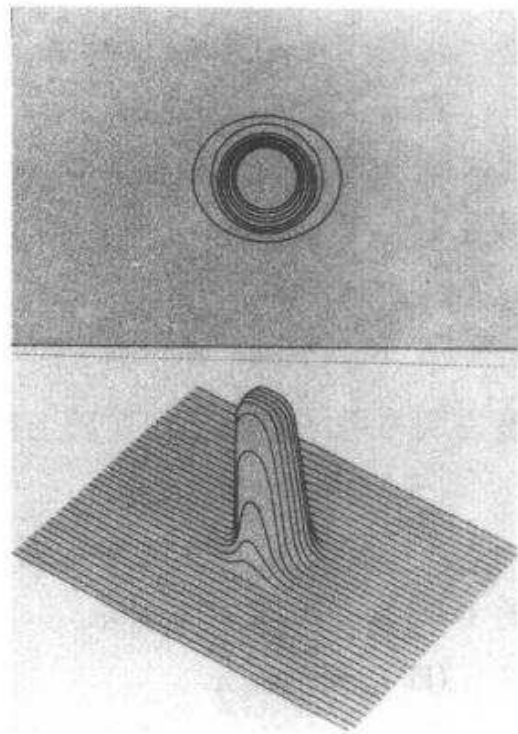


图 4-7 点测光的测量区域

以 TTL—OTF 测光的准确度高于普通 TTL 测光。

具备 TTL—OTF 测光系统的照相机往往同时具备普通 TTL 的测光系统。

#### 4. 1. 2. 照相机测光系统的测光范围

比较照相机测光系统和独立式曝光计可知，照相机测光系统属于亮度测量方式，它只能测量景物的亮度（即反射光），而不能测量照度（即投射光）。

外测光方式都属于平均测光方式，其受角一般与照相机标准镜头相匹配或小于标准镜头的视场角，也有一些袖珍自动相机具有点测光功能。

与独立曝光计以及照相机的外测光系统有所不同，TTL 测光花样比较多，并有不同的测量范围，下面分别介绍。

##### （一）平均测光

这种测光方式是平均地测量通过镜头整个画面的光强。

##### （二）中央重点测光

中央重点测光是常用的测光形式。这种测光方式测量通过

### (五) 分区式测光

分区式测光把测量分为若干个区域，分别测量几个区域所接受的亮度。这种测光方式与评估式自动曝光相配合，可得到智能化更高的自动曝光模式，是目前自动化程度最高的测光方式。另外，分区测光还可以很方便地转换为中央重点测光、部分测光或点测光形式。

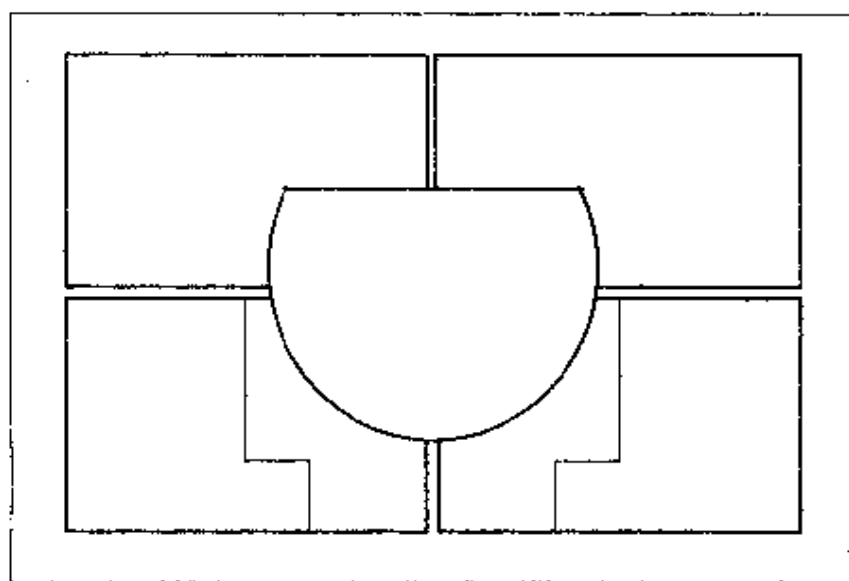


图 4-8  
尼康 FA 型  
照相机分区  
测光系统的  
区域划分

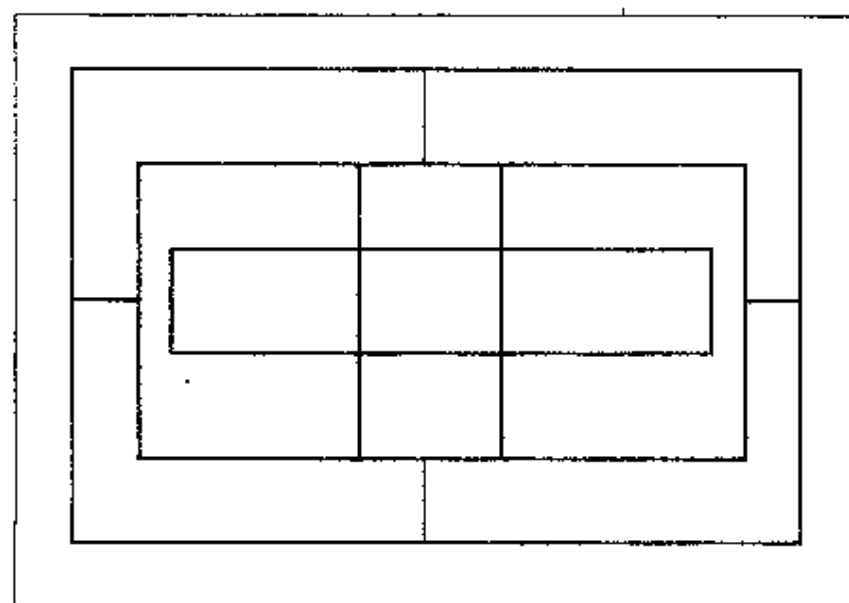


图 4-9  
佳能 EOS 10  
型照相机分  
区测光系统  
的区域划分

不同照相机对应于分区测光的画面分割方式是不同的，有“五分区”、“六分区”、“八分区”等等。例如尼康（NIKON）FA型照相机将测光范围划分为五个区域，如图4-8所示。而佳能（CANON）EOS10型将测光范围划分为八个区域，如图4-9所示。

因为分区式测光是评估式自动曝光的测光模式，所以将在照相机的自动曝光系统一节中，再对它们做进一步讨论。

#### 4. 1. 3. 对照相机测光系统的评价

对照相机测光系统的评价与独立曝光计是类似的，不同的是照相机的测光系统和照相机是一体的。

##### （一）光敏元件对测光的影响

现在，照相机上使用的光敏元件基本上是硫化镉（CdS）、蓝硅（SPD）、磷砷化镓（GPD）三种光敏材料。

硫化镉（CdS）在使用时有三点要注意：第一，在暗环境中测光需要较长的测量时间才能得到正确的测量结果，特别是在月光条件下拍摄时，测光时间需要几分钟。第二，低色温条件下（如日出日落、室内钨丝灯、摄影室中色温为3200K的摄影专用灯具照明条件下），硫化镉（CdS）灵敏度高，需要做适当曝光补偿，否则将导致曝光不足，特别是当单镜头反光照相机加有红滤光镜时，要做额外的曝光补偿。第三，镜头受到强光照射后，需要经过较长的恢复时间才能正确测量。

蓝硅（SPD）、磷砷化镓（GPD）光敏材料正在取代硫化镉（CdS）材料，特别是蓝硅（SPD）和磷砷化镓（GPD）可以实现自动曝光中的闪光灯同步，所以高档自动照相机中全部使用的是这两种光敏材料。不过蓝硅光电二极管（SPD）对电能的消耗较大，使用后应注意及时关闭电源。

## (二) 不同测光范围的比较

1. 平均测光适合于亮度均匀的场所，当被摄景物中没有大面积过亮和过暗的物体时，采用机位平均量光，基本上可以做到曝光正常。但是，平均测光不适于在景物亮度分布复杂的场合做机位测量。

2. 中央重点测光是在平均测光的基础上改进而成的。在一般的摄影构图中，主题总是被安排在画面中央略偏下的位置上，所以测光时兼顾环境和被摄主体，使测量更合理。同样，中央重点测光也不适于在景物亮度分布复杂的场合做机位测量。

3. 点测光适用于景物亮度分布复杂的场合，可以在较远的距离上对主体做重点测光。但是被测主体必须选择的合理，否则也要引起曝光失误。

4. 局部测光的优缺点介乎中央重点测光和点测光之间。

5. 分区测光为摄影者提供了更合理的测量方法，并增加了更多的摄影者自己选择测光方式的自由度，但功能的增加也会增加操作的复杂程度，在不熟悉的情况下同样有可能出现操作失误。

以上各种测光方式均有一定的适用范围，关键是我们在使用照相机之前应该清楚我们所用的照相机属于哪种测光方式。有一些照相机同时具备了两种以上的测光方法。

## 第二节 照相机的自动曝光系统

微电子技术的进展不仅带来了独立式曝光计的革新，它更使得照相机的自动功能不断翻新，令人目不暇接。照相机的各种测光功能配以不同的自动曝光功能，形成了花样繁多的照相机曝光系统。

对照相机的曝光系统仔细地分类很难，因为每种照相机都在极力推出有自己特色的自动系统。而且，有的自动曝光功能“身兼数职”，要把它归于一类也难。所以，本节将就常见的曝光模式作一些介绍。附录 2 列举了部分照相机的测光和曝光功能，供查阅。

#### 4. 2. 1. 手动曝光模式

手动曝光模式常用“M” (Manual-Exposure) 表示，是照相机最常见的曝光功能。它通常应用于以下照相机：

##### (一) 没有自动曝光功能的照相机

使用这类相机时，以独立曝光计或照相机的测光系统决定曝光组合参数，并靠人工调整光圈和快门的刻度。

##### (二) 专业用自动或半自动相机一般带有手动曝光功能

为了摄影师的特别需要，无论照相机的自动化程度有多高，一般都设有手动挡可供摄影师随意调整光圈和快门，而不受自动功能的限制。

##### (三) 电子快门照相机以备万一的措施

电子快门的照相机在遇到意外的电路故障时（如电池消耗），会导致照相机快门无法启动。为了避免这种情况，一般在相机上备有一个机械挡，供意外情况下使用。通常，机械挡只有一级固定的常用快门（如 1/60 秒），光圈是可以随意调整的。

##### (四) 袖珍式自动相机一般没有手动功能

袖珍式自动相机属全自动控制型相机，对于专业摄影来说，限制比较多。

#### 4. 2. 2. 光圈优先曝光模式

光圈优先模式常用“A” (Apertuer-Priority) 表示，是一种

半自动曝光模式。使用时先要人工调整好光圈刻度，照相机在拍摄时自动调整快门，使曝光正常。

### 4. 2. 3. 快门优先曝光模式

快门优先模式常用“S” (Shutter-Priority) 表示，也是一种半自动曝光模式。使用时先要人工调整好快门刻度，照相机在拍摄时自动调整光圈，使曝光正常。

图 4-10 是典型的快门优先 EV 特性图。在该例中，曲线 2 和曲线 3 分别设定在 1/125 秒和 1/30 秒上，当光圈在该照相机的最大 (F1.4) 至最小 (F16) 之间能够获得正常曝光时，曝光时间保持在 1/125 秒或 1/30 秒不变，当光圈在该照相机的最大至最小之间不能获得正常曝光时，曝光时间增加或减少以保证曝光正常。曲线 1 是另一种兼顾了景物景深的快门优先模式，这种模式可以保持高速和小景深。该例的光圈设定不小于 F4，快门为 1/125 秒。当光圈在 F1.4 至 F4 之间，曝光时间为 1/125 秒而不能得到正常曝光时，曝光时间将随曝光量的改变自动调整。

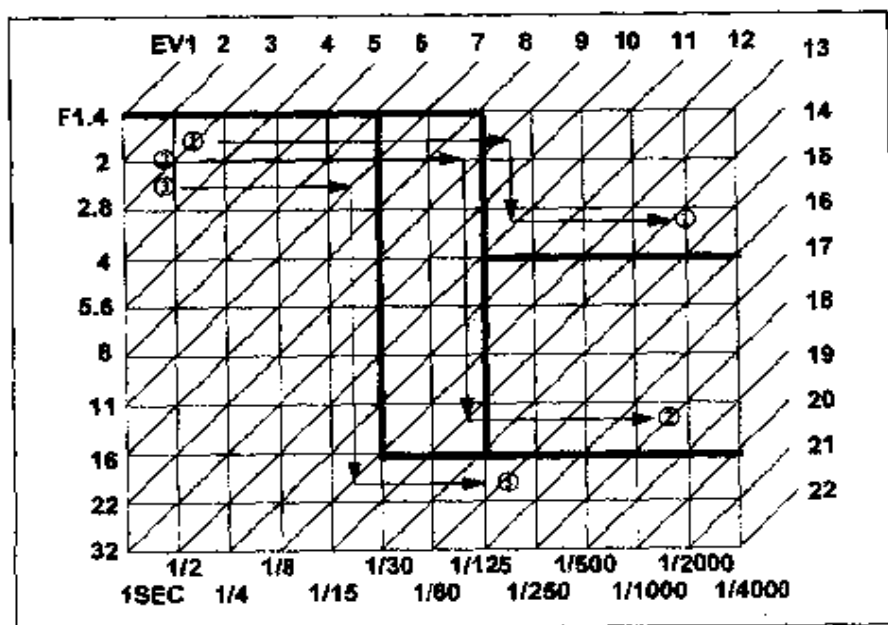


图 4-10  
快门优先  
模式 EV  
特性图



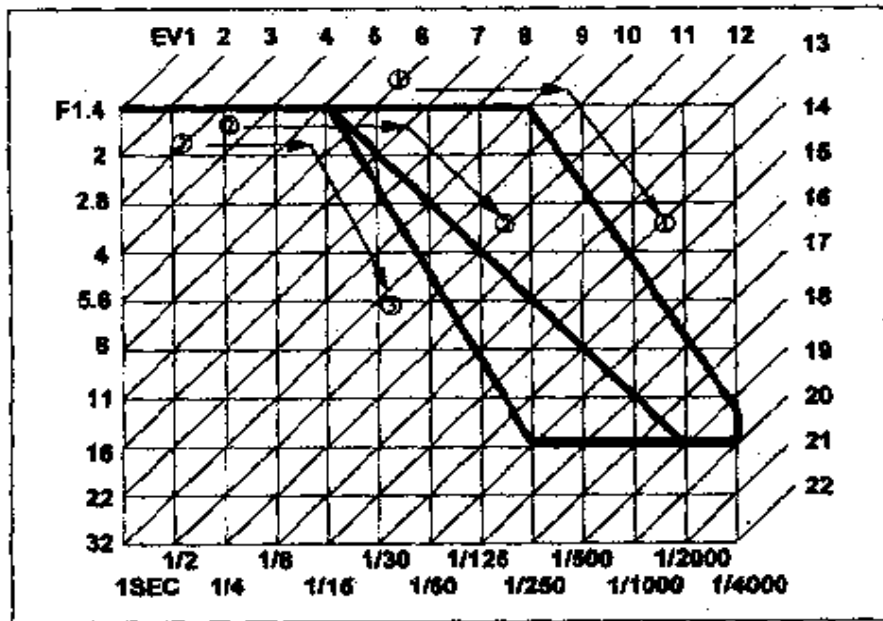


图 4-11  
程序自动  
模式 EV  
特性图

#### 4. 2. 4. 程序式自动曝光模式

程序式自动曝光是全自动曝光模式，用“P”（Program）表示。这种模式是按照预先设定的程序控制曝光，它的特点是同时调整照相机的光圈和快门，使 EV 值较高时有较小的光圈和较高的快门速度，EV 值较低时有较大的光圈和较低的快门速度。程序式自动曝光又可分出不同的种类。

##### （一）标准程序

标准程序（Standard Program 或 Normal Program，直接用“P”表示）是程序式自动曝光系统中一种通用模式，比较适合于业余摄影和一般摄影需要。而所谓“标准模式”并没有统一的标准，不同照相机有自己的设计考虑。

##### （二）考虑到快门速度的高速、低速程序

高速程序用“HP”（High Speed Program 的缩写）表示。低速程序用“LP”（Low Speed Program 的缩写）表示。

高速和低速程序是在全自动程序式曝光模式下兼顾了快门速

度的因素而设定的曝光模式。图 4-11 是康太克斯 (CONTAX) 167<sub>MT</sub> 型的 EV 特性曲线，该照相机有 P、HP、LP 三种程序模式，三条曲线相互比较可以看出它们的区别。图中曲线 1 是高速 (HP) 程序，曲线 2 是标准 (P) 程序，曲线 3 是低速 (LP) 程序。这三种程序在相同的 EV 值下，有不同的曝光组合。例如：在 EV 值等于 17 时，P 模式的曝光组合参数为 F11、1/1000 秒；HP 模式为 F8、1/2000 秒，比 P 模式的快门速度高，光圈 F 值大；LP 模式为 F16、1/500 秒，比 P 模式的快门速度低，光圈 F 值小。在本例中，HP 和 LP 之间保持将近三级的曝光时间差。

### (三) 广角、长焦程序

有一些相机备有标准、广角和长焦三套程序，在使用不同焦距的镜头时相机自动识别、更换。也有一些相机是在使用变焦头时，自动产生程序的偏移。这种程序是针对不同镜头的摄影用途及技术特点而设计的。长焦镜头通常用于拍摄近景或特写，要求光圈大、景深小，并且容易产生相机抖动。为此，长焦镜头配合以大光圈、高速度的自动程序。广角镜正好相反，常用于拍摄大

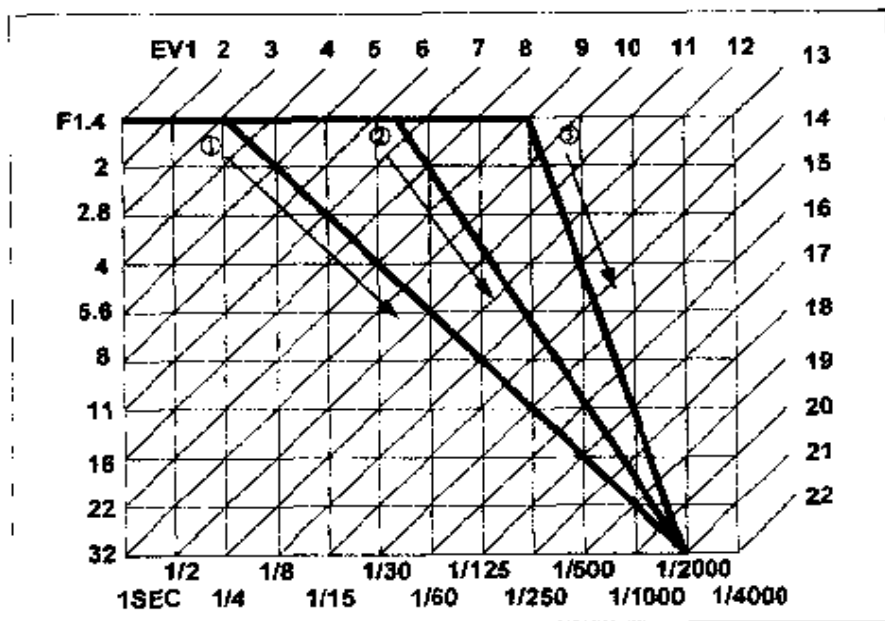


图 4-12  
标准、广角  
和长焦程序

环境，要求光圈小景深大，并且不容易产生相机抖动，为此，广角镜头配合以小光圈、低速度的自动程序。在低照度条件下广角、标准及长焦程序之间有明显的差异。

图 4-12 是美能达 (MINOLTA)  $\alpha$ -7000 型照相机的广角、标准及长焦程序的 EV 特性图。曲线 1 是广角程序，曲线 2 是标准程序，曲线 3 是长焦程序。三条曲线的斜率不同：广角模式从快门 1/4 秒时开始收小光圈；标准模式是在快门 1/30 秒以上开始收小光圈；长焦则要到 1/250 秒的高速时，才开始收光圈；但是，在 EV 值高端，三条曲线的特性越来越接近，并在 EV 值为 21 时，达到照相机的最小光圈和最高快门速度。

#### (四) 程序偏移

程序偏移分为自动程序偏移和手动偏移。自动偏移和上述广角、长焦模式是相似的，是在照相机使用非标准镜头或使用变焦镜头时，曝光系统自动对曝光模式做出调整，由于设计者的设计出发点不同，程序偏移的特性也有不同。

手动程序偏移模式则是由摄影者来选择的偏移模式，它在标准模式的基础上对光圈和快门的组合做出一定的调整，以适于摄影者的“个性表达”。

图 4-13 和图 4-14 分别是美能达 (MINOLTA) Dynax8000i 型照相机的自动程序偏移模式和手动程序偏移模式的 EV 特性图。

图 4-13 的自动模式配合照相机变焦头使用，当使用到广角一端时，曝光组合方式是光圈较大、快门速度较低，景深较大。当使用到长焦一端时，曝光组合方式是光圈较小、快门速度较高，景深较小。

图 4-14 的手动模式有两种偏移模式，一个模式比标准模式的光圈大、快门速度高；另一个模式比标准模式光圈小、快门速度低。

图 4-13  
自动程序  
偏移

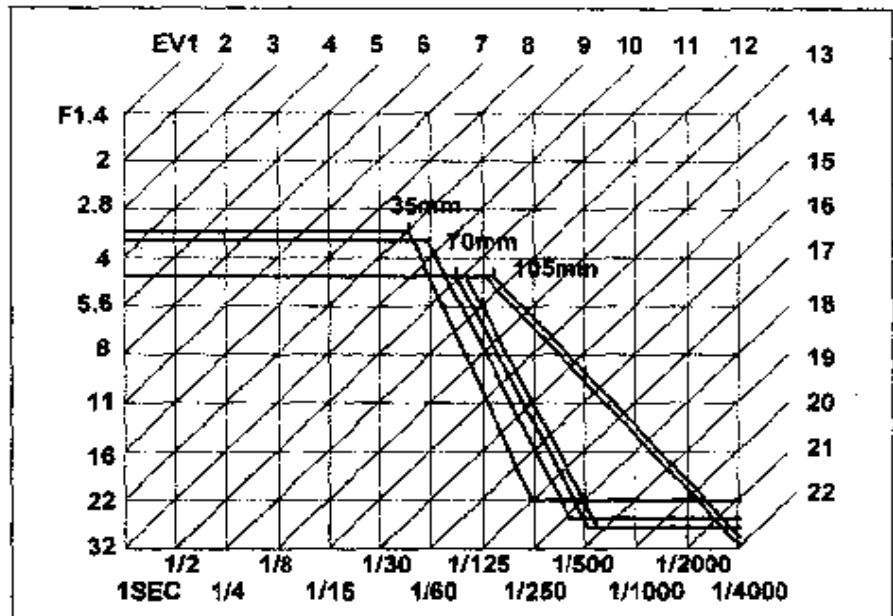
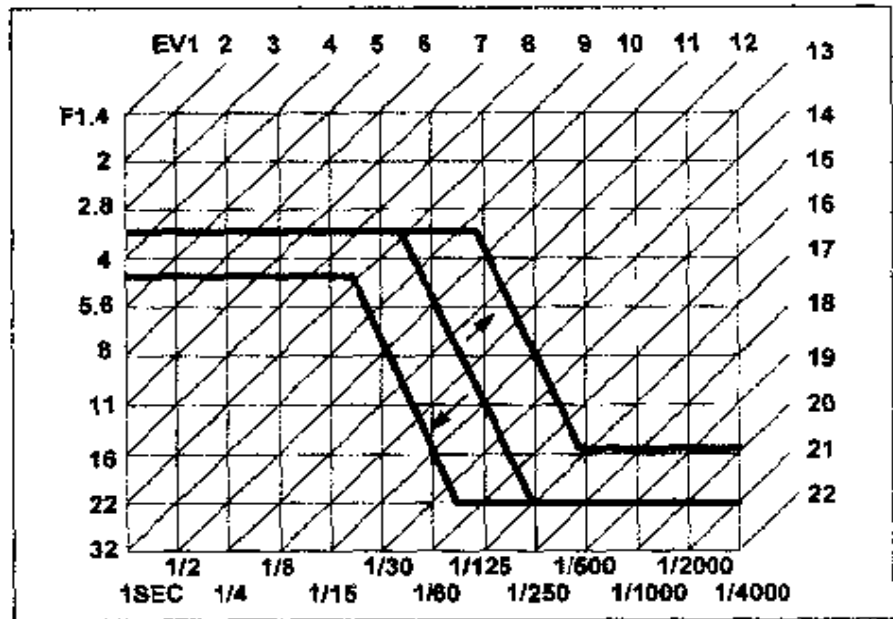


图 4-14  
手动程序  
偏移



### (五) 其他

程序式曝光模式花样是很多的，除以上介绍之外，还有动感程序以及景深程序等等。这些程序所考虑的摄影用途不同，但都是为了在景深和摄影时间之间建立起合理的比例关系。

## 4. 2. 5 评估式自动曝光模式

评估式自动曝光应归结为程序式曝光模式，是全自动曝光模式。因为评估式自动曝光模式是一种新型高智能曝光模式，所以对它做单独介绍。

评估式自动曝光和分区域测光模式相对应，是微电子计算机技术发展的产物，曝光过程对每一区域所测量的结果进行综合和分析，并确定正确的曝光组合。它和一般程序式的区别在于它的EV特性不再是单一模式，而是在多模式中自动选择一个。

### (一) 举例

评估式自动曝光系统在设计上虽然各有各的考虑，但是在总体上，它们的特点都是能够比较好地解决自动相机在特殊亮度环境下易出现的曝光失误。比如在背景过亮或过暗时，一般的自动曝光系统都会产生主体曝光不足或曝光过度，而评估式自动曝光系统会根据中心测光区域与周边测光区域的差别或景物亮度对比状况，做出相应的校正。

以尼康的评估式自动曝光系统为例。

图 4-15 是尼康 (NIKON) FA 型照相机的自动曝光系统工作框图。这一套自动曝光系统被称为 AMP (Automatic Multi-pattern Metering)，意思是自动多重模式曝光。图 4-15 中的数字代表了这套系统中的各个功能块以及工作的先后顺序。

#### 第一步：分区测光

测光系统分五个区域接收来自镜头的亮度光值。

#### 第二步：模 / 数转换

由第一步骤测得的亮度光值（模拟光值）在这里进行逻辑电路处理，然后经高速取样被转换为数字光值。

#### 第三步：镜头数据输入

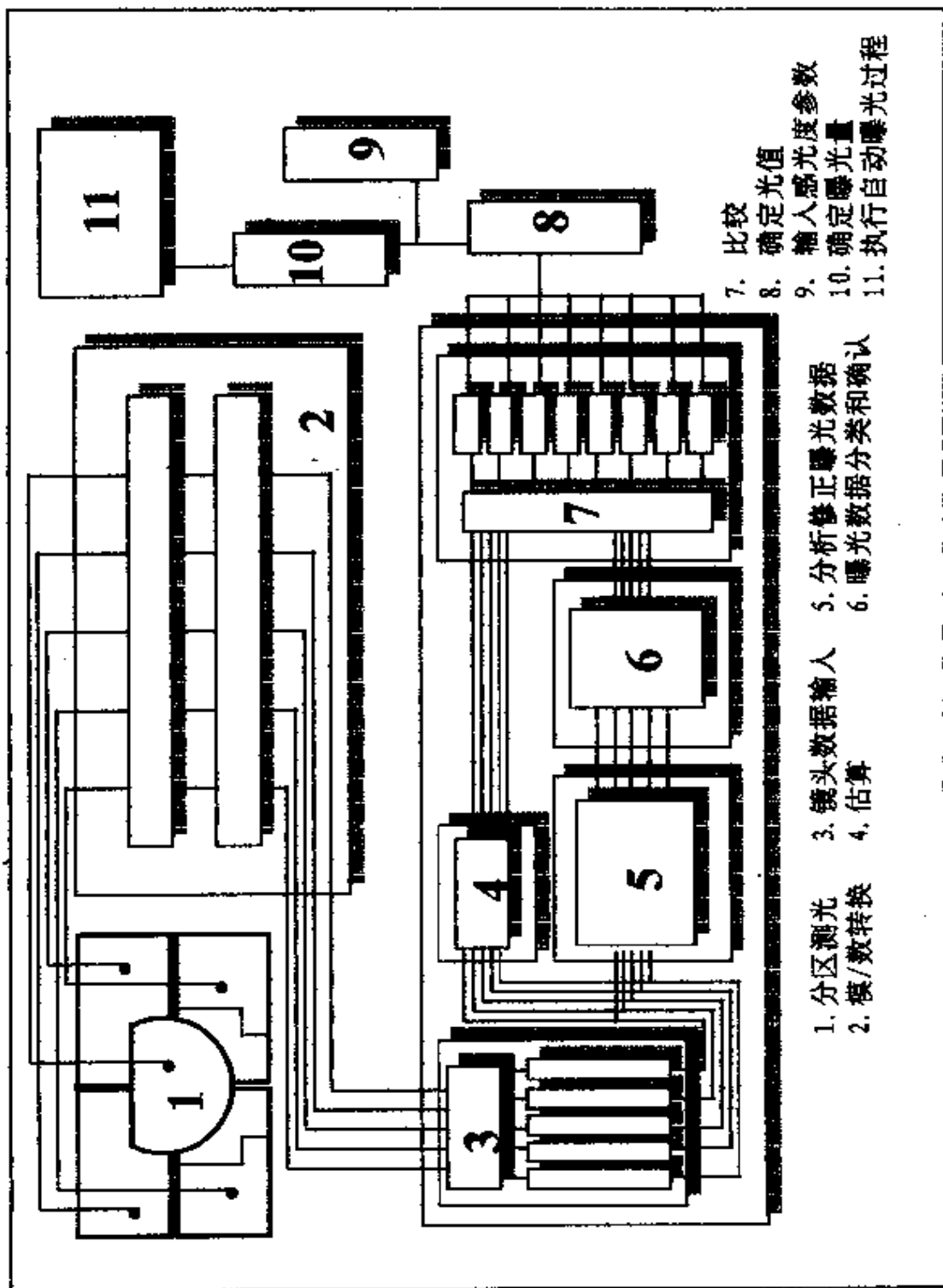


图 4-15

评估式自

动曝光系

统

输入镜头的各项参数：包括速度、类型、光圈 F 值、焦距以及由前一步骤所输入的数字光值。补偿该镜头光晕效应和光的跌落等因素对光值的影响，得出达到胶片的准确的光值数据。

#### 第四步：估算

为了避免“傻瓜”相机会出现的曝光失误，大量重要的数据包括反差状况、亮度分布图、明暗两极亮度的位置、亮部和暗部占总画面的比例以及高光情况等等在这个步骤中被估算。

#### 第五步：分析修正曝光的参数

这个步骤是和第四步并列进行的。在这一步骤中被分析和选择，使图片能够得到最佳曝光所需要的参数。

#### 第六步：曝光数据分类和确认

将第五步选择的参数，按照图片的场景对照计算机模拟场景的类型归类，然后确认。计算机模拟场景的模板是根据对上万张图片的视觉评价、亮度分布分析、最佳反差以及人的主观感受等等而制作出来的。

#### 第七、八步：确定光值

将第四步得到的估算数值和第六步分类及确认的场景数据在第七步中进行比较，并在第八步确定最终出的光值。

#### 第九、十步：确定曝光量

输入胶片的感光度参数，将第八步确定的亮度光值转换为照相机的曝光参数。

#### 第十一步：执行自动曝光过程

照相机以确定的光圈和快门速度对景物曝光。

以上过程在实际工作中是瞬间实现的。

### (二) 自动曝光功能卡

一般的评估式自动曝光相机是将曝光程序固化在照相机的微电子元件中。然而，也有例外的情况。如美能达 (MINOLTA) 有几

款具有评估式自动曝光功能的照相机（如 Dynax7000i、8000i 等型号）是将各种程序制作在一张张小功能卡上，像计算机更换软件一样，通过更换功能卡来调整照相机的功能。在使用的时候，摄影者根据摄影要求，选择相应的功能卡插在位于照相机快门附近的卡槽中（如图 4-16 所示），照相机便执行该功能卡的程序。

美能达（MINOLTA）照相机的功能卡种类很多，而且还在增加新的功能。例如：（1）自动多级曝光卡——自动连续拍摄多张不同曝光的照片，确保曝光准确。（2）自动程序偏移卡——根据不同主体自动产生程序偏移，以适于不同摄影需求。（3）高光 and 阴影控制卡——在特殊的亮度环境下以高光模式或阴影模式曝光。（4）幻境效果卡——使画面产生柔光效果。（5）资料记忆卡——记录拍摄所用快门、光圈、镜头及照片张数，以方便复查和研究。（6）景深控制卡——自动调整光圈和快门组合，获得清晰的景深。（7）人像摄影卡——自动调整主体与景深的关系，达到理想的人像摄影效果。（8）体育动感控制卡——高速程序曝光配合以连续自动对焦，产生凝固动感的效果。（9）微距摄影卡——控制光圈以产生大景深，使影像清晰。（10）用户自定义卡——使用者可以更改照相机已设定的程序和功能，以满足特殊需要。



图 4-16 照相机的功能卡



## 4. 2. 6. 其他自动曝光模式

### (一) 景深优先模式

景深优先模式是根据景深的要求来调整光圈和快门的组合。在这种自动模式下，曝光系统将首先保证对被摄景物足够清晰。

### (二) 自动多级曝光

自动多级曝光，或称梯级曝光、包围曝光、括弧曝光等等。简称为 ABC (Automatic Bracketing Control)。这种自动功能使照相机在每次拍摄时都以不同的曝光连续拍摄数张，以保证其中有一张是曝光最恰当的。自动照相机能够拍出曝光正常的照片，但是也有一些照片有特殊的气氛要求，可能曝光多一些或少一些反而更贴切主题，自动分级曝光为摄影者提供了挑选的余地。

### (三) 曝光补偿功能

曝光补偿功能是与自动曝光相机配套的辅助功能，利用该功能可以满足特殊摄影需要或对照相机做出修正。曝光补偿的级数用 EV 表示，如图 4-17 是照相机曝光补偿旋钮，刻度表示了曝光增减的幅度，如： $+0.5$  表示曝光比标准曝光增加半级；

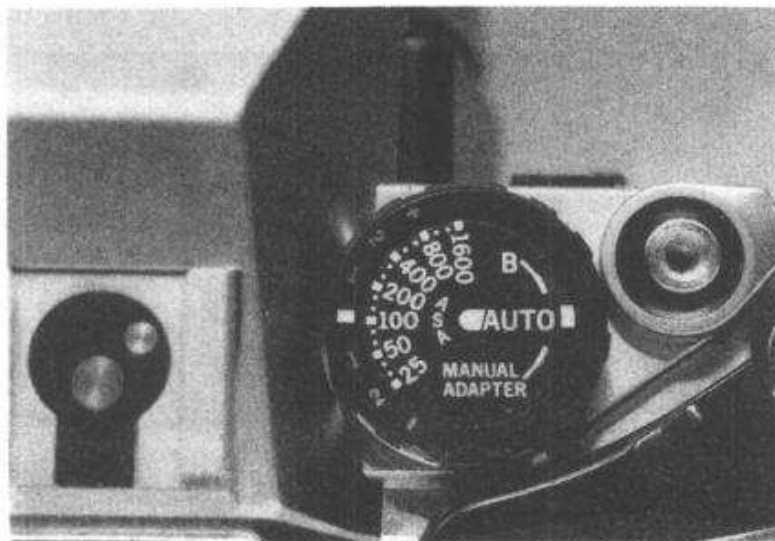


图 4-17  
照相机的曝光  
补偿旋钮

-1 表示曝光比标准曝光减少一级。也有一些自动照相机的曝光补偿功能采用的是电子式调节，调节的幅度在液晶显示器上显示出来。

#### 4. 2. 7. 闪光灯自动补偿模式

由照相机自动控制闪光灯首先要具备闪光灯同步功能，在此基础之上又有两种意义上的闪光灯自动：一是在低照度摄影条件下的闪光灯自动启动；二是逆光摄影条件下的闪光灯自动启动。

低照度摄影条件下的闪光灯自动启动功能是在环境照度低于摄影要求时，照相机自动启动闪光灯，以闪光灯作为摄影光源。凡是带有内藏式闪光灯的自动照相机（包括功能很简单的袖珍式傻瓜相机）几乎都有自动启动闪光灯的功能。

闪光灯自动逆光补偿又称做自动调光。因为，在这种自动模式中闪光灯的亮度和环境光的亮度关系之间是由照相机自动调整的。

照相机低照度下闪光灯自动启动比逆光补偿要容易实现。低照度下自动闪光只需要照相机检测出进入镜头的光线强度是否能达到正确曝光的标准，并给闪光灯发出操作信号即可。而自动逆光补偿则首先需要照相机判断摄影状态是否是逆光摄影或者背景的亮度比主体高出较多，它的检测原理是判断画面中心部分和画面周围的亮度差别，当中心部分比周边亮度低很多时，照相机做出主体处于逆光的判断，并指示闪光灯启动对主体补偿。

##### （一）TTL 闪光灯自动控制

一般的 TTL 闪光灯控制如图 4-18 所示，是 TTL—OTF 自动模式。在摄影过程中，位于照相机底部的光敏元件检测来自胶片反射的光线，一旦曝光合适，瞬间切断闪光，停止曝光。

TTL—OTF 闪光灯自动控制的优点在于：（1）自动化程度

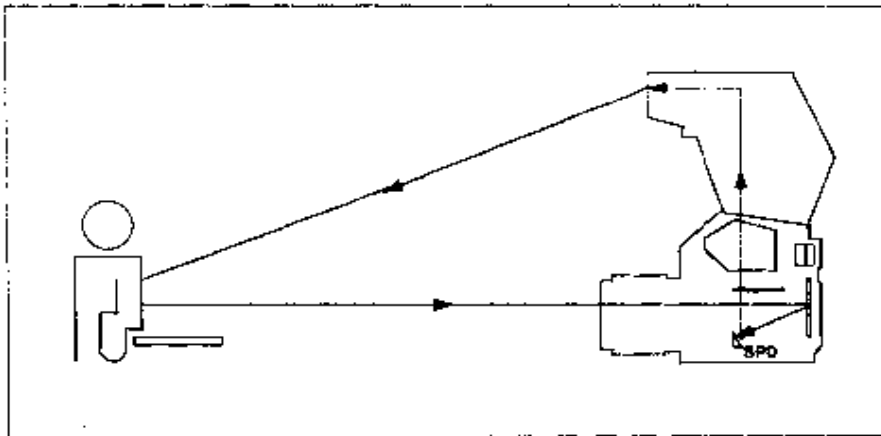


图 4-18  
TTL 闪光灯自动  
控制

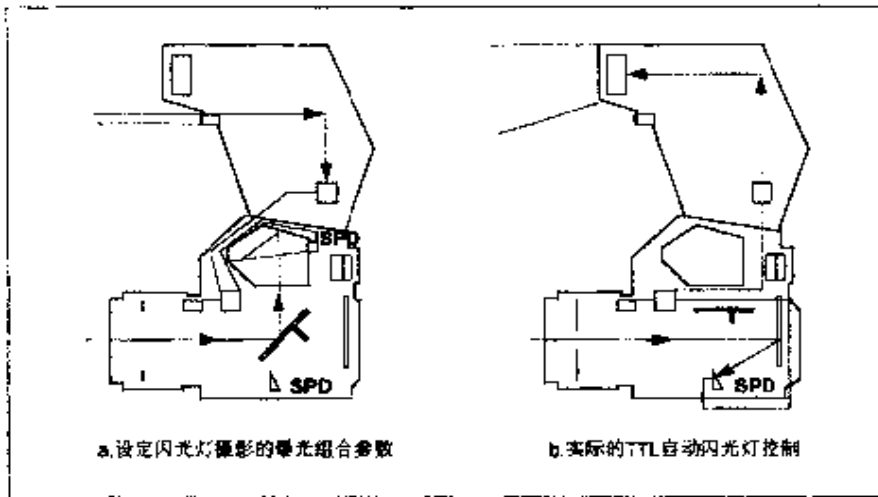


图 4-19  
A-TTL 闪光灯自  
动控制

高，使用方便。(2) 光圈调整随意，只要闪光量在有效摄距之内，可以任意光圈拍摄。(3) 曝光准确。

## (二) A-TTL 闪光灯自动控制

A-TTL (Advanced-TTL) 模式是更高级的闪光灯控制模式。以佳能 (CANON) EOS-1 型照相机为例，该系统的自动闪光分为两步：

### 1. 设定闪光灯摄影的曝光组合参数

如图 4-19 (a) 所示。在摄影之前，半程按下快门按钮，照相机结合分区测光的功能，测量取景范围内周边的亮度，即背景亮度。与此同时，闪光灯根据照相机机身的指令进行预闪光（预闪光是正常闪光光量的  $1/20$ ），闪光灯的受光部件检测被摄主体

的反射光，并把大致的距离信息传递给机身。照相机综合背景测量和主体测量的结果来确定光圈和快门的取值。

## 2. 实际的 TTL 自动闪光灯控制

如图 4-19 (b) 所示，完全按下快门按钮，照相机开始闪光和对胶片曝光的过程，以 TTL-OTF 方式检测胶片所接收的光线(以中央重点测光方式)，一旦曝光合适，瞬间切断闪光，停止曝光。

A—TTL 模式技术过程比较复杂，但是它可以更有效地平衡被摄主体和背景之间的亮度关系。

照相机的自动功能越是先进，固然曝光的准确度越高，但是太多的功能也会把使用者搞得眼花缭乱。同样，简单的测光功能也可以实现准确地曝光控制。所以，正确地掌握曝光方法是最重要的。下一章将开始介绍曝光方法，以及分析各种曝光方法和照相机自动曝光的利弊。

## 思考题

1. 比较照相机的测光及自动曝光系统与独立曝光计在结构原理上以及使用上有哪些同异？
2. 小结照相机的测光系统有哪几种类型？有几种测量范围？
3. 自动曝光照相机共有多少种类型？自动曝光程序共有多少种模式？
4. 照相机如何实现闪光灯自动控制？

## 练习

1. 对照使用说明书，了解自己所使用的照相机的测光及自动曝光的类型，熟悉其操作方法。
2. 通过实验，了解和掌握自己所使用的照相机的曝光性能及

曝光的准确性。具体方法参见实验 1。

---

注释：

①一般情况下，滤光镜对 TTL 测光的准确性没有太大影响。但是在使用黑白摄影用的色纯度较高的滤光镜时，有可能产生曝光的偏差。例如，如果照相机所使用的光敏元件是硫化镉光敏材料，对波长在红区的光较敏感，使用红滤光镜时，会造成曝光不足，对于类似情况，应通过实验，确定适当的曝光补偿。

## 第五章 正确使用曝光计

**本章提要：**介绍曝光计的使用方法。

### 第一节 量 光

曝光计有两种测量状态：照度测量和亮度测量。这两种测量方式的持表方法是不同的。

#### 5.1.1. 照度测量

照度测量是测量投射到被摄景物上的光线，所以测量的时候要将曝光计带上乳白罩，使曝光计的光敏测量头由被摄体方向指向照相机方向，如图 5-1 所示。习惯上，也有将光敏测量头指向光源方向来测量照度的。向照相机方向测量的照度值相当于对物体受光面和背光面的平均照度，而指向光源方向来测量照度其数值较接近主光的照度，所以测量目的不同，测量方法允许适当调整。测量照度只对能产生顺光照明或前侧光照明的光线有效，对侧逆光、逆光或摄入画面的光源（如台灯、窗户等）测量照度没有意义。如果想知道侧逆光、逆光所产生的光斑以及摄入画面的

光源的明亮程度就要测量这些光斑的局部亮度。

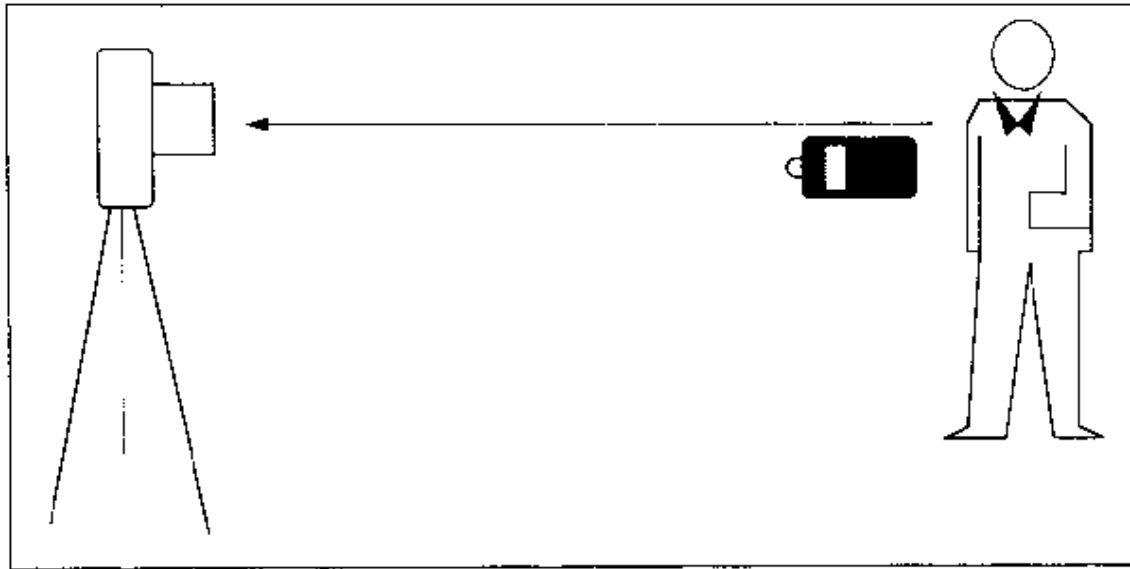


图 5-1 照度测量的方式

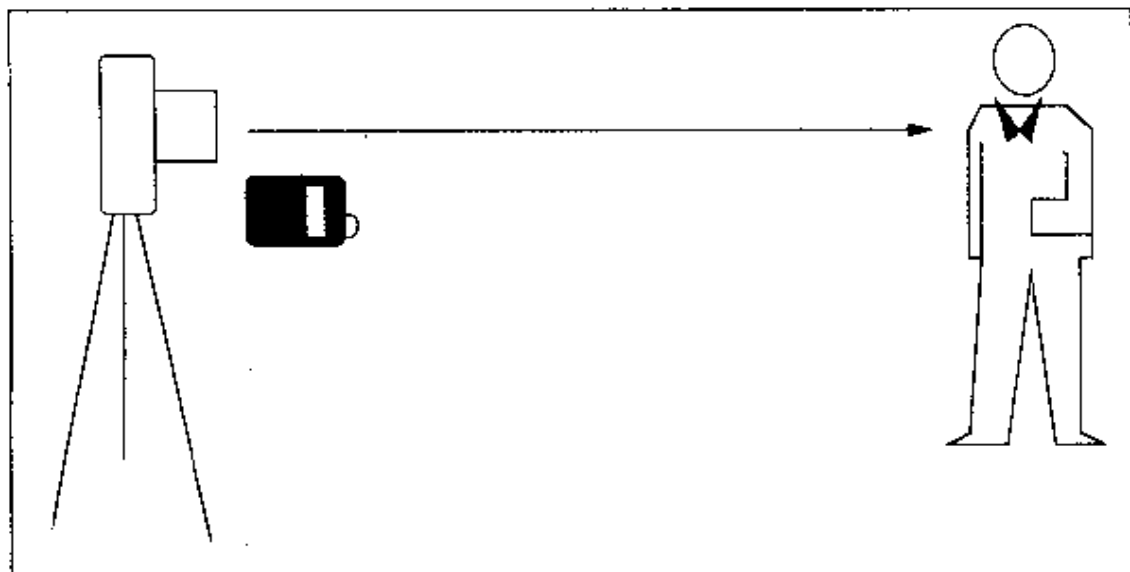


图 5-2 亮度测量的方式

室外摄影时，由于我们处在同一个太阳之下，照度是均匀的。测量照度可以在被摄体的位置上测量，也可以简单地在照相机的位置上测量，只要持表的方向正确，测量结果是一样的。但

是要注意：如果被摄体处于阳光下，测量照度也要在阳光下；如果被摄体处于阴影中，测量照度也要在阴影之中。

室内自然光摄影或摄影室内摄影时，被摄环境的照度是不均匀的，照度水平随距离光源（灯具或窗户）的远近而改变，并与周围环境的反光特性有关（参见第二章第二节的解释）。对于不均匀照度环境的测光一般这样进行：首先通过照相机确定构图，然后根据取景范围分别测量被摄主体、前景及背景的照度。

### 5. 1. 2. 亮度测量

亮度测量是测量被摄景物反射出的光线，所以测量的时候要将曝光计的乳白罩摘掉，使曝光计的光敏测量头由照相机方向指向被摄体方向，如图 5-2 所示。

特别要指出的是：多数曝光计摘下乳白罩就可测量亮度，但是也有个别曝光计需要再带上另外一个阻光罩才能正确测量亮度值，如美能达系列曝光计即是如此。

亮度测量的测量范围取决于曝光计距被摄体的距离，距被摄体越远测量范围越大。在照相机的位置上测量相当于照相机标准镜头的平均测光（或中央重点测光），近距离测量被摄体的亮度则可以得到被摄体的局部亮度。如果使用点曝光计也可以在较远的地方测量被摄体的局部亮度。摄影室内拍摄时，都是测量被摄体的各个关键部位，并据此调整灯光，确定曝光组合，很少测量平均亮度。

亮度测量要避免测量极高亮度的物体，否则会对曝光计造成损坏。比如拍摄日出日落的画面时往往测量天空的亮度，而不直接测量太阳的亮度。

### 5. 1. 3. 使用照相机的测光系统测量

照相机的测光系统测量的是景物的亮度，所以和独立曝光计



的亮度计相似。

用照相机来测光，同样可以通过调整照相机到被摄体之间的距离来调整测光范围，从而得到平均测光或局部测光。如果想知道被摄体的局部亮度数据时，可以先走近物体量光，然后再退回到原来取景的位置上拍摄。

有局部测光或点测光功能的照相机，也可以利用其功能实现较远距离的局部测光。

## 第二节 光比测量

光比被定义为主光与辅助光之比。光比测量是量光的重要环节，在外景摄影中，通过测量光比来决定是否需要对被摄主体的背光面补光（或遮挡被摄体的受光面）。在人工光源照明的情况下，光比是可以随意改变的，通过测量调整光比到预定的比例关系。

图 5-3 至 5-5 示意了不同光比的摄影效果，图 5-3 的光比是 2:1，图 5-4 的光比是 4:1，图 5-5 的光比是 8:1。在这三幅照片中，石膏像的脸



图 5-3 主光、辅助光之比为 2:1

部光比为前面所说的光比，而石膏像的下部由于衬纸反光的缘故，实际光比较小。光比大小直接改变了被摄体的反差和亮度间

距。



图 5-4 主光、辅助光之比为 4 : 1      图 5-5 主光、辅助光之比为 8 : 1

测量光比应该分别测量具有同一反光率的景物的受光面和背光面的亮度。比如分别测量被摄人物脸部受光区域的亮度和背光区域的亮度，或使用标准灰板来测量。

光比也可以通过测量物体受光面和背光面的照度而得到。但是要注意，测量照度和测量亮度得到的光比在数值上略有出入。有的曝光计（如美能达曝光计）附带一个平面乳白罩，这种乳白罩比球型乳白罩的受角小，是专门设计用来测量光比的，有可能时应尽量使用平面乳白罩测量照度光比。

光比按照主光和辅助光的倍率来计算。

【例 1】测得被摄体受光面亮度为 6000 烛光英尺，背光面亮度为 2000 烛光英尺。

因此，光比为 3 : 1 ( $6000 / 2000 = 3$ )。两者相差 1.58 级 ( $\text{Lg}3 / \text{Lg}2 = 1.58$ )，在实际应用中近似为 1 级半或  $1\frac{2}{5}$  级。

【例2】测得被摄体受光面亮度相对值为14，背光面亮度相对值为11。

因此，光比为8：1（两者相差3级，受光面是背光面亮度的 $2^3=8$ 倍）。

【例3】用曝光计的速度优先模式测得被摄体主光照度为光圈F11，辅助光照度为光圈F5.6。

因此，光比为4：1（受光面照度高于背光面2级，两者相差 $2^2=4$ 倍）。

### 5. 2. 1. 外景的光比

外景摄影时，直射的阳光照明物体的受光面，天空散射光和地面反光照明物体的背光面。

光比的大小由阳光的直射情况而定。晴朗的天气阳光强烈，光比大；天空有云时，阳光经过云层的散射而变得柔和，光比减小，所以有“假阴天”适于拍摄人像的说法。如果被摄体是人物肖像或小型物体，也可以在摄影时使用薄纱一类的透光材料遮挡直射阳光，产生类似“假阴天”的效果。阴天没有直射阳光，是天空散射光均匀照明，所以没有光比或光比极小，并略带顶光效果。

光比的大小还与被摄环境的反射特性有关。反光强的环境可以增加景物暗部的照明程度，因此光比减小，反之光比较大。比如，被摄主体在广场、水面或干燥的土地上，这些环境的反光能力比较强，即使是晴天光比也不过是在大约在6：1至8：1左右。然而同样的天气条件下，如果被摄主体置身于茂密的深色植物中或黝黑的泥土上，则光比要达到16：1左右。根据同样的道理，可以利用反光板或闪光灯提高景物暗部的亮度，以减小光比，也可以在被摄体旁边放上黑丝绒一类的低反光材料，以减小景物暗部的亮度，增加反差。

## 5. 2. 2. 人工照明的光比

人工照明的光比是可以随意调节的，测量的时候同样可以测亮度值也可以测照度值。几种常见的测量办法有：

1. 同时打开主光和辅助光灯测量，测量被摄体受光面的光值。关掉主光灯只打开辅助光，测量被摄体的背光面的光值。

采用这种测量的考虑是：物体的受光面是主光造型灯和辅助光共同照明的结果，所以测量时主光和辅助灯具全部打开。而背光面不受主光灯的照明，测量时只开辅助光灯。它的好处是使得辅助光的测量不受主光灯强光源的干扰，因而比较准确。

但是，这种测量方式有其片面性。有时，主光灯也会对物体的背光面产生不小的影响，特别是当物体周围有高反光率的物体（如白色的台布）或光比设定的比值较大时，反光对背光面的影响就较明显，会使得实际光比小于测量得到的光比。

2. 分别开关主光灯、辅助光灯，分别测量主光、辅助光的光值。

采用这种测量方法，可以使量光简单化，它的缺点同样是忽略了环境反光的影响，并忽略了辅助光对物体受光面的影响。

3. 在主光灯、辅助光灯全开的条件下测量物体受光面与背光面的光值。

采用这种测量方法的优缺点和前面两种恰恰相反，它考虑了各种反光的影响，测量结果最符合实际光比数值，但测量时要注意避开强光的影响。

## 第三节 闪光灯测量

### 5.3.1. 闪光灯摄影的曝光特点

闪光灯释放光能是在瞬间完成的，闪光速度高达千分之一至万分之一秒。由此形成了闪光灯曝光的特点。

#### (一) 曝光量取决于照相机的光圈大小而与快门速度无关

光圈开大，胶片接受的光比较强，因而曝光量大。而闪光灯闪光的时间极短，所以无论使用的曝光时间是长是短都使闪光灯有足够的时间完成闪光过程。

不过，利用闪光灯摄影时，照相机的快门速度不能高于闪光灯同步速度，以保证闪光在快门开启的时间内进行。一般照相机的闪光同步时间是  $1/60$  秒或  $1/125$  秒，具体数据在照相机的说明书中会有标注。

#### (二) 闪光的强弱与闪光灯到被摄体的距离有关

被摄体距离闪光灯越远，则受到闪光照射的程度越低，光强与距离的关系符合光源的平方反比定律（关于平方反比定律参见第二章第二节）。

#### (三) 闪光的强弱和闪光灯的闪光指数 GN 有关

闪光灯的照明能力和闪光灯闪光指数 GN 有关。GN 越大闪光灯的发光能力越强。闪光灯的闪光指数 GN、闪光灯到被摄体的距离 L 及照相机光圈 F 数之间有以下关系：

$$GN = L \times F \quad (5-1)$$

公式(5-1)中，GN 的单位为米（或英尺）；L 的单位为米（或英尺）。

闪光灯的摄影环境有两种：一种是完全闪光灯的摄影环境，例如在使用闪光灯摄影的摄影室中。另一种是闪光灯和自然光或非闪光灯具混和的摄影环境，例如实景拍摄时以闪光灯作为辅助光源。对于前者，量光的主要任务是调整各个闪光灯的照度水平，达到光比以及前后景的亮度平衡；对于后者则要协调闪光与非闪光的比例关系。

### 5. 3. 2. 测量方法

闪光灯的测量要使用有闪光测量功能的曝光计，曝光计对闪光灯的测量有两挡：同步测量和非同步测量。同步测量时把曝光计功能调至闪光同步测量挡，并用闪光灯同步线或同步触发器连接闪光灯和曝光计，当按下曝光计的测量按钮时，同步装置触发闪光灯释放光能，曝光计记录下照度或亮度数据。非同步测量时把曝光计功能调至非闪光同步挡，不用连接闪光灯同步线，测量时先按下曝光计的测量按钮，然后起动机闪光灯触发开关。

用曝光计测量闪光灯亮度及照度的测量方法和测量非闪光的方法是一样的。但就不同品牌的曝光计而言，他们都有自己在闪光灯测量方面的一些特色。例如美能达（MINOLTA）IV型曝光计，若把曝光计调在快门优先挡上，并把快门速度调在闪光灯同步速度以下，测量时曝光计将显示正确曝光应该使用的光圈数值；若把曝光计调在光圈优先挡上，要先设定光圈数值，测量时曝光计将指示欲达到预设光圈所需要调整的闪光指数参量。

【例 1】使用曝光计在快门优先模式下，测得光圈为 F4，表示使用 F4 的光圈拍摄将曝光正确。

【例 2】在光圈优先模式下，调整光圈数值为 F4，测得光圈为 F4、闪光指数（GN）为-1，表示需要把闪光灯的闪光指数降低 1 级，方能按照光圈 F4 曝光。如果闪光灯的闪光指数不是可

调的，则要调整闪光灯到被摄体的距离，以减少1级照度（或亮度）。

### 5.3.3. 测算闪光与非闪光的比例

闪光灯与非闪光光源混合照明多数情况下是以闪光灯作为非闪光光源的辅助照明。例如：拍摄室外人像时，如果自然光环境的光比过大，可以用闪光灯作为辅助照明，提亮人物的暗部，这时我们需要掌握自然光与闪光之间的光比。又如：拍摄宾馆饭店时可用闪光灯照明现场固有光线顾及不到的被摄区域，这时我们需要协调环境光与闪光之间的关系。类似上述情况，往往环境的固有照明是固定的，需要通过调整闪光灯来达到闪光与非闪光的平衡。

调整闪光灯的方式比较灵活，既可以调整闪光灯到被摄物体的距离，也可以调整闪光灯的闪光指数，还可以通过调整光圈与快门的组合方式来调整闪光灯与非闪光光源的比例。

【例】拍摄室外人物肖像，自然光的光比为8:1，为此使用一只固定在照相机上的闪光灯对人物补光，希望将光比缩小到4:1，该照相机的闪光灯同步速度为1/125秒。

在快门优先模式下，测得人物受光面自然光的照度为光圈F11、快门1/125秒；背光面闪光灯的照度为光圈F8。

如果直接按照测量结果用光圈F11、快门1/125秒拍摄，主光和辅助光的照度水平相差1级，光比为2:1。为了得到4:1的光比，可以通过调整闪光灯的GN值降低闪光灯的照度。但是，很多普通闪光灯GN值是固定的，这时可以通过改变光圈来改变自然光和闪光的比例，将光圈和快门的组合调整为F16、1/60秒时，曝光量不变，对人物的受光面没有影响，而自然光与闪光的比例却改变了，闪光灯所照明的背光面照度水平相差了

2级，光比为4:1。

严格地说，例子中的测量忽略了闪光灯对受光面的影响，以及自然光对背光面的影响，测量结果与实际的光比会略有出入，但是这样测量和计算比较简单实用。

有些曝光计具有测量混合光的功能，比如美能达（MINOLTA）IV型、高森（GOSSEN）MASTERSIX型曝光计，可测量自然光和闪光的混合光，并显示出闪光和自然光的比例。

### 5.3.4. 计算闪光灯的曝光量

如果没有具备闪光灯测量功能的曝光计来测量闪光灯的光值，那么就需要通过计算得到曝光数据。

利用公式5-1，可以求出闪光灯的闪光指数GN，也可以根据GN值求出闪光灯到被摄体的距离L及照相机光圈F数。

【例】已知GN=7米，L=5米，求照相机的F数。

【解】 $F = GN / L = 7 / 5 = 1.4$

所以，应当使用光圈F1.4拍摄，可以正确曝光。

拍摄中这样计算未免有些不便，所以在闪光灯的背面都会有一张类似图5-6的曝光计算表。使用闪光灯时，要先对被摄体调焦，得到照相机（也是闪光灯）到被摄体的距离，然后调整感光度的数据，根据照相机的距离在曝光计算表上查出应该使用的光圈数值。

如果闪光灯不直接照射被摄体，而是通过反光板或墙壁反射间接打到被摄体上，计算光圈值时，要对公式5-1做一些修改：

$$F = \frac{GN}{L_1 + L_2} \times \rho \quad (5-2)$$

公式(5-2)中，F是照相机光圈F数；GN是闪光指数；L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>分别是闪光灯到反光板，反光板到被摄体的距离；ρ是反光



板的反光率。

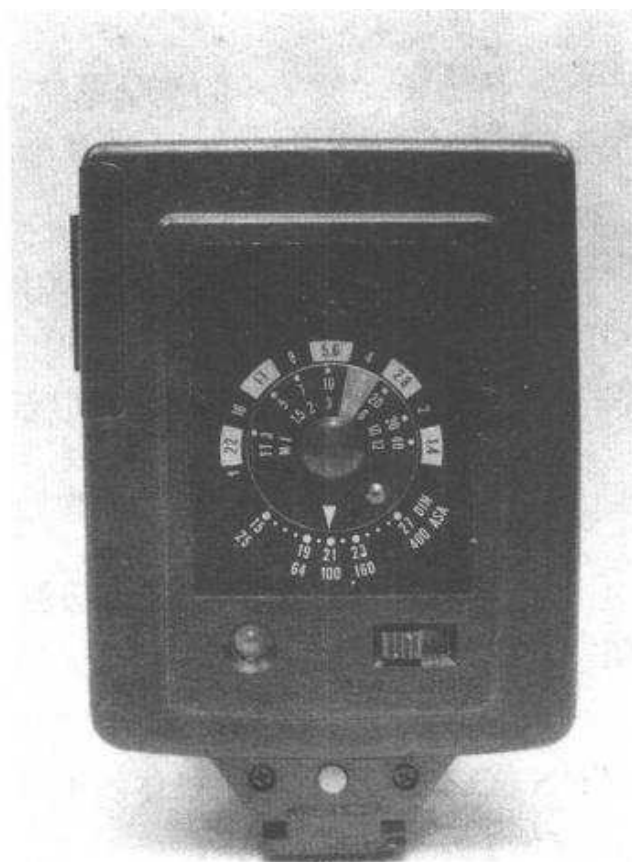


图 5-6 闪光灯上的  
曝光计算表

### 5. 3. 5. 自动闪光灯功能

自动闪光灯是通过闪光灯上的测距装置自动测量闪光灯到被摄体的距离并控制闪光的强度或改变闪光时间，使被摄体的曝光正常。因此，只要闪光灯到被摄体的距离在闪光灯有效摄距以内，可以计算闪光量，由闪光灯自动完成。但是，如果闪光灯不直接指向被摄体，而是通过其他物体反光后照射到被摄体上时，自动闪光将产生误差。与之比较，通过照相机 TTL 自动控制闪光要更科学（参见第四章第二节）。

### 5. 3. 6. 闪光灯多次曝光的测量

在摄影室中拍摄景物往往要用比较小的光圈 (F11 以上), 以此获得较大的景深, 如果闪光灯的发光强度不够, 就要通过多次曝光达到正确曝光 (这是闪光灯有别于非闪光光源的地方, 延长曝光时间不能增加曝光量)。有时, 为了一定的艺术构思也要采用多次曝光。

在有测量闪光灯多次闪光功能的曝光计上, 测量闪光灯多次闪光的累加值时, 要把曝光计的“单独-多次”键拨到“多次”的位置上。例如, 美能达 (MINOLTA) IV型在快门优先模式下, 每测量一次, 曝光计的光圈值显示出目前的测量次数和应使用的光圈。在光圈优先模式下, 先把光圈调至预设的数值, 测量只需一次, 曝光计将显示出如果按照预设的光圈曝光应该闪光的次数。

如果没有能够自动多次测量的曝光计, 就需要通过计算得出曝光的次数和应使用的光圈数值。

【例 1】拍摄静物, 预定的摄影光圈为 F22, 实际测得闪光灯正常曝光应使用光圈为 F8, 因而需要多次闪光。

【计算】F8 与 F22 相差 3 级曝光量, 即 F8 的曝光量是 F22 曝光量的 8 倍。

所以, 以 F22 的光圈拍摄时需要 8 次曝光, 可以使被摄体曝光正常。

【例 2】拍摄一幅需要 4 次曝光的画面, 要求累积的曝光量达到正常曝光的量。测得闪光灯正常曝光应使用光圈为 F8。

【计算】4 次曝光的曝光量是一次曝光的曝光量的 4 倍, 即 2 级。

所以, 摄影时应使每次的曝光量为总曝光量的  $1/4$ , 即根据测量结果减少 2 级曝光, 以 F16 的光圈来拍摄 (如果 4 次拍摄的

环境照度都不一样，可按照上述步骤，每此以测量值减少2级来曝光)。

## 第四节 曝光计使用注意事项

量光是正确曝光的重要前提，测量不当将会导致曝光失误。首先要认真阅读说明书，按照说明书的要求操作曝光计或照相机。量光还要特别注意以下几点。

### 5.4.1. 经常核对曝光计或照相机的功能状态

在摄影过程中，难免有无意中改变原来的设定的感光度等设置，或因他人好奇拨动了功能键的情况。养成使用时再次确认设置是否正确的好习惯，可以避免许多遗憾。

### 5.4.2. 注意硫化镉 (CdS) 光敏元件的特性

以硫化镉 (CdS) 为光敏元件的曝光计或照相机在量光时应避免在刚测量了强光 (或硫化镉受到强光照射) 之后马上测量较暗的光线。

详细解释请参见第三章第二节。

### 5.4.3. 定期核对曝光计的性能

光敏元件是曝光计的关键部件，而光敏元件是会老化的，所以定期核对曝光计是保证测量准确的必要前提。如果条件允许，应定期将曝光计送到专门部门去检测，不具备检测条件的也应该通过实际拍摄来鉴定曝光计的性能。特别是在对曝光计的性能有所怀疑的情况下，更应当认真核准曝光计。

#### 5. 4. 4. 注意旋盘式曝光计的持表方式

旋盘式曝光计以指针偏转来指示光值。所要注意的是指针会受到地心引力的影响，产生测量误差。使用时应采取重力影响小的持表方式，光敏元件在背面的曝光计垂直持表较好、光敏元件在上端的曝光计以水平持表较好。

#### 5. 4. 5. 注意量光时环境对光值的影响

量光所得到的数据是否准确，直接影响曝光的结果。最常见的测光失误是在亮度测量时，有少量的强光投射到光敏元件上造成测量光值增高，因而导致曝光不足。在测量景物亮度的时候尽量关闭修饰轮廓的照明光源或逆光光源，可避免量光的误差。

点曝光计或点曝光附件如果测量头的镀膜不好或取景镜头的性能不好，也会造成类似上述情况，特别是测量亮环境中的比较暗的局部时，误差就比较大。为了鉴定点曝光计在远距离测光时的准确度，可以这样来测试：选择一个明亮的环境，在环境中布置一个暗的被测物体，比如安排一个人站在窗前。首先在较远的距离外测量暗的被测物体的亮度，从曝光计的取景器里观看，最好暗物体充满取景器中央的测量区域，而取景器的周围是明亮的物体，记录下测量的结果。其次在距离被摄体比较近的地方再次测量，此时暗景物应在取景器中满画面。比较两次测量的结果，如果两次测量的结果比较接近，说明曝光计性能较好、反之说明测量误差较大。

此外，在量光时还要避免测量者自己的影子或反光投射到被测物体上。

## 思考题

1. 比较曝光计照度测量和亮度测量的区别。
2. 比较曝光计量光和利用照相机的测量系统量光的区别。
3. 如何确定景物的光比?
4. 在自然光和闪光灯共用的场合, 如何调整自然光和闪光的比例?
5. 如何确定闪光灯多次曝光的曝光量?

## 练习

熟练曝光计的操作, 掌握正确的量光方法。

## 第六章 曝光的基本规律及方法

**本章提要：**分析曝光计推算曝光的基本规律，了解曝光计在何种条件下可实现正确曝光，何种条件下不能。介绍曝光控制的基本方法。

了解了独立曝光计和照相机的测光、曝光系统的基本知识，掌握了正确的使用曝光计和照相机的测光系统，并不等于一定能够拍摄出曝光正常的图片。面对被摄景物，除了操作曝光计还要加上我们的分析。

曝光和景物的亮度水平有关，和所用胶片的性能有关，和曝光计的设计也有关。曝光控制是使这三者之间达到最好的配合，以保证摄影图片的技术质量和艺术表现。

### 第一节 曝光的基本规律

#### 6.1.1. 曝光计是怎样工作的

曝光计不仅可以测量出被摄体的照度和亮度值，而且为我们显示出一组曝光组合参数。曝光计给出的曝光组合参数依据是什

么呢?

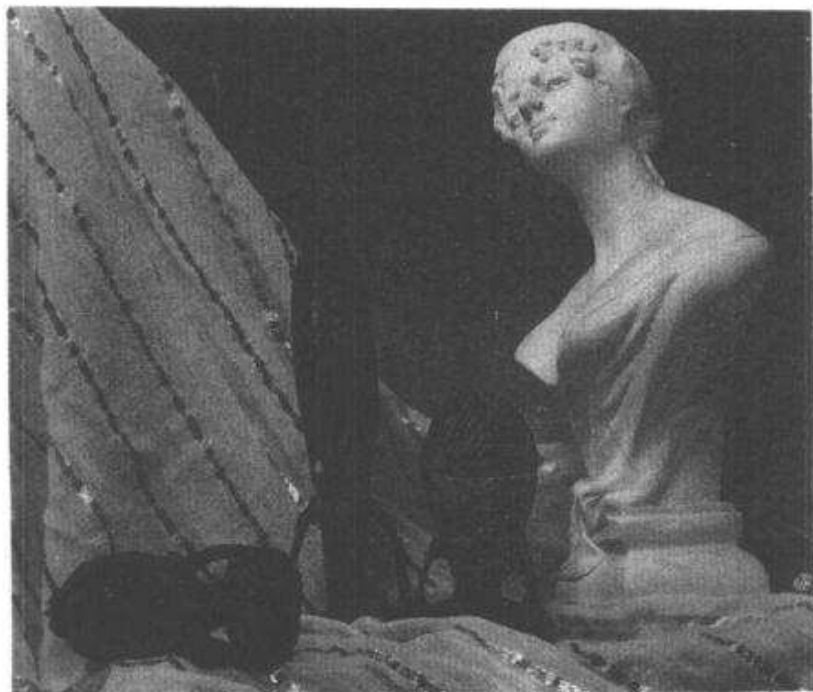


图 6-1 以高反  
光率物体确定曝  
光导致曝光不足

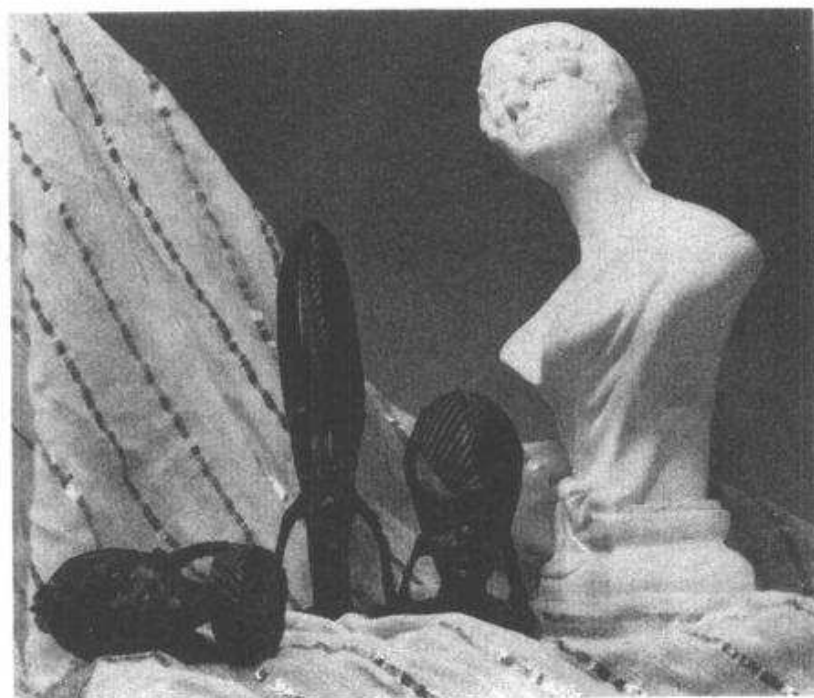


图 6-2 以中等  
反光率的景物确  
定曝光得到曝光  
正常

让我们一起来做个拍摄实验：被摄体包括白色的石膏像、黑色的木雕和灰色的围巾以及略深的灰色背景，如图 6-2 所示。现

在，分别以石膏像、木雕及围巾的亮度来确定曝光，分别拍摄三幅图片，看看会有什么结果。

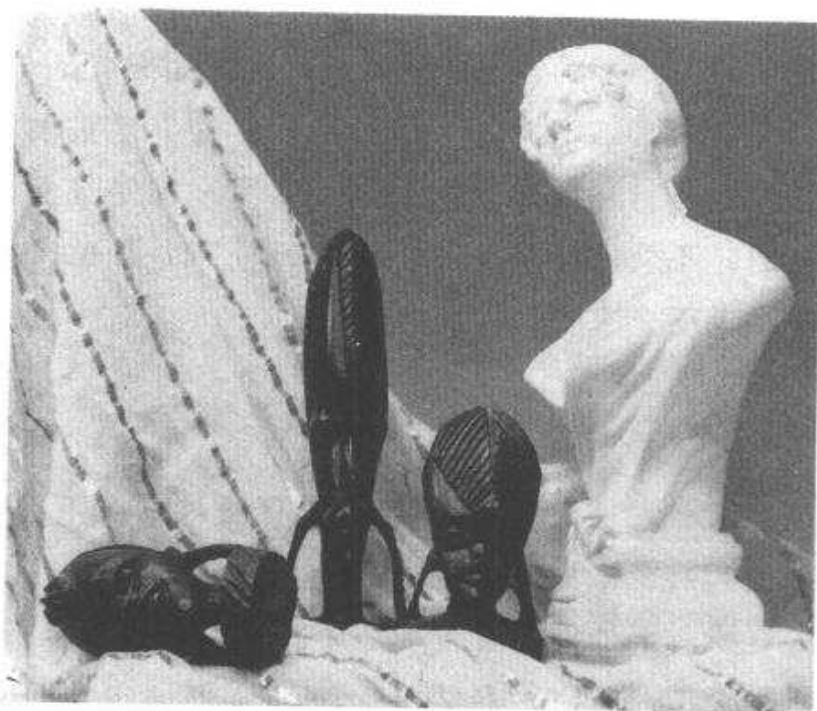


图 6-3 以低反  
光率的景物确定  
曝光导致曝光过  
度

首先，测量白色石膏像的亮度，并按照曝光计指示的曝光组合参数曝光，得到图 6-1 的照片。照片影调偏深，白色的石膏层次丰富，但是深色的木雕几乎无法分辨层次，这些现象表明照片曝光不足。

其次，测量黑色木雕的亮度（实际测量的是木雕受光的部分），并按照曝光计指示的曝光组合参数曝光，得到图 6-3 的照片。照片的影调明亮，黑色的木雕层次很好，而白色的石膏缺乏层次，表明照片曝光过度。

最后，测量灰色围巾的亮度，并按照曝光计指示的曝光组合参数曝光，得到图 6-2 的照片。只有这张照片曝光正常，无论是黑色的物体，还是灰色的物体或白色的物体影调和层次都是正常的。

图 6-1 至 6-3 的图片在黑白放大时已对影调进行了校正，但



是图 6-1 的暗部及图 6-3 的亮部在底片上已经损失，所以无法恢复。如果这几幅画面是用反转片来拍摄的，那么情况会更糟糕。

由此可以得到这样的结论：曝光计以灰——中等反光率（包括中等反光率的彩色）的物体作为确定曝光的依据。

本书第二章中曾经讲过，物体的亮度是由照明物体的光源照度和物体自身的反光率共同决定的。但是曝光计没有人脑的分析能力，不会区分反光率的变化，它只是简单地把被测量物体都当做中等反光率的景物来处理。

### 6. 1. 2. 正确曝光的基本要求

由曝光计的特性决定了只有两种情况下可以得到正确曝光：第一，被测景物的反光率是中等反光率；第二，被测景物虽然有深有浅，但是平均反光率是中等反光率。

现在，可以解释为什么第一章里讲到，即使是使用有自动曝光功能的照相机也只能做到一般情况下曝光正常，而不能保证对所有景物均曝光正常。这是因为自然景物的平均反光率是中级反光率，所以一般情况下照相机根据平均测量的结果给出光圈和快门的组合参数就可以正常曝光，而景物之中如果包含了大量的浅色物体或大量的深色物体时，照相机的测量系统就会作出错误的判断，造成曝光过度或者曝光不足。最典型的例子是使用自动相机拍摄雪景往往曝光不足，因为测光系统面对明亮的景物作出减少曝光的决定，使白雪变成了灰色。

有关中级反光率的概念参见第三章第四节。

### 6. 1. 3. 曝光控制的要点

一般情况下，曝光控制有两个目的：第一，使照片的影像合乎人们对自然景物的客观感受或摄影师的个人的主观感受；第

二，影像的层次和色彩有良好的表现。为了达到第一个目的，摄影时要正确地选定一组曝光组合参数——订光。对于第二个目的，则要通过对构图的取舍、对照明的调整等等，使被摄景物的亮度关系符合感光胶片的特性——控制景物的亮度间距。

### （一）订光

订光指的是确定曝光组合参数。订光可以直接读取曝光计或照相机测光系统给定的光圈、快门参数，也可以依据测量结果由摄影者自行决定曝光组合参数。

量光时，曝光计指向不同的物体就会得到不同的光值，而且可以得到一系列曝光组合参数。由前一小节的知识可知，只有用中级反光率的景物的亮度值来确定曝光时，才能得到正确曝光的照片。因此，常规摄影有两种订光方法可以使曝光基本正常：一种是以照度订光，另一种是以中级反光率物体的亮度订光。

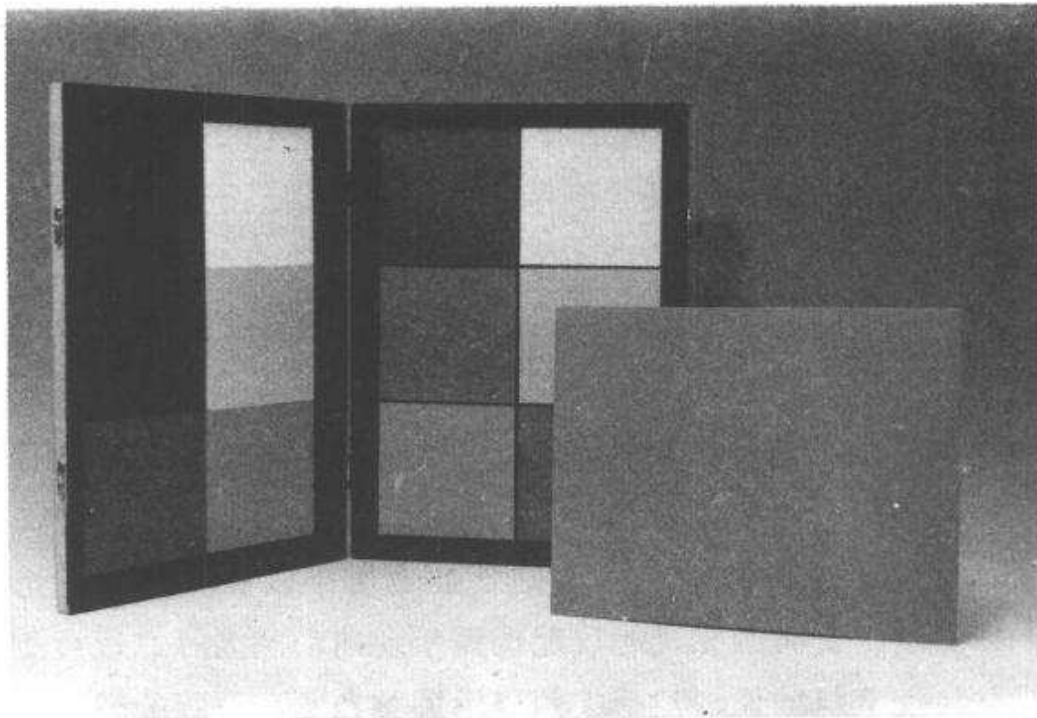


图 6-4 基谱板和 18% 的灰板

### 1. 以照度订光

曝光计的基本特性是：在基准反光率下，照度值等于亮度值（参见第三章第四节）。所以，测量投射到被摄体上的照度相当于测量具有基准反光率的被摄体反射出的亮度值。因此，测量照度并直接得到曝光组合参数，是简便又比较准确的订光方式。

### 2. 以亮度订光

鉴于景物有不同的反光率，专业摄影中一般不使用机位平均测光和订光，而是以一定的中级反光率的物体为测光订光的依据。

常用的方法是使用反光率为18%的标准灰板，图6-4中后面一块是有六级灰度和六种基本色标的基谱板，前面的一块便是18%反光率的标准灰板。摄影之前，将18%的灰板放在被摄体的位置上，测量灰板的亮度并以此订光。

使用18%的灰板或基谱板还可以为图片的后期加工提供参考。摄影师在摄影时可以将灰板放在画面的一角，供后期加工放大时参考，在图片制作完成后将灰板剪裁掉即可。

使用18%的灰板是科学而严格的订光方式。不过，摄影时随处携带18%的灰板多少有些不方便。所以，不少摄影师采用了更“偷懒”的办法：以肌肤取代灰板。黄种人的肌肤反光率水平在25%~35%左右，是比较理想的“灰板”。摄影时直接测模特儿脸部的亮度或摄影师自己手背的亮度并确定曝光，是外景摄影快捷的订光方法。

以中级反光率物体的亮度订光也适用于以照相机的测光系统。摄影前，先将照相机的功能调到手动挡，测光时靠近被测量的肌肤，使其满画面，然后按照显示调整光圈和快门的数值。有点测光或局部测光功能的照相机也可以在较远的距离上测量肌肤的局部。

具有点测光功能的自动照相机一般操作如图 6-5 和 6-6 所示。首先，将快门按钮半程按下，取景器的中央对准要作为曝光基准的部位，比如人脸，见图 6-5。第二步是保持快门按钮的位置，调整构图，然后全程按下快门，参见图 6-6。

图 6-5 自动点测光相机半程按下快门时，将取景器中央对准被测物体

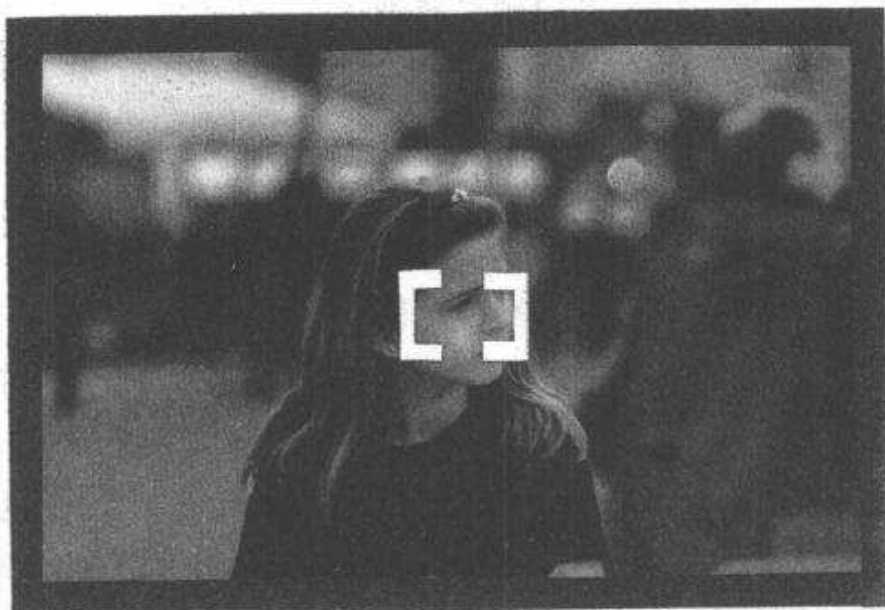
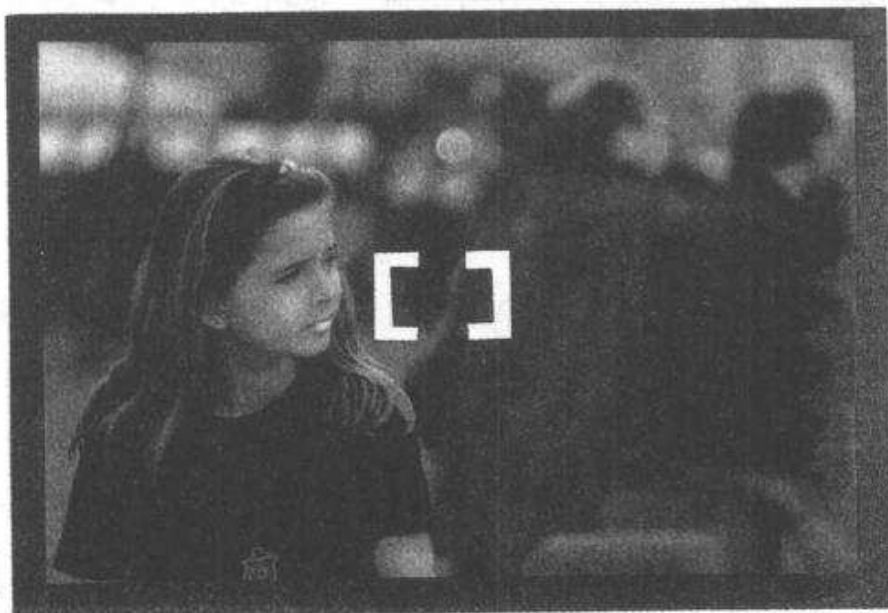


图 6-6 自动测光完成后，将取景调整到拍摄时的构图，并按下快门



请注意，选择的测量物体的反光率不同，也会带来一定的测量偏差。例如：18%（灰板）和 35%（手背）的反光率都可以称

做中级反光率，但是，在同一个照度水平下，它们的亮度值相差一级，对于反转片来说，这个误差已经相当大了。所以，在正式摄影之前，应该以选定的订光方法做一个实拍试验，以保证曝光准确。

### 3. 根据摄影意图调整曝光

以上订光方法可以基本避免曝光失误，对于特殊的摄影意图，可以在以上订光方式的基础上增加或减少曝光。

个别特殊场景不适于使用以上订光方式（例如：拍摄晚霞），应具体情况具体分析。特殊摄影举例参见第七章。

### （二）控制景物的亮度范围

正确订光解决摄影的正确曝光问题，但是并不能保证所有的被摄景物都正常还原，因为胶片的宽容度是有限的。所以，曝光控制的另一个重要问题是控制景物的亮度范围。控制景物的亮度范围通常有三种做法：对暗景物做照明处理、对亮景物做照明处理或改变构图对景物的明暗做一定取舍。无论采用哪一种处理方式，首先要明确的是：被摄景物中有没有亮度失控的物体，哪些亮度需要调整。

从图 6-7 可以看到，在正确曝光的前提下景物与胶片（底或正）密度的对应关系。图中所示 I 级胶片密度的变化所对应的曝光量是 1 级。第 V 级是所谓的“订光点”，对应于中等亮度的景物，在此例中对应着天空的亮度（晴朗的天空经滤光镜进一步压暗）。第 I 至第 IV 级对应于低亮度的景物。第 VI 至第 IX 级对应于高亮度的景物。在本例中，密度在第 III 级至第 VII 之间时，影像有良好的层次，而密度低于第 I 级或高于第 IX 级时影像失去层次。

所以，在图 6-7 的例子中，订光点以上有 4 级亮度范围，订光点以下也有 4 级亮度范围。拍摄时，只要景物亮度不超出胶片所限定的容度，就会有很好的层次和色彩再现。

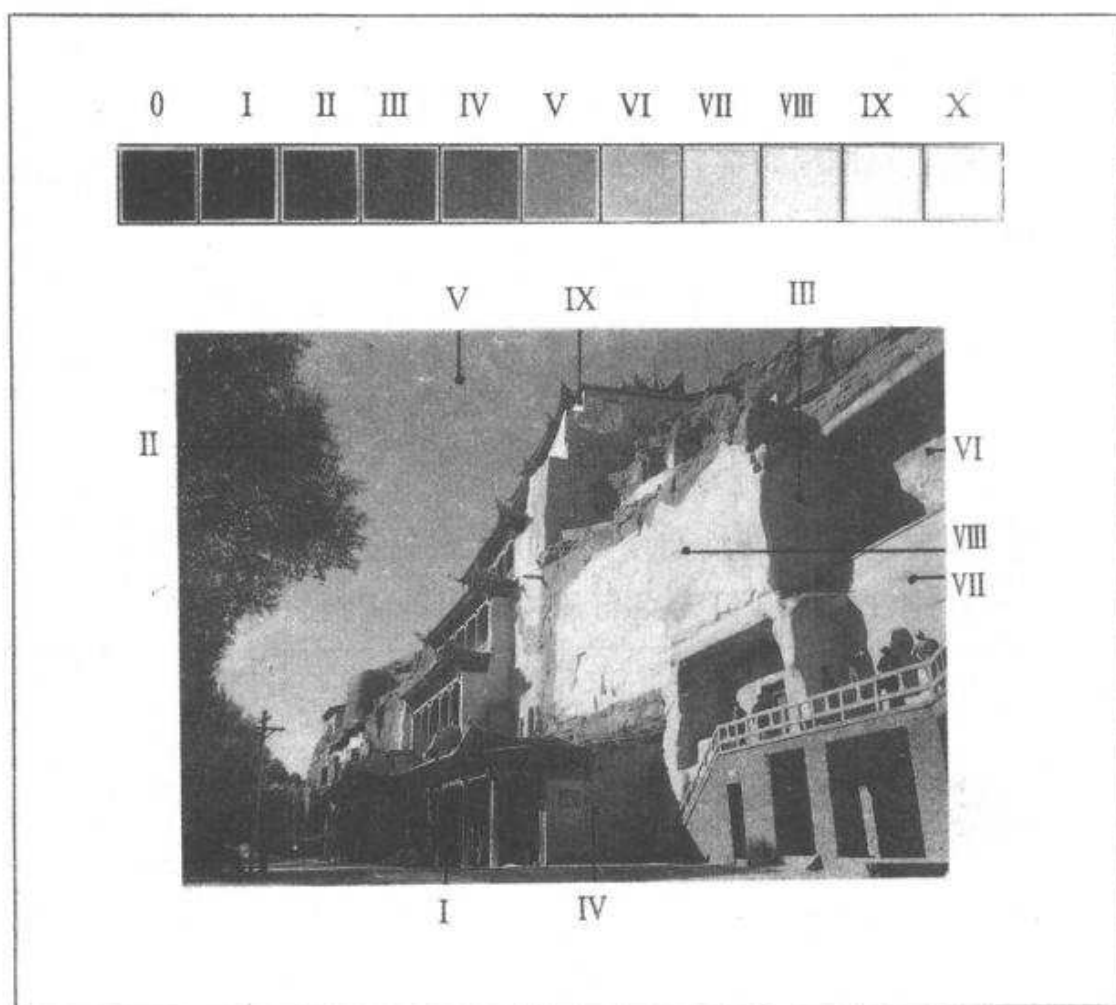


图.6-7 景物亮度和胶片密度的对应关系 (摄影 张益福)

【例 1】用曝光计测得中级灰景物的亮度相对值为 11，并以此订光。

那么，当景物的亮度在不高于相对值 15、不低于相对值 7 的范围内，都可以正常再现。

【例 2】在速度优先模式下，用曝光计测得中级灰景物的曝光参数为光圈 F11，并以此订光。

那么，当景物的亮度在不高于 F45、不低于 F2.8 的范围内，都可以正常再现。

严格地说，胶片的宽容度视片种与加工条件的不同而有差

异。为了简化分析通常以“上三下四”来描述胶片的宽容度，即订光点以上3级、订光点以下4级在胶片的宽容度以内。如果要确切的掌握某种胶片的宽容度以及订光点的密度情况，应通过实验来确定。

利用胶片的 H-D 特性曲线可以准确、清晰地说明以上订光、景物亮度范围和胶片密度之间的关系。

#### 6. 1. 4. 胶片 H-D 特性曲线与曝光特性

关于胶片 H-D 特性曲线的知识请参见第二章第一节。

##### (一) 特性曲线、订光点与景物的亮度间距

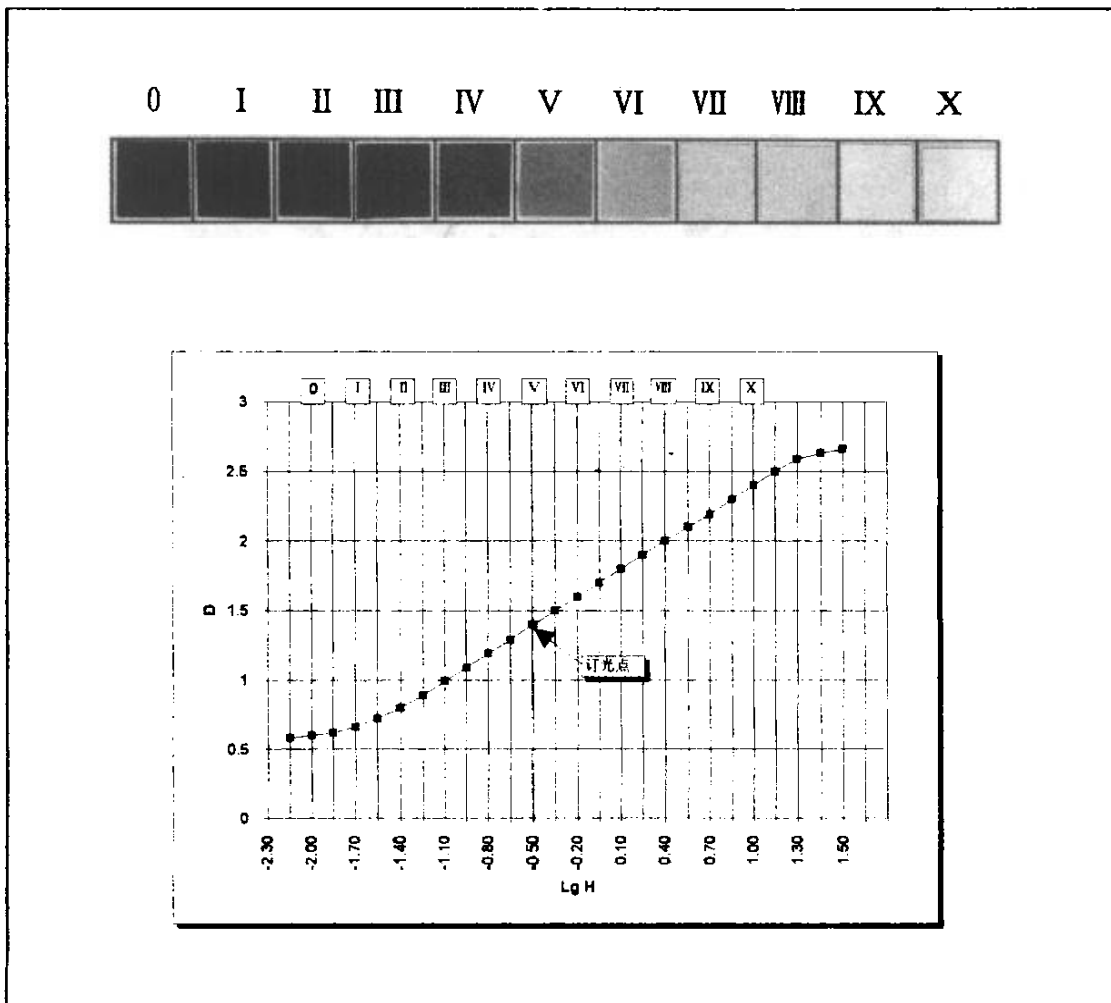


图 6-8 底片特性曲线、照片密度与订光点的对应关系

为了简便起见，以黑白负片为例。在图 6-8 是底片的特性曲线，上方是照相纸的密度关系（同图 6-7）。该底片有大约 9 级的有效宽容度，特性曲线上方所标示的 0 至 X 数字与照相纸的密度对应。在正常曝光的情况下，订光点的密度位于曲线的中部，第 V 级的位置。第 I 级的底片密度为底片灰雾密度加 0.1 ( $D_0+0.1$ )，也就是底片的最低有效密度。

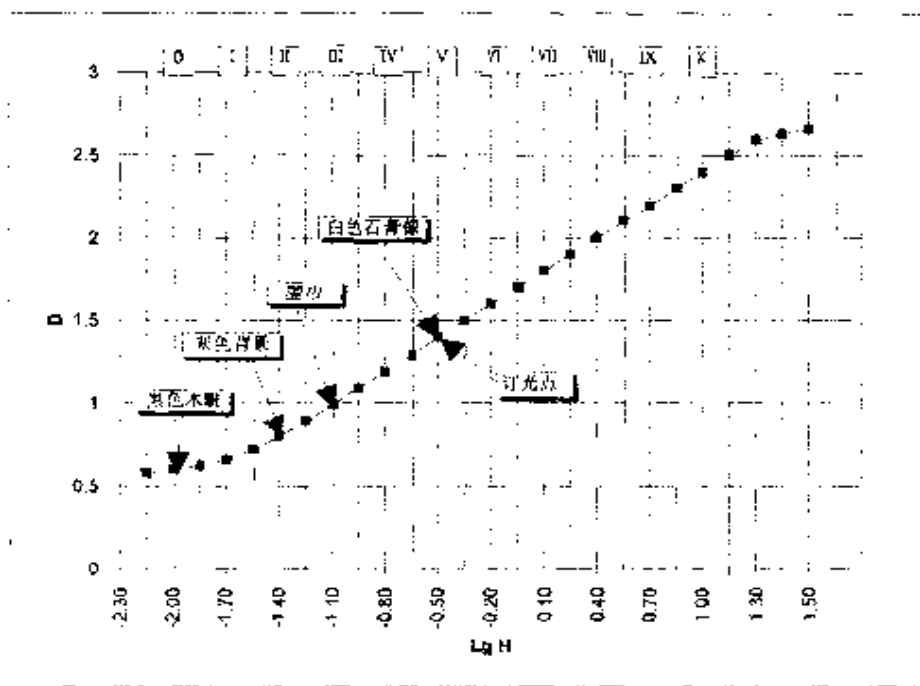
让我们在此重新分析一下图 6-1 至 6-3 的曝光情况，看看它们在底片上是怎样分布的。

〈例〉摄影时，以 1/2 秒的快门优先模式测量景物的亮度。测得光圈 F 数为：

白色石膏像 F16；围巾 F8；背景 F5.6；黑色木雕人像 F2.8。

(1) 以白色石膏像的亮度订光，即以 1/2 秒的快门和 F16 的光圈拍摄，如图 6-9 所示：白色石膏的密度落在第 V 订光点上；围巾的亮度比石膏低 2 级，落在第 III 级上；背景比围巾低 1 级，落在第 II 级上；木雕比背景低 2 级落在第 0 级上。

图 6-9 以白色物体订光所对应的底片密度





因此，木雕的层次在底片上已经丢失。

(2) 以围巾的亮度订光，即以  $1/2$  秒的快门和 F8 的光圈拍摄，如图 6-10 所示：围巾的密度落在第 V 订光点上；石膏的亮度比围巾高 2 级，落在第 VII 级上；背景落在第 IV 级上；木雕低 2 级落在第 II 级上。

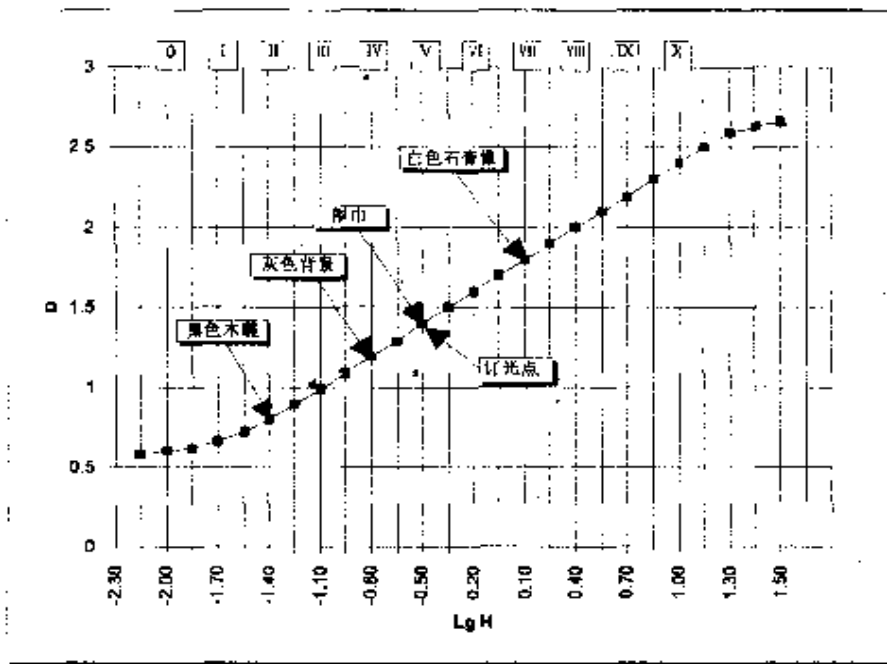


图 6-10 以灰色物体订光所对应的底片密度

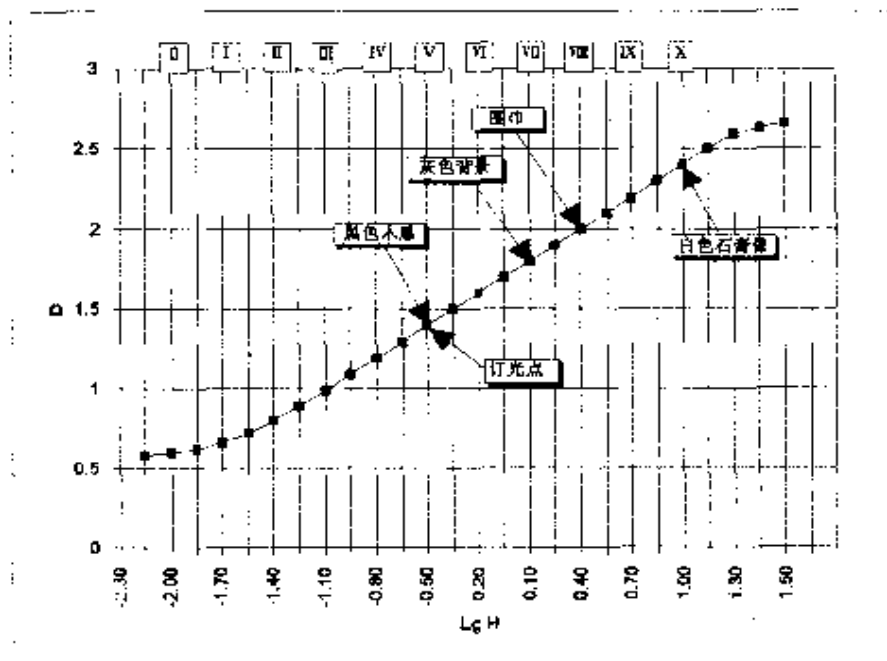


图 6-11 以黑色物体订光所对应的底片密度

因此，所有景物在底片上形成的密度都在底片的宽容度之内。

(3) 以黑色木雕的亮度订光，即以  $1/2$  秒的快门和 F2.8 的光圈拍摄，如图 6-11 所示：木雕的密度落在第 V 订光点上；背景落在第 VII 级上；围巾落在第 VIII 级上；石膏落在第 X 级上。

因此，石膏在底片上形成的密度已到底片有效宽容度的上限，所以难以保留全部层次。

由此个例子可以看出，景物的密度必须在订光曝光上有所控制，

## (二) 曝光宽容度的概念

有时，我们比较两幅曝光不同的照片，并不能察觉它们在质量上的差别。这说明曝光的误差只要不造成影像质量的下降，这些误差就是被允许的。由此引入曝光宽容度的概念。

曝光宽容度是指胶片对不恰当的曝光所允许的程度。

如图 6-12 所示，当景物的亮度范围小于胶片的宽容度时，曝光量增加或减少，只要影像的范围不超出胶片的宽容度，影像的层次和色彩就会有好的再现。

曝光宽容度 = 胶片的宽容度 - 景物的曝光范围 (6-1)

【例】胶片的宽容度为 8 级，景物的亮度范围是 5 级。问：曝光宽容度是多少？

因为，景物的曝光范围等于亮度范围是 5 级

所以，曝光宽容度 =  $8 - 5 = 3$  级

曝光容度和胶片的宽容度有关，也和景物的亮度范围有关。它们之间的关系是：

1. 胶片的宽容度越大，曝光容度越大。
2. 景物的亮度范围越小，曝光容度越大。

景物的亮度范围和景物的反光率范围有关，但主要是与被摄环境的光比有关，光比大的景物的亮度范围大。

归纳曝光控制的基本要点：第一，以中级灰景物作为订光的根据；第二，控制景物的亮度范围在胶片的宽容度以内。做到了以上两点，就可以得到曝光正常的照片。但是，这样的曝光仅仅是达到了影像还原基本正常，并没有考虑摄影艺术气氛与曝光控制的结合。所以，在曝光控制的要点上，还要加上第三条：结合摄影意图，适当增加或减少曝光。

## 第二节 曝光方法介绍

摄影师们在艺术创作中，总结出了各种有效的曝光控制方法，每种方法有一定的适用范围，有些方法已被应用到照相机的自动曝光系统上。

### 6.2.1. 常见的曝光方法

#### (一) 区域曝光 (Zone Exposure)

区域曝光又译作分区曝光，是由摄影大师亚当斯 (Ansel Adams) 首先提出的。

##### 1. 区域曝光的概念

区域曝光法把胶片的曝光特性归结为 0 至 X 共十个灰度等级，如图 6-7 所示。由此，把胶片按三种特性划分区域：

(1) 从第 0 级至第 X 级，对应于胶片特性曲线的全部，为“全影调区域”；

(2) 从第 I 级至第 IX 级，对应于胶片特性曲线的趾部肩部，为“有效影调区域 (dynamic range)”；

(3) 从第 II 级至第 VIII 级，基本对应于胶片特性曲线的直线部分，为“纹理表达区域 (textura range)”。

在区域的概念中，第 I 级的密度为胶片灰雾密度  $D_0$  加 0.1，是胶片的最低有效密度。

第 II 级是二倍第 I 级的曝光量所产生的密度，以此类推可以在底片的特性曲线上找到各级的密度，如图 6-8 所示。

特别要指出的是：第 V 级应是 18% 的反光率物体应产生的密度；第 II 级是暗物体能有好的层次表达的最低密度级；第 VIII 级是

明亮景物能有好的层次表达的最高密度级。

## 2. 以质感表现确定曝光

区域曝光方法的测光特点是局部测量各被摄体的亮度（不使用照度方式），并经过分析确定曝光，每一级亮度将明确地对应于一定的密度。它的优点是有益于景物的质感表达，并且，在摄影时可以参照各级灰密度，预测曝光结果。

【例1】室外儿童人像摄影，测得人脸的受光面亮度为相对值12。



图 6-13 质感表现例一

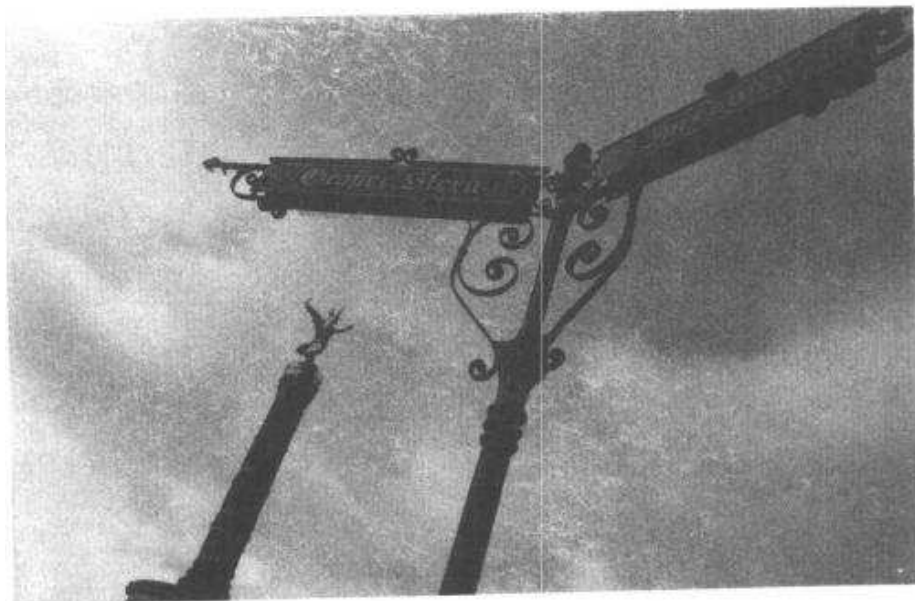


图 6-14 质感表现例二

#### 分析 (1):

如果直接以人脸的亮度订光,则孩子肌肤的影调将落在第V级上,虽然质感表达很好,而影调关系将会偏暗,体现不出欧洲婴儿肌肤的白细和娇嫩。

#### 分析 (2):

如果将孩子的肌肤的影调落在第VI级,质感仍然有很好表达,而且避免了影调过暗。

#### 确定曝光:

以相对值 10 订光,质感和影调关系都得到正常表达,如图 6-13 所示。

#### 【例 2】拍摄乌云。

为了表现乌云的层次,直接测量天空的平均亮度,并以其订光,使天空的影调对应于第V级密度。如图 6-14 所示。

#### (二) 平均曝光

平均曝光有两种意义,一种是测量景物的平均亮度,并订光;另一种是分别测量不同物体的亮度,取他们的平均值订光。

### 1. 平均测光及订光

该方法是在照相机的位置上测量全部取景范围内的景物亮度，得到景物的平均亮度值，并以此平均亮度订光。这种曝光方法是多数照相机测光或自动曝光系统所采取的曝光方式，虽然应用很广，但它在特殊的摄影场合会引起曝光的失误。

平均测光并订光只有在被摄景物的平均亮度等于中级反光率的景物的亮度时，曝光结果是正常的，如图 6-15 所示；如果被摄景物中有大面积的暗景物，将会导致曝光过度；如果被摄景物



图 6-15 适  
于平均测光  
的景物

中有大量亮景物或少量很强的高光，将会导致曝光不足。

这种曝光方式虽然会发生问题，但是，由于它是照相机测光系统的基本形式，所以在外景摄影中仍有较高的使用频率。为了减少曝光失误，对于较特殊的景物应改为局部重点测光方式，或对平均测光的结果做出适当的校正。

## 2. 取测量平均值

这是局部测量景物亮度的一种计算曝光的方式。这种曝光方式虽然应用不广，但是功能较多的电子曝光计都有这一项功能，如美能达 (MINOLTA) IV型曝光计、高森 (GOSSEN) MASTERSIX 型曝光计。测量第一个亮度值时，曝光计显示出实际测量结果，以后每测量一个亮度数据，曝光计自动将新的亮度数据和前面的亮度数据取对数平均值，并以最后显示的平均值为订光依据。

【例 1】设被摄景物中最暗的景物对应于  $1/125$  秒、F2.8 的曝光组合；最亮的景物对应于  $1/125$  秒、F11。

以平均值模式测光：

- (1) 测量暗景物，曝光计显示为： $1/125$  秒、F2.8；
- (2) 测量亮景物，曝光计显示为： $1/125$  秒、F5.6 (F2.8 和 F11 有 4 级级差，F5.6 比 F2 高 2 级，比 F11 低 2 级)；
- (3) 以  $1/125$  秒、F5.6 订光。

结果，明亮景物在订光点上 2 级，暗景物在订光点下 2 级。

【例 2】设被摄景物中最暗的景物对应于  $1/125$  秒、F2.8 的曝光组合；最亮的景物对应于  $1/125$  秒、F16；人物的肌肤对应于  $1/125$  秒、F8。

以平均值模式测光：

- (1) 测量人物的肌肤，曝光计显示为： $1/125$  秒、F8；
- (2) 测量暗景物，曝光计显示为： $1/125$  秒、 $F4\frac{1}{2}$  (F8 和



F2.8 的平均值);

(3) 测量亮景物, 曝光计显示为:  $1/125$  秒、 $F8\frac{1}{3}$  ( $F4\frac{1}{2}$  和  $F16$  的平均值);

(4) 以  $1/125$  秒、 $F8\frac{1}{3}$  订光。

结果, 明亮景物在订光点上  $1\frac{2}{3}$  级, 暗景物在订光点下  $3\frac{1}{3}$  级, 人物的肌肤在订光点下  $1/3$  级。

以平均值曝光的用途仅仅是帮助经验不足的摄影者确定曝光, 而曝光的准确程度取决于被测亮度是否典型。

### (三) 高光曝光模式

高光曝光模式是以高亮度景物作为曝光依据的一种计算曝光

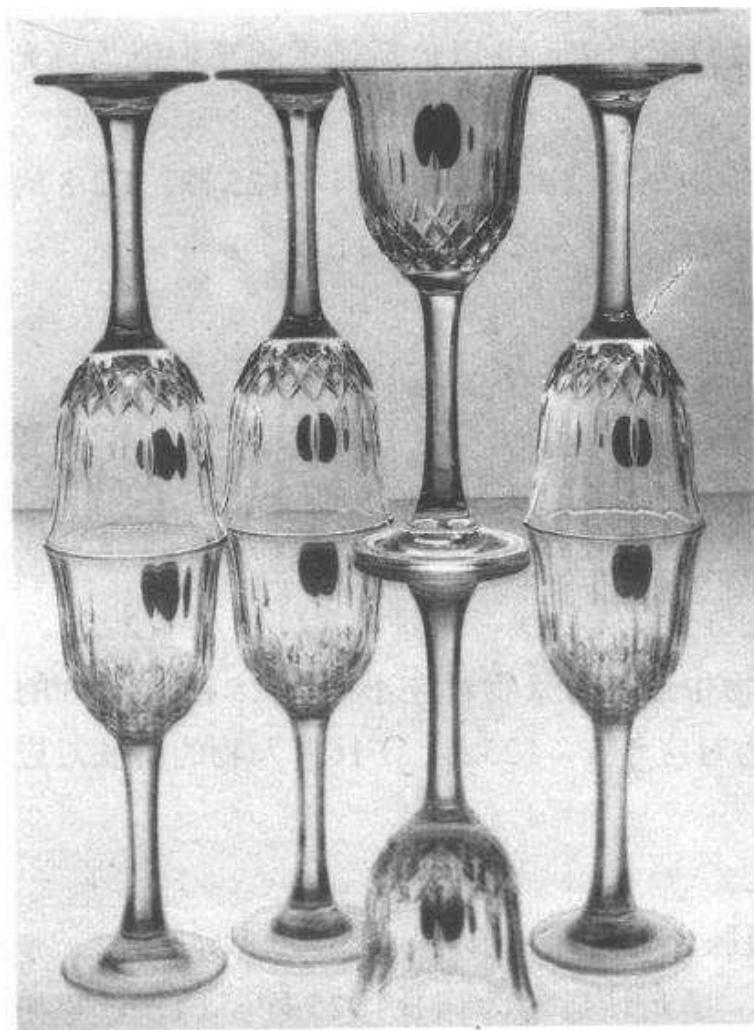


图 6-16  
高光模  
式举例

的方法。这种方法是测量画面中的高亮度景物的亮度，并在曝光时使这类景物的密度处于胶片特性曲线直线的上端、肩部以下。这种做法同时保证了明亮物体的正常影调关系和层次，特别适合于以明亮物体为视觉中心的画面的曝光控制。

【例】如图 6-16 所示，图片中的被摄体是一组白背景衬托下的透明酒杯，高光在画面中所占比例很大，因此不希望这些高光失去层次。

如果采用平均测光模式必将导致画面曝光不足。也不能采用照度订光，因为光线完全来自被摄体的侧后方。

采用高光曝光模式：

- (1) 测量杯子的亮度，得到曝光组合参数为 1 / 2 秒、F22；
- (2) 将该亮度放到订光点以上 2 级半的位置上，即需要比曝光计所给定的曝光增加 2 级半。

所以，以 2 秒、F16 $\frac{1}{2}$  的曝光组合订光。这时，杯子的密度将处于第 VII 级和第 VIII 级之间。订光点与高光区的关系如图 6-17 所示。

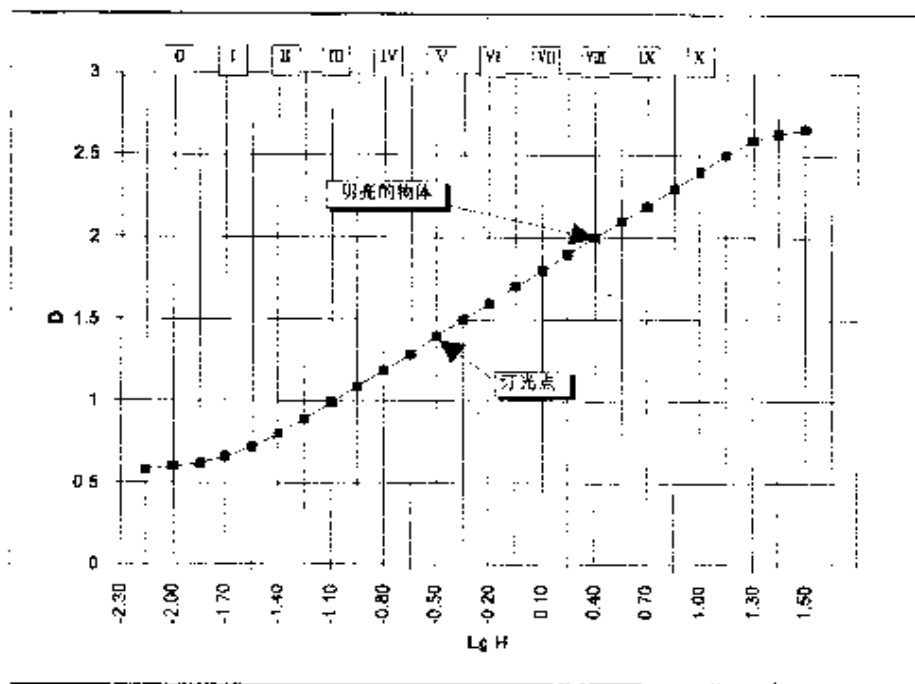


图 6-17 高光模式将明亮物体放在底片特性曲线的上端

高光相对于订光点的位置可以根据胶片的特性和个人的爱好来调整。

一些电子曝光计带有高光曝光模式，如美能达（MINOLTA）IV型曝光计。当曝光计置于高光模式时，曝光计在测量时自动换算并直接显示出订光点的曝光组合参数。在高光曝光模式下，被测的景物亮度不再被放到订光点上而是被放在订光点以上2级半的位置上。

#### （四）阴影曝光模式

阴影曝光模式与高光模式恰好相反。这种方法是测量画面中的低亮度景物的亮度，并在曝光时使这类景物的密度处于胶片特性曲线直线的下端、趾部以上。这种做法同时保证了暗物体的正常影调关系和层次，适合于以暗物体为视觉中心的画面的曝光控制。

【例】如图 6-18 所示，在这幅低调的摄影中，希望杯子的层次清晰。这个例子同样不能使用照度订光或平均测光模式，平均测光将导致总体的曝光过度。

采用阴影曝光模式确定曝光，并监测只要亮度区域的亮度水平：

（1）测量杯子的亮度（不包括杯子上的高光），得到曝光组合参数为 1 秒、F4；

（2）将该亮度放到订光点以下 2.7 级的位置上，需要减

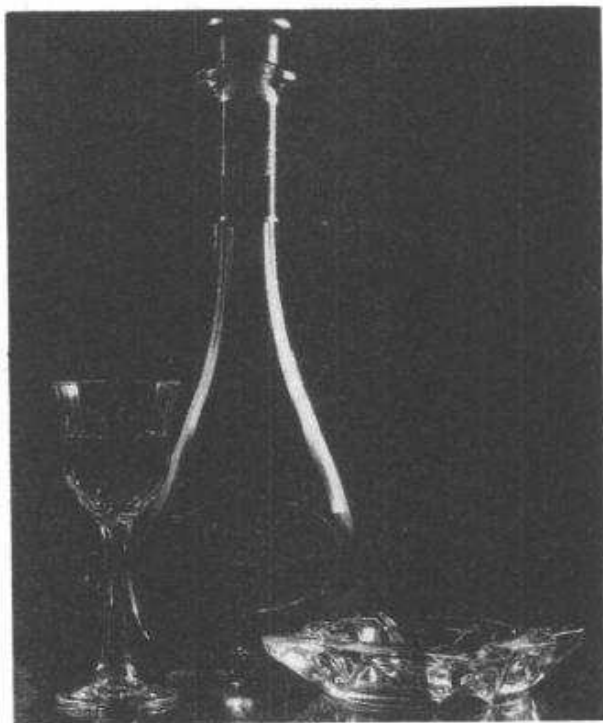
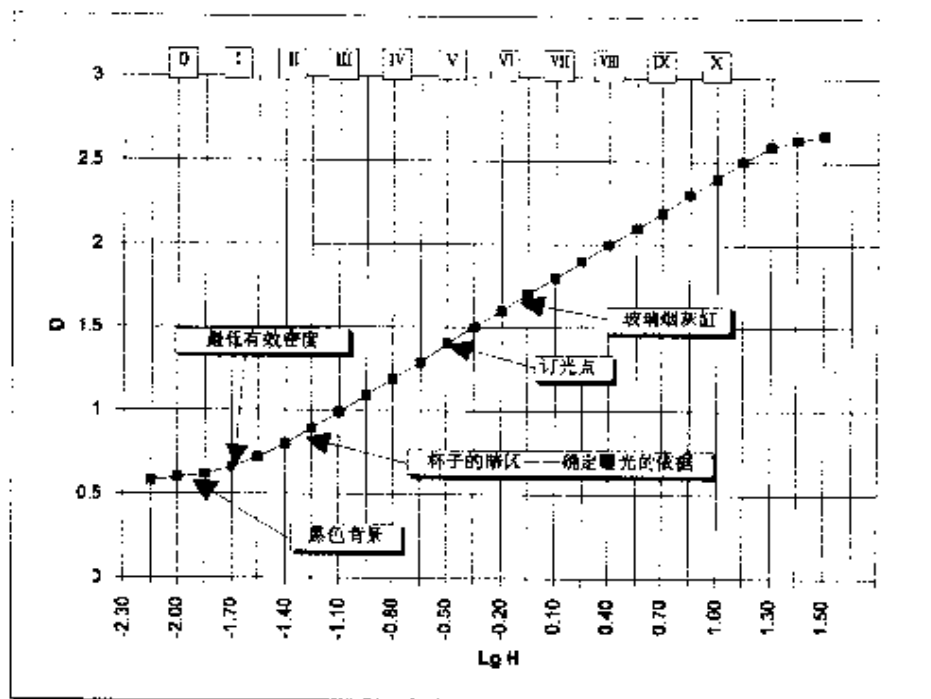


图 6-18 阴影模式举例

少曝光 2.7 级。所以，以 1 秒、 $F8\frac{2}{3}$  的曝光组合订光。订光点与阴影区的关系如图 6-19 所示。

图 6-19  
阴影模式将  
暗调的被摄  
体放在底片  
特性曲线的  
下端



(3) 监测调整其他亮度关系：背景为 1 秒、F2 的组合，比杯子暗 2 级，在订光点下 4.7 级，所以是全黑的。玻璃烟灰缸的高光的平均亮度为 1 秒、F16 的组合，比订光点高 1.3 级，所以层次不会损失。

凡是带有高光曝光模式电子曝光计，都带有阴影曝光模式。当曝光计置于阴影模式时，曝光计同样在测量时自动换算并直接显示出订光点的曝光组合参数。在阴影曝光模式下，被测的景物亮度被放在订光点以下 2.7 级的位置上。

## 6. 2. 2. 照相机自动曝光系统的再讨论

手动曝光模式虽然“原始”，但是它便于把客观测光结果和摄影师的主观分析结合起来，使曝光控制得心应手，这也是专业摄影师一贯坚持手动曝光的原因。特别是专业摄影师为了获取不同

一般的艺术感受，而往往把被摄体置于特殊环境之中，如营造高调、低调、逆光等摄影气氛，就特别需要分析景物的亮度分布，有选择地测光、订光，才能达到预期的摄影效果。

为了利用照相机自动曝光能快速确定曝光的优点，同时又避免特殊情况下的曝光失误，需要了解照相机自动功能的性质，搞清自动曝光的利弊，根据被摄对象来决定是使用自动功能还是使用手动功能。

测光方式是直接影响自动曝光相机曝光性能的主要因素，而多数自动曝光模式只是在一定的曝光量的前提下改变光圈与快门之间的组合关系，并不改善曝光准确性，只有评估式曝光系统是对曝光有特别考虑的。

#### **(一) 测光方式对曝光的影响**

使用照相机的测光系统之前应对相机的测光范围有所了解。

平均测光或中央重点测光属于全取景范围测光，如上一节所述，在被摄景物包含大面积黑或白时，会造成曝光过度或曝光不足。遇到上述情况时，若要避免曝光失误应改自动曝光为手动曝光，改平均测光为局部测光（靠近物体测光）或者调整照相机给出的曝光组合参数。

局部测光或点测光更容易控制曝光，一般测光区是在照相机取景的中心区域，照相机根据测光区的亮度数据确定曝光。局部测光或点测光如果测光不当，也会引起严重的曝光失误，例如，画面的中央是黑色或白色的物体时，将出现曝光过度或曝光不足。正确的操作方法参见本章第一节及图 6-5 和 6-6。

高级专业型照相机的快门按钮一般有“半按”和“全按”两个状态，有时这类照相机拍出的照片出现虚焦和曝光失误是由于拍摄时快门按钮按动太快，照相机来不及完成测光、调焦过程而造成的。

## (二) 自动曝光模式的用途

多数自动曝光模式的优点在于有助于摄影师完成特定的摄影意图。

1. 程序式曝光模式适用一般摄影，特别是非专业摄影，它给出一般规律下的光圈和快门的组合参数。

2. 快门优先模式、高速、低速程序模式适于对摄影速度有要求的场合。例如体育、舞蹈等场面。

照相机的快门优先模式与高速、低速程序模式的区别在于：快门优先模式要在拍摄之前调整好快门速度，所以灵活性大，用哪一档快门完全由摄影者决定。高速或低速模式属于程序式自动曝光模式，摄影速度按照相机设定的 EV 特性自动实现高速或低速摄影。

3. 光圈优先模式、景深优先适于对摄影景深有要求的场合。

光圈优先和景深优先的区别在于，景深优先是增加景深，保证一定范围内的景物都清晰，而光圈优先可以随意改变景深，既可增加又可减少。

## (三) 评估式曝光模式

评估式自动曝光系统可以克服一般自动相机因平均测光而带来的曝光失误，使大多数场合下（包括逆光）摄影曝光正常，并且可有多种测光模式和曝光模式供选择。不过在对摄影画面的影调有很特殊的要求时，应调整曝光补偿或改用手动曝光模式。

## 思考题

1. 曝光计是怎样确定曝光的？
2. 为什么要以中级灰为订光的基本原则？
3. 订光点、景物的亮度、亮度间距与底片和正片密度之间的关系如何？

4. 曝光宽容度的意义是什么?
5. 使用自动曝光照相机应注意哪些曝光问题?

### 练习

通过拍摄练习,熟悉和掌握不同环境场合,不同光线效果及不同被摄对象条件下的曝光控制。练习的重点在于掌握曝光的基本规律,实现正常曝光。具体方法见实验 2。

# 第七章 景物的亮度平衡与摄影曝光

**本章提要：**掌握景物的亮度平衡是专业摄影实现曝光控制的必要前提。在这一章里，将分析景物的亮度平衡对曝光的影响，常见景物和采光情况的曝光特点，并列举一些曝光实例。

曝光具有严格的科学性。当曝光违反了技术要求时，照片技术上的缺陷马上暴露无遗。同时，曝光又具有不确定性，因为曝光都是为一定的摄影意图服务的，摄影意图不同，曝光的要求也不同。

曝光作为摄影的基本手段入门是比较容易的。但是，要达到专业摄影的水平，不仅需要了解曝光技术本身，包括正确的量光订光，而且需要注意与摄影相关的各个方面。因为，一个不适当的构图或不适当的采光方向，都会引起曝光的失误。

## 第一节 景物的亮度平衡

在第一章第三节中曾讲到：照片的曝光有四种情况：曝光正常、曝光过度、曝光不足及不恰当的曝光。对于曝光过度或曝光



不足属于订光不当，只要掌握了正确的订光方法，问题就能得到解决。而一幅画面中既有曝光过度又有曝光不足就是景物选择不当或照明不当的问题了。

一个优秀的摄影师并不能把所有的景物都拍得层次分明，但是他能够恰当地取舍、巧妙地安排构图和照明，使景物明暗关系谐调，一切都在控制之中。

### 7. 1. 1. 什么是景物的亮度平衡

除了第一章图 1-5 那个曝光不恰当的例子以外，我们还常常会看到类似图 7-1 这样的照片：阳光明媚的日子里，在旅游胜地拍张纪念照，一不留神把人物安排在了树木或建筑的阴影里，结果人物只留下个半剪影，分不出谁是谁。

现在，让我们再看一看另外两幅照片：

图 7-2 拍摄于教堂内部，画面以明暗错落展示了建筑的结构，丰富的层次给人以更多的细节感。

图 7-3 是一幅风光摄影，深色影调的土丘及树丛与明亮的水面相互呼应，使画面赏心悦目。



图 7-1  
景物亮度不  
平衡的例子



图 7-2 景物亮度平衡实例一

由此看来，所谓景物亮度平衡是指被摄景物亮暗搭配合理，同时被摄画面没有不合理的亮度失控<sup>①</sup>。亮度平衡不仅仅是指景物的亮度间距要控制在胶片的宽容度之内，而且包括摄影构图上景物的明暗搭配要有条理。

图 7-1 由于没有控制好景物的亮度平衡，致使照片的质量无法被人接受。

一张亮度平衡处理得好的图片，即使内容平平，构图没有新意，仍会使人感觉图片出自专业摄影师之手。甚至可以

这样说：能不能控制景物的亮度平衡是专业摄影与非专业摄影的分界线。



图 7-3 景物亮度平衡实例二

## 7. 1. 2. 景物的亮度分布与曝光

根据前一章中曝光宽容度的概念，景物的亮度分布直接影响着曝光的宽容度。对于亮度分布均匀、亮度间距不大的景物来说，曝光控制比较容易。而对于亮度间距大、分布不均匀的景物，曝光控制就要格外严格。

针对不同的场景，让我们来分析一下景物的亮度构成。

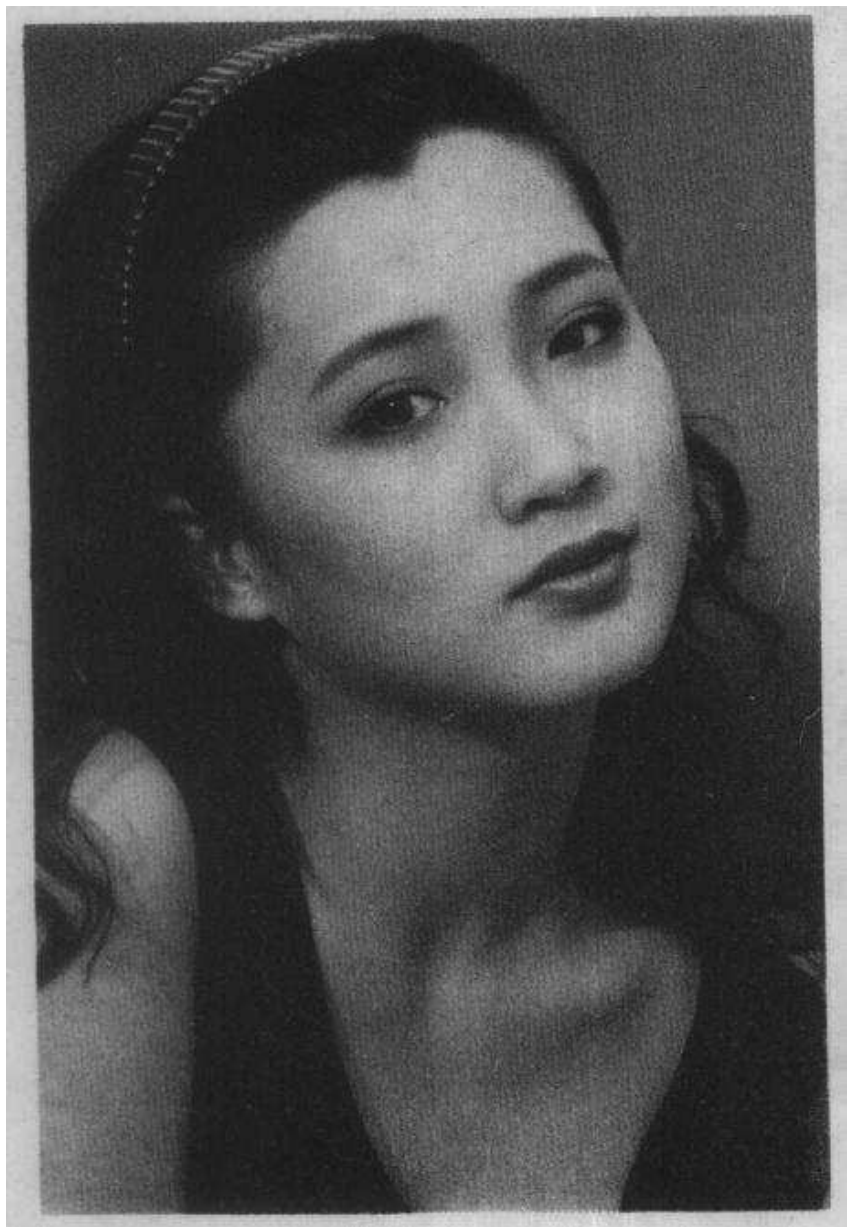


图 7-4  
室外顺光人像  
摄影  
(摄影 曹郁)

## （一）外景摄影

外景景物亮度的变化依太阳的变化而变化：景物的亮度随四季的变化而变化；随一日之间早中晚的变化而变化；随天气的阴晴变化而变化；随太阳、景物及照相机的相对位置的变化而变化。

### 1. 晴天顺光照明

顺光情况下，摄影者只能看到被摄景物的受光面而看不到背光面，所以景物的亮度间距不大，亮度间距仅取决于景物自身的反光率的高低。顺光摄影的曝光宽容度比较大，因此曝光控制较容易。

顺光摄影有利于色彩表现。如果是非常晴朗的天气，蓝天的亮度将不会太高（大约比人的肌肤亮度高1级），蓝天和景物的色彩都能表现很好。顺光摄影的不利一面是由于缺乏光比，景物的空间感不宜表现，影调也容易平淡。所以，顺光摄影应特别注意景物的反光率构成，靠景物不同反光率的合理搭配形成照片的影调变化。

【例1】图7-4为室外顺光（光源位置略偏前侧光方向）人像摄影。这幅照片拍摄时间接近黄昏，光线变得柔和，有利于肖像摄影。

【例2】彩页图2为顺光风光摄影。利用顺光照明有利色彩表现的特点，配合灰渐变滤光镜压暗天空的影调，形成一幅非自然的田园风光。

【例3】彩页图3为顺光小景一则。水中倒影的色彩被表现得淋漓尽致。

### 2. 晴天侧光照明

侧光条件下，景物的亮度间距取决于阳光直射的程度以及环境反光的情况。一般情况下，光比大约在3:1（柔和阳光照明条件，受光面与背光面相差1.5级）至16:1（晴朗天气，环境反

光较弱的情况，受光面与背光面相差4级)之间。当光比超过4:1时，景物的亮度间距有可能超出胶片的宽容度范围，造成局部影调失控。

侧光摄影有利于表现景物的空间感和物体的质感以及色彩关系，因而是摄影经常选用的照明角度。拍摄风光照片时，应注意受光面的高反光率物体和背光面的低反光率物体。拍摄人物肖像时，如果光比过大，要通过对暗部补光等手段减小光比。

【例1】彩页图4在侧光条件下拍摄。图片有意识减少曝光，以强调建筑物的表面感。

【例2】彩页图5的例子中，房子白墙的亮度相当高，曝光以白墙不超出胶片宽容度、白色的层次不失真为准(可采用高光曝光模式，参见第六章第二节)，并使用了偏振镜，使天空的影调色调为暗蓝色(是偏振镜和减少曝光共同作用的结果)。

### 3. 晴天逆光照明

逆光摄影最具摄影魅力，但是在曝光控制上也是最复杂的。



图 7-5  
逆光人像  
摄影选择  
暗景物为  
背景

因为逆光情况下，景物的亮度间距几乎是无穷大，最亮的景物包括天空、地面或水面的反光。最暗的物体是背光的树丛、深色的土地等等。逆光摄影的关键是对被摄景物做出适当的取舍，通过构图缩小景物的亮度间距。

【例1】图7-5是逆光人像摄影。在构图时把人物安排在一片树丛前，以避免明亮的天空。同时，暗背景可以衬托出逆光所勾勒的明亮的轮廓。订光可以以背光面的照度来确定，使曝光计的乳白罩由人物位置指向照相机的方向测量，也可以以人脸的亮度来确定。订光可以视个人爱好而灵活掌握。按照照度或人脸的亮度订光，可得到正常的影调表现。有意识地再减少半级至2/3级曝光，可以得到明显的逆光感。



图 7-6 大光比逆光风光摄影例一



图 7-7 大光比逆光风光摄影例二

拍摄以背光面为主的景物时，基本的规律是：避开明亮的天空，以暗背景陪衬主体景物，以背光面确定曝光。

【例 2】图 7-6 是在大雨之后太阳露出乌云的瞬间拍摄的。曝光有意地不足，舍弃地面景物和部分天空的层次以保证小路在逆光下的质感。

在大光比的情况下，保证画面中处于视觉中心的景物的层次和质感，放弃其他景物的层次，使画面的一部分暗掉或毛掉，是一种曝光技巧。在这种情况下，如果明暗两端都想照顾，其结果必然是都照顾不到，出现曝光不当的结局，而且画面将平淡无奇。

拍摄明亮的景物如水面的耀斑、天空、地面反光等，要注意景物的亮度构成，可以以亮景物确定曝光，但要注意不要直接测量太阳的亮度（如果太阳在取景的范围之中）。

【例 3】逆光摄影时也可以选择形态好看的物体作为明亮物体或天空的前景，处理成剪影状。如图 7-7 所示。

以上三个例子只是逆光摄影的一个侧面，逆光摄影还有许多不同的表现方法，要根据具体情况，确定构图的取舍和画面的曝光。

逆光摄影善于表现光感，但不善于表现景物的色彩。使用照相机的自动曝光系统时要特别谨慎，照相机自动曝光系统往往在处理逆光摄影时引起较大误差。

#### 4. 阴雨有雾天气

阴雨天，太阳被云层遮挡，失去方向性，景物的照明变得柔和均匀。阴天摄影景物的亮度间距小，相应的曝光宽容度就比较大。但是阴天也有许多不利因素：（1）由于景物亮度间距小，拍出的照片很容易灰乎乎的一片。（2）天空和地面景物的亮度相差悬殊，如果拍摄的景物带有一部分天空，很难同时兼顾天空和景物。（3）阳光经过云层之后，蓝紫成分较多，不利于景物的色彩表现。（4）阴天的照度取决于云层的厚薄，照度变化大。

尽量避免同时拍摄天空和地面景物。如果景物中包括了天空，可以考虑使用灰渐变滤光镜压暗天空，使乌云的层次得以表现，如图 7-8 所示。

为了突出表现阴雨天气潮湿的路面和雨水的反光，可以略微减少曝光，使画面的总体影调暗一些。如图 7-9 所示。

有雾的天气，景物被雾气淡化呈现出简洁明亮的调子，如图 7-10 所示。雾天比较好处理景物的影调关系。景物越远被雾化的程度越高影调也越明亮。近景则可更多地保留了物体本身的材质特性。如果选景得当，很容易处理景物的影调关系，表现空气透视感。

图 7-8 阴天摄影使用灰渐变滤光镜压暗天空，平衡天空和地面景物的亮度



图 7-9 有意识地压暗画面的影调突出路面雨水的反光





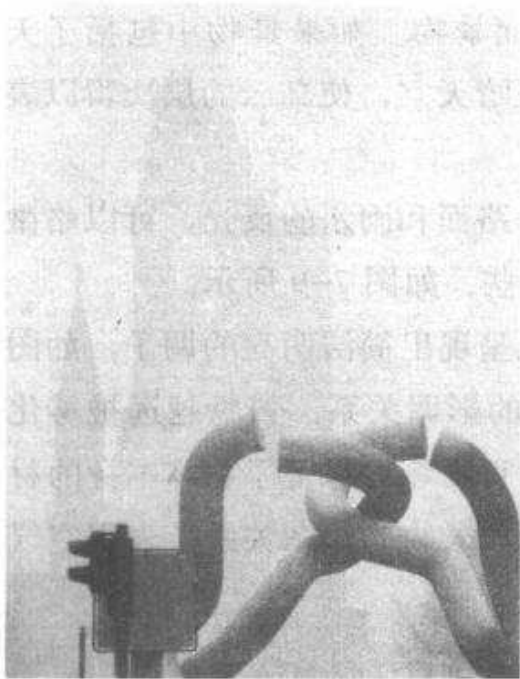


图 7-10 雾霾淡化了景物，增加了空气透视效果



图 7-11 黑色的护路围杆为低反差的阴雨天气增加了透视感，也丰富了画面的影调

风光摄影中，有意识地选择一些暗景物作为前景，有利于加强景物的透视感。如图 7-11 所示。

## （二）室内自然光摄影

室内自然光摄影在曝光控制上也属于难度较大的一类。

1. 室内与室外相比，照度水平低反差大，如图 7-12 所示。
2. 照度分布不均匀，距离窗户近的地方照度高，距离窗户越远，照度越低，如图 7-13 所示。
3. 在拍摄室内带窗外景物的图片时，室内外照度相差悬殊，难以平衡。因此，室内自然光摄影在取景上要特别仔细，并且，辅助照明是必要的。

〈例 1〉图 7-14 是使用自动照相机拍摄的，明亮的窗户使照相机做出了错误的曝光判断，使照片曝光不足。图 7-15 使



图 7-12  
室内人像  
摄影

用了同一台照相机，把闪光灯功能放置在“闪光”（不论环境光线如何，闪光灯都会在摄影时启动，是手动逆光补偿方式）挡上，使图 7-14 的曝光错误得到纠正。

【例 2】图 7-16 是室内高反差人像摄影。这幅图片如果用来制作卡拉 OK 激光唱盘的封面，会是一幅很好的作品。不过这类大反差的照片并不容易拍摄。首先在构图上要特别注意影调的明暗搭配，因为大反差的景物记录在胶片上是有可能失去一些层次的，这时影像上明暗影调的布局看起来是不是舒服就显得十分重要。

【例 3】图 7-17 摄于展览会上，以闪光灯瞬间的强光凝固两个奔跑中孩子的动作，快门采用  $1/30$  秒，照相机以快速追随被摄主体，使背景模糊产生了动感。此类画面属于抓拍性质，曝光是事先根据现场照明的情况大致调整的。高级自动照相机在这类场合特别有用。



图 7-13 室内  
光线成分平行  
点



图 7-14 顺  
光的背景使自  
动的曝光照相机  
出现失误

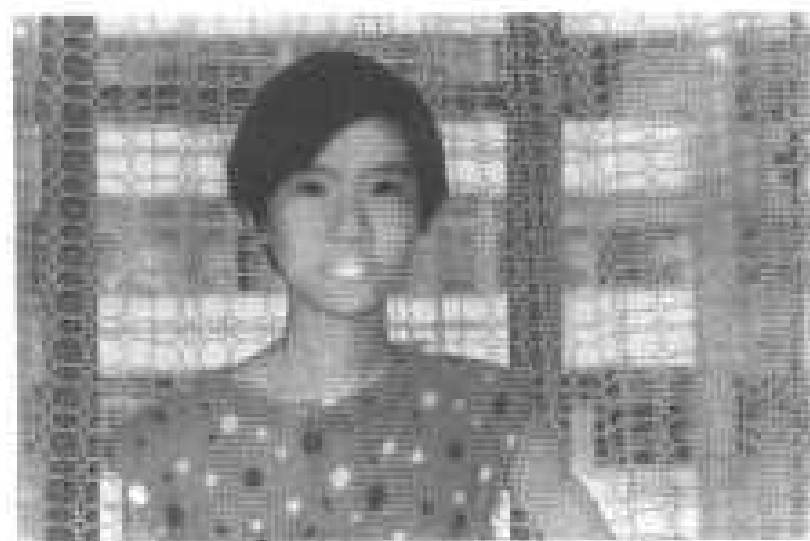


图 7-15 用  
闪光灯补光，  
避免了自动照  
相机的曝光失  
误



图 7-16 高反差  
室内人像摄影  
(摄影 杨洪)



图 7-17  
室内两光  
灯与室内  
灯光混合  
照明时摄  
影例子

### （三）夜景摄影

室外夜景摄影在亮度平衡上有两个要点：天空的影调和构图上的明暗搭配。

#### 1. 天空影调控制

控制天空的影调主要在于时机的把握。日落后是拍摄夜景的最佳时机，在日落后大约半个多小时的时间之内所拍摄的天空有很好的层次，地面景物也可以隐隐约约看出一些细节。但是在这一段时间里，天空的亮度变化很快，所以要随时测量光线的变化，及时调整曝光组合。如果天空的亮度合适，而灯光的效果不够好，可考虑采用二次曝光的方法，先拍摄天空和环境，保持机位不动，在亮灯之后选择合适的时机第二次曝光。

#### 2. 构图

夜景摄影画面上会有比较多的暗区，所以在构图时，应注意景物的亮暗搭配。

〈例1〉选择天色转暗，灯光的亮度显得并不耀眼时拍摄夜景，天空和景物的层次都很好。如彩页图6所示。

〈例2〉不同的时间拍摄，天空的影调和色调有很大区别。

太阳刚落山时天空比较明亮，并带有太阳的余辉，呈蓝紫色，如彩页图7所示。画面以天空的亮度确定曝光。

随着天空亮度减低，天空逐渐变暗，灯光显得越来越明亮。如彩页图8所示。画面以被灯照亮的柳树亮度和环境照度相互参考，确定曝光。在夜景摄影中，不能以照度直接推算曝光，因为如果用照度直接推算曝光，画面的影调将会和日景一样明亮。

天空会在很短的时间内完全黑下来，摄影将以灯光为夜景的照明。如彩页图9所示。

### （四）摄影室摄影

在摄影室中从事摄影活动，被摄景物的光比甚至景物的反光



图 7-18 摄影家  
 图 7-19 摄影家  
 图 7-20 摄影家  
 图 7-21 摄影家  
 图 7-22 摄影家  
 图 7-23 摄影家  
 图 7-24 摄影家  
 图 7-25 摄影家  
 图 7-26 摄影家  
 图 7-27 摄影家  
 图 7-28 摄影家  
 图 7-29 摄影家  
 图 7-30 摄影家  
 图 7-31 摄影家  
 图 7-32 摄影家  
 图 7-33 摄影家  
 图 7-34 摄影家  
 图 7-35 摄影家  
 图 7-36 摄影家  
 图 7-37 摄影家  
 图 7-38 摄影家  
 图 7-39 摄影家  
 图 7-40 摄影家  
 图 7-41 摄影家  
 图 7-42 摄影家  
 图 7-43 摄影家  
 图 7-44 摄影家  
 图 7-45 摄影家  
 图 7-46 摄影家  
 图 7-47 摄影家  
 图 7-48 摄影家  
 图 7-49 摄影家  
 图 7-50 摄影家  
 图 7-51 摄影家  
 图 7-52 摄影家  
 图 7-53 摄影家  
 图 7-54 摄影家  
 图 7-55 摄影家  
 图 7-56 摄影家  
 图 7-57 摄影家  
 图 7-58 摄影家  
 图 7-59 摄影家  
 图 7-60 摄影家  
 图 7-61 摄影家  
 图 7-62 摄影家  
 图 7-63 摄影家  
 图 7-64 摄影家  
 图 7-65 摄影家  
 图 7-66 摄影家  
 图 7-67 摄影家  
 图 7-68 摄影家  
 图 7-69 摄影家  
 图 7-70 摄影家  
 图 7-71 摄影家  
 图 7-72 摄影家  
 图 7-73 摄影家  
 图 7-74 摄影家  
 图 7-75 摄影家  
 图 7-76 摄影家  
 图 7-77 摄影家  
 图 7-78 摄影家  
 图 7-79 摄影家  
 图 7-80 摄影家  
 图 7-81 摄影家  
 图 7-82 摄影家  
 图 7-83 摄影家  
 图 7-84 摄影家  
 图 7-85 摄影家  
 图 7-86 摄影家  
 图 7-87 摄影家  
 图 7-88 摄影家  
 图 7-89 摄影家  
 图 7-90 摄影家  
 图 7-91 摄影家  
 图 7-92 摄影家  
 图 7-93 摄影家  
 图 7-94 摄影家  
 图 7-95 摄影家  
 图 7-96 摄影家  
 图 7-97 摄影家  
 图 7-98 摄影家  
 图 7-99 摄影家  
 图 7-100 摄影家

图 7-18 摄影家

图 7-19 摄影家



图 7-19 摄影家

图 7-19 摄影家

率都可以人为的摆布。所以光比、景物亮度间距可大可小，比外景和实景摄影的随意性要大得多。

影室摄影曝光控制过程和外景、实景不同。影室摄影是首先设定一定的光比、被摄主体与环境、背景的关系，然后根据设定布光、测量。影室摄影使用独立曝光计比较方便。

【例】图 7-18 和图 7-19 是为电影《别墅灾星》剧中的人物安宁拍摄的肖像，以作为道具挂在安宁的房间中。

图 7-18 是一幅平柔光效果的肖像。曝光控制所要做的工作是：(1) 控制景物照度，使光线均匀。(2) 使背景的亮度接近人脸的亮度。(3) 确定曝光。根据画面的构成和摄影意图，把人脸的密度确定在第Ⅵ级为宜（参见第六章第二节）。所以，以人脸亮度的推算曝光增加 1 级曝光拍摄。

图 7-19 是一幅反差比较大的肖像。曝光控制所要做的工作是：(1) 控制光比。(2) 调整背景和人物亮度关系。(3) 确定曝光，根据画面的构成和摄影意图，把人脸的亮部密度确定在第Ⅶ级，根据光比人脸的暗部落在第Ⅴ级和第Ⅳ级之间。所以，以人脸暗部（暗部面积大，确定亮度准确）的亮度推算的曝光减少半级曝光拍摄。

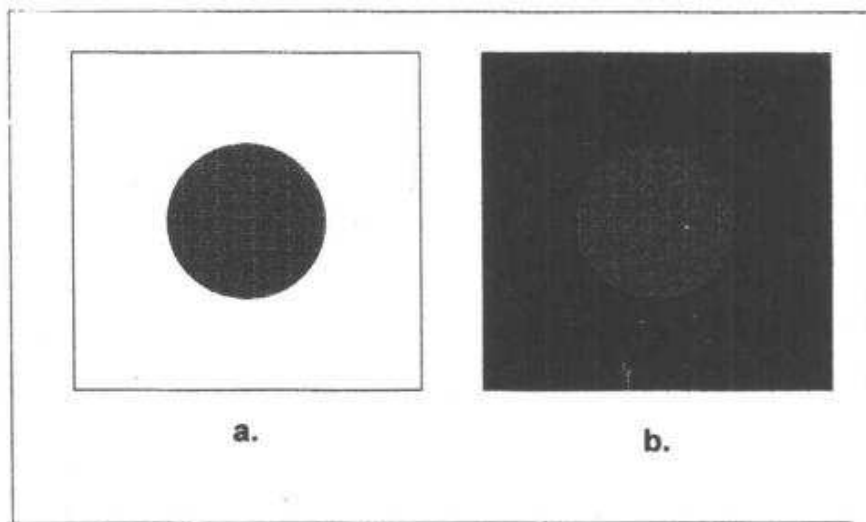
#### （五）注意景物之间相对亮度关系

摄影是对景物提炼、再选择的过程。摄影画面有自己的影调规律，有的规律和人们日常对景物的感受有一定的距离。例如，夜在人们的心目中是黑的，而对于胶片来说，黑意味着不感光，换言之没有影像。比如彩页图 6 至 9 的例子可以看出：摄影的夜景画面不仅不是全黑的，而且有的局部可以很亮，正是少量明亮的景物衬托出大面积的暗区，给我们以夜的感受。

图 7-20 是一个实验，将同样灰度的圆分别叠放在不同的背景上，a 图为白，b 图为黑。有趣的是，白背景下的灰显得黑，黑

背景下的灰显得白。

图 7-20  
在不同的背  
景下灰色的  
明暗感觉不  
同



这是一种正常的视觉现象，它说明人们在观看景物的时候，要受到观看环境的影响。这种现象在摄影中十分重要，如前面所提到的夜景效果，利用高光可以把暗景物陪衬得更黑。

从其他的例子中，我们也可以看到这种明暗对比的重要。如彩页图 10 和图 11 是同时拍摄的，两个画面均以照度订光，所以两张图片中人脸的密度是很接近的。从效果上来看，亮背景的一张中人脸看上去比暗背景的一张要黑。

所以，我们又回到了本章开始时的论点：景物的亮度平衡很重要，如果画面的亮度关系处理不好，是无法通过调整曝光来改善画面的质量的。

## 第二节 摄影意图与曝光技巧

曝光控制不能脱离开具体的拍摄对象和摄影意图。

通常情况下，照片是按照正常影调来处理的。所谓正常影调是指照片的影调、色调关系（包括亮度关系、反差关系、色彩关



系)和人们日常观察景物时的感受比较接近,而且具有颗粒幼细、层次清晰的影像质量。

有时,照片也要根据摄影意图处理成非常规的影调关系,或在一种气氛条件下营造出另外的气氛。比如,白天拍出夜景气氛。对于此类照片,应在正常曝光的基础上增加或减少曝光。

摄影是一门艺术,它不以绝对客观地再现景物为目的。所以,对照片无法做到按照常规和非常规严格归类。以下列举的一些图例,只为读者提供参考,摄影者应根据自己的摄影意图,确定自己的曝光控制方案。

### 7.2.1. 一般摄影意图的曝光掌握

#### (一) 全景摄影

拍摄室外全景场面时,应以把握全局的环境气氛为重点。



图 7-21 雪景摄影以照度订

光的例子



图 7-22 日出日落摄影举例

(摄影 黄炼)

在这种情况下，只要不出现大面积暗景物或大面积明亮景物的特殊情况，量光适于用平均亮度订光。如果景物不处于逆光照明下，也适于以照度订光，对于景物平均反光率不为中级反光率的景物，比如雪景，使用照度订光方式是比较适合的。

图 7-21 是以照度订光拍摄雪景的例子。

逆光条件下，曝光控制要根据景物的亮度分布来确定，以亮度方式测光。如果景物完全处于背光面，也可以用照度订光。

图 7-22 拍摄于日落之前，天空被乌云遮挡，只露出一线亮斑，天空和吊车的剪影形成了黑白灰的影调关系，曝光以天空的亮度确定，主要应掌握的是明亮的一线天是不是能被充分表现。

室内全景摄影照度分布比较复杂，在不同的位置上测量照度会有不同的数值，曝光应根据具体环境和景物而定。

## （二）中近景或特写

当景别减小到中近景或特写时，表现景物的质感就变得十分重要。曝光控制应当注意被摄景物的亮度，不要有失控之处。主体的亮度定在订光点的左右时，能保证主体的色彩和层次。

### 7. 2. 2. 特殊摄影意图的曝光掌握

为了一定的摄影意图，照片可以有违于原景物的影调关系，在正常曝光的前提下增加曝光或减少曝光；也允许画面中一部分景物超出胶片的宽容度，使一部分陪衬景物“毛”掉或“黑”掉，但是画面中主体景物的质感应该很好。其实，在前面一节里已经涉及到非常规的摄影实例。

#### （一）景物的特殊处理

【例 1】图 7-23 至 7-25 是同一场景，在后期放大时处理成不同的影调。图 7-23，接近与正常白天的效果。图 7-24 比 7-23 的影调深，比正常影调暗，但是路面的质感比 7-23 好。

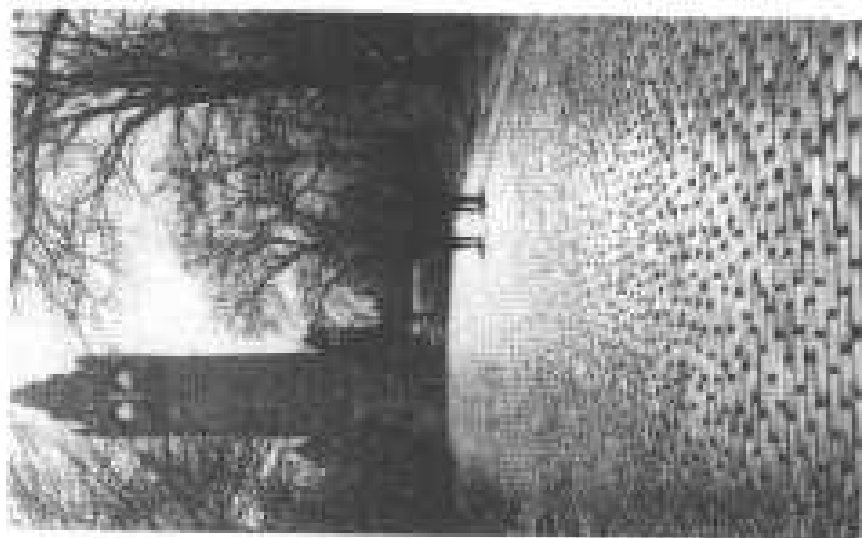


图 7-23 同一场景  
不同曝光的对比之一

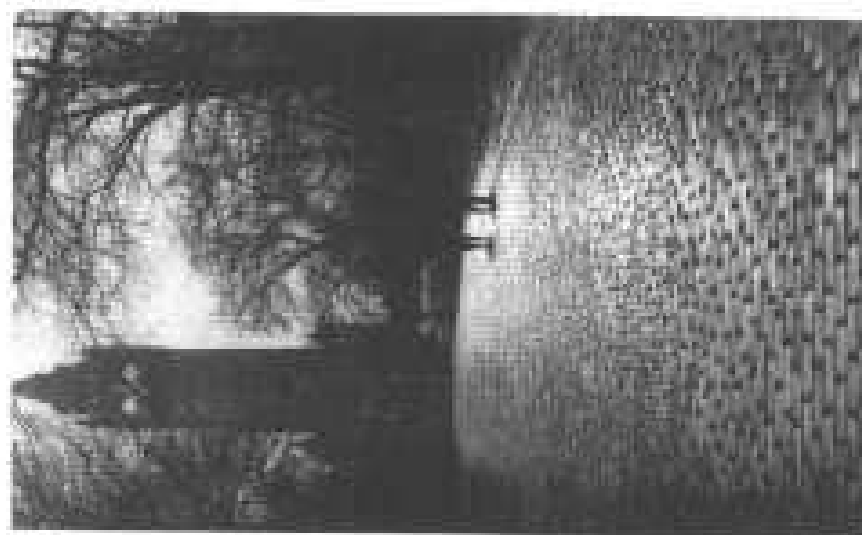


图 7-24 同一场景  
不同曝光的对比之二

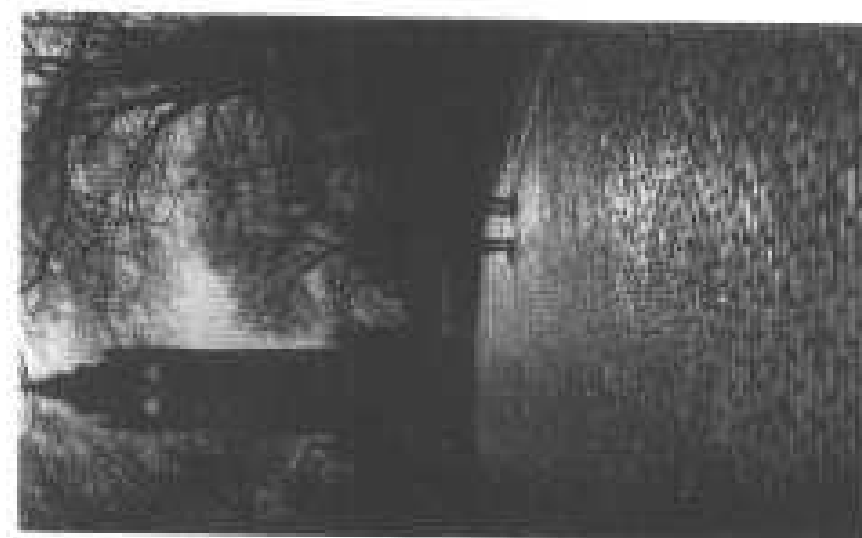
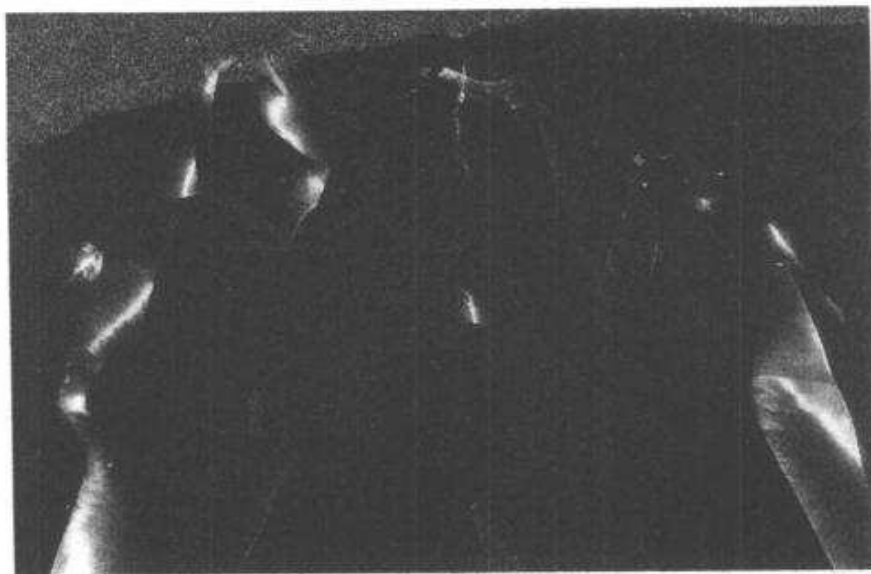


图 7-25 同一场景  
不同曝光的对比之三

图 7-26  
减少曝光，  
突出亮部  
质感的例  
子（摄影  
李肖夫）



进一步压暗画面的影调，得到图 7-25 的效果，明暗对比强烈，看上去像是夜景。

对于黑白感光材料来说，后期加工的余地是比较大的，所以同一密度的底片可以得到不同的放大效果。但是，在摄影时仍需要明确的预测未来图片的影调关系，曝光与摄影意图相差太远的底片在放大时是难以调整的。

【例 2】在图 7-26 的例子中，减少曝光，使天空和雕像的背光面形成深灰或黑色调，从而衬托出雕像亮斑的质感。

## （二）人像的特殊处理

【例 1】高调人像摄影在摄影中技术掌握难度较高。

高调摄影应具备以下特点：（1）光线平柔；（2）画面构成以明亮的影调为主，黑色物体只占很少的比例，如图 7-27。

在曝光控制上应注意以下问题：

（1）注意人脸和背景及服饰的亮度关系。背景亮度应接近人脸亮度，因为背景和人的肌肤在同一个亮度水平上，才能把人拍“白”。常见的失误有：为模特儿选择反光率很高的衣服，背景灯打得亮亮的，结果环境很亮，人脸却是黑的。这时，怪模特儿



图 7-27 亚洲人像摄影  
(摄影 邓伟)



图 7-28  
欧洲人像  
摄影

长得太白也没用，再白的脸充其量还是中级反光率，不能和白纸相比。所以要靠降低环境亮度来表现肌肤的白。

(2) 白色被摄体之间的亮度间距要小 (1/2 级至 2/3 级)，但是又要能区分层次。

(3) 在确定曝光上要大于正常曝光的曝光量，将高调的景物放到大约第Ⅵ至第Ⅶ级的位置上。

【例 2】低调摄影应以暗影调为画面的主导。图 7-28 是室外自然光下拍摄的低调人像，曝光比正常低大约 1 级半。

正如高调摄影中需要有少量的黑做陪衬，低调摄影中也需要高光的点缀。

### 7. 2. 3. 多次曝光的曝光控制

多次曝光在曝光掌握上：要视具体图片而定。

如果多次曝光要达到的是类似合成的效果，即每一次曝光都使胶片未感光的部位感光，而不使已感光部位继续感光，那么每次曝光都应按照正常曝光来进行。

如果多次曝光是在前面曝光的基础上继续曝光，则曝光量是每次曝光量的总和，为了使最终照片的总体曝光正常，每次曝光应是正常曝光的  $1/n$  ( $n$  是曝光次数)。

【例 1】一张图片要通过二次曝光实现。

(1) 第一次摄影时测得：正常曝光应为 1/125 秒、F11。实际拍摄应使用这个曝光量的 1/2，所以按 1/250 秒、F16 的曝光组合 (或 1/250 秒、F11) 来拍摄；

(2) 第二次摄影时测得：正常曝光应为 1/125 秒、F8。实际拍摄也应使用这个曝光量的 1/2，所以按 1/250 秒、F11 的曝光组合 (或 1/250 秒、F8) 来拍摄。

【例 2】一张图片要通过八次曝光实现。

(1) 当光圈收小 1 级 (或快门速度提高 1 级) 时, 曝光量减少为原曝光量的  $1/2$ ; 当光圈收小 2 级 (或快门速度提高 2 级) 时, 曝光量减少为原曝光量的  $1/4$ ; 当光圈收小 3 级 (或快门速度提高 3 级) 时, 曝光量减少为原曝光量的  $1/8$ ……以此类推。

(2) 因此对于需要八次曝光的照片来说, 每次曝光应比正常曝光减少 3 级。假如测得正常曝光为  $1/60$  秒, F5.6, 那么应以  $1/60$  秒, F16 (或相同曝光量的其它曝光组合) 作为一次曝光的曝光量。

#### 7. 2. 4. 近距摄影曝光补偿计算

如果要拍摄很小的物体的特写, 需要使照相机靠近被摄物体 (缩小物距), 使用近摄接圈或皮腔伸长镜头 (扩大像距)。由于镜头到胶片之间的距离随之增加, 光线损失, 所以需要曝光补偿。

自动曝光的照相机可以自动对曝光进行校正, 不必另做补偿。

一些中型或大型照相机在照相机上有辅助计算近摄曝光补偿的装置, 使用时可以参考。例如图 7-29 所示玛米亚 (MAMIYA) RB67 型照相机在皮腔上设有标尺, 指示皮腔伸长的距离和推荐的曝光补偿。

对于没有任何近摄曝光补偿提示的照相机可以通过计算, 得出曝光补偿系数。

公式之一, 通过影像对景物的放大倍率来计算:

$$\text{EIF} = (m+1)^2 \quad (7-1)$$

公式 (7-1) 中, EIF 曝光补偿系数;  $m$  为影像对景物的放大率。

【例 1】景物比影像大 10 倍时,  $m=0.1$ , 则:

$$\text{EIF} = (0.1+1)^2 = 1.21$$

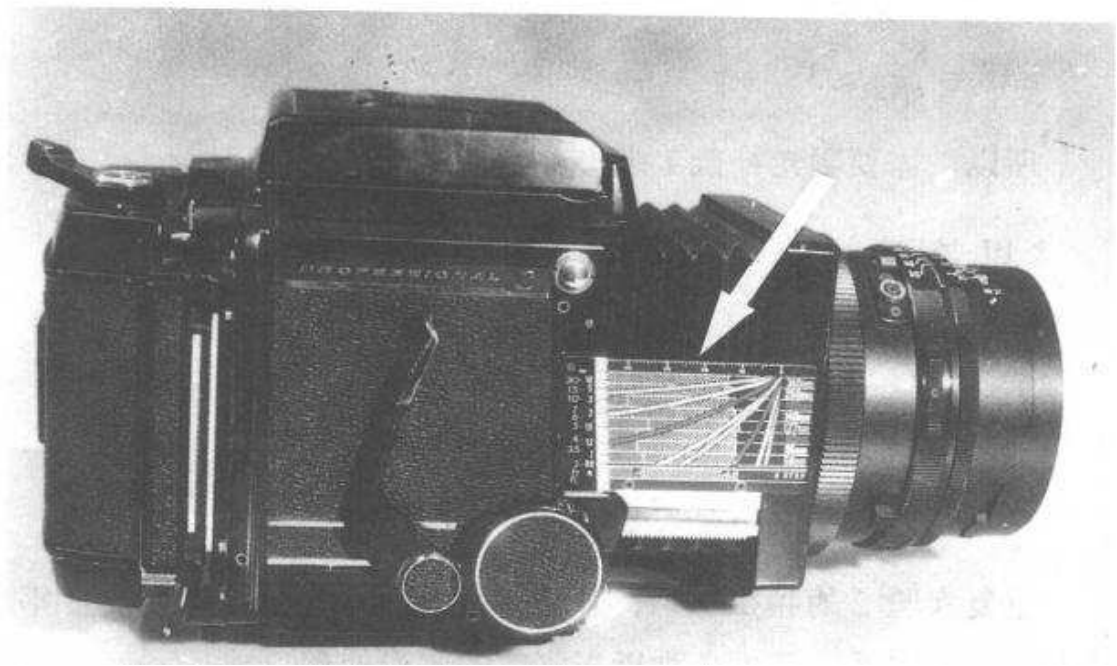


图 7-29 中型相机上的近摄计算标尺

这个曝光补偿系数很小，在实际摄影中忽略不计。

【例 2】景物和影像的比例为 1 : 1,  $m = 2$ , 则:

$$EIF = (1+1)^2 = 4$$

所以曝光补偿的倍数是 4, 应增加 2 级光圈, 或者如果光圈值不变, 曝光时间乘以 4 即为补偿后的快门参数。例如补偿以前快门为 1/60 秒, 补偿后为  $(1/60) \times 4 = 1/15$  秒。

公式之二, 通过胶片到镜头的距离计算:

$$EIF = \frac{V^2}{f^2} \quad (7-2)$$

公式 (7-2) 中,  $V$  是镜头光阑到胶片平面的距离;  $f$  是镜头在无限远位置上的焦距。

【例】使用 35mm 单镜头反光照相机配 50mm 镜头, 镜头光阑到胶片平面的距离为 85mm。则:



---

$$\text{EIF} = \frac{85^2}{50^2} \approx 3$$

所以，需要曝光补偿 1 级半。

### 思考题

1. 景物的亮度平衡对曝光控制产生怎样的影响？
2. 怎样通过曝光营造摄影气氛？

### 练习

重复实验 2 的拍摄练习，侧重通过选景构图熟悉景物亮度平衡与曝光的关系，掌握各种摄影气氛的曝光处理。

---

注释：

① 不合理的亮度失控：是指画面中应该有层次的地方没有层次。如果为了一定的艺术气氛，把画面的一部分处理成剪影或让一部分画面“毛”掉，是允许的。“毛”指的是画面中高亮度的影像没有层次。

## 第八章 影响曝光的诸多因素

**本章提要：**分析摄影过程中影响曝光的各种因素，以树立误差意识，更全面的掌握曝光控制。

### 第一节 测量误差对曝光的影响

曝光计及照相机的测光系统是曝光控制的依据，它应当是准确无误的。而实际情况并不如此，如果把几块曝光计（还可以加上有测光功能的照相机）放到一起测试，可能测量结果都不相同。

#### 8.1.1. 误差的起因

测量误差主要可归结为以下几个方面：

##### （一）标准上的差别

曝光计和照相机测光系统在制造上，没有完全统一的国际标准，所以不同厂家的产品由于控制标准不同，测量结果会有所不同。

##### （二）基准反光率的差别

基准反光率（参见第三章第四节）也是因为没有统一的标

准，因而产生了制定上的不同。这种不同对曝光计的影响是比较大的。我们在前面的讨论中曾讲到，在亮度测量的时候，曝光计按照中级反光率给出曝光组合参数。现在，我们可以更严格地说：曝光计是按照基准反光率给出曝光组合参数的。

不同基准反光率的曝光计在测量同一物体时，会得到不同的亮度值。例如：假定甲、乙两块曝光计经过核对，它们在照度测量时得到的测量结果是一样的，甲曝光计的基准反光率是12.5%，乙曝光计的基准反光率是25%，又假定被测物体的反光率是25%。当使用这两块曝光计测量同一物体的亮度时，甲的亮度值会比乙的高1级。这是因为甲测量时把被测物体当做12.5%的反光率，甲将被测物体的反光率比基准反光率提高一倍判断做环境照度高了一倍，所以甲判断出的亮度值相对于乙高1级，并做出减少1级曝光的决定。

曝光计的基准反光率对测光主要有以下三方面的影响：

1. 不同基准反光率的曝光计有不同的测量光值。
2. 同一块曝光计，如果选定的亮度订光的基准不等于该曝光计的基准反光率，则亮度订光与照度订光的光值有差异。
3. 高光和阴影的控制数值会因基准反光率不同而不同。

通常所说的“上三下四”会因基准反光率的不同而有变化。基准反光率低使订光点在特性曲线上向下移，上容度大下容度小；基准反光率高使订光点向上移，上容度小下容度大。

### （三）曝光计本身的误差

曝光计或照相机的测光系统本身也会因种种原因而引入误差。绝对没有误差的测光设备是不存在的。如果一块曝光计的误差是 $+1/3$ 级，另一块曝光计的误差是 $-1/3$ 级，应该说这两块曝光计都还是不错的，而这两块曝光计放在一起时，它们的读数相差了 $2/3$ 级。

### 8. 1. 2. 测量基准的再确认

曝光计和照相机测光系统产生的种种差别使我们无从下手，不知道应该相信谁、不相信谁。其实曝光计和照相机的测光系统只要误差不是很严重，都是可以使用的。

曝光计给出的数据不同，影响的是胶片密度的大小。所以，关键的问题是要在曝光计或照相机测光系统正式使用之前，通过实验，掌握特定曝光计（或测光系统）测量条件下景物亮度、照度和胶片密度对应的关系。当实验结果表明，使用特定曝光计（或测光系统）所拍摄的照片普遍密度偏大或偏小时，可以确定出曝光补偿的级数，一般的做法是折算为“实用感光度”。

以上的实验过程是测量基准的再确认过程，经过实验以后，我们就不必再花精力去分析误差，因为误差已经被折算到新的控制标准中了。

实验的具体做法参见第九章。

### 8. 1. 3. 照度、亮度测量误差分析

使用独立曝光计可以任意选择照度或亮度测量及订光方式。现在，我们来比较一下它们在测光订光上的差异。

#### （一）照度、亮度测量比较

在比较大的环境布置灯光时，例如在摄影室内搭起一个场景，照度测量是比较方便的。照度测量不受景物反光率的干扰，可以较快的掌握整个场景的照度分布，及时对灯光做出调整。

亮度测量可以掌握具体景物的亮度水平，实现精确的曝光控制。比如，对高光的控制、对阴影的控制，是照度测量无法实现的。

测量时，照度的数值比较稳定，而亮度值会因曝光计指向、

测量部位的变化而变化，因为物体都有凹凸起伏、有受光面、背光面以及过渡面，有时在很小的区域里就会有明暗不同。比如，测量人脸的亮度时，模特儿稍微动一动，都有可能造成前后测量结果不一致。

### (二) 照度、亮度订光在数值上的差异

如果被用来订光的物体的反光率不等于基准反光率，则照度值不等于亮度值。比如，曝光计的基准反光率是 12.5%，在拍摄中以人脸的亮度（人物肌肤反光率大约 30%）确定曝光，这时的亮度和照度值会有一级多的差别。

照度和亮度的差别也需要在预先的实验中把数据确定下来。

### (三) 受角对测量的影响

照度计量和亮度计量的受角不同，对测量结果也有影响。

使用球形乳白罩计量照度受角为  $180^\circ$ ，使照度测量很大程度上带有平均测光的性质。在大光比、光源方向性强的环境中，照度测量值会偏低；平柔光条件下照度测量值偏高。

## 第二节 胶片种类与曝光

曝光与胶片之间虽然有一般的联系规律，但不同的片种又有自己的特殊性。曝光要考虑到所用感光材料的特性、洗印条件、观赏方式等诸多因素。

以下简单介绍各种感光材料的曝光特点。因为各种感光材料的性能仍在不断提高，其性能也随之变化，所以具体到每一种胶片还应该通过实验来确定它的性能，并可以参考感光材料生产厂家的产品介绍。

## 8. 2. 1. 黑白照片曝光特点

制作黑白照片是底片拍摄和照相纸放大的过程。和彩色感光材料相比，黑白材料在曝光、冲洗控制上灵活性更大一些。

### (一) 曝光特性

#### 1. 曝光宽容度大

黑白负片有效的宽容度大，放大纸的宽容度小。为了获得好的景物层次关系，必须以放大纸的宽容度为根据来控制景物的亮度范围，所以会有较大的曝光宽容度。

#### 2. 曝光忌过度

黑白负片在曝光过度的情况下颗粒明显地变粗。所以曝光控制忌曝光过度。

### (二) 反差特性与感光材料的关系

黑白感光材料可以在一定程度上调整影像的反差。

#### 1. 对底片的反差调整

黑白底片冲洗过程中，反差系数  $\gamma$  的大小随显影时间和显影的温度而变化。显影时间长则  $\gamma$  高，底片的反差大；显影时间短则  $\gamma$  低，底片的反差小。显影温度高则  $\gamma$  高，底片反差大；显影温度低则  $\gamma$  低，底片反差低。

利用以上规律，在景物的反差状况不理想而又不能调整时，可以对底片反差做一定程度的调整：

(1) 曝光略过度配合显影略不足，可以减小底片的反差。

通过略微缩短显影时间或略微降低显影温度可以降低底片的  $\gamma$ ，由此减小底片反差，拍摄时略微增加曝光是为了补偿显影不足所带来的密度变化。

(2) 曝光略不足配合显影略过度，可以增加底片的反差。通过略微增加显影时间（不可提高显影温度，否则底片颗粒明显增

加), 可以提高底片的  $\gamma$ , 由此增加底片反差, 拍摄时略微减少曝光是为了补偿显影过度所带来的密度变化。

通过控制显影改变底片反差是有一定限度的, 不应调整太多, 最好预先经过实验, 掌握调整的分寸。例如, 在晴天拍摄风光照片时, 为了改善景物背光面的层次, 可将感光度为 ISO100/21° 的胶片按 ISO80/20° 来使用 (相当于增加 1/3 级曝光), 显影时可将显影温度由标准的 20° 调整为 19°, 显影时间不变。

## 2. 放大过程的调整

黑白照片放大过程中, 也有比较大的反差调节余地。

(1) 黑白放大纸、印相纸都有不同的型号供挑选。一般国产相纸和放大纸的编号, 分为 1 至 4 号。1 号相纸的反差最小, 相纸最黑和最白之间的反射密度间距也最小; 4 号相纸的反差最大, 相纸最黑和最白之间的反射密度间距也最大; 常用的相纸是 2 号和 3 号。

(2) 改变显影药液的浓度, 可改变照片的反差。显影药液的浓度低于正常浓度时, 照片的  $\gamma$  值低, 反差小; 显影药液的浓度高于正常浓度时, 照片的  $\gamma$  值高, 反差大。有一些专业图片社, 为了对付来自四面八方不同反差不同密度的底片, 在黑白放大时, 总是预备好三份显影液: 正常浓度、低浓度及高浓度, 针对不同底片使用不同的显影药液。

(3) 放大机的光源对黑白照片的反差也有影响, 当光源直射性较强时, 放大照片的反差高; 当比较柔和, 散射性强时, 放大照片的反差小。

(4) 照片放大的倍数越高, 照片的反差越小。这一条也适用于彩色照片。

作为专业摄影师, 应力求在拍摄时就控制好曝光, 使底片的

技术质量良好，而不要依赖于后期的补救。高质量的底片很容易得到高质量的照片。如果底片的技术质量不好，依靠后期补救既费事又难以做出理想的照片。

### 8. 2. 2. 彩色照片曝光特点

彩色照片与黑白照片相比，有类似的地方也有不同的地方。

#### (一) 曝光宽容度与黑白照片近似

彩色底片及彩色放大纸的性质和黑白材料类似，有较大的曝光宽容度。

#### (二) 曝光忌不足

和黑白照片的情况相反，彩色底片的曝光不足时，颗粒明显变粗，而曝光略过度时，几乎察觉不出技术质量下降。所以拍摄彩色底片时，要避免曝光不足。如果拍摄时对曝光没有把握，宁可增加一些曝光，也不要曝光不足。

#### (三) 洗印过程不能随意调整

彩色照片的洗印过程不能像黑白片那样调整，如果显影时间或温度偏离了标准，将造成色彩的偏差（特殊情况下，也有做特别处理的操作规范）。所以，彩色照片在拍摄的时候，就应控制好景物的亮度关系、反差关系，不要指望在显影的环节补救。

#### (四) 彩色扩印中常见的问题

彩色照片的扩印现在基本上都是由彩色扩印机来完成。

很多朋友都有过失望的经历，拍摄时激动人心的气氛，在扩印出的照片上完全体现不出来。问题往往出在扩印机的电脑自动测光上。扩印机的电脑自动测光系统和照相机的自动曝光系统类似，它通过检测底片黄、品、青的密度，调整印片的光源色光的强度和成分，给扩印相纸以适当的曝光。以下两种情况会造成曝光失误：





图 8-1  
夜景气氛  
的照片



图 8-2  
经电脑扩  
印自动调  
整后背离  
了摄影意  
图

(1) 底片中包括大面积的高密度区或低密度区。如果摄景物包含有大面积的亮区，则底片上为大面积高密度区，扩印时电脑将做出增加曝光的决定，造成亮景物在照片上呈灰调，白不起来。如果摄景物包含有大面积的暗区，则底片上为大面积低密度区，扩印将减少曝光，造成暗景物在照片上也呈灰调，黑不下去。

图 8-1 和 8-2 是常见扩印失误的例子，正常的影调关系如图 8-1 所视，是傍晚的摄影气氛，而经电脑自动扩印之后往往成了图 8-2 的模样，看上去没有夜景的气氛。

(2) 被摄景物带有某种色彩倾向。当景物中某种色彩的比重较大时，如红花的特写、黄昏的暖色调等等，扩印机会将其调整为正常色调，使红花不红，黄昏的气氛消失。

遇到上述情况时，应首先鉴定底片的技术情况，在排除了底片的问题之后，可以与扩印操作人员沟通，请他们调整照片的印片条件。

### 8. 2. 3. 彩色反转片曝光特点

彩色反转片有两种用途：印刷制版或投放幻灯。曝光控制要考虑它的用途，用于印刷制版的反转片密度不应太大，否则会影响制版效果；用于放映的幻灯片放映效果与放映环境的杂散光情况及幻灯机光源强度有关，不规范的放映条件会带来对曝光分析的偏差。

彩色反转片在曝光上要求比较严格，因为它没有第二次调整的机会，拍摄、冲洗一次完成，密度、色调都要在拍摄时准确掌握。

#### (一) 亮度间距大，曝光宽容度小

彩色反转片是以透射密度的大小来表现影像的影调、色彩关系的，透射的密度范围要大于反射的密度范围。因此，彩色反转片能够比彩色照片再现更大亮度间距下的景物，对于需要表现光感的景物，用反转片拍出来特别漂亮。

就曝光宽容度来说，反转片的情况比较特殊。反转片的影像是正像，直接用于观赏，影像的密度要合乎正常观赏要求。所以，反转片不具有负片意义上的曝光宽容度。但是，出于对图片

艺术气氛的考虑，彩色反转片的密度也允许在一定范围内调整，一般来说，当彩色反转片的曝光有超过 1/3 级的改变时，其密度差异会被人眼感觉出来。

### （二）曝光与反转片密度的关系

彩色反转片的曝光量与密度之间的关系与负片相反：曝光越少，密度越大；曝光越多，密度越小，越透明。

### （三）根据摄影气氛调整曝光

就彩色反转片而言，通过对曝光的调整，可以改变摄影的气氛。

当曝光相对与标准曝光量减少时，影像的色彩浓重、饱和；当曝光相对于标准曝光量增加时，影像清淡，色彩被淡化。

在实际掌握中，为获得饱和的色彩，可在拍摄时将反转片的感光度提高 1/3 级，如 ISO100/21° 的胶片按照 ISO 125/22° 使用，这样将减少曝光 1/3 级。为得到淡雅的画面，可根据摄影内容，增加半级至 1 级曝光。

【例 1】彩页图 12 至图 14 是一组同场景不同曝光的图例。

图 12 以照度订光，曝光参数为 F11、1/60 秒，图片的影调和色调正常。

图 13 以平均亮度订光，曝光参数为 F16、1/60 秒，由于假阴天天空和水面的亮度较高影响了景物的平均亮度，所以图片曝光略不足，而色彩比图 12 浓郁。

图 14 在图 12 的基础上增加了 1 级曝光，使图片的影调和色彩被淡化，产生清淡的效果。

【例 2】彩页图 15 至图 17 是另一组同场景不同曝光的图例。

图 15 按正常曝光，影调和色彩再现都正常。

图 16 曝光过度 2/3 级，画面中草地、基谱板以及模特儿的衣裤影调和色调偏浅，但是人物肌肤的调子看起来还不错。

图 17 曝光不足 2/3 级，草地和人物的肌肤显得太深了，而基谱板上的色块以及红衣服颜色却很浓郁。

## 8. 2. 4. 胶片的互易律失效

### (一) 什么是互易律

第二章中公式 (2-1) 描述了曝光量与曝光时间、胶片受到光的照射程度的关系： $H = E \times t$ 。该公式表明，当胶片受到的照度  $E$  变化时，曝光时间  $t$  相应变化，将可保持曝光量不变。例如： $E$  增加 1 倍的同时， $t$  减少一半，则  $H$  不变。

这种照度  $E$  和曝光时间  $t$  的变化规律被称做互易律，或倒易律、互易特性、倒易特性。互易律是建立曝光组合参数的基本依据，在这个规律下，光圈开大或收小若干级的同时提高或降低快门速度，可保持相同的曝光。

### (二) 互易律失效

互易律有一定的适用范围，当曝光时间太短或太长时，胶片受到的照度  $E$  与曝光时间  $t$  之间将出现偏离公式 (2-1) 的规律，这一现象被称做互易律失效。

一般黑白负片在曝光时间长于 1/5 秒、或少于 1/1000 秒时，出现互易律失效，造成底片反差变化和曝光不足。曝光不足可以通过曝光补偿的方式解决，反差的变化是不能补偿的。

专业型胶卷一般附有说明书，标明推荐的曝光时间范围，使用前请先查阅说明。例如：柯达 T-MAX4052 型专业黑白散页片推荐的曝光时间范围为 1/1000 秒至 1/10 秒，在 1/10000 秒的快门速度下应增加曝光 1/3 级，曝光时间为 1 秒应增加曝光 1/3 级，曝光时间为 10 秒应增加曝光 1/2 级（例如光圈不变，增加曝光 5 秒，共曝光 15 秒），曝光时间为 100 秒应增加曝光 1 级（例如光圈不变，增加曝光 100 秒，共曝光 200 秒）。

彩色胶片在互易律失效的情况下，三个感色层的反差和感光速度都不相同，造成曝光不足、偏色、反差变化。不仅要对曝光补偿而且要对色彩补偿。补偿要通过实验来确定。色彩变化使用CC滤光镜调整。

专业型彩色片根据使用的场合不同，推荐的曝光时间范围各有侧重，所以不要忘记先看说明书。它们的一般规律是：

1. 高感片适于高速摄影。例如柯达金奖 400 彩色负片 (ISO400) 曝光时间推荐为  $1/10000$  秒至  $1/10$  秒。

2. 日光片适于高速摄影。例如柯达日光 6105 型彩色反转散页片 (ISO100) 曝光时间推荐为  $1/10000$  秒至 1 秒。

3. 低、中速灯光片，适于低速摄影。例如柯达 64T 灯光型彩色反转片 (ISO64) 曝光时间推荐为  $1/100$  秒至 10 秒。另有一些胶片专为长时间曝光而设计，例如柯达 6118 灯光型专业彩色反转散页片 (ISO64)，曝光时间范围为  $1/10$  秒至 100 秒，并建议曝光时间多于 5 秒，长时间曝光有理想的影像质量。

影响曝光的因素很多，当各方面的因素混杂在一起时，分析问题就变得很困难。所以，使用自己熟悉的曝光计、照相机和感光材料，以规范的方式冲洗放大图片是必要的。

## 思考题

1. 有哪些因素影响到曝光控制？
2. 基准反光率和曝光计照度订光及亮度订光的关系如何？
3. 黑白片、彩色片以及反转片在曝光考虑上各有哪些特点？

## 练习

重复实验 2 的拍摄练习，侧重了解和熟悉不同感光材料的曝光特点。

## 第九章 曝光实验

**本章提要：**介绍通过实验确定曝光的基本实验方法。

从胶卷装到照相机里开始直到图片制作完成，其间的各个环节都有可能带来曝光误差。有许多未知数影响我们确定曝光：胶卷在出售前的保存条件、照相机光圈快门是否准确、测光系统的误差、订光误差、冲洗条件的稳定性、放大纸的特性等等。其中，底片或反转片的质量是最重要的，因为底片或反转片直接用来记录素材，一旦出现问题，有的景物还可以补拍（但很可能为此使拍摄费用大大增加），而有的场景不会有第二次拍摄机会，也许将导致永远的遗憾。因此，在正式拍摄以前做一个试验，把所有的未知因素变为已知因素，把误差“固定”下来，将是十分必要的。

首先，胶卷应从保存条件好的商店购买。例如一些大型图片社、照相器材商店是把胶片放在冷藏柜里，而有的街头小摊贩出售的胶卷不注意保存条件，长期在太阳下曝晒，这两种不同的保存方法会使相同出厂时间的感光材料在特性上产生很大差别。另外，应尽量一次买齐要用的胶卷，胶卷的批号要相同，并在有效期之内。这样可以使胶卷的照相特性比较接近。然后，从同一批胶卷中抽出一两个做正式使用前的试验和测试，以此掌握这一批胶卷特定的曝光特性。

拍摄试片时，照相机、曝光计以及胶片洗印等条件都要和以后实际摄影中使用的一样。试验的做法可以有所不同，可以根据自己的条件确定一种实用的试验方式。

特别要强调的是：试验的每一步都要严格控制，并认真做好工作记录，如果发现实验中有不稳定因素，应重新实验。否则，在实验中得出错误的结论，将对整个拍摄起误导作用。

下面，将介绍一些通常采用的试验方式。

## 第一节 实用感光度的概念

### 9.1.1. 实用感光度的意义

拍摄试片也被通俗地称做“实用感光度”。

拍摄试片的目的是在正式摄影之前把曝光有关的各种误差确定下来，掌握特定条件下曝光和标准的曝光的差别。

例如，一台照相机快门速度经试验发现比正常速度低  $2/3$  级，那么这台相机的曝光将比正常快门速度的相机曝光过度  $2/3$  级。在使用这台相机摄影时，只要在标准曝光的基础上，减少  $2/3$  级曝光，就能够得到曝光正常的照片。

不过，每次摄影都要做这样的换算很麻烦，而且免不了会有忘记的时候，曝光就又要出问题了。在实用中，为了简化问题，总是把各种已知的误差折算为感光度的变化，作为曝光控制的实用感光度，拍摄中就不用再换算了。

如上例中：设胶片的感光度是  $ISO100/21^\circ$ ，因相机的误差曝光过度  $2/3$ ，为了校正误差要减少曝光  $2/3$  级，其曝光量的变化相当于胶片的感光度提高了  $2/3$  级。所以，把实用感光度定为  $ISO160/23^\circ$ ，就把误差换算到新的感光度——实用感光度里

面了。

### 9. 1. 2. 实用中曝光校正方式

通过试验确定出胶片的实用感光度，并把曝光计或照相机的感光度旋钮旋至实用感光度的数值是最方便的调整曝光的方法。

但是，有一些自动相机是依靠胶卷的 DX 码自动识别胶卷的感光度，没有调节旋钮。对这类相机只能通过其他手段调整曝光。在不能手工调节感光度的相机上，可以考虑使用照相机的“曝光补偿”功能，参见第四章第一节。

## 第二节 制作胶片的 $H-D$ 特性曲线

胶片试验的第一步，应该为胶片做一条特性曲线。因为特性曲线能够科学地反映胶片的照相性能。从特性曲线上除了可以了解胶片的感光度、宽容度这些基本曝光控制参数以外，还可以了解胶片的反差特性、彩色平衡特性等曝光控制也必须考虑的特性。

制作胶片的特性曲线有两类方法：一种从光楔得到特性曲线，这是标准的特性曲线制作方法；另一种方法是通过实拍得到特性曲线，这也是曝光控制常常采用的方法。

### 9. 2. 1. 由光楔得到特性曲线

这种做法需要感光仪、密度计和标准的胶片冲洗条件。大致的操作步骤如下：

1. 在暗室中取一小段未感光的胶片，放到感光仪上曝一条光楔。





图 9-1 底片的光楔

2. 用标准条件冲洗光楔,得到一条加工好的光楔,如图 9-1 所示,光楔的曝光量以 0.5 (对应到特性曲线上  $LgH$  为 1.5) 的级差递增。

3. 在密度计上测量每一级光楔的密度,记录测试数据。

4. 作出  $H-D$  特性曲线。

### 9. 2. 2. 由实拍得到特性曲线

通过实拍制作  $H-D$  特性曲线时,需要灰板或基谱板,大致步骤如下:

1. 以不同的曝光量拍摄灰板或基谱板。

拍摄时应注意尽量把灰板拍得大一些,以便于测量密度。

如果使用的是 18% 的灰板,可测量灰板的亮度,并把推算出的曝光组合参数作为订光点的参数。如果使用的是基谱板,应选择与曝光计基准反光率的灰板亮度一致的一级作为曝光订光依据。

为了得到不同的曝光等级,应以不同的曝光量拍摄一组画面。若在摄影室内拍摄,可以调整照明的亮度,在照相机光圈和快门不变的情况下,通过改变灰板的亮度,达到改变曝光量的目的。若在室外拍摄,可保持被摄灰板的亮度不变,通过改变光圈或快门(因为快门的调整必须整级变化,所以实际中多采用改变光圈的方式)达到改变曝光量的目的。

2. 用标准的冲洗条件冲洗已拍摄的胶卷。

3. 在密度计上测量被摄灰板的密度,并绘制  $H-D$  曲线。

### 9. 2. 3. 两种 H—D 特性曲线比较

无论采用以上两种方法中的哪一种，都可以得到胶片的 H—D 曲线，但是两种方法还是有区别的。

从光楔得到的 H—D 特性曲线能够准确地反应胶片本身的曝光特性，它不涉及照相机、曝光计等胶片以外因素。用它来分析问题比较单纯。但是，光楔要在具备专业测试条件的部门才有条件做，对于一般摄影者来说不一定能办得到。

通过实际拍摄得到胶片的 H—D 特性曲线比较容易实现。而且正因为它包含了照相机、曝光计等影响曝光的各个因素，并使景物亮度与胶片密度有着明确的对应关系，所以在实用中是非常有意义的做法。这种试验可直接得到订光点在曲线上的明确位置，以及订光点上下的宽容度关系。

两种 H—D 特性曲线横坐标的单位是不同的：从光楔得到的特性曲线的横坐标是曝光量的对数值及光楔的级数；而实拍得到的特性曲线的横坐标是景物的亮度等级、曝光组合参数或 EV 值，可以说是曝光量的相对值。这两者的坐标间距是一样的，而相对位置有区别。

两种 H—D 特性曲线的另一个区别是曲线的反差系数  $\gamma$  值略有不同。同样的胶片，实拍得到的特性曲线的反差比用光楔做的特性曲线的小， $\gamma$  值略低，这是因为照相机的眩光降低了反差。

## 第三节 自己动手拍摄标准试片

制作标准试片有两个意义：首先，通过拍摄可以直观地了解掌握胶片、照相机以及曝光计的曝光特性，找到最佳曝光条件；

另外，保留一套样板照片能为以后的拍摄提供参照。

### 9. 3. 1. 标准试片的制作方法

拍摄标准试片要选择典型景物和环境。一般说来，景物中要包括人物的头像、基谱板和一些常见景物。拍摄人像是因为人物往往是摄影的主题，而且人物的肌肤是我们日常生活中见到最多、最熟悉的物体，人们对于它的影调和色调在胶片上再现的质量是很敏感的。拍摄基谱板可以为摄影影调和色调的再现提供客观的比较。如果在室外拍摄试片，还应该将蓝天、绿色植物等人们常见的景物包括在取景范围里。

拍摄标准试片的采光以前侧光为好，因为这种光照条件下被摄画面同时包含了景物的受光面和背光面，便于分析图片的质量。光比应接近实际摄影的光比，光比为 3 : 1 或 4 : 1 时，照片的反差比较理想。

拍摄标准试片时要调整光圈或快门以不同的曝光多拍摄几张，一般是在胶片推荐的感光度下量光订光，作为中心条件，并在此基础上逐渐增加或减少曝光，为了使拍摄条件不至于混淆，可以在拍摄时附上拍摄条件，一同拍下。

〈例〉彩页图 18 至 21 为一组反转片的试片。

从拍摄结果分析，标有“+1/2”字样的画面密度和色调最好，即：比按照推荐条件增加 1/2 级曝光得到曝光正常的图片。反转片在冲洗后，即可得到完成的试片，黑白或彩色负片还需要制作出正片。试片的尺寸应放得大一些，这些便于观察、对比影像的技术质量，特别是胶片的颗粒性。

制作标准试片的方法可以根据个人的要求进行调整，可侧重某一方面来做实验。如：针对某一特殊场景或摄影气氛的曝光试验、针对某人肌肤条件的曝光试验、黑白胶卷曝光与冲洗关系试验等等。

### 9.3.2. 通过试片确定最佳曝光条件

从一组试片中挑选出最好的一张照片，也就确定了曝光条件。挑选照片应把直接观看照片和测试结合起来，通过观看主观地评价照片的质量，通过测试客观地评价照片的质量。在不具备测试条件时，也可以只通过观看来评价照片。

#### (一) 观看照片的质量

观看照片可以从以下方面入手：

##### 1. 观察影像的层次

曝光合适的照片其亮部和暗部层次都会很好，而曝光过度的照片亮部层次有所损失，曝光不足的照片暗部层次有所损失。

##### 2. 观察影像的颗粒度

一张好的照片的颗粒度应该是幼细的，放得比较大的照片比较容易区分不同曝光条件下照片的颗粒度大小。

##### 3. 观察影像的色彩

如果拍摄的是彩色片，还要观察照片的色彩变化。对于彩色平衡条件性能好的胶片来说，曝光的改变对色彩的影响不大，而也有一些胶片却对曝光的要求比较苛刻，当曝光偏离正常时，拍出的底片很难调整出正常的色彩。但是，影响色彩变化的因素比较复杂，不仅和曝光有关，与拍摄环境的色温条件、印片情况都有密切的关系，要正确地分析偏色的原因。

#### (二) 测量密度

测量底片（或反转片）上所拍摄的灰板的密度，并结合该底片（或反转片）的特性曲线，可准确地掌握订光点的密度以及订光点上下的宽容度级数。

#### (三) 确定最佳曝光条件

综合观看和测量的结果，首先排除曝光过度和曝光不足的图

片，在曝光技术条件较好的图片中再结合胶片的特性，选择出一幅图片作为标准样片，并以它的曝光条件为实用的曝光条件（实用感光度）。在分析过程中也可以参考胶片制造厂商推荐的相应技术参数。

例如，在做彩色照片的试验时，可以在曝光条件较好的若干照片中选择曝光量稍大的条件为实用曝光条件，因为彩色照片在曝光过度方面比曝光不足的容度大，因此曝光的安全系数也比较大。

### 9. 3. 3. 区域曝光实验

区域曝光实验可以说是曝光实验的一个特例，它为区域曝光方法提供准确曝光的依据，区域曝光的概念参见第六章第二节。

区域曝光是使景物的亮度与胶片密度之间产生一一对应的关系。所以实验的目的是建立起这样一种关系，特别是要明确以曝光计测量亮度直接得到的曝光组合参数将在胶片上产生多大的密度。

按照区域曝光理论，曝光区域 I 是最有效密度区域，曝光计测量 18% 的灰板的亮度而给出的曝光量应位于曝光区域 V。

区域曝光实验以实际拍摄为实验基础，若有测试条件，可结合密度测量使实验更准确。以下是两种实验的方法。

#### （一）通过确定 V 区域确定曝光条件

1. 以 18% 的灰板为被摄体，拍摄的时候使灰板满画面，注意灰板放置的方向不要有表面反光。

2. 在推荐感光度条件下，用曝光计测得灰板的亮度，并以曝光计给出的曝光组合参数曝光拍摄第一张照片。然后改变曝光继续拍摄多幅照片，每次曝光量变动 1/3 级。

3. 经标准洗印得到反转片或正片（包括放大照片）后，

测量或通过观察比较正片与被摄灰板的亮度关系，选出与灰板灰度最接近的一幅定为第 V 级，并推算出此条件的实用感光度。然后，在第 V 级的基础上，确定曝光的有效区域和纹理区域。

以上方法能够明确摄影亮度与最终完成影像的亮度关系，对反转片比较适用。对于负片来说，从底片到正片的过程中，可变因素还很多，印片时的曝光对测试结果影响较大，不宜准确地找出曝光条件。

### (二) 通过确定曝光区域 I 确定曝光条件

这种实验方法适于负片，可以直接确定曝光区域与底片密度的对应关系。区域曝光理论中，I 区应产生最低有效密度，它在生成的密度值应为灰雾密度加 0.1 ( $D_0+0.1$ )。

1. 拍摄方法和前一种方法类似。不同之处是以曝光计推算的曝光量减少 4 级来订光（因为在曝光量上它比 V 区少 4 级），使胶片上产生 I 级密度。然后改变曝光量多拍摄几幅照片，以便从中挑选出符合灰雾密度加 0.1 密度条件的照片。

2. 将冲洗后的底片拿到密度计上测量密度。首先测量底片未感光部分的密度值（如画格以外的区域），得到灰雾密度  $D_0$ ；然后分别测量不同曝光所得到的灰板的密度，找出密度值最接近  $D_0+0.1$  的一幅，用它推算出实用感光度。

## 第四节 曝光的辅助手段——使用

### 一步成像摄影器材

一步成像的照片也被称做波拉照片或立得照片，如图 9-2 所示。这种感光材料宽容度小，生成的影像层次少清晰度低，很少

用于专业摄影。然而，由于一步成像材料在拍摄后的几分钟之内就可以看到影像，弥补了其他感光材料不能在摄影后立即观看

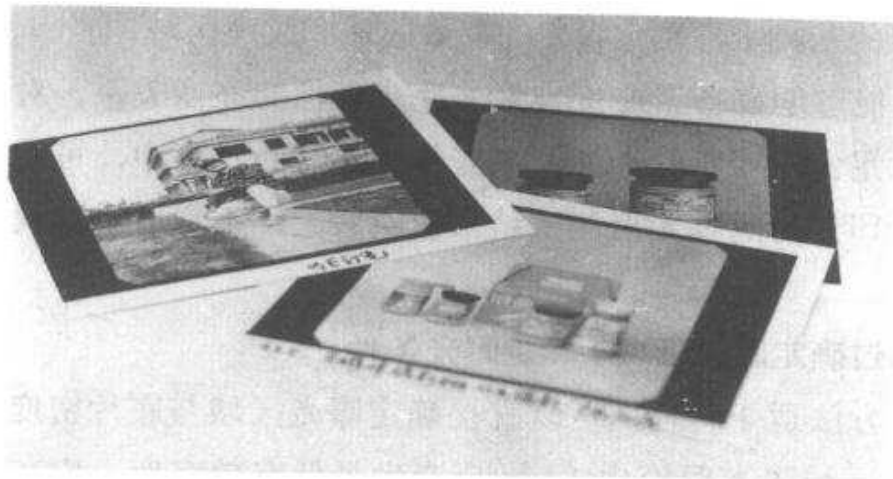


图 9-2  
以一步成  
像作为摄  
影的辅助  
手段

到影像的缺点，所以它被专业摄影师用做摄影的辅助手段。在完成了布光、测光、订光等一些摄影准备工作之后，使用一步成像材料拍一张样片观看效果，在样片令人满意之后，再正式拍摄。

#### 9. 4. 1. 使用一步成像的好处

一步成像已成为流行的摄影辅助手段不无道理。它主要有以下好处：

1. 确认曝光条件，保证曝光不出现技术问题。特别是当使用反转片对于曝光要求苛刻、或处理特殊照明气氛对曝光有特别要求、或照相机曝光计等摄影设备变动时，可以用一步成像预演、确定曝光条件。

2. 检验照明条件，确认摄影气氛。由于人眼对照明的适应范围广，有可能在摄影布光时出现一些问题难以察觉，直到胶片冲洗印样后发现问题已为时过晚，留下一些遗憾。一步成像材料比一般感光材料的宽容度小，因此容易发现问题，便于及时纠正。同时，一步成像还可以检验照明的色温条件、景深等技术条件是

否合乎摄影要求。

3. 便于保留摄影资料。在拍摄现场可以方便地将摄影条件记录在一步成像的照片上（或用一步成像材料拍摄下现场照明等工作照），日后查找起来很容易。

#### 9. 4. 2. 专业用一步成像器材

专业用一步成像设备无论器材还是相纸的规格和质量都有别于非专业设备。

非专业的一步成像器材一般是傻瓜相机，光圈和快门不能调整。

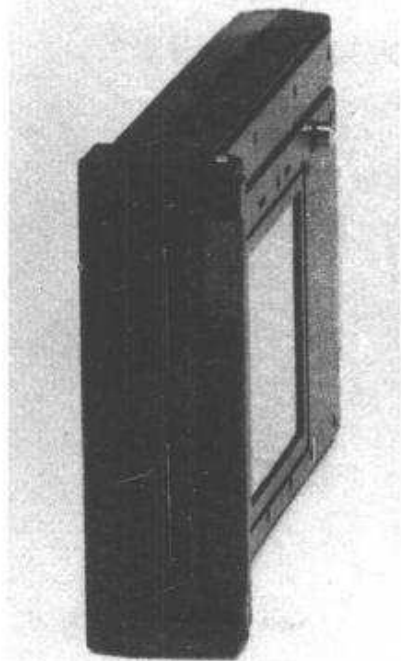


图 9-3 120 型照相机的一步成像后背

专业用一步成像器材作为 120 型可更换后背的照相机的一个附件，由一步成像的后背和专业的步成相纸组成。后背的规格依照相机的不同而不同，如图 9-3 所示；而所用相纸的规格是统一的，为  $8.5 \times 10.8\text{cm}$ ，比非专业一步成相纸的质量要高，结构也不同于非专业的。因为使用一步成相材料拍摄时和正式拍摄所使用的相机相同，光圈快门的参数

也相同，因而能够很好地检验摄影条件。

#### 9. 4. 3. 一步成相器材使用注意事项

使用一步成相材料要注意以下问题：

1. 使用之前，通过试验核对一步成相相纸与正式摄影所用感



光材料的照相性能是否一致、如果两者的照相性能有差异，要掌握差异的程度。

2. 注意查看使用说明。一步成像相纸有些对摄影环境的温度没有要求，有些在不同的环境温度下有不同的感光度，这将直接影响曝光条件。

3. 一步成像相纸分日光型和灯光型两种，注意选择色温符合摄影环境的相纸。

### 思考题

1. 曝光实验在曝光控制中的意义是什么？
2. 通过曝光实验，我们可以确定哪些曝光因素？

# 实验 1 核对曝光计和照相机 测光及自动曝光系统的性能

## (一) 实验内容:

1. 核对曝光计的性能
  - \* 核对正常照度条件下曝光计的准确性
  - \* 核对暗环境下曝光计的准确性
  - \* 了解照度测量和亮度测量的同异
2. 核对照相机测光及自动曝光系统的性能
  - \* 核对正常照度条件下照相机测光及曝光的准确性
  - \* 核对暗环境下照相机测光及曝光的准确性

## (二) 实验用具:

1. 黑白负片和放大纸 (或彩色反转片)
2. 照相机
3. 曝光计
4. 基谱板、灰板

### (三) 实验方法:

#### 1. 核对曝光计的性能

2. 校对正像及体下显像剂的准确性

---

情况下相同，什么情况下不同。

分别以照度、基谱板上不同灰板的量度确定曝光，注意它们在曝光量上的差别。

#### 2. 核对照相机的测光及曝光的性能

实验方法与曝光计实验的方法相同，不同之处是要以照相机的测光系统作为确定曝光的依据。如果是自动曝光照相机，在实验的时候可以通过改变曝光补偿来改变曝光量。

### (四) 实验要求：

1. 认真作好拍摄记录，注意实验中出现的各种现象。
2. 写出实验报告，和明确的结论。
3. 在实验中注意分析以下问题：
  - \* 如果通过实验所得出的最恰当的曝光并不是推荐感光度的曝光值，能不能肯定地说，是曝光计或者照相机的曝光不准？
  - \* 实验所得到的实际摄影用的曝光量是不是在以后任何情况下都可以作为曝光依据（什么情况下可以，什么情况下不可以）？

## 实验 2 不同场景的拍摄练习

### (一) 拍摄内容:

- \* 风景摄影
- \* 花卉或景物摄影
- \* 室内自然光条件下景物或人物摄影
- \* 顺光或前侧光条件下的人物肖像
- \* 逆光条件下的人物肖像
- \* 利用曝光控制体现摄影意图

### (二) 实验用具:

- \* 黑白负片、放大纸、彩色反转片
- \* 照相机
- \* 曝光计

### (三) 实验要求:

- \* 拍摄时要有照度、亮度、景物的反差及订光情况的记录;
- \* 图片应曝光和冲洗放大适度,景物层次分明,技术条件稳定;

\* 认真写好实验分析;

\* 实验中注意分析以下现象:

(1) 照度订光和亮度订光的区别是什么, 对订光产生多大的影响?

(2) 独立曝光计和照相机的内测光在量光订光时有多大的差异, 出现这种情况时应该怎样处理曝光问题?

(3) 对于不同的场景、不同的采光方向和不同的摄影意图, 曝光掌握是否完全一样?

## 附录 I 部分曝光计的性能

品牌	美能达 (MINOLTA)		
型号	闪光灯 IV 型 (FLASH METER IV)		
产地	日本		
类型	电子式、照度兼亮度计、具有闪光灯测量功能		
光敏测量头	<p>★配球面乳白罩、亮度计量受光罩 (标准配置)</p> <p>★配平面乳白罩、迷你型照度计量附件、10°点测光附件、5°点测光附件、增感器 II (附加配置)</p> <p>★各种照度及亮度测量转换时, 曝光计自动识别和显示相应的光值, 不必人工校正</p> <p>★可转动 270°</p>		
亮度测量受角	<p>★亮度计量受光罩: 40°</p> <p>★10°点测光附件: 10°</p> <p>★5°点测光附件: 5°</p>		
光敏元件	SPD		
测量方式	<p>★AMBI: 非闪光测量模式</p> <p>★CORD: 闪光同步测量模式</p> <p>★NON. C: 闪光非同步测量模式</p> <p>★以上方式均可单点测量或累积测量</p>		
测量范围 (ISO100 / 21°)	非闪光测量	照度方式	EV-2.0~19.5
		普通亮度方式	EV-1.0~22.5
		10°亮度方式	EV1.0~22.5
		5°亮度方式	EV2.0~23.7
	闪光测量	照度方式	F0.7~90+0.9
		普通亮度方式	F1.0~90+0.9
		10°亮度方式	F1.0~90+0.9
		5°亮度方式	F1.4+0.2~96+0.9
测量精度	±0.1 级		

校正常数	照度方式★球面乳白罩 $C=330$ ★平面乳白罩 $C=250$ 亮度方式★ $K=14$	
显示范围	数字显示方式	★光圈值 (FNo.): $F0.7 \sim F90 \pm 0.9$ (按 0.1 级递增) ★曝光指数 (ExIN): $-15.9 \sim 45.6$ ★快门速度 (TIME): 30 分 $\sim 1/8000$ 秒 (按 1 级递增) ★电影格数 / 秒 (CINE) (光闸开角度 $180^\circ$ ): 8、12、16、18、24、32、64 ★胶片感光度: $ISO8 \sim 6400$ (按 1/3 级递增) ★累积测量次数: 0~9
	模拟显示方式	★FNo. 标尺: $F1.0 \sim 90$ (按 1/2 级递增) ★反差标尺: $-4.0 \sim +4.0$ (按 1/4 级递增, 在 $-4 \sim -3$ 段以及 $+3 \sim +4$ 段按 1/2 级递增) ★超出或低于显示范围告警 ★“分析功能”光标: 当“An”字样的光标显示时, 曝光计测量闪光与非闪光的混合光, 并显示出两者的比例和综合结果 ★记忆状态指示光标 (最多 2 个记忆点) ★曝光模式指示光标: S-阴影曝光模式指示 A-平均测量模式指示 H-高光曝光模式指示 MULTI-多次累计测量指示
特殊性能	★记忆功能    ★混合光测量功能    ★光圈优先测量功能 ★红外遥控任何带有红外 IR 接收触发器的闪光灯 ★对美能达 (MAXXUM) 7000 和 9000 型照相机的 DR-1000 数据接收器无线传送光圈和快门数据	
电池	★AA-size 1.5V 电池 1 枚 (碱性干电池、碳-锌干电池或 1.2V 镍-镉充电电池), 用于一般测量 ★6V 电池 1 枚 (4LR44 碱性电池或 4SR44 氧化银电池), 遥控 IR 或 DR 专用	
使用温度范围	$-10^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$	
保存温度范围	$-20^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$	
其他配置	★外置接收器接口    ★测量值校正调节钮    ★三脚架固定螺口 ★液晶显示照明	
体积 / 重量	68 × 153 × 28mm / 200g	



品牌	美能达 (MINOLTA)		
型号	自动 IVF 型 (AUTO METER IVF)		
产地	日本		
类型	电子式、照度兼亮度计、具有闪光灯测量功能		
光敏测量头	★照度测量用：球面乳白罩、平板乳白罩、4倍及8倍球面 ND 乳白罩 ★亮度测量用：5°、10°、40°测光附件 ★外置附加器：增感器 II、迷你型照度计量附件 ★可转动 270°		
亮度测量受角	★亮度计量受光罩：40° ★10°点测光附件：10° ★5°点测光附件：5°		
光敏元件	SPD		
测量方式	★AMBI：非闪光测量模式 ★CORD：闪光同步测量模式 ★NON. C：闪光非同步测量模式		
测量范围 (ISO100 / 21°)	非闪光测量	照度方式	EV-2.0~19.9
		普通亮度方式	EV1.2~23.1
		10°亮度方式	EV1.2~24.1
		5°亮度方式	EV2.5~24.4
	闪光测量	照度方式	F1.0~90+0.9
		普通亮度方式	F1.0~90+0.9
		10°亮度方式	F1.0~90+0.9
		5°亮度方式	F1.0~90+0.9
显示范围	★光圈值 (FNo.): F1.0~F90+0.9 (按 0.1 级递增)		
	★EV: -7.8~31.5		
	★快门速度 (TIME): 非闪光 30 分~1/8000 秒 (按 1/2 级递增) 闪光 1 分~1/500 秒 (按 1/2 级递增)		
	★电影格数 / 秒 (CINE): 8~128 格 / 秒		
	★胶片感光度: ISO3~8900 (按 1/3 级递增)		
	★FNo. 标尺: F1.0~90 (按 1/2 级递增)		
其他显示	★过高 / 过低光值告警 ★记忆功能 1、记忆功能 2 ★平均测量		
电池	AA-size 1.5V 电池 1 枚		
其他配置	★外置接收器接口 ★测量值校正调节钮 ★同步端口		
体积 / 重量	147×59×26mm / 125g		

品牌	美能达 (MINOLTA)	
型号	点曝光 F 型 (SPOTMETER F)	
产地	日本	
类型	电子式、点测光亮度计、具有闪光灯测量功能	
受角	1°	
光敏元件	SPD	
校正系数	K=14	
测量精度	±0.1 级	
测量方式	★AMBI: 非闪光测量模式 ★FLASH: 闪光灯同步或非同步测量模式	
测量距离	1.3m~∞ (非同步测量时, 约 0.6m~1.4m)	
测量范围 (ISO100 / 21°)	★非闪光测量: EV1.0~EV22.5 ★闪光灯测量: F2.0~F90+0.9	
功能	★记忆功能 (2点) ★3种曝光模式: 高光模式、阴影模式及平均模式 ★监控功能	
显示范围	数字显示方式	★光圈值 (FNo.): F0.7~F90+0.9 (按 0.1 级递增) * ★曝光指数 (ExIN): -4.3~28.5 * ★快门速度 (TIME) 非闪光: 30 分 - 1 / 8000 秒 (按 1 级递增) 1 / 50 秒 (电影 24 格 / 秒) 闪光: 1 秒~1000 秒 (按 1 级递增) ★亮度差: -9.9~9.9 * ★胶片感光度: ISO12~6400 (按 1 / 3 级递增) 注: "*" 表示在目测取景器中同时显示
	模拟显示方式	★FNo. 标尺: F1.4~45 (按 1 / 2 级递增)
显示标志	★闪光灯测量标志: 以 "F" 表示。 ★高光模式、阴影模式及平均模式: 分别以 "H"、"S" 和 "A" 表示。 ★亮度差测量标志: 以 "Δ" 表示。	
使用温度范围	-10℃~+50℃	
保存温度范围	-20℃~+55℃	
其他配置	★测量校正调节 ★三脚架固定螺口 ★ISO、电影画格数 / 快门速度换算表 ★取景器内液晶显示的照明灯开关 ★同步接口	
电池	AA-size 1.5V 电池 1 枚 (碱性干电池、碳-锌干电池或 1.2V 镍-镉充电电池)	
体积 / 重量	48 × 150 × 89mm / 240g	

品牌	美能达 (MINOLTA)
型号	闪光灯Ⅲ型 (FLASH METER Ⅲ)
产地	日本
类型	电子式、照度兼亮度计, 具有闪光灯测量功能
光敏测量头	<ul style="list-style-type: none"> <li>★配球面乳白罩, 亮度计量受光罩 (标准配置)</li> <li>★配平面乳白罩, 迷你型照度计量附件、ND乳白罩 (2EV、3EV)、中央重点受光罩 (暗房放大用)、10°点测光附件、5°点测光附件、增感器Ⅱ (附加配置)</li> <li>★各种照度及亮度测量转换时, 曝光计自动识别和显示相应的光值, 不必人工校正</li> <li>★可转动 270°</li> </ul>
亮度测量受角	<ul style="list-style-type: none"> <li>★亮度计量受光罩: 40°</li> <li>★10°点测光附件: 10°</li> <li>★5°点测光附件: 5°</li> </ul>
光谱元件	SPD
测量方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>★AMBI: 非闪光测量模式</li> <li>★CORD: 闪光同步测量模式</li> <li>★NON. C: 闪光非同步测量模式</li> <li>★MULTI: 闪光灯累积测量次数计算模式</li> </ul>
测量范围 (ISO100 / 21°)	<ul style="list-style-type: none"> <li>★AMBI: EV1.0~EV18.2</li> <li>★CORD / NON. C / MULTI: F1.4~F90+0.9 (照度或亮度测量均是)</li> </ul>
测量精度	+0.1级
校正常数	照度方式★球面乳白罩 C=330 ★平面乳白罩 C=250 亮度方式★K=14
显示范围	<ul style="list-style-type: none"> <li>★光圈值 (FNo.): F1.0~F96+0.9 (按0.1级递增)</li> <li>★曝光指数 (ExIN): 0~23.2 (按0.1级递增)</li> <li>★胶片感光度: ISO12~3200 (按1/3级递增)</li> <li>★累积测量次数: 0~9</li> <li>★测量方式: AMBI, CORD, NON. C, MULTI</li> <li>★电池电力不足告警</li> <li>★快门速度在快门调节刻度盘上标出</li> <li>★超出或低于显示范围告警</li> </ul>
快门速度刻度范围	30秒~1/1000秒
电池	1.5V碱性或碳-锌电池 (LR44) 6枚, 或3V (CR1/3N) 3枚, 或1.5V氧化银电池 (SR44) 6枚
使用温度范围	-10℃~+50℃

保存温度范围	-20℃ ~ +55℃
其他配置	★增感器 II、迷你型照度测量附件插座 ★测量校正调节 ★三脚架固定螺口 ★ASA / DIN 换算表★电影画格数 / 快门速度换算表★电池盒
体积 / 重量	68 × 157 × 30mm / 240g

品牌	美能达 (MINOLTA)	
型号	自动-III F 型 (AUTO METER III F)	自动-III 型 (AUTO METER III)
类型	电子式、照度兼亮度计、 具有闪光灯测量功能	电子式、照度兼亮度计
产地	日本	
光敏测量头	★配球面乳白罩、亮度计黄受光罩 (标准配置) ★配平面乳白罩、迷你型照度测量附件、ND 乳白罩 (2EV、3EV)、中央重点受光罩 (暗房放大用)、10° 点测光附件、5° 点测光附件、增感器 II (附加配置) ★各种照度及亮度测量转换时, 曝光计自动识别和显示相应的光值, 不必人工校正 ★可转动 270°	
光敏元件	SPD	
测量方式	★AMBI: 非闪光测量模式 ★CORD: 闪光同步测量模式 ★NON. C: 闪光非同步测量模式 ★MULTI: 闪光灯累积测量次数计算模式	
测量范围 (ISO100 / 21°)	★非闪光 照度: EV-2.4 ~ EV19.1 亮度: EV1.0 ~ EV22.5 ★闪光灯 (III F 型) 照度: F1.4 ~ 32.0 亮度: F4.0 ~ 64+0.9	
测量精度	±0.1 级	
校正常数	照度方式★球面乳白罩 C=330 ★平面乳白罩 C=250 亮度方式★K=14	
显示范围	数字显示方式	★光圈值 (FNo.): F0.7 ~ F64+0.9 (按 0.1 级递增) ★曝光指数 (ExIN): -5.4 ~ 28.5 ★快门速度 (TIME): 30 分 ~ 1 / 2000 秒 (按 1 级递增) 1 / 50 秒 (电影 24 格 / 秒) ★胶片感光度: ISO12 ~ 6400 (按 1 / 3 级递增)
	模拟显示方式	★FNo. 标尺: F1.0 ~ 45 (按 1 / 2 级递增)

电池	6V 4LR44 碱性电池或 2CR-1 / 3N 锂电池, 或 6.2V4SR44 氧化银电池 1 枚
使用温度范围	-10℃ ~ +50℃
保存温度范围	-20℃ ~ +55℃
其他配置	★增感器 II、迷你型照度测量附件插座★ASA / DIN 换算表★电影画格数 / 快门速度换算表
体积 / 重量	69 × 132 × 31mm / 170g

品牌	高森 (GOSSEN)	
产地	德国	
型号	MASTERSIX	PROFISIX
等级	高级	
类型	电子式、照度亮度兼用具有闪光灯测量功能	机械式、照度亮度兼用具有闪光灯测量功能
测量范围 (ISO100 / 21°)	★非闪光: EV-4 ~ EV+18 / 23° ★闪光灯: F2.8 <sub>2/3</sub> ~ F256 <sub>2/3</sub>	★非闪光: EV-4 ~ EV+17 ★闪光灯: F2.8 <sub>2/3</sub> ~ F256 <sub>2/3</sub>
显示范围	★摄影测量 光圈值 (FNo.): F0.7 ~ F90 <sub>9/10</sub> 感光度 (ISO): 1 / 1° ~ 800000 / 60° 快门速度 (TIME): 8 小时 ~ 1 / 4000 秒 预置校正: -7.9 ~ +7.9 预设曝光因数: 1.0 ~ 239 闪光灯功率: 28.8 ~ 7360 / 236000° ★光度测量 色温: 2600K ~ 20000K 密度: 0.00 ~ 3.00 照度值: 0.175 ~ 700000Lux 0.016 ~ 64000fc 亮度值: 0.007 ~ 28000Cd / m <sup>2</sup>	感光度 (ISO): 0.8 / 0° ~ 100000 / 51° 快门速度 (TIME): 8 小时 ~ 1 / 4000 秒 光圈值 (FNo.): F0.7 ~ F128
亮度测量受角	★非闪光: 30° (附 15°, 10°, 7.5°, 5°, 1°) ★闪光灯: 20°	

可附加配件的数目	9 件	10 件
光值校正方式	自动校正、预置校正	
光敏元件	SPD	
电池	9V 碱性电池或镍镉充电电池	
体积 / 重量	67 × 130 × 32mm / 240g	70.5 × 110 × 43mm / 195g
备注	“*”符号表示加 5 级扩展量程遮片时的数据	

品牌	高森 (GOSSEN)
产地	德国
型号	VARIOSIX F
类型	电子式、照度亮度兼用, 具有闪光灯测量功能
测量范围 (ISO100 / 21°)	★非闪光: EV-2 ~ +18 (配以 ND 乳白罩时: EV-2 ~ EV+23) ★非闪光: F1 ~ F90 <sub>0.10</sub>
显示范围	曝光时间: 1 / 8000 秒 ~ 1 小时 光圈值 (FNo.): F1 ~ F90 <sub>0.10</sub> 闪光灯同步速度: 1 ~ 1 / 1000 秒 预置校正及扩展因数: -7.9 ~ +7.9 1.0 ~ 239 感光度 (ISO): 3 / 6° ~ 8000 / 40°
亮度测量受角	30°
光敏元件	SPD
电池	9V
体积 / 重量	128 × 71 × 24mm / 130g

品牌	高森 (GOSSEN)			
产地	德国			
型号	MULTISIX	LUNASIX F	LUNASIX 3S	LUNALITE
等级	多功能级			
类型	电子式、照度亮度兼用, 具有闪光灯测量功能	机械式、照度亮度兼用, 具有闪光灯测量功能	机械式、照度亮度兼用	机械式、照度亮度兼用

测量范围 (ISO100 / 21°)	★非闪光: EV-2~EV+18 ★闪光灯: F2.8~F45	★非闪光: EV-1~EV+17 ★闪光灯: F2.8 <sub>2/3</sub> ~ F45 <sub>2/3</sub>	EV-4~EV+17	EV+1~EV+17
显示范围	曝光时间: 1/8000秒~8 小时 光圈: F0.7~F90 <sub>9/10</sub> 光值 LW: -9.9~+99.9 感光度 (ISO): 1/1°~ 800000/60° 照度值: 0.680~ 710000Lux 闪光灯同步: 1/60秒, 1/90秒, 1/125秒, 1/250秒 预置校正: -7.9~+7.9 预设曝光因 数: 1.9~239	曝光时间: 1/4000秒~8 小时 光圈: F0.7~F128 光值 LW: -8 ~+24 感光度 (ISO): 0.8/0°~ 100000/51°	曝光时间: 1/8000秒~8 小时 光圈: F0.7~F128 光值 LW: -8~+24 感光度 (ISO): 0.8/0°~ 50000/48°	曝光时间: 1/4000秒~8 小时 光圈: F0.7~F128 光值 LW: -8~+24 感光度 (ISO): 0.8/0°~ 100000/51°
亮度测量受角	★非闪光: 30° (附 15°, 7.5°) ★闪光灯: 20°		30° (附 15°, 7.5°)	
可附加配件的数目	5件			
光值校正方式	预置			
光敏元件	SPD 二枚	SPD 二枚	CdS 一枚	SPD 一枚
电池	9V	9V	1.35V 二枚	9V
体积/重量	67×110× 25mm / 180g	70.5×110× 43mm / 195g	70.5×110× 37mm / 170g	70.5×110× 43mm / 170g

品牌	高森 (GOSSEN)			
产地	德国			
型号	SIXTOMAT 2	SIXON 2	SIXTINO 2	BISIX 2
等级	迷你型			
类型	机械式、 照度亮度兼用	机械式、 照度亮度兼用	机械式、 照度亮度兼用	机械式、 照度亮度兼用
测量范围 (ISO100 / 21°)	EV+3~EV+17	EV+3~EV+17	EV-4~EV+17	EV+1~EV+17
显示范围	曝光时间: 1 / 2000 秒 ~ 1 小时 光圈: F1~F45 先值 LW: -1~+24 感光度 (ISO): 6 / 9° ~ 12500 / 42°	曝光时间: 1 / 2000 秒 ~ 15 分钟 光圈: F1.4~F22 感光度 (ISO): 6 / 9° ~ 3200 / 36°	曝光时间: 1 / 1000 秒 ~ 1 分钟 光圈: F1.4~F22 感光度 (ISO): 6 / 9° ~ 3200 / 36°	曝光时间: 1 / 1000 秒 ~ 4 分钟 光圈: F1.4~F22 感光度 (ISO): 6 / 9° ~ 3200 / 36°
亮度测量受角	30°	30°	50°	50°
光敏元件	CdS	CdS	Sc	Sc
体积 / 重量	60×80× 32mm / 80g	60×72× 25mm / 50g	47×56× 27.5mm / 40g	56×75× 34mm / 60g

品牌	希克尼子 (SEKONIC)		
产地	日本		
型号	数字 L-318 (DIGITLIGHT L-318)	影室 L-398 (STUDIODELEX L-398)	优美点曝光 L-438 (BEAUSPOT L-438)
类型	电子式、照度 亮度兼用	机械式、照度 亮度兼用	点测光亮度计
光敏元件	SPD	Se	SPD
测量范围 (ISO100 / 21°)	EV0~EV19.9	照度测量: EV4~EV17 亮度测量: EV9~EV17	EV3~18



测量精度	$\pm 0.1EV$	$\pm 0.3EV$ 以内	$\pm 0.3EV$ 以内
亮度测量受角	$54^\circ$	$54^\circ$	$3^\circ, 4^\circ, 6^\circ, 10^\circ$
特点	<ul style="list-style-type: none"> <li>★光敏测量头可做 <math>270^\circ</math> 旋转</li> <li>★快门 (曝光时间) 优先测量模式</li> <li>★测量后若改变感光度或曝光时间, 测量结果相应改变, 并可在光圈值和 <math>EV</math> 值之间转换</li> <li>★有电池电力检查显示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★照度测量为光值显示为绝对光值</li> <li>★使用阻光插片扩大测量范围</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★受角在 <math>3^\circ, 4^\circ, 6^\circ</math> 和 <math>10^\circ</math> 之间转换</li> </ul>
电池	LR-6 或 R-6 电池一枚	-	碳-锌电池一枚
体积 / 重量	$121 \times 64 \times 23mm / 110g$	$107 \times 58 \times 30mm / 250g$	$130 \times 62 \times 32.5mm / 280g$

品牌	希克尼卡 (SEKONIC)		
产地	日本		
型号	自动领导 L-188 (AUTOLEADER L-188)	自动亮度 L-158 (AUTOLUMINAL L-158)	水中 L-164B (MARINE L-1648)
类型	机械式、亮度计	机械式、亮度计	防水亮度计
光敏元件	CdS	Se	CdS
测量范围 (ISO100 / $21^\circ$ )	EV3~EV18	EV7~EV17	EV5~17
测量精度	$\pm 0.5EV$	$\pm 0.5EV$	$\pm 0.5EV$ 以内
亮度测量受角	$60^\circ$	$65^\circ$	$30^\circ$
特点		★可外加防水罩	<ul style="list-style-type: none"> <li>★适用于水下或雨雪天摄影</li> <li>★光圈直读</li> <li>★容许水深 60m</li> </ul>
电池	G13 电池一枚	-	H-D 电池一枚
体积 / 重量	$81 \times 52 \times 19.5mm / 50g$	$81 \times 52 \times 24.5mm / 50g$	$86 (\text{直径}) \times 67mm / 240g$

品牌	希克尼卡 (SEKONIC)		
产地	日本		
型号	数字专业 L-518 (DIGITPRO L-518)	数字闪光 L-458 (DIGITFLASH L-458)	数字点曝光 L-488 (DIGITSPOT L-488)
类型	电子式、照度亮度兼用、具有闪光灯测量功能	电子式、照度亮度兼用、具有闪光灯测量功能	电子式、平均测光兼点测光亮度计、具有闪光灯测量功能
光敏元件	SPD	SPD	SPD
测量范围 (ISO100 / 21°)	★非闪光: EV-1~EV+18 ★闪光: F1.0~F90 <sub>9/10</sub>	★非闪光: EV4~EV21.9 ★闪光: F1.0~F90 <sub>9/10</sub>	★非闪光: EV1~EV20 ★闪光: F4~F90
测量精度	±0.1EV之内	±0.1EV之内	±0.1EV之内
亮度测量受角	55°	55°	点测光: 1° 平均测光: 20°
电池	1.5V 电池一枚	1.5V 电池一枚	1.5V 电池二枚
体积 / 重量	142×64×28mm / 200g	142×64×28mm / 160g	155×73×50mm / 250g

品牌	海鸥
产地	中国 上海
型号	CL-A
类型	机械式、亮度照度兼用
光敏元件	CdS
测量范围	8~16000 Cd/m <sup>2</sup>
曝光参数范围	★亮度测量时为绝对值: 暗级 8~500Cd/m <sup>2</sup> , 亮级 250~16000Cd/m <sup>2</sup> ★EV2~EV21 ★ISO 6/9° 1600/33° ★F1~F32 ★1/4000~120秒
基准反光率	30%
亮度测量受角	30°
电池	1.35V 银锌电池

品牌	斯派克 (SPECTRA)	
产地	美国	
型号	COMBI II	PROFESSIONAL II
类型	机械式、亮度照度兼用 光圈值直读	
光谱元件	SPD	
测量范围	0.04 ~ 100000 ft-Cd	0.008 ~ 80000 ft-Cd
曝光系数范围	★照度测量时为绝对值： 暗级 0.04 ~ 10 ft-Cd 中级 0.4 ~ 1000 ft-Cd 亮级 40 ~ 100000 ft-Cd ★感光度： ISO 0.1 / -9° ~ 25000 / 45° ★光圈：F0.7 ~ F90 ★曝光时间：1 / 8000 秒 ~ 8 小时 电影摄影频率：1、2、4、8、16、24、32、64、128、256 格 / 秒	★照度测量时为绝对值： 暗级 0.008 ~ 8 ft-Cd 中级 0.8 ~ 800 ft-Cd 亮级 80 ~ 80000 ft-Cd ★感光度： ISO 0.1 / -9° ~ 25000 / 45° ★光圈：F0.7 ~ F90 ★曝光时间：1 / 8600 秒 ~ 8 小时 电影摄影频率：1 ~ 256 格 / 秒
亮度测量受角	42°	
电池	6V 银锌电池	
附件	★光缆测量头 ★1°点测光附加头 ★像场亮度测量头 ★显微测量头 ★点读出测量头 (用于暗房放大或密度计量)	★光缆测量头 ★1°点测光附加头 ★像场亮度测量头 ★显微测量头 ★点读出测量头 (用于暗房放大或密度计量)
校正常数		★照度方式 $C = 25 (ft-Cd)$ ★亮度方式 $K = 3.5 (foot-Lamberts)$
使用 / 保存温度范围	-18°C ~ +60°C / -40°C ~ +70°C	
体积 / 重量		140 × 70 × 50mm / 250g

品牌	威士頓 (WESTON)		
型号	III 737	III S217-3	EVRO
产地	美国	美国	美国
类型	机械式, 亮度照度 兼用	机械式, 亮度照度 兼用电影摄影专用	机械式, 亮度照度 兼用
光敏元件	Se		
基准反光率	18%		
亮度测量受角	暗级 80° / 亮级 30°		
测量范围	0~1600Cd/fi <sup>2</sup>		
曝光参数范围	★亮度测量时为绝对值: 暗级 0~50Cd/fi <sup>2</sup> 亮级 0~1600 Cd/fi <sup>2</sup> ★EV值: 1~18 ★光圈: F1.1~F32 ★曝光时间: 1/4000秒~ 100秒 ★感光度: ASA0.3~ 3200	★光值为相对值: 暗级 0~16 亮级 0~26 ★光圈: F1~F22 ★摄影频率: 5、8、 12、16、24、32、 48、64、96格/秒 ★摄影机快门开角 度: A档 α=150°~230° B档 α=90°~148° ★感光度: Weston制 0.1~4000	★光值为相对值: 暗级 0~10 亮级 10~16 ★EV值: 0~22 ★光圈: F0.5~F22 ★曝光时间: 1/4000秒~ 15分钟 ★感光度 (ISO): 3/6°~ 12000/42°

注: 以上所列出的曝光计照度测量时的受角均为 180°。

## 附录 2 部分照相机的测光和自动曝光系统

照相机型号	曝光模式						测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 [间隔]	备注
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 D	多级曝光 E/P	闪光灯自动	光线元件	旁轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光		
<b>BRONICA 勃朗尼卡</b>																
Etrsi(120型)			*	*							*					±1EV
GS-1(120型)			*	*							*					±3EV
SQ-A(120型)			*	*							*					
SQ-Am(120型)			*	*							*					
<b>CANON 佳能</b>																
A-1	*	*	*	*		*	SPD			*	*					±2EV
AE-1		*	*	*		*				*	*					+1.5EV
AE-1 Program	*	*	*	*		*	SPD			*	*					
AF 35ML		*						*								
AL-1			*	*			SPD		*	*						+1.5EV
AV-1			*	*					*	*						+1.5EV 手动固定为1/60、B门
EOS I	评估	*	*	*	*	*	SPD		*	*		5.8%	2.3%	六区	±3EV [1/3EV]	自动或手动程序偏移
EOS 10QD	评估	*	*	*	*	*			*			8.5%		八区	±5EV [1/2EV]	PIC程序(10种)
EOS 620	评估	*	*	*	*	*	TTL SPD		*			6.5%		六区	±5EV [1/2EV]	
EOS 650	评估	*	*	*	*	*	TTL SPD		*			6.5%		六区	±5EV [1/2EV]	

照相机型号	曝光模式						测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 【间隔】	备注
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多级曝光 闪光灯自动	光敏元件	旁轴测光 TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光	分区测光			
EOS 700QD	评估	*			*		TTL	SPD	*		8.5%		六区		PIC程序 (8种)	
F-1								CdS		*	12%			+1.5EV		
New F-1		*	*	*		*		SPD		*	50%	12%	3%	±2EV 【1/2EV】		
RT	评估	*	*	*	*	*		SPD	*	*	6.5%		六区	±5EV 【1/2EV】	自动或手 动程序偏 移	
T50	*				*	*		SPD	*	*					手动固定 为1/60	
T70	多 模式	*			*	*		SPD	*	*	11%				标准、广 角、长焦 程序	
T80	多 模式					*		SPD	*	*				+1.5EV	标准、 深景深、 浅景深、 动体、 动体追随	
CHINON 启依																
CM-5				*					*	*						
CP-9AF Multi Program	多 模式		*	*	*		TTL		*	*				±4EV 【1/2EV】	标准、动 体、 创作程序	
GS-7 Reflex Zoom	*							SPD	*	平均				+1.5EV	标准、 低速程序	
Hundy Zoom	*					*		CdS	*						标准、 低速程序	

照相机型号	曝光模式						测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 【间隔】	备注	
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多级曝光	闪光灯自动	光敏元件	旁轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光			分区测光
<b>CONTAX 康太克斯</b>																	
139 Quartz			*	*			TTL	SPD		*	*					±2EV	
167 MT	多模式	*	*	*		*	TTL	SPD		*	*			*		±2EV 【1/3EV】	标准、高速、低速程序
<b>COSINA 考西娜</b>																	
CT-1 Super				*			Cds			*	*						
<b>FUJI 富士</b>																	
GX680(120型)			*								*						
<b>HASSELBLAD 哈色勒莱德</b>																	
205 TCC (120型)			*	*		*										±5EV 【1/4EV】	另有明暗对比分析曝光模式 区域曝光模式
<b>KONICA 柯尼卡</b>																	
FT-1 Motor		*	*			*	GPD			*						±2EV 【1/3EV】	
TC-X		*	*				Cds			*	*						
Z-UP80 Super Zoom						*	SPD	*		*						+1.5EV	全自动曝光、闪光灯自动逆光补偿
<b>KYOCER 京磁</b>																	
KYOCER 230-AF	*	*	*	*			TTL				*			3%		±4EV 【1/3EV】	自动或手动程序偏移
<b>LEICA 莱卡</b>																	
M6							SPD			*		*					

照相机型号	曝光模式					测光模式				测量范围				曝光补偿范围 【间隔】	备注
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多级曝光	闪光灯自动	光轴元件	旁轴测光 TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光		
<b>MAMIYA 玛米亚</b>															
M645 Super (120型)			*	*						*					±3EV 【1/3EV】
RB67 Pro-SD (120型)										*					
RZ67 Professional (120型)										*					+3EV
<b>MINOLTA 美能达</b>															
5000AF	*							TTL SPD	*	*					标准、广角、长焦程序 闪光灯自动逆光补偿
9000AF	*	*	*	*				TTL SPD	*	*			2.7%		±4EV 【1/2EV】 自动或手动程序偏移、闪光灯自动逆光补偿
Dynax 3000i	*							TTL SPD	*	*					标准程序(可自动偏移)、高速程序、闪光灯自动逆光补偿



照相机型号	曝光模式					测光模式				测光范围				曝光补偿范围 【间隔】	备注	
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多组曝光	闪光灯自动	光敏元件	旁轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光			点测光
Dynax 5000i	多模式				*		TTL SPD		*	*						可使用部分功能扩展卡, 闪光灯自动逆光补偿
Dynax 7000i	评估	*	*	*			TTL SPD		*	*				六区	±4EV 【1/2EV】	若有功能扩展卡, 闪光灯自动逆光补偿
Dynax 8000	评估	*	*	*			TTL SPD						*	五区		程序自动偏移, 带有功能扩展卡, 闪光灯自动逆光补偿
Dynax SPxi	评估	*	*	*			TTL		*				*	五区		闪光灯自动逆光补偿
X-300			*	*					*	*						
X-700	*		*	*			TTL SPD		*	*					±2EV 【1/2EV】	
XD-7		*	*	*			SPD		*	*					±2EV	ASC系统
Zoom 65	*					*	Cds	*								
x 7000	多模式	*	*	*			TTL SPD		*	*					±4EV 【1/2EV】	标准、广角、长焦程序, 子动程序偏移, 闪光灯自动逆光补偿

照相机型号	曝光模式						测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 【间隔】	备注	
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 D	多级曝光 EP	闪光灯自动	光敏元件	寻轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光			分区测光
$\alpha$ 8700i	评估	*	*	*			TTL	SPD	*	*	*			六区	$\pm 4EV$ 【1/2EV】	程序自动偏移、带有功能扩展卡、闪光灯自动逆光补偿	
<b>NIKON 尼康</b>																	
EM			*	*				SPD		*	*						手动固定为1/90、B门
F-301	*		*	*			TTL			*	*					$\pm 2EV$ 【1/3EV】	标准、高速程序
F-501	*		*	*			*				*					$\pm 2EV$ 【1/3EV】	标准、高速程序手动或自动转换闪光灯自动逆光补偿
F-801	*	*	*	*			TTL			*	*	*		矩阵			标准、高速程序手动或自动转换闪光灯自动逆光补偿
F3			*	*			TTL	SPD			*	*				$\pm 2EV$	
F3AF			*	*			TTL				*	*				$\pm 2EV$	标准、高速程序

照相机型号	曝光模式					测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 【同级】	备注		
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多级曝光	闪光灯自动	光敏元件	旁轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光			点测光	分区测光
FA	*	*	*	*			TTL			*	*			*	矩阵	±2EV 【1/3EV】	标准、高速程序闪光灯自动闪光补偿
FA	评估	*	*	*			TTL			*	*				五区	±2EV	标准、高速程序自动转换
FE2			*	*			TTL SPD		*	*						±2EV 【1/3EV】	
FG	*		*	*			TTL		*	*							
FG-2			*	*			*		*	*						+2EV	
FM				*			GPD		*	*							
FM2				*					*	*							
RF2	*						CdS	*									
TW Zoom	*					*	SPD	*								+2EV 【1/2EV】	
<b>OLYMPUS 奥林巴斯</b>																	
AZ-300 Super Zoom							TTL SPD			*			*			+1.5EV 【1/2EV】	
OM-1				*			CdS	*	*	*							
OM-10			*	*						*						±2EV	
OM-2Spot / Program	*		*	*			TTL SPD		*	*			*				
OM-3									*	*			*			±2EV	具有高光及阴影测光模式
OM-40 Program	*		*	*			TTL SPD		*	*		ESP					

照相机型号	曝光模式						测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 【间隔】	备注
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多级曝光	闪光灯自动	光敏元件	旁轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光		
OM-4Ti			*	*			TTL	SPD			*	*			±2EV 【1/3EV】	具有高光及阴影测光模式、8点测量记忆平均值曝光
OM-707	*		*	*			TTL			*	*					
<b>PENTAX 潘太克斯</b>																
645(120型)	多模式				*						*				±3EV	
67(120型)				*							*					
A3	*		*			*	GPD		*	*					+1.5EV	
K1000				*			Cds		*							
LX			*	*			TTL SPD			*	*				±2EV 【1/3EV】	
ME SUPER			*	*			GPD		*	*					±2EV	
P30	*			*		*	GPD		*	*						
P50 DATE	多模式		*	*		*	GPD		*	*					±3EV 【1/2EV】	动作程序 景深程序
SF7	*	*	*	*			TTL GPD		*	*						高反差自动补偿
SFX	多模式	*	*	*			TTL GPD		*	*					±4EV 【1/2EV】	标准、广角、长焦、高速、景深程序
ZOOM 105 SUPER	*														±3EV 曝光补 +1.5EV 逆光补偿	

照相机型号	曝光模式						测光模式				测量范围				曝光补偿 范围 【间隔】	备注	
	程序式 P	快门优先 S	光圈优先 A	手动 M	景深优先 DEP	多级曝光	闪光灯自动	无敏元件	旁轴测光	TTL	OTF	中央重点测光	局部测光	点测光			分区测光
ZOOM70-X	*					*											
ZOOM90	*														+1.5EV		
<b>RICOH 理光</b>																	
MIRAI (未来型)	*		*					SPD		*	*					±4EV	自动、 手动程序 偏移自动 逆光控制
XR-P Multi-Program	多 模式		*	*				TTL		*	*					±2EV 【1/3EV】	标准、动 体、景深 程序
XR-X	多 模式		*	*				TTL			*		4%			±4EV 【1/3EV】	标准、动 体、景深 程序自动 逆光控制
<b>ROLLEIFLEX 罗莱弗莱克斯</b>																	
6008 Profes- sional(120型)		*	*	*							*					-4~+2EV 【1/3EV】	
6006 Mod.2 (120型)		*				*					*					±1.5EV	
SL66SE (120型)											*						
<b>SIGMA 西格玛</b>																	
SA-1			*	*						*	*					±2EV 【1/3EV】	
<b>YASHICA 亚西卡</b>																	
200-AF	*	*	*	*		*				*	*						
FX-3 SUPER			*								*						
SA-1			*	*						*	*					±2EV 【1/3EV】	

注:

1. 照相机型号一栏中, 凡是标注“(120型)”字样的照相机为 120 型相机, 未标注的为 135 型相机。
2. 闪光灯自动一栏中, 凡是标注“TTL”字样的为 TTL 自动方式, 标注“\*”符号的为非 TTL 自动方式。
3. PIC 程序为佳能牌照相机特有的程序影像控制 (Programmed Image Control)。
4. ASC 系统为美能达牌照相机特有的自动快门速度补偿系统 (Auto Shutter-Speed Compensation System)。

## 参考书目

1. 《摄影曝光控制》刘国典著，中国电影出版社出版
2. 《实用相机大全》王少君编著，长城出版社出版
3. 《摄影技艺教程》严志刚著，复旦大学出版社出版
4. 《A.亚当斯论摄影》谢汉俊编译，中国电影出版社出版
5. 《美国纽约摄影学校摄影教材》孙建秋、官小林等译，中国摄影出版社出版
6. 《Professional CINE & TV Technical Manual》 SMPTE of Japan. Inc.

图1 普通色卡

图2 标准色卡

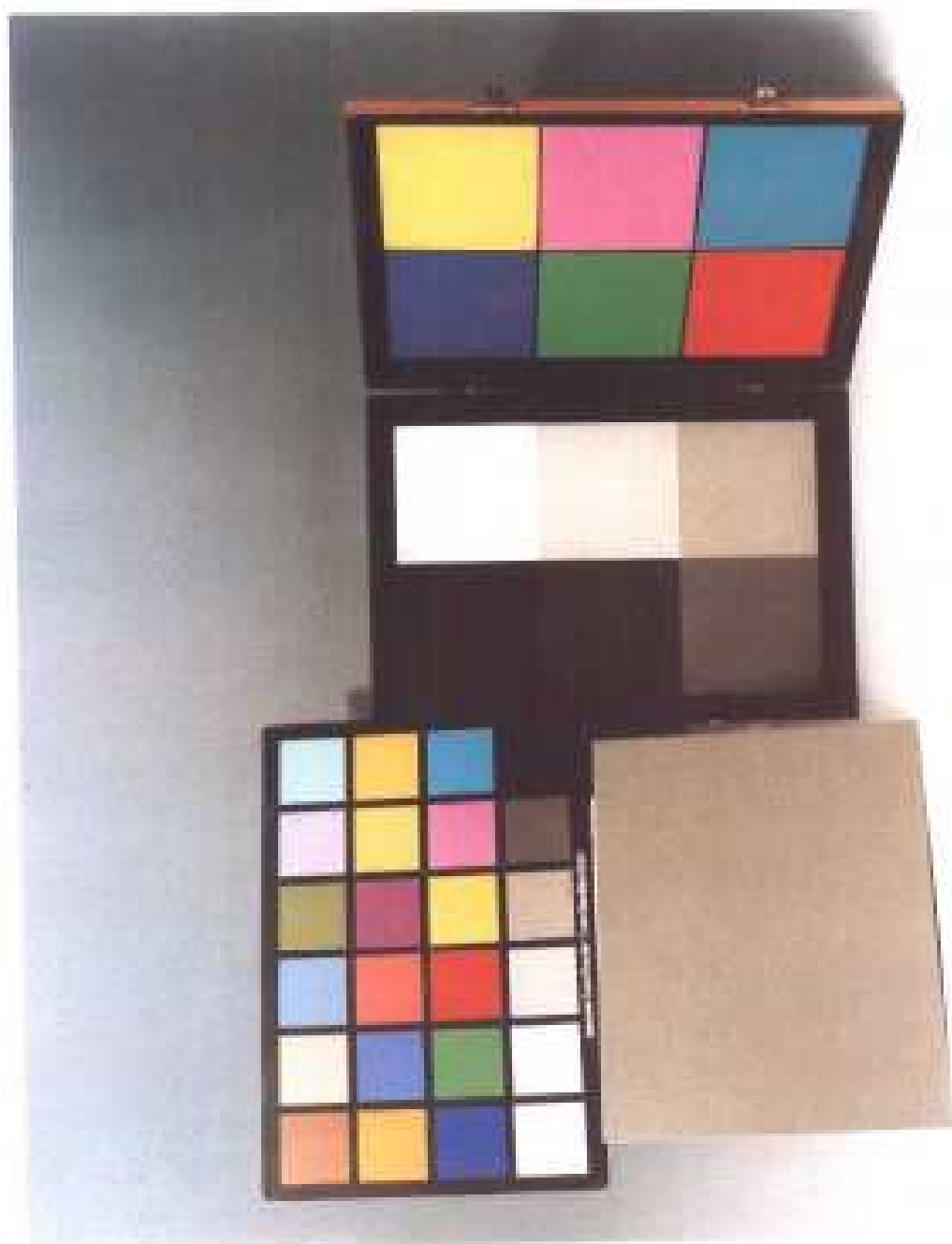






图2 横光线明暗摄影系列之一（见正文第七节第一节）



图3 轴光线明暗摄影系列之一（见正文第七节第一节）

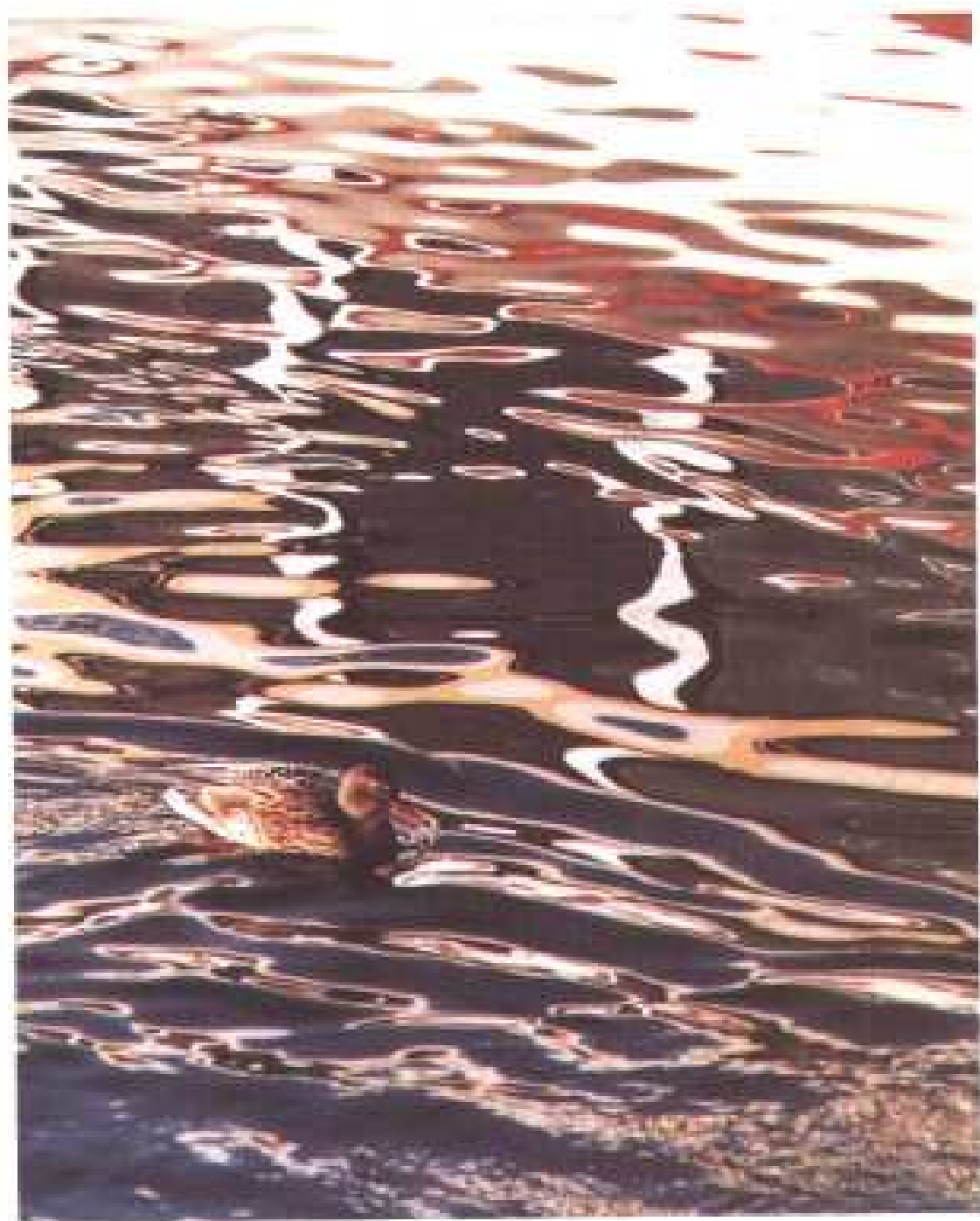


图3 波光粼粼水面倒影之二



图3 挪威风格建筑系列类二



图4 城市建筑系列之一（见正文第七章第一节）



图 7 夜景摄影作品欣赏



图 8 夜景摄影案例之三



图 9 夜景摄影案例之四

图 10  
范青童  
和人脸  
的影调  
对比  
(见正文  
第六章  
第一节)



图 11  
范青童  
和人脸  
的影调  
对比





图 12  
 摄光时  
 无补片  
 影调是  
 调的影  
 响强烈  
 之一(2)  
 (见其  
 页第六  
 章第二  
 节)



图 13  
 摄光时  
 无补片  
 影调是  
 调的影  
 响强烈  
 之一(3)

图 14  
曝光时  
各种片  
影调色  
调的影  
响系列  
之一(a)



图 15 曝光时各种片影调色调的影响系列之二 (a) (见正文第八章第二节)



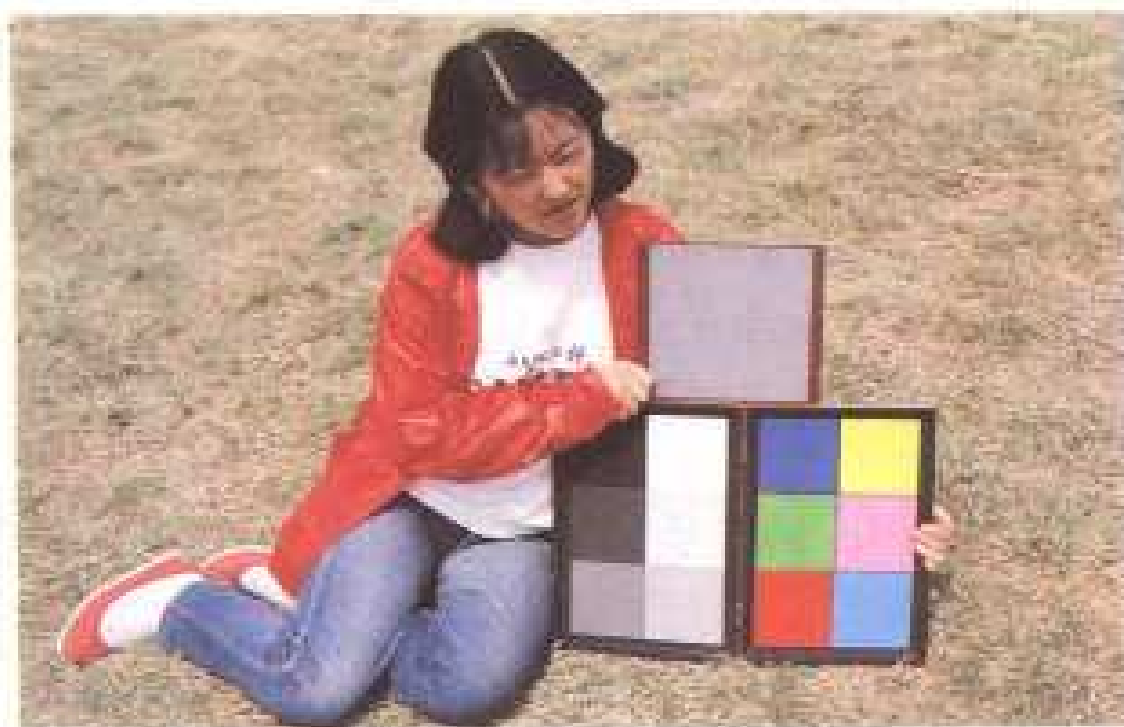


图 7.6 曝光对及胶片影调色调的影响事例之三 (b)



图 7.7 曝光对及胶片影调色调的影响事例之二 (c)

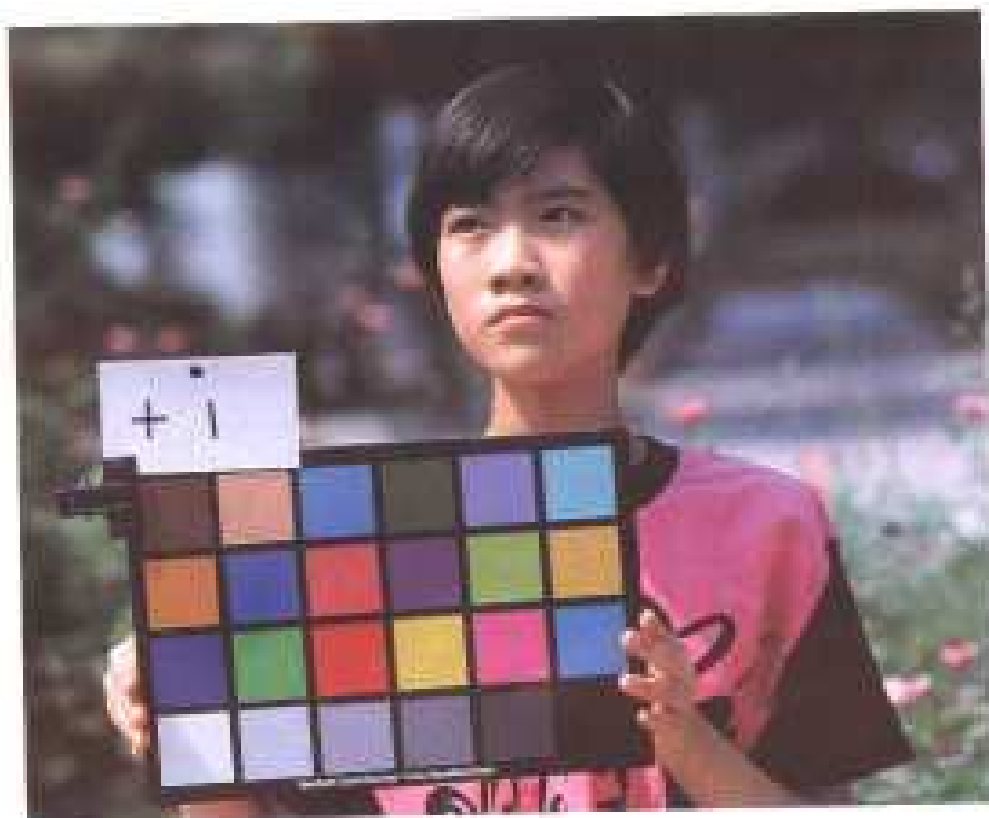


图 18  
曝光  
试片  
之一  
(原  
正光  
第九  
章第  
二节)

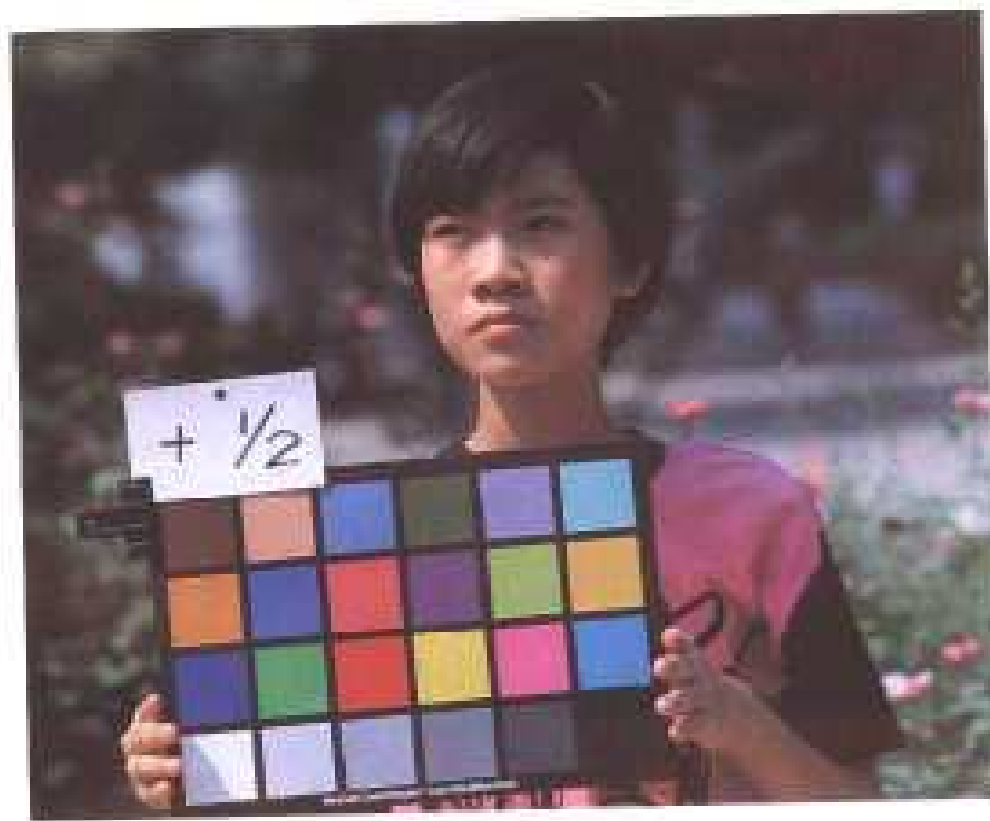


图 19  
曝光  
试片  
之二

114325



图 20  
曝光  
正常  
曝光



图 21  
曝光  
欠曝  
曝光



图例 S1072410