



Official Serial Textbook of Beijing Film Academy

北京电影学院摄影专业系列教材



ZONE

0 I II III IV V VI VII VIII IX X

摄影曝光^{修订版}

Photographic Exposure

屠明非 著

浙江摄影出版社

摄影曝光

修订版

北京电影学院摄影专业系列教材

屠明非 著

浙江摄影出版社

责任编辑:夏 晓
装帧设计:任惠安
封面设计:刘灿国
责任校对:程翠华 朱晓波

图书在版编目(CIP)数据

摄影曝光/屠明非著. —修订版. —杭州:浙江摄影出版社,2006.3

(北京电影学院摄影专业系列教材)

ISBN 7-80686-474-1

I. 摄... II. 屠... III. 曝光-高等学校-教材
IV. TB811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 014786 号

北京电影学院摄影专业系列教材

摄影曝光 修订版

屠明非 著

浙江摄影出版社出版发行

(杭州市体育场路 347 号 邮编:310006 电话:0571-85159646)

网址:www.photo.zjcb.com

经销:全国新华书店

制版:杭州兴邦电子印务有限公司

印刷:浙江印刷集团有限公司

开本:787×1092 1/16

印张:9.25

印数:0001-3000

2006 年 3 月第 1 版

2006 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 7-80686-474-1/T·54

定价:28.00 元

如有印、装质量问题,请寄承印厂调换



屠明非简历

屠明非，女，1982年毕业于北京工业大学无线电电子学系，获学士学位；1989年毕业于北京电影学院摄影系，获硕士学位。现为北京电影学院摄影系教授。

北京电影学院摄影专业系列教材编委会

主 任：张会军

副主任：宿志刚

编 委：(排名不分前后，以姓氏笔画为序)

王 彬	冯建国	刘灿国	朱 炯	宋 靖
张 铭	吴 毅	陈 建	陈 纲	郑 涛
钱元凯	顾 铮	唐东平	屠明非	宿志刚
曹 颀	崔 畅	曾 璜		

《北京电影学院摄影专业系列教材》是在前一套《北京电影学院图片摄影专业系列教材》的基础上重新组织、策划而编写的。在这里，首先要感谢各位作者的加盟，有了各位作者的辛勤努力，才有今天的教材问世。这套教材的出版将有益于当今中国高校摄影教育的发展，对当前缺少专业摄影教材的高校无疑是雪中送炭。我们试图通过我们的工作为社会、为时代的发展做一点有益的事。这套教材是在浙江摄影出版社的帮助下才得以出版的。

教材出版后，得到摄影界和广大高校师生的关注和认可，同时也指出了其中的不足之处。在此基础上，我们根据高校摄影教学的需要和读者的建议，对 2003 年版的教材作了一次全面修订，不仅增删了部分科目，对书籍的内容及装帧也作了一些修改。当然，此套教材在编写中难免还会有一些缺憾，敬请各位老师、同学和读者谅解。我们会在今后的工作中加以完善和改进。谢谢。

北京电影学院
2006 年 3 月

目 录

1. 快速入门

1

引言/2

鉴别摄影画面的曝光质量/2

级数和倍数的概念/6

操作顺序/6

选景/6 调整感光度 /7 量光和订光/8

理解照相机的光圈和快门/9 本章要点/11 思考题/11

2. 曝光的基本概念

12

与曝光相关的因素/13

摄影曝光过程/13 曝光量(H)的概念 /13

胶片与曝光/14

光源和被摄体/16

照度(E)/16 被摄体的反光率(ρ)/19 亮度(B)/20

照度 E、亮度 B 和反光率 ρ 之间的关系/21

照相机与曝光/23

光圈的由来/23 光圈和像场照度的关系/23

EV 值/24 本章要点/25 思考题/25

3. 曝光计

26

曝光计的结构/27

曝光计的演变/27 曝光计的外观/28

曝光计的主要部件和性能/29

光敏测量头/29 显示窗/30 附件/32

曝光计算公式/33

受角和基准反光率/34

受角/34 基准反光率/35 本章要点/37

思考题/37 练习/37

4. 照相机的测光和自动曝光系统

38

照相机的测光系统/39

测光模式/39 测光范围/41 对测光系统的评价/42

照相机的自动曝光系统/43

手动模式/43 光圈优先模式/44 快门优先曝光模式/44

程序式自动曝光/45 评估式自动曝光模式/47

自动包围曝光与曝光补偿/49 闪光灯自动补偿模式/50

本章要点/52 思考题/52 练习/52

5. 量光

53

照度测量/54

亮度测量/54

使用照相机的测光系统/55

光比测量/55

外景的光比/56 影室的光比/57

闪光灯测量/58

闪光灯摄影的曝光特点/58 测量方法/59

测算闪光与非闪光的比例/60 没有曝光计的闪光灯曝光量计算/61

自动闪光灯功能/62 闪光灯多次曝光的测量/62

曝光计使用注意事项/63

一般性注意事项/63 硫化镉光敏元件的使用注意事项/63

注意机械式曝光计的持握方式/64 本章要点/64 思考题/64

6. 曝光

65

曝光的基本规律/66

曝光计是怎样工作的/66 正确曝光的基本要求/67

曝光控制的要点/67 胶片 H-D 特性曲线与曝光宽容度/71

基准反光率的再讨论/74

曝光方法介绍/75

区域曝光/76 平均曝光/77 高光曝光模式/79
阴影曝光模式/80 本章要点/81 思考题/81 练习/81

7. 通过实验掌握曝光特性

82

光楔、标板/83

感光测定/83 标板与实拍/83 监测曝光的辅助手段/86

影像传递及照相过程理论/86

反差传递方式/86 观看条件对影像的影响/88

实现影像传递各个环节的标准控制/89

综合评价影像的质量/90

影像反差适中,影调过渡丰富/90

影像颜色还原正确,没有不希望出现的失真/91 颗粒幼细/92

关于数字技术/92

计算机印前技术所带来的工艺革命/92

数字图像的质量要求/94 本章要点/96 思考题/96 练习/96

8. 典型场景的亮度分布和曝光特点

97

外景/98

晴天顺光照明/98 晴天侧光照明/99

晴天逆光、侧逆光照明/100 阴天、雨雪天气/102

黄昏和夜景/105

室内现有光照明/107

影室照明/110

本章要点/111 思考题/111 练习/111

9. 曝光控制的灵活性

112

影响曝光的诸多因素/113

测量误差/113 订光差异/114

摄影设备和冲洗误差/114 观赏心理的差异/115

不同感光材料的曝光特点/116

黑白负片与彩色负片的比较/116 彩色反转片的曝光特点/118

互易律失效/119

景物的忠实再现与优美再现/120

根据摄影意图确定曝光/120 摄影是靠天吃饭的艺术/121

高调摄影的曝光处理/122

特殊摄影的曝光计算/123

多次曝光/123 近距摄影/124

照相机自动曝光系统的再讨论/125

测光方式对曝光的影响/125 自动曝光模式适用的场合/126

本章要点/127 思考题/127 练习/127

实验

128

实验 1 核对曝光计和照相机测光及自动曝光系统的性能/129

实验 2 拍摄练习/131

附录一 常用曝光计的技术规格/133

附录二 照度、亮度单位换算表/136

主要参考书与参考资料目录/137

**Kuqisu
rumen**

1

快速入门

引言

随着照相机技术的发展，几乎所有 135 照相机都具备了自动或半自动功能。而数字照相机的广告也是铺天盖地，无胶卷摄影已经不再是天方夜谭。

越来越多的专业摄影师喜欢照相机的自动功能，这样可以抓住拍摄时机，把握最好的瞬间。而一般业余摄影者，依赖照相机的自动功能，不管器械背后的原理有多复杂，也可以使摄影过程变得轻松、易于掌握。

那么，我们现在是不是就可以把曝光的任务完全交给照相机来完成呢？答案是否定的。虽然在多数情况下，照相机的自动曝光可以为我们提供准确的曝光，但是“自动曝光”也是会出差错的，特别是当天气或光线条件变得复杂时更容易出问题。有时虽然使用了自动功能，同一个胶卷上所拍摄的底片深浅却不一样，一些底片放出的照片非常好，而另一些则不行。数字照相机也会出现同样的问题。在使用数字照相机时，可以在拍摄后马上通过回放检查影像的质量，但是有的影像就是不正常，重新拍过，还是不符合要求。

是哪里出了差错？再有，照相机上那么多的按钮，应该调整在哪一种状态下？令人头疼的问题真不少。

如果摄影是我们的专业或者爱好，而不只是偶尔拍几张纪念照，那么我们就需要更多的有关曝光的知识，需要了解器材为我们提供了哪些功能，使用这些功能又有哪些条件的限制。

进一步来说，“曝光”的任务不仅仅是确定光圈和快门应该如何组合，它涉及感光材料的性能、景物亮度分布的特点、照明的实施、构图的选取，以及摄影师的总体构思。它是将摄影技术和创作串联起来的系统工程。

鉴别摄影画面的曝光质量

作为摄影师，能够鉴别摄影画面的曝光质量是改进曝光的前提。

一个简单的实验可以说明曝光与黑白底片上银密度之间的关系。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

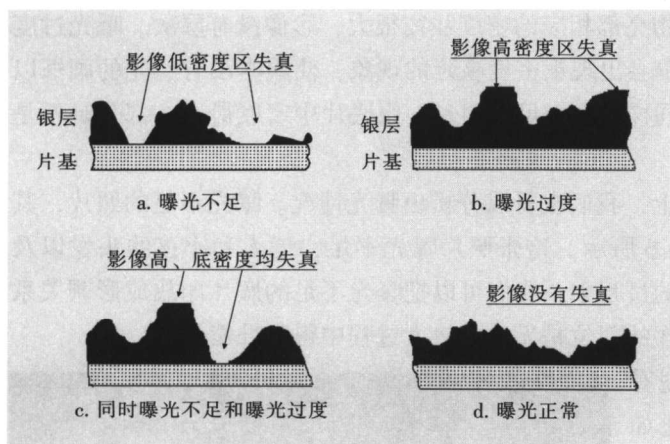


图 1-1 底片曝光情况的剖面示意图。



图 1-2 (左上) 曝光不足的底片。

图 1-3 (右上) 曝光过度的底片。

图 1-4 (左下) 同时曝光不足和曝光过度的底片。

图 1-5 (右下) 曝光正常的底片。

小段，其中一段未经感光直接显影冲洗，另一段在明室中经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。彩色负片或染料型黑白负片其曝光规律和普通黑白负片是一样的，只是染料层替代了银层，曝光越多，染料层越厚。反转片的情况相反，由于冲洗过程中的反转工艺，曝光越多，银层或染料层越薄。

评价底片的曝光是否正常，可以从底片和该底片所放大的照片两方面来判断。

首先来看底片的情况。图 1-1 是经过冲洗后的黑白底片的剖面示意图。胶片的曝光状况可归结为 4 种类型：曝光不足，曝光过度，同时曝光不足和曝光过度，以及曝光正常。曝光越多，底片上银或染料的积累越厚，反之则比较薄。曝光增加到一定程度时，银或染料的积累便不再增加，因而影像将失去层次变化；如果曝光太少，银或染料的积累不够，影像也没有适当的层次。

曝光不足时，整个底片的银层较薄，景物暗部相应的密度往往很小，甚至看上去完全透明，失去层次。我们可以通过一张底片中最透明的部分是不是有层次来判断底片是否曝光不足，见图 1-2。

曝光过度时，整个底片的银层较厚，景物亮部相应的密度往往很大，影像没有层次。曝光过度较严重时，底片上画框边缘或高亮度景物周围会出现银密度蔓延的现象，使原本没有感光的画框以外的或高光旁边的暗区域也有一定的密度。同样，我们可以通过一张底片中密度最大的部分是不是有层次来判断底片是否曝光过度，见图 1-3。

再看放大照片的情况，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 1-6 所示。这张照片曝光不足，老人和小孩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。

在印放的照片上判断是否曝光过度，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。在图 1-7 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。

曝光不足和曝光过度也会出现在同一张底片上，如图 1-1 (c) 的示意图，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。发生这种情况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差距是非常大的，如果拍摄不当，就会出现上述问题。图 1-4 是底片同时出现曝光不足和曝光过度的例子，图 1-8 是由这张底片放大的照片。由于两个孩子处在光线较暗的屋檐下，而背景的地面处在阳光的照射中，所以小孩太暗，背景太亮，无论是暗景物还是明亮景物的层次都不丰富，明暗反差太大。单纯的曝光不足或曝光过度可以通过改变曝光来纠正，但在



图 1-6 用曝光不足的底片放大的照片。



图 1-7 用曝光过度的底片放大的照片。



图 1-8 用曝光不足与过度同时并存的底片放大的照片。



图 1-9 用曝光正常的底片放大的照片。

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、色彩再现都应与摄影的内容相吻合。从技术上来讲，应如图 1-1(d)所示，影像的密度介于胶片所能记录的最大密度和最小密度之间，这样的照片色彩正常，颗粒细腻，层次分明。图 1-5 是一张曝光正常的底片的例子，用它放大的照片如图 1-9 所示。一张技术质量良好的照片应该是这样的：白要有白的层次，黑要有黑的层次，这样的照片才有丰富的细节，才会比较耐看。

一张底片上同时出现部分曝光过度且部分曝光不足是无法用曝光纠正的。增加曝光会使明亮景物曝光过度更加严重；减少曝光会使暗景物曝光不足更加严重。这个问题只能通过改变摄影构图或改变照明来解决。在摄影实践中，这种曝光失误发生的几率最高。自动照相机出现曝光失误多数属于这种情况。

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，现在，再来解释什么是恰当的曝光就很容易了。

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，因为根据具体的拍摄对象不同，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宽容度。也就是说，在一定范围内，曝光误差对影像的技术质量影响不大。但是，这并不意味着曝光就没有

级数和倍数的概念

凡涉及摄影技术的问题，不可避免地要用到“级数”和“倍数”的概念，比如讲到光比关系，有时用主光与副光之比 2:1、4:1、8:1……表示，有时用 1、2、3……级表示。

从数学的角度上讲，2:1、4:1、8:1……是倍数关系，表示前者是后者的 2、4、8……倍；而 1、2、3……是级数关系，表示两者的级差为 1、2、3……级。如果我们用数列表示这两种关系时，可写成以下数列的形式：

$$2^1, 2^2, 2^3, \dots$$

其中：

$$2^1=2,$$

$$2^2=2 \times 2=4,$$

$$2^3=2 \times 2 \times 2=4 \times 2=8,$$

……

这是一个以 2 为底的等比数列，数列中每一项比前一项在数量上增加 1 倍。2 增加 1 倍是 4，4 增加 1 倍是 8，以此类推。当我们用级数表示时，数列中的每一项比前一项指数加 1，1 级表示翻一番，2 级表示翻两番，3 级表示翻三番。

后面的章节中我们可以看到，“级数”和“倍数”都是摄影中惯用的表示方法。如果不特别指出，本书中讲到的“级数”都是以 2 为底的等比数列的级数。

操作顺序

现在，准备好一台带有测光系统的照相机和一个黑白胶卷，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几张纪念照。

选景

在初学摄影的阶段，可以选择光线均匀的环境来拍摄。比如，晴朗天气的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

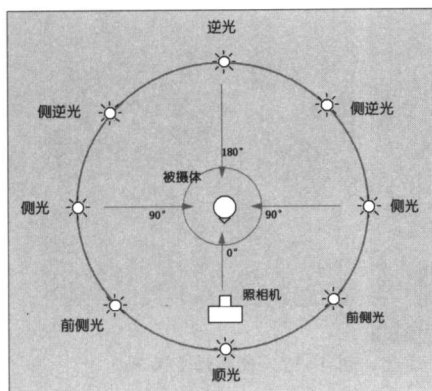


图 1-10 摄影采光方向的示意图。

匀，曝光容易掌握。而室内摄影、室外逆光或侧逆光摄影情况比较复杂，可留待掌握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 1-10。

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，被摄景物受光源的正面照射，没有阴影。侧光照明条件下，主光光源、被摄体和照相机之间为 90° 夹角。从照相机的位置观察，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、被摄体和照相机之间为

180° 夹角。从照相机的位置观察，被摄体处于背光状态下，只有轮廓有可能被照明。主光光源位于顺光和侧光之间时，称为前侧光；主光光源处于侧光和逆光之间时，称为侧逆光。

调整感光度

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

感光度一般采用两种表示方法：一种是算术值表达方式 ASA，室外日景摄影中经常使用的感光度是 ASA 100；另一种是对数值表达方式 DIN。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：ISO 100/21°，表示该胶卷为 ASA 100 或 21DIN。感光度和曝光量的关系是：感光材料的感光度越高，所需要的曝光量越少，ISO 的数值越大，则感光度越高。感光度每增加或减少 3 挡，曝光量减少或增加 1 级。如：ISO 125/22°比 ISO 100/21°感光度高 1 挡，对于同样的被摄景物来说，用 ISO 125/22°的胶片拍摄时，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 3 挡，拍摄时应比 ISO 100/21°减少 1 级曝光量；而 ISO 400/27°比 ISO 200/24°的感光度又高

表 1-1 ASA 与 DIN 的换算

ASA	DIN	ASA	DIN
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

3 挡，拍摄时应比 ISO 100/21°减少 2 级曝光量。

在实际拍摄时，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。我们所要做的是，在测光前，调整曝光计或是照相机的感光度参数，使之与所使用的胶片感光度相一致。

照相机因其自动化程度不同，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，如图 1-11 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，通过自动识别胶卷上的 DX 码来确定曝光，所以没有感光度的刻度盘。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。带有 DX 码的胶卷外观如图 1-12 所示，不同感光度所规定的 DX 码图案不同。

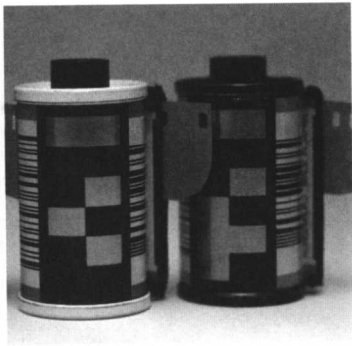
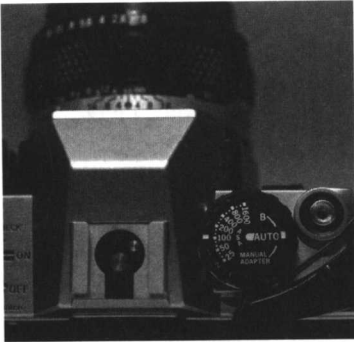


图 1-11 照相机上的感光度刻度盘。图 1-12 胶卷的 DX 码。

量光和订光

在胶卷的包装盒上，都有一个类似图 1-13 的图表。这张图表为该胶卷的使用者推荐了不同天气条件下应使用的

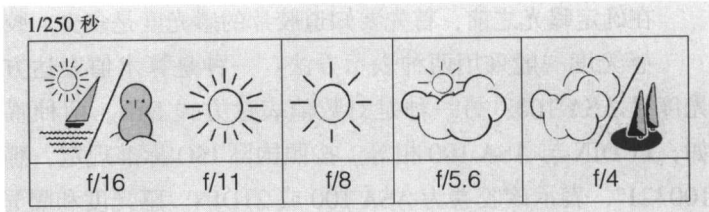


图 1-13 胶卷包装上所附曝光推荐表。

光圈、快门的参数。该表对没有经验、没有测光条件的摄影者，有一定的实用价值。但是对专业摄影师来说，它的误差范围太大了。因为光线的变化并不是这么单纯的，它会随拍摄时间、季节、地点、海拔等条件的改变而改变。所以，专业摄影师都是依据曝光计或照相机的测光系统来曝光的。

使用照相机的测光系统测光时，首先要打开测光开关，将照相机对准要拍摄的景物，这时取景框中就会显示出测光结果。不同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。比较典型的两种测光显示方式为指针式和 LED 式。图 1-14 是指针式测光显示形式，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组合将会曝光过度；指针下倾，表示按照当前的快门和光圈组合将会曝光不足；指针持平，表示曝光正