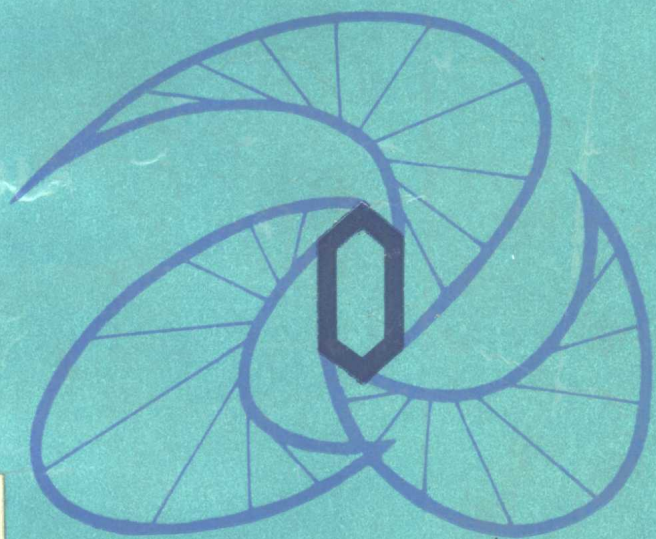


生物科学摄影技术

傅文瑜 编 著



复旦大学出版社

Q-335
FWY

115410

BIOLOGICAL PHOTOGRAPHY

生物科学摄影技术

傅文瑜 编著

复旦大学出版社

内 容 提 要

本书介绍摄影的基本知识与生物科学摄影技术与方法,其中包括近距摄影,微距摄影,显微摄影和特殊摄影,以及各种幻灯片的制作方法和暗房技术等。

本书可作为生物科学摄影技术课程的教材,也可供生物学科各专业、医学院、农、林、牧各专业师生和科技人员参考。

生物科学摄影技术

傅文瑜 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.375, 字数 120,000

1990 年 1 月第 1 版 1990 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—2,000

ISBN7-309-00397-7/Q·15

定价: 1.30 元

序

摄影是一门科学，它涉及的基础理论相当广泛。但是，从应用的角度来说，摄影是一种方法与技术，它广泛应用于各种科学研究中。对生物科学来说，更需要借助于摄影技术。生物科学的研究对象复杂，从静态到动态，从宏观到微观，拍摄的品种繁多，要获得理想的照片，必须采用各种不同的方法，如近距摄影、微距摄影和显微摄影等。从而，它对摄影仪器、摄影机镜头的选择，灯光运用，光圈的确定和曝光时间的掌握等方面也均有着一定的要求；否则，就达不到预期的效果，甚至会直接影响到科学研究结果和教学效果。为此，本人曾编写过一本“生物摄影技术”讲义，用于复旦大学生命科学学院中的有关专业，作为摄影课的教材，使用了多次并经三次修改与补充。期间，得到王伯扬教授的经常指导。这次作为正式编写出版中又得到了上海第二医科大学石义高副研究员的审阅，他提出了宝贵的意见，同时还得到了倪德祥副教授、袁汉英、喻凡等同志的具体帮助，在此对他们表示衷心的感谢。

书的内容着重于摄影的基本知识与生物摄影技术操作方法，其中包括有资料翻拍、近距摄影、微距摄影、显微摄影、凝胶电泳摄影和特殊摄影，以及各种幻灯片的制作方法和暗房技术等。本书可作为大专院校生物学科各专业、医科大学、农学院及有关科研单位的大学生、研究生、教师及有关科技

人员参考使用。

由于本人知识水平有限，本书一定存在着不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

傅 文 瑜

1989 年 1 月于复旦大学

目 录

第一章 照相机与常用附件	1
第一节 照相机.....	1
第二节 镜头和其他部件.....	4
第三节 照相机的使用和保养.....	11
第四节 摄影常用附件.....	15
第二章 照相感光材料	21
第一节 感光材料的结构.....	21
第二节 感光片的性能和种类.....	23
第三节 感光纸的性能和种类.....	27
第四节 彩色感光材料.....	29
第五节 使用胶卷和照相纸时的注意事项.....	33
第三章 普通摄影	35
第一节 野外摄影.....	35
第二节 室内摄影.....	40
第三节 资料的翻拍.....	42
第四章 近距摄影	47
第一节 近距摄影的原理和方法.....	47
第二节 近距摄影的照明和曝光.....	50

第三节	近距摄影的装置和注意事项	51
第四节	各种物体的近距摄影方法	54
第五节	琼脂培养皿投影照的制作	59
第六节	凝胶电泳图谱的拍摄	60
第五章	微距摄影	63
第一节	微距摄影所用的镜头	63
第二节	微距摄影中计算方法的应用	65
第三节	微距摄影的照明和曝光要求	65
第四节	微距摄影的装置和拍摄方法	66
第五节	放大机直接进行微距摄影 ——兔脑冰冻切片照的制作	71
第六章	显微摄影	73
第一节	显微镜的结构和作用	73
第二节	摄影显微镜及其操作方法	78
第三节	显微摄影的照明和曝光	89
第四节	放大倍数的计算	93
第五节	显微摄影的注意事项	94
第七章	特殊摄影	95
第一节	示波器和电视屏幕摄影	95
第二节	暗视野显微摄影	97
第三节	相差显微摄影	100
第四节	荧光显微摄影	102
第五节	放射自显影	107

第八章 各种幻灯片的制作方法	114
第一节 黑白幻灯片的制作.....	114
第二节 调蓝幻灯片的制作.....	117
第三节 利用重氮片制作幻灯字幕片.....	119
第四节 自制中间片校色法.....	122
第九章 暗室技术	130
第一节 显影与定影药液.....	130
第二节 底片冲洗与印相放大.....	134
第三节 摄影常用配方.....	143
第四节 彩色片的冲洗.....	152
第五节 彩色片的放大.....	158
参考资料	164

第一章 照相机与常用附件

第一节 照相机

照相机的式样、型号与种类繁多；有的很简单，有的较复杂。各种照相机均有它本身的特点，我们可以根据工作上的需要选用合适的照相机。除了普通照相机外，还有特殊的照相机，如天文照相机、水下照相机、显微照相机和缩微照相机等。

普通照相机根据其结构可分为下列几种类型：单页软片式、折合式、单镜头反光式、双镜头反光式和五棱镜反光式等，现分别介绍如下。

一、单页软片式照相机

照相馆中常用的即此种座机。它稳固可靠、一般可拍4至5吋的底片，能更换万能后背，也可以拍小底片或者在大底片上拍若干小尺寸底片，镜头与底片之间有皮腔可伸缩，有毛玻璃可以直接对焦，还可以更换镜头。

二、折合式照相机

如上海产海鸥203型相机。这种照相机是采用120胶卷，拍12张或16张；该机操作方便，体积小，便于携带，它的结构比较简单，一般只有光圈、快门、物距、标尺或简单的光学取景器；比较精密的有连动测距器，闪光连动快门、自

拍机和防重拍装置；这种照相机镜头固定，不能更换或附加透镜，因此不适用于科技摄影。

三、单镜头反光式照相机

这是一种只有一个镜头而兼作取景、对焦和照相三项功能的照相机。取景中看到的物体与拍照的影像完全一样，无视差；同时，还可以更换不同焦距的镜头，也可加接圈与近摄镜，亦可更换后背，外出时不必带两架相机，只要更换暗盒就可以换黑白片或彩色片。如上海产东风牌照相机，国外的Hasselblad照相机，其口径f2.8，焦距为80毫米，视角约50度，镜间最高快门速度为千分之一秒；这种照相机适用范围广，尤其对科技摄影更为适宜。

四、双镜头反光式照相机

该类相机有两个焦距相同的镜头，其焦距为7.5厘米，口径f3.5或f2.8，视角50度，上面镜头供取景对焦用，下面的镜头供摄影用。景物通过上镜头结成影像，经反光镜反射到上面取景器的毛玻璃上，景物在毛玻璃上左右上下均相反；由于两个镜头的焦距是相同的，所以，在上面取景器中调节清楚后，下镜头拍摄的底片上亦清楚了。但是，在一米距离内拍摄的影像会有视差，即使是附加了视差纠正镜也有一定限度，这是其局限性。这种照相机多数只能拍摄120胶卷12张，有档板的可拍16张，镜间快门速度一般有T、B及1秒至五百分之一秒等，有的装有闪光连动装置，快门与光圈连动设备，测光表，自动停片，自动记数，防重拍，自拍机，胶片速度和种类标记盘等设备。如上海产海鸥4型，

广州产珠江，德国的 Rolleiflex 照相机等。它只适用于普通摄影。

五、五棱镜反光式照相机

这种照相机是单镜头反光式的改进，其主要优点是无论用何种焦距的镜头，无论摄影的距离远近多少均能使所拍照片的景物范围和取景器上观察到的范围基本一致。另外，可以换用不同焦距的镜头。如上海产海鸥 DF 型照相机，其有效口径为 $f2$ ，焦距 58 毫米，由六片四组镜片构成，采用屋脊五棱镜平视式取景，快门有 1 秒至千分之一秒及 B 门。拍摄时，自动收缩光圈、反光镜上抬、开启快门、反光镜复位和光圈自动张开等五个动作一次完成。它具有单镜头反光式照相机同样的优点，取景时不受强光影响，不仅取景与对焦结合在一起，而且在视野中位置与被摄实物完全一致，因此，这类照相机很适合于生物科学的摄影和其他科技摄影领域中应用。

六、电子照相机

所谓电子照相机即是把电子计算技术用于照相机的自动控制，包括自动曝光，自动聚焦，自动闪光，自动卷片，自动记录拍摄日期和自动显示情报。

以上几种自动装置有的照相机仅有其中的一种，有的照相机同时有两种以上自动装置。凡是能取下镜头的电子照相机，都适用于科技摄影。有的只能自动，不能手控的，如快门速度和光圈都已为摄影者选择好了。严肃认真的科技摄影工作者一般不用这种照相机，但对初学摄影的科技工作者可以使用。

第二节 镜头和其他部件

一、镜头

镜头是照相机中最重要光学部件，镜头的优劣决定着照相机的价值。镜头是由多片凹凸度不同的透镜所组成的复合透镜，便于校正各种像差，使拍摄所得物像清晰。如上海产海鸥 DF 型照相机的镜头由六片四组透镜组成。为了降低光线在各片透镜表面上发生反射而引起光量的损失，往往在镜头表面及内部透镜间加一层紫蓝色的增透膜，故称加膜镜头。镜头加膜后可提高透光能力，同时也能提高影像质量。

当我们拿到照相机时，首先看到镜头的正面标有一系列数字和符号，如图 1-1 所示，即为有效口径、焦距、商标和出厂编号。在镜头的侧面亦有一系列数字，如图 1-2 所示，表示光圈、景深和距离标度。下面分别加以介绍：

1. 口径

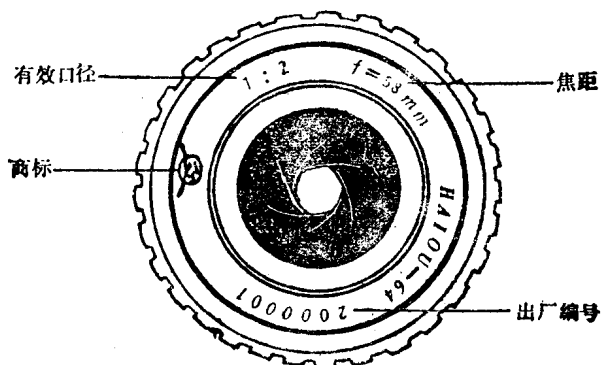


图 1-1 镜头的正面。

口径又称有效口径或有效孔径，这是表示镜头的最大进光孔，也就是镜头的最大光圈。

口径等于最大光孔直径与焦距的比值。如一只 50 毫米焦距的镜头，当它的最大进光孔的直径是 25 毫米时，那么， $25:50=1:2$ ，用 1:2 表示该镜头的口径；当它的最大进光孔直径为 14.3 毫米时，那么 $14.3:50=1:3.5$ ，用

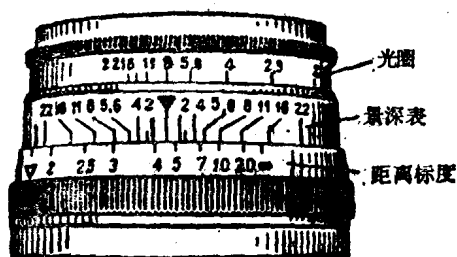


图1-2 镜头的侧面。

1:3.5 表示该镜头的口径。为简便起见，通常把前者的口径简称 F_2 、后者的口径简称 $F_{3.5}$ 。按摄影习惯用法，F 数值愈小，表示口径愈大；故 F_2 口径大于 $F_{3.5}$ 的口径。口径的大小标志进入镜头光线的多少，口径大的比口径小的通光性能好，因为口径大进光就多，即使光线较暗弱也能进行拍摄。另外，口径大还具有摄取小景深的效果，并可使用高速度快门。

2. 光圈

光圈又称相对口径。它是由若干金属薄片组成虹彩样结构的部件，如图 1-3 所示。它位于镜头内，可调节进光孔大小以控制镜头的进光量。

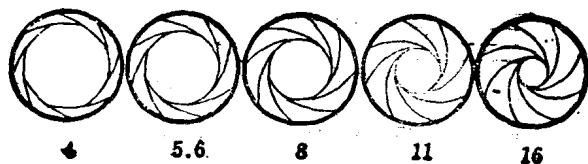


图 1-3 光圈。

光圈的大小用光圈系数表示。光圈系数简称 f 系数，以分子为 1 或 f 分数式表示，如：

1:2.8、1:4，或 $f:2.8$ 、 $f:4$ ；也有用 $f/2.8$ 、 $f/4$ 来表示。光圈系数的计算公式是：

$$f = \frac{\text{焦距}}{\text{光孔直径}}$$

因此，对同一焦距的镜头来说，光圈系数的数字愈小，光圈愈大；光圈系数的数字愈大，光圈就愈小。如 $f:2$ 的光圈大于 $f:4$ 。

镜头上有一系列数字表示光圈“ f ”。常见的有两种体制：一种为 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22 和 32；另一种为 2.2, 3.2, 4.5, 6.3, 9, 12.5 和 18 等标记。

上述 f 系数的光圈可用“ 2^n ”计算任何两档光圈进光照度的倍率关系。“ n ”为两档光圈之间相差的档数。例如， $f/2$ 与 $f/8$ 相差 4 档， $2^4=16$ ，这就意味着 $f/2$ 的进光照度是 $f/8$ 的 16 倍，或 $f/8$ 则是 $f/2$ 的 $1/16$ 。又如 $f/8$ 与 $f/11$ 相差 1 档， $2^1=2$ ，说明 $f/8$ 的进光照度是 $f:11$ 的 2 倍，或 $f/11$ 是 $f/8$ 的 $1/2$ 。

3. 焦距

从无限远而来的平行光线通过凸透镜向主轴折射而集结

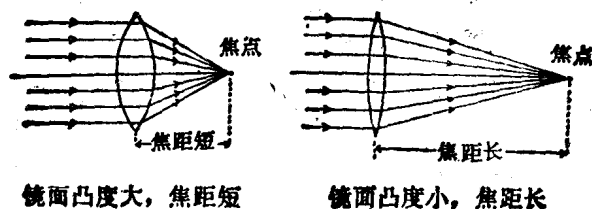


图 1-4 焦点与焦距。

成小光点，此点称为焦点。焦点至透镜中心的距离称焦距，也就是指一个镜头把无穷远的景物对焦最清晰时，镜头与毛玻璃（或底片）之间的距离。

镜头凸透镜的凸度大则焦距短，凸度小则焦距长（见图 1-4）。镜头的焦距长短，一般是指它的焦距与底片对角线之比。镜头焦距长于底片对角线的称中焦距镜头、长焦距镜头或望远镜头；焦距短于底片对角线的称短焦距镜头或广角镜头；与底片对角线近似的称标准镜头。

4. 视角

视角一般指底片的对角线与镜头中心之间形成的角度（见图 1-5）。

对同一大底片来说，焦距的长短与视角的大小有关，同时亦与对同一物体所摄成的像的大小及在底片上所摄取的景物的范围大小有关。镜头的焦距愈长，则视角就愈小。所摄成的像就愈大，而底片上所能摄取的景物范围就愈小；反之，焦距愈短，则视角愈大，物像愈小而景物范围愈大。

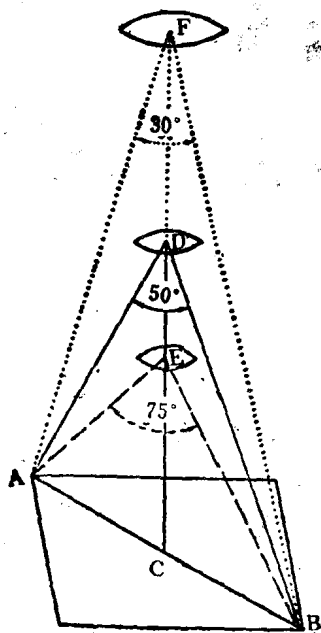


图1-5 镜头视角示意图。

镜头视角举例：

镜头 D 代表标准镜头，焦距 DC 约等于底片对角线 AB，视角为 50° 左右；镜头 E 的焦距 EC 小于 AB，视角大，为 75° ，属广角镜头的视角；镜头 F 的焦距 FC 大于 AB，视角小，为 30° ，属望远镜头的视角。

5. 景深

当一个镜头的焦距对准某一点景物的时候，不仅就所对



图1-6 清晰的部分即景深范围。

准的那一点景物可以在毛玻璃上看得很清晰，同时在这点前后一定范围内的景物也可以看清楚，这个清晰的范围就称景深，如图1-6所示。

景深与光圈的关系：光圈与景深成反比例，如图1-7所示。光圈大景深就小，光圈小则景深大。拍摄时为使景物的结影前后景深范围小些，可选用较大光圈；反之，则可选用较小光圈。

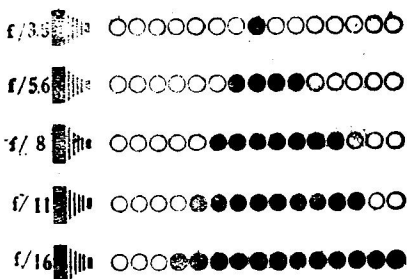


图1-7 光圈与景深相关性的示意图。

光圈越小，景深越大，光圈越大，景深越小。（黑色实圆表示景深）

景深与焦距的关系：镜头焦距的长短与景深范围大小亦成反比例。焦距长则结像大，景深范围就小；反之，焦距短，结像小，景深范围就大。拍摄时，为

了使景物的结影前后景深范围小些，最好选用长焦距镜头，当需要景物前后景深大些时，最好选用短焦距镜头。

景深与物距的关系：景物距照相机远，景深大，影像清晰范围大；景物距照相机近，则景深短，影像清晰范围小。拍摄时，有意识地距景物远些，就能加大景深范围。

二、快门

这是装在镜头与底片之间进行开放与关闭以控制曝光时间的一种机械装置。常用的有镜间快门（即中心快门）和焦点平面快门（即帘幕快门）。

镜间快门是由3至5片很薄的金属片组成，装在镜头的几组镜片之间，由弹簧来控制其开闭的速度，这种快门金属片从中心开启扩大到全孔径，再从全孔径收缩到中心关闭，如图1-8所示。凡是用这种快门的照相机均不能将镜头取下来调换别的镜头，否则后边的底片会漏光，如上海产海鸥4型照相机中即采用此种装置的快门。

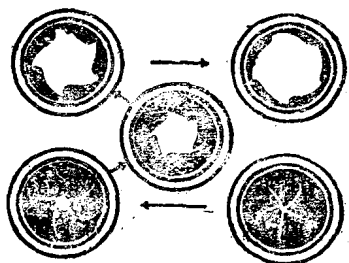


图1-8 中心快门开合示意图。

焦点平面快门是装在底片前面与镜头后面的，用很薄的金属或橡胶布做成的帘状阔带，故也称帘幕快门。帘幕快门分前后帘幕调节阔狭的缝，当按动快门钮时，帘幕从底片前面拉过去，光线经过前后帘幕间的缝隙使底片感光，见图1-9所示，装有这种快门的照相机，由于底片前面有快门遮挡，所以它的镜头是永远开着的，因此可以将镜头取下来调换另一种镜头。这种快门最快的速度比镜间快

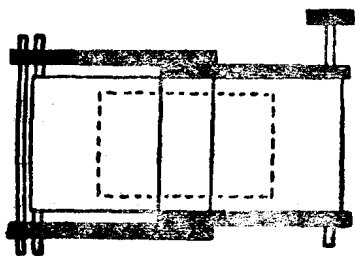


图1-9 焦点平面快门开闭情况。