

Principle and Use of Modern Camera

北京电影学院摄影专业系列教材

钱元凯 著

现代照相机 的原理与 使用

浙江摄影出版社

Principle and Use of Modern Camera

北京电影学院摄影专业系列教材

钱元凯 著

现代照相机 的原理与 使用

浙江摄影出版社

责任编辑：余 谦

装帧设计：郎水龙 薛 蔚

责任校对：朱晓波

责任出版：徐爱国

图书在版编目(CIP)数据

现代照相机的原理与使用 / 钱元凯著. —杭州: 浙江摄影出版社, 2004.1 (重印)

(北京电影学院摄影专业系列教材)

ISBN 7-80686-167/X

I. 现... II. 钱... III. ①摄影机-理论-高等学校-教材
②摄影机-使用-高等学校-教材 IV. TB852.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 111978 号

北京电影学院摄影专业系列教材

现代照相机的原理与使用

钱元凯 著

浙江摄影出版社出版发行

(杭州武林路 357 号 邮编: 310006)

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: 11.75

印数: 1001—3000

2003 年 12 月第 1 版

2004 年 1 月第 2 次印刷

ISBN 7-80686-167-X/T·17

定价: 28.00 元

(如有印、装质量问题, 请寄本社摄影编辑中心调换)



前言

现 · 代 · 照 · 相 · 机 · 的 · 原 · 理 · 与 · 使 · 用

》 》 》 》 》

本书是笔者根据在北京电影学院摄影学院讲授《照相机与摄影光学》的讲义编写的。有关摄影光学与镜头的内容,将在本系列教材中单独出版。

笔者从20世纪90年代初在《中国摄影报》主持《读者信箱》以及在北京红旗“业大”摄影班开设照相机课程以来,接触了大量的业余摄影爱好者与摄影专业的学生,深深体会到,随着人民生活水平的提高,我国摄影人使用的器材正在与国际接轨,但是使用器材的水平却与国外相去甚远。特别是最近几年,“唯武器论”甚嚣尘上,令许多工薪阶层的影友倾其所有盲目购置高档器材,在使用中又存在诸多误区,以至用专业相机却拍不出技术质量过硬的照片。我希望本书能有助于提高中高级摄影人使用照相机的水平。

本书尽量略去有关照相机结构的繁琐内容,按照相机的功能分章节,重点讲解使用照相机的基础知识与技巧。每章大致按以下顺序编写:分类(相机每个系统大致有哪些不同的结构或功能类型,各有何优缺点,有何不同的用途);技术指标与分档(使读者今后能通过阅读宣传资料与测试文章判断相机的档次);器材的使用(深入讨论使用器材的注意事项与技巧)。本书以照相机的使用与选择为主,兼顾了闪光灯及其他常用附件的选用常识。

每章后都有大量的思考题,选自笔者多年任教所积累的题库。读者可以在学习各章之前先对照答案选择填空题,检测原有的知识水平,提高阅读的兴趣。学完相应的章节后再次解答填空题,以检验学习的效果。凡是答错的,表明尚未掌握相应的知识,必须重新复习相关的内容。书中有大量的表格,其中有些是对正文的总结,如表2-1、表2-2等,可以作为读者的复习提纲。仔细研究这些表格,并遮住表中的栏目回答:不同类型的器材中哪些项目是优点?哪些是缺点?为什么?可以帮助读者领会有关器材特性的关键知识。另一类表格是对文章的补充,例如表1-1、表1-2等,可供读者在使用时参考。括号中的黑体字符或图形都是相机上常用的图符,记住其含义与功能能显著地提高读者使用新型相机的能力。

本书主要供摄影本科授课之用,也可用于摄影专业的大专班。教师仅需讲授其中三分之一比较重要或艰深的内容,其余可由同学们自学。

在摄影专业的教学中,“照相机”应是一门以实践为主的技术基础课,教学中可以选择部分“摄影实习与试验”的内容作为作业。

本书也可供有心钻研摄影艺术的业余爱好者提高摄影技艺,建议这些读者利用闲暇的时间尽量做完所有的实习与试验题。正是对这些基本功掌握的程度不同,形成了专业摄影师与业余爱好者在相机操控技术上的许多差异。

如果本书能使读者明白:没有最好的照相机,只有最适用的照相机;拍出好照片的关键不是好的相机,而是掌握相机的人,则这本书就达到它的最终目的了。

本书在编写过程中,得到北京电影学院摄影学院张益福教授多方指教并提出大量宝贵的意见,特此表示衷心的感谢。

钱元凯
2003年8月



1

照相机使用入门

1

1. 感光胶片

- 三种常用的胶片 /2
- 胶片的规格与画幅 /2
- 感光胶片的感光度 /3

2. 有关镜头的基本常识

- 镜头的焦距 /5
- 镜头的相对孔径与 F 数 /5
- 镜头的像场与视场角 /7
- 镜头的其他性能指标 /8

3. 相机的类型与用途

- 相机的基本结构 /8
- 相机按结构分类 /8

4. 初次使用相机的注意事项

- 电池的类型与使用 /10
- 装胶卷 /12
- 拍摄前的准备工作 /13
- 拍摄 /15
- 倒片 /17
- 习题 /17

» » » » »

2

快门机构

19

1. 快门机构的分类与特点

- 快门的作用 /20 中心快门与焦平面快门 /20
- 机械快门与电子快门 /25 程序快门 /27

2. 快门的技术指标与分档

- 对快门的技术要求 /28 快门的分档 /29

3. 快门的使用

- 正确调节与使用快门 /30
- 防止机震与手震 /30 控制影像的清晰度 /30
- 动体摄影中用不同的曝光时间得到不同的艺术效果 /31
- 习题 /33

» » » » »

3

测光与曝光系统

35

1. 测曝光系统的工作原理

测曝光系统的作用与基准曝光量 /36

测曝光的加法公式 (APEX 系统) 及其意义 /36

2. 测光系统的分类

按测光元件分类 /38 按测光元件安装的位置分类 /39

按测光区域分类 /40 按输入胶片感光度的方法分类 /41

3. 曝光系统的功能与分类

4 种基本的曝光模式 /42 程序曲线与各种程序 /43

曝光系统的其他功能 /46

4. 测曝光系统的技术参数与分档

测曝光系统的主要参数 /46

相机测曝光系统的档次 /47

5. 相机测曝光系统的使用

掌握相机测光系统的共性, 提高测光精度 /48

熟练掌握曝光补偿的技术, 实现正确曝光 /51

注意测曝光范围的变化 /53

正确处理手动曝光与自动曝光的关系 /55

持之以恒地提高优选曝光组合的能力 /56

习题 /56

» » » » »

4

调焦机构与测距系统

59

1. 调焦机构的分类

固定焦点免调焦 /60 改变镜头焦距调焦 /60

整组调焦 /60 相机自动调焦的驱动方式 /61

2. 手动测距机构

区域调焦 /62 目测调焦 /62

双像重合调焦 (三角调焦法) /63

磨砂玻璃调焦 /63 裂像调焦 /63

微棱镜调焦 /65 可换调焦屏 /65

3. 自动调焦系统

主动式自动调焦 /66

被动式自动调焦 /67

自动调焦功能的强化与扩展 /68

单反相机自动调焦的模式 /69

4. 测距调焦系统的参数与使用

测距调焦系统的主要技术指标与精度指标 /71

使用手动调焦相机 /71

使用自动调焦相机的若干注意事项 /72

习题 /75

» » » » »

5

取景器

77

1. 取景器的技术指标与技术要求

视差与取景器的视场率 / 78

便于观察 / 79

取景器综合信息处理能力 / 81

2. 取景器的分类与特点

框式取景器 / 81 透视光学取景器 / 81

双镜头反光取景器 / 82 单镜头反光取景器 / 83

机背(磨砂玻璃)取景器 / 83

3. 取景器的使用

掌握与控制视差 / 84

掌握单反相机快门的时滞 / 84

根据自己的视力调节取景器的视度 / 85

习题 / 85

» » » » »

6

电子闪光灯

87

1. 电子闪光灯的原理、特点与技术参数

电子闪光灯的工作原理及同步信号传输方式 / 88

电子闪光灯的特点 / 89

电子闪光灯的主要参数与精度指标 / 89

2. 控制闪光曝光量的各种方法

手动闪光 / 91

外测光自动闪光 / 92

内测光自动闪光 / 93

内测光补光自动闪光 / 93

预闪光补光内测光自动闪光 / 94

闪光灯的曝光补偿与等级(包围)曝光 / 95

3. 闪光灯的使用与选择

闪光曝光的模式 / 95

特殊环境下的闪光摄影 / 99

使用闪光灯的其他注意事项 / 100

闪光灯的选择 / 101

习题 / 102

» » » » »

7

照相机的其他系统与机构

105

1. 输片机构

手动输片机构的主要功能 /106

自动输片的类型与特点 /106

自拍机构 /107

输片系统的使用 /107

2. 机身

机身的主要功能 /109

机身的材料 /110

3. 显示系统与操控装置

常用显示系统的种类与特点 /110

相机的操控元件 /111

相机操作控制方式的发展趋势 /113

相机上的常用字符 /115

习题 /120

» » » » » »

8

照相机的选择、维护与检查

123

1. 照相机的选择

选择相机的一般原则 /124

选择 135 旁轴取景相机 /125

选择 135 单镜头反光相机 /127

选择 120 相机 /131

选择大画幅机背取景相机 /134

其他类型相机 /135

2. 照相机的附件及其选择

UV 镜、天光镜与保护镜 /135

三脚架 /137

遮光罩 /139

快门线 /139

眼罩 /139

摄影包 /139

3. 相机的维护与保养

相机的寿命与可靠性 /141

相机的维护 /142

相机的保养 /143

4. 相机的检查

相机检查的时机与目的 /143

检查相机的内容 /144

5. 相机的业余测试

测快门的曝光精度 /145

测试与调整调焦误差 /147

测试测光系统 /150

测试闪光灯的指数 /151

测定视场率 /151

习题 /151

» » » » » »

9

数字相机入门

153

1. 数字影像的基础知识

数字影像与影像的数字化 /154

位图的主要参数 /154

数字相机的原理与构成 /156

2. 数字相机的分类

按光电转换器件的类型分类 /156

按光电转换器件的结构分类 /156

按相机结构分类 /158

按数据传输方式分类 /159

3. 数字相机的特殊参数、特性及其选择

影像的总像素数与影像的分辨率 /159

色彩深度 /160

镜头的焦距与微距功能 /160

数据传输接口 /161

存储器的种类与容量 /162

文件格式与压缩比 /164

几个重要的时间参数 /164

白平衡 /165

电源类型与容量 /165

预览与回放功能 /165

取景器的类型 /166

其他功能 /167

价格 /167

购机时的检验 /167

4. 数字摄影的特点与用途

数字摄影与传统摄影的区别 /168

数字相机与传统相机所摄影像的差异 /169

数字相机的用途 /170

5. 数字相机的使用特点

使用数字相机的若干注意事项 /170

与数字摄影相关的软件 /172

习题 /172

》 》 》 》 》



附录一 照相机常用的质量分等标准 /174

附录二 目前国内常见 135 单反相机的分类与价格 /177

参考书与参考资料目录 /179

》 》 》 》 》

1

照相机使用入门

现 · 代 · 照 · 相 · 机 · 的 · 原 · 理 · 与 · 使 · 用

》 >> > > >

本章涉及有关照相机种类、结构与使用的基础知识,可作为初学者学习摄影与选择器材的入门教材。对于已经有一定摄影经验的读者,可以直接阅读第二章。

感光胶片是传统相机记录影像的载体。胶片是由透明的片基及在其表面上涂敷的感光乳剂构成的。乳剂曝光后形成不可见的潜影,再经过化学处理才能形成可见的影像。

三种常用的胶片

常用的胶片按照成像的特点可以分成三类:

◎ 黑白负片

黑白负片记录的影像与景物的影调相反:景物的亮区在负片上呈黑色,景物的暗部则对应于负片的透明区域,黑白负片必须经过印相或放大才能变成黑白照片。国产的黑白负片物美价廉,又可以由业余爱好者在家中冲洗、印放,是我国影友钻研摄影技术,进行摄影创作的理想片种。黑白摄影只能通过光影与线条造型,用黑、白、灰等不同的影调层次记录五彩缤纷的大千世界,是对摄影师功力与素质极大的考验,因此又是严肃的专业摄影师进行摄影创作常用的感光材料。

◎ 彩色负片

彩色负片是记录彩色影像的胶片,它不仅影调与景物相反,而且颜色也与景物互补:景物中的红、绿、蓝分别变成负片中的青、品、黄。彩色负片可以通过印相或放大在彩色相纸或透明正片上得到彩色正性影像。彩色负片价格适中、宽容度高(记录景物明暗层次的范围宽,承受错误曝光的能力强),拍摄后可由彩扩店迅速地冲洗扩印出色彩靓丽的照片,因此是供民用的主力片种。由于彩扩店的加工质量对彩色照片的效果具有重大的影响,因此影友应当仔细选择工艺稳定、认真负责的彩扩店,以保证照片的质量。

◎ 彩色反转片

反转片经冲洗后成为影调、色彩都与被摄景物相同的透明胶片。反转片价格昂贵,对曝光与冲洗的要求极为严格,但可由摄影师在拍摄中准确地控制拍摄效果。反转片的影像质量(如色彩的饱和度、色彩还原的精度、影像的层次)明显高于照片,但是放大与复制的工艺都比较复杂,特别适于幻灯放映或印刷制版,因此在我国主要是供专业摄影师使用的胶片。

胶片的规格与画幅

照相机中使用的感光胶片按照包装形式可以分成两大类:成卷使用的胶卷与单张使用的页片。目前我国常用的胶片主要有5种:

1. 135胶卷,又称为35毫米胶卷。宽度35毫米,两侧制有齿孔,平时装在暗盒中(图1-1a),画幅为 36×24 (毫米)。每卷可拍摄的张数有36、24、20、12四种。使用135胶卷的相机称为135相机,是世界上产量最大、品种最多的机种,可以满足从入门者到专业摄影师的广泛需要。

2. APS胶卷又称IX 240胶卷。画幅有C(16.7毫米 $\times$ 25.2毫米)、P(10.1毫米 $\times$ 30.2毫米)、H(16.7毫米 $\times$ 30.2毫米)3种规格,APS胶卷装在特殊的暗盒中(图1-1c),标准长度有3种,每卷可分别拍摄40、25、15张。APS是独具特色的新型胶卷,例如:都采用推入式装片,相机自动将片头从暗盒中引出;可以在拍摄的过程中随时选择画幅;胶卷的两侧涂有透明的磁涂层,可以在拍摄、扩印中由相机、彩扩机记录、交换信息等。APS暗盒及相机与135相

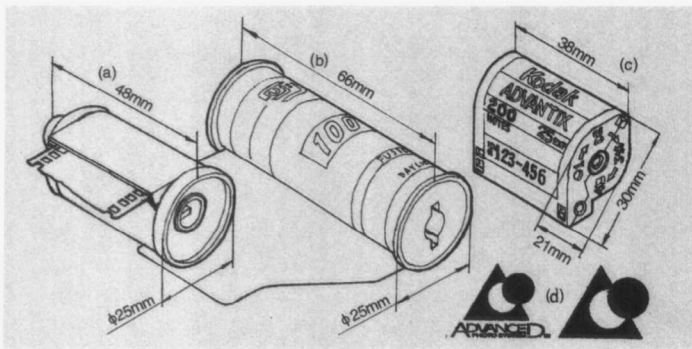


图 1-1 三种常用胶卷的分装形式

机形状相似,由于画幅较小,使相机的尺寸更为袖珍。在APS暗盒、机身与相应的冲扩店内都印制出专用的标识(图1-1d),以便于用户识别。

APS胶卷与冲扩的费用都高于传统的135胶卷,近些年又受到数码相机的冲击,很难在我国推广。

3. 120胶卷是宽度为66毫米的胶卷,平时装在芯轴上并用保护纸防止漏光(图1-1b)。120画幅有多种,其中常用的有:每卷拍摄16张的6×4.5画幅(实际画幅56毫米×41.5毫米)、每卷拍摄12张的6×6画幅(实际画幅56毫米×56毫米)、每卷拍摄10张的6×7画幅(实际画幅56毫米×67毫米)、每卷拍摄8张的6×9画幅(实际画幅56毫米×84毫米)。国外还有220胶卷,画幅规格与120相同,只是胶卷更长,每卷的画幅数比120多1倍。采用120胶卷的相机体积与重量都比135相机大得多,难以携带使用,但是由于120胶卷幅面大,可以放制更大的照片,在我国,主要供职业摄影师与高级摄影爱好者使用。

在图1-2中以1:1的比例画出了以上3种胶卷的画幅,以便读者对各种画幅的尺寸与形状有一个感性的认识。

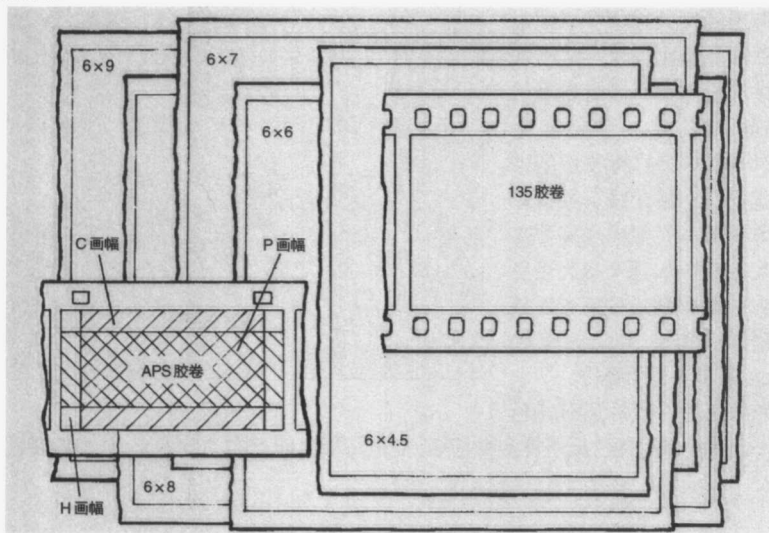


图 1-2 常用胶卷画幅尺寸对比图

4. 页片,为单张使用,平时存放在专用的片匣中。常用的尺寸规格有4×5(英寸)、5×7(英寸)、8×10(英寸)等多种,是专供职业摄影师与高级摄影发烧友使用的大画幅胶片。

5. 一步成像胶片,俗称“波拉”胶片,拍摄后约1分钟即可得到照片,

在国外曾广泛用于家庭生活照与旅游纪念照。在我国,由于胶片昂贵,又没有底片,主要用于旅游点的商业摄影(图1-3a)和影室的证件快照(图1-3b)。在很多使用120胶卷或页片的普通相机上可以配用一步成像后背,并使用这种胶片。它们还广泛应用于科技与医学记录(如监视器、荧光屏)、广告试拍等特殊摄影领域。由于新兴的数码相机也具有即时观察拍摄效果的特点,而且成本低廉、便于复制传输,因此正在迅速地取代一步成像胶片。

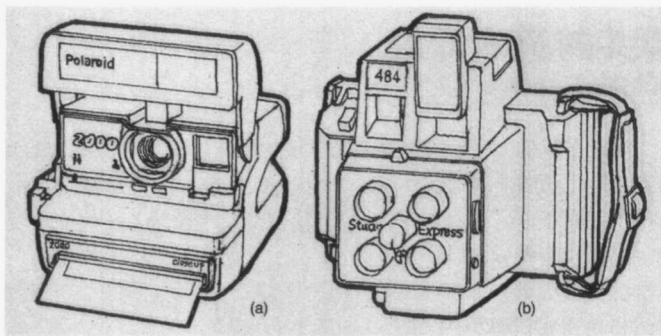


图 1-3 使用一步成像胶片的照相机

感光胶片的感光度

胶片感光度表示胶片对光线敏感的程度。国际上通用两种感光度的标准:美国与德国的标

准。美国标准的代号是ASA,其感光度按算术级数制定:感光度值每增加1倍,胶片感光度也提高1倍。德国标准的代号是DIN,DIN制的感光度按对数级数制定:感光度值每增加3,感光度提高1倍。ASA100的胶片感光度相当于DIN21°。现在国际标准化组织制订的国际标准将ASA制与DIN制合并,称为ISO感光度,例如ISO100/21°(表1-1)。我国的国家标准(GB)与ISO标准完全相同。

一般将感光度为ISO50/18°或更低的胶片称为低速胶片,适于在明亮的光线下使用或拍摄需要高倍放大的静物、风光。感光度为ISO100/21°~200/24°的胶片是中速胶片,适于在一般光线下拍摄多种题材。ISO400/27°或感光度更高的胶片称为高速胶片,适于暗光摄影或拍摄运动的物体。胶片的感光度越高,银粒越粗、分辨率越低、反差较弱,放大后会呈现明显的颗粒。

除感光度之外,胶片还有感色性、宽容度、分辨率、颗粒度、反差等多种指标,由于与相机使用的关系不大,其内容将在其他课程中介绍。

表1-1 常用胶片感光度换算与特性对照表

分类	感光度			特性			用途
	ASA	DIN (GB)	ISO	颗粒度	分辨率	反差	
低速胶片	25	15°	25/15°	细 小 ↑	高 ↑	强 ↑	用于静物、翻拍复制、风光等需要高倍放大的专业静态摄影。
	32	16°	32/16°				
	40	17°	40/17°				
	50	18°	50/18°				
	64	19°	64/19°				
中速胶片	80	20°	80/20°	↑ 中 等 ↓	↑ 中 等 ↓	↑ 中 等 ↓	在较明亮的环境下供各种人士拍摄多种题材。
	100	21°	100/21°				
	125	22°	125/22°				
	160	23°	125/22°				
	200	24°	200/24°				
高速胶片	250	25°	250/25°	↓ 粗 大	↓ 低	↓ 弱	适于拍摄物体或在较暗的光线下使用。
	320	26°	320/26°				
	400	27°	400/27°				
	500	28°	500/28°				
	640	29°	640/29°				
	800	30°	800/30°				
	1000	31°	1000/31°				
	1600	33°	1600/33°				

有关镜头的基本常识

现代·照·相·机·的·原·理·与·使·用

镜头主要是由一系列透明的光学镜片组成,来自外界景物的光线只有通过镜头之后汇聚到感光材料上成像,才能被相机记录下来,因此镜头是相机中影响成像质量的关键因素。本节介绍与使用相机有关的镜头常识,更详细的内容在本系列教材的《摄影镜头与摄影光学》一书中阐述。

摄影镜头有三个重要的参数,决定了镜头的主要特性,无论使用或选择镜头都应特别予以关注。

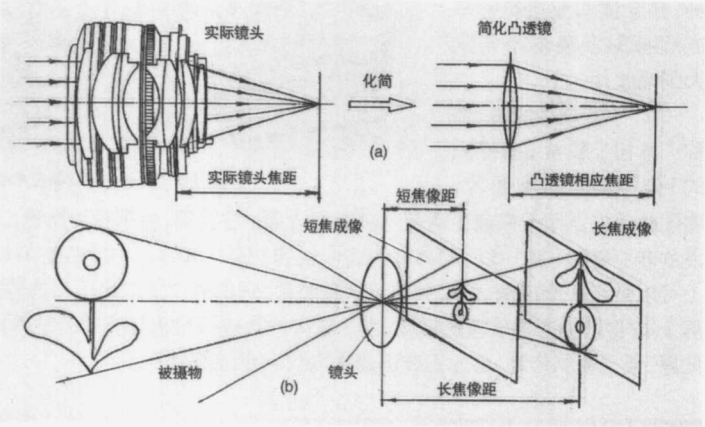


图 1-4 镜头的焦距与不同焦距镜头成像的特点

镜头的焦距

我们在粗略地描述镜头时,常可以将复杂的镜头简化成一片凸透镜,它与原镜头形成相同的影像。镜头的焦距是指对远景成像时,影像到相应的凸透镜中心的距离(图1-4a)。用一只相机在相同的距离上拍摄同一个主体,镜头的焦距越长,所拍摄的影像越大,所能拍摄的景物范围越小;反之焦距越短,所得到的影像越小,但是所记录的景物范围越大(图1-4b)。不同焦距镜头拍摄范围的差异构成了镜头最主要的摄影特征,是我们选择与使用镜头时考虑的首要因素。

表1-2 摄影镜头按视场角(焦距)分类的用途对照表

焦距段		鱼眼	超广角	广角	标准	中焦	长焦	超长焦
视场角(度)		约 180	$\theta \geq 90$	$90 > \theta \geq 60$	$60 > \theta \geq 40$	$40 > \theta \geq 18$	$18 > \theta \geq 10$	$10 > \theta$
焦 距	135 画幅	6~16	$f < 21$	$21 \leq f < 38$	$38 \leq f < 60$	$60 \leq f \leq 135$	$135 < f \leq 250$	$250 < f$
	6×6 画幅	约 30~35	$f < 40$	$40 \leq f < 70$	$70 \leq f < 110$	$110 \leq f < 250$	$250 \leq f < 450$	$450 \leq f$
拍 摄 不 同 题 材 常 用 镜 头 焦 距	生活照			室内 28、室外 35~80				
	旅游纪念			28~35				
	风光		●	●	●	●	●	
	肖像					●	●	
	人物				●	●		
	体育					●	●	●
	静物				50~180			
	舞台					●	●	
	新闻	●	●	●	●	●	●	●
	生态						●	●
	建筑			●	●	●	●	
	纪实民俗			●	●	●	●	

注:焦距的单位都是毫米。

镜头按焦距从短到长可以分为若干个焦距段,依次称为超广角、广角、标准、中焦、长焦、超长焦等。如果一个镜头焦距的长度是恒定的,称为定焦镜头。现在许多镜头焦距是可以变化的,称为变焦镜头。由于变焦镜头一个镜头包含了多个焦距段,可以取代多个定焦镜头,不仅少花钱、多办事,还便于携带使用,因此是135相机使用者首选的镜头。

表1-2中列出了135相机与120(6×6片幅)相机镜头按焦距段分类的方法及对常用题材的适用性。读者可以根据自己经常拍摄的题材配备相应焦距范围的镜头。

使用135相机的读者,若经济比较紧张,至少应配置变焦范围为28~70毫米(长焦端也可以达到75、80、85毫米)的变焦镜头,它具有最常用的焦距段。当收入比较宽裕时,则应同时购买一支70~210毫米的变焦镜头。这两种变焦镜头的设计技术最成熟,能够用最少的资金得到较好的像质。28~200毫米的焦距段已经能满足多数题材拍摄的需要,应当作为业余影友的典型配置方案。以旅游摄影为主的读者可以优先选择28(或24)~105(或120、135)毫米的变焦镜头,这是目前可以获得较好像质的最大焦距段。如果今后照片的放大倍率较低(例如14英寸以下),用28~200毫米的大变焦比镜头“一镜走天下”,也是一个不错的配置方案。当镜头焦距达到300毫米之后,要想拍出清晰的影像,无论对于相机的精度还是个人持机拍摄的能力都提出了很高的要求。初学者使用超长焦镜头时很难保证必要的清晰度,还是少用为宜。

镜头的相对孔径与F数

多数摄影镜头内都有光圈机构,如同眼睛的瞳孔,具有控制镜头进光的能力。从常识上不难理解,镜头通光的能力与光圈开启的大小(光圈开启的直径或通光的面积)有关,光圈孔径越大,通光能力越强(图1-5a、b或a、c)。但是试验与计算还表明,实际影响镜头通光能力的是镜头光圈直径与镜头焦距的比值:比值越大,通光能力越强(图1-5a、c或a、b),比值相同,通光能力也相

同(图 1-5d,e)。因此人们用镜头光圈直径与焦距的比表示镜头的通光能力,称为相对孔径。相对孔径=光圈直径:镜头焦距。例如图 1-5d、e 中镜头的相对孔径都是 1:2,图 1-5b 的相对孔径则是 1:4。

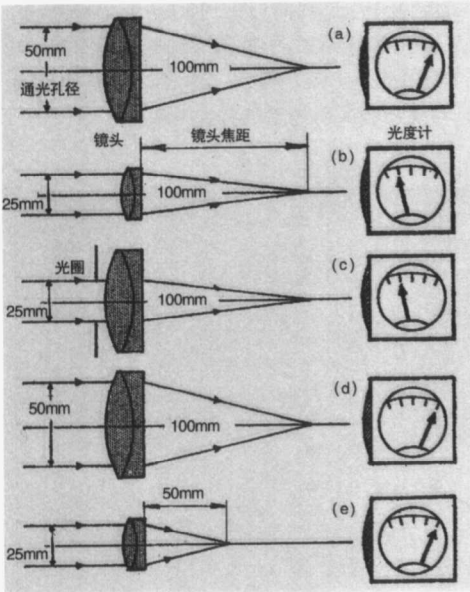


图 1-5 镜头的通光能力

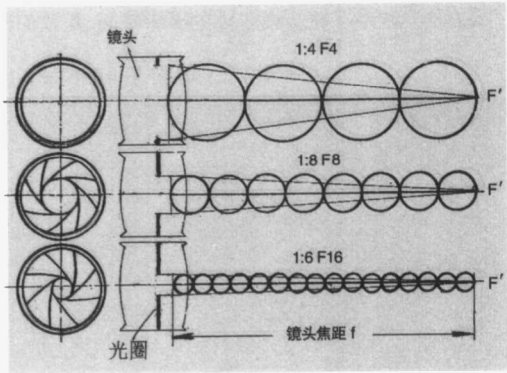


图 1-6 镜头的相对孔径与光圈系数

为了能在摄影时光圈精确地控制曝光量,人们将镜头的光圈分成若干挡位(级别),例如图 1-6 中所示的三挡常用相对孔径值 1:4、1:8、1:16,显然它们的光圈直径依次相差 1/2。因为圆的面积与直径的平方成正比,所以这 3 挡光圈的面积依次以 1/4 的倍率递减,从而使其通光能力也按相同的倍率变化。由于相机控制曝光的机构习惯于按 1 倍(或 1/2)的倍率控制曝光量,因此设计光圈挡位时必须在图 1-6 的相邻两挡中再插入 1 级,简单的计算表明它们应当是 1:5.6 与 1:11,即相邻两挡光圈的直径相差 $\sqrt{2} \approx 1.4$ 倍,以保证通光量(通光面积)相差 1 倍。

表 1-3 常用光圈系列表

相对孔径名义值	1:1.4	1:2	1:2.8	1:4	1:5.6	1:8	1:11	1:16	1:22	1:32	1:44	1:64
光圈系数名义值	$f/1.4$	$f/2$	$f/2.8$	$f/4$	$f/5.6$	$f/8$	$f/11$	$f/16$	$f/22$	$f/32$	$f/44$	$f/64$
光圈系数标识值	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44	64
相对通光量	256	128	64	32	16	8	4	2	1	1/2	1/4	1/8

为了便于标识与叙述,人们又在相对孔径的倒数前面冠以 f/ 或 F,表示光圈的大小,称为 F 数或光圈数:

$$F = \frac{f}{D} \tag{式 1-1}$$

式中: F 为镜头的光圈数;
D 为光圈直径;
f 为镜头焦距。

按照以上方法将所得的各种光圈值圆整后,摄影行业制订了一个标准的光圈系列值,在表 1-3 中列出,除镜头的最大孔径可以自行设计,其他各级光圈必须符合表中所列的标准值。为了节省空间,在镜头的光圈环上仅标注光圈数的值,省略字符 f/ 图 1-7。在各种文章中同时使用相对孔径与光圈数两种表述法,我们必须分清这两种表述方法的含义与区别。例如:相对孔径(一个比值)越小(如 1:16),孔径越小,通光能力越弱;而光圈数越小(如 f/1.4),通光能力越强。由于在摄影中,我们将频繁地与这些光圈打交道,因此初学者需将这个标准光圈系列倒背如流,牢记在心。

最大相对孔径值表明了镜头通光的能力,是镜头又一个重要的光学参数,因此镜头厂家一定

要将镜头的焦距与最大相对孔径在镜头上标识出来,以便用户识别与选用。例如一个50毫米焦距,其最大相对孔径为1:1.4的标准镜头,经常在镜头锁圈或镜筒上以50mm 1:1.4、1:1.4 50mm、1.4/50mm、50mm/1.4、 $f=50\text{mm}$ 1:1.4等字符标识。

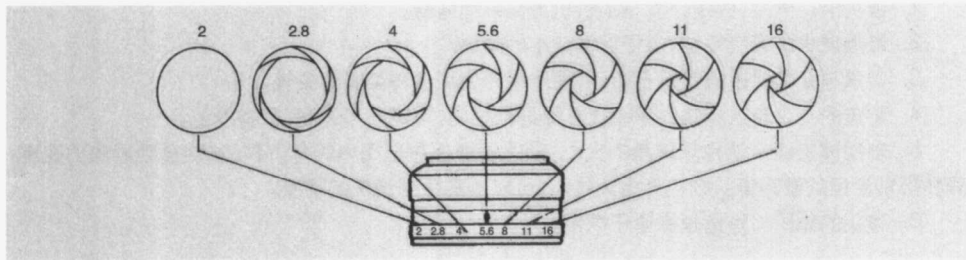


图 1-7 光圈环的光圈刻度与光圈设置

在许多变焦镜头上,除了标识出镜头最小与最大的焦距长度外,还标识出两个不同的光圈值,表明该镜头上预先设定的光圈会随着镜头焦距的增大而缩小,这种光圈结构称为浮动光圈。例如“28~70毫米1:4~5.6”表示这是一支焦距为28~70毫米的变焦镜头,当镜头焦距从广角变为长焦时,实际光圈将自动缩小1挡。图1-8是该镜头光圈标识的方式,可以看到镜筒上有两条设定光圈的基准刻线。若在短焦端将光圈开至最大($f/4$),则变焦到长焦端后,光圈漂移至左侧副标记所指的 $f/5.6$ 。同理,短焦端若将光圈设定为 $f/8$,则变焦至长焦端时,光圈自动浮动至 $f/11$ 。若选择的焦距段在28~70毫米之间(如变焦至 $f=50\text{毫米}$),则实际光圈也在主副刻线之间的位置上读出。

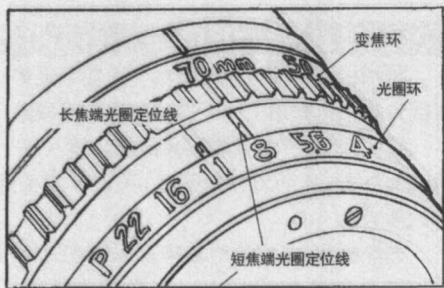


图 1-8 浮动光圈及光圈的设定

选择镜头时,最大孔径的大小也是一个必须慎重考虑的问题:大孔径的镜头便于在暗光下工作或用更短的曝光时间拍摄动体,但是光圈每大半挡,价格则翻一番,因此必须量力而行,特别是以旅游、风光、人像、静物等静态摄影为主的摄影者切勿盲目追求大孔径。

镜头的像场与视场角

用一个单独的镜头对磨砂玻璃调焦,可以看见所形成的影像分布在一个圆形的区域内,这个可以清晰成像的范围称为镜头的基准像场,在相机上只有机身画面窗后的胶片才能曝光成像,与此对应的像场称为有效像场(图1-9)。一般情况下,为了保证能在胶片上满画幅成像,有效像场应小于基准像场。

像场是一个十分重要却又容易被人忽略的参数。图1-9显示出在135相机与120相机上50毫米焦距镜头的差异:虽然焦距相同,但是120镜头的像场范围远远大于135相机镜头。因此一般120相机的镜头经过改装可用于135相机,反之135相机的镜头由于像场太小,不能用于120相机上。

镜头对景物成像的范围是由画幅的大小与镜头的焦距共同确定的。从镜头中心向被摄景物范围的边缘引两条直线,它们之间的最大夹角称为视场角,它表明镜头涵盖景物范围的能力。从表1-2中可见不同画幅镜头按焦距分段时,相同焦距段的镜头焦距互不相同,但是视场角相同,因此镜头的焦距实际是按视场角分段的。例如所有相机的广角与标准镜头都以视场角 60° 为分界点。

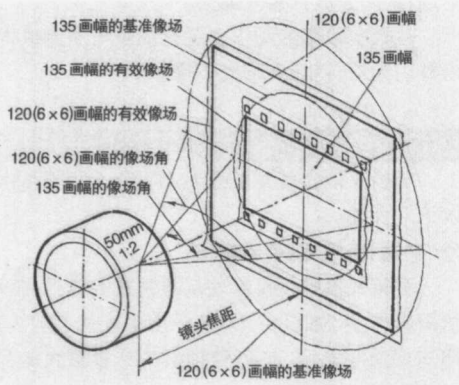


图 1-9 镜头的像场角、有效像场与基准像场