

沙占祥 著

摄影镜头的性能与选择

Photographic Lenses

—— Characteristics and Guide to Purchase

中国摄影出版社



责任编辑：陈 申
封面设计：宗 尧

摄影镜头的性能与选择
沙占祥 著

中国摄影出版社出版
(北京东城区红星胡同61号)
北京一二〇一工厂印刷
新华书店北京发行所发行

开本：850×1168 1/32 印张：11¹/₄ 字数：300000字
1989年6月第1版 1990年5月第2次印刷
印数：20001-40000册

ISBN7-80007-037-9/J·37 定价：4.40元

内 容 提 要

本书系统阐述了中外各类新型照相、电影、电视用摄影镜头的原理、性能、种类、特点、选购、维护等知识。本书与《摄影镜头的使用技巧》一书共为姊妹篇。

全书共分六章。第一、二章介绍了摄影镜头的基本成像原理，及其在摄影实践中的巧妙运用。第三章从如何评价摄影镜头质量高低的角度的角度，深入剖析了摄影镜头的各项性能指标，及其与摄影操作和所摄影像质量的利害关系；并论述了扬长避短地使用摄影镜头，以使其潜力充分发挥出来的方法。第四章介绍了鱼眼、短焦距、标准、长焦距、变焦距摄影镜头，以及14类特殊摄影镜头的性能特点。第五章介绍了常见摄影镜头的光学结构类型和性能。第六章详述了摄影镜头的选购原则、选购方案、挑选与检验方法，以及正确的维护方法。书中还介绍了世界38家著名光学公司所生产的一千一百余种新型照相、电影、电视用摄影镜头的性能、特点及价格。

本书内容丰富、立意新颖、深入浅出、通俗易懂、图文并茂，既具有严谨的科学性、系统性、知识性，又具有很高的学术价值和实用价值。可供广大照相、电影、电视等专业摄影工作者和业余摄影爱好者、及有关技术和维修人员阅读，并可作为高等院校摄影专业和电化教育专业教科书。

前 言

随着我国国民经济的迅速发展和人民生活水平的日益提高，“摄影热”在我国逐渐兴起，并日益高涨。广大专业和业余摄影者纷纷购置了大量中外新型摄影镜头，一些高等院校也相继设置了“摄影”专业。目前，摄影者们迫切希望系统了解这些新型摄影镜头的原理、性能、选择、维护、使用技巧等知识，以便更好地发挥其性能，并延长其寿命；高等院校中有关照相、电影、电视等摄影专业和电化教育专业，希望能有一本科学、系统、实用的“摄影镜头”高校教材；有关光学技术人员也希望了解摄影者是如何运用摄影镜头从事摄影的，以及摄影者对哪几类摄影镜头最感兴趣，以便指导设计工作。

近年来，作者除在北京电影学院摄影系讲授“摄影镜头”课程外，曾应邀到中国人民大学一分校、北京师范学院、北京教育学院、中国摄影函授学院、解放军摄影函授学校等院校，以及一些部委、省市、军区和单位举办的各种“摄影进修班”，讲授“摄影镜头”课程。作者以上述授课教材、讲义、讲稿的不同篇章作为基础，并结合作者多年教学经验和维修经验，分别写成了《摄影镜头的性能与选择》和《摄影镜头的使用技巧》两书。前者系统论述了中外新型摄影镜头的原理、性能、种类、特点、选购、维护等知识，并全面介绍了世界38家著名光学公司所生产的一千一百余种照相、电影、电视用摄影镜头的性能与特点；后者详尽论述了各类摄影镜头、滤光镜、效果镜等的拍摄效果和使用技巧，以及景深的控制和透视调整。上述两书中提出了一些新颖、实用

的论点和公式，并介绍了一些简便和行之有效的使用方法、使用技巧。

为了使本书同时兼顾广大专业和业余摄影者，以及高等院校摄影专业教材的需要，作者在注重科学性和知识性的前提下，从实用角度出发，按循序渐进、深入浅出的原则，系统、详尽地阐述了摄影镜头的有关知识，并通过大量典型图片、表格作形象说明。

鉴于本人水平有限，书中缺点和不妥之处在所难免，敬请广大读者指正。

作 者

于北京电影学院

本书第一次印刷的2万册在发行后3个月即售完，出版社决定再印2万册。为适应科学技术的新发展，本人在这次重印时根据新颁布的“国家标准”，对书中原采用的旧“部颁标准”进行了修订。

1990年4月作者补记

目 录

概论 摄影镜头的特点	1
第一章 光学基础知识	7
第一节 光的特性	7
一、光与色	7
二、人眼的特点	10
三、光的加色效应与减色效应	15
四、光线传播的基本定律	18
五、光的偏振	20
六、光的衍射	23
七、棱镜	23
八、光学玻璃	28
第二节 薄透镜的成像	30
一、透镜	30
二、薄透镜及其成像	31
三、透镜的折光本领和屈光度	33
第二章 摄影镜头成像的基本原理	35
第一节 摄影镜头的成像	35
一、共轴球面理想光学系统	35
二、光学系统的焦点、节点和主点	37
三、光学系统的成像作图和公式	41
四、光学系统的组合	52
五、玻璃滤光镜与分光棱镜对摄影镜头成像的影响	58

第二节 节点、主点在摄影实践中的意义	59
一、主点在摄影镜头设计和选购中的意义	61
二、摄影镜头的倒装近摄	62
三、用转机拍摄	64
四、电影特技的“摇摄”与节点云台	66
五、用变焦距摄影镜头模拟电影“推、拉 镜头”效果	67
第三章 摄影镜头的技术性能及对摄影的影响	69
第一节 焦距与光学结构参数及视角	69
一、设计焦距与标称焦距	69
二、像面定位距、后顶焦距、前顶焦距、主点间距、 节点间距、光学长度、镜头长度	73
三、像场、像角与视角	76
四、焦距与视角间的关系	80
第二节 相对孔径与光圈系数	83
一、光阑与光圈	83
二、相对孔径与光通量	86
三、F 数 (f/数)	87
四、T 数 (T/值)	93
第三节 调焦范围	96
一、调焦与调焦距离	96
二、调焦范围与红外线摄影的调焦	98
三、调焦补偿光学元件与内调焦	98
四、调焦方式与焦深	101
五、整组调焦时镜筒伸出量的计算	102
第四节 摄影镜头的像差与成像质量评价	106
一、球差、彗差、像散、场曲、畸变、色差	106
二、像差的校正	111
三、成像质量的评价与分辨率	113

四、星点检验	124
五、光学传递函数(OTF)与调制传递函数(MTF)	125
第五节 摄影镜头的镀膜与彩色贡献	145
一、杂光的产因与危害	145
二、单层镀膜与多层镀膜	147
三、彩色贡献指数(CCI)	149
第六节 摄影镜头的像场照度	150
一、像场中心的照度	150
二、像场边缘的照度	151
第七节 摄影镜头的机械结构	153
一、摄影镜头与机身的联接	153
二、镜片的固定与镜头的调节	161
第四章 摄影镜头的种类与特点	164
第一节 定焦距摄影镜头的种类与特点	164
一、鱼眼摄影镜头(FISHEYE)	164
二、短焦距摄影镜头(WIDE-ANGLE)	168
三、标准摄影镜头(STANDARD、NORMAL)	170
四、长焦距摄影镜头(TELEPHOTO)	170
第二节 变焦距摄影镜头(ZOOM)的种类与特点	172
一、变焦距摄影镜头的原理与种类	173
二、变焦距摄影镜头的特点	177
第三节 特殊摄影镜头的种类与特点	180
一、微距摄影镜头(Macro)	181
二、透视调整摄影镜头(PC、TS、Shift)	184
三、柔焦摄影镜头(Soft、Imagon)	187
四、短筒摄影镜头(Bellows)	189
五、自动调焦摄影镜头(AF、Autofocus)	190
六、医用摄影镜头(Medical)	192
七、显微摄影镜头(Micro)	193

八、内窥摄影镜头 (Endoscopic Photography)	194
九、红外线 (Infrared) 与紫外线 (Ultraviolet)	
摄影专用摄影镜头	196
十、夜视摄影镜头 (Nightscope)	196
十一、闪光摄影镜头 (GN AUTO)	199
十二、变形宽银幕电影摄影镜头 (Anamorphic Shooting)	200
十三、立体电影摄影镜头 (Stereoscopic Photography)	202
第五章 摄影镜头的光学结构类型与性能	206
第一节 非对称型标准摄影镜头	206
一、新月式镜头	206
二、一组二片式消色差镜头	207
三、三组四片式匹兹伐人像镜头 (PETZVAL)	207
四、三组三片式柯克镜头 (COOKE TRIPLET)	208
五、三组四片式天塞镜头 (TESSAR)	209
六、三组五片式海里亚镜头 (HELIOR)	210
七、三组六片式松纳镜头 (SONNAR)	210
八、四组六片式贝奥冈镜头 (BIOGON)	210
第二节 对称型标准摄影镜头	211
一、二组四片式快直镜头	211
二、二组六片式达格镜头 (GOERZ DAGOR)	212
三、四组六片式双高斯镜头 (DOUBLE GAUSS)	212
四、改进型双高斯镜头	213
第三节 摄远型与反摄远型摄影镜头	214
一、摄远型摄影镜头	214
二、反摄远型摄影镜头	215
第四节 普通超广角摄影镜头与鱼眼摄影镜头	217
一、普通超广角摄影镜头	217

二、鱼眼摄影镜头	219
第五节 折反射型摄影镜头与变焦距摄影镜头	220
一、折反射型摄影镜头	220
二、变焦距摄影镜头	222
第六章 摄影镜头的选购与维护	226
第一节 摄影镜头的选购	226
一、选购原则	226
二、最佳选购方案	229
第二节 摄影镜头的挑选与检验	232
一、外观检验	232
二、操作性能的检验	235
三、简易成像性能检验	236
四、拍摄检验	238
五、仪器检验	240
第三节 摄影镜头的正确维护方法	246
一、正确维护方法	246
二、注意事项	251
第四节 摄影镜头的发展趋势	252
附录说明	255
附录一 世界著名照相机用摄影镜头的种类与技术性能	257
1. 联邦德国卡尔·蔡司(CARL ZEISS)摄影镜头	257
2. 联邦德国罗敦司特 (RODENSTOCK)	
摄影镜头	262
3. 联邦德国施耐德 (SCHNEIDER) 摄影镜头	262
4. 民主德国卡尔·蔡司·耶那 (CARL·	
ZEISS·JENA) 摄影镜头	262
5. 法国昂热尼厄 (ANGÉNIEUX) 摄影镜头	268
6. 日本骑士(HORSEMAN)照相机用摄影镜头	268
7. 日本玛米亚照相机用塞柯(SEKOR)摄影镜头	268

8. 日本勃朗尼卡照相机用吉野(ZENZANON)	
摄影镜头	269
9. 联邦德国莱卡照相机用莱兹(LEITZ)摄影镜头	269
10. 民主德国普拉蒂卡照相机用潘太康	
(PENTACON) 摄影镜头	273
11. 日本尼康照相机用尼柯(NIKKOR) 摄影镜头	274
12. 日本卡依照相机用卡依(CANON)摄影镜头	277
13. 日本旭·潘太克斯照相机用潘太克斯	
(PENTAX) 摄影镜头	277
14. 日本米诺尔它照相机用米诺尔它	
(MINOLTA) 摄影镜头	287
15. 日本奥林巴斯照相机用兹伊柯(ZUIKO)	
摄影镜头	287
16. 日本雅西卡照相机用雅西卡(YASHICA)	
摄影镜头	297
17. 日本柯尼卡照相机用赫克萨依(HEXANON)	
摄影镜头	297
18. 日本富士卡照相机用富士依(FUJINON)	
摄影镜头	300
19. 日本考西娜照相机用考西依(COSINON)	
摄影镜头	302
20. 日本理光照相机用理开依(RIKENON)	
摄影镜头	304
21. 美国威威塔(VIVITAR)摄影镜头	304
22. 日本腾龙(TAMRON)摄影镜头	307
23. 日本托开纳(TOKINA)摄影镜头	309
24. 日本西格玛(SIGMA)摄影镜头	312
25. 其它杂牌摄影镜头	312
附录二 世界著名电影摄影镜头的种类与技术性能	320

1.	北京 608 厂长城牌电影摄影镜头	320
2.	甘肃光学仪器总厂甘光牌电影摄影镜头	320
3.	长春市第二光学仪器厂凤凰牌电影摄影镜头	322
4.	英国柯克(COOKE)电影摄影镜头	322
5.	联邦德国卡尔·蔡司(CARL·ZEISS) 电影摄影镜头	324
6.	联邦德国阿里(ARRI)电影摄影镜头	324
7.	法国昂热尼厄(ANGÉNIEUX)电影摄影镜头	328
8.	日本卡侬(CANON)电影摄影镜头	328
9.	瑞士鲍莱克斯16毫米电影摄影机用斯威它 (SWITAR)摄影镜头	328
10.	日本尼柯(NIKKOR)电影摄影镜头	332
11.	日本柯瓦(KOWA)35毫米变形宽银幕 电影摄影镜头	332
附录三	世界著名电视摄像镜头的种类与技术性能	334
1.	联邦德国施耐德(SCHNEIDER)电视摄像镜头	334
2.	法国昂热尼厄(ANGÉNIEUX)电视摄像镜头	334
3.	日本卡侬(CANON)电视摄像镜头	334
4.	日本富士依(FUJINON)电视摄像镜头	334
5.	日本尼柯(NIKKOR)电视摄像镜头	341
附录四	国外摄影镜头和照相机外文名称与译名对照表	342

概论 摄影镜头的特点

摄影镜头又称摄影物镜。在摄影界，往往将摄影镜头简称为镜头。

摄影镜头可在照相机或电影摄影机内的感光胶片平面处，结成被摄景物的清晰影像，使胶片曝光，胶片就把该影像通过潜影的形式记录下来。

显然，摄影镜头可以在感光胶片上再现出被摄景物的轮廓和形态，以及各物体、物体各部位之间的横向、纵向位置关系和间距大小。

当自然光（阳光、天空散射光）或人工光的光线照射到被摄者身上时，被摄者除将其中一部分光线吸收外，还将其余部分反射回周围空间。由于被摄者不同部位（如脸部、头发、上衣等）的物理结构不同，因而各部位所反射的光线多少、强弱和颜色也将不同。

若把反转胶片放置在前端装有一挡光屏的暗箱中，屏的中央开一个小针孔，并使该针孔朝向被摄者，则对于该极小针孔，根据光线的直线传播定律可知，被摄者身上某点所投射出的全部光线中，只有极小一束光线能穿过针孔，投射到感光胶片上，使胶片曝光，由此该胶片上可形成被摄者暗淡的、且清晰度不高的影像。如图 0-1 中所示。

若把反转胶片放置在前端装有一凸透镜的暗箱中，并使该凸透镜朝向被摄者，则被摄者身上某点所投射出的全部光线中，将会有很大一束光线被凸透镜会聚于感光胶片上，使胶片曝光。由

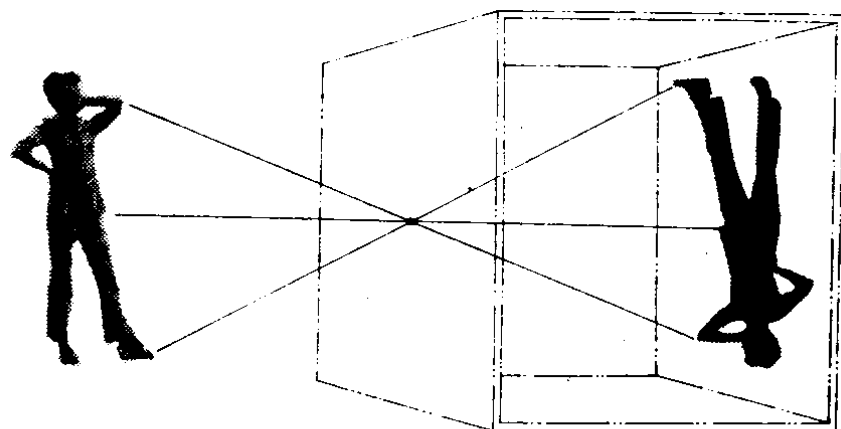


图 0-1 针孔成像

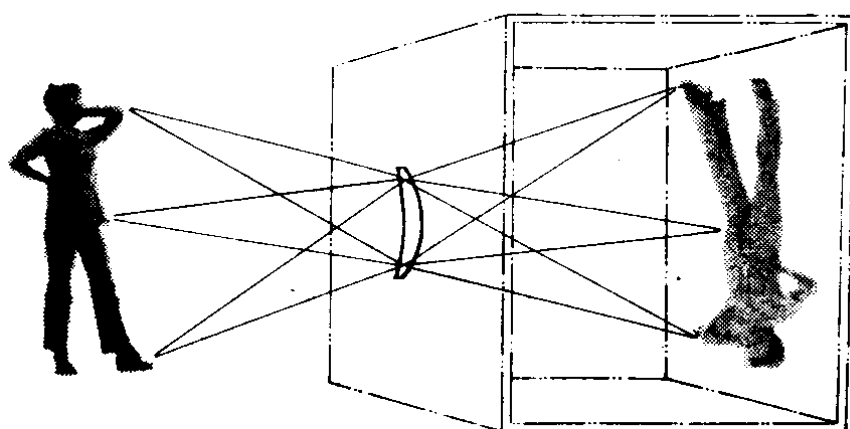


图 0-2 凸透镜成像

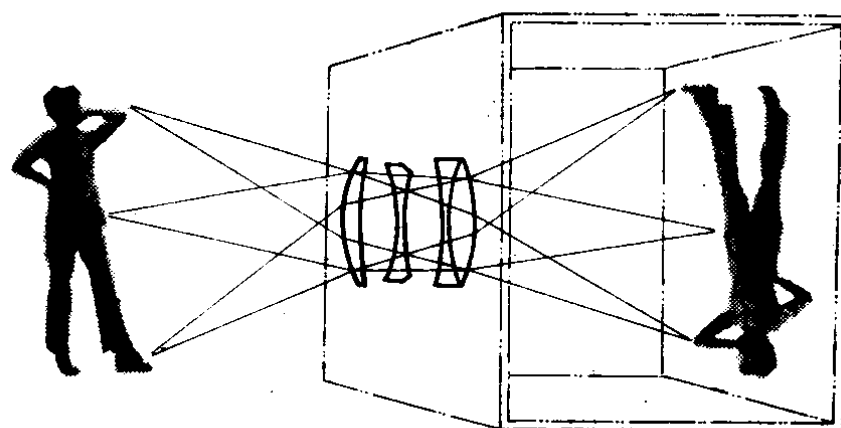


图 0-3 摄影镜头成像

于凸透镜的会聚作用，所以使胶片上所形成的被摄者影像比针孔成像明亮。又由于单片凸透镜存在很多像差，因而所成影像的清晰度虽比针孔成像有所改善，但仍极不理想。如图 0-2 中所示。

若把反转胶片放置在前端装有一摄影镜头的暗箱中，并使摄影镜头朝向被摄者，则被摄者身上某点同样会有一束光线被摄影镜头会聚于感光胶片上，使胶片曝光。由于摄影镜头的会聚作用，以及该镜头校正了绝大部分像差，因而使感光胶片上所形成的影像不但比较明亮（若摄影镜头与单片凸透镜的相对孔径相同，则因镜头片数较多，故光线透过镜头后的损失要稍大），而且清晰度很高。如图 0-3 中所示。

摄影镜头一般由光学系统和机械装置两部分组成，如图 0-4 所示。光学系统主要包括若干单片透镜或胶合透镜，以及反光镜等元件。在这些光学元件与空间接触的表面上，一般镀有增透膜。机械装置主要包括固定光学元件的零件（例如镜筒、透镜座、压圈、联接环等零件），镜头调节机构（例如光圈调节环、调焦环、变焦环、镜间快门调节环、胶片感光度调节环等机构），决定曝光量的机构（例如光圈叶片和自缩光圈机构，快门叶片和镜间快门机构），以及预看景深钮、镜间式机械自拍机、闪光联动机构等。有的摄影镜头上还有电子装置，例如测光元件、测距元件、自动调焦控制元件和调焦电动机、自动变焦电动机、光圈数值传感元件等。

摄影者对摄影镜头性能上的要求，主要可归纳为“象、清、亮、匀、准、适、小”七个字。

象：指摄影镜头所摄影像不失真，影像与被摄物体非常象，色彩还原好。

清：指摄影镜头所摄影像的清晰度高、层次丰富、影调细腻。

亮：指摄影镜头的最大相对孔径大，透光能力强，从而能使所结成的影像比较亮，有利于在低照度条件下进行正常摄影。

匀：指摄影镜头的像场照度比较均匀，即画幅中央与四周的照度相差不大。

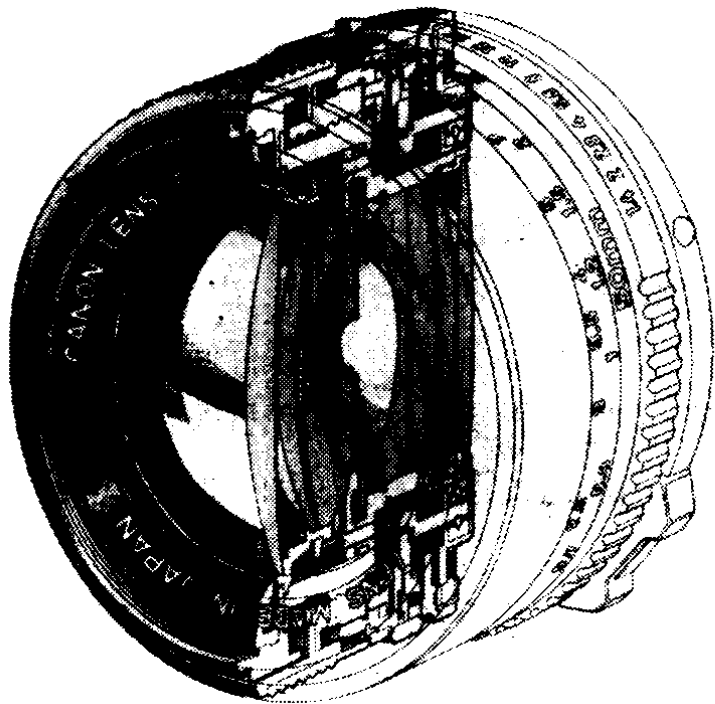


图 0-4 摄影镜头剖视图

准：指摄影镜头上各标尺刻度（如光圈系数标尺、调焦标尺）的刻线位置准确、精度高。

适：指摄影镜头上各调节环的操作阻力应大小合适、稳定，既无死点、涩点，又不过分灵活，更无松动、晃动。

小：指摄影镜头的体积小、便于携带。

摄影镜头的种类繁多，常见分类方法有下列几种：

1. 按所用胶片规格和所能拍摄出的最佳画幅规格进行分类。例如，可分为：大型、中型（即120型）、127型、135型、126型、110型等照相镜头，35毫米电影、16毫米电影、超8毫米电影摄影镜头，1 $\frac{1}{4}$ 英寸、1英寸、2/3英寸、1/2英寸电视摄像镜头。参见表 0-1 所示。

2. 按摄影镜头的焦距进行分类。例如，焦距由短至长可分为：鱼眼摄影镜头、超广角摄影镜头、广角摄影镜头、标准摄影镜头、摄远摄影镜头、超摄远摄影镜头六类。其中焦距小于标准摄影镜头者，统称为短焦距摄影镜头，焦距大于标准摄影镜头者，

表 0-1 按画幅尺寸分类的摄影镜头

摄影镜头类型		胶片 宽度	可 拍 摄 的 画 幅 尺 寸
照 相 用	大型摄影镜头	散页片	18cm × 24cm (8in × 10in)
	大型摄影镜头	散页片	13cm × 18cm (5in × 7in)
	大型摄影镜头	散页片	9cm × 12cm (4in × 5in)
	大型摄影镜头	61mm	6cm × 17cm (120胶卷可拍 4 张)
	大型摄影镜头	61mm	6cm × 12cm (120胶卷可拍 6 张)
	中型摄影镜头	61mm	6cm × 9cm (120胶卷可拍 8 张)
	中型摄影镜头	61mm	56mm × 67mm (俗称 6cm × 7cm、120胶卷可拍 10 张)
	中型摄影镜头	61mm	56mm × 56mm (俗称 6cm × 6cm、120胶卷可拍 12 张)
	中型摄影镜头	61mm	56mm × 41.5mm (俗称 6cm × 4.5cm、120胶卷可拍 16 张)
	127型摄影镜头	45mm	4cm × 4cm
	135型全幅摄影镜头	35mm	24mm × 36mm (135胶卷可拍 36 张)
	135型半幅摄影镜头	35mm	24mm × 17mm (135胶卷可拍 72 张)
	126型摄影镜头	1 $\frac{1}{8}$ in	26mm × 26mm (俗称 1 $\frac{1}{8}$ in × 1 $\frac{1}{8}$ in、126胶卷可拍 20 张)
	110型摄影镜头	16mm	13mm × 17mm (110胶卷可拍 20 张)
	米诺克斯摄影镜头	9.5mm	8mm × 11mm (每卷胶卷可拍 50 张)
	打火机式摄影镜头	8mm	6mm × 6mm (每卷胶卷可拍 20 张)
电 影 摄 影 用	35毫米电影摄影镜头	35mm	21.95mm × 16mm
	16毫米电影摄影镜头	16mm	10.05mm × 7.42mm
	超 8 毫米电影摄影镜头	8mm	5.79mm × 4.14mm
电 视 摄 像 用	1 $\frac{1}{4}$ 英寸摄像管用镜头		17.1mm × 12.85mm (对角线为 21.4mm)
	1 英寸摄像管用镜头		12.8mm × 9.6mm (对角线为 16mm)
	2/3 英寸摄像管用镜头		8.8mm × 6.6mm (对角线为 11mm)
	1/2 英寸摄像管用镜头		6.4mm × 4.8mm (对角线为 8mm)