

ZHAOXIANGJI DE GOUZAOYUSHIYONG

照相机的构造与使用

沙占祥著

长城出版社



79713
TB852.1
86-22

照相机的构造与使用

沙占祥 著

长城出版社

一九八五年 北京

本书所附“各种效果镜拍摄实例”中：

图6、图12、图13系王京生摄

图8系李立摄

图11系林茂兰摄

封面设计：张宗尧

照相机的构造与使用

沙占祥 著

长城出版社出版

(北京阜外甘家口三里河路40号)

一二〇一工厂印刷 新华书店发行

787×1092毫米 32开 8印张 170,000字

1985年5月第一版 1987年5月北京第三次印刷

印数200,001—230,000

统一书号：8269·56 定价：1.40元

01072 / 111

《照相机的构造与使用》

内 容 提 要

本书系统阐述了中外各类新型照相机的构造、工作原理，以及选购、使用、维护等知识。本书与《中外照相机博览》一书共为姊妹篇。

全书共分三章。第一章介绍摄影镜头、滤色镜、效果镜、取景器和调焦。第二章介绍快门、上弦和卷片等机械装置，自动控制装置，闪光灯及照相机附件。第三章详述了新型照相机上九十余种操作、保险装置的识别和使用，三百四十余条专用标志（包括英语缩写词、数字、符号）的意义和操作，以及照相机的选购依据、挑选和维护方法。

本书内容深入浅出、图文并茂、通俗易懂，具有实用价值。可供专业与业余摄影者、维修人员及有关技术人员阅读，并可作为高等院校摄影专业师生的教学参考书。

前 言

照相机是摄影者进行新闻纪录、艺术创作和生活留念的摄影器材。在飞速发展的科学技术推动下，一些性能日臻完善、结构逐渐复杂的新型照相机不断问世。

随着我国国民经济的迅速发展和人民生活的日益提高，广大专业和业余摄影者纷纷购置了大量中外新型照相机。摄影者们迫切希望系统了解这些新型照相机的结构性能，及正确的使用和维护方法，以便更好地发挥其性能，并延长其寿命；广大照相机维修人员也希望能详细了解各类新型照相机的结构特点，以便指导维修工作。

近年来，作者曾应邀到文化部电影局、中国电影家协会、中国电影电视技术学会举办的“全国摄影器材维修培训班”，中国摄影家协会、中国人民大学一分校举办的“摄影专修科”，以及一些“摄影学习班”讲授《照相机》课程。在摄影界许多同志的勉励下，作者以上述授课讲义的不同篇章为基础，分别写成了《照相机的构造与使用》和《中外照相机博览》两书。前者系统地介绍了新型照相机的理论和实用知识，后者逐一剖析了中外各种新型照相机的性能特点和操作方法。

本书在写作过程中，承蒙张庭恩同志给予了热情帮助，本书部分附图采用了已署名摄影者的作品，在此一并表示诚挚的谢意。

鉴于本人水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，
敬请广大读者指正。

作 者

一九八四年夏于北京电影学院

目 录

概论 照相机的发展、种类与组成	(1)
第一章 照相机的光学系统	(9)
§ 1-1 摄影镜头成象的基本原理	(9)
一 薄透镜的成象	(11)
二 理想共轴球面系统的成象	(16)
§ 1-2 摄影镜头的性能	(26)
一 焦距和视角	(26)
二 相对孔径和光圈系数	(33)
三 调焦距离与象面定位距	(37)
四 摄影镜头的成象质量	(39)
§ 1-3 摄影镜头的种类和结构类型	(44)
一 摄影镜头的种类、特点和用途	(44)
二 摄影镜头的结构类型和性能	(57)
§ 1-4 摄影光学附件	(69)
一 附属镜	(69)
二 滤色镜	(71)
三 效果镜	(81)
§ 1-5 取景器与调焦装置	(87)
一 取景器	(87)
二 调焦机构	(98)
三 调焦验证装置	(102)

第二章 照相机的机械和电气装置	(113)
§ 2-1 快门	(113)
一 镜间快门.....	(115)
二 帘幕快门.....	(124)
三 钢片快门.....	(129)
四 程序快门.....	(130)
五 电子快门.....	(133)
六 自拍机和闪光联动.....	(135)
§ 2-2 其它机械装置	(137)
一 机身	(137)
二 上弦、卷片和计数机构.....	(140)
三 升降反光镜与收缩光圈.....	(145)
§ 2-3 自动控制装置	(146)
一 自动曝光.....	(146)
二 自动调焦.....	(152)
三 EV 值.....	(154)
§ 2-4 闪光灯	(156)
一 万次闪光灯的工作原理	(158)
二 闪光指数 (GN)、射角与闪光计算.....	(161)
三 万次闪光灯的使用与维护.....	(168)
§ 2-5 照相机的附件	(170)
一 遮光罩.....	(170)
二 三脚架.....	(171)
三 快门线.....	(171)
四 近摄附件和近摄曝光补偿.....	(172)
五 多功能机身后盖	(173)
六 电动卷片器.....	(173)

七 视力补偿镜片.....	(174)
八、反光板与反光伞.....	(174)
九 遥控装置.....	(174)
十 水下摄影罩.....	(174)
第三章 照相机的使用与维护.....	(176)
§ 3-1 照相机上的各种控制装置	(176)
一 常见操作装置及其功能.....	(176)
二 常见保险装置及其功能.....	(186)
三 操作和保险装置的分析与识别.....	(189)
§ 3-2 照相机上各种标记的意义	(194)
一 英文和汉语拼音缩写词.....	(194)
二 数字.....	(219)
三 专用符号.....	(221)
§ 3-3 照相机的调节与操作	(225)
一 快门时间的选择.....	(225)
二 快门时间与光圈系数的配合.....	(226)
三 照相机的操作.....	(227)
§ 3-4 景深与超焦距	(229)
一 景深与象深.....	(229)
二 超焦距.....	(234)
三 景深的应用.....	(238)
§ 3-5 照相机的选购与维护	(239)
一 照相机的选购.....	(239)
二 摄影镜头的维护.....	(242)
三 照相机的维护.....	(244)

概论 照相机的发展、种类与组成

照相机是用感光胶片把景物逐张拍摄下来的摄影器材。照相机的发明，经历了漫长的岁月。

我国是文明古国，对光和影象的研究历史悠久。早在公元前四世纪，我国的《墨经》一书中就详细记载了光的直线前进、光的反射，以及平面镜、凹面镜、凸面镜的成象现象。到了宋代，在沈括（1031年至1095年）所著的《梦溪笔谈》一书中，还详细叙述了“小孔成象匣”的原理。

在十三至十四世纪，欧洲出现了供近视眼、远视眼患者配戴的凹、凸透镜。在十六世纪文艺复兴时期，欧洲又出现了供绘画时成象用的暗箱。1812年英国科学家乌拉斯顿发明了新月型凹凸透镜，他将该透镜凹面朝前，装在可携式木制暗箱前端，并在暗箱后端安装了磨砂玻璃，以供成象。

1839年法国画家达盖尔（Daguerre）发明了银版摄影法。他用磨光的涂银铜版，经碘蒸气处理后作感光材料，用乌拉斯顿透镜拍摄，曝光后经汞蒸气处理，再用食盐溶液定影，从而获得了可永久保存的正象。至此，世界上出现了安装乌拉斯顿新月型透镜和达盖尔感光银版的第一台可携式伸缩木箱照相机。

纵观起来，照相机的发展可分为以下四个阶段。

第一阶段自1839年至1924年。此阶段是照相机发展

的早期阶段。

继 1839 年照相机诞生后，1841 年光学家沃哥伦德 (Voigtländer) 发明了第一台全金属机身的照相机。该照相机安装了最大相对孔径为 1:3.4 的匹兹伐 (Petzval) 摄影镜头。

1866 年光学家阿贝和肖特二人在德国耶那 (JENA) 发明了冕冕光学玻璃，从而使摄影镜头的设计和制造迅速发展，产生了正光摄影镜头。

1888 年美国柯达 (KODAK) 公司生产出了将卤化银感光乳剂，涂布在明胶片基上的新型感光材料——柔软、可卷绕的“胶卷”。这是感光材料的一个飞跃。同年，柯达公司还发明了世界上第一台安装胶卷的可携式方箱照相机。

1913 年德国莱兹 (LEITZ) 公司的奥斯卡·巴纳克 (Barnack, 德国人)，研制出了世界上使用 35 毫米胶卷的第一台 135 型照相机。

在此阶段，摄影镜头由单片式新月型透镜，发展为一系列象差较小的多组多片式正光摄影镜头，镜头上出现了控制通光量多少和景深大小的光圈，以及控制曝光时间长短和运动体清晰程度的机械快门。照相机也由木制暗箱，发展为坚固耐用的金属机身。

第二阶段自 1925 年至第二次世界大战前。

1925 年，经过多次较大改进后的巴纳克照相机，以“莱卡” (LEICA) 的名子投入市场。莱卡 135 照相机体积较小，采用铝合金机身、五片式摄影镜头、旁轴取景器、焦平面快门，上弦卷片可以联动进行，可装 5 英尺长的 35 毫米胶卷。莱卡照相机的诞生，是照相机制造技术的一个飞跃，它为新闻摄影和业余摄影提供了得力的摄影器材，

因而深受广大摄影者的喜爱。此后，各国照相机制造厂纷纷仿制莱卡照相机。

1929年，德国罗莱（ROLLEI）公司生产出了罗莱弗莱克斯（ROLLEIFLEX）照相机。该照相机使用120胶卷，为双镜头反光取景式照相机。此120照相机的诞生，也受到广大摄影者的欢迎，因而各国照相机制造厂竞相仿制。

在此阶段，黑白感光胶片的感光度、分辨率和宽容度不断提高，彩色感光胶片开始推广；照相机的性能逐渐提高和完善，光学式取景器、测距器、自拍机等被广泛采用，机械快门的调节范围不断扩大；照相机制造业开始进行大批量工业生产，业余摄影爱好者的队伍迅速扩大。

照相机发展的第三阶段自第二次世界大战至五十年代末期。在此阶段，黑白、彩色胶片的质量有了进一步提高，光学工业制成了含有稀有元素的新型光学玻璃（例如镧玻璃、钛玻璃、镉玻璃），为光学设计提供了灵活选择的充分余地，从而更好地校正了摄影镜头的象差，使镜头向大孔径和多种焦距的方向发展。此时，还出现了变焦距摄影镜头、微距摄影镜头、折反射式摄影镜头和反望远结构的广角镜头。镜头单层增透膜得到普遍推广。

在此阶段还出现了五棱镜取景的135单镜头反光照相机（第一台为东德1948年生产的康太克斯 Contax—S型135照相机），磨砂玻璃取景的组合式120单镜头反光照相机（第一台为瑞典1948年生产的哈色勃莱德 Hasselblad 120照相机），消视差的亮框旁轴取景器（例如西德1954年生产的莱卡 M3型135照相机），镜头外EE测光式照相机（第一台为西德1956年生产的阿克发 Agfa-EE型测光

照相机)，一步成象黑白照相机（第一台为美国1947年生产的波拉洛依德 Polaroid 照相机）。并出现了计数器自动复零、反光镜自动复位、半自动收缩光圈、全自动收缩光圈等机构，以及泼朗特(Prontor)镜间快门、康盘(Compur)镜间快门、镜后程序快门、钢片快门。

在第三阶段，德国照相机的质量和产量均在世界上占据明显优势。

照相机发展的第四阶段自六十年代至今。在此阶段，光学传递函数理论进入了光学设计领域，出现了成象质量高、色彩还原好、大孔径、低畸变的摄影镜头。多层镀膜得到逐步推广，变焦距摄影镜头的成象质量得到改善，非球面摄影镜头开始崭露头角。摄影镜头向系列化发展——由焦距仅几毫米的鱼眼镜头，到焦距长达2米的超摄远镜头，并出现了透视调整镜头、柔焦镜头、闪光镜头等一系列特殊摄影镜头。滤色镜、效果镜也趋向系列化。电子技术逐渐深入到照相机内部，出现了全开光圈下进行TTL（通过镜头）测光的单镜头反光照相机。测光元件中的硒光电池已被淘汰，并逐渐由CdS（硫化镉光敏电阻）向SPD（蓝硅光敏元件）和GPD（磷砷化镓光敏元件）发展。出现了高精度的电子镜间快门和电子焦平面快门，以及易于控制的电子自拍机。出现了具有多种曝光功能的照相机，例如在一台照相机上，除保持手控曝光功能外，还同时具有光圈优先式自动曝光、快门优先式自动曝光、程序式自动曝光、闪光自动曝光等功能（例如日本产潘太克斯超级A型135单镜头反光照相机）。曝光补偿装置、曝光存储装置也逐渐推广。取景器内出现了多种显示信号，例如显示快门时间、光圈系数、曝光过度、曝光不足、闪光灯

充电完毕、电池电压正常、测光结果、所采用的曝光方式等标志。半自动调焦、自动调焦（第一台自动调焦照相机是日本小西六摄影工业公司，于1977年出售的柯尼卡Konica-C35AF型135平视旁轴取景照相机）、多记录功能后盖、内装电子闪光灯、电动上弦卷片器等电子技术得到愈来愈多的应用。可换取景器和调焦屏的结构被较多地采用。135平视旁轴取景照相机逐渐向高自动化、小型、轻便、塑料机身、廉价方向发展。出现了126型照相机、110型超小型照相机，以及波拉洛依德、柯达、富士等彩色一步成象照相机。

此阶段，日本照相机在产量上，逐渐赶上并超过了西德，从而处于明显的优势。

目前，世界上生产照相机的厂家很多，产量也非常大，因此照相机的商标和型号繁多。如果把国内外生产的各种照相机加以比较，就会发现：在主要技术性能和用途方面，它们有的差异很大，也有的基本相似。摄影界常常根据这些差异和相似点，对照相机进行分类。摄影者可以根据照相机所属的类型，更快、更全面地了解该照相机的主要性能与用途。从而便于从众多的照相机中，选择最适合自己需要的照相机。

照相机的分类方法很多，最常见的是根据照相机所用胶片的宽度进行分类。常见的照相机有：特殊卷装胶片照相机（例如，使用320毫米宽、打孔胶卷的航空侦察照相机，使用8英寸宽、无孔胶卷的长条照相机，使用10英寸、6英寸、4英寸宽、无孔胶卷的照相机），散页片照相机（例如，照相馆中使用的10英寸、8英寸、6英寸散页胶片照相机），120照相机（胶卷宽61毫米，有保护衬纸，

照相机的规格又分 6 厘米 × 6 厘米、6 厘米 × 7 厘米、6 厘米 × 4.5 厘米、6 厘米 × 9 厘米等数种），127 照相机（胶卷宽度为 45 毫米），135 照相机（采用 35 毫米宽、有孔、无保护衬纸的胶卷，该胶卷装在暗盒中。其又分为可拍摄 36 张画幅的普通 135 照相机，可拍摄 72 张画幅的半幅 135 照相机两类），126 照相机（使用 $1\frac{1}{8}$ 英寸宽的胶卷，可拍摄 20 张正方形画幅，该胶卷装在快速装卸式专用暗盒中，此照相机由美国柯达公司于 1962 年首创），110 照相机（采用 16 毫米宽、有单边片孔和保护衬纸的胶卷，可拍摄 20 张或 12 张画幅，该胶卷装在快速装卸式暗盒中使用，此照相机由柯达公司于 1972 年首创），米诺克斯（Minox）照相机（采用 9.5 毫米宽的无孔胶卷，可拍摄 50 张画幅，该胶卷装在专用暗盒中），打火机式照相机（采用 8 毫米宽单边片孔胶卷，可拍摄 20 张画幅，该胶卷装在专用暗盒中），^①一步成象照相机（使用盒装散页相纸，波拉洛依德照相机拍摄的画幅尺寸为 78 毫米 × 78 毫米），圆盘式照相机（采用特殊的圆盘式胶片，每盘可拍摄 15 张 8 毫米 × 10 毫米的画幅，此照相机由柯达公司首创）。

照相机按用途分主要有以下几种：大型专业照相机（例如，外拍机和照相馆用的座机，其中比较著名的如德国林哈夫 Linhof 照相机），中型专业照相机（例如哈色勃莱德 500C/M 型、玛米亚 RB67 型、东风牌等 6 × 6、6 × 7 规格的 120 照相机），普通照相机（例如中型业余用 120、127 照相机，小型 135、126 照相机，超小型 110 照相机），微型侦察照相机，航空照相机，摇头照相机（拍

① 上述照相机所摄画幅尺寸参见表 1—1。

摄横幅长条画面)，水下照相机，翻拍照相机（拍摄图片或显象屏），制版照相机，显微照相机，医用照相机（例如，胃镜照相机、眼底照相机、牙科照相机、X光照相机），立体照相机，高速照相机（快门曝光时间已达 10^{-6} ~ 10^{-9} 秒），卫星用照相机（其为超远距离照相机）。

照相机按取景方式分，主要有同轴（即单镜头）取景照相机和旁轴取景照相机两大类。同轴取景照相机包括：片窗磨砂玻璃取景照相机（例如照相馆中使用的座机）、平视五棱镜取景照相机（例如孔雀DL-1型、海鸥DF-1型135单镜头反光照相机）、俯视磨砂玻璃取景照相机（例如东风120单镜头反光照相机）、平俯式取景照相机（例如哈色勃莱德500C/M型120单镜头反光照相机，它备有多种可快速更换的取景器，故既可平视取景，又可俯视取景）。旁轴取景照相机包括：俯视磨砂玻璃取景照相机（例如海鸥4A型120双镜头反光照相机）、平视光学取景照相机（例如红旗20型、东方S3型135照相机）、平视框式取景照相机（某些老式照相机）。

照相机按自动化程度分，主要有下述几种：手控曝光式照相机（例如海鸥DF型135单镜头反光照相机），半自动控制曝光式照相机（例如孔雀DL-1型135单镜头反光照相机，这类照相机可通过取景器内的指针或发光二极管，显示应选取的快门时间或光圈系数值），自动快门照相机（即光圈优先式自动曝光照相机，例如珠江H801型135平视旁轴取景照相机），自动光圈照相机（即快门优先式自动曝光照相机，例如凤凰JG301型、华山AE型135平视旁轴取景照相机），程序式自动曝光照相机（俗称“傻瓜”照相机，例如珠江P35型135平视旁轴取景照相机），

自动调焦照相机，多曝光功能照相机，内装闪光灯式照相机（例如华光 SZ1 型 135 平视旁轴取景照相机）。

照相机一般由机械、光学、电气三大部分组成（某些老式照相机一般没有电气部分）。其中机械部分主要包括机身、快门、闪光联动机构、自拍机、快门上弦机构、卷片机构、计数机构。光学部分主要包括摄影镜头、取景器、调焦验证系统、取景视力补偿镜片。电气部分主要包括测光和显示系统、电子快门、电子自拍机、自动调焦机构，电动上弦、卷片、倒片机构，内装式万次闪光灯，电子记录拍摄日期装置。