

高 等 院 校 摄 影 摄 像 基 础 教 材

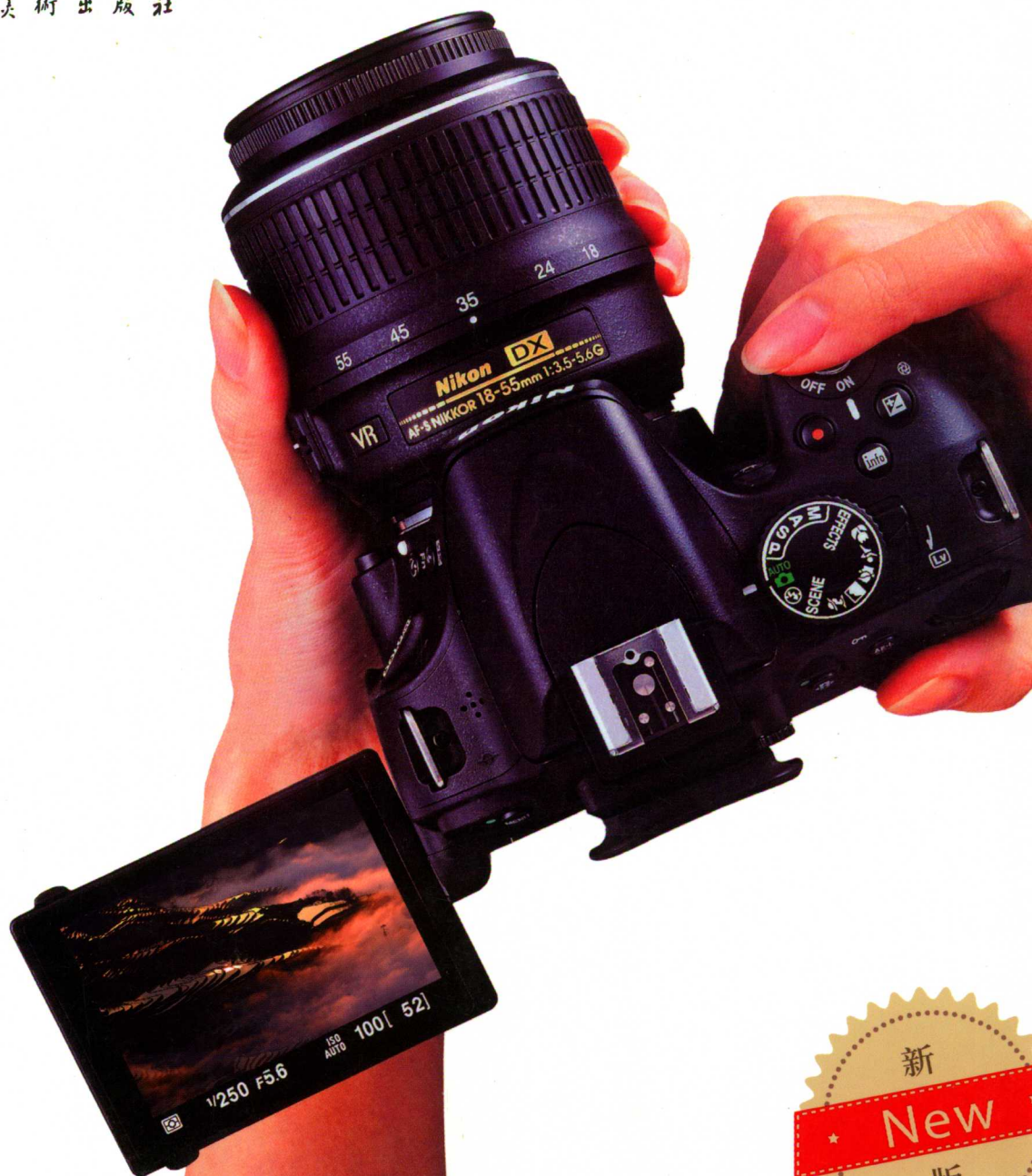
数字摄影

● 罗勇 编著

SHU ZI
SHE YING
JI YI
JIAO CHENG

技艺教程

上海人民美术出版社



高等院校摄影摄像基础教材

541/568

数字摄影

● 罗勇 编著

SHU ZI
SHE YING
JI YI
JIAO CHENG

技艺教程

上海人民美术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

数字摄影技艺教程 : New新一版 / 罗勇编著. — 上海 : 上海人民美术出版社, 2015.5

高等院校摄影摄像基础教材

ISBN 978-7-5322-9439-8

I. ①数 ... II. ①罗... III. ①数字照相机—摄影技术—高等学校—教材 IV. ①TB86 ②J41

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第070581号

数字摄影技艺教程(New新一版)

策 划: 汤德伟

编 著: 罗 勇

责任编辑: 汤德伟

技术编辑: 季 卫

出版发行: 上海人民美术出版社

印 刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 10印张

版 次: 2015年5月第1版

印 次: 2015年5月第1次

印 数: 0001—3300

书 号: ISBN 978-7-5322-9439-8

定 价: 29.00元

英文摄影的“photography”一词源于拉丁语“photo”（光）和“graphy”（绘图），两字合在一起的意思即“以光线绘图”。是指使用某种专门设备，利用物体所反射的光线记录影像的过程。作为一门随着传统摄影术的形成和发展而产生的科学，摄影从以光学、化学到以数字技术为基础，在长期的实践中已形成了独特的专业体系。

针对在数字时代学习摄影的朋友，笔者根据近二十年从事摄影和摄影教学的经验，本着由浅入深的原则编写了这本基础教程，尤其注重技术与艺术、理论与实践相结合，力求将传统摄影术的艺术精髓与当今最新的数字技术结合起来进行讲解。

书中内容侧重数字摄影实践中所必需的基本知识和技术，系统讲述了相机的使用、数字摄影的用光与构图、高效软件的快捷运用、图片的输出等理论知识；而在摄影作品的创作与创意方面，笔者吸取了传统摄影的精华，将其有选择性地融入到今日飞速发展的数字影像技术之中，并对一些理论上的探讨和验证持谨慎的科学态度。比如在对“影响景深的第四个因素”作验证时，笔者采用实拍验证的办法，与读者一起得出结论。《数字摄影技艺教程》（New新一版）在此基础上及时更新了相关的技术和知识，同时，调整了大量的范例作品，使之更具说明性和示范性。

在数字后期处理部分，本书着重于高效、快捷、实用的目的，重点介绍 Adobe Photoshop Lightroom 的快速上手和经典用法，使读者可以在海量图片中迅速找到目标图片，并进行无损的快速修整。Lightroom 近两年也进行了升级，但界面和操作变化不大，故在新一版教程中未作大的调整。

书中的大量经典图片，由中国摄影家协会北京摄影函授学院深圳分院院长魏玉明及艺术班众多优秀学员、广东省摄影家协会副主席全燕荣、深圳艺术摄影学会会长苏伟明、深圳摄影家协会副会长钟国华、深圳广告摄影师专业委员会会长刘伟雄、中国摄影家协会新闻纪实委员会委员秦军校、生态摄影专家李炎才、上海摄影家协会教师分会秘书长潘锋等摄影界精英友情提供，在此表示深深的谢意！

中国高等教育学会摄影专业委员会 理事
中国摄影家协会北京摄影函授学院 副教授
苹果影视编辑软件 FCP 认证讲师

罗勇

2015.1

前 言.....	VI
绪 论.....	1
第一章 认识数字摄影.....	2
第一节 数字摄影发展及现状.....	2
一. 数字摄影的工作原理.....	2
二. 传感器的发展.....	3
第二节 数字相机.....	6
一. 数字相机的基本分类.....	6
二. 数字相机的存储介质.....	9
三. 像素和感应器的大小.....	13
四. 操控性能.....	15
五. 数字相机的摄像功能.....	16
第二章 数字相机镜头的摄影性能.....	18
第一节 镜头的焦距.....	18
一. 焦距与视角.....	18
二. 镜头的最大光圈.....	19
三. 焦距转换系数.....	19
四. 数字变焦.....	20
第二节 镜头的种类.....	20
一. 标准镜头.....	20
二. 广角镜头.....	21
三. 长焦镜头.....	22
四. 鱼眼镜头与反射式镜头.....	24
五. 变焦镜头及其选择.....	26
六. 其他类型的镜头.....	28
第三节 摄影附件.....	34
一. 三脚架.....	34
二. 快门线.....	35
三. 滤光镜.....	36
四. 遮光罩.....	38
五. 闪光灯.....	38
第三章 摄影技术控制.....	42
第一节 光圈与快门.....	42
一. 光圈.....	42
二. 快门.....	43
三. 快门和光圈的组合.....	45
第二节 曝光控制.....	49
一. 测光及其技巧.....	50

二. 数字相机的曝光控制	54
第三节 相机的操作控制	60
一. 相机的对焦控制	60
二. 景深及其控制	63
第四章 数字相机的常用设置	70
第一节 感光度设置	70
一. 感光度	70
二. 噪点	71
三. 感光度设置技巧	72
第二节 白平衡	72
一. 色温	72
二. 白平衡	73
三. 常用的校色工具	74
第三节 影像格式设定	75
一. 数字摄影常用的图片格式	75
二. 根据需要来设置JPEG格式	77
三. 专业的RAW格式	78
四. RAW+JPEG格式	78
第四节 色彩空间	78
一. sRGB	78
二. Adobe RGB	79
三. ProPhoto RGB	79
第五节 视频拍摄	79
一. 数字单反相机的摄像功能与高清摄像机的比较	80
二. 视频拍摄功能的设置	81
三. 后期编辑软件及技巧	81
四. 美中不足	82
第六节 其他功能设置	85
一. 照片风格	85
二. 后帘闪光同步	86
三. 反光镜预升	87
四. 虚拟水平仪	87
第五章 摄影构图	88
第一节 构图元素	88
一. 点	88
二. 线条	89
三. 形状	89
四. 影调	90
五. 色彩	91
六. 质感	94
第二节 摄影构图的基本方法——正常构图	94

一. 摄影作品的标准	94
二. 确定画幅的格式和景别	95
三. 安排兴趣中心——突出主体	103
四. 巧妙利用前景和背景	104
五. 线条的布局与地平线	109
六. 节奏	111
七. 多样统一	112
八. 均衡与呼应	112
九. 发现的眼光	113
第三节 摄影构图的探索——反常和超常的构图	115
一. 反常构图	115
二. 超常构图	116
第六章 摄影用光	118
第一节 摄影用光基础	118
一. 光线的强度与反差	118
二. 光线的性质	121
三. 光线的方向	123
四. 光线的色彩	126
第二节 自然光的运用	127
一. 晨曦和傍晚光线	127
二. 上午、下午时刻	128
三. 透射光线	129
四. 室内自然光	130
五. 雨天光线	130
第三节 特殊光线的运用	132
一. 夜景拍摄	132
二. 人像摄影的特殊用光	136
三. 剪影	140
第七章 数码后期高效软件Adobe Photoshop Lightroom 的基本功能及其使用技巧	142
第一节 Adobe Photoshop Lightroom基本功能和操作	142
一. Lightroom基本功能介绍	142
二. Lightroom的预设文件导入、导出和查找	144
第二节 Lightroom常用技法	147
一. 白平衡调整	147
二. 调整天空亮度	147
三. 调整画笔	148
四. 补光效果、减少杂色和相片风格的套用	149
第三节 处理RAW文件	151
一. RAW文件格式	151
二. RAW范例	152

绪 论

世界公认的传统摄影术诞生于1839年8月19日，这天，法国科学院和艺术学院举行了一次特别会议，详细阐述了巴黎一位舞台布景画家路易斯·达盖尔发明的“达盖尔银版摄影法”，并把全部技术公布于众。

摄影术发明后，人们就在寻求技术上的不断进步，主要是缩短曝光时间。因为摄影术公开时，由于所用镜头简陋，感光药物的化学反应很缓慢，被摄者需在直晒阳光下坐15分钟。1841年，感光药物有了改善，镜头上也有一些创新，曝光时间减少到2~3分钟。1842年，只需20~30秒即可完成曝光，这对于拍摄肖像照片来说已不成问题。其后的100多年的时间里，许多人为其技术改进作出了不懈的努力，但它的基本原理变化不大：它是使用以卤化银为主的感光材料涂布在胶片或其他材料上，当被摄体在光线作用下通过摄影镜头成像在感光材料上时，便会发生化学反应，形成以银离子表征的潜影。光线强弱不同，形成的潜影多少也不同，曝光过的胶片通过“显影”和“定影”等化学过程，把感光胶片上记录的潜影显现出来，最后通过冲洗、扩印出照片，从而记录被摄景物影像。

近40年来，数字传媒技术也有了飞速发展，数字摄影在改变人类摄影方式甚至是摄影理念方面已产生了深远影响。数字相机的制造史同时对应着数字摄影的发展史，短短四十几年，其发展速度令人惊异，它给摄影带来的革命性变化令人瞠目：数字摄影已成为当今摄影不可逆转的主流。

来自传统的影像经验有着170多年的历史，无数的前辈的不断探索，沉淀成为今天的影像文化和厚重的历史。当我们回首历史，卡列埃·布列松的“决定性瞬间”、安塞尔·亚当斯的“分区曝光”理论、恩斯特·哈斯对色彩的创新运用和独特的拍摄手法，以及罗伯特·弗兰克用“自然的眼光”去发现现实中只与个人经验有关的“偶然的真实”等等，都已经成为当今数字摄影肥沃的精神养料，已经并正在给数字影像以不断的丰润的滋养。无论传统影像还是数字影像，最终展示的都是影像作品，都是用光、影、色组成的画面，都是用摄影所特有的语言来讲述故事、表达思想、传递情感。所以，数字摄影是站在了传统摄影这个巨人的肩上的骄子。

随着电子影像技术的发展，我们对于信息搜索已经进入影像的时代，影像的传输和阅读已进入网络、移动的时代，而摄影以其方便快捷的特征成为获取影像图片最主要的方式。特别是随着数字技术的发展，手机拍照质量的提高，现在已经进入了一个全民摄影的时代。在个人休闲、社交通讯、视听传播、艺术创作等等方面，摄影都扮演着重要角色，它与电影、电视、绘画、动漫、广告、设计、游戏、网络等相互融合，塑造着以影像为中心的视觉文化。

第一章 认识数字摄影

摄影最主要的本质属性是纪实性。进入数字影像时代，影像的获取和改变更加方便，没有了传统摄影的胶片，加之数字影像的易修改性和数量的泛滥，人们开始怀疑摄影的本质属性了。其实数字摄影也是有电子底片的，而且比传统摄影的胶片更完整、更可靠、更科学。在本书中我们将作详细介绍。

第一节 数字摄影发展及现状

在影像技术数字化发展的大潮中，各大相机生产厂家都基本上停止传统胶片相机的生产，绝大部分传统胶片相机已经淡出市场，在民用摄影领域和新闻摄影、商业摄影领域，数字相机完全替代了传统胶片相机。对于刚刚学习摄影的朋友，传统胶片相机已经成为一个传说。

一、数字摄影的工作原理

数字相机的拍摄过程是借助光学、微电子学使被摄体在光线作用下通过摄影镜头成像在影像传感器上，在影像传感器的表面，分布着大量的能把光信号转变为电信号的光电半导体元件，形成一个点，每一个点被称为一个像素，如果某一款相机是1000万像素的，则意味着其影像传感器表面有1000万个光电半导体。很显然，这个能把光信号转变为电信号的光电半导体材料构成的光敏元件，是数字相机非常重要的部件，在很大程度上决定着数字相机的档次和质量。其具体的种类有很多，我们最常见的是CCD和CMOS。CCD是英文Charge Coupled Device的缩写，译作“光电耦合元件”；而CMOS则是Complementary Metal Oxide Semiconductor的缩写，意为“互补型金属氧化物半导体”。CCD和CMOS，它们的作用是一样的，都是把光信号转变为电信号，在被摄景物比较明亮的部分，产生的电荷量就会比较多，而黑暗或相对暗淡的部分，产生的电荷数也就比较少，从而可以很成功地表征出景物的亮暗情况。

被摄景物的色彩是由红、绿、蓝三种基本的色彩信号混合而成的。光线进入相机后被分为了三部分，分别由表面覆盖着红、绿、蓝滤镜的光电半导体感光，从而使得光电半导体进行分工，一片只对红色的光进

行光电转换，而另两片则分别只对绿色的光和蓝色的光进行光电转换，于是，景物投射在每个像素点上的色彩和亮度情况就被记录了下来。三路电信号分别记录景物的红、绿、蓝三色光的强度，通过相机内部电路的计算和混合就可以成功地还原出真实且丰富的色彩——这就是CCD或CMOS数字相机色彩处理的基本原理。

实际上，为了节约成本，普通消费者使用的普及型数字相机往往只有一片CCD或CMOS，其色彩是由一种“马赛克技术”来实现。即让其中一部分负责感蓝光，一部分负责感绿光，另一部分负责感红光。尽管在感红光的那一个像素中，景物中的绿光和蓝光成分不能得到直接记录，但其完全可以通过相邻的感绿和感蓝像素部分所获得的绿、蓝电信号的强度来推测该感红像素点大致的绿、蓝情况。这一过程，通过数字相机内部的微处理器便可以成功实现。很显然，数字相机的软件或者说“算法”对这一过程的意义非常重要。同样质量的CCD或CMOS，因相机软件的“算法”不同，获得的画面色彩和细节是有区别的。

这些记录着不同色彩、亮度的电荷，通过数字相机的模数转换元件进行模数（ND）转换，把电信号转换成数字信号，我们才真正得到了数字影像信号。剩下的工作，就是把获得的数字信号保存在存储卡上，具体的有很多种，我们后面会专门介绍。在保存前，要先通过相机内部一个叫做“内存”的缓冲区。数字影像的数据量往往是非常大的（特别是大文件连拍时），如果直接记录，所用的存储空间就会太多。为了解决这个问题，数字相机里往往还设置了专门的数字信号压缩处理模块，对文件进行适当的压缩处理，再把数字化的影像存储在相机的存储卡里。拍摄后的影像可以在相机的液晶显示屏或电脑、电视上观看，还可以借助Photoshop等图像软件进行再次创作，然后通过打印机、扩印机等相应设备输出照片。

二. 传感器的发展

1969年加拿大物理学家威拉德·博伊尔（Willard Boyle，1924年8月19日－2011年5月7日）与美国物理学家乔治·埃尔伍德·史密斯（George Elwood Smith，1930年5月10日－），共同发明了半导体成像器件——电荷耦合器件（CCD）图像传感器。40年后的2009年，两位科学家因此获得了诺贝尔物理学奖。诺贝尔奖评委会评述：“CCD是数字相机的电子眼，它革新了摄影术，现在光可以被电子化地记录下来，取代了胶片。”CCD以“像素阵列”构成影像的技术原理开启了数字成像技术的新天地，CCD传感器的发明使摄影技术产生了革命性变革。

在商品化数字相机诞生之前，必然还有更多的艰苦研究工作和精彩的研究成果。何况CCD技术发明之初，极低的像素离实际应用还有很大差距。

1975年，世界上第一台数字相机——“手持电子相机”，由数字相机之父赛尚（Steven J. Sasson）在美国柯达

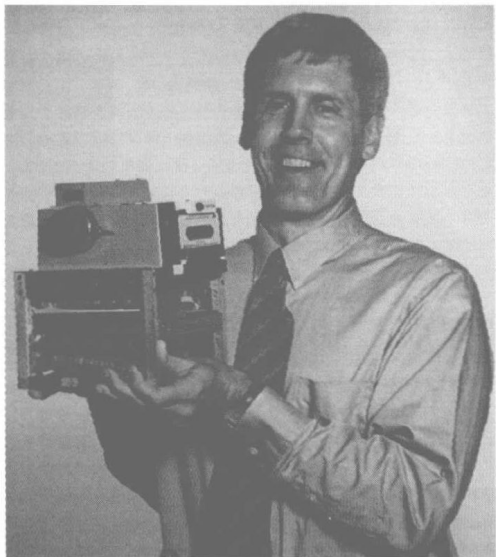


图1.1 数码相机之父赛尚与他的“手持电子相机”

应用电子研究中心试验成功（图1.1）。该相机非常笨重，甚至以现在的观点看，无法称其为数字相机：它宽20.9厘米，厚15.2厘米，高22.5厘米，重3.9千克，而存储介质则采用了数字磁带。记录一张影像需要23秒，每盒磁带可存储30幅影像。这个简陋又笨拙的样机，在当时却让影像界激动不已。该相机通过拥有10000像素（按 100×100 的阵列排列）的CCD拍摄影像，每个像素点4个位由0和1组成的四位数组合，表示照片中的每一个点。一旦拍摄完毕，影像便会经过数字化处理并存储到相机中的内存缓冲区。在这里，照片进一步被记录到更具永久性的存储器内，以便从相机上取下进行播放。

1981年，索尼公司经过近八年对CCD的研究工作，在不断技术积累的基础上，推出了全球第一台商品化的电子相机——静态视频“马维卡（MAVICA）”（图1.2）。该相机使用了 $10 \times 12\text{mm}$ 的CCD薄片，分辨率仅为 570×490 （27.9万）像素，首次将光信号改为电子信号传输，该机以软磁盘为存储介质，外观已完全符合当时传统相机概念。之后的80年代，各厂家在索尼“马维卡”静态视频相机的刺激下，纷纷开展了大量的与数字相机有关的技术研究，揭开了数字相机大发展的序幕。发展了包括CCD像素和质量的提高、彩色成像传感器的发明、彩色滤镜阵列的研究、影像压缩技术的开发和改进等诸多决定数字相机发展和生存的关键技术。据称，在这一阶段，仅美国柯达实验室就产生了1000多项与数字相机有关的专利，不少至今仍在广泛运用。1982年，柯达公司推出35万像素的CCD；1986年，佳能公司推出38万像素的全数字静态相机样机。

近20年来，以柯达、索尼为先锋，NEC、富士、佳能等企业陆续加入，数字影像技术取得令世人瞩目的飞速发展。1997年，只有柯达DC210（图1.3）和富士DS-300等四款便携式数字相机跨入百万像素的门槛，1998年，达到150万像素以上的便携式数字相机也只有柯达DC260、美能达Diinage EX、富士MX-700和MX-500等为数不多的几款。而在1999年，在数字相机开发方面有影响的各大公司都纷纷推出



图1.2 MAVICA(索尼 马维卡)静态视频相机



图1.3 柯达DC210



图1.4 佳能Power Shot G2

了200万像素水平的便携式数字相机。到了2000年，300万像素的便携式数字相机又纷沓而至，如佳能Power ShotS20、尼康Coolpix990、索尼DSC-S70、卡西欧QV-3000EX/1r、JVC GC-XI等相机。2001年，继2000年奥林巴斯推出400万像素的奥林巴斯E-2相机以来，各大数字相机生产厂家也陆续推出了400万像素或500万像素的数字相机，如富士FinePix4900Z、索尼DSC-S85、佳能Power Shot G2（图1.4）等数字相机。

在数字单反相机领域，柯达于1991年携DSC100闪亮登场，采用140万像素的CCD传感器，象征着数字单反相机时代的到来。1999年，尼康采用索尼生产的330万像素的CCD传感器的尼康D1问世，此后康泰克斯ND、富士SPro1、柯达DSC14n相继推出。

另一种异军突起的传感器是CMOS，即互补式金属氧化物半导体。1963年，任职于美国的一家半导体设计与制造公司——飞兆半导体公司，俗称“仙童半导体”的弗兰克·威纳尔斯发明了CMOS电路。到了1968年，美国无线电公司（RCA）一个由亚伯·梅德温领导的研究团队成功研发出第一个CMOS集成电路。当时它的主要用途是电脑主板上的一块可读写的RAM芯片。

在今日，CMOS越来越多地被用来当作数字相机的感光组件使用，即传感器。例如数字相机与高清数字摄像机，尤其是片幅规格较大的数字单反相机更常见到CMOS的应用，另外消费型数字相机亦开始使用背面照射式CMOS，使成像质量得以提升。跟传统的电荷耦合组件（CCD）相比，由于CMOS每粒像素都设有放大器，所以数据传输速度很快。虽然在用途上与过去CMOS电路主要作为固件或计算工具的用途完全不同，但基本上它仍然是采取CMOS的制程，只是将纯粹逻辑运算的功能转变成接收外界光线后转化为电能，再通过芯片上的数字—模拟转换器（又称D/A转换器，简称DAC）将获得的图像信号转变为数字信号输出。CMOS较CCD的最大特点就是功耗很低，除了功耗低，CMOS还具有速度快、抗干扰能力强、集成密度高、封装成本逐渐降低等优点。如图1.5的佳能EOS 5D Mark III内部CMOS。

2003年，佳能EOS-1Ds的发布标志数字单反相机技术走向成熟。此后，从小型数字相机到专业数字单反相机、数字后背都有了长足的发展，佳能、索尼、尼康、富士、奥林巴斯、适马成为数字单反相机的六

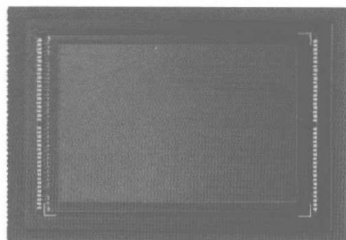


图1.5 佳能EOS 5D Mark III内部CMOS

大厂家。在相机像素不断提高的同时，数字相机的价格又在不断下调。如今小巧轻便的便携式数字相机已经轻松达到上千万像素，成像质量可以和传统胶片相机相媲美。

出于对数字成像系统巨大的市场潜力和广阔的发展前景的考虑，不仅是传统的摄影器材厂家，各大电子器材公司也都加大了对数字摄影器材的开发力度。数字相机近年在提升像素的同时，更着力于提升画面品质，比如高感光度下的噪点抑制、更好的动态范围、色彩的控制、HDR合成、高品质视频拍摄、更高的处理速度等，日新月异的技术发展进一步推动着数字相机的更新换代。

第二节 数字相机

走进摄影器材商店，映入眼帘的是琳琅满目的各类相机和辅助器材，充分了解不同相机的功能和作用，可以帮助自己根据拍摄需要做出正确选择。而对摄影附件的正确选用，可以帮助自己获得更加理想的拍摄效果。相机的品牌、种类繁多，性能各异，满足了不同层次摄影者的拍摄需求。当你决定购买相机之前，首先要明确自己的使用目的。如果仅仅是拍摄普通的生活快照或者资料性图片，那么一台轻便的便携式数字相机即可满足你的要求，如果你是一位摄影爱好者，希望尽可能多地了解、学习摄影，那么你一定要购买一台功能齐全、性能优异的单反相机，如果你希望轻装上阵，又想要求拍摄质量，那么，微单相机可能是你的选择，它可以拓展拍摄范围，有助于进一步学习摄影知识，这类相机的性能及其操作使用是本书介绍的重点。

虽然相机的种类五花八门，但其基本工作原理都是一样的：相机的主体是不透光的暗箱，它的前端装有镜头，拍摄对象通过镜头成像在焦平面位置，影像在这里通过影像传感器转变成电子信号存储或被记录在感光胶片上。为了方便相机的操作使用，就在相机基本构造的基础上增加了一些功能。例如，拍照时为了观察选取被摄体的范围，增加了取景器，为了使不同距离的景物能在影像传感器或胶片上清晰成像，镜头就得能前后移动，就需要有调焦设备；为了适应被摄体的亮度，相机上就必须安装能够控制曝光量的装置——光圈和快门，通过光圈控制光照强度，通过快门速度控制曝光时间的长短。随着电子控制技术的发展，相机又有了很多智能化、自动化控制装置，例如，测光与自动曝光，自动调焦，自动闪光控制等等。

一、数字相机的基本分类

数字相机通常依照其使用的影像传感器的尺寸及用途分为：便携式数字相机、数字单反相机、紧凑型数字相机和中画幅数字单反相机，此外，还有配接在传统中画幅或大画幅相机上使用的数字后背。

（一）便携式数字相机

便携式数字相机采用小幅面的影像传感器，一般作为普通家庭拍

摄生活快照或作为计算机的外围设备。这类数字相机根据档次不同，性能、体积、参数调节范围、价格等都有很大差别。有些便携式数字相机接近信用卡大小，俗称“卡片机”，体积小，外观时尚，操控方便，只有全自动拍摄模式，拍照时无需复杂的调节，只需取景、按快门就能拍摄出照片，满足了大多数普通家庭的拍摄需要（图1.6）。有些结构接近单反相机，镜头具有很大的变焦范围，如徕卡V-lux4、松下Lumix DMC-FZ4等既有全自动化功能，也有全面的手动调节功能，这种相机影像传感器尺寸比“卡片机”寸略大，成像质量有所提升，拓展了相机的使用范围，但是镜头不能更换。

近年来，还有些厂家开发了供专业摄影师使用的便携式数字相机，如佳能 G 系列、松下 LX 系列、理光 GRD 系列、三星 EXI 等。它们一般采用高素质的镜头，1/1.7 英寸传感器，综合成像素质高，有全面的手动调节功能，有些还采用较大幅面的影像传感器，如徕卡 XI（图 1.7）、尼康 Coolpix A 采用 APS-C 画幅的影像传感器。

（二）数字单镜头反光相机

数字单反相机是各大摄影器材厂家在传统单反相机的基础上开发而成的产品，它们既保持了传统单反相机的优越性能，又增添了数字摄影的一系列新功能，还可以方便地更换不同焦距镜头和配接其他摄影附件。其影像传感器尺寸大，参数调节范围广，功能齐全，质量优异，便携性较好，自动化程度高，并且支持全面的手动调节功能，可以胜任的拍摄题材广，因此，无论是普通摄影爱好者还是专业摄影师都喜欢使用这类相机进行拍摄。

为满足不同用户群的需求，摄影器材厂家开发了不同档次的数字单反相机，一般分为入门级、中级、准专业级和专业级。比如：佳能的700D（图1.8）、尼康的D3200和D5300是入门级；佳能的70D、尼康的D7000（图1.9）是中级机；佳能的5D Mark II 和7D Mark II、尼康的D400和D810是准专业级；佳能的EOSID MarkIV（图1.10）和EOSIDs Mark III、尼康的D4和D3X（图1.11）均为专业机。

（三）紧凑型数字相机

紧凑型数字相机（也称微型单反相机或单电相机）不是微型单反

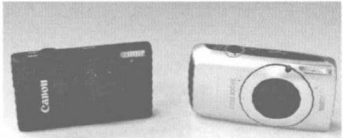


图1.6 佳能IXUS220HS 索尼W570



图1.7 徕卡XI

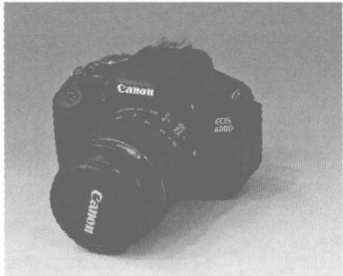


图1.8 佳能600D

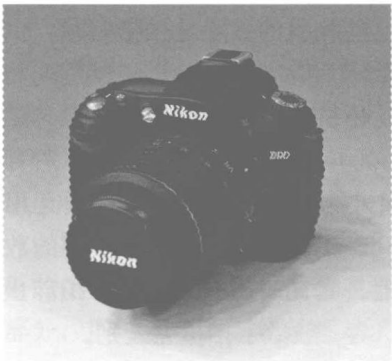


图1.9 尼康D90

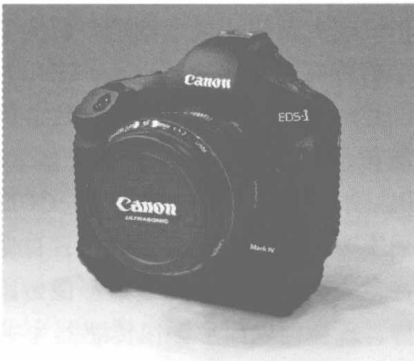


图1.10 EOSID Mark IV

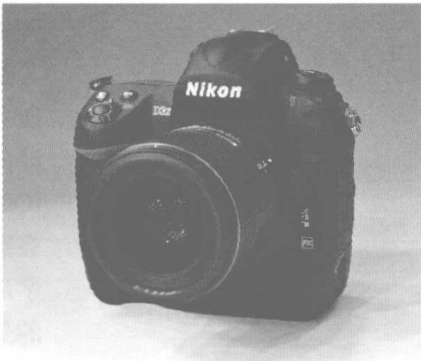


图1.11 尼康D3X



图1.12 索尼NEX-5N



图1.13 宾得645D

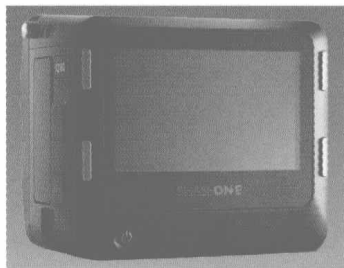


图1.14 Phase ONE IQ180

相机的意思，应该称为微型可换镜头式单镜头数字相机。“微单”是专门针对中国市场决定的名字，可以涵盖微型和单反两层含义：相机微型、小巧、便携，还可以像单反相机一样更换镜头，并提供和单反相机几乎同样的画质。其它如奥林巴斯把它称为单电相机，在2008年，奥林巴斯和松下共同推出的一种全新概念的数字相机——Micro 4/3系统，该系统舍弃了普通数字单反的五棱镜、光学取景窗等结构，采用了电子取景窗或相机屏幕取景的方式，奥林巴斯和松下把这种相机称为无反光镜的可换镜头数字相机。随后，理光、三星和索尼也加入生产行列，理光GXR使用滑入式安装系统更换镜头成像组件，三星和索尼采用APS-C画幅影像传感器。各厂家的名称也不一致，有些摄影界人士借鉴数字单反相机的命名方式，称之为单镜头电子取景数字相机，简称“单电”相机（图1.12，索尼NEX-5N）。2010年5月，影像技术期刊协会（TIPA）技术委员会将这类相机定名为紧凑型数字相机（CSC: Compact System Cameras）。

紧凑型数字相机具有创意摄影所需要的一些重要功能。它与单反的区别反映在硬件上，紧凑型数字相机取消了单反相机的反光板、独立的对焦组件和取景器。它与单反在使用上的相同点和区别是：成像质量基本一样，均可以更换镜头。对焦性能远弱于单反，电池续航能力远弱于单反，体积远比单反小，便于携带。

（四）中画幅数字单镜头反光相机

中画幅数字单反相机的影像传感器尺寸一般在 $48 \times 36\text{mm}$ 左右，影像质量优异。2004年9月，日本玛米亚公司推出中画幅数字单反相机玛米亚ZD，CCD传感器尺寸为 $48 \times 36\text{mm}$ ，2200万像素，机身可兼容玛米亚645AF的所有镜头和附件。此后，许多厂商都加快了中画幅数字单反相机的开发步伐，德国哈苏H3D-50、H4D-60、徕卡S2、宾得645D（图1.13）等陆续推出，像素最高可到4000 ~ 6000万，满足了对画质要求极高的部分商业摄影师的工作需求。

（五）数字后背

数字后背主要由影像传感器和数字处理系统等部分组成，其结构简单，与机身相连的一面为影像传感器和信号传递触点，背面是彩色液晶显示屏和操作键，侧面为存储卡室和各类接口。数字后背配接在中画幅相机或大画幅相机上使用，解决了这些相机的数字化拍摄问题。常见数字后背有丹麦飞思（Phase ONE）数字后背（图1.14）和以色列利图（Leaf）数字后背。与中画幅数字单反相机一样，数字后背影像传感器的面积很大，像素非常高，成像效果优异，比如：飞思的数字后背IQ280达到了惊人的8000万像素，CCD尺寸为 $53.7 \times 40.4\text{mm}$ 。主要运用在对画质要求极高的建筑、风光、肖像和产品广告摄影领域。早期的数字后背多为扫描型，采用线形影像传感器，曝光时间长，多用于拍静止的景物，现在则以面形影像传感器为主，与一般数字拍摄无差别。

此外，目前很多手机具备了数字拍照功能，像素直逼流行数字相

机，有些先进的功能，比如选择性对焦，让一些数字单反相机都汗颜。但是，大多数不具备光学变焦功能和手动调节功能，成像品质与同像素的数字相机相比还有一定差距。

二. 数字相机的存储介质

影像传感器获得的电信号经过模数转换器变成了数字信号，这些影像的数字信号经过数字信号处理器优化后，需要保存下来，保存它们的这个器件，我们就称之为“存储介质”或“存储媒介”。它是一种外置可装卸式存储介质，通俗的称呼叫“影像储存卡”，最常见的有以下几种。

（一）CF 卡

CF 卡（Compact Flash 卡）（图 1.15）采用闪存技术，是一种稳定的存储解决方案。最初是一种用于便携式电子设备的数据存储设备，于 1994 年首次由 SanDisk 公司生产。当前，它已成为主流专业数字相机所采用的储存卡。

CF 卡具有比其它存储方式更长的寿命，拥有较好的兼容性及稳定性，不需要电池来维持其中存储的数据。目前 CF 卡已经成为一种较贵的存储卡，基本上已经是数字单反“专用”，市面上销售的 CF 卡都是定位较高的高速产品。现在的 CF 卡容量有：4GB、8GB、16GB、32GB、64GB 与 100GB，其中 32GB 标榜速度为全球最快的 CF 记忆卡，可达 667 倍速，读取速度可达每秒 100MB、写入可达每秒 80MB；完全可以满足专业人士对于高速连拍甚至是高清格式高规格录像的严格要求。

CF 卡联盟（CompactFlash Association, CFA）2012 年宣布了获得通过的 CF5.0 版标准，新标准在闪存容量高速上涨的形势下，将容量理论上的最大容量上限被提升到了 144PB（144000TB），应当可以在很长时间内满足需求。但随后又公布了 CF6.0 版标准，新标准中的的数据传输又增加了更高级的 PATA Ultra DMA Mode 7 运行模式，可提供 167MB/秒的接口传输带宽，实际速度也能超过 110MB/秒，大大提高了传输效率。

由于 CF 卡与其他种类的存储卡相比，它的体积略微偏大，现下流行的超薄数字相机大多放弃了 CF 卡，而改用体积更为小巧的 SD 卡。另外，CF 卡的工作温度一般是 0~40 摄氏度。因此 0 度以下的环境中，即使是专业机也可能无法工作。

（二）SD 卡

SD 卡（Secure Digital）（图 1.16）又叫“安全卡”，由日本松下、东芝及美国 SanDisk 公司于 1999 年 8 月共同开发研制的。大小犹如一张邮票的 SD 记忆卡，重量只有 2 克，却拥有高记忆容量、快速数据传输、极大的移动灵活性以及良好的安全性等突出的优点，被称为“新一代记忆设备”。

SD 卡采用高性能的 9 针接口界面与专门的驱动器相连接，不需要额外的电源来保持其记忆的信息。而且是一体化固体介质，没有任何移动部分，所以不用担心机械运动的损坏。此外，保护开关和防盗版设计都使其成了名副其实的“安全卡”，再加上传输速度和容量的不断提高，



图1.15 CF卡



图1.16 SD卡



图1.17 记忆棒

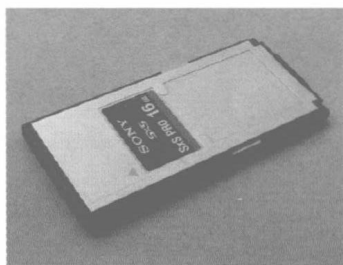


图1.18 SxS记忆棒



图1.19 SxS记忆棒



图1.20 MMC卡

使之成了专业人士非常喜欢的一种存储介质，被广泛应用于专业、民用数字摄影图片文件的保存。SD卡已成为目前消费数码设备中应用最广泛的一种存储卡。

SD2.0的规范中对SD卡的速度分级方法是：普通卡和高速卡的速率定义为：Class 2、Class 4、Class 6和Class 10四个等级，Class 2的读取速度为2.0MB/秒，Class 10读取速度为10.0MB/秒。超高速卡的速率目前只有UHS Class 1一个等级，读取速度312MB/秒。

SD系列记忆卡几乎所有专利权都掌控在San Disk手上。

(三) 记忆棒

记忆棒全称Memory Stick，它是由日本索尼（SONY）公司最先研发出来的移动存储媒体，于1998年10月推出市场。

索尼一向独来独往的性格造就了记忆棒（Memory Stick）（图1.17）的诞生。这种口香糖型的存储设备几乎可以在所有的索尼影音产品上通用，具有外形小巧、稳定性较高、版权保护功能等优点。缺点则是通常只能在索尼的数字产品中使用，兼容性不够好，容量也不够大。为了克服这个缺点，索尼联合SanDisk公司共同开发了Memory Stick Pro，也就是常说的“长棒”。该新产品外形体积较传统记忆棒均没有变化，但是可以实现8GB甚至更高的容量，且传输速度更快，在新的索尼产品中使用较普遍。为了在MP3等电子产品中使用记忆棒，索尼还开发了叫做Memory Stick Duo的产品，也就是常说的“短棒”。其外形尺寸仅为普通Memory Stick的1/3，重量也缩小了一倍，仅为2克，因此非常便于携带，被大量地应用于小巧的手机、数码相机、音乐播放器等数字产品中。2003年，在Memory Stick Pro的基础上，索尼又设计制造了Memory Stick Pro Duo。这是一种对Memory Stick Duo进行改进，将Memory Stick Pro和Memory Stick Duo结合起来的新产品。采用更高密度的叠加技术，既支持串行传送，又支持并行传送，所以理论上能以最大量20MB/秒的速度传送数据，相当于普通Memory Stick记忆棒的8倍，这对宽带时期高级应用程序快速、简便地复制高分辨率的数字影像提供了很好的解决办法。使用随机提供的适配器，Memory Stick Pro Duo记忆棒能使用于兼容标准尺寸的Memory Stick Pro的产品。

S×S记忆棒（图1.18、图1.19），是为高速专业数字视频处理而设计，为新一代摄像机例如XDCAM EX1\EX3\EX1R和非线性编辑系统设计的S×S存储卡基于闪存技术，可实现大型文件的高传输率，比如高清视频，上载至电脑进行非线性编辑等，超高速度是其主要卖点，已经可以达到800Mbps。全面兼容Express Card行业标准，在连接电脑系统高速PCI-Express端口时，Express Card的理论传输速度为2.5Gbps。

(四) MMC

MMC卡（Multimedia Card）（图1.20）常译作“多媒体存储卡”，是在1997年由美国SanDisk公司和德国西门子（Siemens）公司共同开发的一种小型轻量的多功能存储卡。与传统的移动存储卡相比，其最明显