

数码摄影 教程

张锐 胡镇彬 编著



哈尔滨地图出版社

前 言

19 世纪 40 年代,英国快像摄影家塔尔博特用一个木盒子、纸张和一些化学物质在光的作用下制作出照片。他为现代摄影奠定了基础。

自塔尔博特发明照片之后,160 多年过去了,我们已经步入了一个摄影的新时代——数码摄影的时代。现在,人们可以用数码相机、电脑和图像编辑软件创作出精美的数码摄影作品,并可和世界各地的朋友随时共享数码图像信息。因此,数码摄影既是数字时代全新的摄影艺术创作形式,又是增强人们交流的工具。

近年来,数码摄影的应用越来越广泛,网页的制作、平面广告创意设计和多媒体演示等方面都已经大量应用了高质量的数码相片。随着电脑的普及,商业摄影和家庭摄影也已由传统摄影过渡到了数码摄影。数码摄影技术已经成为现代人应具备的一项技能。

本书作者结合几年来数码摄影的实践和教学经验,参考了大量国内外数码摄影技术研究成果,编写了此书。本书既可作为高等院校艺术专业教材,也可供广大摄影爱好者参考使用。

全书由张锐、胡镇彬策划并编著。由于编写时间和编者水平所限,书中难免有不足之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2004 年 11 月

目 录

第一章 数码相机的结构	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 数码相机的光学系统	(2)
第三节 数码相机的成像系统	(10)
第四节 数码相机的信号处理系统	(13)
第五节 数码相机的照片存储系统	(14)
第二章 数码相机的工作原理	(20)
第一节 概述	(20)
第二节 数码相机的工作过程	(20)
第三节 数码相机的分类	(24)
第三章 数码相机的选购	(27)
第一节 数码相机的类型	(27)
第二节 影响数码相机质量的主要性能	(32)
第三节 选购数码相机注意事项	(44)
第四节 主要数码相机简介	(47)
第四章 数码相机的使用和维护	(55)
第一节 拍照前准备	(55)
第二节 拍照操作基本步骤	(66)
第三节 拍照后的照片筛选	(71)
第四节 照片输出	(73)
第五节 数码摄影速成操作法	(79)
第六节 数码相机的保养与维护	(81)
第五章 数码摄影技术	(89)
第一节 提高数码图像清晰度的技巧	(89)
第二节 室外数码摄影技巧	(93)
第三节 室内数码摄影技巧	(96)
第四节 数码动体摄影技巧	(99)
第五节 数码微距摄影技巧	(100)
第六节 数码摄影的连拍技巧	(104)

第七节 数码全景摄影技巧.....	(105)
第八节 数码摄影实践要点.....	(107)
第六章 数码摄影艺术	(114)
第一节 概述.....	(114)
第二节 摄影构图.....	(115)
第三节 数码摄影构图要领.....	(125)
第四节 数码摄影艺术的三要素.....	(131)
第七章 数码图像的处理技术	(134)
第一节 数码图像的普通处理技术.....	(134)
第二节 数码图像的高级处理技术.....	(138)
第三节 数码图像的特效处理技术.....	(141)
第八章 数码图片的网上发送	(145)
第一节 发送前的准备.....	(145)
第二节 将图片放进 Word 文档.....	(147)
第三节 数码图片的格式.....	(147)
第四节 将图片放到主页上.....	(148)
第五节 通过 E-mail 发送数码图片.....	(149)
第九章 数码图片的输出	(152)
第一节 打印图片.....	(152)
第二节 数码冲印.....	(156)
第三节 刻录光盘.....	(159)
参考文献	(162)

第一章 数码相机的结构

第一节 概 述

数码摄影,亦称数字摄影,是一种新型的摄影技术系统。它采用数字信息处理手段,将传统的拍摄、冲洗、印放等演变为输入、处理、输出程序。

数码相机是数码摄影的影像输入工具。它采用影像传感器接受成像信号,并转换成数字信号储存在磁盘上,通过电脑对数字影像信号进行修整或创作,然后经数字打印机或数字胶片获得传统的彩色照片。数码相机是一种非常拟人化的设备。在数码相机的结构中,光学系统(镜头)如同人的眼睛,它用来完成对光线的折射和成像任务;信号处理系统(处理芯片)和照片存储系统(存储卡)则相当于人的大脑,对输入的感光信号进行处理和记忆;而数码相机中的另一核心结构——图像传感系统(感光元件)则起着类似于视网膜的作用,直接接受由镜头折射而成的图像,并进行光电信号的模数转换,将电信号传送给处理芯片等部件。

数码相机的机壳同传统相机相同,也由顶盖、底盖、前罩和后罩构成。卸去机壳,可以看到数码相机的“五脏六腑”。

图1-2解剖的对象是主流的单反数码相机。通过剖析数码相机,我们能够发现,数码相机与传统胶片相机的区别体现在许多方面,本质区别是二者所处理的信号不同。传统相机处理的是光学模拟信号,而数码相机处理的是电子数字信号。二者在信号的捕捉、存储、处理与输出方面都有根本的不同。因此,造成了在整机结构、系统工作原理和影像处理方面的种种差异。

数码相机具有复杂的结构,其关键处就是四大系统:光学系统、图像传感系统、信号处理和照片存储系统,以及输出系统。当然,除了四大系统之外,数码相机还有其它一些“器官”,如操作系统、显示系



图 1-1 数码相机外观



图 1-2 数码相机正面剖视图

统以及输出系统。但是只要我们搞清楚了这四大系统，便把握住了数码相机的结构要点。

第二节 数码相机的光学系统

数码相机的光学系统又称镜头系统，被誉为相机的眼睛。镜头系统是数码相机惟一从传统照相机中保留下来的结构，当然也是数码相机重要的组成部分。不论是数码相机还是传统照相机，首先接收的都是景物的光学信息，被摄景物必须经过透镜才能成像到成像器件上，所以，光学系统是照相机必不可少的第一组件。一个性能优良的光学镜头是获取高质量的数码照片的保证。一架数码相机即使使用高分辨率及强大采集能力的 CCD (Charge Coupled Device, 电荷耦合器件，也称做光电转换器)，或提高了输入信号的解像度，也会因镜头的本身分辨率及成像密度的不足，而造成照片质量的下降。

一、数码相机镜头概述

数码相机的镜头系统基本上与传统照相机一样，特别是一些专业型的高档数码相机，完全使用传统照相机的镜头，因为传统照相机在镜头方面的设计技术已十分成熟，具备高的分辨率、准确的色彩还原、丰富的层次质感，所以数码相机直接利用传统相机的这一成熟技术顺理成章。



图 1-3 数码相机的光学系统

数码相机的光学成像镜头目前有定焦镜头、广角与远摄可转换镜头，以及可变焦镜头等。由于高质量的镜头本身十分昂贵，因此，并非所有的数码相机都配备一流的光学镜头。照相机根据档次的不同，采用不同的镜头结构与材料。早期一些低档的数码相机的镜头结构十分简单，就是单个元件的凸透镜，有的甚至直接采用光电转换器，大大降低了照相机的成本；大部分低档和中档的数码相机采用固定焦距镜头，其焦距是不可变的，也就是说，只能有一种视角。固定焦距镜头通常是中等程度的广角设计，这是因为这种镜头灵活性较大，既可以拍摄风景，也可以拍摄特写。随着数码相机性能的不不断提高，变焦镜头越来越多地得到了应用，当然，主要用于专业型数码相机中。

由于数码相机的 CCD 比传统相机的胶片小得多, 所以要求成像质量更高, 对镜头的要求也就更高。单从理论上讲, 为了能在 CCD 上成像, 只要一片透镜就行了。但是在实际应用中, 由于透镜有其特有的球差、色差等影响成像质量的像差存在, 为了解决像质问题, 在镜头设计中采用了不同曲率、不同材料的透镜组合以消除或减轻其影响。此外, 也有用非球面透镜的方法。非球面透镜可以除去球面像差、减少透镜片数、提高像质。随着样板加工技术的发展, 塑料非球面和玻璃非球面透镜在镜头中的应用越来越多。

相机的镜头组件可由许多独立的磨光玻璃元件组成, 或用透明塑料压制而成, 它的功能是将光线聚焦到感光面上。镜头组件的质量越高, 拍出的照片越清晰。数码相机镜头组件的主要功能是把光线会聚到 CCD 或 CMOS 上。

对于定焦相机, 镜头、物体和聚焦平面之间的理想距离被精确计算过, 从而固定了镜头组件和光圈的位置。对于变焦相机, 有一个机械装置可向前或向后移动镜头组件, 一直让它保持在聚焦平面中央, 使拍摄者能够捕捉到距离镜头更近或更远的物体。大多数数码相机具有内置聚焦装置, 即采用红外线自动对焦方式。这些相机测量波束反射回相机的时间, 并计算相机到物体之间的距离, 以此来移动镜头组件。高品质的专业数码单反相机使用一种被动自动对焦系统, 它读出图像, 比较取景器中相邻范围内物体的对比度。使用这种系统聚焦非常精确, 及时更换镜头也没有问题, 因为这种聚焦是通过所安装的镜头进行测量的。

由于数码相机的镜头系统和传统相机的作用相同, 基本结构也相同, 因此衡量的标准也相同, 其主要衡量指标为焦距、分辨率以及有效口径。此外, 镜头的物理口径也是必须考虑的, 且不管其相对口径如何, 其物理口径越大, 光通量就越大, 数码相机对光线的接收和控制就会更好, 成像质量也就越好。

二、镜头的类别

通常根据焦距是否变化, 将镜头划分为固定焦距镜头和变焦镜头两大类。此外, 还根据镜头的不同视角将镜头划分为标准镜头、广角镜头和远摄镜头三种类型。

(一) 固定焦距镜头

固定焦距镜头又称为定焦距镜头或固定镜头, 包括标准镜头、广角镜头和远摄镜头三种类型, 它们分别具有不同的焦距和视角。其中广角镜头属于“短”镜头, 即短焦距镜头, 具有更大的视角, 在同样的视距下可以看到比标准镜头更多的景物, 当然用广角镜头看到的景物比我们用标准镜头看要小很多; 标准镜头的焦距和视角居中, 属于标准值范围, 通常一个标准镜头允许光线进入的角度(视角), 大约和我们眼睛的视角相似; 远摄镜头属于“长”镜头(长焦距镜头), 视角较小, 由于看到的景物少一些, 物体显得大了许多, 好像通过望远镜看东西一样。“远摄”镜头因此也被称为“望远”镜头。

1. 标准镜头。标准镜头拍摄出来图像的透视效果与人眼观看实际景物的透视效果比较接近。对于传统照相机来说, 标准镜头是指焦距长度与底片画幅对角线长度相等或较为接近的镜头。鉴于普通 35 mm 相机(即 135 相机)所用 135 胶卷的每张底片的对角线长度为 43 mm, 因此, 一般将焦距在 40~60 mm 范围内的镜头都看成是 35 mm 相机的标准镜头。

对于数码相机来说, 标准镜头是指焦距长度与 CCD 的对角线长度接近的镜头。由于

数码相机所使用的 CCD 的大小规格不尽相同,导致在不同数码相机上,标准镜头的焦距值相差很大。例如,对于许多轻便型数码相机来说,焦距在 8 mm 左右的镜头就算是标准镜头了,而在柯达 DCS520 上,焦距在 35 mm 左右的镜头才能算是标准镜头。

2. 广角镜头。在传统照相机上,广角镜头是指焦距长度比底片画幅对角线短的镜头。对于数码相机来说,广角镜头是一种焦距短于 CCD 对角线的镜头。广角镜头又分为普通广角镜头和超广角镜头两种。135 相机普通广角镜头的焦距一般为 24~38 mm,视角为 $60^{\circ}\sim 84^{\circ}$;超广角镜头的焦距通常为 13~20 mm,视角为 $94^{\circ}\sim 118^{\circ}$ 。由于广角镜头的焦距短,视角大,在较短的拍摄距离范围内,能拍摄到较大面积的景物,所以,广泛用于大场面风景摄影作品的拍摄。在摄影创作中,使用广角镜头拍摄,能获得以下几个方面的效果:一是能增加摄影画面的空间纵深感;二是景深较长,能保证被摄主体的前后景物在画面上均可清晰地再现,所以,现在绝大多数的袖珍式自动照相机(俗称傻瓜照相机)采用 35~38 mm 的普通广角镜头;三是镜头的涵盖面积大,拍摄的景物范围宽广;四是在相同的拍摄距离处所拍摄的景物,比使用标准镜头所拍摄的景物在画面中的影像小;五是在画面中容易出现透视变形和影像畸变的缺陷,镜头的焦距越短,拍摄的距离越近,这种缺陷就越显著。

对于普通 35 mm 相机,焦距小于 40 mm 的镜头都属于广角镜头,但对于数码相机来讲,还要根据 CCD 的具体大小来判别。大多数轻便型数码相机内置的固定焦距镜头为广角镜头。此外,目前商用级的数码相机中多使用与普通 35 mm 相机相同的普通广角镜头。由于其具有景深深、拍摄范围广等优点,因而同样性能的数码相机,具有广角和远距功能的数码相机将会更好一些。目前具有广角拍摄功能的数码相机有富士的 MX-600, KODAK 的 DC265, OLYMPUS 的 1400XL 等。

普通广角镜头的摄取视角虽大(大于 57°),但是比起视角达 180° 的超广角鱼眼镜头便是“小巫见大巫”了,拥有 180° 视角的鱼眼镜头能拍摄出很独特的效果。鱼眼镜头上一般都标有“FISHEYE”的字样。

3. 远摄镜头。远摄镜头也叫望远镜头。在传统相机上,远摄镜头是指焦距长底比底片画幅对角线长的镜头。对于数码相机来说,广角镜头是一种焦距长于 CCD 对角线的镜头。

远摄镜头视野窄,其效果是把被摄主体拉近,使其在画面中显得更大。拍摄人物头像通常都使用远摄镜头。远摄镜头尤其适于在拍摄难以扫近的物体时使用。远摄镜头还有缩小透视的特点。根据焦距的不同,远摄镜头可以分为普通远摄镜头(中焦镜头)、中距离远摄镜头(长焦镜头)、超远摄镜头(超长焦镜头)等多种。

(二) 变焦镜头

顾名思义,变焦镜头就是焦距可在较大范围内变化的镜头。使用变焦镜头可以使拍摄者在不改变拍摄距离的情况下,在较大幅度内调节拍摄的成像比例及透视;一只变焦镜头可以起到若干只不同焦距的定焦镜头的作用。正因为变焦镜头具有这样多的优点,所以在数码相机中的应用越来越多,变焦镜头的变焦比较大,变焦范围越来越广,质量越来越高。目前单反数码相机可用变焦镜头的最短焦距小于 16 mm,最长焦距达 1 700 mm。轻便型数码相机中内置变焦镜头的也越来越多。

变焦镜头的变焦方式有手动与电动(自动)两种。在轻便型数码相机中几乎都采用电

动变焦方式。单反数码相机一般采用手动变焦方式，手动变焦有“单环推拉式”和“双环旋转式”两种形式。

1. 变焦镜头的结构。变焦镜头由多组光学镜头组成，通常包括对焦组（也称调焦组、聚焦组）、变焦组、补偿组、快门及后固定组等基本部分。变焦镜头内部设有光圈、变焦、聚焦等伺服电机和控制电路。

(1) 对焦组（聚焦组、调焦组）：主要实现聚焦功能。它沿着光轴方向前后移动其位置来达到聚焦目的（景物清晰成像）。该组镜片与镜头外部的聚焦环相连接。调节聚焦环可以改变聚焦组镜片沿主光轴方向上的位置，从而改变成像景物的物距。聚焦环上一般有 m（米）和 ft（英尺）两种刻度来指示清晰成像的物距（即聚焦距离）。数码相机变焦镜头的聚焦一般具备手动和电动（自动）两种方式。

(2) 变焦组：变焦组被用来改变镜头的焦距，即改变它与聚焦组间的距离来改变合成焦距，实现变焦，以获得不同图像的放大率。当转动镜头外部的变焦环时，可以使变焦组和补偿组有规律地位移，使整个镜头的等效焦距发生变化，从而影响拍摄视角和图像放大率等。具体地说，当被摄景物与相机之间距离不变时，将变焦环向焦距增大的方向旋转，镜头焦距越来越长，视角越来越小，拍摄到的景物范围也越来越小，而所拍摄的影像却越来越大，似乎相机接近了景物。相反，当焦距变短，镜头的视角将增大，拍摄到的景物范围增大，所拍摄的景物的图像变小，仿佛相机远离了景物。

(3) 补偿组：变焦只改变焦距，不希望改变景物的聚焦状态，即在变焦过程中仍要保持图像清晰。为了满足这一要求，在镜头内部设计了一个补偿组。变焦时，补偿组与变焦组按精心设计的规律移动，将变焦过程中成像面偏离 CCD 面的距离限制在允许范围内，使人眼觉察不出图像清晰度的劣化。

(4) 后固定组：它是通过后固定组镜片，把成像转换到 CCD 面上。

根据透镜成像公式 $1/p + 1/p' = 1/f$ ，若镜头焦距固定，随着物距 p 减小，像距 p' 将增大。如 p 太小， p' 将过大，此时即使将对焦环调至最小刻度位置也无法使成像落在摄像器件的感光面上。因此，所有镜头都有一个最近摄距（MOD），即最近拍摄距离。如有的镜头的最近拍摄距离为 0.7 m，这时在 0.7 m 以内的景物就拍不清楚。为此在数码相机上大多数设有“大特写功能”，即近摄功能。通过操作开关可以实现近摄。近摄功能可用来拍摄很小的景物，如昆虫、花草或照片中的影像。有些数码相机可以清楚地拍摄距镜头只有 10 mm 的物体，有的机器甚至可在 5 mm 的距离拍摄，几乎是镜头紧贴拍摄物的超近拍摄。

变焦镜头的最长焦距与最短焦距之比称为变焦比。一般在 9~12 倍，拍摄远景及大场景时，变焦比可高达 30 倍至 40 倍。目前某些数码相机，其数码变焦比可高达 100 倍。

2. 常用变焦镜头的种类。常用变焦镜头的种类与定焦距镜头一样，也是分为标准变焦镜头、广角变焦镜头和远摄变焦镜头。

(三) 特殊用途镜头

除了上面介绍的常用焦距镜头与变焦镜头之外，还有一些特殊用途的镜头也是部分数码相机拥有的附件。

1. 微距镜头。同时具有普通摄影与微距摄影功能的镜头称之为微距镜头（Macro Lens）。由透镜成像公式可知，当镜头的焦距固定，随着物距的缩小，像距则相应地扩大。

正常情况下,物距是远远大于像距的,像距的变化都是微小的,通过调焦可保证成像面落在焦深范围而获得清晰的图像。但是,如果物距减小太多,像距则将明显增大;倘若物距太小,像距便会扩大到令成像面无法落在焦深范围内,甚至远离摄像靶面。因此,相机能常均有最近摄像距离的限制,通常为1.2 m。同时,当拍摄离镜头很近的物体时,可以运用近摄透镜(Close-Up Lens)缩小镜头焦距。

我们知道,普通镜头在较近的距离上就无法清晰成像,除非另外加用近摄镜片。这是最简单的近摄方法,只需将镜片拧在主镜头上,便可立即拍摄。

微距镜头则能在很近的距离内清晰成像,对于需要近距离拍摄的对象,如小昆虫、花卉等,使用微距镜头就十分方便。

目前绝大多数变焦镜头都具有微距功能,然而变焦镜头微距拍摄功能下的拍摄倍率较小,多数只能达到1:4,这与定焦微距镜头的1:2,1:1的拍摄倍率相差很大。

2. 柔焦镜头。柔焦镜头属于特殊效果镜头,主要用于人物摄影。采用影像散焦控制技术的柔焦镜头能使前景或背景呈艺术性的模糊,为景深较浅的肖像照提供了更多的创作空间。摄影者可以调整画面的前景和背景,创造出奇特的模糊效果,从而提升人像摄影的水平。定焦镜头凡是标有“Soft Focus”字样的都是柔焦镜头。由于柔焦镜头的价格很高,使用的机会不是很多。通常需要在画面上产生柔焦效果时,更多地是使用在镜头前加用柔焦效果镜等简易方法。目前数码相机可配用的柔焦镜头不多,应用较多有美能达的AF100 mm f/2.8 Soft Focus和尼康的“DC镜头”,如105 mm f/2.8 AF * DC - Nikkor、135 mm f/2.8 AF * DC - Nikkor等。

3. 透视调整镜头。透视调整镜头备有浮动对焦系统,具有校正拍摄透视功能,又称为“倾角及偏移镜头”。数码相机可配用的透视调整镜头目前不多,轻便型数码相机都没有使用这种镜头,单反数码相机中也只有柯达与佳能的部分机型使用,如佳能-柯达的EOS DCS系列、佳能EOS D2000以及柯达DCS520等。目前数码相机可配用的透视调整镜头只有佳能公司生产的“TS-E系列镜头”,包括广角透视调整镜头(TS-E 24 mm f/3.5L)、标准透视调整镜头(TS-E 45 mm f/2.8)、35 mm画幅透视调整镜头(TS-E 90 mm f/2.8)等三种(图1-8)。

广角透视调整镜头备有非球面镜片的浮动对焦系统,能矫正扭曲变形及色散,最适合拍摄建筑物、风景照及其他广角照片。用于建筑摄影时,可有效解决仰拍时建筑物变形、会聚以及有倾倒感的问题;标准透视调整镜头备有浮动对焦系统及后部对焦,能够确保影像从0.4 m至无限远都清晰,而且45 mm的焦距能拍摄景观角度较自然的照片;35 mm画幅透视调整镜头备有先进的光学设计,不但令影像清晰,还能使背景虚化效果更佳。该镜头适合拍摄产品广告或人像等各类主体。

三、调焦机构

调焦又称对焦或聚焦。调焦机构的作用是改变拍摄时镜头镜片离CCD的距离,使得被摄景物在CCD平面上形成清晰的图像。凡是接触过摄影的人都会知道,无论镜头质量如何超群,拍摄时仍然需要将主体对准焦距,否则所拍摄的景物会一片模糊。为了让数码相机的CCD上能得到清晰的光学影像,保证最后能得到一张清晰度很高的数码照片,必须进行调焦。这种调焦机构与传统相机的调焦机构基本一样,也有固定焦点、区域调焦、

手动调焦、自动调焦等多种方式。高档数码相机往往同时具有自动调焦和手动调焦机构；中档数码相机通常只有自动调焦机构而没有手动调焦机构；低档数码相机则基本上采用免对焦方式。

(一) 固定焦点 (Fixed Focus)

固定焦点又称免对焦 (No Focus) 或自由对焦 (Free Focus)。固定焦点方式出现在早期的数码相机上，目前大多数低档数码相机为了降低成本也多采用固定焦点方式。这种对焦方式实际上是采用固定焦点设计，即数码相机在出厂时将聚焦点固定在一定距离上而无法再改变。这种对焦方式实际上是在拍摄时无法进行对焦调节时使用的一种方法。固定焦点设计的出发点是利用广角镜头与小光圈景深大的原理来获得景物的清晰度，以便在宽阔的距离范围内（由几米到无限远）都能得到清晰的效果，实际的有效对焦范围为 1.2 m ~ 5 m，最佳焦点应在 2 m 左右。固定焦点尽管非常方便，然而不能做选择性的对焦，局限性非常大。拍摄时一定要搞清楚固定焦点的远近，从而有意识地使被摄景物到相机的距离控制在接近固定焦点的范围上，尤其是在光线较弱、相机用大光圈拍摄时更应如此。

(二) 区域调焦 (Zone Focus)

区域调焦是一种分段自动对焦方式，即从最近聚焦距离至无限远之间设定若干聚焦段。不同的数码相机设定的聚焦段数量不同，一般相机只有 3~4 个聚焦段，高档的相机则有成百上千个聚焦段。采用这种方法时，镜头的调焦是用手把拨轮转到某一区域，这些区域或者由图标 (Icon) 分别表示为特写 (Close-up)、肖像 (Portrait)、大合影 (Group Shot) 和风景 (Landscape) 等；也有用文字表示的，如 Macro (微距)、1 m、2 m、5 m、 ∞ 或 Infinity (无限远)。例如，卡西欧 QV-10 型数码相机，是通过设在镜头旁的选择开关，来选择普通对焦和近距离对焦 2 档；阿克发 EPHOTO1680 型数码相机可选择微距、1 m、2 m、5 m、无限远 5 挡。

采用区域调焦的相机自动伸缩镜头是以段移动调定，而不是可聚焦在任何位置上。显然，聚焦段多效果好，聚焦段少仅适用于短焦距的数码相机。聚焦段过于少的相机如采用大光圈拍摄，主体又处于非聚焦段范围的话，清晰度将明显下降。区域调焦的优点是调焦过程可以快一些，通常调焦也比固定焦点准确一些，具有一定的选择性，但是没有光圈控制却是一种很大的局限，使得采用这种调焦方式的数码相机比较少。

(三) 手动调焦/自动调焦 (Manual/Auto Focus)

手动调焦是用手转动相机上的聚焦环来实现的。聚焦是否正确，数码相机上有聚焦验证装置加以指示。传统相机常用磨砂玻璃式聚焦指示，调焦时观察取景器中的主体图像是否清晰以判断聚焦的准确程度。数码相机增加了 LCD 液晶显示屏聚焦指示方式，以液晶显示屏所显示的景物清晰度为准。手动调焦可以刻意将被拍摄的主体变得更清晰，取得主体突出的效果，不足的地方是完成对焦操作花费的时间较长。

高档的专业数码相机都保留手动调焦模式，同时具有自动调焦功能。不过对于非专业用户来说自动对焦也足够了。有些普通型数码相机设有手动调焦方式，一般是在微距状态，可通过对设在相机上的调焦拨盘进行调节，以液晶显示屏所显示的景物清晰度为准。

自动调焦常用其英文缩写词“AF”表示。数码相机自动调焦方式一般分主动式和被动式两种。所谓主动式是指相机主动发射肉眼不可见的红外光直接照射被射物体确定距

离,然后调焦。这种方式调焦速度快,但容易产生误差。被动式则是通过影像的光强自动调对焦,误差小,但调焦时间较长。

大多数中高档数码相机都采用自动调焦设计,有的采用常见的主动式红外线测距系统,这种调焦系统的精度足可满足一般的拍摄要求,常在一些高档的轻便相机中使用,但目前生产的一些百万像素的数码相机都开始采用反差型被动式调焦。高级的专业型数码相机采用精度更高的 TTL 反差式自动调焦系统,但价格十分昂贵。目前还有些数码相机的调焦方式是直接采用电转换器来实现的,其原理同反差式被动调焦系统相同,这种 TTL-CCD 自动调焦方式制作成本低,在摄像机中被大量采用。

四、变焦机构

为了能够拍摄出清晰的远方景物(长焦距)或景物的细节部分(微距),专业数码相机和新型号单反数码相机越来越多地采用变焦镜头。变焦镜头的变焦方式有手动与电动变焦两种。手动变焦是用手转动变焦环或推拉镜头,改变各透镜组之间的距离而使镜头焦距发生变化;电动变焦是用手拨动相机上的变焦按钮,带动相机内的变焦电机运动,进而驱动变焦镜片组运动来完成焦距的改变。目前市场上供应的大多数带变焦的数码相机都采用电动变焦设计,拍摄时可方便地构图。轻便型数码相机与传统的高级傻瓜相机一样,都设有内置式变焦镜头,可通过电动变焦镜头来调节不同的焦距。稍高档的相机,设有3倍变焦机构。在使用电动变焦时,必须注意此项功能耗电较大,变焦后的对焦点可能会偏移。因此,每当变焦结束后,必须重新半按对焦钮,以便重新对焦。

此外,数码相机还有光学变焦(Optical Zoom)和数字变焦(Digital Zoom)的区别。所谓光学变焦,就是使用变焦镜头进行的真实的变焦:利用调节相机变焦镜头的光学系统来改变镜头的焦距,焦距越长,被摄物体在 CCD 上的投影就越大,成像就越大;反之就越小。数码相机的变焦范围数字表达方式与传统相机不同,是用光学放大倍数来表示镜头光学变焦范围的大小,如:Optical 2X, 3X, 5X, 6X, 8X 等。由于各公司所采用的 CCD 的面积不同,对角线的尺寸也各不相同,因此数码相机镜头的焦距尺寸也不相同,而一般的镜头焦距泛指 35 mm 相机的镜头尺寸,因此需要对其进行换算。相对于普通相机来说,2X 大约为 35~70 mm, 3X 大约为 35~110 mm, 5X 大约为 35~175 mm, 6X 大约为 35~210 mm (图 1-9)。当然,上述换算只是一种概算值,平时使用时还是以实际取景器中所看到的拍摄范围为准。

数字变焦是利用相机自身的处理器,将照片数据通过插值方式放大。由于该方法是利用数学方法获得放大效果,实际并不能改善照片的分辨率。相反,对于“变焦”区的放大降低了图像的分辨率和图像的质量。因此不能通过数字变焦的方法提高照片的细节清晰度。如真要放大的话还是将照片数据传输到计算机上利用专用图像处理软件进行处理效果更好。因此,对数码相机来说,光学变焦系统才实用。当然,在价格上有光学变焦的数码相机要比没有光学变焦的高 20% 以上。

五、光圈与快门机构

光圈是相机镜头中的可以改变中间孔的大小的机械装置,快门是控制曝光时间长短的装置(机械或电子),二者结合,共同控制曝光量。举例来说,光线好比水流,镜头相当

于一个可以控制水流方向和流量带有闸门的洞。光圈是洞的大小，快门是开闸的时间。开闸时间一定时，洞越小，流入的水量就越少，反之就越多；洞的大小一定时，开闸时间越长，流入的水量就越多，反之就越少。

与传统的相机一样，数码相机的光圈范围与快门速度在拍摄时相当重要，但对于目前普通的商用及家用级的数码相机，因为相机全自动化，使得人们只关心如何选择拍摄景物，而不太注意相机自动控制的光圈及快门速度。然而光圈和快门将配合控制数码相机的光线摄入量的总体范围值，也就是说，它将影响到相机是否能在各种光线情况下获得很好的效果。

需要注意的是，虽然光圈和快门都能控制曝光量，但其作用并不是等价的。光圈越小，光的走向越集中，到达 CCD 或 CMOS 成像时，越容易清晰成像（光圈过小会出现衍射，反而模糊），景深越大，反之越小。所以，当需要精确控制景深时，可以先确定光圈大小，再决定快门速度。当拍摄运动的物体时，如果快门开启时间太长，运动的物体在 CCD 或 CMOS 的不同部位成像，拍出来的照片当然不清晰；反之，当快门速度很快时，运动的物体在 CCD 或 CMOS 上的成像还没有明显移动，曝光过程已经完成，照片就清晰，也就是把运动的物体凝固在画面上。所以当拍摄运动的物体时，可选择尽量快的快门速度，然后调节光圈，正确曝光。当然，若想让运动的物体在照片上留下运动轨迹，增强动感，可以选择比较慢的快门速度。

（一）光圈

数码相机与传统相机一样，光圈就安放在镜头的几片透镜中，由几片金属薄片组合而成，利用金属薄片的移动调节光圈的大小。

使用过传统的单反相机的人都知道，在镜头上可以找到光圈指数值 F 或 f /值（镜头有效口径），通常所见的光圈刻度为 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22 等。光圈级数越大，表示镜头的口径越小。 F 值是将镜头的焦距距离与光圈的口径（孔的大小）相除而得的数字，因此数值越大，口径也就越小。而每一级的光圈级数之间的单位进光量都相差两倍。但目前有的数码相机并未按以上级数设置光圈，而是按 $f/2.8$, $f/5.6$, $f/11$ 设置，这时，其上下级的进光量，就不仅仅差两倍。

前面介绍过，光圈大小是光线通过镜头时的口径大小，然而这只是笼统的说法，光圈的大小还要考虑到本身镜头的焦距长短。比如，长焦距镜头（远摄镜头）长度较长，从光线的进入达到 CCD 的距离长，投射到 CCD 上的光线比较弱，因此长焦距镜头的光圈往往略小一点。若是要制作较大的光圈的镜头，就必须把口径拉大，才能把单位进光量提高，但是因为制作大口径镜头的技术有不少的困难，制作工艺也较高，因而这一类的镜头通常较贵。因为光圈级数 F 是靠口径的大小和焦距长短的比值计算而得，因此只要光圈级数一样，不管是 35 mm 焦距镜头还是 200 mm 焦距镜头，其进光量都是一样的。此外，光圈数值 F 的最小值常用来表示镜头的曝光特性，该值越小，镜头的特性越好，即镜头的最大进光能力越强。一些数码相机镜头上只标有最小 F 值，而其他 F 值一般不标。

（二）快门

快门速度值通常标为 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 125, 250, 500, …，这些数字所代表的实际意义是秒的倒数，所以 15 是指 $1/15s$ ，250 是指 $1/250s$ 。这也和光圈一样，每一

格的快门速度间所相差的光量值也是2倍,例如,1/500s快门的光量值为1/250s的一半,是1/250s的1/4。

快门以速度来划分,可分为高速快门与慢速快门。普通数码相机的快门系统都是电子控制式快门(个别也有采用机械式快门的),目前最快的快门能达到1/10 000s以上。通常高速的快门能将移动中的物体给予“固定”,对固定后的物体的动作细节和质感加以鲜明的描绘,使物体更富有立体感。

通常快门速度在1/30s到1s,甚至1s以上的B快门都是属于慢速快门的范围。慢速快门常用的方法:第一种是将相机固定后,再用较慢的快门速度,使移动中的物体产生模糊图像,而清晰的背景(静物)可以衬托主题的动感;第二种就是让相机随着物体运动的方向平移或是转移,如此,和第一种方法刚好相反,背景会变得相当模糊,而主体会略有点模糊,同样也能把主体和背景分离出来;第三种就是“难得模糊”,干脆整张照片都模糊不清,借着迅速摇晃相机而得来。这三种方法,各有其特色,如何适时地运用就看各人的喜好了。

在选用慢速快门时,要特别注意一点。因为每一级的慢速快门的曝光时间相差很大,不像高速快门的1/250s和1/500s,拍出来的效果难以比较。在用慢速快门拍摄流动的景像时,若快门过快,则会不小心冻结景像;若快门太慢,则会整体看起来过于朦胧,失去了想要表现的效果。因此尝试用每一格的慢速快门拍照,可得到理想的作品,也能看出其差异所在。

专业级的数码相机,一般可手动控制相机的光圈和快门速度,但商用及家用的数码相机,由于相机自动控制光圈和快门速度,因而不需要自己控制。从上面的分析可以看出,用户在选择数码相机时,为适合更广阔的使用环境,数码相机的光圈范围和快门速度的范围越大越好,而且光圈最好能够按正常的级数连续设置,而不是跳跃性设置。另外,也要注意数码相机在开启和关闭闪光灯时,其快门速度一般是不一样的。

第三节 数码相机的成像系统

在数码相机中,替代胶片对景物进行感光的是图像传感器、对称影像传感器或光电传感器。成像系统的核心是图像传感器,目前数码相机使用的图像传感器有占主导地位的CCD和新开发的CMOS两种类型。

在数码相机中,图像传感器是镜头和处理芯片之间的桥梁,是数码相机的核心部件。它的性能的好坏是数码相机的成像质量决定性的因素,其生产成本直接影响着数码相机的价格和普及程度,其体积和重量的大小也影响着数码相机的便携性。总之,图像传感器的优点也是数码相机的优点,它的缺点也就成了数码相机的缺点。传感器的作用类似人的“视网膜”,直接接受由镜头折射而成的图像,进行光电信号的模数转换,并将电信号传送给处理芯片等部件。

一、图像传感器概貌

图像传感器是由手指大小的一块硅晶片上集成大量光电二极管组成。每一光电二极管

能记录下投射到它表面上光照的强度或亮度,这个对光照进行反应的过程是聚焦电荷的过程,光越强,电荷越多。感光二极管所记录的一组数字可以用来调整屏幕上点的颜色和亮度或打印纸上的油墨,从而重塑图像。

快门释放时,镜头将被摄物影像聚焦在传感器上,图像传感器中光电二极管有些记录亮光,有些记录低光,其他则记录介于这两者之间的光。

光电二极管把投射在其上的光子转化为电子,当快门关闭、曝光结束时,传感器存储了光的分布,强光中的光电二极管的电子要比阴暗中的光电二极管多得多。这些数量不同的电荷转化为不同的数字,用以在计算机或打印机上重组图像。

二、CCD 图像传感器

目前大部分数码相机使用的图像传感器是 CCD,这是一种特殊的半导体装置,能够把光学影像转化为数字信号。CCD 上植入的微小光敏物质称做像素 (Pixel)。一块 CCD 上包含的像素数越多,其提供的画面分辨率也就越高。同时相机记录影像的色彩数也是由像素的性质决定的。

由 CCD 的性能决定的图像性能的要素很多,其中与使用者相关的信息包括:CCD 尺寸、像素数量、单位像素尺寸、传输方式、读出方式及 CCD 滤镜颜色。而决定 CCD 性能的最基本的要素就是像素的尺寸。

按照像素排列方式划分,目前主要有两种类型的 CCD 光敏元件,分别是线性 CCD (又称 Linear CCD,线阵 CCD) 和矩阵 CCD (又称 Array CCD,面阵 CCD)。此外,近年来日本富士公司又研制出超级 CCD (Super CCD)。

(一) 线性 CCD

线性 CCD 每次只拍摄图像的一条线,仅限于高分辨率的室内静态数码相机。线性 CCD 扫描景象时,在图中画出像素组成的每条线,这与台式扫描仪扫描图片的方法相同,速度越慢,分辨率越高,获得一幅完整的图像需要的时间就越长。此外,使用线性 CCD 扫描的数码相机只能拍摄一个保持静止的目标,无法使用线性 CCD 来拍摄移动物体。线性 CCD 无法使用闪光灯,因为它一闪而过,不可能持续几分钟来等待图像的扫描与记录完毕。

(二) 矩阵 CCD

矩阵 CCD 是目前数码相机广泛采用的感光元件。矩阵中的每个元件代表图像中的一个像素。当快门按动时,整个图像同时曝光,同时被拍摄。显然,矩阵中的像素越多,所获得的图像分辨率越好。

矩阵 CCD 按照信号传输方式还可以划分为数字 CCD (Digital CCD) 和视频 CCD (Video CCD) 两种。其中, Digital CCD 采用逐行扫描 (Non - Interlaced Scanning),而 Video CCD 采用隔行扫描 (Interlaced Scanning)。

大部分可以与电视机连接的数码相机都采用 Video CCD,因为这种 CCD 本身就是摄像机采用的,扫描方式与电视机相同,并且能够即时为相机内的 LCD 液晶显示屏提供影像资料。不过,由于 Video CCD 的效果比较差,又因为其扫描影像的方式是先水平后垂直,所以,用 Video CCD 拍摄的影像大多会有锯齿或模糊的效果,尤其是当拍摄的物体

正在移动时,效果更差。反之, Digital CCD 采用的是逐行扫描,水平和垂直扫描在同一时间同步进行,所以影像质量较好。因此,目前绝大部分数码相机都采用 Digital CCD。我们在选购数码相机时一定要先了解自己的需要。如果大部分时间需要连接电视机用相机做一些简报, Video CCD 的数码相机就是首选;相反,如果需要得到高质量和丰满色调的影像,那就最好选择解析度较高和采用 Digital CCD 的机种。

(三) 超级 CCD

超级 CCD 是由富士公司独家推出的,它并没有采用传统 CCD 正方形光电二极管,而是使用了一种八边形的光电二极管,像素是以蜂窝状形式排列,并且单位像素的面积要比传统的 CCD 大。

将像素旋转 45°角排列的结果是可能缩小对图像拍摄无用的多余空间。传统 CCD 中的每个像素由一个二极管、控制信号路径和电量传输路径组成。超级 CCD 采用蜂窝状的八边形二极管,原有的控制信号路径被取消了,只需要一个方向的电量传输路径即可,光电二极管就有更多的空间。超级 CCD 在排列结构上比普通 CCD 要紧密,此外像素的利用率较高,也就是说在同一尺寸下,超级 CCD 的光电二极管对光线的吸收程度也比较高,使感光度、信噪比和动态范围都有所提高。

富士公司超级 CCD 对 CCD 的主要结构改进,在于 45°角像素的排列。对于这种设计是否真正能提高分辨率,目前仍在争论之中,有待权威机构的严格测试来证明。不过超级 CCD 真正的作用可能是增加了光的捕捉能力和降低了噪声,这是由于更有效地利用了芯片的面积。

质疑者曾指出,在纵横方向的图像清晰度上,240 万像素超级 CCD 确实可以获得和其他公司 300 万像素不相上下的图像,但是根据其像素排列的特征,在倾斜方向上的图像清晰度最多也只有 200 万像素。所以行家推断,超级 CCD 可能使用通常 CCD 的技术,而突破了行业界所能用的 3:1 的插值比,而且仍然能在最终文件中保持同样的影像锐利度。

三、CMOS 图像传感器

CMOS 即互补性金属氧化物半导体,曾在微处理器、闪存和特殊用途集成电路 ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 的半导体技术上占有绝对重要的地位。CMOS 图像传感器过去有信噪比小、分辨率低这些缺点,一直无法和 CCD 技术抗衡,所以当佳能推出以 CMOS 为感光元件的 325 万像素的专业数码相机 EOS D30 时,令业内许多人士大跌眼镜,对采用这种廉价的材料来做感光元件,而且在较短时间内达到专业水平感到震惊。

CMOS 和 CCD 一样都是可用来感受光线变化的半导体。CMOS 主要是利用硅和锗这两种元素所做成的半导体,通过 CMOS 上带负电和带正电的晶体管来实现基本的功能。这两个互补效应所产生的电流即可被处理芯片记录和解读成影像。

CMOS 与 CCD 的图像数据扫描方法有很大的差别。CCD 传感器扫描的方法非常简单,就好像把水桶从一个人传给另一个人,并且只有在最后一个数据扫描完成之后才能将信号放大。CMOS 传感器可以在每个像素基础上进行信号放大,采用这种方法可节省任何无效的传输操作,所以只需少量能耗就可以进行快速数据扫描,同时噪声也有所降低。

与 CCD 相比,CMOS 很容易与 A/D 电路、数字信号处理等电路集成在一起,CMOS 生产成本低,成品率高,并且明显降低了功耗。CCD 只能锁存单一地落到成千上万的采

样点上的光线的状态。CMOS则可以完成其他许多功能：模数转换、负载信号处理、白平衡处理及相机控制等。如 Photobit 的 PB159 CMOS 影像传感器，在这一块 CMOS 中，集成了像素阵列、模糊转换部件及时序和控制部件，这是 CCD 做不到的。

目前，CMOS 基本都是应用在简易型数码相机上。随着 CMOS 技术的进一步完善，凭着功耗小、成本低的优点，CMOS 将在中低端数码相机领域大展身手。

第四节 数码相机的信号处理系统

影像在数码相机中始终以电信号的形式存在，信号的转换、压缩和处理，以及数码相机主要功能的实现等都离不开信号处理系统。

数码相机的信号处理系统主要包括：模/数转换（ADC）电路、DSP 数字信号处理器电路、DCT 编码压缩器电路，以及主控 CPU（MCPU）电路。信号处理系统都采用芯片结构，目前有多芯片与单芯片两种形式，其中多芯片结构在数码相机中应用得最早，也最普遍，而单芯片的应用最早出现在 1999 年 200 万像素新机型数码相机中，把处理电路的部分做成一块 ASIC 芯片以实现高速化，代表了一种新的技术发展方向。

一、A/D 模数转换器

A/D 模数转换器（Analog-to-Digital Converter），简称 ADC，通常称做 AD 转换器，是数码相机中一个较重要的部件。数码相机利用 A/D 转换器将 CCD 产生的模拟电信号转换为数字电信号，并传送到图像处理单元。

现在的 A/D 转换器利用晶体管的性质来工作，一般都做成集成电路。A/D 转换器的主要特性是转换速度（采样频率）和量化精度（编码位数）。转换速度指转换中每秒可达到的采样次数。量化精度指每次采样可以达到的离散的电平等级。量化精度决定了在 A/D 转换过程中的数据失真，一般的数码相机中 A/D 转换的量化精度为 8 位、16 位、24 位或 36 位。编码位数越长，数据的失真越小；还原出来的图像画质越好。一般中低档的数码相机采用 16 位或 24 位，高档的相机采用 36 位的较多。但随着编码位数的增加，数据量也增加，因此购买和使用数码相机时，应该根据需要选择一定的转换速度和量化精度。

二、DSP 数字信号处理器

无论是 CCD 还是 CMOS 图像传感器，都需要彩色图像处理器来完成自动白平衡、自动增益控制、自动曝光控制等图像处理工作以及 RGB 到 YUV 的图像格式转换工作。这些工作通常都是用 DSP 数字信号处理器来完成的。实时彩色图像的数据率非常高，所以要求 DSP 芯片的处理速度也非常高。高速的 DSP 芯片功耗很大，产生的热量会影响图像传感矩阵的工作，而且高速的 DSP 芯片还会引起很大的噪声，严重干扰图像传感矩阵的稳定性。因此，目前一些高档的数码相机多采用两片处理电路结构，把 DSP 芯片做成另外一块电路，以便与图像传感器分开。

DSP 芯片是数码相机的系统核心部件之一。人们通常称 DSP 芯片为数码相机的“心脏”，因为其处理电路通过参数调整最终决定图像质量。数码相机的 DSP 芯片实际上是一种高