

rockynook

理论结合实践，全方位系统诠释数码摄影技术
详细解说照片处理、RAW格式以及数码影像输出技术

数码摄影全程掌控

——拍摄、编辑、校色、输出

Digital Photography
from the Ground Up

[德] Juergen Gulbins 著
黄一凯 译

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

数码摄影全程掌控

——拍摄、编辑、校色、输出

Digital Photography
from the Ground Up

[德] Juergen Gulbins 著
黄一凯 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

数码摄影全程掌控: 拍摄、编辑、校色、输出 / (德) 格宾斯 (Gulbins, J.) 著; 黄一凯译. —北京: 人民邮电出版社, 2009.8
ISBN 978-7-115-20712-8

I. 数… II. ①格…②黄… III. 数字照相机—摄影技术
IV. TB86 J41

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第099117号

版权声明

© Posts & Telecom Press 2009.

Authorized translation of the English 1st edition © 2007 by Rocky Nook, Inc.

This translation is published and sold by permission of Rocky Nook, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

本书由美国Rocky Nook出版社授权人民邮电出版社出版。未经版权所有者书面授权许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

内 容 提 要

这是一本简明的数码摄影教程, 介绍通过建立一套完整的数码摄影工作流程, 解决一直困扰摄影师的各种棘手问题, 如摄影设备选购、图像后期处理、打印输出和显示器校色、海量图像文件管理等。本书对于初学者进行数码摄影实拍具有很强的借鉴和指导意义, 并可为所有立志成为职业摄影师的读者指明一条通往数码影像创作的捷径。

数码摄影全程掌控——拍摄、编辑、校色、输出

- ◆ 著 [德] Juergen Gulbins
- 译 黄一凯
- 责任编辑 李 际
- 执行编辑 王 琳
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京地大彩印厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 501千字 2009年8月第1版
印数: 1-4 000册 2009年8月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2008-4533 号

ISBN 978-7-115-20712-8/TB

定价: 49.00 元

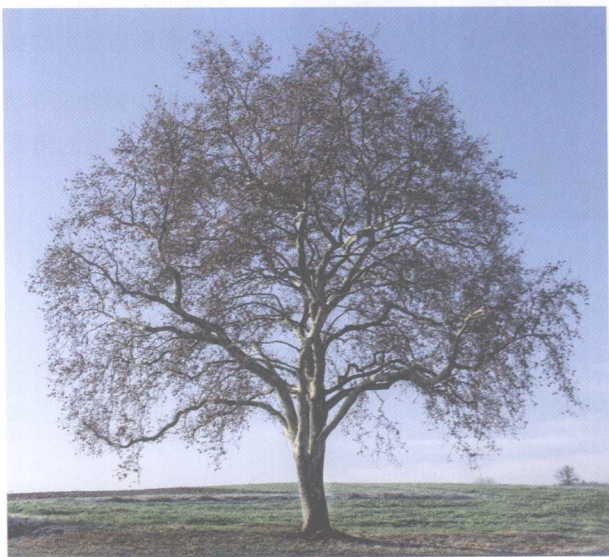
读者服务热线: (010)67132705 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前言

当今，数码摄影已经在很大程度上取代了胶片摄影的地位。这样的变化之所以发生，主要原因是数码相机的体积越来越小，同时价格越来越便宜；技术的发展也使得数码相机有能力与胶片相机一争高下，甚至在很多方面更胜出一筹。

- ▶ 按下快门之后，摄影师能马上在液晶屏上看到拍摄的结果。
- ▶ 数码摄影更容易掌握，同时开销上也比传统摄影要便宜。摄影师可以很方便地根据自己的需求在电脑上处理拍摄的图片。同时数码摄影也让摄影师们拍起来更加放松，因为你没有必要再为了底片、放大额外掏钱，甚至删除都变得更为简单了。
- ▶ 数码摄影便于以电子文件的形式分享文件，而传统摄影作品则需要花上复杂的工作才能把照片转换为电子文件。
- ▶ 只要简单的几步就能直接使用打印机输出数码照片，如果使用专用的照片打印机，那就更简单了。
- ▶ 人们可以直接使用电脑，或者通过电视、投影仪、因特网等多种手段来展示数码摄影作品，当然，也包括冲印成照片。
- ▶ 在因特网和出版界（宣传册、广告或文档等），数码影像文件的使用越来越广泛。在所有流程都被数码化的情况下，数码摄影能够省下包括冲洗和扫描在内的不少麻烦。

和掌握其他技能一样，为了能够制作出精美的数码影像，我们需要勤奋地练习，掌握基本原理和工具。这本书将会告诉你如何使用数码相机及一些其他所需工具。这本书面向那些希望提升摄影能力的初学者，同时也面对摄影爱好者。本书除了讲述使用简单的数码相机使用技巧，还会教授一部分准专业人士所必备的技术。本书并不踟躅于对产品炫目特性的描述，而是着眼于为读者打下坚实的摄影基础，而这些和那些耀目的高新科技是没有什么关系的。



本书在第1~2章介绍关于数码相机的基本知识后,第3章讨论摄影构图的知识,无论是对传统摄影而言,还是对于数码摄影,构图都是非常重要的。这一章着重于介绍如何构图让画面充满趣味性,让画面变得更美丽。

第4章介绍拍摄如人像、风光、儿童、动物等不同主题的要点。

第5章是全书的核心部分,将讲述如何进行数码影像处理。

第6章介绍如何处理RAW文件。随着数码单反相机的流行,RAW文件的相关知识也变得越来越重要。

第7章介绍作品展示方面的知识,重点是如何使用喷墨打印机输出照片,以及如何使用幻灯或者在线画廊的方式展示作品。

最后的第8章介绍如何进行图像数字化,如何管理和保存图片等相关知识。

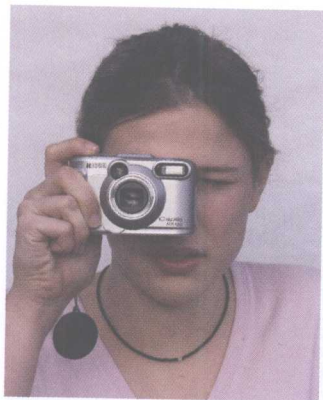
全书中的大部分图片都使用数码相机拍摄,然后使用Photoshop处理并编辑成书。少数图片扫描自反转片或实稿。

特别鸣谢:

在这里我想感谢 Adobe System Inc.、Apple、Extensis、iView Media Pro(已为 Microsoft 公司所收购)、Hamrick Software、LaserSoft、Canon、Epson、Nikon 和 Hama 等公司的帮助。他们为本书提供了所需的测试软件及其产品照片。

我也要感谢我的朋友们,他们不但为本书提供精美的照片和各自的经验,还鼓励我完成此书。这里我特别要感谢 Angela Amon,在她的图例与观点的支撑下,第3章才得以完成。

本书中最精彩的那一部分照片来自我的兄弟 Rainer Gulbins,他从摄影爱好者的角度出发,给了我很多有价值的建议。



目录

1	数码摄影概述	1	3.2	构图	54
2	相机和附件	5	3.3	使用摄影技巧构图	63
2.1	数码相机	6	3.4	建立自己的图片库	64
2.2	数码相机技术	7	4	摄影的种类	67
2.2.1	感光元件	8	4.1	摄影的基本技巧	68
2.2.2	镜头	11	4.1.1	准备	68
2.2.3	取景器	16	4.1.2	正确的曝光	69
2.2.4	相机的程序模式	17	4.1.3	从传统到数码	71
2.2.5	存储卡	19	4.1.4	直方图—重要的辅助工具	73
2.3	附件	22	4.2	人像和合影	75
2.3.1	相机包	23	4.2.1	人像	75
2.3.2	充电电池	23	4.2.2	儿童摄影	77
2.3.3	充电器	24	4.2.3	合影	78
2.3.4	三脚架	25	4.3	动物摄影	79
2.3.5	遮光罩、滤镜和转接环	25	4.4	风光摄影	81
2.3.6	附加镜	27	4.5	体育摄影	83
2.3.7	闪光灯	27	4.6	建筑摄影	84
2.3.8	其他工具	29	4.7	光和影	87
2.4	选择自己的相机	30	4.8	夜景摄影	89
2.5	计算机	32	4.9	闪光灯摄影	90
2.5.1	从相机到计算机	32	4.10	微距摄影	94
2.5.2	计算机配置	34	4.11	全景摄影	95
2.6	图像文件格式	35	4.12	小型静物摄影	100
	其他文件格式	38	4.13	影棚摄影	102
2.7	墨点、像素和线	40	4.14	翻拍	103
2.8	色温	44	4.15	基本技巧	105
2.9	景深	46	4.16	摄影的功能	108
2.10	光圈和快门	48	4.16.1	档案摄影	108
3	摄影构图	52	4.16.2	保险取证	109
3.1	拍摄前的思考	53	4.16.3	收藏品	110
			4.16.4	网上商店	110

4.16.5	建筑物	111	5.13.5	模糊滤镜	170
4.16.6	移动复印机	111	5.13.6	降噪	172
4.16.7	用照片作礼物	112	5.13.7	蒙尘与划痕	173
4.17	隐私权和肖像权	113	5.13.8	扭曲与变形	174
			5.13.9	移除红眼	178
5	图像编辑	116	5.14	调节图像尺寸和分辨率	178
5.1	图像编辑软件	117		图像大小对话框	179
5.2	图像编辑流程	119	5.15	矢量图形——可以自由缩放的图形	180
5.3	基本操作	122	5.16	抠图	181
5.3.1	准备工作	122	5.17	路径	182
5.3.2	浏览、评分和分类	124	5.18	图像合成	184
5.3.3	处理界面	124	5.19	滤镜和使用滤镜	186
5.3.4	Photoshop中的编辑工具	126	5.20	再谈图层	188
5.3.5	有用的屏幕显示和调板	131	5.20.1	关闭图层效果	188
5.3.6	选择和蒙版	132	5.20.2	复合图层	189
5.3.7	画笔	136	5.20.3	图层蒙版	189
5.3.8	图层	136	5.21	保存为正确的文件格式	189
5.4	色彩模式和色彩管理	139	5.21.1	保存工作文件	190
5.4.1	色彩位深	139	5.21.2	保存为存档所需的格式	190
5.4.2	色彩模式	140	5.21.3	保存为网络使用所需的格式	190
5.4.3	色彩再现和色彩管理	142	5.21.4	保存为打印所需的格式	191
5.4.4	色彩空间	144	5.21.5	保存为印刷出版所需的格式	192
5.4.5	色彩模式转换	146	5.21.6	保存为其他用途所需的格式	193
5.4.6	通道	148	5.22	还原和自动处理	193
5.5	实际的照片编辑流程	149	5.22.1	还原历史记录	193
5.6	拉直图像	149	5.22.2	批处理和宏	194
5.7	影调范围校正	150	5.23	生成设备配置文件	196
5.8	色彩校正	151		校准显示器	197
5.8.1	移除色罩	152	5.24	自动调整	203
5.8.2	色相、饱和度、亮度	154	5.25	润饰与修改	204
5.8.3	将彩色图像处理为黑白图像	154	5.26	疑难解答	205
5.9	曲线	157			
5.10	阴影/高光	158	6	RAW 模式转换	209
5.11	锐化和USM锐化	161	6.1	RAW文件	210
5.12	文字工具	165	6.2	RAW处理软件	211
5.13	润饰	165	6.3	处理RAW文件	213
5.13.1	复制与遮盖	166	6.4	使用Adobe Camera Raw(ACR)	214
5.13.2	仿制图章工具和图案图章工具	167	6.4.1	基本设置	217
5.13.3	画笔工具和铅笔工具	168	6.4.2	细节设置	222
5.13.4	加深、减淡等	168			

6.5	实际的RAW处理	226	8.6.1	命名规则	279
6.6	非破坏性编辑	227	8.6.2	备份	280
6.7	是否应该使用自动调整	227	8.6.3	备份软件	281
	ACR的其他功能	228	8.7	浏览软件、存档软件和数据库软件	282
7	数码摄影作品的输出与展示	230	8.7.1	图像管理需求	283
7.1	冲印店	232	8.7.2	使用元数据管理图像文件	284
7.1.1	冲印店	233	8.7.3	读取程序	288
7.1.2	专业输出工作室	237	8.7.4	扩展功能	288
7.1.3	画册	237	8.7.5	图像管理软件	290
7.2	使用喷墨打印机输出照片	238	8.8	综合图像处理软件	291
7.2.1	选择一款优秀的喷墨打印机	239	8.8.1	Apple Aperture	293
7.2.2	打印策略	241	8.8.2	Adobe Lightroom	294
7.2.3	打印机配置文件	242			
7.2.4	纸张	243			
7.2.5	打印前的准备	245			
7.2.6	实际打印	246			
7.3	打印软件	251			
	Qimage	251			
7.4	数码显示	254			
7.4.1	在计算机屏幕上创建幻灯片	256			
7.4.2	在视频光盘上创建幻灯片	256			
7.4.3	网络相册	257			
7.4.4	通过电子邮件发送照片	259			
7.5	其他展示作品的方式	260			
8	获取与管理图像文件	264			
8.1	从相机到照片	265			
8.2	工具	266			
	使用计算机读取数据	267			
8.3	从相机到计算机	268			
8.4	扫描仪和扫描	269			
8.4.1	扫描仪的选择	269			
8.4.2	设置扫描分辨率	272			
8.4.3	扫描前的准备工作	273			
8.4.4	扫描	274			
8.5	扫描反转片和负片	277			
8.5.1	从底片到光盘	277			
8.5.2	自行扫描	278			
8.6	图像管理	279			

数码摄影概述

1

在看到这本书以前，大部分人应该已经有过拍摄照片的经历。现代傻瓜相机的功能已经极为强大，这让拍照变得非常简单，每个人都能上手。诸如设置胶卷参数、选择光圈和快门、调节焦点这样一些在以前为了拍照必须掌握的技能，现在大多依靠相机帮我们完成，即使是对这些基本技能一无所知的新手，也能使用这样的相机拍出尚堪一用的照片。

但是我们依旧很容易分辨出什么样的照片不过是新手的随拍，而什么样的照片是出自真正精于这一技艺的摄影师；很容易判断出谁掌握了摄影的真谛所在，谁又是把握了构图的精髓。这些摄影师的作品并非来自偶得，而是个人情感的凝聚与传达。

诚然，学习关于影像拍摄和后期制作的技巧需要花费一些时间。但是我们付出的努力最终都会以更优美的作品给予我们回报。



* 本书中的大部分图片使用奥林巴斯C-1400L数码相机拍摄，这是一款仅有130万像素的早期数码相机，但是它的光学性能很好。事实上，并不是只有昂贵的摄影器材才能创造优秀的摄影作品。

随着桌面出版业的发展，越来越多的爱好者们需要承担过去由那些专业人员完成的工作。过去，只有很少的摄影爱好者亲手放大自己的照片，但是随着数码摄影技术的发展，人们拍摄的照片越来越多，而这些照片正以各种各样的方式为人们所欣赏，如在屏幕上浏览，用打印机打印出图片，或是在因特网上与人共享。对于传统的照片放大工作来说，我们通常会进行裁剪以及一些其他的调整工作。而对于数码照片来说，可供我们发挥的空间就更大了。

尽管数码摄影与传统摄影有诸多共通之处，但是还是有很多显著的区别是我们需要注意的；同时，我们对数码摄影还能做得更多——如编辑图片上的内容，这都是我们需要学习和掌握的。因此即使你已经对于传统摄影滚瓜烂熟，在数码时代依旧有很多东西需要学习。



摄影就像是捕猎鳄鱼，你必须时时保持警惕

练习，练习，再练习

我们能够通过书本获取很多的概念和想法，学习到相关的基础知识，扩充我们的视野，并且勾勒出一个大致的工作流程。这样的一些知识能够让你上手更快，也更容易，甚至让所有的一切充满乐趣；而你能够在这样一个良性循环中对相机或者其他的技术内容更加充满兴趣。

但是这种乐趣均是在练习之中才有可能获取的。你必须熟悉你的相机，阅读说明书，了解相机上的每一个选项和功能键。只有这样，你才能够成为一个合格的摄影师。

→ 通常你可以在相机的附带光盘中找到电子版的完整的相机使用指南。

大部分数码相机附带的纸质说明书都只是简单地对最重要的拍摄步骤加以说明，因此你还需要看看附在随机驱动光盘上的电子档说明书，更详细地了解相机的所有功能。

如果你从未接触过摄影，那么你还需要训练自己的眼力。你需要学习数码技术给这一艺术带来的全新可能性，而为了更好地享受这些潜在的可能性，你还需要学习图像处理和图像管理方面的软件。

本书中使用的符号

本书的组织很简单，符号“图像 ▶ 尺寸 ▶ 图像大小”表示打开菜单的顺序。红色或绿色的箭头以及圆圈用来强调图像或对话框上的某些部分。为了表意清晰，部分屏幕截图将被简化。

软件使用手册并非是本书的写作目的，因此所有的操作指导更遵循一般的工作流程，而不是为了针对某一具体软件介绍。同样我们讲解相机或者其他软件的时候，也是遵循这一原则，尽管不同的相机或软件所使用的术语、菜单按钮说明以及操作顺序可能不尽相同。

本书中所涉及的图像编辑软件以 Photoshop CS3 为主，但是也会谈到其他一些软件，如 Apple Aperture、Adobe Photoshop Elements、Adobe Lightroom 等。尽管本书在写作时主要针对 Photoshop CS3，但是其中的大部分操作在之前版本的 Photoshop 中也能实现，其思路也可以应用到别的图像编辑软件之中。

尽管我们在书中谈到了具体的 Photoshop 操作，但是请记住，本书并不是一本软件使用手册，而是用这些操作来对概念性的工作流程加以说明。

书中所描述的工作流程仅供参考，而不应被奉为教条。如果想要得到更好的作品，创意和练习才是最有效的方法。

三思而后行

数字影像处理软件多得足以让人眼花缭乱，但是不同软件的功能其实多有雷同。举例来说，大部分的图像管理软件均包含了一些简单的、傻瓜化的图像修复工具。同样的，大部分面向摄影爱好者的图像编辑软件也提供了一些简单的图像管理工具。好在基本上所有这些软件均为我们提供了试用版，或者限制功能的简化版本供免费使用。在决定购买之前先行试用，然后再选择让你动心的软件，最好是图像处理和图像管理软件各一，另外也可以选择一款用来完成特别效果的软件。这是唯一有效选择、学习并使用适合于你自己的软件的方法。

➔ 符号“图像▶尺寸▶图像大小”

表示打开菜单的顺序。

符号[Ctrl]+[A]表示同时按下键盘 [Ctrl] 键和 [A] 键，

⌘ 表示按 [Shift] 键，

○ 或 ○ 的圆圈用来强调图像或对话框上的某些部分。

➔ 如果你不是每天都有时间坐在计算机前使用这些软件，那么列一个常用命令表也许会对使用有些帮助。



来源：德国奥林巴斯

相机和附件

2

数码相机和传统相机有很多相似之处，但是也有些新的知识需要我们学习。本章介绍数码相机的组成原理，与传统相机的区别，以及不同种类的数码相机之间的区别。同时还谈到了在挑选数码相机及附件时可供参考的一些重要的技术参数。

2.1 数码相机



摄像头 (罗技 ClickSmart 519)



小数码相机 (佳能 IXUS 400)

SLR 单镜头反光相机, 简称单反相机

DSLR 数码单镜头反光相机, 简称数码单反



固定镜头的数码单镜头反光相机
(索尼R1, 1000万像素)

如今市面上的数码相机种类和当初的胶片相机一样五花八门, 特别是小尺寸感光元件的相机。而在常规视野之外还有为中画幅相机和大画幅相机开发的数码后背, 这类产品不会在本书中提到。

手机摄像头属于数码相机中最低端的产品, 但是它们也对数码摄影起到了普及作用。手机摄像头的分辨率一般从 320×240 像素到 1280×1024 像素, 画质也非常有限。对于真正的摄影来说, 基本是不会选择的。比手机摄像头略强的是计算机摄像头, 分辨率一般从 640×480 像素到 1280×1024 像素 (30 万 ~ 130 万像素), 大多不具备光学变焦功能。这两类仅仅是基本具有相机功能的成像设备, 而不在本书中继续讨论。

其后是庞大的消费类数码相机市场, 目前的主流消费类数码相机从 600 万像素 (2816×2112 像素) 起跳, 最高达到 1200 万像素 (4000×3000 像素), 而且还在进一步攀升之中。但是随着像素密度进一步增加, 这类相机中的低端产品的光学分辨率已经无法满足感光元件的要求。这一类数码相机的主流价位在 1000 ~ 4000 元内, 具体价格主要由分辨率、镜头性能、技术参数决定。相机的尺寸也是一个重要因素, 即相机越小, 价格越高。主流产品均提供 3 ~ 4 倍的变焦比, 变焦比范围越大, 价格也越高。随着一些变焦比甚至达到 16 倍的超大变焦比相机的出现, 防抖技术应用也越来越广泛。

更加高端的是准专业数码相机和专业数码相机。这类产品的像素目前从 800 万起跳, 截止到 2007 年, 最高端产品已经达到了 2200 万像素, 也不可免俗地卷入了像素战争之中。这类产品包括数码单反相机和固定镜头相机, 如索尼的 R1。数码单反相机和传统胶片相机类似, 也能够更换镜头, 如佳能的 EOS 400D。

这类数码相机中, 800 万 ~ 1000 万像素的低端产品售价已经降到了 3000 元上下, 但是高端产品的价格依旧是高不可攀。另外单反相机还必须考虑到购置镜头的额外费用。这类相机大部分仍在沿用以往胶片相机设计的镜头, 但是在使用的时候要考虑到镜头转换倍率。镜头转换倍率又叫裁切倍率, 这是由于数码单反相机的感光元件大多小于传统胶片的感光尺寸 ($24\text{mm} \times 36\text{mm}$) 造成的, 一般倍率在 1.3 ~ 2.0 之间。也就是说, 一支 85mm 镜头安装在数码相机上, 可能获得相当于传统 135 胶片相机 110mm ~ 170mm 镜头的成像效果。对于经常拍摄野生动物或体育运动的摄影师来说这是一个好消息, 因为长焦镜头就是他们的最爱。但是对于偏爱广角镜头的摄

影师来说这个消息就很糟糕了。无论如何，想要完全挖掘这类相机的潜力，一支好镜头是必不可少的。

由于数码相机型号如此之多，在选购数码相机前必须问自己：我需要什么功能？我想用它做什么？我打算花多少钱？以小数码相机为例，这类相机一般镜头成像质量都不会很好，功能也非常有限。但是因为它们的尺寸很小（一般不超过 $110\text{mm} \times 60\text{mm} \times 15\text{mm}$ ）重量也很轻，因此非常适合随身携带，随时随地记录生活当中的小细节。这就是为什么小数码相机能够打下自己的江山，甚至威胁到传统傻瓜相机生存空间的原因。

如果需要拍摄高分辨率的影像，并且想要学习摄影技巧，那么就需要一款更为专业的相机。如果自己拥有传统胶片单反相机和与之配套的镜头，那么就可以选择一台数码单反相机。为了能够更好地使用相机，最好这类镜头成像质量优异，并且其有自动对焦功能。

在人们的热情和市场的反响推动下，数码相机推陈出新的脚步从未停滞。过去的数码相机仅仅是略作修改的传统胶片相机，但是今天的数码相机已经结合了更多数码摄影的新思路。柯达和奥林巴斯公司联手制订的 4/3 系统就是一个最好的例子。4/3 系统是一个公开的镜头卡口标准，允许不同制造商针对符合此类标准的相机制造镜头。4/3 系统的感光元件对角线长为 4/3 英寸，而且完全针对数码摄影所设计。其理念在于设计一款全新单反相机系统，拥有小型化镜头和与之配套的镜头。这一系统的第一款相机于 2003 年面市，镜头倍率为 2 倍。遗憾的是，截至目前仅有徕卡和松下两家公司加入了这一体系。适马公司为此类相机设计和生产了几款镜头。

类似于 IT 界的摩尔定律，中端数码相机市场也在不断地成长，随着时间推移，相机的功能会变得更强大，存储速度会变得更快速，开机响应会变得更迅速，快门延时会变得更短，调整选项也会变得更多。

数码单反相机会慢慢占领市场。尽管还存在改进空间，但是现有型号相机所拍摄的影像质量已经足够优异了。如果想买，就没有必要再等待了。

2.2 数码相机技术

不管是打算购买或者是已经开始使用数码相机，了解一些关于其组成和功能的基本知识都是大有裨益的，所以我们从数码相机的技术知识开始说起。



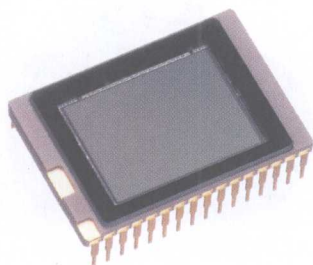
入门级数码单反：佳能400D，可更换镜头，1000万像素



全画幅专业数码单反：佳能5D，1280万像素



全画幅专业数码单反：尼康D3，1210万像素



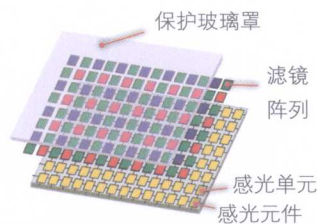
奥林巴斯E-1上使用的CCD感光元件

2.2.1 感光元件

数码相机用感光元件取代了传统摄影中的胶片。感光元件可以把捕捉到的图像转换为电子信息，以便保存到存储器中。数码相机的基本特性便由感光元件的分辨率、尺寸和感光能力所决定。

数码相机一般使用电子耦合器 (CCD) 或互补金属氧化物半导体 (CMOS) 作为感光元件，这两种设备都能起到将光信号转换为电信号的作用。

整个感光元件被分为很多个独立的小感光单元，每个单元接受光线并分别将其转换为电信号并存储。感光单元只能够分辨光线的强弱，但是不能分辨光线的色彩。为了解决这一问题，人们设计了一种按照某一特殊排列方式排列色彩滤镜，并放置在感光单元前，这一排列方式被称为拜耳阵列。拜耳阵列由红、绿、蓝三色滤镜分别排列而成，负责过滤进入感光元件单元的光线。在拜耳滤镜上方还有一层玻璃，用来保护感光元件，同时起到阻隔紫外光的作用。新型数码相机的感光元件表面还有一层微透镜阵列用来保证所有的光线都能有效进入感光单元内，而不会被损耗。



典型的数码相机感光元件结构

人眼对于绿色特别敏感，这是由于我们的视网膜中感知绿色的锥状体细胞要多于感知红色或蓝色的锥状体细胞。由于这个原因，同时也由于绿色信息中通常细节信息更为丰富，拜耳滤镜中绿色滤镜的数量是红色滤镜或蓝色滤镜数量的两倍。事实上感光元件无法准确地判断出某一个具体感光单元所接受光线中红、绿、蓝三色的比例，而是根据拜耳算法来计算出相邻 4 个感光单元所感知的色彩。

有的感光元件在拜耳滤镜阵列中使用了深浅不同的两种绿色滤镜，因此这类滤镜使用的算法也有所不同，这些新型感光元件的色彩分辨能力通常更好。

感光元件的色彩位深是其另一个重要性能指标。色彩位深为 8 位时，对应每个通道能够表现 256 种灰度，把红绿蓝 3 个通道计算在一起，即是 16 777 216 种色彩。高端数码相机的色彩位深能够达到 10 位、12 位、14 位甚至 16 位，因此能够记录更为细腻的光线和色彩变化。尽管最终的照片，特别是冲印或印刷出来的照片甚至无法有效利用 8 位色彩深度的图像；而人眼所能分辨的色彩也不过 100 万种左右，但更高的色彩深度能够为后期处理过程保留更多的原始色彩信息。为了满足存储高色彩深度图片的需求，应该把影像文件保存为 RAW 文件（见第 36 页）。

为了提高感光元件的感光性能，扩大感光元件的动态范围*，富士公司设计了一种感光元件，其每个感光单元均由两个部分组成：

* 动态范围表示图像中最亮点和最暗点之间的范围。

较小的部分负责高强度的光信号，较大的部分负责吸收暗部的光信号。这两部分接受到的信息通过特定算法中和，生成单个像素的信息。数码相机的进步源于过去几年中扫描仪技术的不断进步，即使是现在的低端扫描仪，也能够做到一个像素捕获 3×12 甚至 3×16 位的色彩信息。当然，相机感光元件的发展也对于相机的处理能力和存储能力提出了更高的要求。

还有一类感光元件，称作 Foveon，这种感光元件能够在同一个感光单元上同时捕捉红、绿、蓝三色信息。这种感光元件由 3 层感光元件堆叠而成，每一层分别对应一种颜色，利用硅的天然属性来识别并分离不同波长的色光。这种感光元件的分辨率不是非常高，但是对颜色捕捉却非常精确。因此使用该感光元件得到的图像要比使用传统感光元件得到的图像清晰得多。

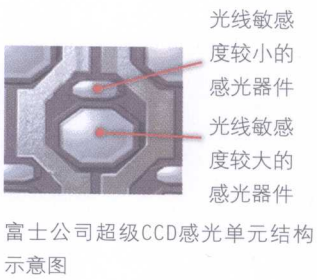
在未来，我们还能够看到更多的感光元件出现。目前的研究焦点在于提高感光元件的分辨率、感光度、动态范围和处理速度等。其中要实现最后一点，还需要处理芯片和存储设备的配合。

曾经有很长一段时间，人们乐于争论 CCD 与 CMOS 感光元件孰优孰劣，实则两者各有千秋。CMOS 感光元件耗电量更小，这就表明其工作时的发热更少，从理论上说拍摄结果的噪点也就越少。事实上这样的争论是毫无意义的，这两类感光元件在市场上都能找到对应的优秀产品，有些厂商还同时生产采用两类感光元件的产品，用在不同型号的相机中。机型对噪点的影响远大于感光元件工艺对于噪点的影响。噪点是数码影像的特性之一，有些类似于传统摄影中的胶片颗粒，尽管两者的技术成因完全不同。

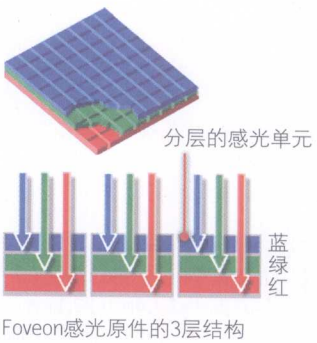
数码影像中的噪点表现为相邻像素之间的亮度或色彩突变，因此被分为明度噪点和色彩噪点两类。噪点主要集中在图像暗部，在后期处理的时候如果提亮图像暗部，噪点尤为明显。理论上来说，噪点是感光元件读取数据中的错误信号。一般来说感光元件尺寸越大，噪点也就越少。更大的感光元件能够接受到的光能信息也就越多，因此不需要额外的信号放大——这是造成噪点的主要处理过程。

感光元件越大，噪点也就越低。但是从另外一个方面来说，制造成本也就相应提高，并且在拍摄的时候也就需要更大、更昂贵、成像质量更好的镜头。

书中所涉及的数码相机其感光元件尺寸大致可以分为 3 类：尺寸为 $36\text{mm}\times 24\text{mm}$ 的全画幅感光元件，尺寸大约为 $25.1\text{mm}\times 16.7\text{mm}$ 的 APS-C 幅面感光元件和更小的小型感光元件。有时候也可以使用英制对角线长度来区别感光元件尺寸，如前面提到的由奥林巴斯和松下公司



富士公司超级 CCD 感光单元结构示意图



Foveon 感光元件的 3 层结构

→ 我们在本书中只涉及相当于 135 全画幅及以下的数码相机，最大感光面积为 $36\text{mm}\times 24\text{mm}$ 。中画幅或大画幅数码相机的感光器件和这里谈到的又不相同。