

徐之海 李奇 编著

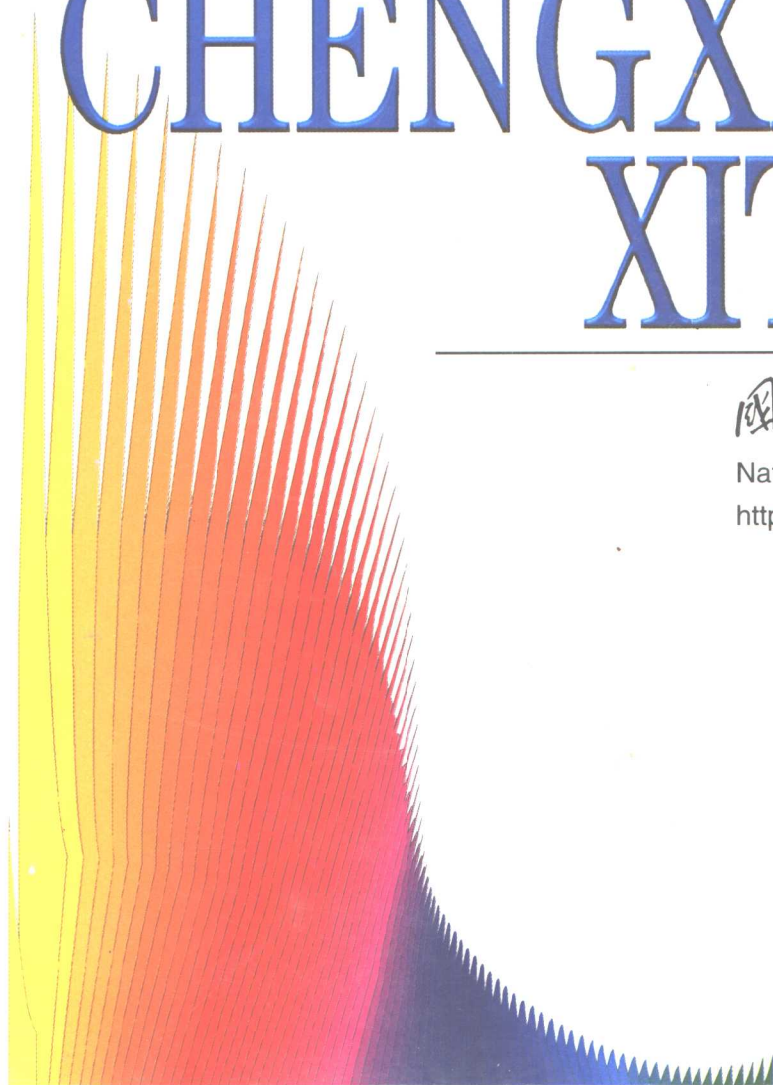
现代 成像系统

XIANDAI CHENGXIANG XITONG

国防工业出版社

National Defence Industry Press

<http://www.ndip.com.cn>



现代成像系统

徐之海 李 奇 编著

国防工业出版社

·北京·

2011117

图书在版编目(CIP)数据

现代成像系统/徐之海,李奇编著. —北京:国防工业出版社,2001.9

ISBN 7-118-02585-2

I. 现... II. ①徐... ②李... III. 成像系统 IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 040927 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14 320 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

序 言

随着科学技术的不断发展,人们对客观事物的认识不断深化,20 世纪中叶信息科学、信息技术应运而生,并成为日益重要的科学技术而迅速发展。现在信息技术的应用已渗透到人类社会的各个领域,它与生命科学、生物技术、纳米科学与技术一起成为 21 世纪之初人们最为关心的科学技术。语言、文字、图像等都是信息的载体。图像信息是信息科学中的一个重要组成部分,现代成像是图像信息技术的基础,是现代光学仪器的典型代表。现代科学技术的发展,使得我们既有可能、又十分必要以新的科学知识,综合的科学思想来认识与创造形形色色的成像系统。从传统的“技术摄影”发展到现在的“成像工程”,正是意味着我们在继承前人工作的基础上,努力探索与发展,以迎接新世纪信息革命的挑战。作为光电信息工程学科基础之一的《现代成像系统》一书正是在这种时代需求下诞生的。

《现代成像系统》一书涵盖了摄影成像、数码成像、电视成像、红外成像和医学成像方面的内容,对成像工程领域中带有普遍性的系统,从光、机、电系统结构和成像机理方面进行较为详尽的阐述。它既包括了已经形成规模产业的传统成像系统,也包括了近几年来迅猛发展的数码成像、数字电视系统等崭新内容;既有面向日常生活中应用的普及型成像系统,也有面向军事科学领域和生命科学领域的专用成像系统。期望它能够成为成像工程领域中较为系统和综合的一部著作。

现代成像系统改变了人类视觉信息的获取和传播方式,拓展了人类认识世界、探求真理的能力。现代成像系统的应用正在全方位地发展,从军事探测、医学诊断、工业测试等专业领域,深入到人们日常生活中的图像记录与娱乐。所有这些应用充分显示了现代成像技术在现代科技和现代生活中的重要作用,它必将成为 21 世纪举足轻重的学科和产业。

《现代成像系统》一书是浙江大学光电系从事成像工程研究的几代教师近半个世纪以来知识与智慧的结晶,是作者多年来在专业教学及科研中,在新技术和新系统的学习与探索中的一些积累。作者之一徐之海博士 1982—1989 年就读于浙江大学光电系,并获学士、硕士学位,1996 年获博士学位,1996—1997 年作为访问学者前往美国新泽西州立大学工作过,现为浙江大学光电系副主任。1986 年起即从事照相机、数字成像系统、计算机视觉方面的科研、教学工作,发表论文二十余篇,与美国 CONCORD CAMERA、韩国 SAMSUNG 等进行多项科研项目的合作。另一作者李奇曾就读于浙江大学电机系获学士学位,就读于浙江大学光电系获硕士学位。他们两位现在都在浙江大学信息科学与工程学院任教,有丰富的教学经验,较深厚的理论与实践基础。在本书的编著过程中,他们把自己的教学与科研工作中积累的知识加以系统化,并汇集了大量的资料。本书的出版必将为从事图像信息科学与技术研究和生产提供有益的帮助。

张浚生

2001 年 3 月

前 言

本书阐述了现代成像系统的基本原理与结构,是作者多年来在专业学习、教学及科研探索的基础上编写而成的,也是浙江大学信息科学与工程学院光电信息工程系从事成像工程研究的几代教师的知识与智慧的结晶。

全书共分六章:第一章为绪论;第二章为传统照相系统,论述了照相机的基本原理与系统结构,介绍了现代照相机实现自动曝光、自动对焦、自动卷片等自动化功能的技术;第三章为数码成像系统,重点介绍了数码相机的光学系统、CCD/CMOS 成像器件、DSP 数字图像处理、数码相机的曝光和对焦自动控制技术;第四章为电视成像系统,论述了电子束成像和液晶成像的基本原理,介绍了闭路电视系统、模拟电视系统和数字电视系统的组成和原理;第五章为红外成像系统,着重讨论了主动式红外成像系统、红外热成像系统和微光成像系统的原理和结构组成;第六章为医学成像系统,介绍了医学诊断中常用的 X 射线成像、CT 成像、超声成像和磁共振成像的系统原理。

本书由浙江大学光电系徐之海、李奇编著,其中:第一、二、三、五章由徐之海编写;第四、六章由李奇编写。

在本书的编写过程中,始终得到了浙江大学成像工程研究室全体教师和研究生们的大力支持,在这里要感谢冯华君教授、戴顺林高工、边美娟老师给予的鼎力帮助。

特别要感谢技术摄影专业的前辈、光学仪器专家、浙江大学党委书记张浚生教授在百忙之中阅读书稿,并为本书作序。本书的编写成功与导师和前辈们多年来的教育是密不可分的,感谢唐晋发教授、孙扬远教授、已故王兆远教授和裘然继副教授的精心培养;感谢陆祖康教授、曾广杰高工、刘旭教授、何赛灵教授等浙江大学光电系的教师对我们工作的支持和帮助。

本书的出版还得到了台湾明腾工业股份公司周弘台先生、汤建君先生和熊世杰先生的资助,国防工业出版社的周润芬等同志也为本书的出版付出了辛勤的劳动,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,本书难免存在缺点错误,欢迎批评指正。

编 著 者

2001 年 3 月于求是园

内 容 简 介

本书涵盖了摄影成像、数码成像、电视成像、红外成像和医学成像等内容,对成像工程领域中的知识,从光、机、电系统结构和成像机理方面进行了较为详尽的阐述。它既包括了已经形成规模产业的传统成像系统,也包括了近几年来迅猛发展的数码成像、数字电视系统等崭新内容;既有面向日常生活中应用的普及型成像系统,也有面向军事科学领域和生命科学领域的专用成像系统。

本书是浙江大学光电系从事成像工程研究的几代教师近半个世纪以来知识与智慧的结晶;是作者多年来在专业教学及科研中,在新系统的学习与探索中的一些积累。

本书可供从事图像信息科学与技术研究、生产、学习人员参考。

440-007

000000

000000

目 录

第一章 绪论	1
第二章 传统照相系统	4
§ 2-1 照相机的发展历史与分类	4
一、照相机发展历史	4
二、传统照相机的分类	7
§ 2-2 照相机的基本系统结构	7
一、主体	9
二、成像镜头	12
三、取景系统	22
四、快门系统	26
§ 2-3 照相机的自动控制系统	35
一、自动曝光控制	35
二、对焦自动控制	39
三、闪光自动控制	44
四、卷片、倒片的自动控制	48
第三章 数码成像系统	53
§ 3-1 数码相机的特点与分类	54
一、数码相机的特点	54
二、数码相机的分类	55
§ 3-2 数码相机的技术指标和新功能	59
一、数码相机技术指标	59
二、数码相机的新功能	62
§ 3-3 数码相机的系统结构	63
一、光学系统结构	63
二、成像光电器件	69
三、曝光控制	78
四、自动对焦系统	83
五、数字图像处理(DSP)	85
六、系统流程控制	89

第四章 电视成像系统	91
§ 4-1 电子束成像原理与成像器件	91
一、电子束扫描成像原理	91
二、电子束扫描成像器件	93
§ 4-2 液晶成像原理与成像器件	101
一、液晶成像原理	101
二、液晶成像器件	104
§ 4-3 闭路电视系统	109
一、闭路电视概述	109
二、闭路电视系统组成	110
三、闭路电视系统的应用	112
§ 4-4 模拟电视系统	112
一、电视信号的产生	112
二、电视信号的发射和差转	113
三、电视信号传输系统	114
四、电视信号的接收	118
§ 4-5 数字电视系统	122
一、数字电视概述	122
二、数字电视系统	123
三、数字电视标准	128
四、数字电视信号的接收	130
第五章 红外和微光成像系统	132
§ 5-1 红外辐射的基本概念	132
一、黑体	133
二、基尔霍夫定律	134
三、斯蒂芬—玻耳兹曼定律	134
四、维恩位移定律	134
五、红外辐射在大气中的传输	135
六、红外辐射在介质中的传输	136
§ 5-2 主动式红外成像系统	137
一、系统结构与特点	137
二、光学系统	139
三、红外变像管	141
四、选通技术	142
五、红外探照灯	143
§ 5-3 红外热成像系统	144
一、红外热成像光学系统	147
二、热成像系统的摄像方式	153

三、红外探测器	155
四、红外探测器用的致冷器	158
五、信号处理与显示	160
六、凝视型热成像系统	161
§ 5-4 红外微光成像系统	165
一、系统的组成及工作原理	165
二、微光成像光学系统	167
三、微光像增强器	169
四、实用微光电视成像管	171
第六章 医学成像系统	176
§ 6-1 X射线成像系统	176
一、X射线概述	176
二、X射线的产生	177
三、X射线与物体的相互作用	179
四、X射线成像	182
§ 6-2 CT成像系统	185
一、CT概述	185
二、CT成像系统的组成	186
三、CT图像重建	189
四、CT的主要功能	191
五、CT技术进展及展望	192
§ 6-3 超声波扫描成像系统	193
一、超声波的基本特性	193
二、超声成像系统的组成	196
三、超声扫描成像原理及分类	199
四、超声成像的发展方向	200
§ 6-4 磁共振成像系统	202
一、核磁共振基本原理	202
二、参数测试	205
三、磁共振图像重建	208
四、磁共振成像装置系统	210
参考文献	214

第一章 绪 论

图像信息是信息工程学科领域中信息含量最大、内容最丰富的一个分支。据生物学家的研究统计,在人一生所获取的知识与信息中,80%是通过视觉图像。人类视觉是通过客观景物在人眼视网膜上产生的图像反映、视觉神经的传输、大脑皮层对图像的记忆而产生的。在科学发展到 21 世纪的今天,人类具有了越来越丰富的科学手段来获取图像信息,并通过对图像信息的分析与处理来认识世界。现代成像是综合光学、电子、计算机、机械等技术将客观世界中的信息以各种方式转变成图像信息的科学系统。现代成像系统丰富了人类的视觉世界、改变了人们的生活方式。现代成像系统的发展大大提高了人类认识世界、探求自然真理的能力,成为图像信息科学中的基础。

人类对视觉图像的记录开始于绘画艺术。针孔成像是人类通过科学手段,探究准确、客观地记录图像信息的开始。19 世纪 30 年代末法国人达盖尔发现银盐感光材料,并发明了世界上第一台照相机,成为了人类历史上第一个成像系统。历经了 160 多年的发展,传统照相系统成为了集光、机、电、精密塑料为一体的高科技产品,具有自动曝光,自动对焦,自动卷片,自动胶片感光度识别、自动打印日期等多项自动化功能的智能化成像仪器。普及型照相机已经进入千家万户,成为人们记录生活中美好瞬间的工具。

摄影成像系统的根本是通过一个成像光学系统将客观三维世界中的景物变换到二维成像平面的过程。如果用 (x, y, z) 表示物方三维空间中的一点 P , (ξ, η) 表示成像平面上的相应像点 P' , 则这一类的成像关系可以用矩阵变换的形式来表示

$$\begin{bmatrix} \xi \\ \eta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (1-1)$$

其中变换矩阵 $T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \end{bmatrix}$ 代表了摄影成像光学系统的映射作用。

在成像平面上用光化学材料作为图像的接收媒介而成为传统照相系统。该系统的特点是用像平面的光强分布和色度分布控制胶片上光化学反映的进程,以胶片曝光的方式记录影像。曝光后的胶卷需经显影、定影化学处理后得到永久的图像。

在成像平面上用 CCD/CMOS(电荷耦合器件/互补型金属氧化物半导体)等光电面阵器件接收图像信息就成为数码成像系统。CCD/CMOS 由数十万、数百万甚至数千万的光电像素列阵组成成像平面。数码相机将图像光强分布和色度分布转化为以空间像素为取样单位的离散电信号。通过 A/D 转换将电信号数字化,并用数字图像的方式压缩和存储图像信息。数码成像技术彻底取消了传统的照相系统中的化学处理步骤,使摄影过程更为便捷,与计算机系统的信息交换更为方便迅速。进入 21 世纪,随着微电子技术、超大规模集成电路技术、电子计算机技术的进一步发展,数码成像技术的发展日新月异。数码成像系统的前景普遍为人们所看好。

电子束成像是根据人眼的视觉滞留特性,通过电子束扫描的方式记录和显示图像的。

由此产生的现代电视系统实现了图像信息的远距离传输,大大拓展了人类传播和获取图像信息的能力,改变了人们的生活,引起了巨大的社会变革。电视图像系统由摄像、传输和显示等部分组成。在摄像过程中,系统通过摄像管的光电效应,将被摄景物的光强分布和色度分布通过电信号的方式记录下来;在显像过程中,系统运用电子束扫描荧光屏发出亮点,逐像素显示,将电信号还原成对应的图像信息。计算机图像显示、有线电视和闭路电视系统是建立在电子束成像理论上发展起来的。计算机图像显示技术和数字图像处理技术的成熟使现代成像系统和高速发展的计算机信息技术结合成一体,为数码相机、数字电视等成像系统的发展提供了广阔的空间。电视成像系统的摄制、传输、处理和显示向着数字化方向的方向发展。数字电视不仅能够提供高清晰度的图像和逼真的立体声像效果,更重要的是能够与计算机、因特网相联接,实现图像信息的双向传输、实时处理等功能。电视成像系统的另一大发展趋势是采用液晶显示技术。液晶图像显示具有高清晰、显示信息量大、没有电磁辐射、低功耗、体积小等突出的优点。可以预计在不久的将来,几乎所有的电子束成像显示器都将被新一代的液晶显示系统所取代。

人类的视觉光谱范围是有限的,人眼无法感知视觉光谱(波长为 $0.38 \sim 0.78\mu\text{m}$)以外的图像信息。将成像系统的光谱范围向红外方向扩展即成为红外成像系统。19 世纪 20 年代发明的 Ag-O-Cs 光阴极,开创了近红外成像器件的先河,使人类开始能够借助于成像系统感受肉眼所无法看见的红外图像世界。自身带有红外照明光源的主动式红外夜视系统,运用成像物体对红外光源的不同反射特性,通过红外变像管将红外图像转换成可见光图像,达到获取图像信息的目的。

客观世界中任何温度高于绝对零度的物体,总是在不断地发射红外辐射。红外热成像系统通过红外光学系统将物体发射的红外辐射收集起来,经过光谱滤波之后,将之会聚并成像到单元探测器所在的焦平面上,形成与景物温度分布特征相对应的热图像。红外热成像系统结构已经开始由光机扫描的形式向凝视型红外面阵器件方向发展。红外微光成像系统是利用光增强技术的光电成像系统,目的在于改善人眼在极低照度(10^{-5}lx)下的图像视觉性能。微光夜视仪和微光电视系统在军事上已得到迅速发展和广泛应用。

将成像光谱范围向紫外方向拓展至 $0.0006 \sim 50\text{nm}$ 的 X 光波长范围时,就成为 X 射线成像系统。运用 X 射线的强穿透特性以及 X 射线衰减与被照射物体的密度和厚度的关系,系统可以对人体内脏器官与骨骼进行成像。利用 X 射线的荧光效应和摄影效应可以将图像转化到人眼光谱范围中的图像,实现图像观察和图像记录。X 射线成像系统成为医学成像学的基础,为医生进行心肺和骨骼病情诊断提供了强有力的图像手段,在人类医学发展史上具有划时代的意义。

超声成像是通过发射超声波、检测回波、将人体组织特性显示和记录成图像信息的医学成像系统。当向人体组织发射超声波时,超声波会被组织界面反射或被微小粒子散射回来,回波的特性变化与超声波在人体组织中的吸收与衰减特性、传播特性、界面和散射粒子特性有关。超声成像是通过对回波特性的检测来获取人体组织特性的信息,并与电子束成像显示系统相结合,以扫描图像的方式显示和记录。在医生分析和诊断病人体内器官的过程中,超声成像已经成为不可缺少的检测方法。

医学成像中的 CT 成像、磁共振成像是伴随着计算机技术的发展而产生的现代成像系统。与物空间和像空间投影变换的成像系统不同,CT 成像、磁共振成像是通过计算机图像重建来实现的。CT 成像技术是用 X 射线束从多个方向对人体部位一定厚度的层面进行扫描,然后

由光电转换器测定透过的 X 射线量,数字化后经过计算得出该层面组织各个单位体积的吸收系数,最后由计算机以一定的算法重建图像。由多个层面的 CT 图像可以清晰地描述人体内部的三维结构。磁共振成像是运用自旋的原子核在磁场中的磁共振现象,接收包含着质子密度等信息的自由感应衰减信号和自旋回波信号,通过计算机重建,产生人体内部结构断层图像的一种技术。

除上述成像系统外,尚有全息成像、高速摄影成像、遥感成像、 γ 射线成像、核素成像等成像系统。由于篇幅的限制,未能够在本书中一一进行讨论。

展望 21 世纪的成像技术发展趋势,主要有三个方面:

首先,数字化成像技术将进一步成熟与发展。由电子计算机技术所带来的图像信息技术的数字化革命将进一步深入。以数码相机、数字电视为代表的数字成像技术将进一步的完善和普及。成像系统和全球互联网系统形成有机的整体,成为信息工程中的一个重要组成部分。

其次,成像系统向高分辨率、高清晰度的方向迈进。无论是通用的数码相机、电视成像系统还是专用的红外成像、医学成像系统都需要通过提高成像分辨率以最大程度的获取被摄目标的图像信息。发展高像素的成像器件和显示器件成为突破的关键,光电面阵器件已经由几十万像素发展到几千万像素,高分辨率器件的制造成本将大幅度下降。成像光学系统与光电成像器件之间更好地匹配与融合,也是提高系统综合分辨能力的途径之一。

最后,现代成像系统将由二维成像为主体向三维成像普及的方向发展。三维图像是对客观世界中图像信息最真实、最完整、最客观的描述。从 20 世纪中叶开始,有关三维成像系统的技术探索不断取得成果并被逐步应用于一些研究领域之中。展望 21 世纪,三维成像系统将不断的发展与完善,并有望在越来越多的应用领域中取代二维成像系统。

第二章 传统照相系统

传统照相机是最为常见的成像仪器,是摄影过程中的关键成像系统。照相机通过摄影镜头将客观景物成像在涂覆有感光乳剂的胶片上,并使胶片表面发生光化学反应。胶片表面的化学反应程度是由带有图像信息的光强分布和曝光时间所决定,因此曝光后的胶片能够以潜影的方式记录图像。经过曝光的胶片在黑暗条件下通过显影和定影化学处理,可以得到带有固化了的被摄景物图像的底片。底片再经过照相放大机的投影物镜进一步成像在涂覆有感光乳剂的相纸上,经过对相纸的显影和定影处理,便可得到我们通常意义上的照片。

为达到在胶片上记录潜影的目的,照相机由摄影镜头、曝光控制机构、胶片固定结构三个基本部分组成。摄影镜头将被摄景物清晰、正确地成像在感光材料上,它是成像系统的眼睛。曝光控制系统通过调节镜头相对孔径和控制快门速度,决定在胶片平面上发生光化学反应的进程,使胶片获得合适的曝光量,产生具有良好的对比度和清晰度的图像,它是成像系统的核心。胶片是固定在照相机的主体上,成像平面由主体和后盖组件共同形成,主体还形成了从摄影镜头到胶片之间的暗箱空间,并支撑着所有照相机的其他部件,因此可以认为主体是成像系统的骨架。

为了便于摄影和提高摄影效果,在上述照相机的基本结构上,增加了各种功能的结构装置,使照相机成为技术性能高、可靠性好的新一代自动化成像系统。

§ 2-1 照相机的发展历史与分类

一、照相机发展历史

照相机的发展一般都追溯到 1839 年,以法国人达盖尔 (Daguerre) 和涅普斯 (Niepce) 首先应用银盐感光材料,在暗箱中摄取照片作为开端。但作为真正实用手持式现代照相机,并形成现代照相机工业还是近 70 年的事。这里我们将照相机的发展分成四个阶段。

1. 照相机的成型阶段 (1839—1954 年)

1839—1954 年是照相机技术从雏型走向光学、精密机械成熟和完善的阶段。从 1839 年到 1925 年是照相机各主要部件,例如摄影成像光学镜头、快门、取景器、卷片、计数、机体、测距器等各种类型的光学部件和机械部件处于发明和开始组成系统的阶段。

1925 年德国开始制成采用 35mm 带齿孔胶片的 35mm 平视取景照相机,奠定了 35mm 小型照相机的技术基础。1929 年德国开始制成双镜头反光 120 照相机,它与折叠式 120 照相机一同成为 120 照相机的基本形式,在 20 世纪 40—50 年代曾盛行一时。1936 年德国制成 35mm 单镜头反光照相机,开创了 35mm 单反相机的新机种,但它是俯视取景方式,结构不够完善,使用不甚方便。1941 年左右制成的 35mm 镜头快门平视取景照相机,一直在持续发展和改进,是当今最广泛盛行的 35mm 平视镜头快门照相机的先驱。1948 年制成 120 胶片 6cm × 6cm、可换胶片暗箱、交换镜头的单镜头反光照相机,成为当今 120 单镜头反光专业照相机

的基本形式。

1950年在照相机设计中推出带屋脊五棱镜的35mm单镜头反光照相机,使35mm单反相机从俯视走向水平取景,并相继在1954年采用了反光镜快速瞬时复位机构,并且进一步在单反相机中采用自动收缩光圈的方法,使取景具有足够亮度,提高了调焦的正确性。由于它能直接观察到通过摄影镜头的像,没有视差(取景器像和实际拍摄像之间的差异称为视差),并且具有可任意更换镜头和近摄等显著优点,因此使单镜头反光照相机迅速地得到发展和普及。

2. 照相机光、机、电的发展阶段(1954—1975年)

照相机第二发展阶段主要代表技术是在照相机中实现电测光的手控与自动曝光控制,将照相机技术的主要领域从光、机结合推向光、机、电相结合的新阶段。而其中光的部分不再是单纯几何光学和成像像质问题,已经扩大到光度、色度、测光元件与光电转换技术。电的部分从简单的电工微安表控制电路,发展到晶体管分立元件、软膜电路、集成电路IC控制方式等。电路结构包括模拟电路与数字电路。机械部分在简化结构、减少零部件基础上,增加了光、电转换相结合的控制部分,包括测光系统结构、机电转换结构、控制开关、触点等。

在1936年,电测光曝光表已开始装入照相机中。1954年开始了照相机电测光手动曝光控制和电测光自动曝光控制的新阶段。1965年首先在一步成像的相机中采用光圈优先的电子快门。20世纪70年代初应用在35mm平视取景照相机中。随后在镜头快门照相机中开始采用电子程序快门,即快门速度值与光圈值二者按照原定设计程序实行自动曝光控制。这是照相机第二发展阶段中镜头快门照相机最为成功的技术,一直被发展改进沿用至今。1960年在单镜头反光照相机中开始应用钢片焦平面快门。钢片焦平面快门具有快门速度高、稳定性好、闪光联动快门速度高、寿命长的优点。它在单反相机中的应用,为提高单反相机性能和进行大批量专业化生产,奠定了基础。

从1963年开始在单反相机中实行了TTL(Through The Lens)内测光控制方式。进入20世纪70年代以后,单反相机的TTL内测光与光圈优先的焦平面电子快门结合,实现了自动曝光控制。

3. 照相机实现全面自动化阶段(1975—1989年)

照相机发展到第三阶段,主要是在实现照相机自动曝光控制基础上,进一步扩大自动化功能,例如自动调焦、自动卷片、自动倒片、自动闪光控制等,并应用中央微处理器(CPU)技术,进行多模式控制。主要反映在镜头快门照相机与单反照相机两个方面。

在镜头快门照相机中,电子自拍取代传统的机械自拍,并与电子程序快门相结合。1975年开始在照相机内装置闪光灯,并与快门实现闪光同步。1977年开始出现自动对焦,从被动式发展到主动式,从扫描运动方式发展到无扫描运动方式。1978年首次在35mm镜头快门照相机中内装微电机,通过齿轮传动系统和控制电路,实现自动卷片、自动倒片的功能。1985年推出双焦物镜系统的35mm镜头快门照相机,1986年开始装置连续变焦镜头,采用电动方式进行变焦控制,提高了镜头快门相机的档次。1978年后在35mm镜头快门相机袖珍化设计上较大的进展,改变了镜头凸出在照相机机体上的传统结构方式,普遍采用了镜头盖联动结构,既使镜头获得足够的保护,又能对快门按钮起联锁保险作用。1978年开始,镜头快门照相机应用大规模集成电路LSI和石英电子技术,以日历后背的形式实现了自动日期变换和打印功能。

在单镜头反光照相机方面,自1976年开始应用CPU微处理技术,实现了单反相机的光圈

优先、速度优先、手动曝光控制、收缩光圈测光控制和闪光自动调节等多模式控制。1981年开始出现自动调焦功能,1985年开始采用 CCD 方式分析对焦图像,在调焦原理上应用反差法、相位法,并用微型电机对镜头实行自动控制。以高倍率的变焦镜头作为单反相机中的标准镜头配置,已成为现代单反相机的普遍趋向。变焦范围已达到 28~135mm 或 35~210mm,倍率从 3× 提高到 5× 与 6× 范围。为配合大口径镜头和提高 X 型闪光灯连动时间,20 世纪 80 年代末开发的单反相机普遍采用钢片快门,而且其速度已提高到 1/4000s 和 1/8000s。1979 年开始在单反相机内装电动卷片、倒片后,它已成为当前单反相机的必备结构。

单反相机的测光系统从简单的平均测光、中央重点测光,发展到像平面直接测光系统、多区域测光系统、TTL 闪光测光系统和日光闪光同步测光控制系统等,使测光方式多样化。

照相机发展第三阶段的主要技术是实现照相机电子化、IC 化、自动化和多功能化,它的核心是光、机、电、CPU 的有机结合,并相互促进,相互发展。

4. 照相机发展的成熟阶段(1990 年—今)

传统照相机发展到 20 世纪 90 年代,无论从市场还是从技术的角度来看,已经进入了相对成熟的阶段,在该阶段中表现为以下四个方面的特征。

(1) 一次性照相机的全球风靡

随着物质产品的丰富、人们生活节奏的加快,普及型相机的市场日趋增大。由日本富士公司首推的一次性照相机在 20 世纪 90 年代取得了巨大的成功。一次性照相机采用全塑料技术生产。单片或双片塑料镜头,光圈在 F11—F9 之间,焦距为 30mm 左右,固定对焦位置在 2.5m,并用景深范围满足从 1.5m 到无穷远的成像清晰度要求。镜头设计中不矫正场曲,而由底片面的弯曲予以补偿。快门为单叶片结构,速度为固定 1/125s,使用 ISO 800 \ ISO 400 的胶卷能够满足日光下和多云天气中的室外拍摄需要。在结构上采用手动卷片,机械倒计数的方式,将拍摄后的底片逐次卷入胶卷暗盒之中,无需倒片操作。多数一次性相机内藏闪光灯,能够满足 1.5~3.0m 室内或夜间摄影的需要。一次性照相机的价格几乎相当于一卷胶卷的价格,且使用方便,深受广大普通消费者的欢迎。

(2) 平视取景照相机中的技术进步

伴随着塑料非球面技术的发展,平视取景照相机中的变焦镜头水平得到了进一步的提高。相继出现了 38~115mm 的三倍变焦和 38~145mm 的四倍变焦的照相机。在取景器上多采用逆开普勒式取景系统,用塑料棱镜倒像,清晰的视场光阑使对焦精度提高、目视感觉舒适。在闪光灯上出现了防红眼的功能,在进行闪光摄影之前,通过给出一定光强的照明,使被摄人物的眼瞳收缩,防止红色视网膜被照相机所摄入。在控制与显示上多采用 CPU 多模式控制、大屏幕 LCD 功能显示,用户可通过导电橡胶按钮进行功能的选择,LCD 显示板将曝光模式、对焦模式、闪光模式、计数、电池等信息形象地显示出来。在成像画幅上出现了可选择的宽景模式,由传统的长宽比为 3:2 可变为 3:1。在功能上增加了遥控拍摄,用户可以通过遥控器来启动照相机。

(3) 单镜头反光相机中的发展

单反相机中的智能化程度进一步提高,将模糊逻辑应用到单反中的测光系统和对焦系统中,提高了相机在各种复杂环境中自动控制的正确率。塑料非球面镜片应用在单反相机的变焦镜头中,简化了镜头的机械结构,减轻了镜头的重量。低噪声磁性电机的应用使单反自动对焦镜头的性能有了较大的提高。许多单反镜头在具有闪光同步插座的同时,也具有了内藏闪光灯的功能。

(4) APS 照相机的出现

1996 年由美国柯达、日本富士、尼康、佳能、美能达五大公司推出的 APS(Advanced Photo System)系统采用了全新的胶片规格和暗盒标准,其目的在于进一步促进传统光化学照相机向小型化、自动化方向发展。APS 胶卷的中央涂覆有光化学材料,为曝光区域。胶卷的一侧涂覆有磁记录材料,用于记录每一次曝光过程中的相机曝光参数等信息。胶卷改变了传统 35mm 胶卷的齿孔方式,每一画幅只设一个片孔。APS 胶卷画幅有三种选择:标准型(27.4mm × 15.6mm)、经典型(22.3mm × 15.6mm)和宽幅型(27.4mm × 9.6mm),在尺寸上均小于传统的 35mm 胶卷(36mm × 24mm)。APS 胶卷盒的结构也有别于传统胶卷盒,它具有输送胶片的传动装置,有表示胶片未曝光、部分曝光、曝光未冲洗和已冲洗四种状态的指示装置。胶片完全置于暗盒之中而不留任何片头,拍摄完成、冲洗完毕后的照片仍然被保存在暗盒之中。使用中,用户在任何时候都不需要接触到胶卷盒中的胶片,这样保证了胶片的安全性和可靠性。APS 胶卷的特性决定了 APS 照相机具有自动化程度高、曝光精确、体积小等特点。

传统光化学照相机发展到第四阶段已进入相对成熟期,其技术的发展和市场需求已开始走向平稳。创造 APS 相机的意图是渴望通过新的胶卷方式使传统的相机产业出现新的高速增长。近五年来的发展表明 APS 相机虽然有它一系列的特色,并在发达国家占领一定的市场,但与人们对它的期望尚存在一定的距离。在传统相机领域的未来十年中,它还将与 35mm 照相机长期并存。而数码相机的异军突起更符合现代数字化社会的潮流,有望成为新的增长点。

二、传统照相机的分类

一般按照相机的特征分类可归纳成以下几个方面。

① 按照相机使用的胶片和画幅尺寸分 有 35mm 照相机(135 照相机)、APS 照相机、120 照相机(有 6cm × 4.5cm、6cm × 6cm、6cm × 7cm、6cm × 8cm 等)、110 照相机、126 照相机等。

② 按照相机外形和结构分 有折叠式照相机、双镜头反光照相机、单镜头反光照相机、平视取景照相机、小型和超小型照相机、转机、座机等。

③ 按照相机快门形式分 有镜头快门照相机、焦平面快门照相机。

④ 按照相机具有的功能和特性分 有自动调焦照相机、电测光手动曝光控制照相机、电测光自动曝光照相机、外测光和内测光(TTL 测光)照相机等。此外,还有快门优先、光圈优先、程序控制、双优先式、多模式控制照相机、电动卷片(自动卷片)照相机、打印日期照相机和内装闪光灯照相机等。

⑤ 按用途分 有一般摄影用途照相机、特殊用途(医用、公安用)照相机、立体照相机、水下和航空照相机等。

⑥ 按感光材料的处理方法分 有一步成像照相机、普通胶卷照相机、APS 胶卷照相机。

⑦ 按镜头特性分 有镜头非交换、镜头可交换式照相机,变焦和双焦照相机等。

§ 2-2 照相机的基本系统结构

一部完善的照相机的结构组成如图 2-1 所示。照相机主体是整个照相机的结构基础,是照相机的整体结构框架。它决定了照相机的空间布局,固定着镜头、快门、取景器、卷片系统、

电路系统等照相机的功能部件,它和相机后盖一起固定胶片,并形成镜头与胶片之间的成像暗箱空间。控制电路系统是照相机的大脑,所有的自动化功能、照相机的工作模式、工作逻辑都是由电路系统进行控制,许多高档的照相机均采用 CPU 技术,使光电信息的处理、控制实现了数字化。

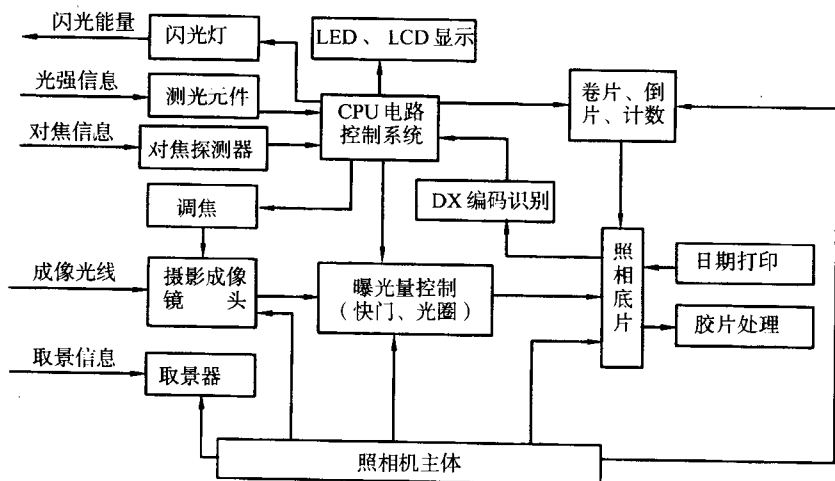


图 2-1 现代照相机的结构组成

摄影成像镜头的作用是接收来自被摄物体的光线,将被摄景物正确成像在底片平面上。曝光控制系统由测光元件获取被摄景物的光强信息,由 CPU 进行曝光参数的分析并通过对快门速度和光圈大小的控制,使通过镜头成像系统的光线能定量地到达照相机底片上,实现正确曝光。

取景器接收来自摄影视场中的信息,供使用者观测被摄目标。取景器有与镜头成像系统分立的平视式取景器和透过照相镜头直接观察的单镜头反光取景器两类。早期的调焦、测距装置与取景器密切相关,例如单镜头反光相机中的聚焦屏对焦、平视取景相机中的双像重合对焦法等。自动对焦调焦系统则是由对焦探测器获取对焦信息,由 CPU 发出控制命令,通过调节镜头的位置而实现的。

卷片、计数、倒片系统是完成整卷胶卷拍摄所必须的结构。卷片方式由手轮、扳把的形式发展到目前流行的微电机自动卷片和自动倒片方式,自动卷片、倒片和计数的动作完全依靠电路进行控制。

LED、LCD 显示内容包括低照告警显示、曝光模式显示、闪光模式显示、计数显示等。显示系统直接由电路控制,充分表示了照相机工作状态,可以形成友好的人机交互界面。

照相机的内藏电子闪光灯也是通过电路系统对测光元件获取的光强信息进行分析后进行控制,闪光模式有自动闪光、强制闪光、防红眼闪光和强制不闪光等。

日期打印是运用 LED 显示和投影成像方法,在胶片边缘进行曝光,记录日期。DX 编码识别是从胶卷的暗盒上获取胶片的感光度信息,该信息输入 CPU 后成为曝光控制的原始参数。

胶片处理装置出现在一步成像的照相机中,在完成胶片的曝光后,直接在照相机中对胶片进行处理。通常使胶片通过一对滚子,把装有处理乳剂的药包挤破,均匀地涂在胶片面上,进行显影和定影,使用者在摄影完成之后即可得到拍摄的照片。

在上述照相机的系统结构中,一些结构与功能会随相机种类的不同、档次的不同而不同。