

电视摄像技艺

DIANSHI SHEXIANG JIYI

江铁成 / 著



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

安徽省精品资源共享课程电视摄像建设成果
安徽省级特色专业电视节目制作建设成果
安徽省级特色专业摄影摄像技术建设成果

电视摄像技艺

江铁成 著

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电视摄像技艺/江铁成著. —合肥:合肥工业大学出版社,2015. 12

ISBN 978-7-5650-2550-1

I. ①电… II. ①江… III. ①电视摄影 IV. ①J93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 295356 号

电视摄像技艺

江铁成 著

责任编辑 王 磊

出 版 合肥工业大学出版社

地 址 合肥市屯溪路 193 号

邮 编 230009

电 话 总 编 室:0551-62903028

2 市场营销部:0551-62903198

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版 次 2015 年 12 月第 1 版

印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 14.25

字 数 296 千字

印 刷 合肥市广源印务有限公司

发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-2550-1

定价:45.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

序

20 世纪发明的电视，是科学技术发展的结晶，也是人类最伟大、最具有影响力的发明之一。到今天，人们已无时无地不感受到它的存在，电视几乎成为现实人生的一种延伸，一个不可分割的组成部分，很难想象，现在如果没有了电视，我们的生活将会是什么样子？电视带领我们步入了一个崭新的传播时代，在人类文明跨世纪的发展中，电视表现出越来越强大、越来越深远的影响力。可以这么说：在一定程度上，电视促进了地球村的形成、部分改变了传统的“国家”概念。

科学技术的不断发展，使电视本身的传播方式也处在不断的变化演进当中，电视从它诞生之日起，就在遵循着自身的传播途径和艺术规律向前发展、演进的同时，也与科技的进步密切相依，与科学的发展亦步亦趋，换句话说，电视的存在和演进始终处在科学和艺术的交叉点上。摄像，伴随着电视而生，是电视系统工程中的一个必不可少的组成部分。作为“摄编存播显”的第一环节，它决定了影像“有没有”或“好不好”，是整体制作链条中最基本的也是最关键的一环。

电视摄像也是一门技术与艺术相结合的工作，只懂理论不能动手操作的人员是不合格的，而只会操作摄像机，没有自己的思想，不会艺术性地创造发挥，也是不行的。撰写一本将技术与艺术很好地结合起来的电视摄像的书籍，以达到培养技艺双佳人才的目的，是电视人员一直以来的愿望。本着这样的愿望，《电视摄像技艺》专著在撰写的过程中力图体现出自己的优势性和针对性。

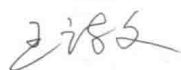
首先，突出技术与艺术的结合。本书针对行业特点和电视从业人员普遍反映出的要求，竭力突出了艺术与技术的结合，不孤立地空谈技术或艺术。在讲解技术时，尽量指出了该技术操作在艺术表达上的各种可能性；在电视摄像的艺术创作部分，又相应地告知如何通过具体的操作来实现这一艺术效果。甚至将“如何摄像”的命题转换为“如何获得优秀的电视画面”。思路上的这一改变，应该说对实现“编写的书籍要更加切合实际需要”的目标提供了有力的支持。

其次，注重理论与实践的结合。针对电视摄像工作实践性强，电视摄录设备种类非常繁多，容易出现理论与实践脱节的状况，本书不论是关于技术还是艺术的论述，都尽量以

大家比较熟知的例子，比如对摄像机的介绍，就以大家有机会用到的设备，而不是盲目追求那些所谓的高端产品为例进行介绍。在画面创作部分，也尽量选择大家熟悉的影视作品，不一味地求新求奇。极大地缩小理论与实践的差距，有机地将理论和实践更好地结合，利于读者轻松应用。

再次，注重新技术、新知识的介绍。本书明确将数字摄录设备作为重点，不论是原理部分，还是对各种具体操作技巧的介绍，都是以数字摄像机为蓝本，甚至还专门讨论了摇臂、斯坦尼康的安装和使用，体现出较高的前瞻性和实践操作价值。

最后，突出通俗易懂。针对当今摄像技术随 DV 产品的市场扩张而被越来越多非专业用户使用的特点，以及影视类学生理论基础相对薄弱的实际情况，本书在撰写过程中，注意理论体系完整的同时，特别注意了突出通俗易懂的特点。对叙述中涉及的专业概念，尽量做出相应的简要明了的解释，从而使本书既不失高等教育的水准，又便于学生和普通社会读者的自学。



安徽广播影视职业技术学院党委书记、教授：

2015. 12. 26.

目 录

上篇 电视摄像技术

第一章 认识摄像机	(003)
第一节 电视摄像概述	(003)
第二节 电视摄像机分类	(007)
第三节 摄像机工作原理	(018)
第四节 摄像机的基本组成	(032)
第五节 摄像机主要技术指标	(036)
第二章 摄像机基本调试	(040)
第一节 准备拍摄器材	(040)
第二节 寻像器的校正	(041)
第三节 白平衡调节	(041)
第四节 曝光控制	(051)
第五节 镜头的选择与调试	(055)
第三章 摄像机基本操作	(060)
第一节 摄像机常见标识词汇	(060)
第二节 摄像设备的操作	(060)
第三节 拍摄的基本姿势、要领及注意事项	(084)
第四章 摄像辅助设备及使用	(090)
第一节 摄像机支撑设备的使用	(090)
第二节 外接话筒的使用	(099)
第三节 摄像机控制器的使用	(105)
第四节 特殊效果镜	(107)
第五节 其他摄像辅助设备	(110)

下篇 电视摄像艺术

第一章 电视画面	(115)
第一节 电视画面的概念	(115)
第二节 电视画面的特性	(119)
第三节 电视画面的造型特点	(126)
第四节 电视画面的取材要求	(129)
第二章 电视摄像构图	(131)
第一节 画面构图的要素	(131)
第二节 构图的形式	(135)
第三节 构图的元素	(137)
第四节 摄像角度	(139)
第五节 电视景别	(148)
第三章 固定镜头	(161)
第一节 固定镜头的概念及特征	(161)
第二节 固定镜头的功用及局限	(164)
第三节 固定镜头拍摄要求	(167)
第四章 运动镜头	(170)
第一节 运动摄像的概念及作用	(170)
第二节 推摄	(173)
第三节 拉摄	(176)
第四节 摇摄	(180)
第五节 移动摄像	(184)
第六节 升降拍摄	(189)
第七节 跟摄	(191)
第八节 综合运动摄像	(193)
第五章 光学镜头及运用	(197)
第一节 镜头的光学特性	(197)
第二节 不同焦距摄影镜头的特点	(202)
第三节 定焦距镜头	(205)
第四节 变焦镜头	(216)
参考文献	(219)

上篇 电视摄像技术

第一章 认识摄像机

电视是 20 世纪人类十大发明之一，被人们称为第九艺术，它的出现可以说是人类发展史上一次重大的飞跃。早在 20 世纪 60 年代，德国社会学家 W. 格林斯就把电视与原子能、宇宙空间技术的发明并称为“人类历史上具有划时代意义的三大事件”，20 世纪后叶，电视技术在数字技术、网络技术的推动下，以更快的步伐迈向崭新的一章。

第一节 电视摄像概述

摄像，伴随电视而生，是电视系统工程中的一个必不可少的组成部分。摄像作为“摄编存播显”的第一环节，它决定了图像“有没有”或“好不好”，是整体制作链条中最基本的也是最关键的一环。

摄像与摄影相似，具有鲜明的纪实性。摄像是使用摄像器材对镜头前的现实人物、场景进行记录，它所记录的影像必定是现有空间物体的真实再现，它有别于绘画，不能“无中生有”。同时摄像与摄影有别，摄像记录的图像是活动的，很明显它又接近于电影。然而，摄像所用以记录的材料、成像的原理和传播方式却不同于电影。下面我们将从电视摄像技术的发展历史出发，介绍电视摄像机的基本技术构成。

一、电视摄像技术的发展

从工程技术角度来看，电视可以概括为一句话：建立在电信号的产生、贮存、传递和重现技术基础上的声画传播形式。

电视从其诞生时起，就综合并融汇了人类科学的多项成果，与化学、电学、光学、机械、工艺等许多学科有着密切的关系。电视的诞生，是人类科学技术的结晶，是好几代人刻苦努力的结果。

1. 机械电视

1873 年，人们发现了硒的电导会随着其受到的照度的变化而变化，这一发现将光与

电这两个物理现象紧密地联系了起来，也为电视技术的诞生提供了基础。

1884 年在电视发展史上是一个值得纪念的一年。23 岁的德国年轻工程师保罗·尼普科夫（PAUL NIPKOW）利用硒光电池，发明了一个电视机械扫描盘。这是一个绕轴旋转的圆盘。在圆盘上按螺旋形图案钻 24 个小孔，当圆盘在景物和硒光电池之间快速旋转时，盘上的小孔一个接一个地扫过画面，图像被分解成 24 条像素行，并挨个将光亮度通过小孔投给硒光电池形成电流。这样，整个画面就被分割并按次序轮流传送出去。接收端的圆盘和它步调一致旋转。硒光电池与电源连接，与电磁线圈、透镜等组成一套系统，最后在目镜上看到一个完整的形象。这给以后的电视提供了如何传送图像的思路和对未来电视可用器件的设想。尼普科夫虽然没有将这一发明继续完善成为实用的电视，主要是因为当时还没有放大器，另外还缺少一些别的器件。但做出了如上两大贡献（即：1. 整理出如何用电传送图像的思路——顺序扫描、同步再现；2. 对未来电视可用器件的设想）。因此，尼普科夫被后人誉为“电视鼻祖”。通常我们所看到的影像，都是景物的光影像。即光源照射到物体上，被其表面反射出的那部分光线、光影照射入眼中，刺激视网膜，使我们感受到物体的存在——也就是看到了景物。

光电效应的定义：在光的照射下，物体的电特性发生变化。变化的程度与光线的强度成正比。

2. 模拟电视摄像机

20 世纪 30 年代，最早的电视摄像机诞生，这种摄像机采用电子真空摄像管作为摄像器件。50 年代，美国无线电公司等机构先后发明了超正析摄像管，提高了摄像机的灵敏度和清晰度。随后，荷兰飞利浦公司研制出了氧化铅摄像管，为摄像机的高性能化、小型化奠定了基础。而此时，由于靶面成像对光线要求高、使用寿命短、性能不稳定和高昂的制造成本等问题成为其最致命的弱点，所以，摄像机的使用范围一直限制在专业领域，无缘于民用领域。

经过半个世纪的技术革新，西方先后研制成功了光电导摄像管、超正析摄像管、氧化铅摄像管、硒砷碲摄像管、硒化镉摄像管及硅靶管等各种摄像管。其性能不断提高，图像质量不断改进。其中，性能较好、应用最多的是氧化铅摄像管和硒砷碲摄像管。

当时，虽然随着晶体管和集成电路技术的发展，电视摄像机在体积、重量和图像的性能指标等方面取得了很大的进步。但是，电视摄像机仍采用摄像管作为摄像器件，因摄像管的寿命低、性能不稳定而且不能对着强光进行拍摄等诸多缺点及其高昂的制造成本，使其应用范围主要限制在专业领域。

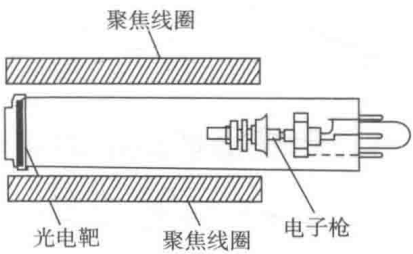


图 1-1 摄像管结构图

1975 年, JVC 公司推出了家用型 VHS (Video Home System) 电视摄像机, 简化了电视摄像机的功能和操作, 并大幅降低价格, 家用电视摄像机快速进入市场。20 世纪 80 年代初开始, 电视摄像技术迅猛发展, 三管式彩色电视摄像机逐渐成为广播电视节目制作的主流设备。三管式电视摄像机的色彩细腻鲜明, 但因机身大、色彩重合精度差、寿命短等致命缺点, 使其昙花一现, 很快就退出了历史舞台。

3. 分量电视摄像机

早在 1969 年, 美国贝尔实验室的鲍尔 (Marvin Bower) 和史密斯 (Adam Smith) 博士就研发了第一代 CCD (Charge Coupled Device, 电荷耦合器件)。进入 70 年代后期, CCD 像素已发展到 12 万, 开始走上了实用化的道路, 作为摄像机中关键器件之一的摄像管终于被更小巧的 CCD 固体摄像器件所代替。1980 年 1 月, SONY 公司生产出了世界上第一台 CCD 摄像机——XC-1。XC-1 内置 12 万像素的 ICX008 CCD, 被安装到了日航的大型客机上。1983 年, 美国 RCA 公司推出了三片式 CCD。到了 20 世纪 80 年代中期, 出现了采用固体器件 CCD 进行光电转换的板式摄像机, 引发了电视摄像机技术的一次“革命”。

数字处理电视摄像机就是在 CCD 器件的基础上发展起来的。1989 年, 松下公司推出了世界上第一台数字处理电视摄像机 AQ-20, 标志着电视摄像机开始向数字化方向发展, 但是, 这还不能算作完全意义上的数字电视摄像机, 因为它只是在视频信号处理和自动调整部分应用了数字技术, 而与其匹配的一体化录像单元还是模拟分量的, 最后输出的仍是模拟信号。因此, 此时可以说是“分量电视摄像机”阶段。

4. 数字电视摄像机

20 世纪 90 年代, 电视摄像机普遍采用 CCD 作为光电转换器件, 舍弃了笨重的摄像管, 机身的体积大大缩小, 再加上新格式录像机的小型化, 电视摄像机走向摄录一体化和小型化。1998 年, 第一部家用数码摄像机问世。DV 数码摄像机采用新一代的数码录像带, 体积更小、录制时间更长, 由此带动了 DV 数码摄像机向更小、更轻、更好的方向发展。

随着数字存储技术的进步, 电视摄像机向全面数字化、高清化的方向发展。1992 年, 高分解力的第四代 CCD 已投入使用, 如 SONY 62 万像素的 Hyper HAD (空穴积累二极管) 100 型 FIT (帧行间转移) 式 CCD, 其有效像素为 $980 \times 582 = 570360$ 。2001 年出现的 120 万像素 Power HAD EX CCD, 进一步减小了垂直拖尾, 灵敏度也相应提高, 在光线较暗的环境下, 仍然能达到较高的信噪比 (s/n)。如 SONY 的 BVP-E30P, 它是迄今为止最高端的标清演播室/转播车用便携式摄像机之一。随着集成度的增加, CCD 的尺寸也从 20 世纪 80 年代的 2/3 英寸、1/2 英寸发展到 90 年代的 1/3 英寸、1/4 英寸。1992 年, 在 CCD 技术不断出新的情况下, 摄像机的核心部件图像处理电路也随着微处理器的应用和大规模集成电路微型化而突飞猛进, 摄像和模拟电路记录录像合为一体机问世, 结

束了摄像和录像分开的历史。

当今 1/5、1/6 英寸等小尺寸的 CCD 也已实用化。目前高清晰度电视（HDTV）摄像机所用的 CCD 像素（指有效像素或动态像素）高达 220 万以上。

1998 年左右，数字电路开始取代模拟电路，数码摄录一体机问世。日本的两大摄像机制造商——松下和索尼联合全球主要相关企业共同研发出新的 DV（Digital Video 数字视频的缩写）——数码视频摄录一体机。

新的摄像机记录视频不是采用模拟信号，而是采用数字信号的方式。这种摄像格式的核心部分就是将视频信号经过数字化处理成 0 和 1 信号并以数字记录的方式通过磁鼓螺旋扫描记录在 6.35mm 宽的金属视频录像带上，视频信号的转换和记录都是以数字的形式存储，从而提高了录制图像的清晰度，使图像质量轻易达到 500 线以上。

传统的磁带产品的线性磁记录特性所造成的上载时间只能实时采集、不方便的素材管理等问题越来越成为广播电视行业跨入更高效率工作流程的绊脚石。于是，新的存储媒体又产生了，其主要有三种：硬盘、光盘及半导体固体存储器。三种存储媒体并驾齐驱，它们都有一个共同特点，就是记录的视音频都是以文件格式存储的，拷贝复制非常便利，而且指标不会失真。进入 21 世纪第二个十年，这三种存储媒体已逐渐成为摄像机最主要的存储方式。

随着数字化的迅猛发展，以数字系统为基础的制作环境将图像、声音及相关信息统一作为数字数据处理，这使得电视节目制作的流程全数字化。摄像机数字化是电视制作系统数字化的必然。网络化使摄像机小型化、便捷化、家庭化、普及化成为一种趋势。

二、摄像机的技术特点

摄像机是属于电子时代高科技的产物。由于大规模集成电路技术和微处理技术的发展，目前摄像机的模拟量自动控制技术得到了很大的改进，摄像机的质量还将会有进一步的提高。摄像机的技术特点主要表现在以下几个方面：

第一，“摄像作品”是可以实时观看的。

由于摄像机是能够完成“光—电—光”图像转换过程的高科技电子设备，因此其摄像作品是可以“立等可见”的，也可以通过监视器实时观看。与胶片摄影相比，电视摄像省去了冲洗、拷贝等传统图像处理工序，大大减少了后期制作时间和工作量。早已实现的现场（运动会、晚会、国庆阅兵等）直播正是建立在电视摄像的先进技术基础之上。当然，作为电子产品的摄像机也还有其相对的技术局限性。如，摄像机是无法离开“电”的，而许多电子元件因质量原因导致对工作环境有一定要求等。

第二，对操作和摄录工作有一些相关要求。

摄像机具备的色温滤色装置和黑、白平衡调整系统，对操作和摄录工作产生了一些相

关要求。由于摄像机是根据光线色温为 3200K 来规范基本光谱和标准工作状态的,因此当摄像机在不同色温的照明条件下拍摄同一物体就会发生偏色现象。所以,通常情况下摄像机都会在镜头与分色棱镜之间安装数个滤色片,利用其光谱响应特性来补偿因色温不同而引起的光谱特性变化。比如 5600K 的滤色片呈橙色,用以降低蓝光的透过率,从而保持总的光谱特性不变,使其色温恢复到 3200K。与此相联系,摄像机在光源色温 3200K 的基准之下,为保证正确的色彩还原,其输出的红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 三路电信号应相等,即白平衡。因此,每当光源色温发生变化都必须进行摄像机白平衡调整(分自动、手动两种)。同时黑平衡调整也很重要,如果红、绿、蓝三基色视频信号的黑电平不一致,也会出现黑非纯黑、偏向某色的情况,此时必须加以调整取得黑平衡。色温预置和黑、白平衡调整是摄像操作的重要工作环节。

第三,电视摄像的宽容度通常为 32 : 1。

电视摄像的宽容度通常为 32 : 1,即规定了摄像机所能正确反映在景物的最高亮度与最低亮度之间的范围比例。摄像机由于光电靶面按比例正确记录景物亮度范围的局限性,对照明处理和曝光控制提出了严格的要求。而在电影中,黑白胶片宽容度为 128 : 1,彩色片宽容度为 64 : 1,都高于电视。若宽容度小于 32 : 1 就将无法再现自然界景物的真实感觉,所以在目前的情况下,电视荧屏的影调层次远不如电影银幕效果好,对过亮或过暗的景物,以及被摄景物亮度间距过大等情况,用摄像机直接表现会有一些的难度。

第二节 电视摄像机分类

自从 1953 年美国采用 NTSC 制开始彩色电视广播以来,广播电视设备迅速发展,不断更新换代。摄像机的质量越来越高,体积越来越小,重量越来越轻,用途越来越广,种类也越来越多。

当前,世界上生产摄像机的厂家很多,产量也非常大,因此摄像机的商标和型号繁多,组成了一个摄像机的大家族。如果把国外生产的各种摄像机加以比较,就会发现:在主要性能和用途方面,它们有的差异很大,也有的基本相似。影视界常常根据这些差异和相似点,对摄像机进行分类。摄像人员可以根据摄像机所属的类型,更快、更全面地了解该摄像机的主要性能和用途。我们可以用不同的方法来对摄像机进行分类。

一、按性能和用途分类

摄像机的性能决定了其主要用途。对于同一代产品而言,按摄像机的性能高低,可以

把它们划分为广播级、专业级和家用级三个档次。

1. 广播级

广播级摄像机是最高档，主要用于广播电视领域，图像质量最好，色彩、灰度都很逼真，几乎无几何失真。适用于演播室、现场节目制作等场合。其性能稳定，在允许的工作范围内，图像质量变化很小。即使在工作环境恶劣的情况下，如寒冷、酷热、低照度、潮湿等状态下，也能拍摄出比较满意的图像。相对于其他级别的摄像机，广播级摄像机价格昂贵，体积较大，重量也比较重。

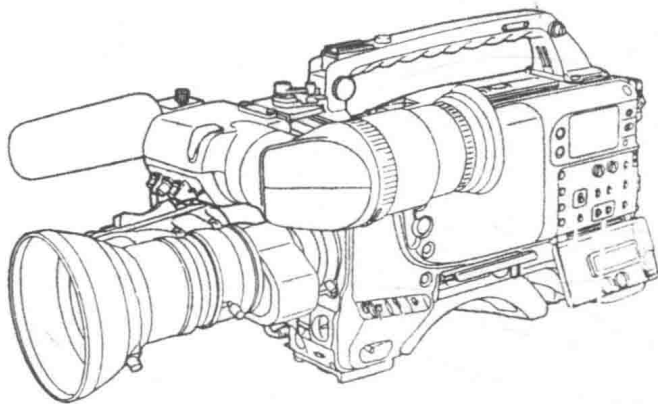


图 1-2 广播级摄像机

目前 SONY 的 BETACAM 系列、BETACAM SX 系列摄像机，Panasonic 的 DVCPRO 50 系列摄像机、JVC 的数字 D-9 格式摄像机都属于专业级摄像机。



图 1-3 Panasonic AJ-D908

2. 专业级

专业级摄像机又称为业务级电视摄像机，广泛应用于除广播电视系统外的专业领域，如：电化教育、闭路电视、工业生产、医疗卫生、部队宣传等领域。

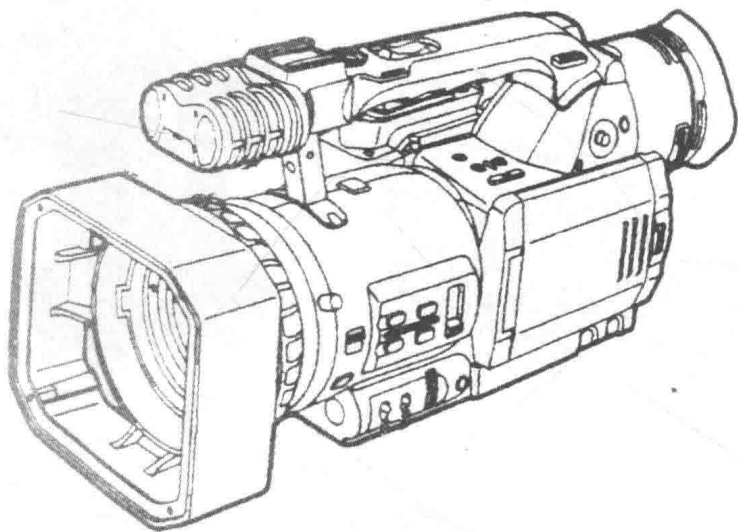


图 1-4 专业级摄像机

专业级摄像机与广播级摄像机在指标上不一定有明显差距，只是采用的元器件的质量等级不同。这种摄像机的色彩还原、锐度等图像质量低于广播级摄像机，但价格适中，各项性能指标比较优良，体积比广播级摄像机小而且重量较轻、便于携带。

目前 SONY 的 DVCAM 系列摄像机、Panasonic 的 DVCPRO 系列摄像机、JVC 的专业 DV 格式摄像机都属于专业级摄像机。



图 1-5 JVC GY-HM700 摄像机

一些特殊用途的摄像机，如医疗用 X 光摄像机、带有夜视功能的监视摄像机、水下摄像机等，它们的图像质量明显低于高档业务用摄像机，但它们有特殊的功能要求，也属于专业摄像机范畴。

3. 家用级

家用级摄像机种类繁多，款色各异，主要用于家庭娱乐，如旅游、婚礼、生日、聚会等场合；还应用在对画面质量要求不高的场合，如广泛应用于各单位的监控系统。

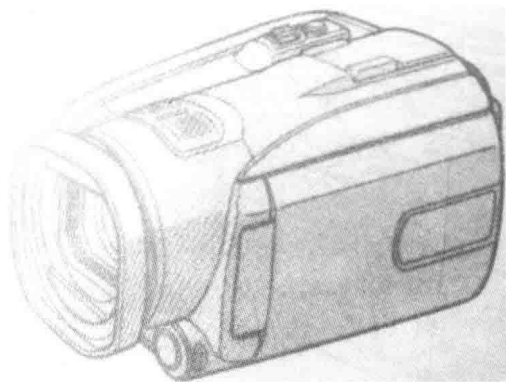


图 1-6 家用级摄像机



图 1-7 佳能家用摄像机

家用级摄像机的主要特点是：价格较低，轻巧灵活，操作方便。比较复杂的功能常常只能通过菜单操作，而不是像广播级或业务级摄像机那样往往在机身上设有常用的手动功能的操作按钮。图像质量比广播级和业务级摄像机差。

随着摄像机日益向高质量、小型化、数字化方向发展，以上三种级别的摄像机之间的差别越来越小。近年来，人们对广播电视的信号质量有了更高的要求，高清晰度电视设备应运而生。

二、按制作方式和使用场合分类

从制作的角度上看，根据摄像机使用场合不同，可将其分为：电子演播室（ESP）用摄像机、电子新闻采集（ENG）用摄像机、电子现场制作（EFP）用摄像机三类。

这种分类并不决定它们的专用范围或者相对质量。例如，演播室摄像机经常用于现场；现场摄像机，如便携式的 ENG/EFP 摄像机，也常被用于演播室。然而，摄像机的各种类型在制造时对其功能和应用是预先有设想的：一些类型的摄像机更适宜于电视剧的制作；另一些更适合于报道城区的一场火灾或一个关于环境污染的纪录片的制作；还有一些则适宜于在假期里记录一些值得记忆的景象。



图 1-8 SONYHDC-900 摄像机

1. 演播室摄像机

ESP（Electronic Studio Production 电子演播室制作）用摄像机是一种高质量的摄像机。它非常沉重，如果没有机架或一些其他类型的摄像机底座设备，就无法根据需要进行