

第二章 数字彩色 电视摄像机

(1)发展、分类和组成

一、摄像机的发展

1、原始机械技术时期

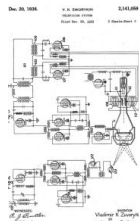
- 1925年，英国人 贝尔德



一、摄像机的发展

2、电子管技术时期

- 1933年，美国 佐尔金 光电摄像管



一、摄像机的发展

3、晶体管与集成电路技术时期

- 1970年，美国 贝尔实验室 Dr. Willard Boyle 和George Smith研制 CCD



一、摄像机的发展

4、微电子技术时期

- 1981年12月，RCA 8bit处理器应用于三管式彩色摄像机，1983年 RCA 三片式CCD



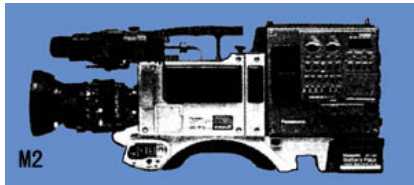
一、摄像机的发展

Sony公司的Betacam-SP



一、摄像机的发展

松下公司的MII



一、摄像机的发展

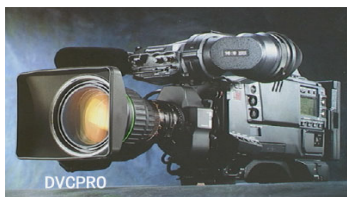
5、数字化技术时期

- 20世纪90年代，松下 AQ-20 第一代



一、摄像机的发展

松下公司的DVCPRO



一、摄像机的发展

Sony公司

Digital-Betacam

DVCAM



一、摄像机的发展

6、高清技术时期

- 1997年 SONY HDCAM



一、摄像机的发展

- Panasonic DVCPRO HD



一、摄像机的发展

SONY XDCAM HD



Panasonic P2HD



一、摄像机的发展

- 2010NAB展出的Sony摄录一体机，分辨率相当于35mm胶片摄影机。

SRW-9000PL HDCAM SR



4K摄像机

SONY F65



RED DIGITAL CINEMA- EPIC-W
8K Super35 Helium Sensor (35.4 Megapixel CMOS)
-16.5+ Stops Dynamic Range
-30fps at 8K Full Frame (8192 x 4320), 30fps at 8K 2.4:1 (8192 x 3456)



RED DIGITAL CINEMA- WEAPON MONSTRO 8K VV
8K Full Format at 60 fps
35.4 Megapixel CMOS Sensor
40.96 mm x 21.60 mm
17+ stops of dynamic range



Sony HDC-4300
3 CMOS 超高清摄像机



Sony HDC-4800
Super 35mm CMOS sensor



HDC-5500: 多格式系统摄像机, 2/3英寸4K全域快门, 三片CMOS传感器。采用12G-SDI直接输出4K信号, 加装选件密码后支持4K模式下2倍和高清模式下8倍高帧率拍摄。

HDCU-5500: 半机架尺寸的新型摄像机控制单元。安装选购的硬件和软件后, 可提供12G-SDI 4K输出接口和IP接口, 与SMPTE ST 2110标准和NMOS 1S-04/05协议兼容。HDC-5500与HDCU-5500的组合由一根光缆连接, 无需使用基带处理器单元。能够同时传输两个通道的4K基带信号。



PXW-Z280

SONY在2018年4月发布首款采用新研发的3片1/2英寸Exmor R 4K成像器的手持式摄录一体机

PXW-Z190

配备3片1/2.8英寸、4K 50p/60p、25倍光学变焦及人脸检测AF的紧凑型手持式摄录一体机



PXW-Z280

Setting the standard for handheld image quality and direct to air broadcasting in the IoT era.

4K HDR Duallink 12G-SDI XDCAM





PXW-Z750

- 2/3英寸型3片
- 全域快门4K图像传感器
- 120fps的高清高帧率拍摄
- 支持S-log3 / HLG HDR
- BT. 2020和BT. 709色彩空间
- 优化HDR记录的编码算法
- 12G-SDI
- B4卡口镜头

8K摄像机 8K Camera (UHC-8300)



SR Live for HDR

- 3片 1.25吋8K成像器件
Three 1.25 inch 8K sensors
- 8K (7680x4320) 120p 拍摄
capture format
- S-Log3, HLG, ITU-R BT.2020
- 可搭配B4镜头 (用适配器)
B4 lens with adaptor

二、摄像机的分类

- 按摄像器件分类
- 按信号种类分类
- 按质量分类
- 按制作方式分类

二、摄像机的分类

1、按摄像器件分类

① 摄像管摄像机

- 靶面材料常采用氧化铅、硒砷碲等。因此摄像管摄像机可按其光电靶材料不同分为氧化铅管摄像机与硒砷碲管摄像机等。
- 广播级摄像机常用氧化铅管摄像机，其图像质量好、灵敏度高、光电转换线性好。专业级摄像机常用硒、砷、碲管摄像机，价格便宜，图像质量、性能都还不错。
- 摄像管摄像机还可按管子的数量分为单管、两管、三管。广播电视系统都采用三管摄像机，以得到彩色还原好、清晰度高的图像质量。

二、摄像机的分类

② CCD摄像机

- 目前，广播电视系统用的摄像机绝大多数的为CCD摄像机。采用CCD电子耦合器件替代摄像管，实现光电转换、电荷储存与电荷转移。
- CCD摄像器件具有小型、轻重量、长寿命、抗灼伤等摄像管无可比拟的优点。



③ 互补金属氧化物半导体（CMOS）图像传感器。

- 体积小、功耗低、集成度高等突出优点。



二、摄像机的分类

2、按信号种类分类

① 模拟摄像机

- 输出模拟信号。
- 例如：Sony的Batacam SP、松下MII格式、JVC的S-VSH等。

② 数字摄像机

- 采用数字信号处理方法，输出数字信号。
- 数字信号有比模拟信号便于加工相处理的优点，可以长期保存和多次复制，抗干扰和噪声能力强，尤其是在远距离传输时不会产生模拟电路中不可避免的信噪比劣化、失真度劣化等损害，大大提高了电视节目制作质量。
- 例如：Sony的Digital Batacam，松下DVCPRO系列、JVC的Digital-S格式摄像机等。

二、摄像机的分类

3、按质量分类

① 广播级

- 应用于广播电视领域；
- 性能全面稳定，图像质量最好，有较高的信噪比，彩色和灰度都很逼真，几乎无几何失真，自动化程度高，遥控功能全面；
- 但此类摄像机一般体积大、重量重、价格昂贵。

② 专业级

- 应用于文化宣传、教育、工业、交通、医疗等领域。
- 图像质量较好，设备上可以没有广播级所需的一些特殊功能设计(如光学滤波器等)；某些高档的专业级摄像机性能和图像质量已和广播级的摄像机无多大的区别，也可用于广播领域的拍摄制作。
- 体积较小，重量较轻，价格较低廉。

二、摄像机的分类

③ 家用级

- 家庭文化娱乐用的摄像机；
- 功能操作简单、自动控制功能很强，以便非专业人员无需手动控制就能使各项主要参数自动达到最佳状态。普遍采用自动聚焦、自动白平衡功能，增设LCD彩色液晶屏、配备遥控器。数码机型还有数码特技和数码相机功能。单片CCD的使用也使得图像质量上有所损失，声音的质量也很一般。
- 造型优美时尚、小巧轻便、价格便宜，结构小型，以利于设备的推广、普及。

二、摄像机的分类

4、按制作方式分类

① ESP(Electronic Studio Production)

- 电子演播室制作：教育节目、文艺、专题、电视剧（室内）。
- 要求图像质量最好，通常非常沉重，需要一些机架或一些其他类型的摄像机底座设备来支撑，不方便随意搬动。配备5英寸或7英寸寻像器、内部通话适配器、CCU控制器、摄像机适配器、变焦、聚焦控制器、大型三角架等附属设备。



二、摄像机的分类

② EFP(Electronic field production)用

- 电视现场制作：现场文艺节目、体育节目、重大新闻事件、综艺节目等。
- 往往是便携式的。可以采用电池供电方式，也可采用交流电源供电方式，图像质量与ESP相似略低，但体积更小，以满足轻便型现场节目的制作需要（肩扛或放置在吊臂上）。由于多为联机操作，所以不配备组合式录像机单元而是摄像机适配器，以便和CCU、切换台连接。



二、摄像机的分类

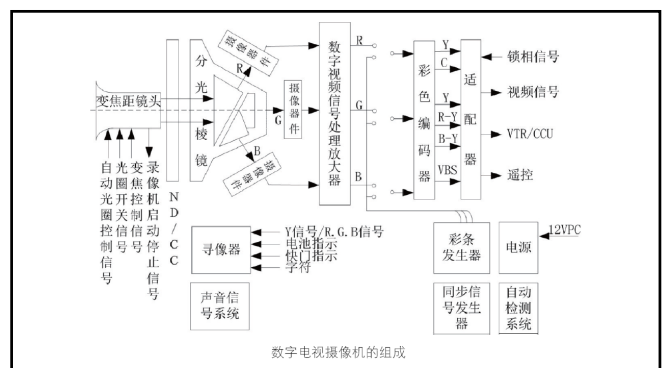
③ ENG (Electronic News Gathering)用

- 电子新闻采集：新闻采集、外景录像、专题制作、电视剧制作、戏剧小品等。
- 一般是便携式的，有的是摄录一体机。ENG用摄像机工作于复杂多变的环境中，要求体积小，重量轻，便于携带，对非标准的照明情况有良好的适应性，在恶劣的气候条件下有良好工作稳定性，自动化程度高，在实际操作中调整方便。所配置的话筒具有十分优异的性能。



三、摄像机的组成

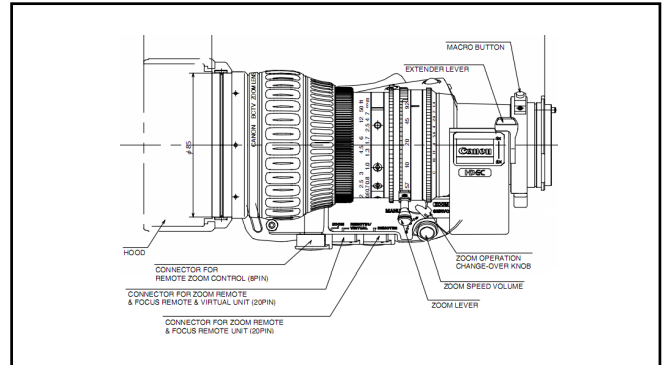
- | | |
|---------------|------------|
| 1 变焦距镜头 | 8 电源部分 |
| 2 色温校正片 | 9 声音与信号系统 |
| 3 分光棱镜 | 10 彩条信号发生器 |
| 4 CCD及其脉冲驱动电路 | 11 自动控制系统 |
| 5 预放大器 | 12 同步信号发生器 |
| 6 视频信号处理放大器 | 13 编码器 |
| 7 寻像器 (VF) | 14 适配器 |



三、摄像机的组成

1、变焦距镜头 Zoom Lens

- 作用：将拍摄景物成像在CCD上。
- 输入信号：
 - 聚焦控制信号；
 - 电动变焦距控制电压：实现电动变焦；
 - 光圈关闭电压：输出彩条信号时或自动调节黑平衡时，来自控制电路；
 - 自动光圈控制电压：自动控制光圈大小；
- 输出信号：
 - 录像机启动 / 停止电压（VTR S / S）；



三、摄像机的组成

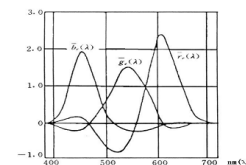
2、色温校正片CC Filter和中性滤光片ND

- 色温校正片：辅助调节白平衡。白平衡调节时，老式摄像机处理放大器增益调节范围不超过 $\pm 3dB$ ，色温变化较大时，该调节范围不够，可先用色温校正片使入射光转换成3200K的光，再稍调增益。摄像机处理放大器增益以3200K为基准光设定(preset)。
- 中性滤光片ND：辅助调节光通量。校正片上镀有中性减光膜，使各种波长的光有相同的透过率。

三、摄像机的组成

3、分光棱镜/滤色片

- 作用：将入射光分解成RGB，即将一幅彩色图像分解成三种基色图像。
- 理想分光特性 = 荧光粉的混色特性



三、摄像机的组成

4、感光器件及其驱动脉冲电路

- CCD/CMOS
 - 作用：将光信号转换成电信号（脉冲调幅信号），即光像→电荷像；电荷存储；电荷转移。
 - 粘贴在分光棱镜的三个像面上；
- 驱动脉冲电路（针对CCD）
 - 摄像机内的基准时钟振荡器产生CCD的水平驱动脉冲，同时作为同步信号发生器的时钟脉冲；
 - CCD的驱动脉冲受同步信号发生器输出的场推动（VD）、行推动（HD）、奇偶场控制脉冲（FLD）控制，使CCD能输出符合电视行、场扫描标准的图像信号；
 - 开关S：电荷帧积累（FM）和场积累（FD）方式选择开关；
 - 根据自动控制电路产生的快门控制信号（根据所选的快门速度产生）输出控制电子快门速度的快门控制脉冲；

三、摄像机的组成

5、视频信号处理放大器

- 作用：对图像信号进行放大和补偿。因为镜头、分光系统和摄像器件的特性都不是理想的，生成的信号不仅很弱，而且有很多缺陷：清晰度不高（细节信号弱）、彩色不自然、亮度不均匀等。
- 组成：黑斑校正、增益控制、白平衡调节、白斑校正、杂散光校正、黑平衡调节、预弯曲；轮廓校正、彩色校正、 γ 校正、白压缩、混消隐等。除上述主要部分外还有自动拐点、色度孔阑、肤色孔阑、黑扩展、黑压缩等电路。

三、摄像机的组成

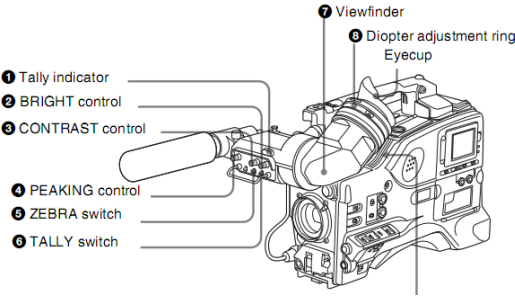
6、声音和信号系统

- 内接话筒接口和外接话筒接口；
- 声音信号放大器和电平调节电路；
- 录像机记录和重放的监听系统。在摄像机适配器上有耳机插孔，在录像机记录和重放时，供摄像人员监听用。
- 声音信号输出接口；
- 摄像机与控制单元的对话系统，供摄像人员和控制单元通话联系用。

三、摄像机的组成

7、寻像器 (VF)

- **作用：**用来取景、检查图像质量、检查摄像机的工作状态（符号或字符显示在寻像器上）。
- **显示器件：**有黑白监视器（送Y信号），清晰度高。或黑白/彩色可切监视器（送V/RGB信号）。显示器件尺寸：3英寸、5英寸、1.5英寸（家用）；
- **寻像器荧屏周围的指示灯：**记录/提示（REC/TALLY）灯、电池指示灯（BATT）、高增益指示灯（GAIN UP）、电子快门指示灯（SHUTTER）；
- **调节开关：**寻像器的亮度（BRIGHT）、对比度（CONTR）、边缘清晰度*（PEAKING）（用某种颜色突出较清晰的边缘，辅助聚焦）、斑马纹（ZEBRA）



- The Peaking function of the XDCAM EX camcorders.
- outline color from "RED", "WHITE", "YELLOW", and "BLUE".



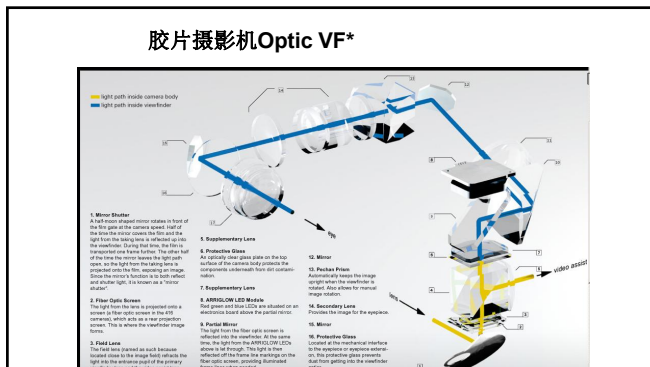
ZEBRA斑马纹出现在某一亮度范围的像素位置，可以提醒摄像师控制曝光的情况。

有些寻像器可显示直方图，可指定区域显示其在直方图上的灰度级范围（红色竖线），同时设置斑马纹显示灰度级。



7、寻像器 (VF)

- **信号来源：**
 - 拍摄记录时自动显示所拍摄图像；
 - 录像机重放时自动显示重放图像；
 - 按住镜头上**返送（RET）开关**，自动接到录像机记录的电-电信号；与控制单元（CCU）连接时，显示CCU来的信号；
 - 其他字符信号：指示摄像机工作状态和调整状态；图像中心位置指示符号“+”和安全区边框。



三、摄像机的组成

8、自动控制系统

- 作用：自动调整和自动诊断。
 - 自动调节功能包括：自动光圈、自动聚焦、全自动拍摄、自动白/黑平衡、自动白/黑斑补偿、自动拐点等；
 - 自诊断功能包括：电池告警、记录告警、低亮度指示及故障告警指示等；
- 以微计算机和存储器为中心，包括误差检测电路、控制电压产生电路、运算和存储电路、字符发生器及逻辑开关等电路。操作板上的各种开启动作，从控制单元及遥控单元来的控制信号和调节数据等都由微计算机发出。

三、摄像机的组成

9、同步信号发生器

- **作用：**输出复合消隐脉冲、复合同步脉冲、行推动脉冲、场推动脉冲、FLD（CCD的奇/偶场控制脉冲）、色度副载波 f_{sc} 、色同步门脉冲（K）、PAL开关脉冲（P）；
- 台从锁相控制（GENLOCK），即同步信号、P脉冲及色度副载波的频率和相位都必须与外来信号的频率和相位锁定。

三、摄像机的组成

10、彩条信号发生器

- **作用：**产生彩条图像的三基色信号，受面板上摄像 / 彩条（CAM / BAR）**开关控制**。
- 彩条信号的用途：
 - 作为测试信号调节传输通道，录像时调节记录电平或编码器；
 - 在切换台校准各摄像机之间的延时，同步相位；
 - 调节监视器的亮度、色度和对比度等；



三、摄像机的组成

11、矩阵和编码器

- 矩阵
 - 作用：处理放大器输出的RGB信号，经矩阵电路输出分量信号，即亮度信号（Y）、色差信号（R-Y）和（B-Y）或 C_r 和 C_b ，供传送、分量记录、切换台处理；
- 编码器
 - 作用：分量信号经编码器形成某种格式的信号，供监视器使用；
 - 注意：PAL编码，非压缩编码；

三、摄像机的组成

12、电源部分

- 直接把电池装在摄像机上;
- 从所接的控制单元 (CCU) 来;
- 从交流附加器来, 交流附加器输入 220V~, 输出 +12V 直流电压;

三、摄像机的组成

13、适配器

- **作用：**摄像机的外连接口部分，包括输入/输出信号的选择和处理电路，控制数据的识别和分离电路等。
- 如果上述各部分装成一个整体，称为摄像机头，它可以直接与一个录像机装成一体，组成摄录一体机。如果上述摄像机头单独使用，或与控制单元连接，必须通过摄像机适配器。

思考

1.名词解释，其中第2、3行分别说明各自的用途：

- EFP、ESP、ENG
- CC、CCU、ND、VF
- REC/TALLY、RET、CAM/BAR

2.摄像机基本组成及各部分作用。