

本章重点

快慢动作

- 快慢动作记录原理
- 平稳超慢动作记录系统结构
- 慢动作拍摄中人工灯光闪烁成因
- 去除人工灯光闪烁的方法
- 间隔记录

第二章 数字彩色

电视摄像机

第五节 其他先进技术介绍

一、防抖

1. 电子防抖(SIS)

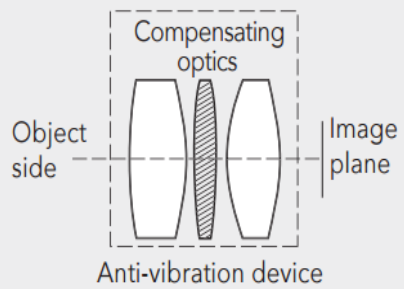
- 原理：使用数字电路进行画面的处理产生防抖效果。当防抖电路工作时，拍摄画面只有是实际画面的90%左右，然后数字电路对摄像机抖动方向进行模糊判断，进而用剩下的10%左右画面进行抖动补偿。
- 特点：成本低，但对画面清晰度会带来一定的损失，不过这种损失肉眼难以分辨，多数低档的单片感光器件的摄像机具有电子防抖装置。

2. 光学防抖(OIS)

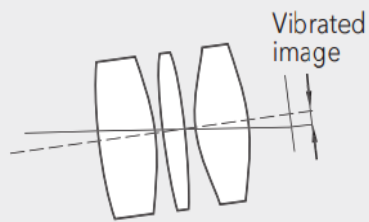
- 原理：利用安装在镜头里的一组可以上下左右活动的镜片（PSD镜片）来完成的。当手发生抖动时，检测电路检测出抖动的方向，经控制电路控制PSD镜片相应地移动，对抖动进行补偿。
- 特点：这种方式补偿效果好，补偿后画面没有损失，但电路及光学结构复杂，成本相对较高，一般只有高档的3片感光器件的摄像机配备。

The Principle of Anti-Vibration Device

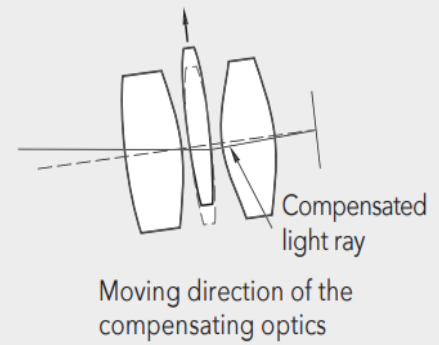
1. Without vibration



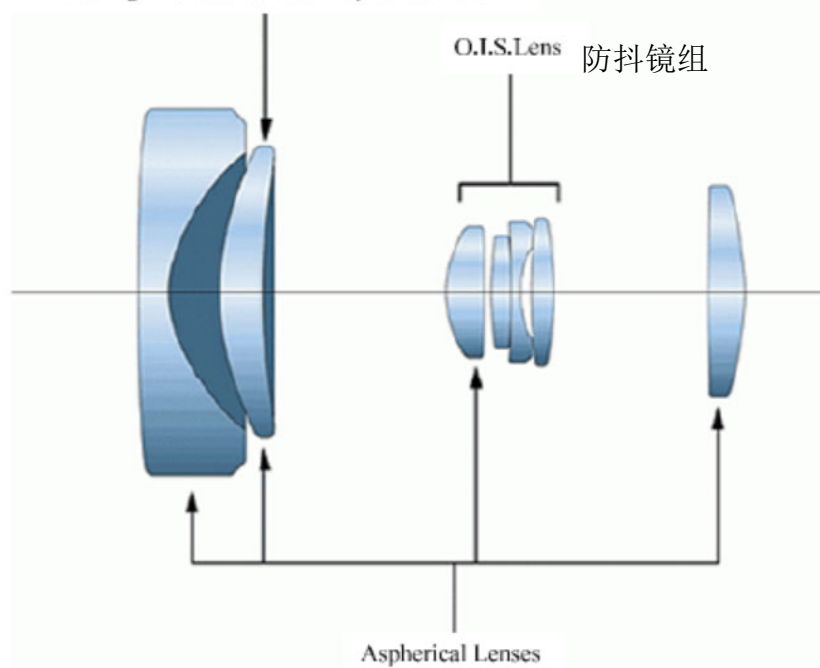
2. With vibration



3. After compensation



Extra High Refractive Index Aspherical Lens



二、夜视功能

- 摄像机在光线十分暗甚至一点光线都没有的情况下也能拍出图像。
- 主动红外夜视（OLux Night View）
 - 原理：在夜视状态下，摄像机会发出人们肉眼看不到的红外光线去照亮被拍摄的物体，红外线经物体反射后进入镜头进行成像。
 - 特点：可以在完全没有光线的条件下进行拍摄，但由于采用的是红外摄影，无法进行彩色的还原，所以拍摄出来的画面是黑白的。而且摄像机发出的红外光线只能照亮摄像机前面一小片区域，拍摄范围有限。

- 彩色夜视（Color Night View）。
 - 原理：不发出任何光线，而是采用延长感光器件的曝光时间，使得光线在感光器件上产生的电荷进行积累并运用摄像机电路进行高增益运算而完成的。
 - 特点：拍摄地至少应有 1 Lux 的光线（大概一支蜡烛的亮度），拍摄出的画面是彩色的，但由于感光器件曝光时间延长，拍摄的画面并不连续，而是会产生画面拖尾现象，因此只适于拍摄静止的物体或慢速移动的物体。

三、平稳快、慢动作记录

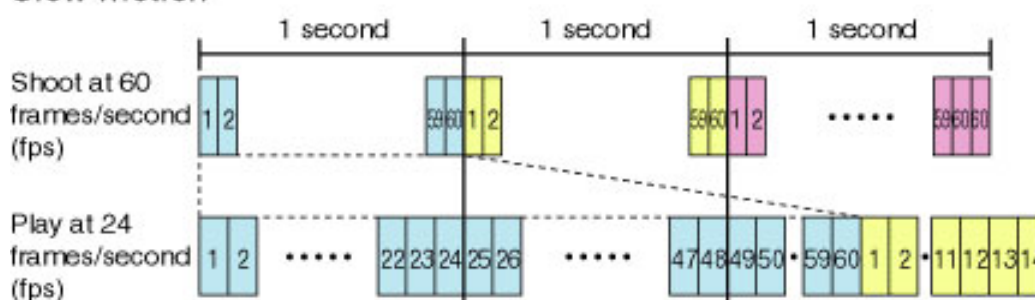
- 慢动作：高速拍摄，常速播放。

例如：使用60帧/秒的速度进行10秒钟的降格拍摄，那么总共就记录下了600帧画面。如果这些帧以每秒25帧的速度播放，播放视觉将持续24秒，即使用24秒的时间播放10秒钟的画面，于是就得到了慢动作效果。

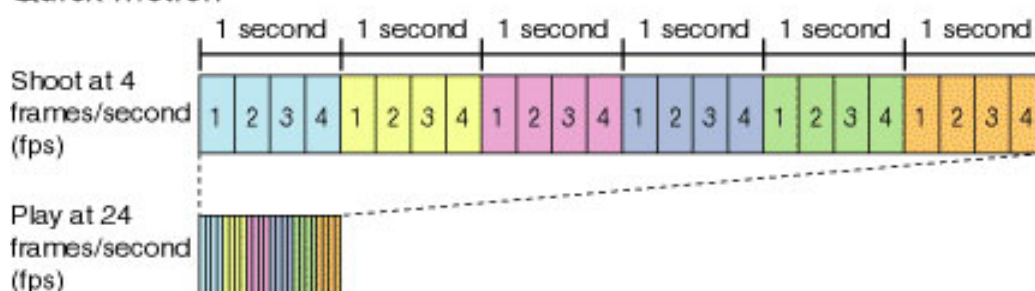
- 快动作：低速拍摄，常速播放。

例如：使用每秒4帧的速度升格拍摄12秒钟的画面，再用24帧/秒的速度重返，那么重放时间仅有2秒，即使用2秒钟播放12秒钟的画面，就形成了快动作效果。

Slow motion



Quick motion



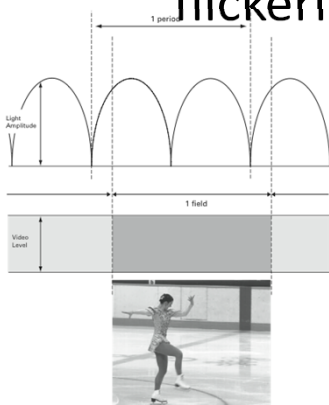
1. 高速视频处理的实现

- 感光器件时钟频率高。
- 摄像机的处理器将高速的视频转换为多个正常速度的视频（如三相视频）输出，输出到慢动作服务器。
- 服务器可以提供从静帧到快速播放的一系列视频输出及控制。

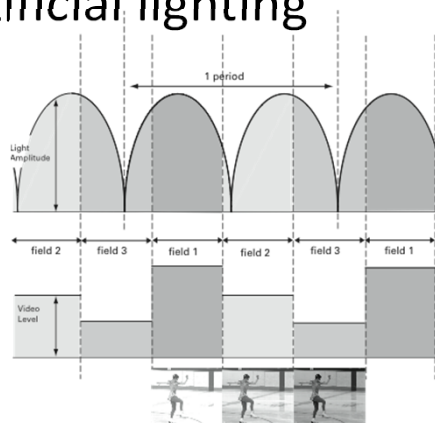
交流电灯光闪烁问题

AC Lamp flashes

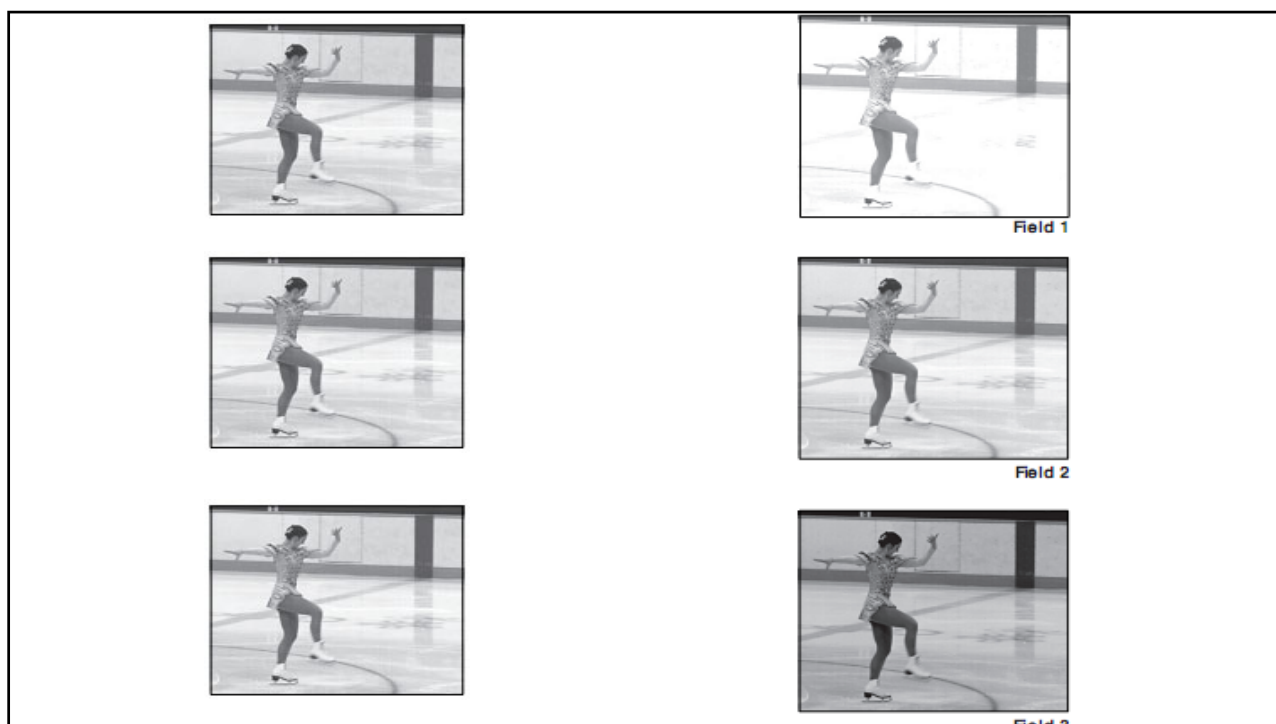
flickering of artificial lighting



正常速拍摄下的电荷积累



三倍速拍摄下的电荷积累



2. 避免出现人工灯光闪烁的方法

- 使用高速摄像机时，要对拍摄现场的灯光情况进行检查。（在高速拍摄，慢速播放的条件下检查）
- 使用高速摄像机频闪仪进行光线补偿或3-phase lighting。
- 使用摄像机预制(基于像素控制)去闪烁系统flicker reduction system。
- 使用自动亮度控制Auto Lighting Function。

$$N = fF / GCF (FL, fF)$$

FL是灯光的闪烁频率
fF是摄像机的扫描频率
GCF是最大公约数
N为产生闪烁的周期所包含帧数

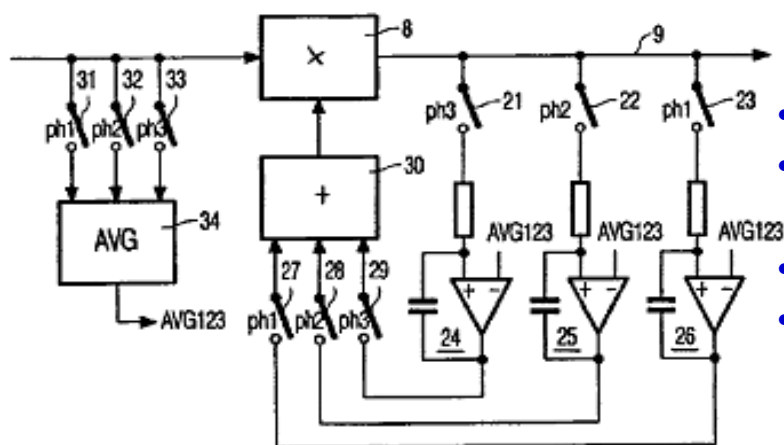
(1) 去闪烁系统flicker reduction system

去闪烁预置：

- Optimal: 默认设置，日光下或高频荧光等无闪烁环境下使用。
- Good: 在灯光闪烁幅度较小的环境下使用，比如现场使用了白炽灯或三相灯。
- Fair: 现场有荧光灯等人工灯光。
- Poor: 现场有闪烁幅度较大的灯光（气体放电灯，HMI灯、氖灯等）
- Extreme: 现场有闪烁幅度极大的灯光。该模式能去除闪烁感，但是画面会变模糊。

多个相邻帧取平均输出

(2) 自动亮度控制系统中的去闪烁补偿电路

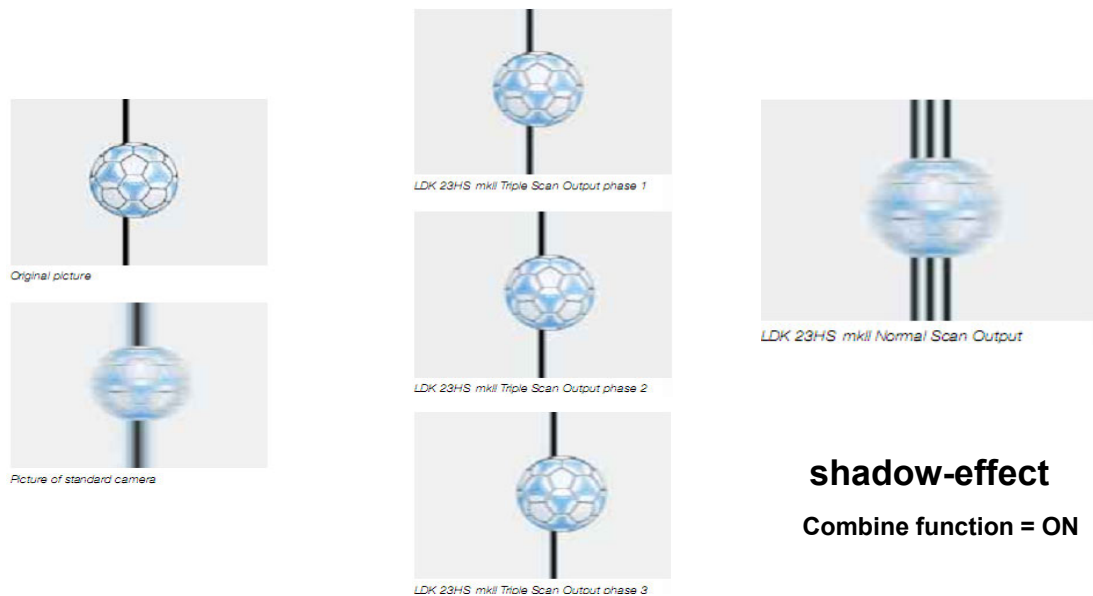


- **FL**是灯光的闪烁频率
- **fF**是摄像机的扫描帧频率
- **GCF**是最大公约数
- **N**为产生闪烁的周期所包含帧数

$$N = fF / GCF (FL, fF)$$

根据多个相邻帧的平均输出改变每帧的增益

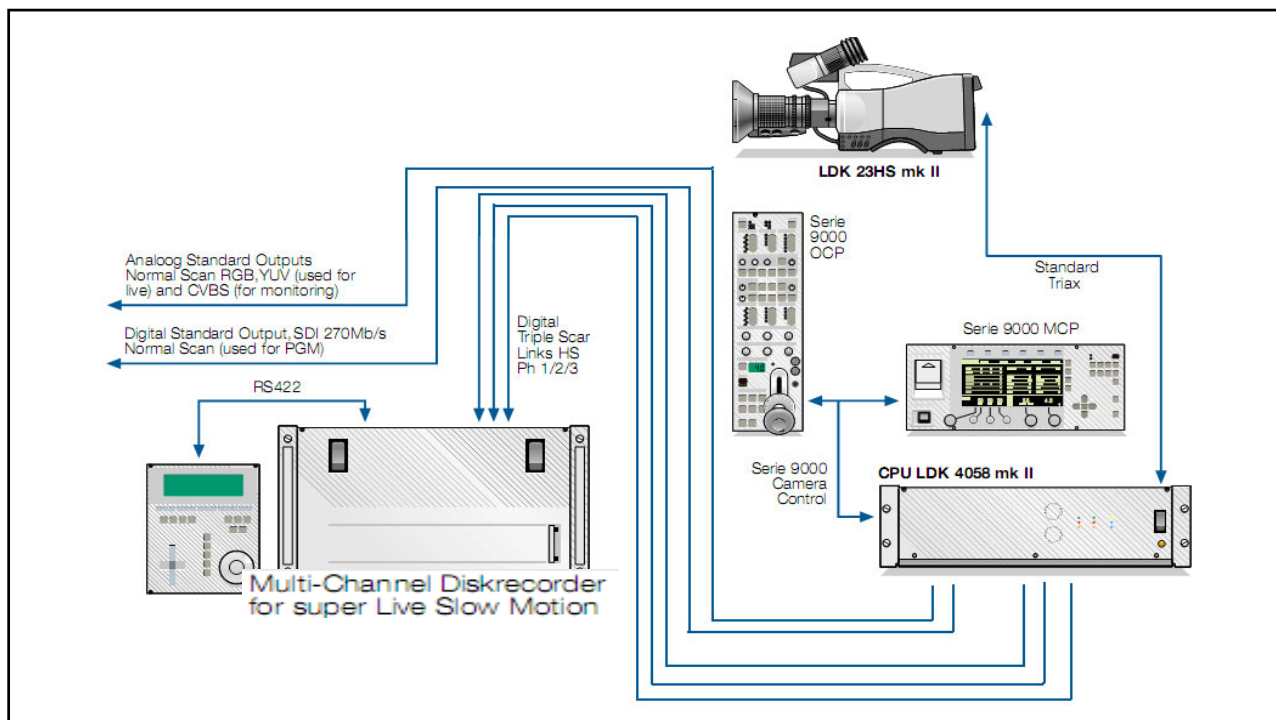
高速摄像机的常速输出



三倍速超级高清图像捕捉：
正常帧速率的三倍捕捉全分辨率
1920×1080高清晰度图像

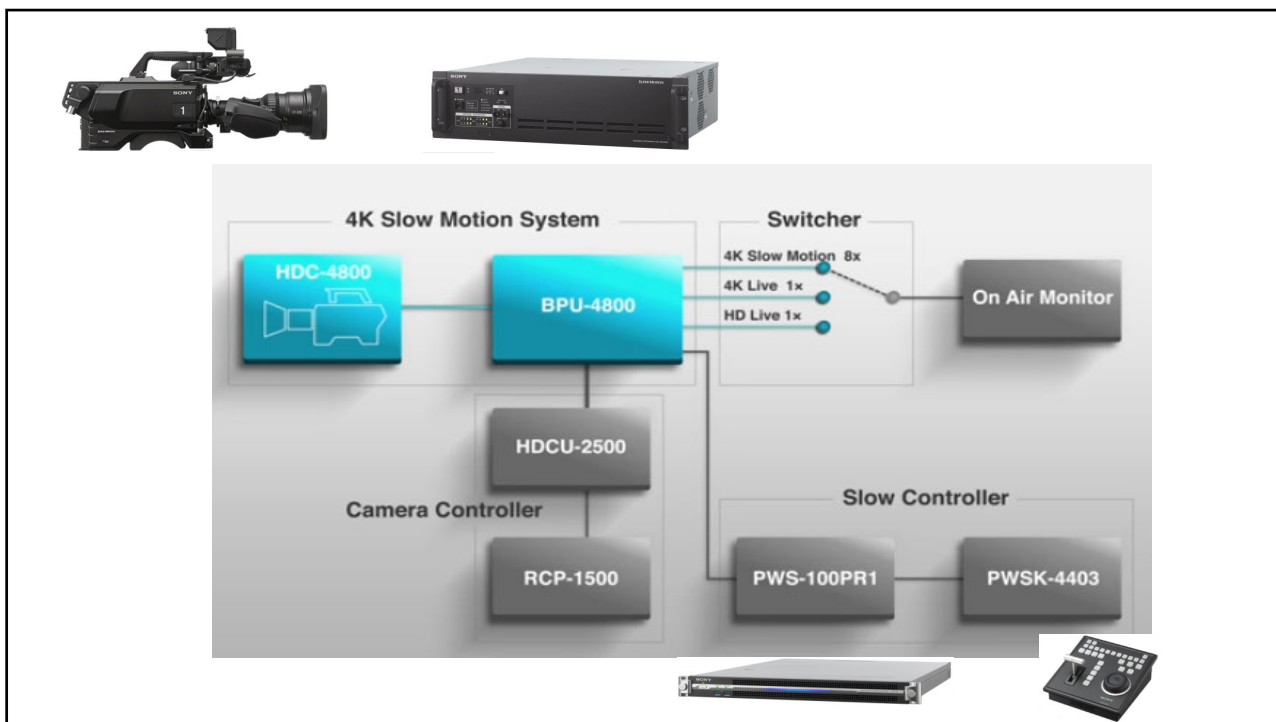
高清慢动作摄像机 **HDC3300**



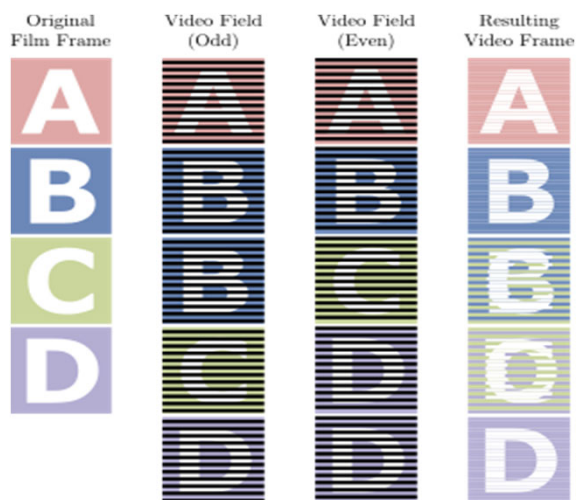


HDC-4300 通过可选的软件升级，可在标准的高清输出基础上提供 2 倍速 4K 分辨率和 8 倍速高清超级慢动作功能和 4K 图像拍摄功能。

HDC-4800 4K/高清超高帧率摄像机系统与专用的 4K 基带处理器 BPU-4800 结合使用，具备 4K 超慢动作录制功能，支持高达以 400P (8x) 的帧率拍摄全分辨率 4K 超高清影像，或以 800P (16x) 帧率拍摄全高清影像。



3. 电影24fps转电视帧频



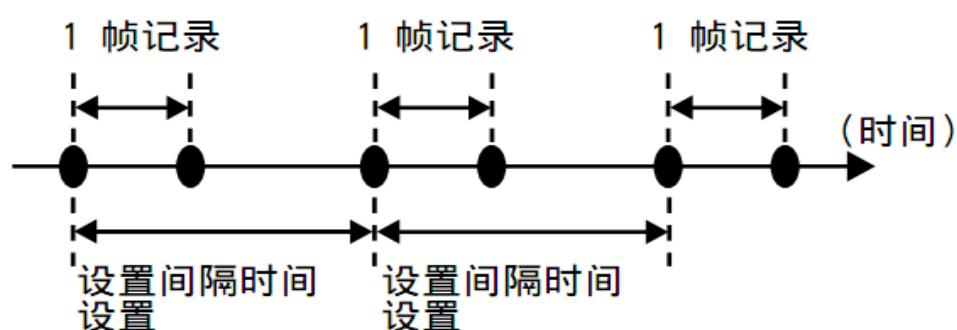
2:3pulldown

24fps转到30fps采用: 2:3pulldown

**24fps转到25fps采用:
2:2:2:2:2:2:2:2:2:2:3
(Euro) pulldown**

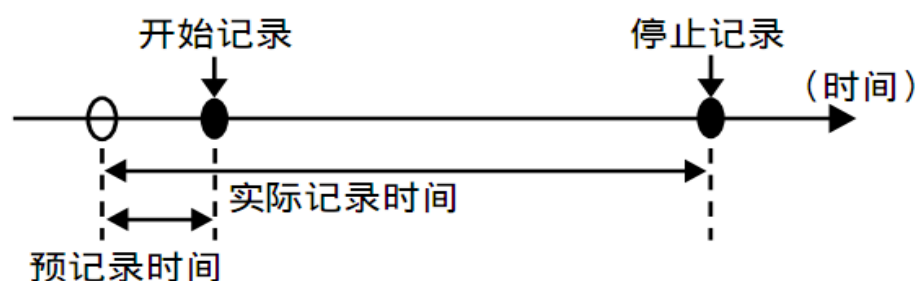
四、快速读写的存储单元

- 间隔记录 (Interval REC) —— 每隔固定时间记录一帧信号。（延时摄影/缩时摄影）



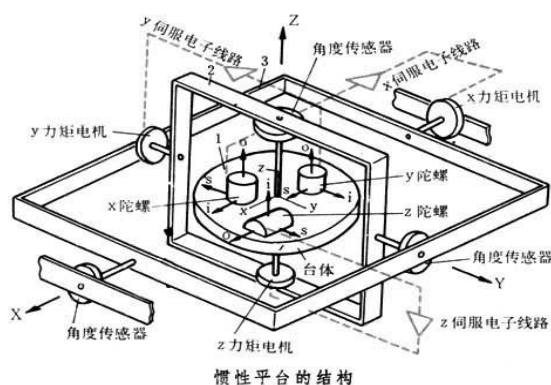
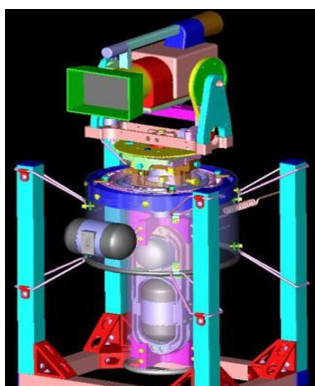
- 预记录 (Picture Cache Recording)

摄像机内带有缓存，不断更新缓存记录最新视音频内容，记录实际启动记录前若干秒内容。



五、陀螺稳定平台

作用：隔离移动载体的颠簸、振动对摄像机的影响，使拍摄视轴稳定在空间坐标系中给定的方向，确保拍摄图像稳定清晰。



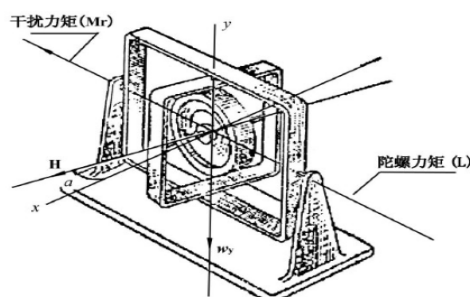
陀螺稳定平台分类：

- 机械式、光纤、激光、微机电
- 单轴、双轴、三轴
- 开放式和封闭式



按照工作原理分类

- 直接陀螺稳定平台：直接利用陀螺力矩平衡干扰力矩。
- 动力陀螺稳定平台：利用陀螺力矩和外加机械力矩来共同平衡干扰力矩；
- 间接陀螺稳定平台：只利用外加机械力矩平衡干扰力矩

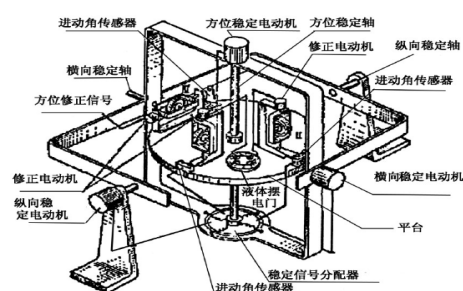


按稳定轴数目分类

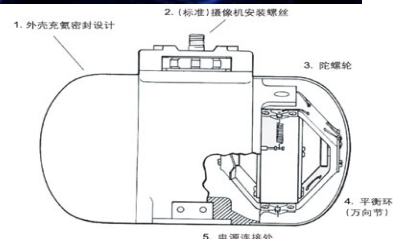
- 单轴陀螺稳定平台：能使被稳定对象在空间绕某**一根轴**保持稳定，阻止被稳定对象在空间绕该轴转动。
- 双轴陀螺稳定平台：能使被稳定对象在空间绕某**两根不平行的轴**保持稳定，两个轴形成一稳定平面，称为双轴陀螺稳定平台。
- 三轴陀螺稳定平台：能使被稳定对象在空间绕**三根互不平行的轴**保持稳定，称为三轴陀螺稳定平台。

三轴稳定平台

- 由横滚环、俯仰环和方位环组成，可绕三个轴（纵向稳定轴、横向稳定轴和方位稳定轴）相对基座转动。
- 方位稳定轴和平台固装在一起。
- 纵向稳定轴是倾斜角测量轴，横向稳定轴是俯仰角测量轴，方位稳定轴是航向角测量轴。



美国kenlab 凯尼恩摄像稳定陀螺仪系统





三轴光纤陀螺稳定航拍系统

(1) 直升机载体

直升机具有起降方便，机动性强等特点，能够执行前飞、后退、悬停等特殊动作，非常适合作为航拍载体。陀螺摄像稳定平台能够减少飞机振动和颠簸对拍摄的影响。



(1) Super-G系列



(2) Wescam系列



Spacecam机载陀螺稳定平台



Pictorvision机载陀螺稳定平台



DJI 大疆 无人机 悟Inspire 2

(2) “飞猫”

“飞猫”学名为**索道摄像承载系统**，分为二维飞猫和三维飞猫（又称“蜘蛛眼”）。二维飞猫可以实现远距离两点之间水平、垂直或倾斜方向的运动拍摄；三维飞猫通过调节悬挂飞猫的四根钢丝的长短，实现摄像机在预设的三维空间内任意位置悬停拍摄。飞猫上安装陀螺稳定平台，能够隔离绳索晃动等外部干扰，使拍摄画面稳定、没有震颤和噪声，特别适合于体育场、赛车场、大型演播室、体育馆等条件的运动拍摄。

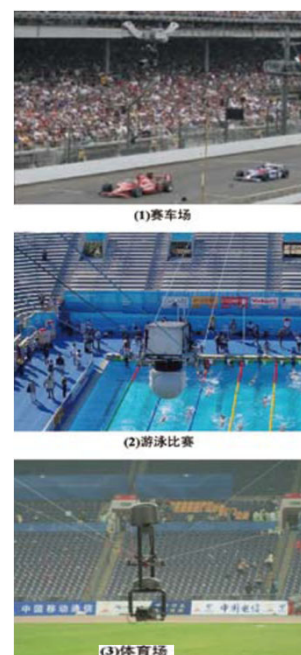


图3 飞猫

(3) 车载

车载条件下的拍摄具有机动灵活的特点，适合长距离、复杂路面的赛事及活动。陀螺稳定平台能有效减少路面颠簸、车体振动对拍摄的影响。

Nettmann 公司**Gyron FS/Stab-C** 系列稳定平台，用于拍摄轿车行驶画面。



(4) 船载

船载条件下的拍摄同样具有机动灵活的特点适合长距离水上项目的拍摄。陀螺摄像稳定平台能有效减少船体颠簸、振动对拍摄画面的影响。

- **Pictorvision** 公司的**Cine-G** 系列稳定平台，用于帆船赛的直播；
- **Spacecam** 公司的**Spacecam** 系列球舱，用于电影水面场景拍摄。



(1)Cine-G系列

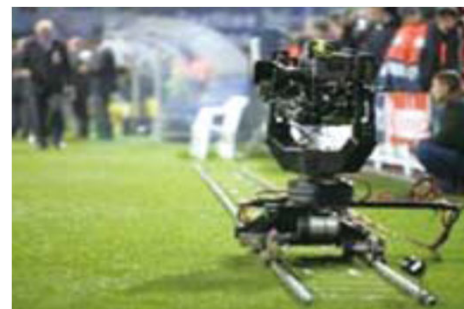


(2)Spacecam系列

(5) “电兔子”

“电兔子”是一种轨道摄像系统，可以快速跟随田径运动员、游泳运动员或其它需要直线跟踪拍摄的目标，通过搭载的陀螺摄像稳定平台，能稳定捕捉每一个细节动作，为观众展现高速清晰的画面。

- **Filmotechnic** 公司的**Flight head** 系列稳定平台，用于足球比赛转播
- 为广州亚运会田径赛场上携带2台**Nettmann** 公司的**Stab-C Compact** 系列稳定平台的“电兔子”。



(1) 足球赛场



(2) 田径赛场

(6) 摇臂

摇臂是拍摄电视剧、电影、广告及大型赛事和活动中经常使用的一种摄像器材。陀螺摄像稳定平台可以减少外部干扰对摄像机的影响，使画面更加清晰稳定。图1为不同稳定平台在摇臂上的应用实例。近年来，航天控制仪器研究所发挥在惯性技术领域的专长，开展了陀螺稳定技术在影视行业的应用研究，研制了多款陀螺摄像稳定平台。

其中，车载摄像稳定平台采用陀螺稳定伺服控制，能实现广播级摄像机在二维空间的稳定和操控，已经成功应用于厦门马拉松、北京马拉松、广州亚运会皮划艇比赛以及马拉松等多项大型体育赛事直播中；全姿态影视吊舱可实现三轴的陀螺稳定和操控，可搭载在悬索、飞机等运动载体上，已成功应用于外景航拍、电视拍摄和大型活动转播中。



(1) Pictovision XR系列



(2) Spacecam系列



(3) Cam-Remote系列

六、斯坦尼康/减震器

- 大型斯坦尼康包括：承重背心、稳定平衡杆、减震力臂
- 手持减震器：稳定平衡杆



其他配件：

- 稳定平衡杆
- 陀螺仪稳定器
- 低拍支架
- 角度调节器
- 监视器
- 遥控装置
- 电池



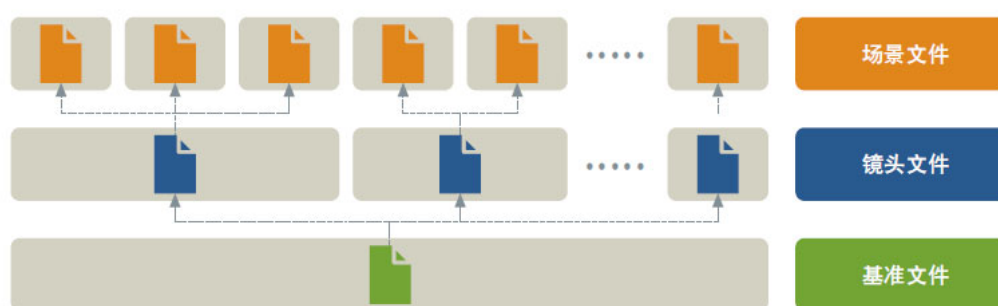


七、文件系统

摄像机内部参数可以以文件的形式存储在存储媒介里，这样可以根据特定场景、镜头，快速再现参数，或在多摄像机之间复制参数。

摄像机存储的数据文件可分成多种类型：

- 场景文件：存储个别场景的设置参数，如户外、室内等不同光线条件下的设置。
- 镜头文件：每种镜头都有自己的“偏移”性能，需要相应的补偿，同一台摄像机使用不同的镜头时，要使用不同的镜头参数。镜头文件主要存储镜头补偿参数。
- 基准文件：记录摄像机的公用基础参数，包括伽玛、细节、拐点等，基础文件参数可能因摄像机种类不同而不同。



文件系统分层

思考

1. 简述高速摄像机实现慢速度重放的原理，使用高速摄像机拍摄时要注意哪些问题？
2. 对花朵开放的过程进行摄像记录，如果希望重放时，花朵开放的速度非常快，简述如何实现？
3. 画出高速摄像机讯道的视频系统图
4. 摄像机电子防抖、光学防抖、夜视、间隔记录、预记录、改变帧率的原理。