

4K 或者说 UHDTV 和目前的 HDTV (2K、1080p) 相比并不仅仅是分辨率上达到两倍 (或者说像素达到四倍), 在帧频 (或者说时间取样)、每像素色深、色域等方面都有极大的不同, 如果不能只是炒作 4K 而没有在这三方面做好的话, 那也只是缩水版的 4K。

首先, 不管是针对数字电影的 DCI 1.2 还是针对电视广播的 UHDTV, 都是没有隔行视频格式。

隔行模式当年提出主要是因为电影出来后, 人们发现在光线昏暗的房间里需要每秒显示 40 张画面才能消除闪烁问题, 如果是明亮的显示设备上则需要每秒 80 张画面, 因此早期的电影是用每秒 16 帧 (16P) 格式拍摄, 然后以每张画面照射三次就能达到接近每秒 48 帧画面, 到了有声电影的时候, 为了实现音画同步 (16p 的时间取样没法对上嘴形), 拍摄的帧率提升到每秒 24 帧或者说 24P, 放映的时候放映机的快门以两倍速度开关, 就能做到接近每秒 48 帧的效果。

对电视机来说这样的方案并不可行, 因为存储一张完整的视频帧和扫描两次是需要帧缓存的, 这样的方案在上世纪 80 年代之前都是不存在的。除此以外, 还得避免由于摄影棚光照与 CRT 电视采用的真空管必须以交流电频率扫描这个限制而产生的画面干涉现象。

在 1936 年英国设定模拟电视标准的时候 CRT 电视是电子机械式扫描的, 只能做到在 1/50 秒里刷 200 行扫描线, 而采用隔行模式后, 由于视觉残留现象, 每秒扫两个 202.5 线的扫描场就能做到每帧 405 线分辨率, 垂直扫描频率依然是 50Hz (欧洲交流电工频标准), 闪烁问题并不是算严重, 但是可视细节能显著增加, 这在当时是一个非常了不起的主意。

从 40 年代到现在, 虽然技术已经有巨大的进步, 电视系统具备更高的带宽, 但是隔行扫描技术依然是这些电视系统的核心。主要的变化是让扫描线数有所增加, 让每帧画面具备更高的分辨率。像目前中国采用的 HDTV 1080i50 广播就是将两个 540 线的奇偶场画面经过平板电视的反交错电路处理为两个 (也可以是一个) 1080 线画面, 当然, 实际参与反交错处理的视频场可能要多于两个。

不过 1080i 将成为最后一个隔行视频格式, 在 EBU (欧洲广播联盟) 新近的电视广播制式研究中, 已经开始倡导像 1080p50 (每秒 50 帧完整画面, 可用 H.264 13.xMbit/s 的码率实现传播) 这样的逐行显示格式。

在 UHDTV 中, 由于现有技术 (编解码、显示设备等) 已经可以满足足本分辨率的情况下实现较高的帧频, 加上隔行视频在业务应用中的缺点也比较突出 (例如再先进的反交错技术也无法实现真正的完整画面, 运动画面会偏模糊), 因此要求全部采用逐行帧频格式。

在帧频 (或者说时间取样) 格式上, 主要针对数字电影放映系统的 DCI 2K 格式允许 24 fps、48 fps, 4K 允许 24 fps; 而 UHDTV 则不限分辨率允许 23.976 fps、24 fps、25 fps、29.97 fps、30 fps、50 fps、59.94 fps (关于非整数帧率的缘由大家可以到 [这个网址](#) 了解)、60 fps 以及 2012 年新加入的 120 fps。

120p 就是每秒一百二十帧画面, 在这个时间取样速度下, 是可以很大程度上改善低帧频模式时候常出现的运动镜头画面跳停 (英文称之为 jerkiness) 现象以及运动镜头时候的模糊现象, 完全消除高亮度+宽视角情况下的临界闪烁现象, 其中运动镜头的画面抽搐现象和模糊现象主要取决于摄影机这一端。

高帧率的意义不仅在此, 例如这两年非常流行的立体呈像电视, 其中的主动式快门立体呈像技术是牺牲 1/2 帧频达成的, 因此电视此时的有效刷新率其实只是相当于每秒 25 帧或者每秒 30 帧。在采用完全的 120Hz (节目源和电视机均为 120 fps) 后, 立体呈像的刷新率就能达到等效 60Hz 的水平, 画面闪烁感会显著降低, 画面流畅度也会大为改善。

部分 UHDTV 应用可能会要求和 HDTV 一样的最高 60Hz 帧频, 从纯技术角度来看, 最好是使用现有电视机帧频的最小公倍数来进行帧率转换, 但是 300Hz 或者 600Hz 从技术实现难度和带宽需求在可见的将来都是难以取得实现的, 如果采用 120Hz 来与 50/59.94Hz 的转换则已经有颇为成熟的数字技术来实现。

ITU 在设定 120Hz 这个帧频的时候, 已经考虑了摄影机、显示装置、传输技术的可行性, 按照目前的进展, 120Hz 将会在不久的将来成为现实。

### Test materials for stroboscopic effect evaluation<sup>2</sup>



Runner  
20 degrees/s



Stadium  
25 degrees/s

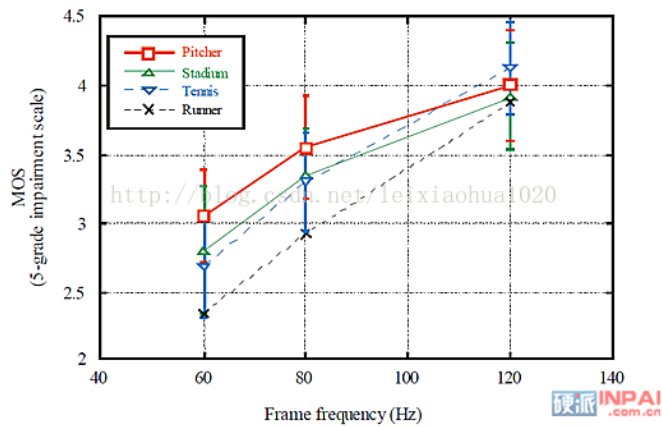


Tennis  
180 degrees/s



Pitcher  
140 degrees/s

Relationship between image quality score and frame frequency for stroboscopic effect



ITU 使用上面四个场景进行镜头平移画面顿挫感与帧率关系性测试的主观评价得分

Y 坐标是主观评价得分, X 坐标是帧率 (测试选择了 60、80、100、120 fps)

按照 ITU 在 HDTV (100 英寸, 距离 3.7 米) 上进行的 69 人 + 12 片段主观测试结果, 60Hz 到 120 Hz 的平均得分改进是 0.46 分 (60Hz 的得分是 3.x 分), 而 120Hz 到 240Hz 的平均改进是 0.23 分, 从统计学来说这样的改进是相当显著的, 因此可以预期在 UHDTV 上采用 120Hz 帧频将会有非常显著的改善, 这也是 UHDTV 在 2012 年追加 120Hz 的重要原因。

文章标签: [超高清](#) [帧率](#)

个人分类: [超高清/4K](#)