

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R BT.2020-2 建议书

(10/2015)

**超高清电视系统节目制作
和国际交换的参数数值**

**BT 系列
广播业务
(电视)**



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电电信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

（也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版物
2017年，日内瓦

© 国际电联 2017

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R BT.2020-2 建议书
超高清电视系统节目制作和
国际交换的参数数值

(2012-2014-2015年)

范围

超高清电视（UHDTV）将为观众提供最佳的视觉体验，其主要手段是从水平和垂直方向提供更宽的视野，并为家庭和公共场所的电视使用提供相应尺寸的屏幕。多类UHDTV应用要求的系统参数超出了高清电视（HDTV）的水平。本建议书阐述了UHDTV图像系统用于国际节目制作和交换的参数。

关键词

UHDTV、图像系统参数、宽视场、国际节目交换

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 自1997年以来一些主管部门便引入了数字地面电视广播（DTTB）业务并能够通过HDTV制式提供高质量的电视节目；
- b) 观众希望HDTV之后的电视制式能提供高于当前HDTV制式的特性，使感受更加真实、现实世界变得更加透明，视觉信息更为准确；
- c) 按照当前显示器技术的发展，预计超高清电视（UHDTV）不久就将面市，其主要特征包括屏幕更大、空间/时间分辨率更高、色域更广、动态范围更大；
- d) ITU-R近来一直在研究超高分辨率图像（EHRI）以及更多的大屏幕数字图像（LSDI）格式，同时还编写了ITU-R建议书：ITU-R BT.1201-1建议书提出了超高分辨率图像特征方面的指南，ITU-R BT.1769建议书为更多的LSDI图像格式提供了参数值；
- e) LSDI制式主要为公众观看电视提供了超大显示屏。此制式可用于多种应用，其中包括戏剧、演出、体育节目、音乐会等；
- f) EHRI是一种能够提供高于HDTV分辨率的制式，可用于广播和非广播应用（例如，计算机图像、打印和医疗应用）；
- g) UHDTV将为观众提供最佳的视觉体验，其主要手段是通过更广的视域来覆盖人类视角的大部分区域，并为家庭放映和公共场所播放提供相应尺寸的屏幕；
- h) UHDTV制式希望使用有助于提高压缩效率的信号格式，因为该制式的像素数量比HDTV制式更高，

注意到

ITU-R BT.2246号报告描述了超清电视（UHDTV）的现状，

建议

将本建议书所述规范用于 UHDTV 节目的制作和国际交换¹，

并进一步建议

如果发现替代性的光电传输功能（EOTF）可在提供明显益处的同时不会造成巨大的缺陷，则应扩展本建议书的用途，为使用改进后的 EOTF 提供支持。

注 – 未来应当考虑如何扩展本建议书的范围，以补充的方式将扩展图像参数纳入。

表1
图像空间特性

参数	值	
图像纵横比	16:9	
像素数 水平×垂直	7 680 × 4 320	3 840 × 2 160
取样点阵	正交	
像素纵横比	1:1（方形像素）	
像素寻址	每行像素的顺序是从左向右，行的顺序是从上至下。	

¹ 无论是3 840 × 2 160 还是7 680 × 4 320制式的UHDTV都将拥有向家庭用户提供电视节目的主要应用，为观众提供更强的“身临其境”感和真实感，采用对角线长约1.5米或更高的屏幕，甚至是用于剧场、大厅、体育场所或主题公园等其它地点的大屏幕（LSDI）。

具有超高分辨率的小型桌面显示器对观众很有吸引力。

在更多的观看环境中，7 680 × 4 320制式将提供优于3 840 × 2 160制式的视觉效果。

与目前使用的制式相比，可能需要提高视频源编码的效率和/或传输信道的能力，从而能够通过地面或卫星将节目发送给家庭用户。为实现此目标，目前正在开展研究。初期提供此类节目可能需要使用电缆或光纤。

帧频率的选择可能受电力线路频率和所使用场景照明类型以及高帧速率和低帧速率之间节目内容转换方面的考虑的影响（参见ITU-R BT.2246号报告）。

表2
图像的时间特性

参数	值
帧频率 (Hz)	120, 120/1.001, 100, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001
扫描模式	逐行

表3
系统比色法

参数	值		
非线性预纠错前的 光电传输特性	假设为线性 ⁽¹⁾		
主色和用于参考的白色 ⁽²⁾	色品参数 (CIE, 1931)	x	y
	红基色 (R)	0.708	0.292
	绿基色 (G)	0.170	0.797
	兰基色 (B)	0.131	0.046
	参照白基色 (D65)	0.3127	0.3290

⁽¹⁾ 图像信息在0-1的范围内可用RGB三色刺激值线性指出。

⁽²⁾ 图像信息的色度值可在RGB基色和参照白基色的基础上加以判定。

表4
信号格式

参数	值	
信号格式	$R'G'B^{(1)}$	
	恒定亮度 $Y'_C C'_{BC} C'_{RC}^{(2)}$	非恒定亮度 $Y'_C C'_B C'_R^{(3)}$
非线性传输功能	$E' = \begin{cases} 4.5E, & 0 \leq E < \beta \\ \alpha E^{0.45} - (\alpha - 1), & \beta \leq E \leq 1 \end{cases}$ <p>式中E为参照白基色的水平进行归一化后的电压，与可通过参考彩色摄像机信道R、G、B加以检测的绝对光强度形成比例关系；E'是最终的非线性信号。</p> <p>α和β为以下联立方程的解：</p> $4.5\beta = \alpha\beta^{0.45} \quad \alpha + 1 \tag{1}$ $4.5 = 0.45\alpha\beta^{0.55} \tag{2}$ <p>该联立方程提供了平滑连接两个曲线部分并得出 $\alpha = 1.09929682680944\dots$ 且 $\beta = 0.018053968510807\dots$ 的条件。在实际中，可使用以下数值：</p> <p style="text-align: center;">$\alpha = 1.099$ 和 $\beta = 0.018$用于10比特系统 $\alpha = 1.0993$ 和 $\beta = 0.0181$用于12比特系统</p>	
Y'_C 和 Y' 的衍生物	$Y'_C = (0.2627R + 0.6780G + 0.0593B)'$	$Y' = 0.2627R' + 0.6780G' + 0.0593B'$
色差信号的衍生物	$C'_{BC} = \begin{cases} \frac{B' - Y'_C}{-2N_B}, & N_B \leq B' - Y'_C \leq 0 \\ \frac{B' - Y'_C}{2P_B}, & 0 < B' - Y'_C \leq P_B \end{cases}$ $C'_{RC} = \begin{cases} \frac{R' - Y'_C}{-2N_R}, & N_R \leq R' - Y'_C \leq 0 \\ \frac{R' - Y'_C}{2P_R}, & 0 < R' - Y'_C \leq P_R \end{cases}$ <p>其中</p> $P_B = \alpha(1 - 0.0593^{0.45}) = 0.7909854\dots$ $N_B = \alpha(1 - 0.9407^{0.45}) - 1 = -0.9701716\dots$ $P_R = \alpha(1 - 0.2627^{0.45}) = 0.4969147\dots$ $N_R = \alpha(1 - 0.7373^{0.45}) - 1 = -0.8591209\dots$ <p>在实际中，可采用以下数值：</p> $P_B = 0.7910, N_B = -0.9702$ $P_R = 0.4969, N_R = -0.8591$	$C'_B = \frac{B' - Y'}{1.8814}$ $C'_R = \frac{R' - Y'}{1.4746}$

表4的说明:

- (1) 当制作最佳质量的节目为工作重点时, 可将R'G'B'用于节目交换。
- (2) 当最重要的工作是精确保留亮度信息, 或预计交付的编码效率可能将会提升时, 可使用恒定亮度的Y'CC'BCC'RC (参见ITU-R BT.2246号报告)。
- (3) 当使用与SDTV和HDTV环境相同的操作是工作重点时, 可使用非恒定亮度的Y'CB'CR (参见ITU-R BT.2246号报告)。
- (4) 在典型制作实践中, 会对图像源的编码功能进行调整, 以便在ITU-R BT.2035建议书所规定的基准观看环境下, 在一个具备ITU-R BT.1886建议书参考编码功能的基准显示器上观看时, 最终的图像具有需要的效果。

表5
数字表现

参数	值		
编码信号	R', G', B' 或 Y', C'_B, C'_R 或 Y'_C, C'_{BC}, C'_{RC}		
取样点阵 $-R', G', B', Y', Y'_C$	正交、线和图像重复共址		
取样点阵 $-C'_B, C'_R$ 或 C'_{BC}, C'_{RC}	正交、线和图像相互重复共址 第一个(左上)取样与第一个 Y' 取样共址。		
	4:4:4系统	4:2:2系统	4:2:0系统
	每个的水平取样数量 均与 Y' (Y'_C) 分量的 数量相同。	水平取样数量是 Y' (Y'_C) 分量的一半。	水平和垂直取样数量 均为 Y' (Y'_C) 分量 的一半。
编码格式	每个分量为10或12比特		
$R', G', B', Y', Y'_C, C'_B, C'_R,$ C'_{BC}, C'_{RC} 的量化	$DR' = INT\left[\left(219 \times R' + 16\right) \times 2^{n-8}\right]$ $DG' = INT\left[\left(219 \times G' + 16\right) \times 2^{n-8}\right]$ $DB' = INT\left[\left(219 \times B' + 16\right) \times 2^{n-8}\right]$ $DY'(DY'_C) = INT\left[\left(219 \times Y'(Y'_C) + 16\right) \times 2^{n-8}\right]$ $DC'_B(DC'_{BC}) = INT\left[\left(224 \times C'_B(C'_{BC}) + 128\right) \times 2^{n-8}\right]$ $DC'_R(DC'_{RC}) = INT\left[\left(224 \times C'_R(C'_{RC}) + 128\right) \times 2^{n-8}\right]$		

表5 (完)

参数	值	
	10比特编码	12比特编码
量化水平		
– 黑色的水平 $DR', DG', DB', DY', DY'_C$	64	256
– 消色差的水平 $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	512	2 048
– 额定峰值 $DR', DG', DB', DY', DY'_C$ $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	940 64和960	3 760 256和3 840
量化水平指配	10比特编码	12比特编码
– 视频数据	4 至1 019	16至4 079
– 时间参考	0-3 和1 020-1 023	0-15 和4 080-4 095