

# **ITU-R BT.2123-1 建议书**

**(02/2025)**

BT系列：广播业务（电视）

**用于广播节目制作和国际节目交换  
的高级沉浸式视听系统的视频参数值**



## 前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

## 知识产权政策（IPR）

国际电联无线电通信部门（ITU-R）的 IPR 政策述于 ITU-R 第 1 号决议所参引的《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 <https://www.itu.int/ITU-R/go/patents/zh> 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 建议书系列

（可同时在以下网址获得：<https://www.itu.int/publ/R-REC/zh>）

系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务（声音）
<b>BT</b>	<b>广播业务（电视）</b>
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
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	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和标准频率发射
V	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物  
2025年，日内瓦

© 国际电联 2025

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

## ITU-R BT.2123-1 建议书

用于广播节目制作和国际节目交换的  
高级沉浸式视听系统的视频参数值

(2019-2025年)

## 范围

高级沉浸式视听（AIAV）系统将通过实现所需方向的宽阔视野提供前所未有的沉浸式体验。为制作高质量的舒适图像，AIAV系统需要超出超高清电视（UHDTV）级别的视频系统参数及额外的系统参数来支持全向图像的呈现。本建议书规定了用于节目制作和国际节目交换的AIAV系统参数。

## 关键词

沉浸式媒体、虚拟现实、360°视频、系统参数、投影映射

国际电联无线电通信全会，

## 考虑到

- a) 虚拟现实、360°视频及其他沉浸式媒体技术已引起内容提供商、受众和相关消费技术供应商的注意；
- b) 电视和广播节目制造方等正在探索高级沉浸式系统，以增强受众的内容体验；
- c) 当前的沉浸式媒体内容通常根据具体的交付或分发技术的要求进行获取和制作；
- d) 目前尚未有制作、控制和交换虚拟现实、360°视频及其他沉浸式广播节目的全球标准或推荐做法；
- e) 广播公司通过越来越多的交互式交付平台向受众分发不同的节目内容；
- f) 使得虚拟现实360°图像高质量和舒适要求明显的高空间分辨率；
- g) 指定用于生产专业线性内容的高级沉浸式视听（AIAV）系统的视听组件的参数值有助于产生各种AIAV内容，

## 建议

为了AIAV内容的制作和国际交换，应采用本建议书中所述的规范。

1 三自由度（3DoF）应用<sup>1</sup>中360°图像的图片特征

表1至表3展示了3DoF应用中360°图像的图片特征。

表1  
图像空间和时间特性

参数	值
球体到矩形图像的投影方法	正方形投影 (见附件1中的详述)
映射图像的像素数 水平 × 垂直	30 720 × 15 360 <sup>(1),(2)</sup> (30K × 15K)
像素纵横比	1:1 (方形像素)
帧频率 (Hz)	120、120/1.001、100、60、60/1.001、50
图像格式	逐行

(1) 这些值基于典型的人类空间角度锐度，以使观看者在观看360°图像的一部分时不感知像素结构。全360°图像要求30K × 15K的像素数。其他像素数可在实际系统设计时使用。

(2) 一个半球或360°图像的一部分可以用30K × 15K像素的一部分来表示。

表2  
系统比色法

参数		值		
		光谱 (资料性)	色品参数 (CIE, 1931)	
			x	y
主色	红基色 (R)	单色630 nm	0.708	0.292
	绿基色 (G)	单色532 nm	0.170	0.797
	蓝基色 (B)	单色467 nm	0.131	0.046
参照白基色		按照ISO 11664-2:2007 的D65	0.3127	0.3290
颜色匹配功能		CIE 1931		

<sup>1</sup> 用户可以在具有三自由度（3DoF）（偏航、俯仰和滚动）的任何方向上自由环顾四周的节目素材。典型的应用案例是用户坐在椅子上观看头戴式显示器（HMD）呈现的3D VR/360°内容。图1提供了详细内容。

表3  
信号格式

参数	值
信号格式	$R'G'B'$ 、 $Y'C'_bC'_r$ （非恒定亮度）、 $IC_T C_P$
$R'G'B'$ 、 $Y'C'_bC'_r$ 和 $IC_T C_P$ 的推导（仅限HDR）	标准动态范围（SDR）：按照ITU-R BT.2020建议书 高动态范围（HDR）：按照ITU-R BT.2100建议书
比特深度	每个组件10或12位
颜色二级取样	按照ITU-R BT.2100建议书表8
数字整数表示	按照ITU-R BT.2100建议书表9 (SDR：窄幅，HDR：窄幅或全幅)

表3注：恒定强度 $IC_T C_P$ 信号格式最初于2016年由ITU-R BT.2100建议书引入。除非所有相关方都同意，否则该信号格式不应用于节目交换。

## 2 360°图像的呈现特征

附件2介绍了360°图像的资料姓呈现特征。

### 附件1 (规范性)

#### 全向视频投影<sup>2</sup>

##### 1 投影结构与坐标系

投影结构是一个单位球面。

本节规定的坐标系应被用于指示投影结构或某点的球面位置的方向。在后一种情况中，可能缺少或忽略滚动角度。

注1 – 假设不同媒体类型的坐标系在内容制作期间校准。

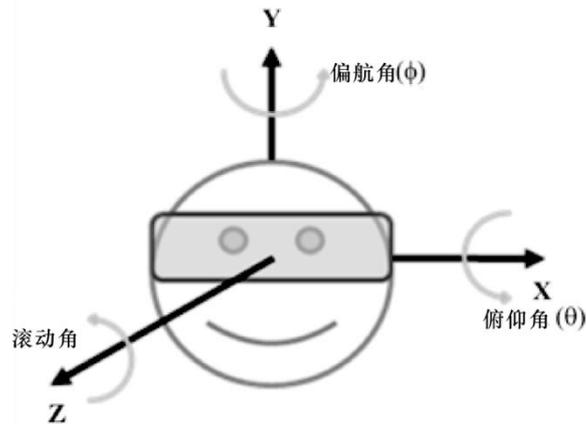
注2 – 规定的坐标系与ISO/IEC 23005-5中规定的执行器的参考坐标系相同。

图1规定的坐标轴用于定义偏航角（ $\phi$ ）、俯仰角（ $\theta$ ）角和滚动角。偏航角绕Y（垂直、向上）轴旋转，俯仰角绕X（横向、侧向）轴旋转，滚动角绕Z（从后向前）轴旋转。旋转是非固有的，即围绕X、Y和Z固定参考轴旋转。当从原点看向轴的正端时，角度顺时针增加。

<sup>2</sup> 本附件基于ISO/IEC 23090-2 – 全向媒体格式中的规范。

图1

偏航角、俯仰角和滚动角的主轴  
偏航角绕Y（垂直、向上）轴旋转，俯仰角绕X（横向、侧向）轴旋转，  
滚动角绕Z（从后向前）轴旋转



BT.2123-01

**偏航角** ( $\phi$ ) 表示绕Y轴的旋转角度，单位是度。

类型：浮点十进制值

范围：大于等于-180度，小于180度

**俯仰角** ( $\theta$ ) 表示绕X轴的旋转角度，单位是度。

类型：浮点十进制值

范围：大于等于-90度，小于等于90度

**滚动角** 表示绕Z轴的旋转角度，单位是度。

类型：浮点十进制值

范围：大于等于-180度，小于180度

## 2 全向投影格式

本节输入包括：

- **图片宽度** ( $w$ ) 和 **图片高度** ( $h$ ) 分别表示样本中正方形全景图片的宽度和高度，以及
- 分别表示沿水平轴和垂直轴的相同位置 ( $i, j$ ) 的中心点。

本节输出内容如下：

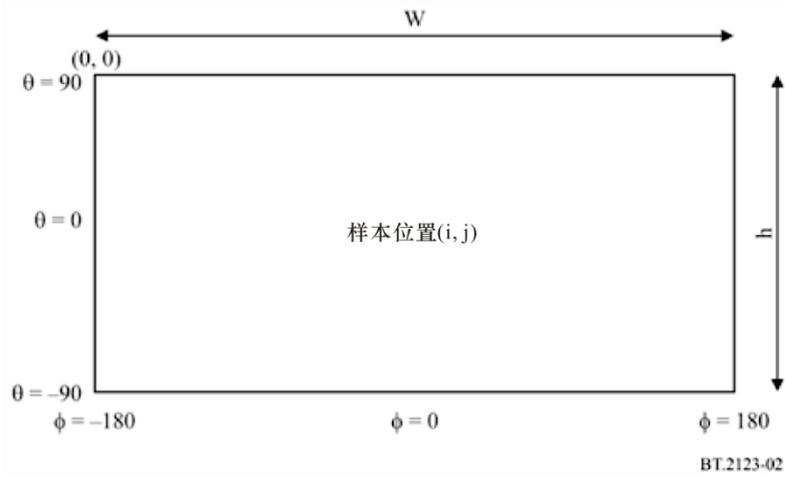
- 相对于第1节中规定的坐标轴，样本的角坐标 ( $\phi, \theta$ )，单位是度。

亮度样本的角坐标 ( $\phi, \theta$ )，单位是度在下述正方形映射公式中给出，如图2所示。

$$\phi = (i \div w - 0.5) * 360$$

$$\theta = (0.5 - j \div h) * 180$$

图2  
采样坐标定义



附件2  
(资料性)

360°图像的呈现特征

在头戴式显示器（HMD）上呈现360°图像要求表4所示空间特征。

表4

HMD在呈现360°图像时的空间特征要求

空间特征		要求
视野 (FV)	水平 (FV <sub>H</sub> )	FV <sub>H</sub> ≥ 240°
	垂直 (FV <sub>V</sub> )	FV <sub>V</sub> ≥ 160°
空间分辨率 (SR)	FV <sub>H</sub> ≤ 100°, FV <sub>V</sub> ≤ 90°	SR ≥ 30 cpd
	100° < FV <sub>H</sub> ≤ 160°, 90° < FV <sub>V</sub> ≤ 110°	SR ≥ 8 cpd
	160° < FV <sub>H</sub> , 110° < FV <sub>V</sub>	SR ≥ 1 cpd

表4注：这些要求基于ITU-R BT.2506-1号报告。