

# GY

中华人民共和国广播电视和网络视听行业标准

GY/T 347.2—2021

---

## 超高清清晰度电视信号实时串行数字接口 第2部分：多链路 10Gbit/s 光接口（12比特字容器）

Real-time serial digital interfaces for UHD TV signals—Part 2: multi-link 10 Gbit/s optical interfaces(12-bit-word containers)

(ITU-R BT. 2077-2, Real-time serial digital interfaces for UHD TV signals, MOD)

2020 - 03 - 29 发布

2021 - 03 - 29 实施

国家广播电视总局

发布

## 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 缩略语 .....	2
5 视频数据信号 .....	3
5.1 8K 图像或 4K 图像到 10Gbit/s 链路信号的映射概述 .....	3
5.2 8K 图像分割为 4K 子图 .....	7
5.3 4K 图像或 4K 子图分割为基本图像 .....	8
6 基本流 .....	9
6.1 基本图像到基本流的转换 .....	9
6.2 定时参考码 (SAV 和 EAV) .....	11
6.3 行号数据 .....	12
6.4 错误检测码数据 .....	12
6.5 辅助数据 .....	13
6.6 音频 .....	13
6.7 有效载荷标识符 .....	14
6.8 消隐期的消隐数据 .....	15
7 生成 10Gbit/s 链路信号 .....	15
7.1 基本流生成 10Gbit/s 链路信号 .....	16
7.2 8K/4K 图像映射至 10Gbit/s 链路信号 .....	21
8 物理层 .....	30
8.1 多模光纤传输的物理层规范 .....	30
8.2 单模光纤传输的物理层规范 .....	35
附录 A (资料性) 本文件与 ITU-R BT.2077-2 第 2 部分的章条编号变化对照一览表 .....	38
参考文献 .....	39

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为GY/T 347《超高清清晰度电视信号串行数字接口》的第2部分。GY/T 347已经发布了以下部分：

- 第1部分：多链路10Gbit/s光接口（10比特字容器）；
- 第2部分：多链路10Gbit/s光接口（12比特字容器）；
- 第3部分：单链路和多链路6Gbit/s、12Gbit/s和24Gbit/s光和电接口。

本文件使用重新起草法修改采用ITU-R BT. 2077-2《超高清清晰度电视信号的实时串行数字接口》的第2部分。

本文件与ITU-R BT. 2077-2的第2部分相比在结构上有较多调整，附录A列出了本文件与ITU-R BT. 2077-2的第2部分的章条编号变化对照一览表。

本文件与ITU-R BT. 2077-2的第2部分存在的技术性差异及其原因是：为保持与GY/T 307—2017《超高清清晰度电视系统节目制作和交换参数值》的一致性，对ITU-R BT. 2077-2的第2部分文本、图和表格中与50/P、100/P和120/P图像格式无关的内容进行删除，并对上下文逻辑进行重新梳理。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国广播电影电视标准化技术委员会（SAC/TC 239）归口。

本文件起草单位：国家广播电视总局广播电视规划院、广东广播电视台、中央广播电视总台、北京市广播电视局、国家广播电视总局广播电视科学研究院、电影频道节目中心、成都索贝数码科技股份有限公司、北京格非科技股份有限公司。

本文件主要起草人：王惠明、宁金辉、宋蔚、马正先、邓向冬、罗映辉、张春彦、郭晓强、申红、孙岩、邵凤莲、张丽娜、安凭、张少颖、周芸、曾娟、崔斌斌、张金沙。

## 引 言

ITU-R BT. 2077-2规定的超高清晰度电视信号串行数字接口类型包括以下三类：

- 多链路10Gbit/s光接口（10比特字容器）；
- 多链路10Gbit/s光接口（12比特字容器）；
- 单链路和多链路6Gbit/s、12Gbit/s和24Gbit/s光接口和电接口。

考虑到不同类型的接口，其图像映射方法、辅助数据映射方法以及接口特性要求等均不相同，为便于应用，将GY/T 347《超高清晰度电视信号串行数字接口》分为以下三个部分：

- 第1部分：多链路10Gbit/s光接口（10比特字容器）；
- 第2部分：多链路10Gbit/s光接口（12比特字容器）；
- 第3部分：单链路和多链路6Gbit/s、12Gbit/s和24Gbit/s光和电接口。

表1列出了第1部分、第2部分和第3部分接口的关键特性。

**表1 第1部分、第2部分和第3部分接口的关键特性**

		第1部分	第2部分	第3部分	
				电接口	光接口
数据映射	容器	10比特字	12比特字	10比特字	
	链路速率	10.692Gbit/s	10.692Gbit/s	5.94Gbit/s、11.88Gbit/s 或23.76Gbit/s	
	链路数量	最高16	最高24	最高8	
物理层	传输介质	单模光纤	单模或多模光纤	同轴电缆	单模或多模光纤
	光纤/电缆数量	1(DWDM)	1(DWDM)或24(每根光纤一个波长)	最高8	1(CWDM)或最高8(每根光纤一个波长)
	连接器	LC/PC 单工/双工	SC/PC单工或MPO	BNC	LC/PC 单工/双工
	传输距离	<2km	<100m(多模) <2km(单模)	<100m(6Gbit/s) <70m(12Gbit/s) <30m(24Gbit/s)	<100m(多模) <4km(单模)
应用示例		演播室之间	演播室内部或演播室之间	演播室内部	演播室内部或演播室之间
<p>注：</p> <p>LC/PC：朗讯连接器/物理接头</p> <p>SC/PC：单光纤连接器/物理接头</p> <p>MPO：多光纤可插拔</p>					

# 超高清清晰度电视信号实时串行数字接口

## 第2部分：多链路10Gbit/s光接口（12比特字容器）

### 1 范围

本文件规定了超高清清晰度电视信号在实时串行数字接口（多链路10Gbit/s光接口（12比特字容器））上的源图像映射要求、音频映射要求、辅助数据映射要求和接口特性要求。

本文件适用于多链路10Gbit/s光接口（12比特字容器）的超高清清晰度电视节目信号实时传输，并可作为设计、生产、验收、运行和维护超高清电视节目制作系统及其设备的技术依据。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEC 60793-2-10 光学纤维 第2-10部分：产品规范 A1类多模光纤分规范（Optical fibres-Part 2-10: Product specifications - Sectional specification for category A1 multimode fibres）

IEC 60793-2-50 光学纤维 第2-50部分：产品规范 B级单模光纤分规范（Optical fibres-Part 2-50: Product specifications - Sectional specification for class B single-mode fibres）

IEC 61754-4 光纤互连器件和无源器件 光纤接口 第4部分：SC型接头门类（Fibre optic interconnecting devices and passive components - Fibre optic connector interfaces-Part 4:Type SC connector family）

IEC 61754-7 光纤互连器件和无源器件 光纤接口 第7部分：MPO型接头门类（Fibre optic interconnecting devices and passive components - Fibre optic connector interfaces - Part 7: Type MPO connector family）

ITU-R BT.1364 在数字分量演播室接口中承载的辅助数据信号格式（Format of ancillary data signals carried in digital component studio interfaces）

ITU-R BT.1365 HDTV串行接口中作为辅助数据信号的24比特数字音频格式（24-bit digital audio format as ancillary data signals in HDTV serial interfaces）

ITU-R BT.2020 超高清清晰度电视系统节目制作和国际节目交换参数值（Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange）

ANSI INCITS 230 信息技术 光纤信道 物理和信令发送接口（FC-PH）（Information Technology - Fibre Channel - Physical and Signaling Interface（FC-PH））

IEEE 802.3ae-2002 信息技术 系统间的通信和信息交换 局域网和城域网 特殊要求 第3部分：采用冲突检测存取方法的载波检测多址（CSMA/CD）及物理层规范（Standard for Information Technology -Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements Part3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection（CSMA/CD） Access Method and Physical Layer Standard）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### UHDTV1

具有3840×2160图像格式的超高清电视。

#### 3.2

##### UHDTV2

具有7680×4320图像格式的超高清电视。

#### 3.3

##### 基本流 basic stream

一种12比特多路复用数据流，它由一个四字长的EAV定时参考码、一个二字长的行号(LN)、一个二字长的CRCC错误检测码、辅助数据或空白数据、一个四字长的SAV定时参考码和视频数据构成。

### 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- ADF 辅助数据标志 (Ancillary Data Flag)
- ANC 辅助数据包 (Ancillary Data Packets)
- BER 误码率 (Bit Error Ratio)
- CL 恒定亮度 (Constant Luminance)
- CRCC 循环冗余校验码 (Cyclical Redundancy Check Code)
- CS 校验和 (Checksum)
- CWDM 粗波分复用 (Coarse Wavelength Division Multiplexing)
- DBN 数据块序号 (Data Block Number)
- DC 数据计数 (Data Count)
- DID 数据标识符 (Data Identifier)
- DWDM 密集型波分复用 (Dense Wavelength Division Multiplexing)
- EAV 有效视频结束 (End of Active Video)
- EP 偶校验 (Even Parity)
- HDR 高动态范围 (High Dynamic Range)
- HLG 混合对数伽马 (Hybrid Log Gamma)
- LN 行号 (Line Number)
- LSB 最低有效位 (Least Significant Bit)
- MSB 最高有效位 (Most Significant Bit)
- NCL 非恒定亮度 (Non-Constant Luminance)
- PQ 感知量化 (Perceptual Quantization)
- PRBS 伪随机二进制序列 (Pseudo-Random Binary Sequence)
- RD 不匹配误差 (Running Disparity)
- SAV 有效视频起始 (Start of Active Video)
- SDR 标准动态范围 (Standard Dynamic Range)
- SDR-TV 标准动态范围电视 (Standard Dynamic Range Television)
- SDID 补充数据标识符 (Supplement Data Identifier)

UDW 用户数据字 (User Data Words)

UHDTV 超高清清晰度电视 (Ultra-High Definition Television)

UI 单位间隔 (Unit Interval)

## 5 视频数据信号

### 5.1 8K 图像<sup>1)</sup> 或 4K 图像<sup>2)</sup> 到 10Gbit/s 链路信号的映射概述

#### 5.1.1 120Hz/100Hz 帧率 8K/4K 图像的映射

将120Hz或100Hz帧率的8K图像映射到多个10Gbit/s链路信号应与图1相符合, 将120Hz或100Hz帧率的4K图像映射到多个10Gbit/s链路信号应与图2相符合。图1中颜色分量C1、C2和C3应表示Y'、C<sub>B</sub>'和C<sub>R</sub>'或G'、B'和R'。

对于8K/Fr<sup>3)</sup> (Fr=120、100), 构成图像的三个颜色分量应分别被一分为四, 以产生N (N=6、8或12) 个4K子图<sup>4)</sup>, 而后对各子图做进一步分割, 以产生4N个基本图像。这4N个基本图像应被转换为4N个基本流, 其中每两个基本流被映射至一个10Gbit/s链路信号, 从而产生2N个10Gbit/s链路信号。

对于4K/Fr<sup>5)</sup> (Fr=120、100), 构成图像的三个颜色分量应分别被一分为四, 以产生M (M=6、8或12) 个基本图像, 而后这M个基本图像应被转换为M个基本流, 其中每两个基本流被映射至一个10Gbit/s链路信号, 从而产生4或6个10Gbit/s链路信号。此处M没有被直接除以2是因为每个颜色分量都单独生成了一个10Gbit/s链路信号。详细规格见7.2.3。

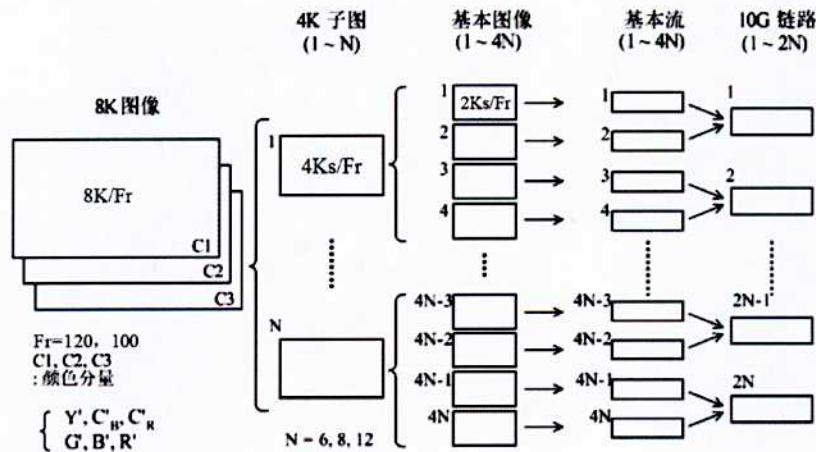


图1 120Hz/100Hz 帧率 8K 图像到 10Gbit/s 链路信号的映射

- 1) 本文件中的 8K 图像是指 UHDTV2 图像。
- 2) 本文件中的 4K 图像是指 UHDTV1 图像。
- 3) 本文件中的 8K/Fr 是指具有 Fr 帧率的 8K 图像 (Fr=120, 100, 50)。
- 4) 本文件中的 4K 子图是指由 8K 图像每个分量下取样获得的 3840×2160 像素的图像。
- 5) 本文件中的 4K/Fr 是指具有 Fr 帧率的 4K 图像 (Fr=120, 100, 50)。

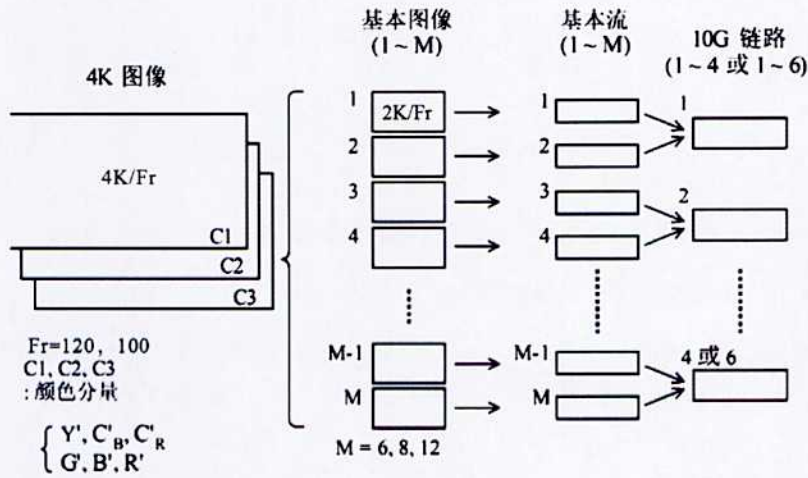


图2 120Hz/100Hz 帧率 4K 图像到 10Gbit/s 链路信号的映射

5.1.2 50Hz 帧率 8K/4K 图像的映射

将50Hz帧率的8K图像映射到多个10Gbit/s链路信号应与图3相符合；将50Hz帧率的4K图像映射到多个10Gbit/s链路信号应与图4相符合。

对于8K/Fr (Fr=50)，构成图像的三个颜色分量应分别被一分为四，以产生N (N=6、8或12) 个4K子图，再一分四产生4N个基本图像。接下来，这4N个基本图像应被转换为4N个基本流，其中每四个基本流被映射至一个10Gbit/s链路信号，从而产生N个10Gbit/s链路信号。

对于4K/Fr (Fr=50)，构成图像的三个颜色分量应分别被一分为四，以产生M (M=6、8或12) 个基本图像。而后这M个基本图像应被转换为M个基本流，其中每四个基本流被映射至一个10Gbit/s链路信号，从而产生3个10Gbit/s链路信号。此处M没有被直接除以4是因为每个颜色分量都单独生成了一个10Gbit/s链路信号。详细规格见7.2.4。

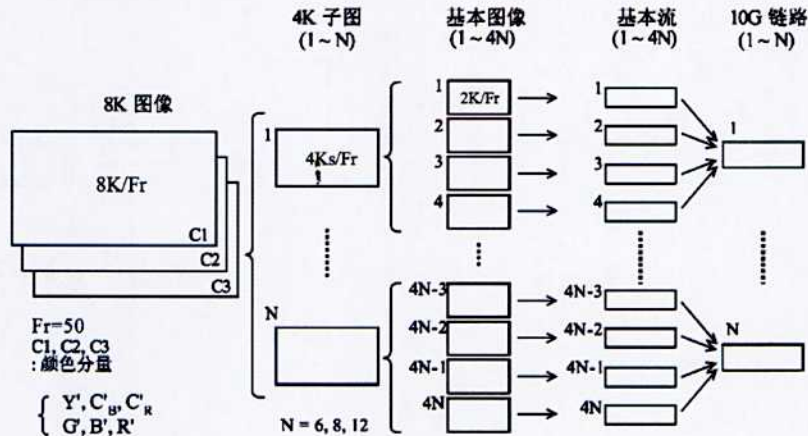


图3 50Hz 帧率 8K 图像到 10Gbit/s 链路信号的映射



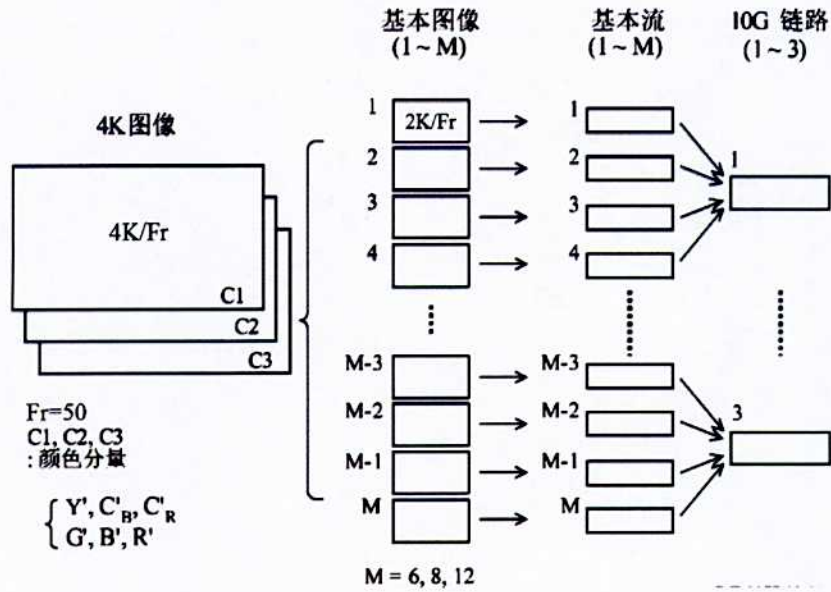


图4 50Hz 帧率 4K 图像到 10Gbit/s 链路信号的映射

5.1.3 颜色信号分量和系统标识符的配置

图 5 显示了当图像的取样结构为 4:2:2 (Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>) 或 4:2:0 (Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>) 时, 如何将 8K 图像分割为 4K 子图及如何将 4K 图像分割为基本图像。

当取样结构为 4:2:2 (Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>) 时, 由 8K 图像生成的 4K 子图的颜色分量应限于 Y1、Y2、Y3、Y4、C<sub>B1</sub>、C<sub>B3</sub>、C<sub>R1</sub> 和 C<sub>R3</sub>, 由 4K 图像生成的基本图像的颜色分量应限于 y1、y2、y3、y4、c<sub>B1</sub>、c<sub>B3</sub>、c<sub>R1</sub> 和 c<sub>R3</sub>。

当取样结构为 4:2:0 (Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>) 时, 由 8K 图像生成的 4K 子图的颜色分量应限于 Y1、Y2、Y3、Y4、C<sub>B1</sub> 和 C<sub>R1</sub>, 由 4K 图像生成的基本图像的颜色分量应限于 y1、y2、y3、y4、c<sub>B1</sub> 和 c<sub>R1</sub>。

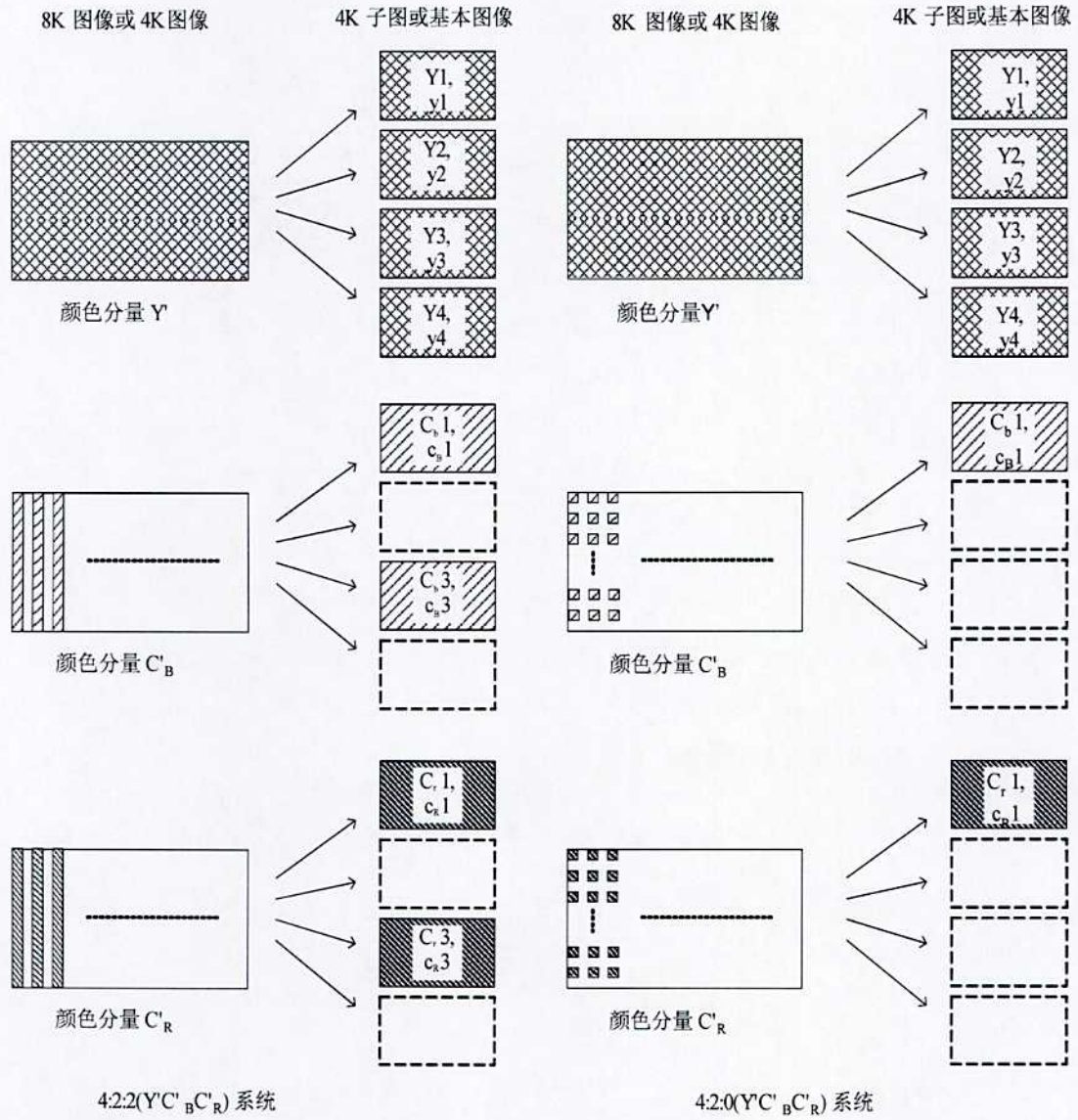


图5 4:2:2 (Y'Cb'Cr') 和 4:2:0 (Y'Cb'Cr') 系统的图像分割

对于8K图像，用于标识图像格式的系统见表2；对于4K图像，用于标识图像格式的系统见表3。

表2 8K 图像格式

8K图像取样结构	4K子图		帧率 Hz	10Gbit/s链路 数量	系统号
	子图数量 (N)	颜色分量元素			
8K, 4:4:4 (G'B'R')	12	G1、G2、B1、B2、R1、R2, G3、G4、B3、B4、R3、R4	120	24	U2.1
			100	24	U2.2
			50	12	U2.4
8K, 4:4:4 (Y'C'B'C'R')	12	Y1、Y2、C <sub>B</sub> 1、C <sub>B</sub> 2、C <sub>R</sub> 1、C <sub>R</sub> 2, Y3、Y4、C <sub>B</sub> 3、C <sub>B</sub> 4、C <sub>R</sub> 3、C <sub>R</sub> 4	120	24	U2.8
			100	24	U2.9
			50	12	U2.11
8K, 4:2:2 (Y'C'B'C'R')	8	Y1、Y2、C <sub>B</sub> 1、C <sub>R</sub> 1, Y3、Y4、C <sub>B</sub> 3、C <sub>R</sub> 3	120	16	U2.15
			100	16	U2.16
			50	8	U2.18
8K, 4:2:0 (Y'C'B'C'R')	6	Y1、Y2、C <sub>B</sub> 1、C <sub>R</sub> 1, Y3、Y4	120	12	U2.22
			100	12	U2.23
			50	6	U2.25

表3 4K 图像格式

4K图像取样结构	基本图像		帧率 Hz	10Gbit/s链路 数量	系统号
	基本图像数量 (N)	颜色分量元素			
4K, 4:4:4 (G'B'R')	12	g1、g2、b1、b2、r1、r2, g3、g4、b3、b4、r3、r4	120	6	U1.1
			100	6	U1.2
			50	3	U1.4
4K, 4:4:4 (Y'C'B'C'R')	12	y1、y2、c <sub>B</sub> 1、c <sub>B</sub> 2、c <sub>R</sub> 1、c <sub>R</sub> 2, y3、y4、c <sub>B</sub> 3、c <sub>B</sub> 4、c <sub>R</sub> 3、c <sub>R</sub> 4	120	6	U1.8
			100	6	U1.9
			50	3	U1.11
4K, 4:2:2 (Y'C'B'C'R')	8	y1、y2、c <sub>B</sub> 1、c <sub>R</sub> 1, y3、y4、c <sub>B</sub> 3、c <sub>R</sub> 3	120	4	U1.15
			100	4	U1.16
			50	3	U1.18
4K, 4:2:0 (Y'C'B'C'R')	6	y1、y2、c <sub>B</sub> 1、c <sub>R</sub> 1, y3、y4	120	4	U1.22
			100	4	U1.23
			50	3	U1.25

## 5.2 8K 图像分割为 4K 子图

将8K图像分割为4K子图应与图6相符合。在对每个8K图像取样进行编号时，垂直方向上最顶行的编号应为行号1，最底行的编号应为行号4320；水平方向上最左侧取样点的编号应为取样点0，最右侧取样点的编号应为取样点7679。对于4K子图取样的编号，应做类似处理，垂直方向上最顶行的编号应为行号1，最底行的编号应为行号2160；水平方向上最左侧取样点的编号为取样点0，最右侧取样点的编号为取样点3839。在将8K图像分割为4K子图时，应使8K图像奇数行的偶数编号取样点映射至4K子图1，奇数行的奇数编号取样点映射至4K子图2；8K图像偶数行的偶数编号取样点映射至4K子图3，偶数行的奇数编号取样点映射至4K子图4。

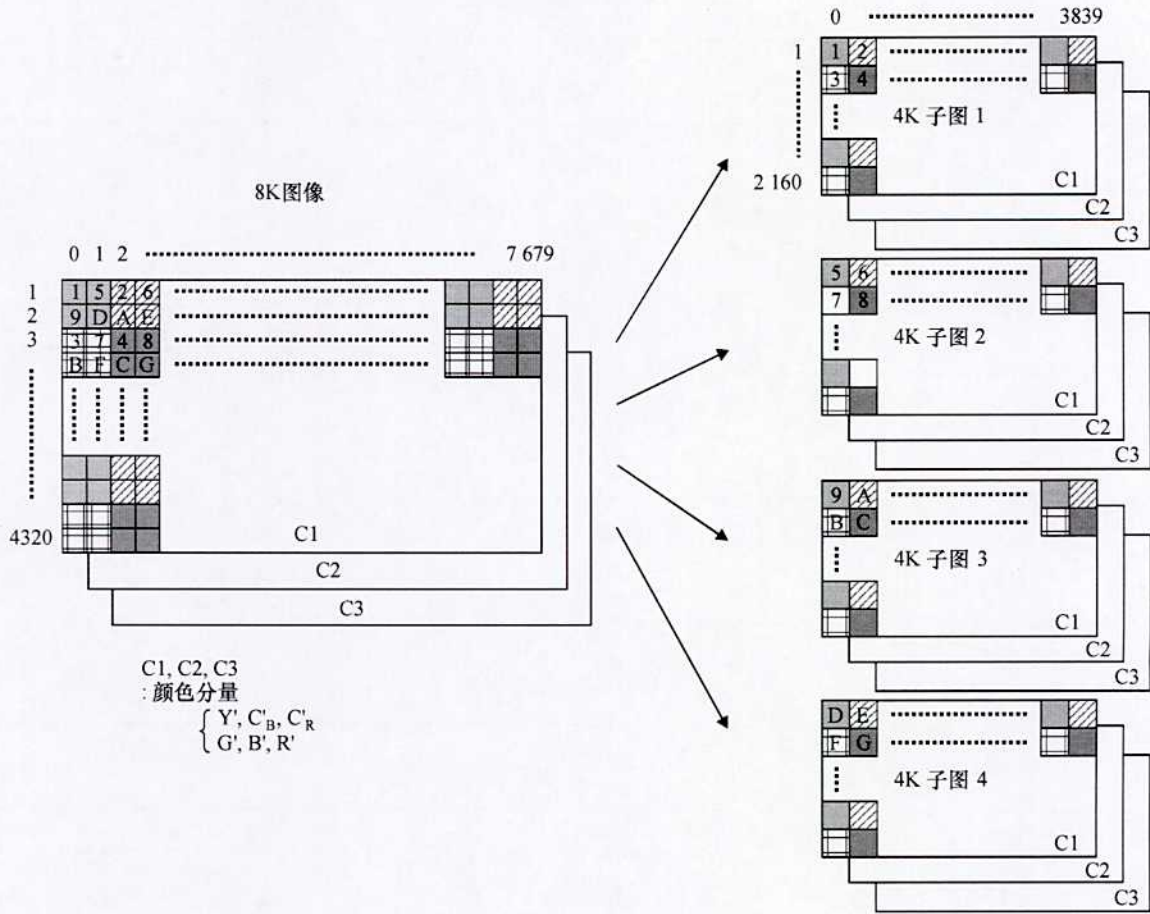


图6 将8K图像分割为4K子图

### 5.3 4K 图像或 4K 子图分割为基本图像

将4K图像或4K子图分割为基本图像应与图7相符合。对每个4K图像取样的编号应与4K子图的编号一致，即垂直方向上最顶行的编号应为行号1，最底行的编号应为行号2160；水平方向上最左侧取样点的编号应为取样点0，最右侧取样点的编号应为取样点3839。而对每个基本图像取样的编号，也应做类似处理，垂直方向上最顶行的编号应为行号1，最底行的编号应为行号1080；水平方向上最左侧取样点的编号为取样点0，最右侧取样点的编号为取样点1919。

在将4K图像或4K子图分割为基本图像时，应使4K图像或4K子图奇数行的偶数编号取样点映射至基本图像1，奇数行的奇数编号取样点映射至基本图像2；4K图像或4K子图偶数行的偶数编号取样点映射至基本图像3，偶数行的奇数编号取样点映射至基本图像4。

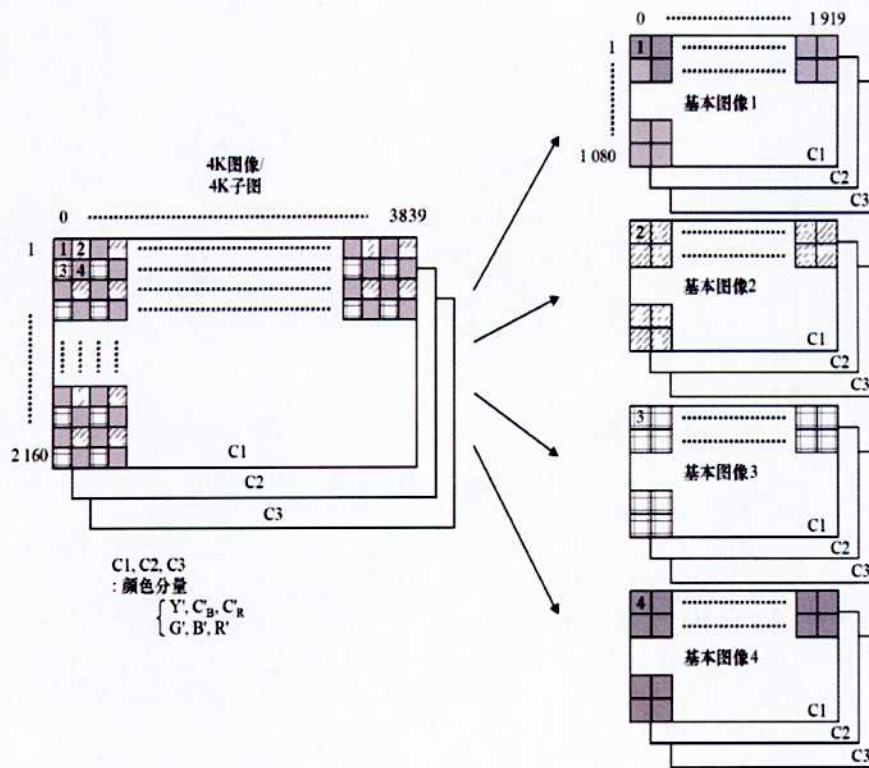


图7 将4K图像或4K子图分割为基本图像

## 6 基本流

### 6.1 基本图像到基本流的转换

在将基本图像转换为基本流时，每行的转换方法应如图8所示。基本图像的每个取样点量化为10比特或12比特。对于10比特量化的情况，应左移两比特，最低两比特填充“00”，从而产生一个12比特字，以使基本流所有取样点字均为12比特。

如图8所示，基本流的一个行周期应由一个四字长EAV定时参考码、一个二字长LN、一个二字长CRCC错误检测码、辅助数据或消隐数据、一个四字长SAV定时参考码和视频数据组成。一个基本流的取样点数量应由表4确定。

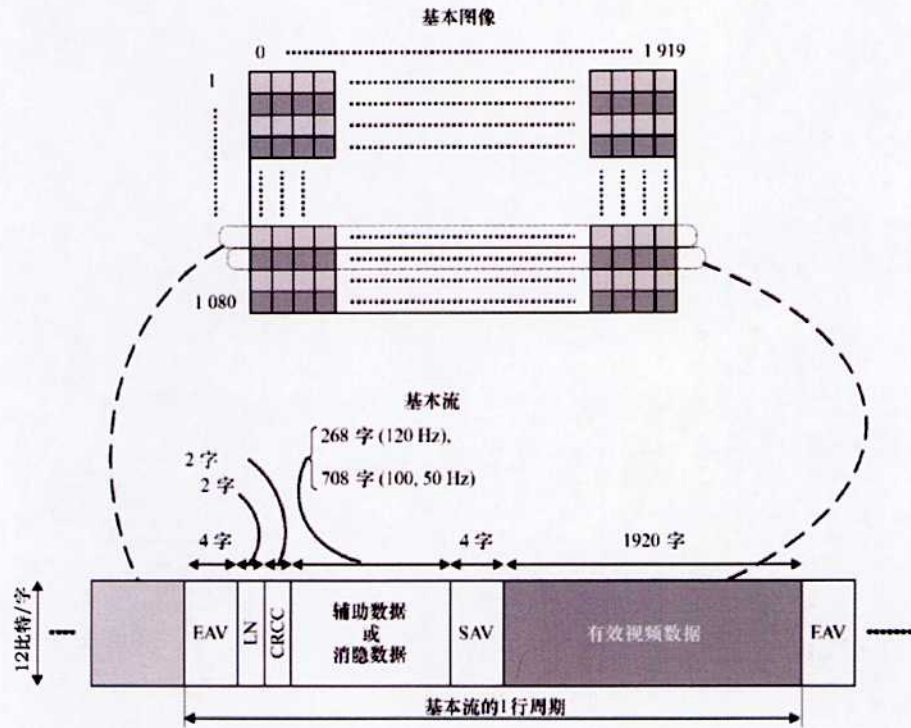


图8 从基本流到基本图像的转变方法

表4 基本流的取样点数量

项	标识	样点数	
		120Hz 帧率	100Hz、50Hz 帧率
有效视频数据	D	0~1919	
定时参考码EAV	EAV	1920、1921、1922、1923	
行号	LN	LN0	1924
		LN1	1925
错误检测码	CRCC	CRCC0	1926
		CRCC1	1927
辅助数据或消隐数据	ANC	1928-2195	1928-2635
定时参考码SAV	SAV	2196、2197、	2636、2637、
		2198、2199	2638、2639

基本流的帧结构应如图9所示，基本流的行号应符合表5的规定。每个基本流应包括一个有效帧1080行视频数据和45行帧消隐间隔。基本图像中从第1行到第1080行的各取样数据应分配给基本流从第42行到第1121行。帧消隐数据应被分配到从第1行到第41行以及从第1122行到第1125行。帧消隐的行结构应与图8中所示的有效帧的行结构一致，其中包含分配给辅助数据或行消隐数据的1920个字。

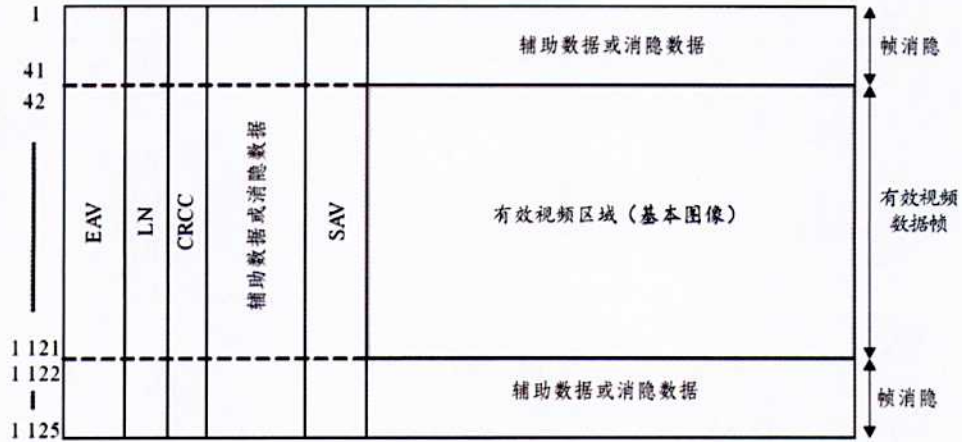


图9 基本流的帧结构

表5 基本流的行号

项	行号
帧消隐	1~41、1122~1125
有效帧	42~1121

6.2 定时参考码 (SAV 和 EAV)

两个定时参考码是紧置于视频数据 (有效行) 之前的 SAV 以及紧置于视频数据之后的 EAV。定时参考码的比特分配应符合表 6 的规定, 其保护比特的分配应符合表 7 规定。

在表6和表7中, F是逐行/隔行扫描 (第一场/第二场) 的标识位。适用本文件的各图像都应是逐行的, 因此F的值应固定为0。V是有关帧消隐和有效视频数据的标识位。在从第1行到第41行以及从第1122行到第1125行的帧消隐中, V的值应为1; 在从行42到行1121的有效视频数据中, V的值应为0。H是SAV和EAV的标识位, 对SAV, 值为0, 对EAV, 值为1。P0至P3为奇偶校验位, 使接收端可以纠正一个比特的误码和检测两个比特的误码。

表6 定时参考码的比特分配

字	值	比特号											
		b11 (MSB)	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
1	FFFh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	000h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	000h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	XYZ	1	F	V	H	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	0	0	0	0

表7 定时参考码的保护比特

比特号	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4
功能	F	V	H	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>
比特模式0	0	0	0	0	0	0	0
比特模式1	0	0	1	1	1	0	1
比特模式2	0	1	0	1	0	1	1
比特模式3	0	1	1	0	1	1	0

### 6.3 行号数据

基本流的行编号应使用图9和表5中指定的基本流的行号，而不是8K或4K图像的行号。行号数据应使用从L0（LSB）到L10（MSB）的11位二进制数来表示。行号数据LN0和LN1的比特分配应符合表8的规定。表8中的各保留比特应设置为“0”。

表8 行号的比特分配

比特号	LN0	LN1
b11（MSB）	b10取反	b10取反
b10	L6	保留
b9	L5	保留
b8	L4	保留
b7	L3	L10（MSB）
b6	L2	L9
b5	L1	L8
b4	L0（LSB）	L7
b3	保留	保留
b2	保留	保留
b1	保留	保留
b0（LSB）	保留	保留

### 6.4 错误检测码数据

基本流的错误检测码数据应由从CRCC0到CRCC17的18个比特构成，定义如下。

- a) 错误检测码：CRCC。
- b) 生成多项式方程： $C(X) = X^{18} + X^5 + X^4 + 1$ 。初始值设置为0。
- c) 错误检测码生成范围：
  - 1) 开始点：前一行SAV之后的第一个字；
  - 2) 结束点：行号数据的最后一个字。
- d) 错误检测码生成时序：
 

应从错误检测码生成范围第一个字的LSB开始，至生成范围中最后一个字的MSB结束。
- e) 比特分配：
 

表9规定了其比特分配。CRCC0为错误检测码的MSB。  
表9中的各保留位应设置为“0”。



表9 CRCC 的比特分配

比特号	CRCC0	CRCC1
b11 (MSB)	b10取反	b10取反
b10	CRCC8	CRCC17
b9	CRCC7	CRCC16
b8	CRCC6	CRCC15
b7	CRCC5	CRCC14
b6	CRCC4	CRCC13
b5	CRCC3	CRCC12
b4	CRCC2	CRCC11
b3	CRCC1	CRCC10
b2	CRCC0	CRCC9
b1	保留	保留
b0 (LSB)	保留	保留

## 6.5 辅助数据

辅助数据应映射到基本流1和基本流2的消隐区域。数据格式应符合ITU-R BT. 1364的要求。

由于辅助数据包被规定为10比特字，因此应完成如图10所示的转换。在图10中，ADF为辅助数据标志，DID为数据标识符，DBN为数据块序号，SDID为补充数据标识，DC为数据计数，UDW为用户数据字，CS为校验和。

对于辅助数据标志ADF的三个字节，应将“00”添加到第一个字节的最低两位，将“11”添加到另外两个字节的最低两位，以将其转换为12比特字。从DID开始到UDW为止，均应将“00”填充最低两位，以将其转换为12比特字。对于校验和CS，其b0 (LSB) 到b10应取自DID (低11位) 至UDW (低11位) 进行求和结果的低11位，b11 (MSB) 则应设置为b10取反后的值。

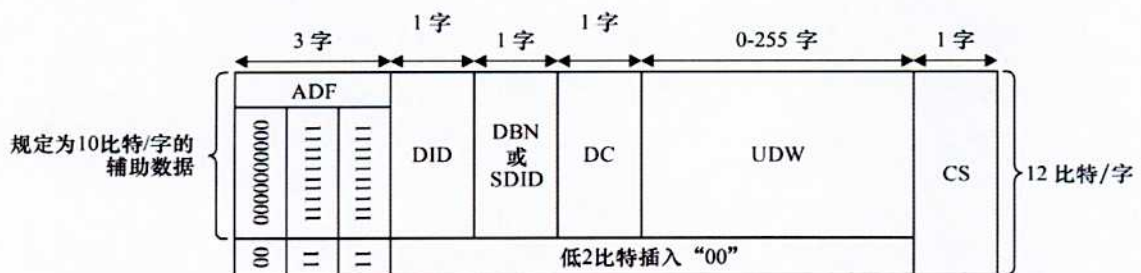


图10 将辅助数据包从 10 比特字转换为 12 比特字

## 6.6 音频

由4K图像下取样或4K子图分割得到的每个基本图像，其各颜色分量都应为1920×1080图像格式，且都应根据ITU-R BT. 1365的要求嵌入音频。ITU-R BT. 1365中的Y数据流和C<sub>b</sub>/C<sub>r</sub>数据流分别对应于本文件中的基本流1和基本流2。

音频控制包应被多路复用到基本流1第9行水平辅助数据空间中，且音频数据包应被多路复用到基本流2的水平辅助数据空间中。

ITU-R BT. 1365描述了音频辅助数据包（包括音频控制包和音频数据包）的生成和嵌入过程，最多可支持从组1到组4四个音频组。即对于48kHz取样的音频可嵌入16声道，对于96kHz取样的音频可嵌入8声道。另外，通过ITU-R BT. 1365中描述的技术，将音频数据包和音频控制包赋予不同的DID值，则可支持其他4个扩展音频组（组5、组6、组7和组8）的嵌入，即对于48kHz取样的音频最多可嵌入32声道，对于96kHz取样的音频最多可嵌入16声道。

关于扩展音频数据包的DID值，对音频组5，应为1A7<sub>h</sub>，对音频组6，应为2A6<sub>h</sub>，对音频组7，应为2A5<sub>h</sub>，对音频组8，应为1A4<sub>h</sub>。

关于扩展音频控制包的DID值，对音频组5，应为2A3<sub>h</sub>，对音频组6，应为1A2<sub>h</sub>，对音频组7，应为1A1<sub>h</sub>，对音频组8，应为2A0<sub>h</sub>。

对帧率为50Hz的信号，应使用148.5MHz的时钟频率，来计算ITU-R BT. 1365中定义的音频时钟相位数据。

对帧率为100Hz和120Hz的信号，应使用297MHz的时钟频率，来计算ITU-R BT. 1365中定义的音频时钟相位数据。

## 6.7 有效载荷标识符

有效载荷标识符数据包的比特分配应符合表10的规定。有效载荷标识符数据包应在基本流的每帧出现一次。建议应紧置于基本流第10行的CRCC之后。

有效载荷标识符的值应设置如下。

——字节1的b0和b1比特用来标识是4K还是8K，其值如下：

- (0<sub>b</sub>) 应予保留；
- (1<sub>b</sub>) 标识4K；
- (2<sub>b</sub>) 标识8K；
- (3<sub>b</sub>) 应予保留。

——字节3的b3和b4比特用来标识转换特性，其值如下：

- (0<sub>b</sub>) 标识SDR-TV；
- (1<sub>b</sub>) 标识HLG；
- (2<sub>b</sub>) 标识PQ；
- (3<sub>b</sub>) 应予保留。

——帧率字段的设置应与UHDTV有效载荷的帧率值一致。

——基本流各通道的分配顺序应符合：

- 针对120、100Hz，应符合7.1.1中所定义的图11；
- 针对50Hz，应符合7.1.2中所定义的图15。

——取样结构字段的设置应与所承载有效载荷的取样结构值一致。

——10Gbit/s链路各通道号的分配顺序应符合：

- 针对8K/Fr (Fr=120、100)，应符合7.2.1所定义的图17和图18；
- 针对8K/Fr (Fr=50)，应符合7.2.2所定义的图19；
- 针对4K/Fr (Fr=120、100)，应符合7.2.3所定义的图20；
- 针对4K/Fr (Fr=50)，应符合7.2.4所定义的图21。

——针对非恒定亮度Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>，亮度和色差信号标志应设置为(0)，针对恒定亮度SDR Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>或HDR IC<sub>r</sub>C<sub>p</sub>，亮度和色差信号标志应设置为(1)。

——字节4的b0和b1比特用来标识取样量化的比特深度和窄/全范围编码，其值如下：

- (0<sub>b</sub>) 标识10比特量化、全范围编码；
- (1<sub>b</sub>) 标识10比特量化、窄范围编码；

- (2<sub>h</sub>) 标识 12 比特量化、窄范围编码;
- (3<sub>h</sub>) 标识 12 比特量化、全范围编码。

表10 有效载荷标识符数据包的比特分配

比特位	字节1	字节2	字节3	字节4
b9 (MSB)	b8取反	b8取反	b8取反	b8取反
b8	EP <sup>a</sup>	EP	EP	EP
b7	1	逐行 (1)	基本流的通道分配, CH1 (0 <sub>h</sub> )、CH2 (1 <sub>h</sub> )、 CH3 (2 <sub>h</sub> )、CH4 (3 <sub>h</sub> )、 CH5 (4 <sub>h</sub> )、CH6 (5 <sub>h</sub> )、 CH7 (6 <sub>h</sub> ) 或CH8 (7 <sub>h</sub> )	10Gbit/s链路分配, 链路1 (00 <sub>h</sub> ) - 链路24 (17 <sub>h</sub> )
b6	0	逐行 (1)		
b5	1	转换特性, SDR-TV (0 <sub>h</sub> )、	亮度和色差信号, NCL Y'C <sub>r</sub> C <sub>b</sub> (0 <sub>h</sub> )、 CL SDR Y'C <sub>r</sub> C <sub>b</sub> 或IC <sub>r</sub> C <sub>b</sub> (1 <sub>h</sub> )	
b4	0	HLG (1 <sub>h</sub> )、 PQ (2 <sub>h</sub> )、 未指定 (3 <sub>h</sub> )		
b3	0	帧率, 50Hz (9 <sub>h</sub> ) 100Hz (D <sub>h</sub> ) 120Hz (F <sub>h</sub> ) 保留的其他值	取样结构标识, 4:2:2 (Y' C' <sub>g</sub> C' <sub>r</sub> 或 IC <sub>r</sub> C <sub>b</sub> ) (0 <sub>h</sub> )、 4:4:4 (Y'C <sub>r</sub> C <sub>b</sub> 或 IC <sub>r</sub> C <sub>b</sub> ) (1 <sub>h</sub> )、 4:4:4 (G'B'R') (2 <sub>h</sub> )、 4:2:0 (Y'C <sub>r</sub> C <sub>b</sub> 或 IC <sub>r</sub> C <sub>b</sub> ) (3 <sub>h</sub> )	
b2	1		ITU-R BT. 2020宽色域 (0)	
b1	4K/8K 保留 (0 <sub>h</sub> )		保留 (1)	
b0 (LSB)	4K (1 <sub>h</sub> ) 8K (2 <sub>h</sub> ) 保留 (3 <sub>h</sub> )	比特深度 10比特全范围 (0 <sub>h</sub> ) 10比特窄范围 (1 <sub>h</sub> ) 12比特窄范围 (2 <sub>h</sub> ) 12比特全范围 (3 <sub>h</sub> )		

<sup>a</sup> EP=b0 到 b7 的偶校验。

## 6.8 消隐期的消隐数据

在消隐期间除了定时参考码 (SAV和EAV)、行号数据、错误检测码或辅助数据外的消隐数据字, 应设置如下:

- 对颜色分量Y'、G'、B'、R'的基本流: 100<sub>n</sub>;
- 对颜色分量C'<sub>b</sub>、C'<sub>r</sub>的基本流: 800<sub>n</sub>。

## 7 生成 10Gbit/s 链路信号

7.1 基本流生成 10Gbit/s 链路信号

7.1.1 120Hz/100Hz 帧率基本流生成 10Gbit/s 链路信号

将两个120Hz或100Hz帧率基本流转换为一个10Gbit/s链路信号的方法应如图11至图14所示。

首先，应将两个基本流逐字多路复用，转换为一个多路复用的数据流。填充数据应如图11所示，添加至两个基本流中。这样产生的这个数据流，对于120Hz帧率，其每行周期为5280个字；对于100Hz帧率，其每行周期为6336个字，行结构应符合表11的规定。填充数据应予保留并以100<sub>h</sub>进行填充。

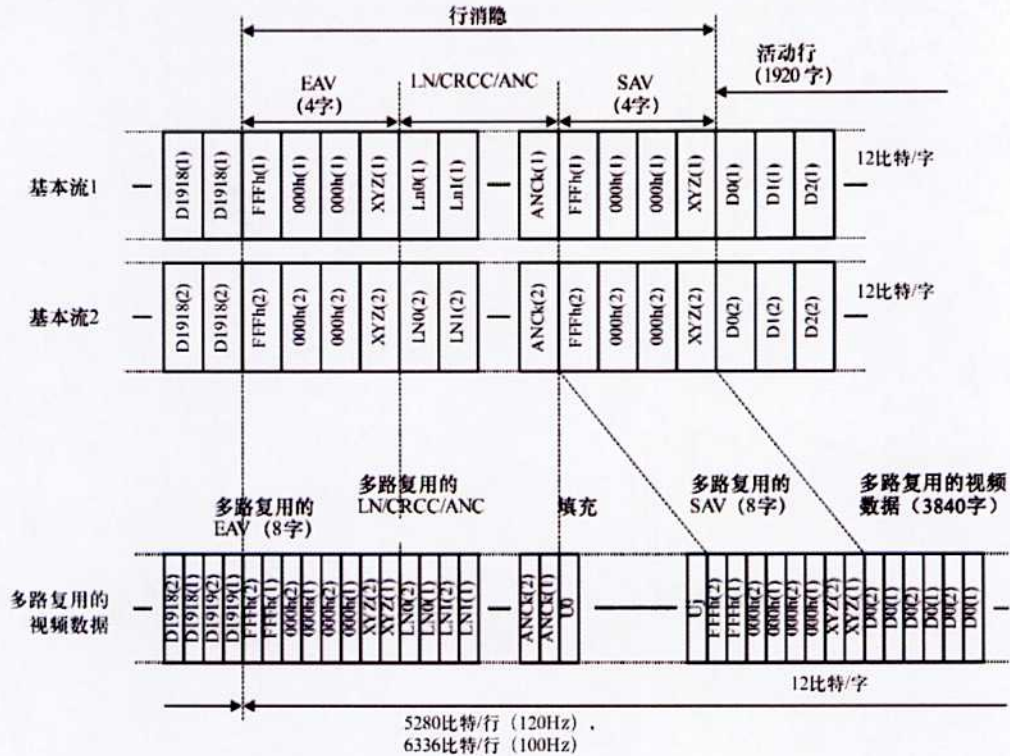


图11 多路复用两个 120Hz/100Hz 帧率基本流

表11 120Hz/100Hz 帧率多路复用数据流的行结构

项	数据字数	
	120Hz帧率	100Hz帧率
多路复用的EAV	8	
多路复用的LN/CRCC/ANC	544	1424
填充数据	880	1056
多路复用的SAV	8	
多路复用的有效视频	3840	
每行的总数据字数	5280	6336

然后，应按照ANSI INCITS 230中规定的8B/10B编码形式对按字复用的数据流进行编码。

由12比特字组成的多路复用数据流应如图12所示转换为一个字节序列，而后以8B/10B形式进行编码。字节序列的转换应起始于有效行的开始，每两个字进行一次转换（见图13）。当进行8B/10B编码时，多路复用的SAV和EAV的前四个字节应由一个同步块进行替换（见图14）。多路复用的SAV的前两个字节应

替换为ANSI INCITS 230所定义的K28.5特殊字符,多路复用的EAV的前两个字节应替换为ANSI INCITS 230所定义的K29.7特殊字符,其后续两个字节应替换为内容标识符。内容标识符的比特分配应符合表12的规定,其中系统标识符的比特分配应符合表13的规定。8B/10B编码过程应从第一个K28.5特殊字符开始,且其不匹配误差(RD)为负。后续的行应根据当前RD值进行8B/10B编码。

8B/10B编码是将2个12比特字转换为3个10比特字。其编码完成后的数据流,对于120Hz帧率,每行周期有7920字(10比特每字);对于100Hz帧率,每行周期有9504字(10比特每字)。

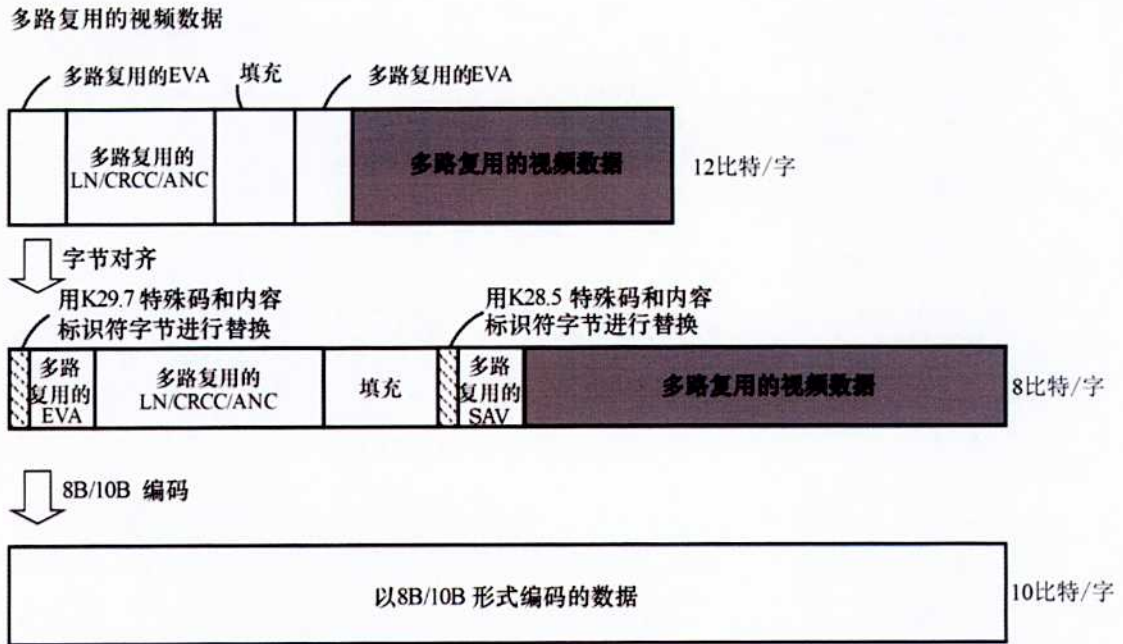


图12 多路复用数据流的 8B/10B 编码

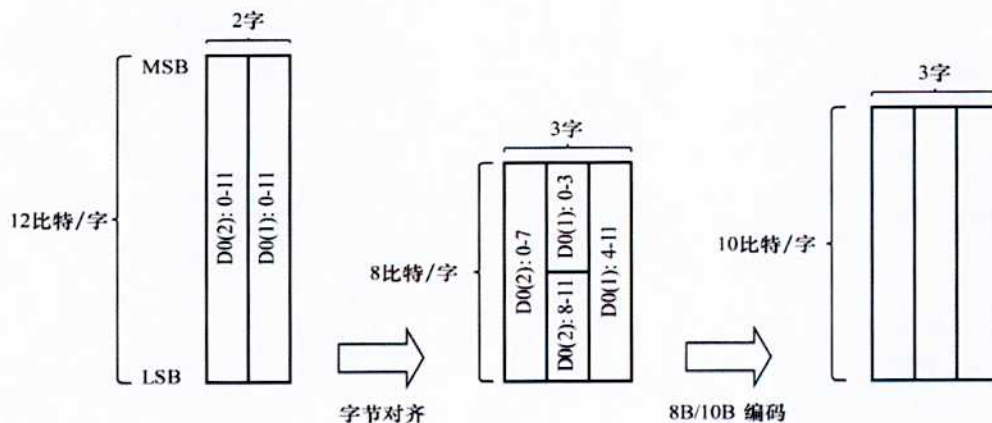


图13 2字数数据块的字节对齐和 8B/10B 编码

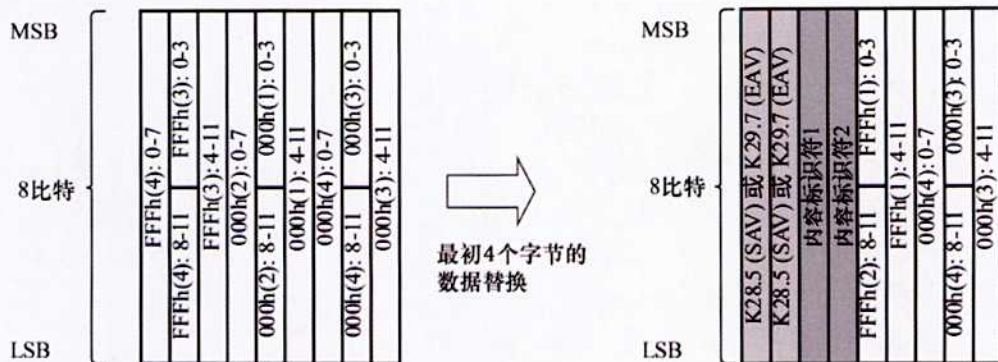


图14 用同步块替换多路复用的 SAV 和 EAV 数据 (120Hz 或 100Hz)

表12 内容标识符的比特分配

比特位	内容标识符1	内容标识符2
b7 (MSB)	保留 (0 <sub>b</sub> )	保留 (0 <sub>b</sub> )
b6		
b5	系统标识符	10Gbit/s链路分配 链路1 (00 <sub>b</sub> ) 至链路24 (17 <sub>b</sub> )
b4		
b3		
b2		
b1		
b0 (LSB)		

表13 系统标识符比特分配

系统标识符 (b5~b0)	系统号	系统标识符 (b5~b0)	系统号	系统标识符 (b5~b0)	系统号	系统标识符 (b5~b0)	系统号
000000	U1.1	001111	U1.16	100000	U2.1	101111	U2.16
000001	U1.2	010000	U1.17	100001	U2.2	110000	U2.17
000010	U1.3	010001	U1.18	100010	U2.3	110001	U2.18
000011	U1.4	010010	U1.19	100011	U2.4	110010	U2.19
000100	U1.5	010011	U1.20	100100	U2.5	110011	U2.20
000101	U1.6	010100	U1.21	100101	U2.6	110100	U2.21
000110	U1.7	010101	U1.22	100110	U2.7	110101	U2.22
000111	U1.8	010110	U1.23	100111	U2.8	110110	U2.23
001000	U1.9	010111	U1.24	101000	U2.9	110111	U2.24
001001	U1.10	011000	U1.25	101001	U2.10	111000	U2.25
001010	U1.11	011001	U1.26	101010	U2.11	111001	U2.26
001011	U1.12	011010	U1.27	101011	U2.12	111010	U2.27
001100	U1.13	011011	U1.28	101100	U2.13	111011	U2.28
001101	U1.14	011100~011111	保留	101101	U2.14	111100~111111	保留
001110	U1.15			101110	U2.15		

然后, 8B/10B编码后的数据, 应从LSB开始串行化后形成10Gbit/s链路信号串行流。120Hz帧率的10Gbit/s链路信号的速率为 $7920$  (字每行)  $\times 10$  (比特每字)  $\times 1125$  (行)  $\times 120\text{Hz}$ , 即 $10.692\text{Gbit/s}$ 。100Hz帧率的10Gbit/s链路信号的速率为 $9504$  (字每行)  $\times 10$  (比特每字)  $\times 1125$  (行)  $\times 100\text{Hz}$ , 即 $10.692\text{Gbit/s}$ 。

#### 7.1.2 50Hz 帧率基本流生成 10Gbit/s 链路信号

将四个50Hz帧率基本流转换为一个10Gbit/s链路信号的方法应如图15和图16所示。首先, 应通过逐字多路复用将四个基本流转换为一个多路复用的数据流。填充数据应按照图15所示添加至四个基本流中。这样产生的这个数据流, 对于50Hz帧率, 其每行周期有12672个字, 行结构应符合表14的规定。填充数据应予保留并以 $100_{\text{n}}$ 进行填充。

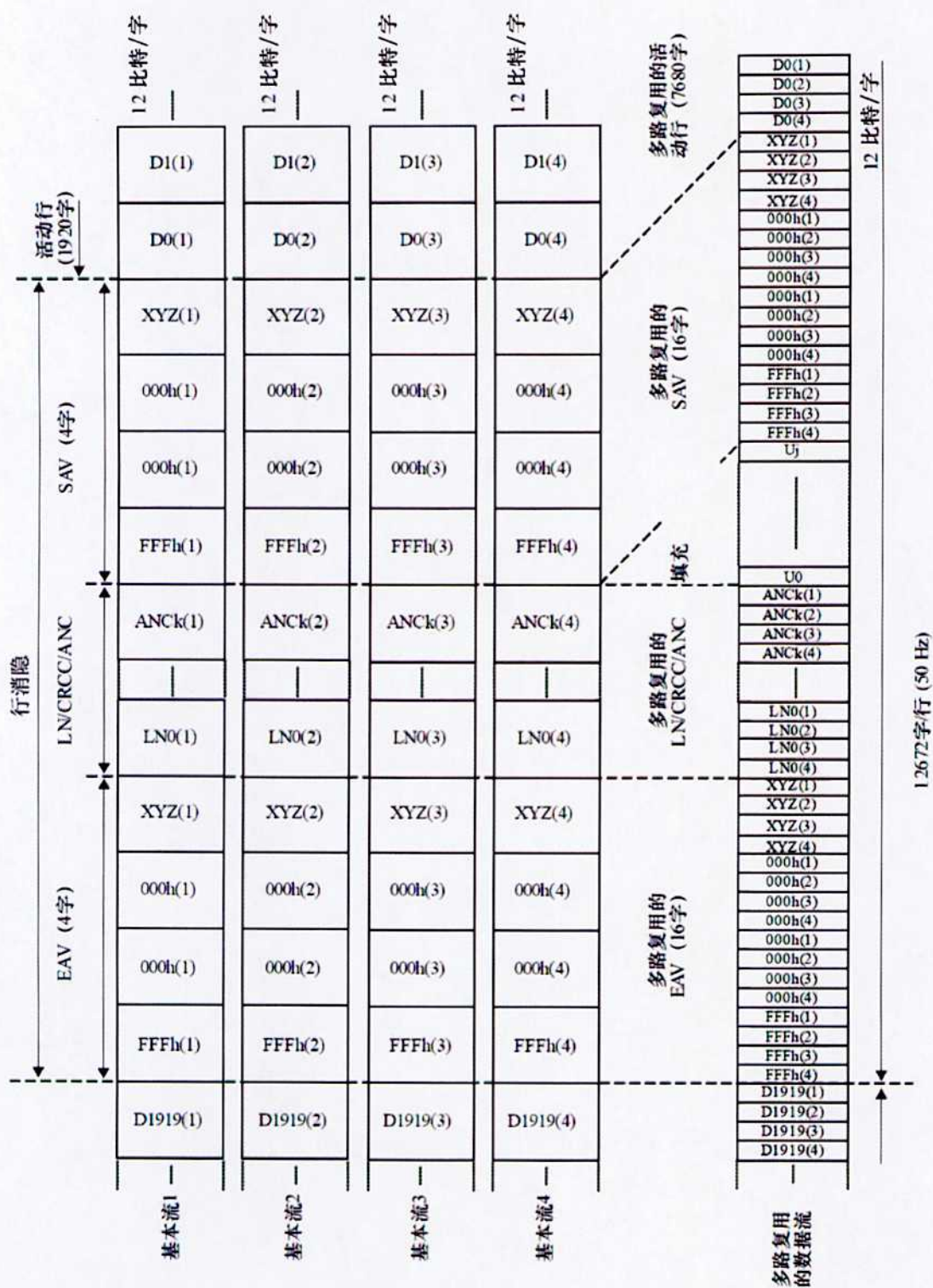


图15 多路复用四个 50Hz 基本流



表14 50Hz 多路复用数据流的行结构

项	数据字数
	50Hz帧率
多路复用的EAV	16
多路复用的LN/CRCC/ANC	2848
填充数据	2112
多路复用的SAV	16
多路复用的有效视频	7680
每行的总数据字数	12672

然后，应按照 ANSI INCITS 230 中规定的 8B/10B 编码形式对按字复用的数据流进行编码。

由 12 比特字组成的多路复用数据流应首先转换为一个字节序列，而后以 8B/10B 形式进行编码。字节序列的转换应符合图 13，起始于有效数据的 D0 (4)，每两个字进行一次转换。当进行 8B/10B 编码时，多路复用的 SAV 和 EAV 的前四个字节应如图 16 所示，由一个同步块进行替换。多路复用的 SAV 的前两个字节应替换为 ANSI INCITS 230 所定义的 K28.5 特殊字符，多路复用的 EAV 的前两个字节应替换为 ANSI INCITS 230 所定义的 K29.7 特殊字符，其后续两个字节应替换为内容标识符。内容标识符的比特分配应如表 12 和表 13 所示。8B/10B 编码过程应从第一个 K28.5 特殊字符开始，且其 RD 为负。后续行应根据当前 RD 值进行 8B/10B 编码。

8B/10B 编码是将 2 个 12 比特字转换为 3 个 10 比特字。其编码完成后的数据流，对于 50Hz 帧率，每行周期为 19008 字 (10 比特每字)。

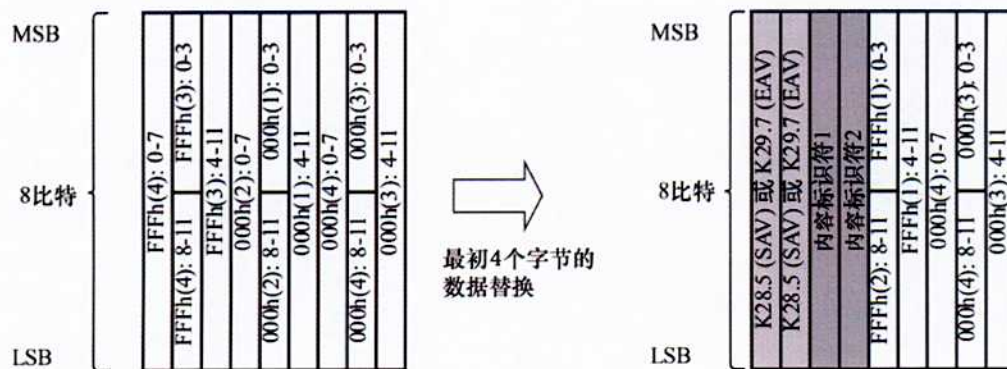


图16 用同步块替换多路复用的 SAV 和 EAV 数据 (50Hz)

然后，8B/10B 编码后的数据，应从 LSB 开始串行化后形成 10Gbit/s 链路信号。50Hz 帧率的 10Gbit/s 链路信号速率为  $19008 \text{ (字每行)} \times 10 \text{ (比特每字)} \times 1125 \text{ (行)} \times 50\text{Hz}$ ，即 10.692Gbit/s。

## 7.2 8K/4K 图像映射至 10Gbit/s 链路信号

### 7.2.1 8K/Fr (Fr=120, 100)

下面列出的 8K/Fr (Fr=120, 100) 图像到 10Gbit/s 链路信号的映射应如图 17 和图 18 所示。

- U2.1、U2.2 (8K/Fr、G'B'R'、4:4:4)；
- U2.8、U2.9 (8K/Fr、Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>'、4:4:4)；
- U2.15、U2.16 (8K/Fr、Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>'、4:2:2)；

——U2.22、U2.23 (8K/Fr、Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>、4:2:0)。

SI<sub>p</sub>.q (p是一个大于等于1且小于等于4的整数; q是一个大于等于1且小于等于3的整数)表示颜色分量C<sub>q</sub>的4K子图p,它由8K图像分割生成,应如图6所示进行映射。BI<sub>u</sub>.p.q (u是一个大于等于1且小于等于4的整数)表示基本图像u,它由4K<sub>s</sub>/Fr<sup>6)</sup> SI<sub>p</sub>.q进一步分割生成,应如图7所示进行映射。BS1/Fr和BS2/Fr分别表示图11中定义的帧率为Fr基本流1和帧率为Fr基本流2。对于8K/Fr映射,一个10Gbit/s链路信号应由两个帧率为Fr基本流生成。相对于4:4:4 (G'B'R'或Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>) 8K图像,4:2:2或4:2:0 (二者均为Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub>)的8K图像应生成更少的4K子图,如图5所示。在图17中,标有\*1的4K子图应为4:4:4图像和4:2:2图像,标有\*2的4K子图应为4:4:4图像。

---

6) 本文件中的4K<sub>s</sub>/Fr是指具有Fr帧率的4K子图(Fr=120,100,50)。

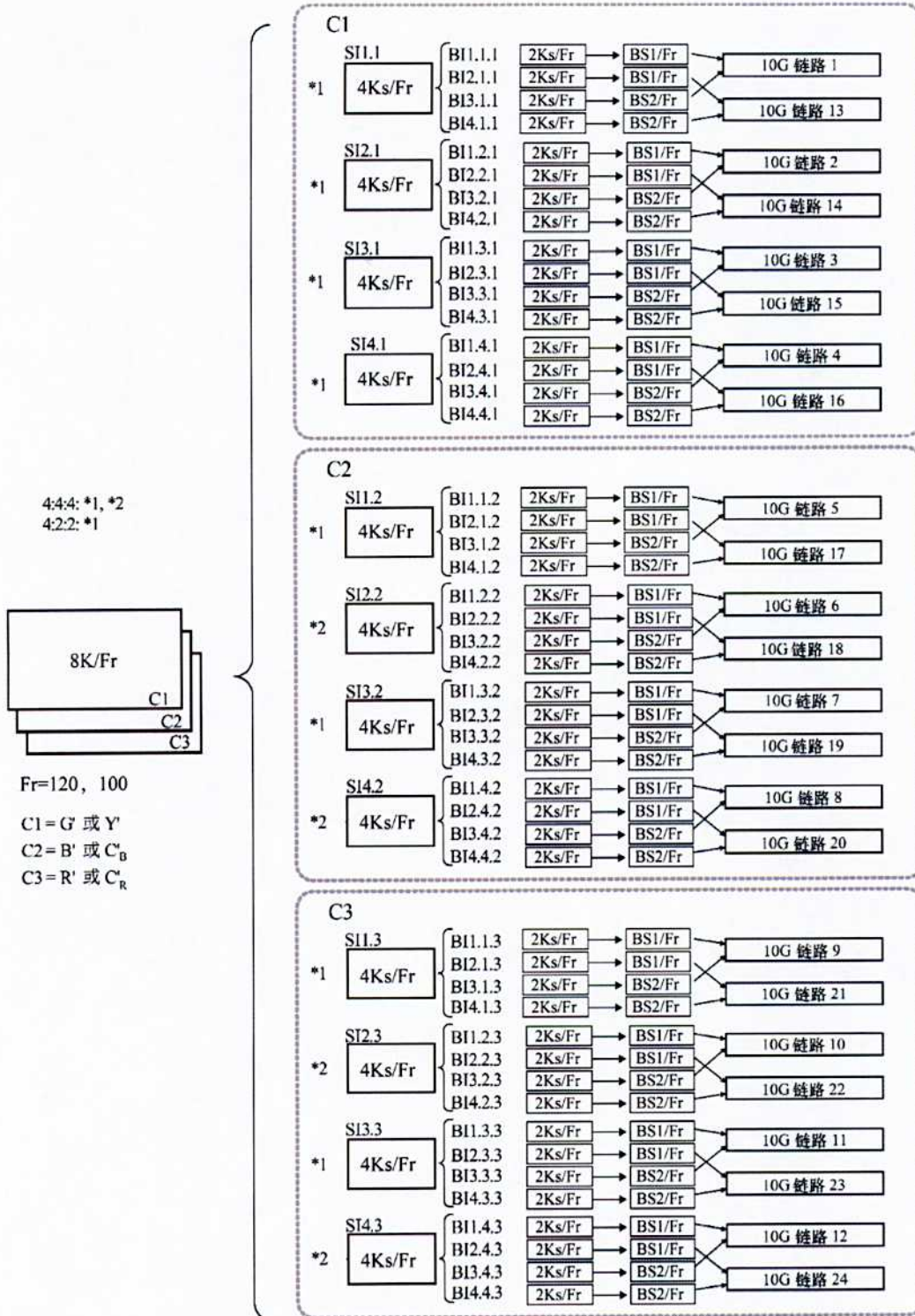


图17 8K/Fr (Fr=120、100)、4:4:4 (G'B'R'或 Y'C<sub>D</sub>'C<sub>R</sub>') 或 4:2:2 (Y'C<sub>D</sub>'C<sub>R</sub>') 信号映射至 10Gbit/s 链路

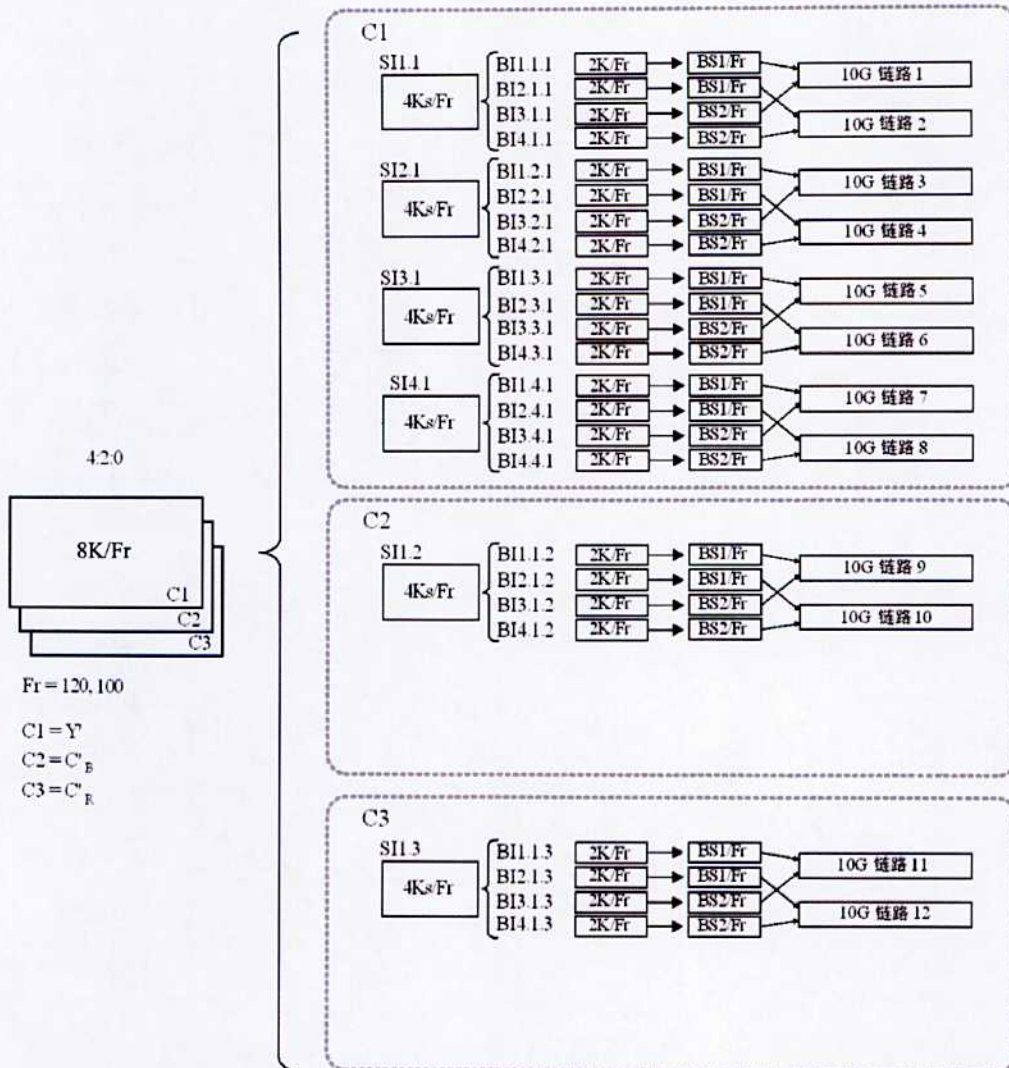


图18 8K/Fr (Fr=120、100)、4:2:0 (Y'C'B'C'R) 信号映射至 10Gbit/s 链路

### 7.2.2 8K/Fr (Fr=50)

下面列出的8K/Fr (Fr=50) 图像到10Gbit/s链路信号的映射应如图19所示:

- U2.4 (8K/Fr、G'B'R'、4:4:4) ;
- U2.11 (8K/Fr、Y'C'B'C'R、4:4:4) ;
- U2.18 (8K/Fr、Y'C'B'C'R、4:2:2) ;
- U2.25 (8K/Fr、Y'C'B'C'R、4:2:0) 。

SI<sub>p,q</sub>和BI<sub>u,p,q</sub>如6.2.1所定义。BS1/Fr到BS4/Fr分别表示图15中定义的帧率为Fr基本流1到基本流4。对于8K映射,每四个基本流应生成一个10Gbit/s链路信号。在图19中,标有\*1的4K子图可以是所有8K图像取样结构,标有\*2的4K子图应为4:4:4和4:2:2图像,而标有\*3的4K子图则应为4:4:4图像。

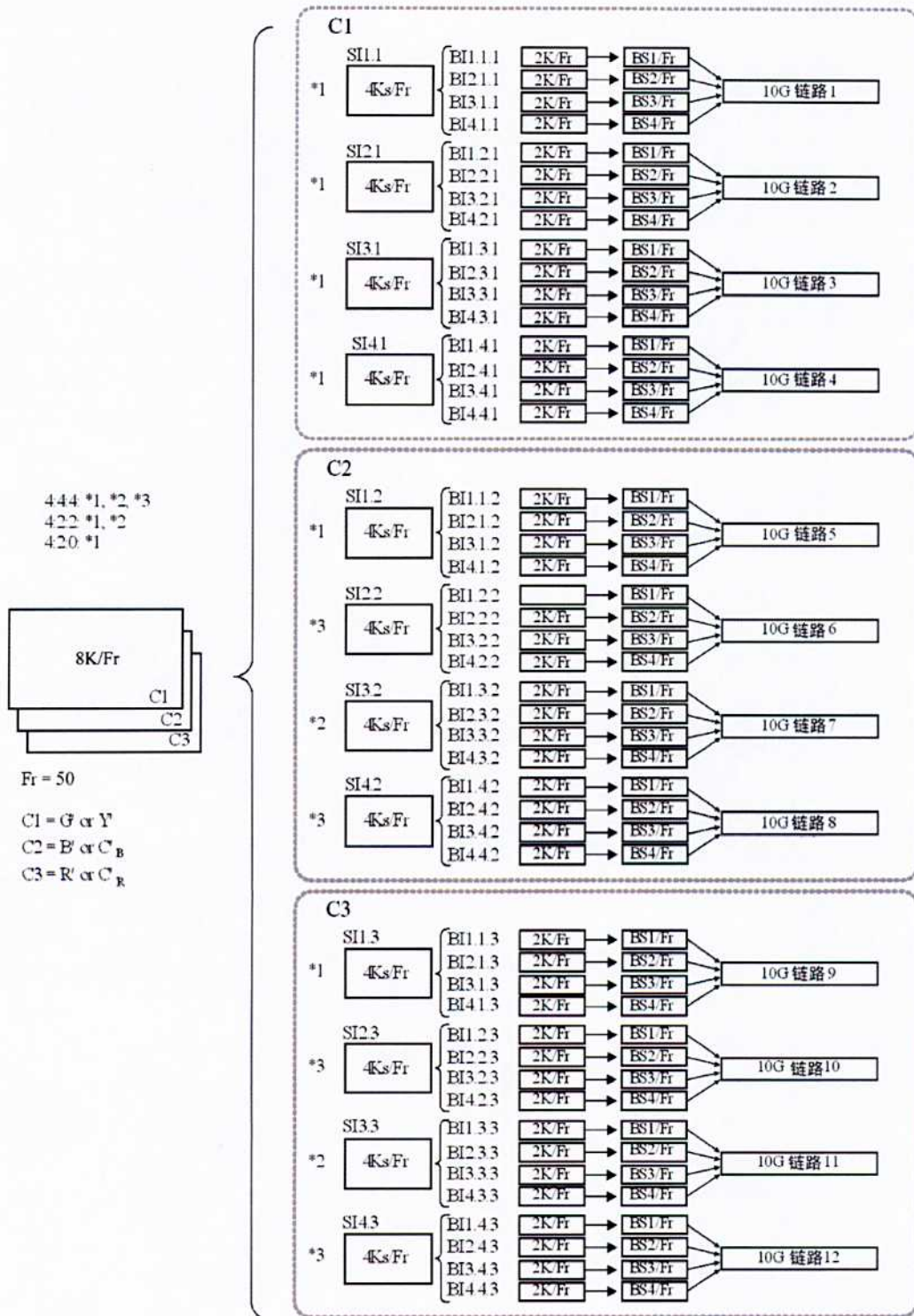


图19 8K/Fr (Fr=50) 信号映射到 10Gbit/s 链路

7.2.3 4K/Fr (Fr=120, 100)

下面列出的4K/Fr (Fr=120, 100) 图像到10Gbit/s链路信号的映射应如图20所示:

- U1.1、U1.2 (4K/Fr、G'B'R'、4:4:4)；
- U1.8、U1.9 (4K/Fr、Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>'、4:4:4)；
- U1.15、U1.16 (4K/Fr、Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>'、4:2:2)；
- U1.22、U1.23 (4K/Fr、Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>'、4:2:0)。

BIu<sub>.q</sub> (u是一个大于等于1且小于等于4的整数；q是一个大于等于1且小于等于3的整数)表示颜色分量C<sub>q</sub>的基本图像u，它由4K图像分割生成，应如图7所示进行映射。BS1/Fr和BS2/Fr表示图11中定义的帧率为Fr基本流1和基本流2。对于4K/Fr映射，应该为每两个帧率为Fr的基本流生成一个10Gbit/s链路信号。

对于4:2:0的情况，4K图像的C<sub>b</sub>和C<sub>r</sub>颜色分量生成的帧率为Fr基本流不足两个。此时，应再生成一个帧率为Fr的基本流，其所有12比特取样数据均设为800<sub>b</sub>，并作为BS2/Fr参与生成10Gbit/s链路信号。

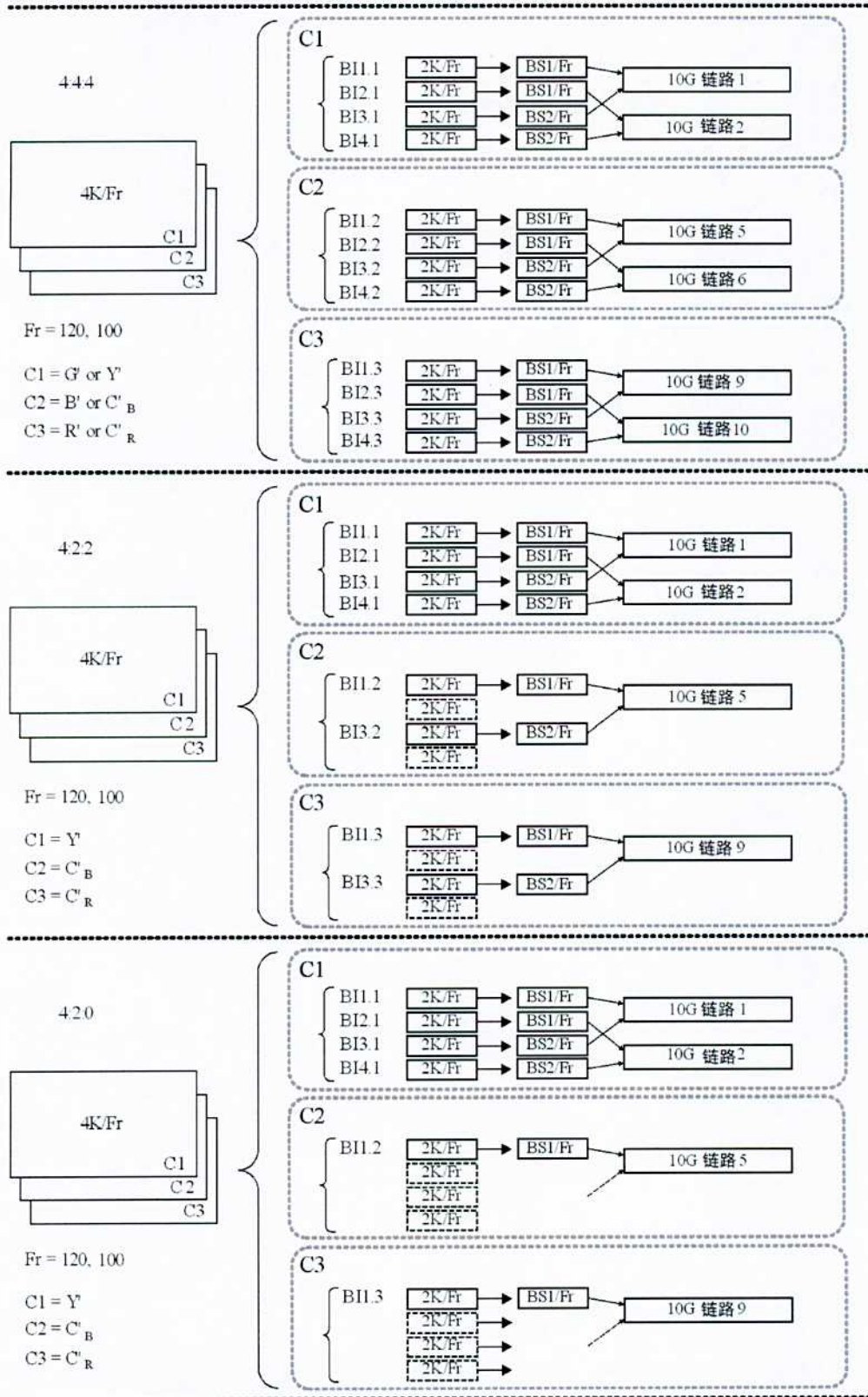


图20 4K/Fr (Fr=120、100) 信号映射到 10Gbit/s 链路

#### 7.2.4 4K/Fr (Fr=50)

下面列出的4K/Fr (Fr=50) 图像到10Gbit/s链路信号的映射应如图21所示:

- U1.4 (4K/Fr、G'B'R'、4:4:4) ;
- U1.11 (4K/Fr、Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>'、4:4:4) ;
- U1.18 (4K/Fr、Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>'、4:2:2) ;
- U1.25 (4K/Fr、Y'C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>'、4:2:0) 。

Blu.q如7.2.3所定义。BS1/Fr到BS4/Fr分别表示图15中定义的帧率为Fr基本流1到基本流4。对于4K映射,应为每四个基本流生成一个10GHz链路信号。

对于4:2:2和4:2:0的情况,4K图像的C<sub>b</sub>和C<sub>r</sub>颜色分量生成的基本流不足四个。此时,应再生成一部分帧率为Fr的基本流,其所有12比特取样数据均设为800<sub>h</sub>。对于4:2:2情况,新生的基本流应作为BS2/Fr和BS4/Fr,参与生成10Gbit/s链路信号;对于4:2:0情况,新生的基本流应作为BS2/Fr、BS3/Fr和BS4/Fr,参与生成10Gbit/s链路信号。



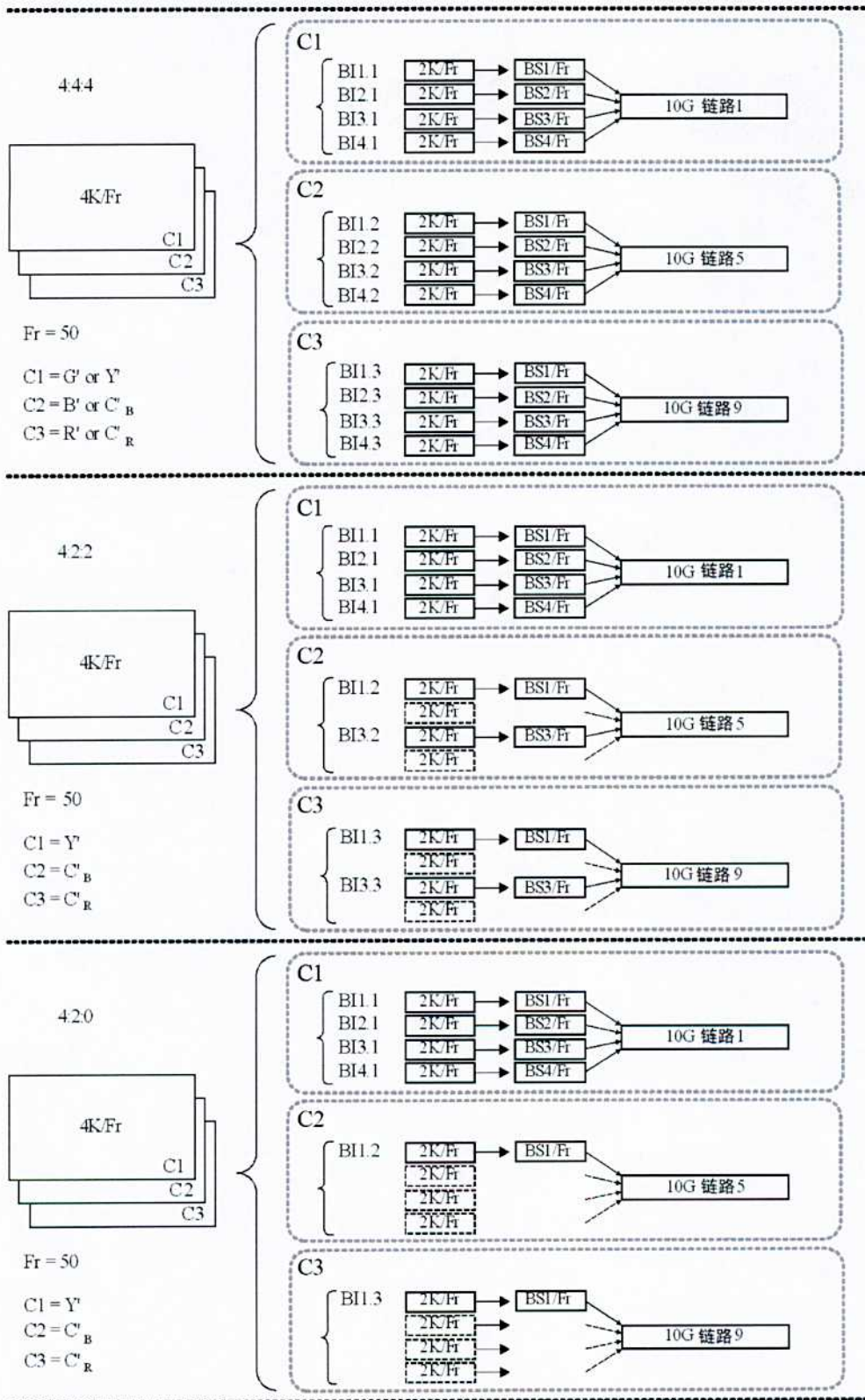


图21 4K/Fr (Fr=50) 信号映射到 10Gbit/s 链路

## 8 物理层

### 8.1 多模光纤传输的物理层规范

#### 8.1.1 光发射器特性

对于短距离互连,可使用8.1中规定的多模光纤传输。对于长距离互连,可使用8.2中规定的密集型波分复用(DWDM)的单模光纤传输。多模光纤和单模光纤的规范应分别如IEC 60793-2-10和IEC 60793-2-50所定义。

每个10Gbit/s链路的光发射器特性应符合表15的要求。在图22中,归一化振幅0和1分别表示“逻辑0”和“逻辑1”的振幅。它们由眼图中间0.2 UI区域的上下半部分来定义。

UI是10Gbit/s链路信号一个时钟周期的持续时间。应使用3dB带宽为 $0.75 \times 10.692\text{GHz} = 8\text{GHz}$ 、四阶贝塞尔-汤姆森响应的接收器来测量眼图。

表15 光发射器特性

项目	技术要求
光波长	840nm~860nm
均方根谱宽(最大) <sup>a</sup>	0.65nm
信号速率	10.692GBd±10ppm
平均发射功率(最大) <sup>b</sup>	2.4dBm
平均发射功率(最小)	-7.6dBm
消光比(最小)	3dB
最大反射功率	-12dB
输出光眼图 <sup>c</sup>	应符合图22
抖动	应符合8.1.3
电/光转换函数	逻辑“1”=较高光功率 逻辑“0”=较低光功率
<sup>a</sup> 均方根谱宽是光谱的均方差。 <sup>b</sup> 功率是用平均读数功率计测量的平均功率。 <sup>c</sup> 宜对一千个波形作累积,来进行发射器光输出眼图的符合性测试。	

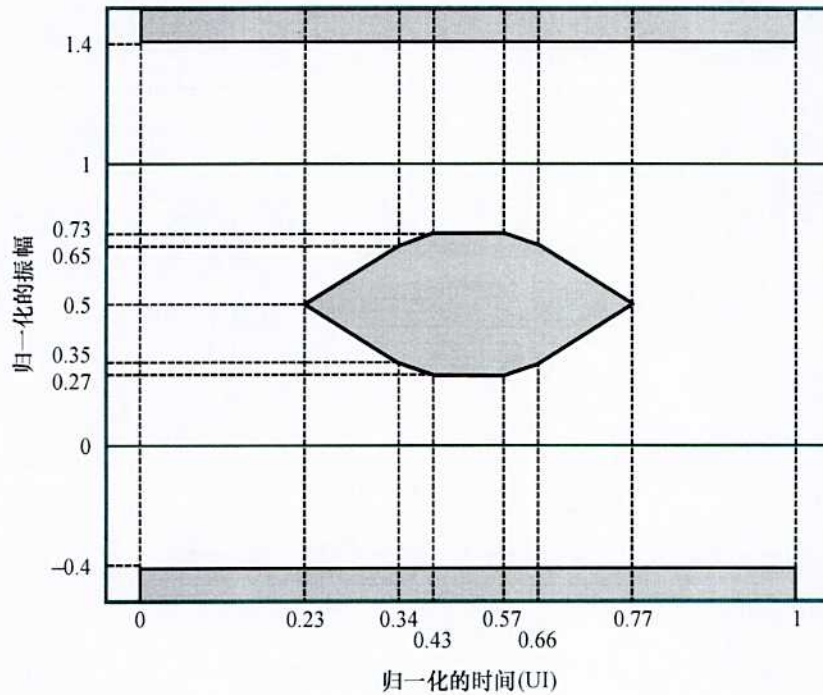


图22 发射器输出光眼图

### 8.1.2 光接收器特性

每个10Gbit/s链路的光接收器特性应符合表16的要求。在接收器输入范围内，当使用彩条测试信号或PRBS-31测试码，测试部件时，BER应小于 $10^{-12}$ ，建议在 $10^{-14}$ 以下。在使用BER测试设备时，为验证BER是否确实小于 $10^{-12}$ ，宜至少进行5min测量。

注：PRBS-31测试码发生器在IEEE 802.3ae-2002中定义。

表16 光接收器特性

项目	技术要求
平均接收功率（最大） <sup>a</sup>	2.4dBm
平均接收功率（最小） <sup>a</sup>	-9.5dBm
探测器损伤阈值（最小）	3.4dBm
抖动	应符合8.1.3
光/电转换函数	较高光功率=逻辑“1” 较低光功率=逻辑“0”
<sup>a</sup> 功率是用平均读数功率计测得的平均功率。	

### 8.1.3 抖动规格

抖动规格应符合表17的规定。抖动的定义为数字信号相对于其理想的时间位置上的短期偏离，用单位时间间隔的峰-峰值表示。定时抖动和校准抖动的带通斜率应至少为20dB/decade。阻带抑制应至少为20dB。通带纹波应小于 $\pm 1$ dB。

表17 抖动规格

参数	值	描述
F1	10Hz	低频滤波限制
F2	20kHz	A1的上频带边缘
F3	4MHz	A2的下频带边缘
F4	>1/10时钟速率	高频滤波限制
A1	10UI	定时抖动： 在 $20\text{kHz} < f \leq 4\text{MHz}$ 频率下，正弦抖动幅度应小于 $2 \times 10^5 / f + 0.1\text{UI}$
A2	0.15UI	校准抖动： 在 $f > 4\text{MHz}$ 频率下，正弦抖动幅度应小于0.15UI
误差门限	$\text{BER} = 10^{-12}$	误差起始门限
测试信号	PRBS-31或彩条	PRBS-31的数据速率应为10.692Gbit/s
注：有关抖动术语的定义，见ITU-R BT.1363-1。		

#### 8.1.4 定时差异

采用多链路传输同一源图像时，各10Gbit/s链路信号之间的定时差异应不超过400ns。

#### 8.1.5 光连接器

光连接器的特性应符合表18的要求。与设备相连的插座连接器应如图23所示，插座的尺寸应符合表19的规定。用于插座连接器的24根光纤的几何阵列应符合IEC 61754-7的要求。

表18 光连接器特性

项目	技术要求
光纤数量	24
光纤类型	多模光纤
连接损耗	小于0.75dB
插/拔	大于5000次
连接器的平衡拉伸载荷	250N
其他要求	锁定机制 防尘结构

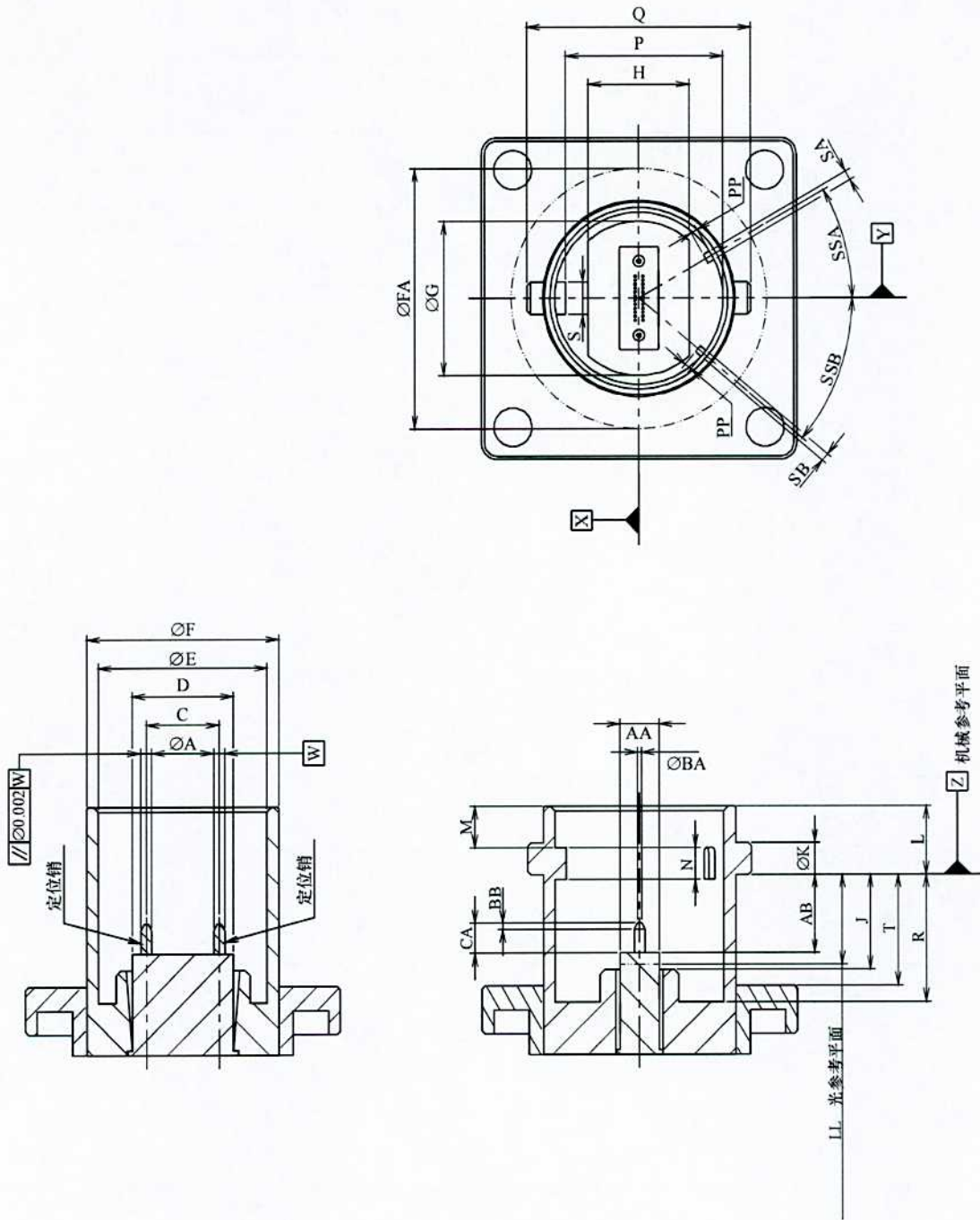


图23 与设备相连的插座连接器

表19 设备插座连接器的尺寸

参考	尺寸	
	最小	最大
A	0.697mm	0.699mm
C	4.597mm	4.603mm
D	6.3mm	6.5mm
E	10.7mm	10.8mm
F	12.2mm	12.4mm
G	—	9.6mm
H	—	6.4mm
J	5.7mm	—
K	1.8mm	2.2mm
L	4.3mm	4.5mm
M	1.7mm	4.0mm
N	1.0mm	—
P	9.9mm	10.1mm
Q	14.2mm	14.36mm
R	9.7mm	—
S	1.95mm	2.0mm
T	6.7mm	—
AA	2.4mm	2.5mm
AB	4.7mm	5.1mm
BA	0mm	0.4mm
BB	0.2mm	0.5mm
CA	1.6mm	3.3mm
FA	16.2mm	—
SA	—	0.6mm
SB	—	0.5mm
PP	—	0.45mm
SSA	29°	31°
SSB	39°	41°

#### 8.1.6 10Gbit/s 链路信号分配给插座连接器

将10Gbit/s链路信号分配给输出插座连接器应如图24所示,将10Gbit/s链路信号分配给与设备相连的输入插座连接器应如图25所示。图24和图25中的每个数字表示10Gbit/s链路信号的编号。图24和图25中的符号X和符号Y分别对应图23中的符号X和符号Y。

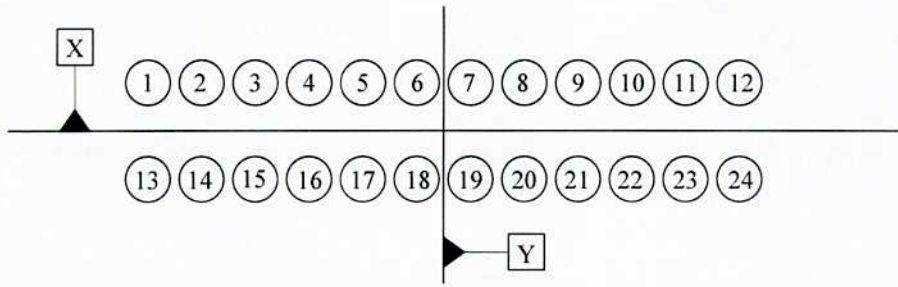


图24 10Gbit/s 链路信号分配给与设备相连的输出插座连接器

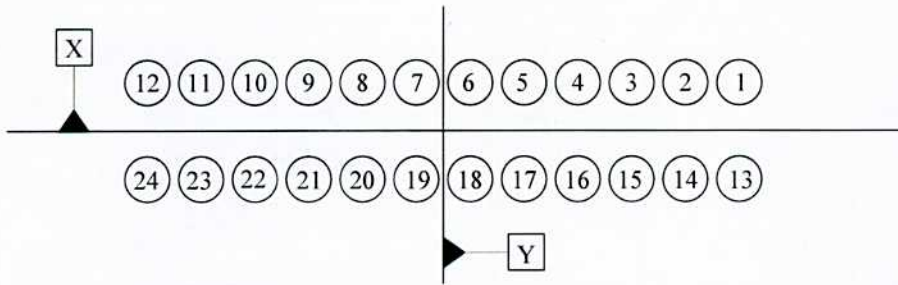


图25 10Gbit/s 链路信号分配给与设备相连的输入插座连接器

## 8.2 单模光纤传输的物理层规范

### 8.2.1 光发射器特性

每个10Gbit/s链路的光发射器特性应符合表20的要求。标称中心频率和近似标称中心波长应符合表21的规定。在图26中，归一化振幅0和1分别表示“逻辑0”和“逻辑1”的振幅。它们由眼图中间0.2 UI区域的上下半部分来定义。UI是10Gbit/s链路信号一个时钟周期的持续时间。应使用3dB 带宽为 $0.75 \times 10.692\text{GHz} = 8\text{GHz}$ 、四阶贝塞尔-汤姆森响应的接收器来测量眼图。

表20 每个10Gbit/s 链路的光发射器特性

项目	技术要求
光波长	应符合表21
波长精度	$\pm 100\text{pm}$
-20dB谱宽(最大)	1nm
信号速率	$10.692\text{Gbd} \pm 10\text{ppm}$
平均发射功率(最大) <sup>a</sup>	4dBm
平均发射功率(最小) <sup>a</sup>	-1dBm
消光比(最小)	8.2dB
最大反射功率	-21dB
输出光眼图 <sup>b</sup>	应符合图26
抖动	应符合8.2.3
电/光转换函数	逻辑“1” = 较高光功率 逻辑“0” = 较低光功率

<sup>a</sup> 功率是用平均值读数功率计测量的平均功率。  
<sup>b</sup> 建议对一千个波形作积累，来进行发射器光输出眼图的符合性测试。

表21 标称中心频率和近似标称中心波长

10Gbit/s链路编号	标称中心频率 THz	近似标称中心波长 nm
1	192.5	1557.36
2	192.6	1556.55
3	192.7	1555.75
4	192.8	1554.94
5	192.9	1554.13
6	193.0	1553.33
7	193.1	1552.52
8	193.2	1551.72
9	193.3	1550.92
10	193.4	1550.12
11	193.5	1549.32
12	193.6	1548.51
13	193.7	1547.72
14	193.8	1546.92
15	193.9	1546.12
16	194.0	1545.32
17	194.1	1544.53
18	194.2	1543.73
19	194.3	1542.94
20	194.4	1542.14
21	194.5	1541.35
22	194.6	1540.56
23	194.7	1539.77
24	194.8	1538.98



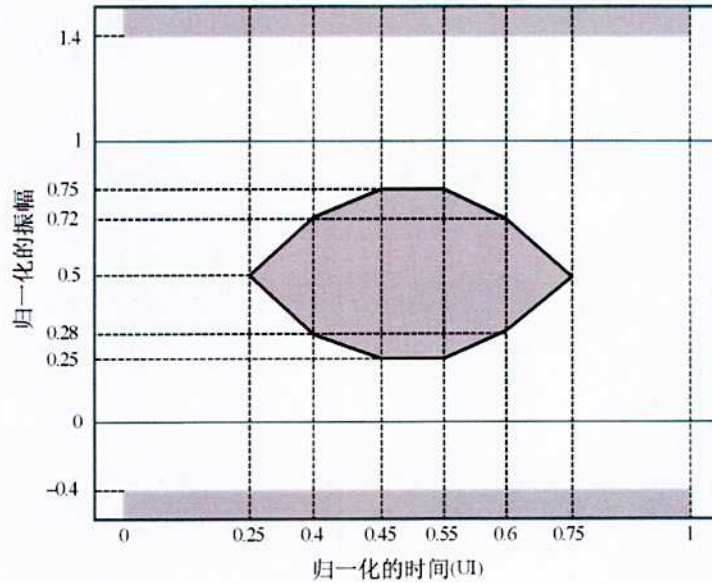


图26 发射器输出光眼图

### 8.2.2 光接收器特性

每个10Gbit/s链路的光接收器特性应符合表22的要求。在接收器输入范围内，当使用彩条测试信号或PRBS-31测试码测试部件时，BER应小于 $10^{-12}$ ，建议在 $10^{-14}$ 以下。在使用BER测试设备时，为验证BER是否确实小于 $10^{-12}$ ，建议进行5min测量。

注：PRBS-31测试码发生器在IEEE 802.3ae-2002中定义。

表22 每个10Gbit/s链路的光接收器特性

项目	技术要求
平均接收功率（最大） <sup>a</sup>	-1dBm
平均接收功率（最小） <sup>a</sup>	-15.5dBm
探测器损伤阈值（最小）	4dBm
抖动	应符合8.2.3
光/电转换函数	较高光功率=逻辑“1” 较低光功率=逻辑“0”
<sup>a</sup> 功率是用平均读数功率计测得的平均功率。	

### 8.2.3 抖动规格

抖动规格应与8.1.3的要求一致。

### 8.2.4 定时差异

采用多链路传输同一源图像时，各10Gbit/s链路信号之间的定时差异应与8.1.4的要求一致。

### 8.2.5 光连接器

光连接器应为IEC 61754-4定义的SC/PC单工。

附录 A

(资料性)

本文件与 ITU-R BT. 2077-2 第 2 部分的章条编号变化对照一览表

本文件与 ITU-R BT. 2077-2 第 2 部分的章条编号变化对照情况见表 A. 1。

表 A. 1 本文件与 ITU-R BT. 2077-2 第 2 部分的章条编号对照情况

本部分章条编号	ITU-R BT. 2077-2 第 2 部分章条编号
1	—
2	—
3	1
4	—
5	2
5.1	2.1
5.2	2.2
5.3	2.3
6	3
6.1	3.1
6.2	3.2
6.3	3.3
6.4	3.4
6.5	3.5
6.6	3.6
6.7	3.7
6.8	3.8
7	4
7.1	4.1
7.2	4.2
8	5
8.1	5.1
8.2	5.2

参 考 文 献

- [1] ITU-R BT.1363-1 Jitter specifications and methods for jitter measurements of bit-serial signals conforming to Recommendations ITU-R BT.656, ITU-R BT.799 and ITU-R BT.1120
-