

GY

中华人民共和国广播电视和网络视听行业标准

GY/T 347.1—2021

超高清清晰度电视信号实时串行数字接口 第1部分：多链路 10Gbit/s 光接口（10 比特字容器）

Real-time serial digital interfaces for UHD TV signals—Part 1: multi-link 10 Gbit/s optical interfaces(10-bit word containers)

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

2021 - 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 基本系统概述	3
6 UHDTV1 映射到双链路或四链路 10G-HDSDI	3
6.1 视频有效载荷映射	3
6.2 针对系统 U1.6 至系统 U1.9 的双链路 10G-HDSDI	4
6.3 针对系统 U1.10 至系统 U1.17 的四链路 10G-HDSDI	6
6.4 光接口特性	10
6.5 ANC 和音频数据映射	10
7 UHDTV2 映射到八链路或十六链路 10G-HDSDI	12
7.1 视频有效载荷映射	12
7.2 针对系统 U2.6 到系统 U2.9 的八链路 10G-HDSDI	14
7.3 针对系统 U2.10 到系统 U2.17 的十六链路 10G-HDSDI	14
7.4 光接口特性	14
7.5 ANC 和音频数据映射	15
附录 A (资料性) 本文件与 ITU-R BT.2077-2 第 1 部分的章条编号变化对照一览表	19
附录 B (规范性) 10Gbit/s 串行信号/数据接口——基本流分离	20
附录 C (规范性) 10Gbit/s 串行信号/数据接口——基本流数据映射	23
附录 D (规范性) 10Gbit/s 串行信号/数据接口——光纤接口	28
参考文献	33

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《超高清晰度电视信号串行数字接口》的第1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《超高清晰度电视信号的实时串行数字接口》的第1部分。

本文件与ITU-R BT. 2077-2的第1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1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1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1部分中与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修改和梳理。

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、北京中科大洋科技发展股份有限公司、博科达（北京）科技有限公司、北京安达斯信息技术有限公司。

本文件主要起草人：王惠明、宁金辉、宋蔚、马正先、秦旭东、罗映辉、郭晓强、申红、邓向冬、孙岩、邵凤莲、张丽娜、张少颖、周芸、曾娟、商同、吴俊、曹鑫宝。

引 言

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

- 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>					

超高清晰度电视信号实时串行数字接口

第1部分：多链路10Gbit/s光接口（10比特字容器）

1 范围

本文件规定了超高清晰度电视信号在实时串行数字接口（多链路10Gbit/s光接口（10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（10比特字容器）的超高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 光纤第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 61754-20-2012 光学纤维接头和无源器件 光纤接口 第20部分：LC型接头系列（Fibre optic interconnecting devices and passive components - Fibre Optic Connector Interfaces - Part 20: Type LC connector family）

ITU-R BT. 709 用于制作和国际节目交换的HDTV标准的参数值（Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange）

ITU-R BT. 1120 高清晰度电视演播室信号数字接口（Digital interfaces for HDTV studio signals）

ITU-R BT. 1363 符合ITU-R BT. 656、BT. 799及BT. 1120的用于比特串行信号抖动测量的规范和方法（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）

ITU-R BT. 1364 数字分量演播室接口中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. 1614 用于数字电视接口的有效载荷标识数据结构（Payload identification data structure for digital television interfaces）

ITU-R BT. 1729 16:9或4:3宽高比数字电视通用基准测试图（Common 16:9 or 4:3 aspect ratio digital television reference test pattern）

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

ITU-T G. 694.1 WDM应用的光谱栅格：DWDM频率栅格（Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid Series）

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

一种与ITU-R BT.1120建议书中定义的源数据流相同结构的10比特并行数据流。

3.4

虚拟接口 virtual interface

由一个源图像的所有基本流组成的数据映射逻辑接口。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ANC 辅助数据包 (Ancillary Data Packets)

BER 误码率 (Bit Error Rate)

CDR 时钟数据恢复 (Clock Data Recovery)

CRC 循环冗余校验 (Cyclical Redundancy Check)

CWDM 粗波分复用 (Coarse Wavelength Division Multiplexing)

DWDM 密集波分复用 (Dense Wavelength Division Multiplexing)

EAV 有效视频结束 (End of Active Video)

HANC 行辅助数据 (Horizontal Ancillary)

HDR 高动态范围 (High Dynamic Range)

HDTV 高清晰度电视 (High Definition Television)

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)

PQ 感知量化 (Perceptual Quantization)

PsF 逐行分割帧 (Progressive Segmented Frame)

PRBS 伪随机二进制序列 (Pseudo-Random Binary Sequence)

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)

SQD 方形分割 (Square Division)

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

UI 单位间隔 (Unit Interval)

WDM 波分复用 (Wavelength Division Multiplexing)

10G-HDSDI 10Gbit/s 高清晰度串行数字接口 (10Gbit/s High Definition Serial Digital Interface)

2SI 二样本交织 (2 Sample Interleave)

5 基本系统概述

对于UHDTV, 图像应通过2SI或2帧2SI (100Hz和120Hz的情况下) 映射到4、8、16或32个子图, 并应通过符合ITU-R BT. 1120中定义的1.5Gbit/s 串行数字接口要求的基本流映射到双链路或四链路10G-HDSDI模式D (见附录C), 映射方式应符合图1。根据本文件映射的单链路接口信号, 最大支持60Hz。

在嵌入可选的ANC数据时, ANC数据应格式应符合ITU-R BT. 1364的要求。辅助音频数据应按照ITU-R BT. 1365中的定义, 并按以下顺序进行映射:

- 10G-HDSDI链路1的 (第1个) CH1基本流, 采样频率为48kHz时最多可以有16个声道, 或者采样频率为96kHz时最多可以有8个声道;
- 10G-HDSDI链路2的 (第2个) CH1基本流, 采样频率为48kHz时最多可以有16个声道, 或者采样频率为96kHz时最多可以有8个声道。

传输UHDTV图像源数据的多个基本流应被多路复用并串行化成如第6章和第7章中定义的多链路10G-HDSDI。

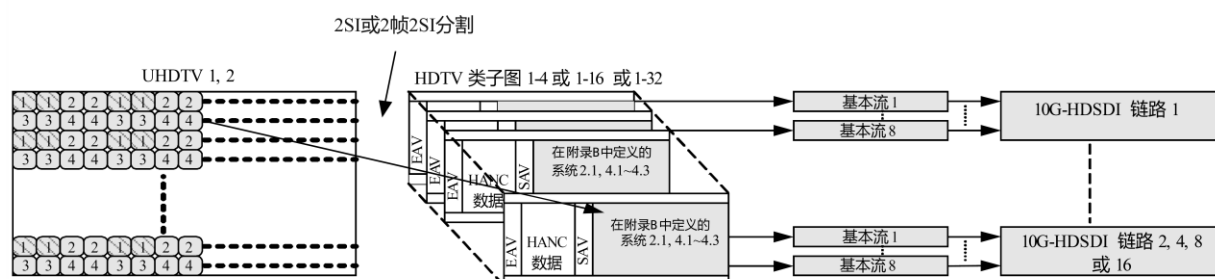


图1 UHDTV 映射概述

6 UHDTV1 映射到双链路或四链路 10G-HDSDI

6.1 视频有效载荷映射

本文件支持的源图像格式见表2, 按照参数, 可以分为U1.6至U1.17, 源图像应通过2SI或2帧2SI方式将源图像分割为4个子图, 每个子图都应具有如附录B表B.1和表B.2中系统2.1、系统4.1、系统4.2或系统4.3所定义的1920×1080图像格式, 再将子图映射到由附录C定义的双链路或四链路10G-HDSDI模式D。

表2 本文件支持的 UHDTV1 源图像格式

系统号	系统图像格式	取样结构/量化深度	帧率(逐行) Hz	附录 B 中定义的子图格式
U1.6	3840×2160/50/P	4:2:0 或 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10bit	50	系统 2.1
U1.7	3840×2160/50/P	4:2:0 或 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12bit	50	系统 4.1

表 2 (续)

系统号	系统图像格式	取样结构/量化深度	帧率(逐行) Hz	附录 B 中定义的子图格式
U1.8	3840×2160/50/P	4:4:4 (R'G'B'或 Y'C _B C _R)/10bit	50	系统 4.2
U1.9	3840×2160/50/P	4:4:4 (R'G'B'或 Y'C _B C _R)/12bit	50	系统 4.3
U1.10	3840×2160/120/P	4:2:0 或 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10bit	120	系统 2.1
U1.11	3840×2160/120/P	4:2:0 或 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12bit	120	系统 4.1
U1.12	3840×2160/120/P	4:4:4 (R'G'B'或 Y'C _B C _R)/10bit	120	系统 4.2
U1.13	3840×2160/120/P	4:4:4 (R'G'B'或 Y'C _B C _R)/12bit	120	系统 4.3
U1.14	3840×2160/100/P	4:2:0 或 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10bit	100	系统 2.1
U1.15	3840×2160/100/P	4:2:0 或 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12bit	100	系统 4.1
U1.16	3840×2160/100/P	4:4:4 (R'G'B'或 Y'C _B C _R)/10bit	100	系统 4.2
U1.17	3840×2160/100/P	4:4:4 (R'G'B'或 Y'C _B C _R)/12bit	100	系统 4.3

系统U1.6至系统U1.9图像应按2SI分割并映射到子图1到子图4的有效区域。附录B系统2.1或者系统4.1至系统4.3被视为系统U1.6至系统U1.9的子图,如表2所示,并应具有ITU-R BT.2020中定义的数字取样结构。

对4:2:0取样结构,在10bit系统的情况下,图像的奇数行上的无采样值的偶数采样点分配200_h(512),在12bit系统的情况下,为其分配800_h(2048)。

6.2 针对系统 U1.6 至系统 U1.9 的双链路 10G-HDSI

在系统U1.6至U1.9图像(3840×2160/50/P)的情况下,由2SI分割创建的每个子图数据应分割为双路基本流或四路基本流,其结构与附录B中B.2.1和B.2.2中定义的双链路1.5Gbit/s或四链路1.5Gbit/s基本流相同。

从系统U1.6图像生成的子图1到子图4等效于附录B中定义的系统2.1,并应将其分割为8个基本流,分割方式应符合图2。

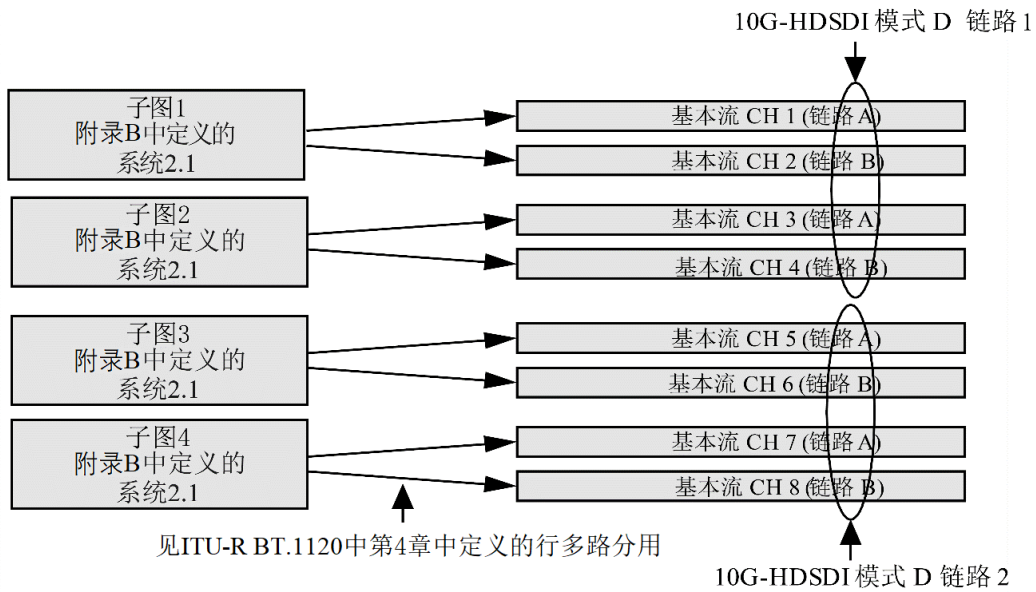


图2 系统 U1.6 的 8 路分割

系统U1.6虚拟接口的8个基本流应映射到双链路10G-HSDSI。基本流CH1、基本流CH2、基本流CH3和基本流CH4应映射到10G-HSDSI链路1的CH1、CH3、CH5和CH7（链路A）；基本流CH5、基本流CH6、基本流CH7和基本流CH8应映射到10G-HSDSI链路2的CH1、CH3、CH5和CH7（链路A）。

在系统U1.7、系统U1.8和系统U1.9图像的情况下，子图1到子图4应被分割为16个基本流，分割方式应符合图3。

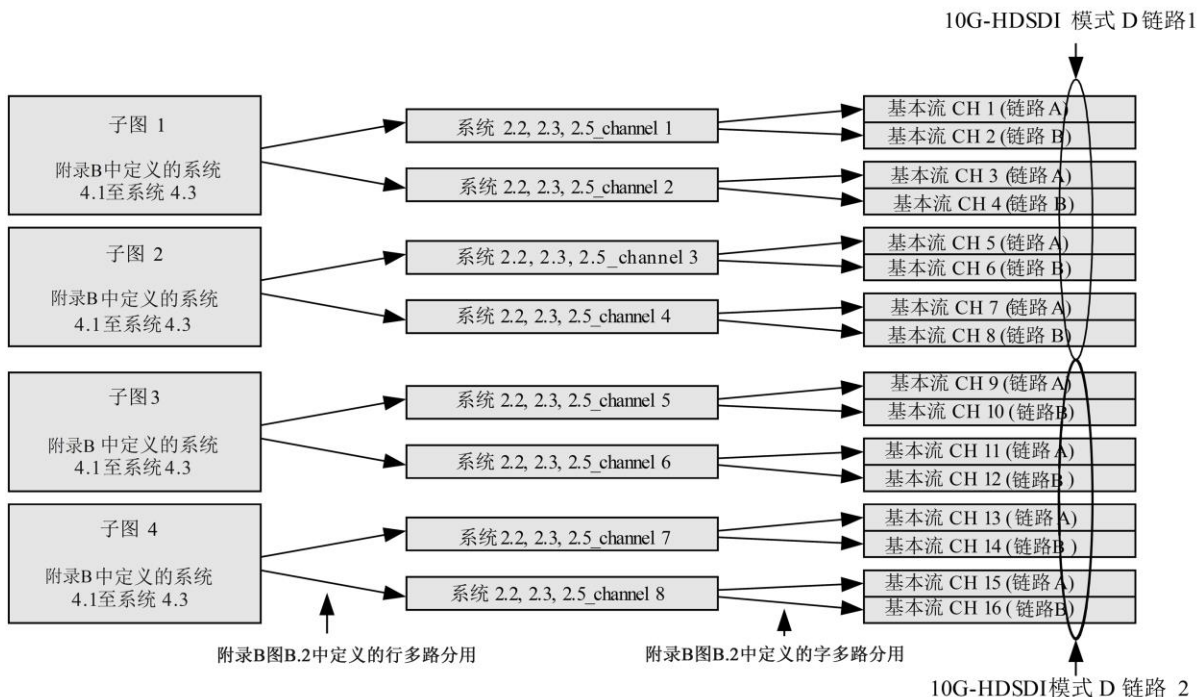


图3 系统 U1.7、系统 U1.8 和系统 U1.9 的 16 路分割

附录C定义的10G-HDSI模式D可以传输多达四对双链路1.5Gbit/s（对应附录B系统2.2、2.3、2.4或2.5¹⁾）或最多两对四链路1.5Gbit/s（对应附录B系统4.1、4.2或4.3）。表1中系统U1.6、U1.7、U1.8和U1.9的UHDTV1图像应使用附录C定义的双链路10G-HDSI模式D传输。

系统U1.7、系统U1.8和系统U1.9虚拟接口的16个基本流应映射到双链路10G-HDSI。基本流组CH(8k-7)、CH(8k-6)、CH(8k-5)、CH(8k-4)、CH(8k-3)、CH(8k-2)、CH(8k-1)和CH(8k)，其中k是1到2的一个数字，应映射到10G-HDSI链路(k)的CH1、CH2、CH3、CH4、CH5、CH6、CH7和CH8，即：

- 基本流CH1至基本流CH8应映射到10G-HDSI链路1的CH1到CH8；
- 基本流CH9至基本流CH16应映射到10G-HDSI链路2的CH1到CH8。

6.3 针对系统 U1.10 至系统 U1.17 的四链路 10G-HDSI

在系统U1.10至U1.17图像（3840×2160/100/P或120/P）的情况下，应通过每4行按照2帧2SI创建8个子图，映射方式应符合图4。每个子图应被分割为双路基本流或四路基本流，其结构与附录B中B.2.2和B.2.3中定义的双链路1.5Gbit/s或四链路1.5Gbit/s基本流相同。

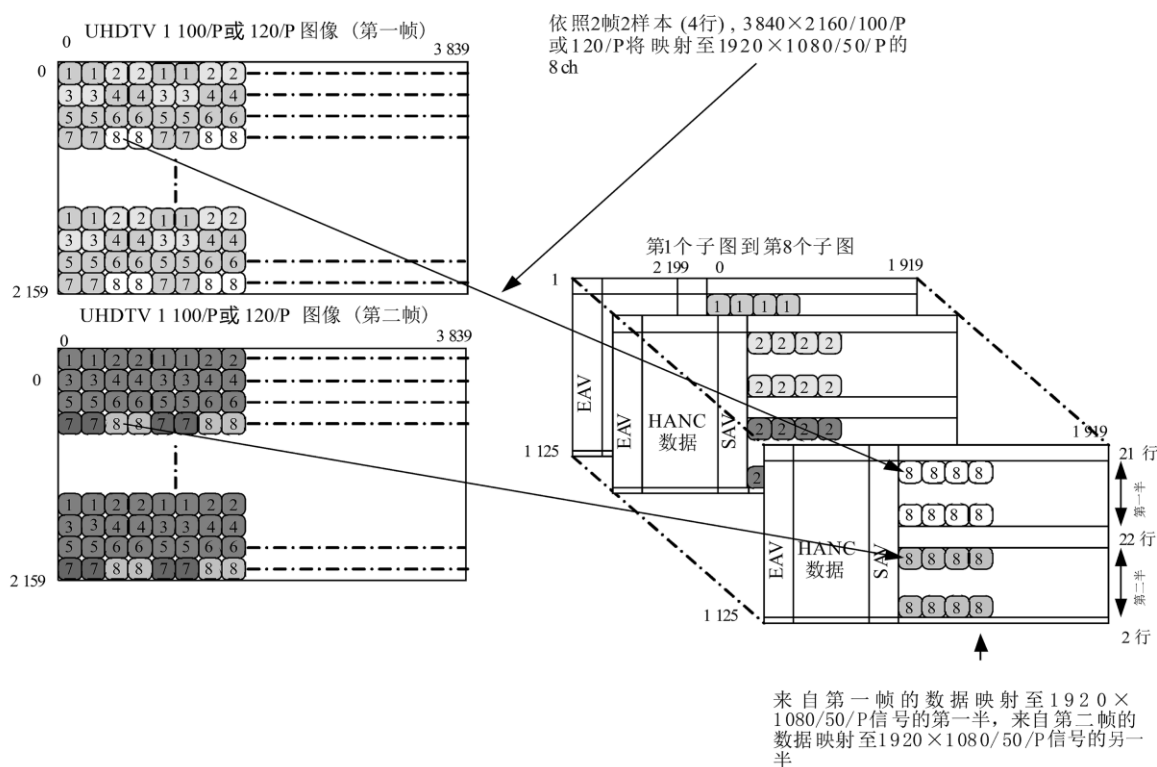
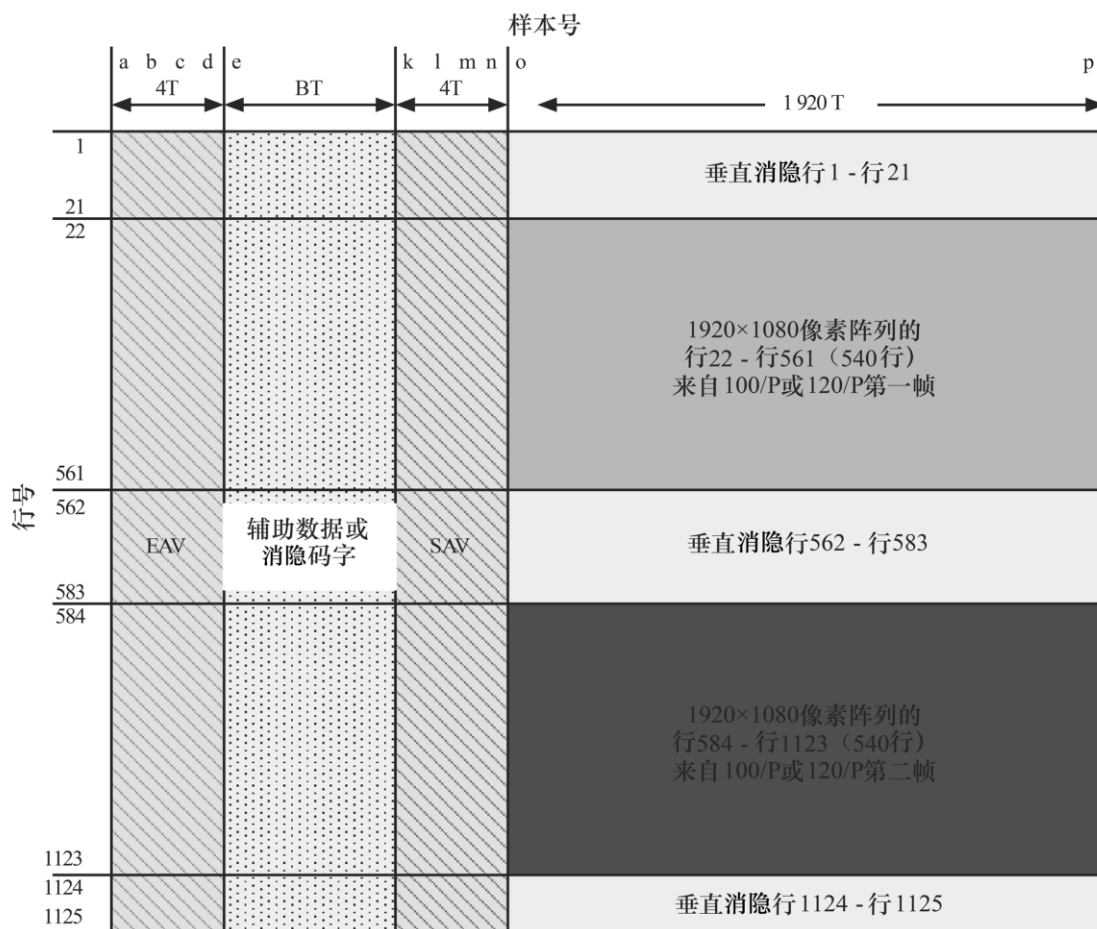


图4 3840×2160/100/P 或 120/P 通过 2 帧 2SI 映射到 1920×1080/50/P 的 8 通道

应将2帧2SI应用于表1（U1.10到U1.16）中列出的3840×2160/100/P或120/P图像，并应将两个连续的帧即第一帧和第二帧，每4行映射到帧消隐区域和8通道1920×1080/50/P信号的有效区域。来自第一帧和第二帧的4N、4N+1、4N+2和4N+3行（N=0、1、2、3…539）应根据两个连续的水平取样分别映射到子图1和子图2、子图3和子图4、子图5和子图6以及子图7和子图8。第一帧应映射到从第22行到第561行，第二帧应映射到从第584行到第1123行。应在第一帧之前插入从第1行到第21行的帧消隐，应在第一帧和第二帧之间插入从第562行到第583行的帧消隐。应在第二帧后添加两个帧消隐即第1124行和第1125行。该分割将产生等效的子图1到子图8。

1) 系统 2.2、2.3、2.4 和 2.5 的说明见表 B.1。

1920×1080/50/P帧结构见图5，其中来自3840×2160/100/P或120/P图像的第一帧和第二帧的帧消隐区域和映射的数据区域以颜色分别标记。3840×2160/100/P或120/P信号的原始图像第一帧和第二帧的取样/行号与映射的2帧2SI的1920×1080/50/P子图1到子图8之间的关系应符合表3的规定。



系统	a	b	c	d	e	k	l	m	n	o	p	BT
U1.10-U1.13	1920	1921	1922	1923	1924	2196	2197	2198	2199	0	1919	272 T
U1.14-U1.17	1920	1921	1922	1923	1924	2636	2637	2638	2639	0	1919	712 T

注：T 为参考时钟周期。

图5 1920×1080/50/P 图像的图像映射结构和数字定时参考序列

表3 来自第一帧和第二帧的原始图像取样号/行号与 2 帧 2SI 的映射子图取样号/行号之间的关系

子图	原始3840×2160/100/P或120/P取样号 原始3840×2160/100/P或120/P行号	映射1920×1080/50/P取样号 映射1920×1080/50/P行号
1	4M、4M+1取样4N行	2M、2M+1取样22+N行 (来自第一帧)
2	4M+2、4M+3取样4N行	
3	4M、4M+1取样4N+1行	
4	4M+2、4M+3取样4N+1行	
5	4M、4M+1取样4N+2行	
6	4M+2、4M+3取样4N+2行	
		2M、2M+1取样584+N行 (来自第二帧)

表 3 (续)

子图	原始3840×2160/100/P或120/P取样号 原始3840×2160/100/P或120/P行号	映射1920×1080/50/P取样号 映射1920×1080/50/P行号
7	4M、4M+1取样4N+3行	
8	4M+2、4M+3取样4N+3行	
注: M=0、1、2、3……959, N=0、1、2、3……539。		

从系统U1.10和系统U1.14图像生成的子图1到子图8等同于附录B中定义的系统2.1,应被分为16个基本流,分割方式应符合图6。

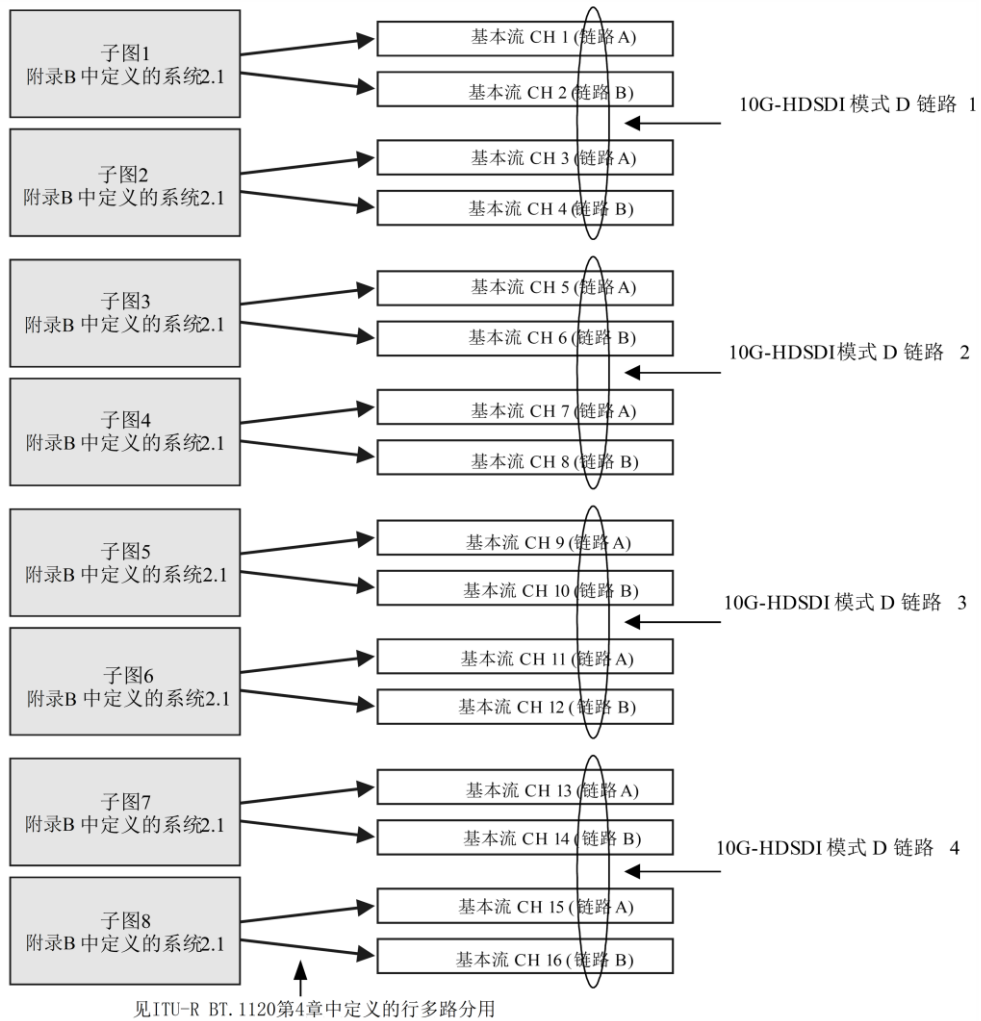


图6 系统U1.10和系统U1.14的16路分割

系统U1.10和系统U1.14虚拟接口的16个基本流应映射到四链路10G-HDSI,如下所示:

- 基本流 CH1、基本流 CH2、基本流 CH3 和基本流 CH4 应映射到 10G-HDSI 链路 1 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7 (链路 A) ;
- 基本流 CH5、基本流 CH6、基本流 CH7 和基本流 CH8 应映射到 10G-HDSI 链路 2 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7 (链路 A) ;
- 基本流 CH9、基本流 CH10、基本流 CH11 和基本流 CH12 应映射到 10G-HDSI 链路 3 的 CH1、CH3、

CH5 和 CH7（链路 A）；

——基本流 CH13、基本流 CH14、基本流 CH15 和基本流 CH16 应映射到 10G-HDSDI 链路 4 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7（链路 A）。

在系统U1. 11、系统U1. 12、系统U1. 13、系统U1. 15、系统U1. 16和系统U1. 17图像的情况下，子图1至子图8应被分割为32个基本流，分割方式应符合图7。

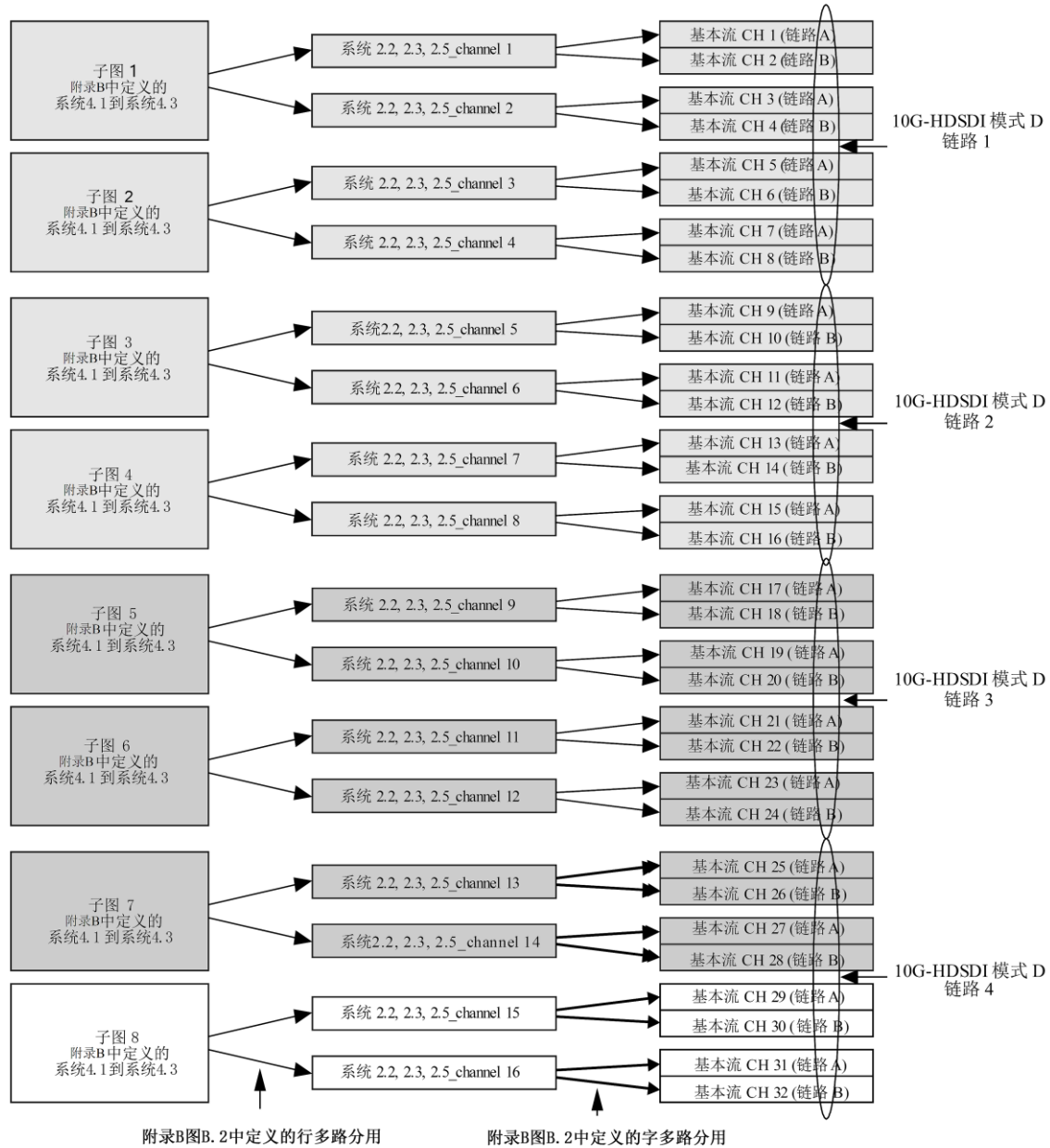


图7 系统 U1. 11、系统 U1. 12 和系统 U1. 13 的 32 路分割

附录C定义的10G-HDSDI模式D可以传输两对四链路1.5Gbit/s的附录B系统4.1、系统4.2或系统4.3。系统U1. 10至系统U1. 17的UHDTV1图像应使用附录C中定义的四链路10G-HDSDI模式D来传输。

系统U1. 11、系统U1. 12、系统U1. 13、系统U1. 15、系统U1. 16和系统U1. 17虚拟接口的32个基本流应映射到四链路10G-HDSDI。基本流组CH(8k-7)、CH(8k-6)、CH(8k-5)、CH(8k-4)、CH(8k-3)、CH(8k-2)、

CH(8*k*-1)和CH(8*k*),其中*k*是1到4的一个数字,应映射到10G-HSDI 链路(*k*)的CH1、CH2、CH3、CH4、CH5、CH6、CH7和CH8,即:

- 基本流CH1至基本流CH8应映射到10G-HSDI链路1的CH1到CH8;
- 基本流CH9至基本流CH16应映射到10G-HSDI链路2的CH1到CH8;
- 基本流CH17至基本流CH24应映射到10G-HSDI链路3的CH1到CH8;
- 基本流CH25至基本流CH32应映射到10G-HSDI链路4的CH1到CH8。

6.4 光接口特性

双链路和四链路10G-HSDI的光接口特性应符合附录D的要求。

当通过单个单模光纤传输双链路10G-HSDI信号时,可以使用WDM或DWDM技术。对WDM传输来说,符合附录D要求的1310nm和1550nm的标称波长应分配给链路1和链路2。当使用DWDM技术时,应将1557.36nm和1556.55nm的近似标称中心波长分配给链路1和链路2,分配方式应符合表4的规定。对四链路DWDM接口的链路1到链路4,应分配1557.36nm、1556.55nm、1555.75nm和1554.94nm的近似标称中心波长。

表4 UHDTV1 的双链路和四链路 DWDM 接口的标称中心波长

链路号	双链路DWDM的近似标称中心波长	四链路DWDM的近似标称中心波长
	nm	nm
1	1557.36	1557.36
2	1556.55	1556.55
3	—	1555.75
4	—	1554.94

6.5 ANC 和音频数据映射

6.5.1 ANC 数据映射

在双链路和四链路10G-HSDI的情况下,应将ANC数据首先映射到10G-HSDI链路1的CH1基本流,剩余的数据都应映射到10G-HSDI链路2到链路4的CH1基本流,顺序为链路1、链路2、链路3和链路4。

6.5.2 音频数据映射

在双链路和四链路10G-HSDI的情况下,根据ITU-R BT.1365的要求,应首先使用10G-HSDI链路1的CH1基本流来传输音频数据,在48kHz采样频率下,最多16个声道、4个声道一组地进行传输,或者在96kHz采样频率下,最多8个声道、4个声道一组地进行传输。如果需要多于16个声道的音频(在96kHz采样频率下为8个声道),那么根据ITU-R BT.1365的要求,应使用10G-HSDI链路2到链路4的CH1基本流,顺序为链路1、链路2、链路3和链路4。

在48kHz采样频率下,双链路和四链路10G-HSDI模式D承载的最大声道数是32声道和64声道,或者在96kHz采样频率下,为16声道和32声道。

音频控制数据包应映射到10G-HSDI链路1以及链路2到链路4(如有必要)的CH1基本流HANC数据空间的“Y”数据流,并应符合ITU-R BT.1365的要求。

6.5.3 有效载荷标识符映射

有效载荷标识符应映射到10G-HSDI的每个基本流的空白区域。UHDTV1视频有效载荷的有效载荷标识符应符合表5的定义。

该有效载荷标识符应符合ITU-R BT.1614中定义的格式要求。字节1强制性取值 A_{1h} ，这将视频有效载荷格式识别为UHDTV1。其余3个字节定义本文件所定义的UHDTV1的视频有效载荷其他特征。

该有效载荷标识符的位置应符合附录C的要求。

表5 双链路或四链路 10Gbit/s 串行数字接口上的 UHDTV1 视频的有效载荷标识符定义

比特位	字节1	字节2	字节3	字节4
比特b7	1	隔行 (0_h) 或逐行 (1_h) 传输	保留 (0_h)	8通道分配: CH1 (0_h), CH2 (1_h), CH3 (2_h), CH4 (3_h), CH5 (4_h), CH6 (5_h), CH7 (6_h), CH8 (7_h)
比特b6	0	逐行 (1_h) 图像	保留 (0_h)	
比特b5	1	转换特性: SDR-TV (0_h), HLG (1_h), PQ (2_h), 未指定 (3_h)	双/四链路的10G链路分配: 链路1 (0_h), 链路2 (1_h), 链路3 (2_h), 链路4 (3_h)	色域: ITU-R BT.709 (0_h), ITU-R BT.2020 (1_h)
比特b4	0			
比特b3	0	帧率: 未定义 (0_h), 保留 (1_h), 50 (9_h), 100 (D_h), 120 (F_h), 保留的其他值	取样结构: 4:2:2 ($Y'C'_bC'_R$ 或 $IC'_tC'_p$) (0_h), 4:4:4 ($Y'C'_bC'_R$ 或 $IC'_tC'_p$) (1_h), 4:4:4 ($R'G'B'$) (2_h), 4:2:0 ($Y'C'_bC'_R$ 或 $IC'_tC'_p$) (3_h), 其他的保留值	保留 (0_h)
比特b2	0			亮度和色差信号: NCL $Y'C'_bC'_R$ (0_h), CL SDR $Y'C'_bC'_R$ 或 $IC'_tC'_p$ (1_h)
比特b1	0			量化比特深度: 10bit全范围 (0_h), 10bit窄范围 (1_h), 12bit窄范围 (2_h), 12bit全范围 (3_h)
比特b0	1			

在确定映射到双链路或四链路 10Gbit/s 串行数字接口的 UHDTV1 视频有效载荷时，应采用以下有效载荷标识符值。

- 隔行/逐行传输标志位应根据数字接口传输设置为 (0_h) 或 (1_h)。
- 隔行/逐行图像标志位应设置为 (1_h)。
- 转换特性应由字节2的比特b5和比特b4来标识，其值如下：
 - (0_h) 标识 SDR-TV，
 - (1_h) 标识 HLG，
 - (2_h) 标识 PQ，
 - (3_h) 标识未指定。
- 应将字节4的比特b4中的色域标志设置为1，以标示ITU-R BT.2020色域。
- 对非恒定亮度 $Y'C'_bC'_R$ ，应将亮度和色差信号标志设置为 (0_h)，对恒定亮度SDR $Y'C'_bC'_R$ 或HDR $IC'_tC'_p$ ，应将亮度和色差信号标志设置为 (1_h)。
- 应将帧率设置为UHDTV1有效载荷对应的值。
- 应将取样结构设置为所承载的有效载荷对应的值。
- 基本流通道和10G链路的有效载荷标识符的分配顺序，应对应6.2中定义的10G-HDSI输入通道号和链路号的顺序。

在第一链路的情况下，应将字节3的比特b4和比特b5中的10G链路号设置为 (0_h)，在双链路的情况下，对第二链路应设置为 (1_h)，在四链路的情况下，对第一链路应设置为 (0_h)，对第二链路应设置为 (1_h)，对第三链路应设置为 (2_h)，对第四链路应设置为 (3_h)。

字节4的比特b5、比特b6和比特b7中的基本流通道号应设为以下值：

- (0_n) 定义第一个通道为CH1；
- (1_n) 定义第二个通道为CH2；
- (2_n) 定义第三个通道为CH3；
- (3_n) 定义第四个通道为CH4；
- (4_n) 定义第五个通道为CH5；
- (5_n) 定义第六个通道为CH6；
- (6_n) 定义第七个通道为CH7；
- (7_n) 定义第八个通道为CH8。

量化的比特深度应由具有以下值的字节4的比特b0和比特b1来确定：

- (0_n) 应以全范围编码、使用每个取样10bit量化；
- (1_n) 应以窄范围编码、使用每个取样10bit量化；
- (2_n) 应以窄范围编码、使用每个取样12bit量化；
- (3_n) 应以全范围编码、使用每个取样12bit量化。

7 UHDTV2 映射到八链路或十六链路 10G-HDSI

7.1 视频有效载荷映射

可以分割为4个UHDTV1图像的UHDTV2²⁾图像格式见表6，而后可以进一步分割为16个或32个子图，这些子图已在附录B中予以定义，即按2SI或2帧2SI分割的系统2.1、系统4.1、系统4.2或系统4.3。因此，UHDTV2图像的这种分割将产生16个或32个具有1920×1080图像格式的子图，并应将其映射到附录C中定义的10G-HDSI模式D的八链路或十六链路。

UHDTV2图像采用2SI分割为4个UHDTV1子图的方法应符合图8。依照每2个连续的水平取样一组，系统U2.6到系统U2.9图像的偶数行应被分割为UHDTV1子图1和UHDTV1子图2，依照每2个连续的水平取样一组，奇数行应被分割为UHDTV1子图3和UHDTV1子图4。

在10bit量化系统的情况下，为4:2:0系统图像的奇数行上的无采样值的偶数采样点分配200_n(512)，在12bit量化系统的情况下，为其分配800_n(2048)。

表6 本文件支持的 UHDTV2 的源图像格式

系统号	系统图像格式	取样结构/量化深度	帧率(逐行) Hz	附录B中 定义的子图格式
U2.6	7680×4320/50/P	4:2:0或4:2:2 (Y'C _b C _r)/10bit	50	系统2.1
U2.7	7680×4320/50/P	4:2:0或4:2:2 (Y'C _b C _r)/12bit	50	系统4.1
U2.8	7680×4320/50/P	4:4:4 (R'G'B'或Y'C _b C _r)/10bit	50	系统4.2
U2.9	7680×4320/50/P	4:4:4 (R'G'B'或Y'C _b C _r)/12bit	50	系统4.3

2) 指 7680×4320 分辨率的超高清清晰度电视。

表 6 (续)

系统号	系统图像格式	取样结构/量化深度	帧率 (逐行) Hz	附录B中 定义的子图格式
U2.10	7680×4320/120/P	4:2:0或4:2:2 (Y'C _B C _R)/10bit	120	系统2.1
U2.11	7680×4320/120/P	4:2:0或4:2:2 (Y'C _B C _R)/12bit	120	系统4.1
U2.12	7680×4320/120/P	4:4:4 (R'G'B'或Y'C _B C _R)/10bit	120	系统4.2
U2.13	7680×4320/120/P	4:4:4 (R'G'B'或Y'C _B C _R)/12bit	120	系统4.3
U2.14	7680×4320/100/P	4:2:0或4:2:2 (Y'C _B C _R)/10bit	100	系统2.1
U2.15	7680×4320/100/P	4:2:0或4:2:2 (Y'C _B C _R)/12bit	100	系统4.1
U2.16	7680×4320/100/P	4:4:4 (R'G'B'或Y'C _B C _R)/10bit	100	系统4.2
U2.17	7680×4320/100/P	4:4:4 (R'G'B'或Y'C _B C _R)/12bit	100	系统4.3

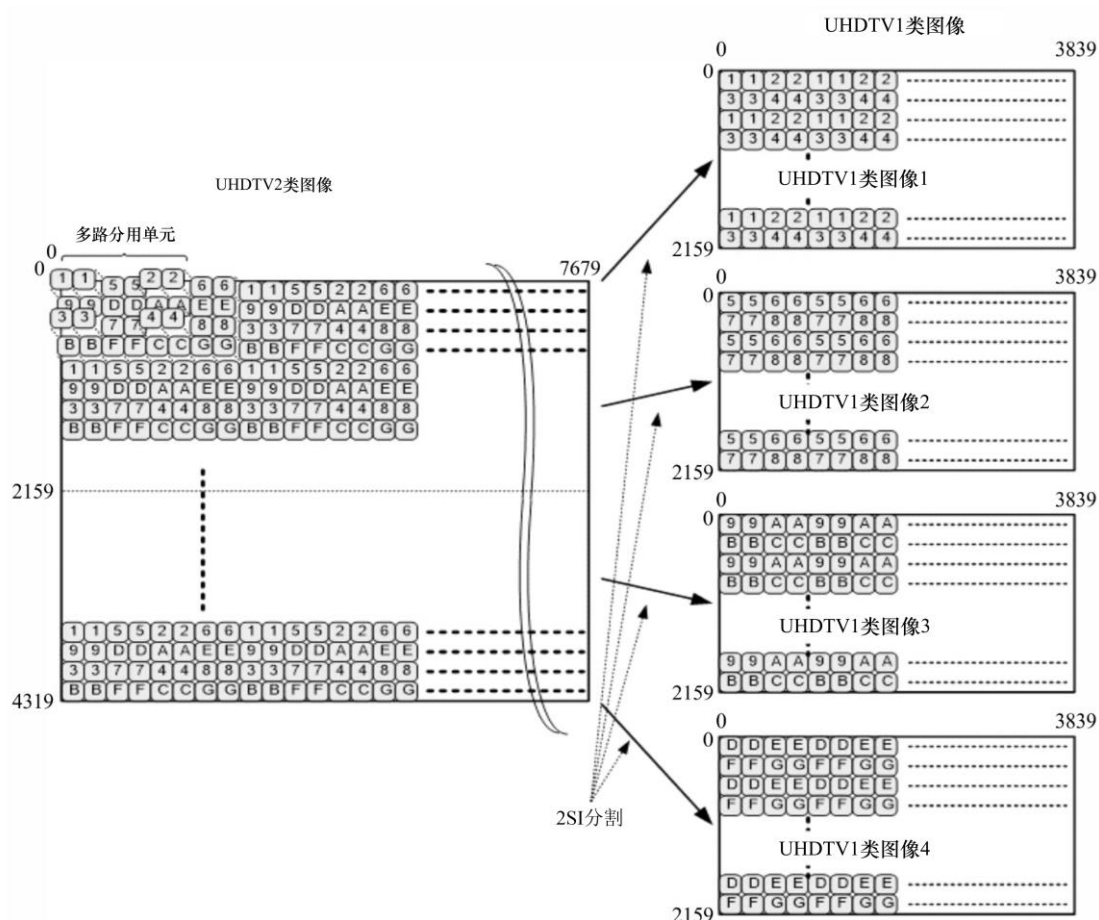


图8 UHDTV2 图像的 2SI 分割为 UHDTV1 图像

7.2 针对系统 U2.6 到系统 U2.9 的八链路 10G-HDSI

应将从系统U2.6生成的4个UHDTV1子图映射到八链路10G-HDSI。应将UHDTV1子图 k (k 的编号从1到4)映射到10G-HDSI链路 $(2k-1)$ 和链路 $(2k)$ 的CH1、CH3、CH5和CH7 (链路A)，即：

- 应将 UHDTV1 子图 1 映射到 10G-HDSI 链路 1 和链路 2 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7 (链路 A)；
- 应将 UHDTV1 子图 2 映射到 10G-HDSI 链路 3 和链路 4 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7 (链路 A)；
- 应将 UHDTV1 子图 3 映射到 10G-HDSI 链路 5 和链路 6 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7 (链路 A)；
- 应将 UHDTV1 子图 4 映射到 10G-HDSI 链路 7 和链路 8 的 CH1、CH3、CH5 和 CH7 (链路 A)。

应将从系统U2.7、系统U2.8和系统U2.9生成的4个子UHDTV1图像映射到八链路10G-HDSI。应将子UHDTV1图像 k (k 的编号从1到4)映射到10G-HDSI链路 $(2k-1)$ 和链路 $(2k)$ 的CH1、CH2、CH3、CH4、CH5、CH6、CH7和CH8，即：

- 应将 UHDTV1 子图 1 映射到 10G-HDSI 链路 1 和链路 2 的 CH1 到 CH8；
- 应将 UHDTV1 子图 2 映射到 10G-HDSI 链路 3 和链路 4 的 CH1 到 CH8；
- 应将 UHDTV1 子图 3 映射到 10G-HDSI 链路 5 和链路 6 的 CH1 到 CH8；
- 应将 UHDTV1 子图 4 映射到 10G-HDSI 链路 7 和链路 8 的 CH1 到 CH8。

7.3 针对系统 U2.10 到系统 U2.17 的十六链路 10G-HDSI

应将从系统U2.10和系统U2.14生成的4个UHDTV1子图映射到十六链路10G-HDSDI。应将UHDTV1子图 k (k 的编号从1到4)映射到10G-HDSDI链路 $(4k-3)$ 、链路 $(4k-2)$ 、链路 $(4k-1)$ 和链路 $(4k)$ 的CH1、CH3、CH5和CH7(链路A),即:

- 应将UHDTV1子图1映射到10G-HDSDI链路1、链路2、链路3和链路4的CH1、CH3、CH5和CH7(链路A);
- 应将UHDTV1子图2映射到10G-HDSDI链路5、链路6、链路7和链路8的CH1、CH3、CH5和CH7(链路A);
- 应将UHDTV1子图3映射到10G-HDSDI链路9、链路10、链路11和链路12的CH1、CH3、CH5和CH7(链路A);
- 应将UHDTV1子图4映射到10G-HDSDI链路13、链路14、链路15和链路16的CH1、CH3、CH5和CH7(链路A)。

应将从系统U2.11、系统U2.12和系统2.13、系统2.15、系统2.16、系统2.17生成的4个UHDTV1子图映射到十六链路10G-HDSDI。应将UHDTV1子图 k (k 的编号从1到4)映射到10G-HDSDI链路 $(4k-3)$ 、链路 $(4k-2)$ 、链路 $(4k-1)$ 和链路 $(4k)$ 的CH1、CH2、CH3、CH4、CH5、CH6、CH7和CH8,即:

- 应将UHDTV1子图1映射到10G-HDSDI链路1、链路2、链路3和链路4的CH1到CH8;
- 应将UHDTV1子图2映射到10G-HDSDI链路5、链路6、链路7和链路8的CH1到CH8;
- 应将UHDTV1子图3映射到10G-HDSDI链路9、链路10、链路11和链路12的CH1到CH8;
- 应将UHDTV1子图4映射到10G-HDSDI链路13、链路14、链路15和链路16的CH1到CH8。

7.4 光接口特性

八链路和十六链路10G-HDSDI的光接口特性应符合附录D的要求。

DWDM技术可用于传输八链路或十六链路10G-HDSDI。八链路和十六链路DWDM接口的光波长应符合表7规定。根据附录D,对于八链路DWDM接口,链路1至链路8应分配1557.36nm、1556.55nm、1555.75nm、1554.94nm、1554.13nm、1553.33nm、1552.52nm和1551.72nm,对十六链路DWDM接口,对链路1至链路16,应分配1557.36nm、1556.55nm、1555.75nm、1554.94nm、1554.13nm、1553.33nm、1552.52nm、1551.72nm、1550.92nm、1550.12nm、1549.32nm、1548.51nm、1547.72nm、1546.92nm、1546.12nm和1545.32nm。

表7 UHDTV2的八链路和十六链路DWDM接口的标称中心波长

链路号	八链路 DWDM 的近似标称中心波长	九至十六链路 DWDM 的近似标称中心波长
	nm	nm
1	1557.36	1557.36
2	1556.55	1556.55
3	1555.75	1555.75
4	1554.94	1554.94
5	1554.13	1554.13
6	1553.33	1553.33
7	1552.52	1552.52
8	1551.72	1551.72
9	—	1550.92
10	—	1550.12
11	—	1549.32
12	—	1548.51

表 7 (续)

链路号	八链路 DWDM 的近似标称中心波长	九至十六链路 DWDM 的近似标称中心波长
	nm	nm
13	—	1547.72
14	—	1546.92
15	—	1546.12
16	—	1545.32

7.5 ANC 和音频数据映射

7.5.1 ANC 数据映射

如果存在可选的ANC数据, 应将其映射到8个或16个10G-HSDSI链路的每个CH1基本流的消隐区域。数据格式应符合ITU-R BT. 1364的要求。

应将ANC数据首先映射到10G-HSDSI链路1的CH1基本流, 任何剩余的数据都应以升序映射到10G-HSDSI链路2到链路8(或链路16)的CH1。

7.5.2 音频数据映射

如果存在音频数据, 应按照ITU-R BT. 1365的要求映射到HANC数据空间的 $C'_R C'_R$ 数据流, 映射顺序为:

- (第一) 10G-HSDSI 链路 1 的 CH1 基本流, 在采样频率 48kHz 下, 最多为 16 个声道, 在采样频率 96kHz 下, 最多为 8 个声道;
- (第二) 10G-HSDSI 链路 2 的 CH1 基本流, 在采样频率 48kHz 下, 最多为 16 个声道, 在采样频率 96kHz 下, 最多为 8 个声道;
- (第三) 10G-HSDSI 链路 3 的 CH1 基本流, 在采样频率 48kHz 下, 最多为 16 个声道, 在采样频率 96kHz 下, 最多为 8 个声道;
- (第四) 10G-HSDSI 链路 4 的 CH1 基本流, 在采样频率 48kHz 下, 最多为 16 个声道, 在采样频率 96kHz 下, 最多为 8 个声道;
-
- (第八) (或第十六) 10G-HSDSI 链路 8(或链路 16)的 CH1 基本流, 在采样频率 48kHz 下, 最多为 16 个声道, 在采样频率 96kHz 下, 最多为 8 个声道。

应首先将音频数据映射到10G-HSDSI链路1的CH1基本流, 直至HANC数据空间的最大传输容量, 然后映射到10G HSDSI链路2的CH1基本流, 直至HANC数据空间的最大传输容量, 依此类推。如果10G-HSDSI链路(n-1)的CH1基本流没有达到其最大传输容量, 应不允许将音频数据映射到10G-HSDSI链路(n; n=2~8或16)的CH1基本流。

在采样频率48kHz下, 八链路和十六链路10G-HSDSI承载的最大声道数为128个声道和256个声道, 或者在采样频率96kHz下, 为64个声道和128个声道。

音频控制数据包应映射到10G-HSDSI链路1到链路8(或16)(如有必要)的CH1的HANC数据空间的“Y”数据流, 并应符合ITU-R BT. 1365的要求。

7.5.3 有效载荷标识符映射

有效载荷标识符应映射到10G-HSDSI的各基本流消隐区域。UHDTV2视频有效载荷的有效载荷标识符应符合表8的定义。

该有效载荷标识符应符合ITU-R BT. 1614中定义的有效载荷标识格式的要求。字节1强制性取值A_{2h}，这将视频有效载荷格式确定为UHDTV2。剩余的3个字节值规定了本文件中为UHDTV2定义的视频有效载荷的其他特征。

该有效载荷标识符的位置应符合附录C的要求。

表8 在八链路或十六链路 10Gbit/s (标称) 串行数字接口上的 UHDTV2 视频的有效载荷标识符定义

比特位	字节1	字节2	字节3	字节4
比特b7	1	隔行 (0 _h) 或逐行 (1 _h) 传输	8/16链路的10G链路分配: CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH6 (5 _h), CH7 (6 _h), CH8 (7 _h), ... CH16 (F _h)	8通道分配: CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH6 (5 _h), CH7 (6 _h), CH8 (7 _h)
比特b6	0	逐行 (1 _h) 图像		色域: ITU-R BT. 709 (0 _h) 或 ITU-R BT. 2020 (1 _h)
比特b5	1	转换特性: SDR-TV (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), 未指定 (3 _h)		
比特b4	0			保留 (0 _h)
比特b3	0	帧率: 未定义 (0 _h), 保留 (1 _h), 50 (9 _h), 100 (D _h), 120 (F _h), 保留的其他值	取样结构: 4:2:2 (Y'C _B C _R '或 IC _T C _P) (0 _h), 4:4:4 (Y'C _B C _R '或 IC _T C _P) (1 _h), 4:4:4 (R'G'B') (2 _h), 4:2:0 (Y'C _B C _R '或 IC _T C _P) (3 _h), 其他的保留值	亮度 and 色差信号: NCL Y'C _B C _R ' (0 _h), CL SDR Y'C _B C _R '或 IC _T C _P (1 _h)
比特b2	0			量化比特深度: 10-比特全范围 (0 _h), 10-比特窄范围 (1 _h), 12-比特窄范围 (2 _h), 12-比特全范围 (3 _h)
比特b1	1			
比特b0	0			

注: ITU-R BT. 709中的色域在本文件中不被允许。

在确定映射到八链路或十六链路10Gbit/s 串行数字接口的UHDTV2视频有效载荷时, 应采用以下有效载荷标识符值。

- 隔行/逐行传输标志位应根据数字接口传输设置为 (0_h) 或 (1_h)。
- 隔行/逐行图像标志位应设置为 (1_h)。
- 转换特性应由字节 2 的比特 b5 和比特 b4 来标识, 其值如下:
 - (0_h) 应标识为 SDR-TV,
 - (1_h) 应标识为 HLG,
 - (2_h) 应标识为 PQ,
 - (3_h) 应标识为未指定。
- 应将帧率设置为 UHDTV2 有效载荷对应的值。
- 应将字节 4 的比特 b4 中的色域标志设置为 (1_h), 以标示 ITU-R BT. 2020 色域。
- 对非恒定亮度 Y'C_BC_R', 应将亮度和色差信号标志设置为 (0_h), 对恒定亮度 SDR Y'C_BC_R' 或 HDR IC_TC_P, 应将亮度和色差信号标志设置为 (1_h)。
- 应将取样结构设置为所承载的有效载荷对应的值。
- 基本流通道和 10G 链路的有效载荷标识符的分配顺序, 应对应 6.2 中定义的 10G-HDSI 输入通

道号和链路号的顺序。

对八链路，字节3的比特b4、比特b5、比特b6和比特b7中的10G链路号应设为以下值：

- (0_n) 定义第一个链路；
- (1_n) 定义第二个链路；
- (2_n) 定义第三个链路；
- (3_n) 定义第四个链路。
- (4_n) 定义第五个链路；
- (5_n) 定义第六个链路；
- (6_n) 定义第七个链路；
- (7_n) 定义第八个链路。

对十六链路，字节3的比特b4、比特b5、比特b6和比特b7中的10G链路号应设为以下值：

- (0_n) 定义第一个链路；
- (1_n) 定义第二个链路；
- (2_n) 定义第三个链路；
- (3_n) 定义第四个链路。
- (4_n) 定义第五个链路；
- (5_n) 定义第六个链路；
- (6_n) 定义第七个链路；
- (7_n) 定义第八个链路；
- (8_n) 定义第九个链路；
- (9_n) 定义第十个链路；
- (A_n) 定义第十一个链路。
- (B_n) 定义第十二个链路；
- (C_n) 定义第十三个链路；
- (D_n) 定义第十四个链路；
- (E_n) 定义第十五个链路；
- (F_n) 定义第十六个链路。

字节4的比特b5、比特b6和比特b7中的基本流通道号应设为以下值：

- (0_n) 定义第一个通道；
- (1_n) 定义第二个通道；
- (2_n) 定义第三个通道；
- (3_n) 定义第四个通道。
- (4_n) 定义第五个通道；
- (5_n) 定义第六个通道；
- (6_n) 定义第七个通道；
- (7_n) 定义第八个通道。

量化的比特深度应由具有以下值的字节4的比特b0和比特b1来确定：

- (0_n) 应以全范围编码、使用每个取样的 10bit 量化；
- (1_n) 应以窄范围编码、使用每个取样的 10bit 量化；
- (2_n) 应以窄范围编码、使用每个取样的 12bit 量化；
- (3_n) 应以全范围编码、使用每个取样的 12bit 量化。

附 录 A

(资料性)

本文件与 ITU-R BT. 2077-2 第 1 部分的章条编号变化对照一览表

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

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

本文件章条编号	ITU-R BT. 2077-2 的第 1 部分章条编号
1	—
2	—
3	—
4	1
5	2
6.1	3
6.2	3.1
6.3	3.3
6.4	3.4
6.5	3.5
7	3.6
7.1	4
7.2	4.1
7.3	4.3
7.4	4.4
7.5	4.5
—	4.6
附录 A	—
附录 B	Annex A
附录 C	Annex B
附录 D	Annex C

附录 B

(规范性)

10Gbit/s 串行信号/数据接口——基本流分离

B.1 系统概述

本文件定义的10Gbit/s数据流的源数据由多个基本流组成，每个基本流都应符合ITU-R BT. 1120中定义的1.5Gbit/s HDSI交织数据流的要求。本文件的所有容器格式³⁾均为1920×1080。映射到基本流的辅助数据应符合ITU-R BT. 1364的要求。对于音频数据，映射应符合ITU-R BT. 1365的要求。每个10bit基本流被打包成8bit数据块结构，然后进行8B/10B编码。多个编码后的数据块被多路复用和串行化为单个10Gbit/s 数据流，其模式为附录C中所定义模式D。物理接口规范在附录D中予以定义。

1.5Gbit/s基本流结构见图B.1。

CEAV (3FFh)	YEAV (3FFh)	CEAV (000h)	YEAV (000h)	CEAV (000h)	YEAV (000h)	CEAV (>YZ)	YEAV (>YZ)	CL N0	CL N0	CL N1	YL N1	CC RC 0	YC RC 0	CC RC 1	YC RC 1	CA NC 0	YA NC 0	HA NC dat a	CA NC n	YA NC n	CSAV (3FFh)	YSAV (3FFh)	CSAV (000h)	YSAV (000h)	CSAV (000h)	YSAV (000h)	CSAV (>YZ)	YSAV (>YZ)	CYC 0	CYC 1	CYC 2
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------	----------	----------	----------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------	----------	----------

图 B.1 1.5Gbit/s 基本流结构

B.2 源图像格式

B.2.1 双链路1.5Gbit/s源图像格式

表B.1定义的图像格式应映射到两个基本流。应将源流分割为两个基本流，它们具有与ITU-R BT. 1120中4.5定义的双链路流相同的结构。

表 B.1 双链路 1.5Gbit/s 源图像格式

系统号	信号取样结构/像素量化深度	帧/场率
2.1	4:2:2 (Y'C _B C _R)/10bit	50Hz和60Hz, 逐行
2.2	4:4:4 (R'G'B'), 4:4:4:4 (R'G'B'+A)/10bit	25Hz和30Hz, 逐行, PsF
2.3	4:4:4 (R'G'B')/12bit	25Hz和30Hz, 逐行, PsF
2.4	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10bit, 4:4:4:4 (Y'C _B C _R +A)/10bit	25Hz和30Hz, 逐行, PsF
2.5	4:2:2 (Y'C _B C _R), 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12bit	50场每秒和60场每秒, 隔行

B.2.2 四链路1.5Gbit/s源图像格式

表B.2定义的图像格式应映射到四个基本流。

表 B.2 四链路 1.5Gbit/s 源图像格式

系统号	信号取样结构/像素量化深度	帧/场率
4.1	4:2:2 (Y'C _B C _R)/12bit	50Hz和60Hz, 逐行
4.2	4:4:4 (R'G'B'), 4:4:4:4 (R'G'B'+A)/10bit	50Hz和60Hz, 逐行
4.3	4:4:4 (R'G'B')/12bit	50Hz和60Hz, 逐行

3) 接口上存在的、用于传输图像的像素阵列。

应使用ITU-R BT. 1120的4.5中定义的按行进行多路分割的方法，将表B.2中定义的一对帧分割并映射到两个子图，它们等效于系统2.2、系统2.3或系统2.5图像数据。这些子图都应按字多路分割为两个基本流。在本文件中，子图应具有ITU-R BT. 709中定义的有效数字取样结构。

系统4.1、系统4.2和系统4.3流的四路分割方式应符合图B.2的定义。

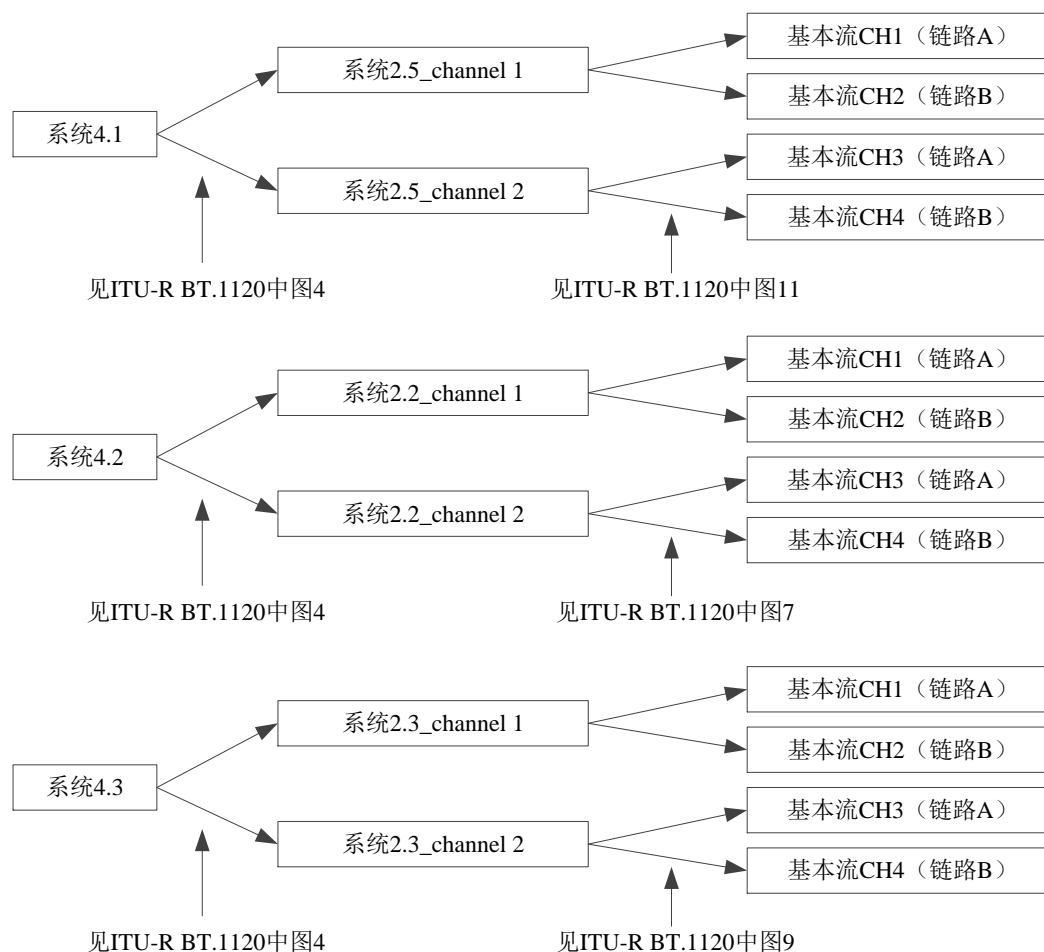


图 B.2 系统 4.1、系统 4.2 和系统 4.3 源数据流的四路分割

B.3 有效载荷标识符

B.3.1 双链路1.5Gbit/s的有效载荷标识符

根据ITU-R BT. 1614的要求，应将有效载荷标识符映射到每个基本流。

双链路1.5Gbit/s的有效载荷标识应符合ITU-R BT. 1120的要求。

B.3.2 四链路1.5Gbit/s的有效载荷标识符

当1080行视频有效载荷映射到四链路1.485Gbit/s串行数字接口时，标识应符合表B.3的定义。

——应将字节1设置为 90_{h} 。

——图像帧率应仅使用本文件对四链路接口允许的值。

——取样结构应设置为有效载荷标识符中定义的值：

应使用字节3的比特b6来定义1920有效Y'/R'G'B'取样（设置为 0_{h} ）。

——对第一链路，应将字节4的比特b6和比特b7中的通道号设置为0_h，对第二链路，应设置为1_h，对第三链路，应设置为2_h，对第四链路，应设置为3_h。

——量化深度应由字节4的比特b0和比特b1来确定，具有以下值：

- (0_h)应以全范围编码、使用每个取样 10bit 量化；
- (1_h)应以窄范围编码、使用每个取样 10bit 量化；
- (2_h)应以窄范围编码、使用每个取样 12bit 量化；
- (3_h)应以全范围编码、使用每个取样 12bit 量化。

在量化深度取每个取样12bit量化的情况下，应注意要将这些取样映射至10bit接口。

表 B.3 在四链路 1.485 Gbit/s (标称) 串行数字接口上的 1080 行视频的有效载荷标识符定义

比特位	字节1	字节2	字节3	字节4
比特b7	1	隔行 (0 _h) 或逐行 (1 _h) 传输	保留 (0 _h)	链路分配: CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), 或CH4 (3 _h)
比特b6	0	隔行 (0 _h) 或逐行 (1 _h) 图像	水平取样: 1920 (0 _h), 保留 (1 _h)	
比特b5	0	转换特性: SDR-TV (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), 未指定 (3 _h)	宽高比: 16:9 (1 _h), 未知 (0 _h)	保留 (0 _h)
比特b4	1		保留 (0 _h)	色域: ITU-R BT. 709 (0 _h), ITU-R BT. 2020 (1 _h)
比特b3	0	帧率: 未定义 (0 _h), 保留 (1 _h), 50 (9 _h), 100 (D _h), 120 (F _h), 保留的其他值。	取样结构: 4:2:2 (Y'C _b C _r 或 IC _t C _p) (0 _h), 4:4:4 (Y'C _b C _r 或 IC _t C _p) (1 _h), 4:4:4 (R'G'B') (2 _h), 4:2:0 (Y'C _b C _r 或 IC _t C _p) (3 _h)	亮度和色差信号: NCL Y'C _b C _r (0 _h), CL SDR Y'C _b C _r 或IC _t C _p (1 _h)
比特b2	0			保留 (0 _h)
比特b1	0			量化深度: 10-比特全范围 (0 _h), 10-比特窄范围 (1 _h), 12-比特窄范围 (2 _h), 12-比特全范围 (3 _h)
比特b0	0			

注：ITU-R BT. 709中的色域在本文件中不被允许。

B.3.3 有效载荷标识符的位置

10G-HD SDI每个基本流有效载荷标识符的位置应紧接在ITU-R BT. 1614所定义的各行中的SAV之后。

附录 C
(规范性)

10Gbit/s 串行信号/数据接口——基本流数据映射

C.1 概述

本附录规定了将8个基本流映射到10Gbit/s串行接口的多路复用方案。

映射方式可分为：模式A、模式B、模式C和模式D四种。其中模式A至多可以传输5个基本流，模式B至多可以传输6个基本流，模式D至多可以传输8个基本流，模式C为保留模式，不推荐使用。对于本文件接口规定的图像格式，应采用模式D映射。

C.2 八通道模式（模式D）基本流数据映射

C.2.1 模式D的基本流交织

可以使用映射模式D将至多8个基本流嵌入到10.692Gbit/s流中。单链路模式D可承载至多4对系统2.2到系统2.5图像或者至多2对系统4.1到系统4.3图像。该模式映射应承载CH1到CH8基本流中包含的所有视频数据。

源自每个子图的、来自每个奇数和偶数基本流的一对4字数据块应该被组合成为一个80bit数据块。

C.2.1描述了80bit数据块的细节。

CH1基本流数据应始终存在，以便编码器和解码器同步。当不用于视频数据和HANC数据时，其他通道应用填充数据进行填充。

图C.1显示了模式D映射的基本流交织方法。

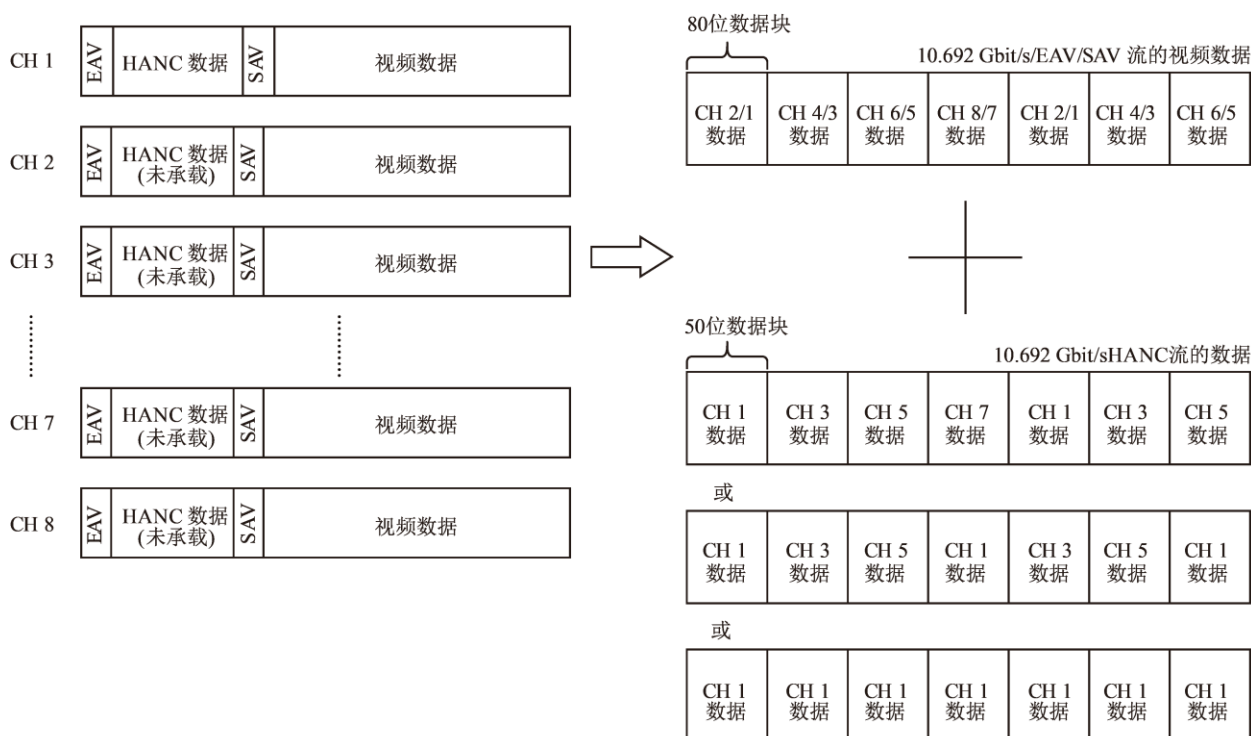


图 C.1 模式 D 映射的基本流交织方法

设置为 (0,0)、(0,1)、(1,0) 和 (1,1)，以随机化每个加扰的数据。加扰数据从1F5_h开始，也就是加扰前的3FF_h(C)，不包括加扰器的初始值0。

在接收器侧，应在每行第一个SAV之前，通过将解扰器的初始值设置为0，来执行去加扰。解扰后，SAV的XYZ_h(C)位比特b0和比特b1应被设置为 (0_h, 0_h)。

对于偶数基本流，在组块之前，应丢弃奇偶校验位的比特b8和比特b9以及包括在阿尔法通道数据块中保留位的比特b0和比特b1。来自4字数据块的剩余32比特数据应该4字节长度对齐。在阿尔法通道中使用LN和CRC值，应使用C.2.4定义的数据组块过程。

来自偶数基本流的4字节数据块应按8B/10B形式进行编码，以形成一个40bit的数据块。8B/10B编码数据的运行不一致性 (RD) 从第一个SAV开始应交替为正和负。

来自偶数基本流的40bit 8B/10B编码数据块和来自奇数基本流的40bit加扰数据块应按偶数基本流随后是奇数基本流的顺序进行交织，并组合成一个80bit的数据块。

C.2.3 偶数基本流中CRC和LN区域的数据组块

偶数基本流阿尔法通道中的18bit CRC数据应与两个4字节数据块内的3个6bit区域对齐，方法应符合图C.3。应在组块之前丢弃CRC字中的奇偶校验位 (b9)。

字YCR0的低6位应该在CLN1字之后对齐。字YCR0的高3位和字YCR1的低3位应对齐在CCR0字之后。字YCR1的高6位应在CCR1字之后对齐。

这些组块过程应该用于偶数基本流中CRC和LN值的4字组块。

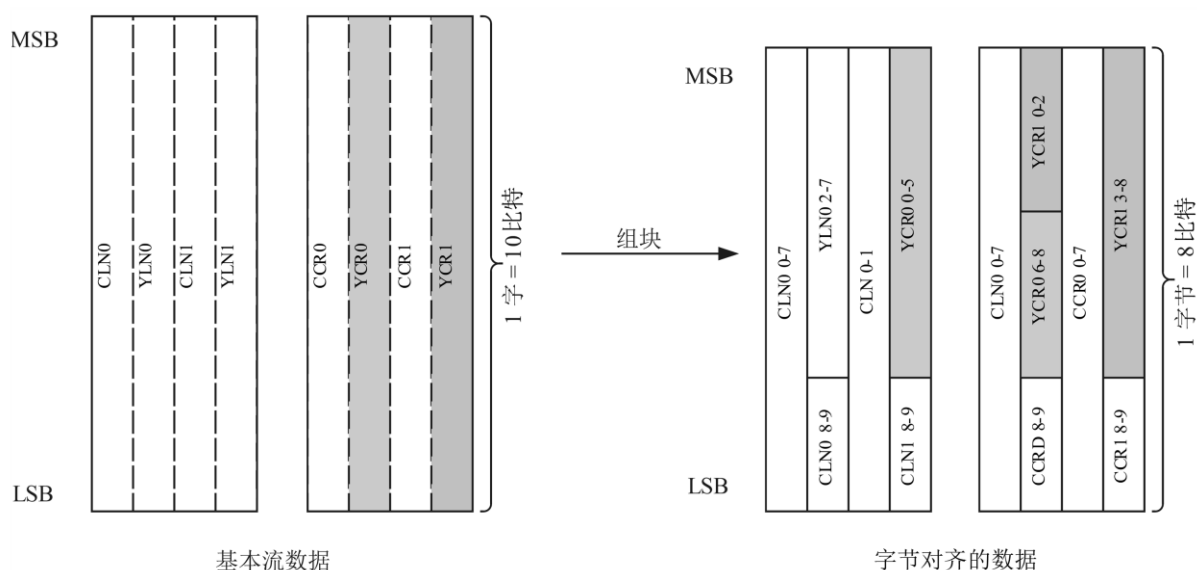


图 C.3 CRC 和 LN 字的组块

C.2.4 CH2 SAV部分的数据替换

应在模式D中CH2基本流SAV开始处的字节对齐数据上完成同步字的数据替换。该过程应在8B/10B编码之前执行。

SAV的前两个字应被替换为在8B/10B编码中定义的两个K28.5特殊字符，之后字节对齐的连续两个字应被替换为内容标识符。该过程应符合图C.4。

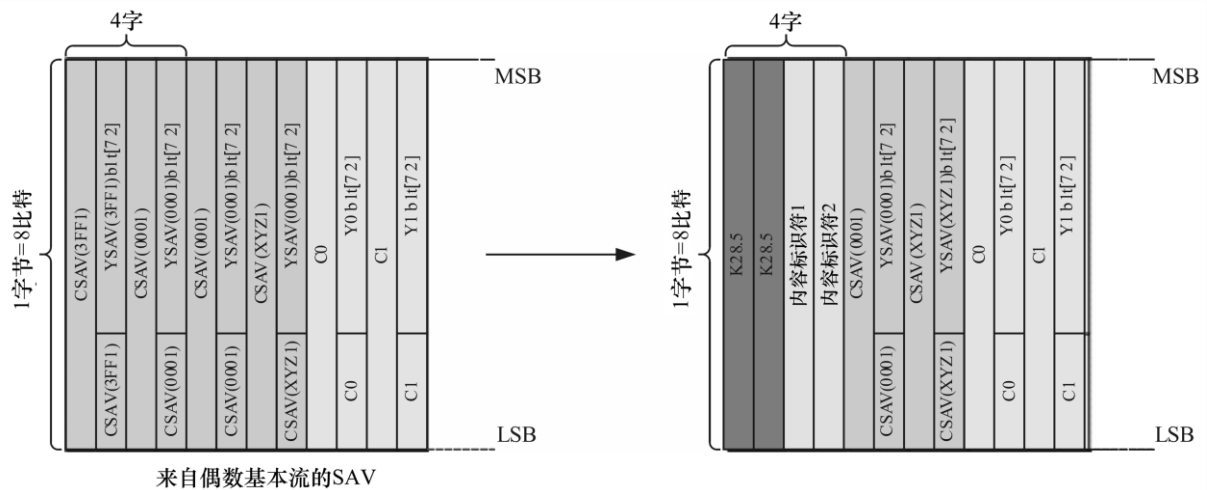


图 C.4 CH2 SAV 部分的数据替换

模式D下内容标识符字的布局见表C.1。系统标识符信息应为表C.2定义CH1基本流系统编号。

表 C.1 模式 D 的内容标识符数据排列

内容标识符	比特 7 (MSB)	比特 6	比特 5	比特 4	比特 3	比特 2	比特 1	比特 0 (LSB)
ID 1	基本流	映射结构 = 11		系统标识符				
ID 2	分割方式	保留 (0)						

在“1920×1080基本流”的情况下，ID1的比特7应设置为0。

在“SQD”的情况下，ID2的比特7应设置为0，在“2SI”的情况下，应将其设置为1。

ID2的比特0到比特6应为“保留”，并应设置为0。

表 C.2 系统标识符排列

系统标识符 (二进制)	系统号
00000	1.1
00001	1.2
00010~00011	保留
00100	2.1
00101	2.2
00110	2.3
00111	2.4
01000	2.5
01010	保留
01011~01111	保留
10000	4.1
10001	4.2
10010	4.3
10011~10101	保留

表 C.2 (续)

系统标识符 (二进制)	系统号
10110	8.2
10111	8.3
11000	8.4
11001	8.5
11010	保留
11011	8.7
11100~11111	保留

C.2.5 模式D的10.692Gbit/s流传输

模式D传输中视频数据的流结构见图C.5。来自每个子图的数据都应以80bit数据块作为单位来进行交织。



图 C.5 源自基本流对的 80bit 阵列交织

应以LSB优先顺序，将交织流串行化为10.692Gbit/s流。模式D一行中的数据长度应符合表C.3的规定。

表 C.3 一行中的数据长度 (模式 D)

基本流	系统编号 ^a	帧率	一行的总字数	视频数据	HANC和EAV/SAV数据		填充数据
1920×1080	8.2、8.3、 8.4、8.5、 8.7	23.98Hz或 24Hz	39600	30720	CH1、CH3、CH5、 CH7	8372	508
		25Hz	38016	30720	CH1、CH3、CH5、 CH7	7272	24
		29.97Hz或 30Hz	31680	30720	CH1	862	98

^a 是指采用单链路 10G-HDSI 进行模式 D 映射时所支持的图像格式。当采用多链路传输时，模式 D 支持的图像格式见表 2 和表 6。

附录 D

(规范性)

10Gbit/s 串行信号/数据接口——光纤接口

D.1 概述

本附录定义的接口规范适用于使用单模光纤、覆盖距离达2km的实施方案。

D.2 串行光纤接口光电规格

D.2.1 标称波长为1310nm和1550nm的光发射器特性

标称波长为1550nm的DWDM光发射器特性应符合表D.1的要求。DWDM应用的频谱栅格应符合ITU-T G.694.1中规定的100GHz及以上频率要求。

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 D.1 光发射器特性

项目	技术要求		
	1310nm	1550nm	1550nm DWDM应用
标称波长	1310nm	1550nm	1550nm DWDM应用
光波长	1260nm到1355nm	1530nm到1565nm	1530nm至1565nm
波长精度	不适用	不适用	-100pm到100pm
-20dB频谱宽度 (最大)	1nm	1nm	1nm
平均发射功率 (最大)	0.5dBm	4dBm	4dBm
平均发射功率 (最小)	-5.5dBm	-4.7dBm	-1dBm
消光比(最小)	6dB	6dB	8.2dB
最大反射功率	-12dB	-21dB	-21dB
输出光眼图	应符合图D.1		
输入电眼图	应符合图D.2和表D.2		
抖动	应符合表D.7		
电/光转换函数	逻辑“1”等于较高光功率，逻辑“0”等于较低光功率		
注1：平均发射功率是用平均读数功率计测量的平均功率。			
注2：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。			

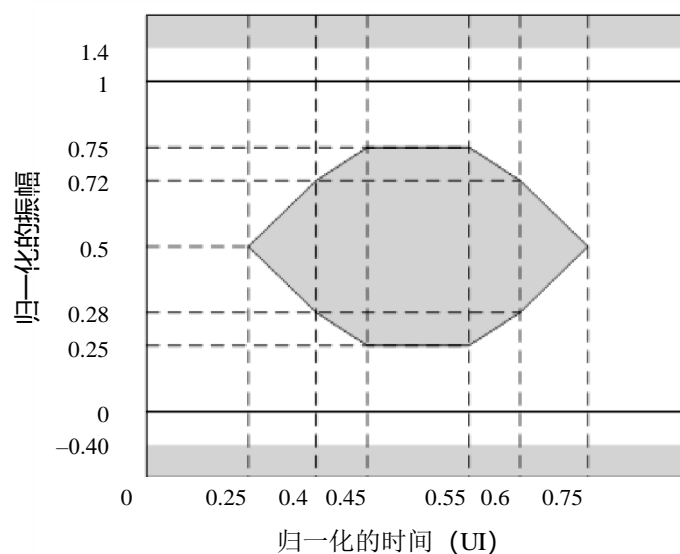


图 D.1 发射器输出光信号眼图

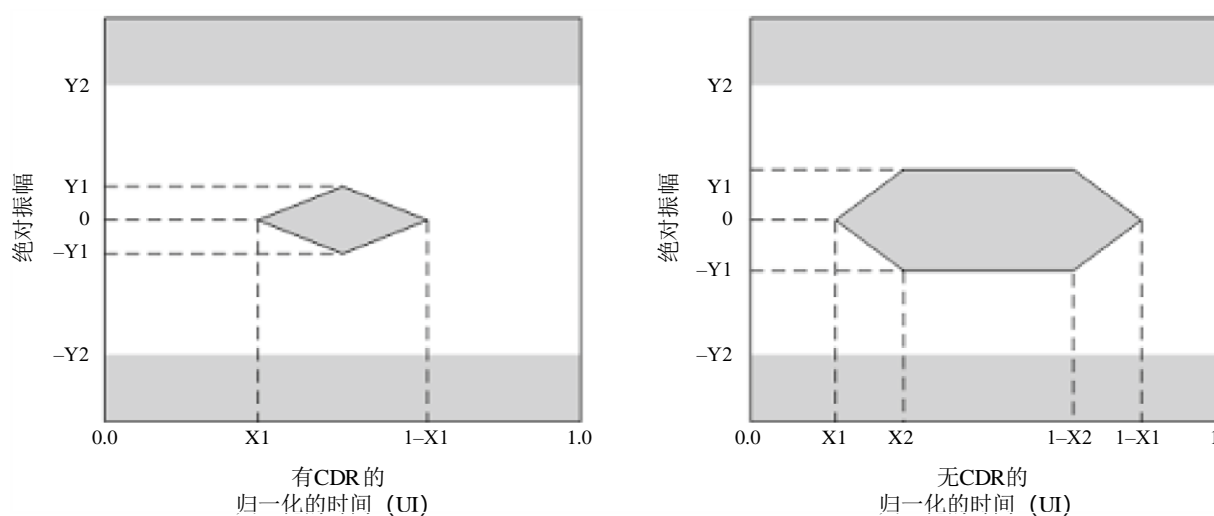


图 D.2 发射器差分输入电信号眼图

表 D.2 发射器差分输入电信号眼图规格

应用	坐标轴	有CDR	无CDR
眼图	X1	0.305UI最大	0.12UI最大
眼图	X2	不适用	0.33UI最大
眼图	Y1	60mV最小	95mV最小
眼图	Y2	410mV最大	350mV最大

D.2.2 光纤特性

用于光收发器的指定连接器应为IEC 61754-20-2012定义的LC/PC单工/双工。安装在光收发器和接线板之间适配器电缆另一侧上的连接器可以指定为SC、ST、FC、MU等。光纤链路特性应符合表D.3的要求。

表 D.3 光纤链路特性

项目	技术要求
光纤类型	单模（应符合IEC 60793-2-10）
连接器	LC/PC单工/双工（应符合IEC 61754-20-2012）

光接收器特性应符合表D.4给出的定义。

主板上光接收器模块连接器处有/无时钟数据恢复（CDR）的电输出应符合图D.3、表D.4、表D.5和表D.6的规定。

在光接收器输入范围内，应使用ITU-R BT. 1729或PRBS $2^{31}-1$ 测试码中定义的测试信号，使 $BER < 10^{-12}$ （使用BER测试仪测试组件时）。

建议 $BER < 10^{-14}$ 。

注：PRBS $2^{31}-1$ 测试码发生器在IEEE 802.3ae-2002中定义。

表 D.4 光接收器特性

项目	技术要求		
标称波长	1310nm	1550nm	1550nm DWDM应用
平均接收功率（最大）	0.5dBm	-1dBm	-1dBm
平均接收功率（最小） ($BER=10^{-12}$)	-13.5dBm	-13.5dBm	-15.5dBm
探测器损伤阈值（最小）	1dBm	4dBm	4dBm
输出电信号眼图	应符合图D.3、表D.5和表D.6		
抖动	应符合表D.7		
光/电转换函数	较高光功率=逻辑“1” 较低光功率=逻辑“0”		
注1：平均接收功率用平均读数功率计测量。 注2：在使用基于BER的测试设备时，为验证 $BER < 10^{-12}$ ，建议进行5min的测量。 注3：为了避免在连接到1550nm发射器时接收器损坏，建议探测器损伤阈值设置4dBm以上。 注4：建议对一千个波形作累积，来进行接收器电输出眼图符合性测试。			

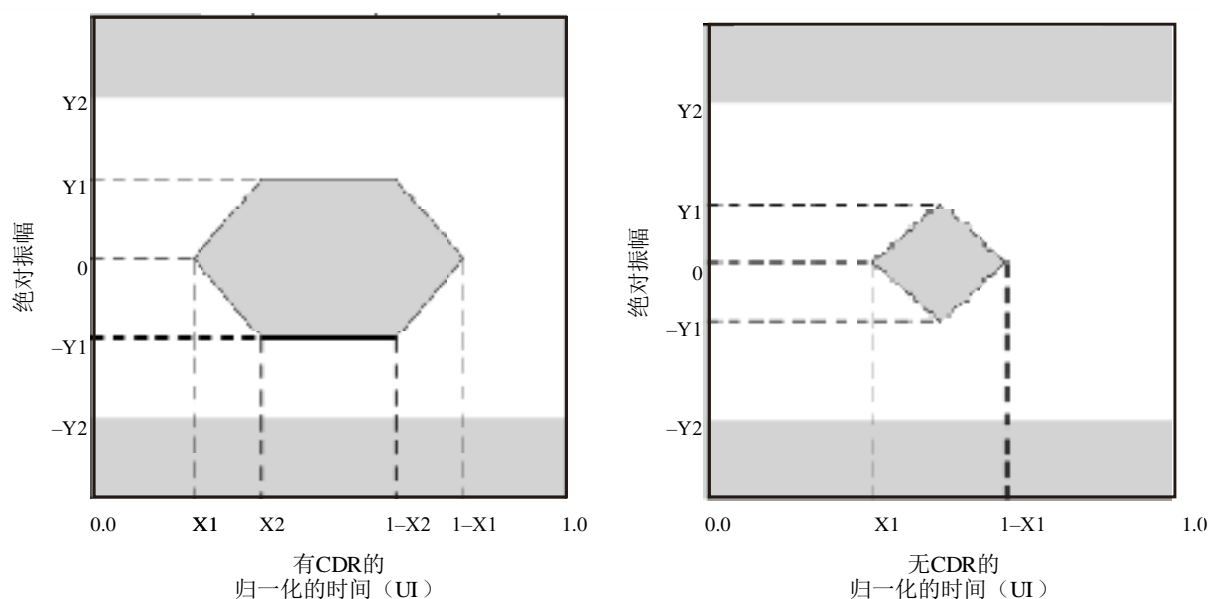


图 D.3 光接收器差分输出电信号眼图

表 D.5 光收发器输入、光接收器输出电气规格

应用	有CDR	无CDR
差分输入/输出阻抗 (典型)	100ohm	100ohm
终端不匹配 (最大)	5%	5%
差分输入/输出回波损耗 (最小) SDD11/SDD22	20dB (0.05GHz~0.1GHz)	(0.01GHz~4.1GHz) ^b
	8dB (0.1GHz~5.5GHz)	
	(5.5GHz~12GHz) ^a	(4.1GHz~11.1GHz) ^c
共模输入/输出回波损耗 (最小) SCC11 [°] /SCC22	3dB (0.1GHz~15GHz)	(0.01GHz~2.5GHz) ^d
		3dB (2.5GHz~11.1GHz)
^a 差分回波损耗由公式SDD11 (dB)和SDD22 (dB) =8-20.66×lg(f/5.5)给出, 本表中f为频率, 单位为吉赫(GHz)。 ^b 差分回波损耗由公式SDD11 (dB)和SDD22 (dB) =12-2×SQRT(f)给出。 ^c 差分回波损耗由公式SDD11 (dB)和SDD22 (dB) =6.3-13×lg(f/5.5)给出。 ^d 共模输出回波损耗由公式SCC22 (dB) =7-1.6×f给出。 [°] 对无CDR的应用的输入特性, 未指定共模输入回波损耗SCC11。		

表 D.6 接收器差分输出电信号眼图规格

应用	坐标轴	有CDR	无CDR
眼图	X1	0.17UI最大	0.35UI最大
眼图	X2	0.42UI最大	不适用
眼图	Y1	170mV最小	150mV最小
眼图	Y2	425mV最大	425mV最大

D.3 串行光纤接口抖动规格

D.3.1 数据信号转换时的抖动应根据ITU-R BT.1363进行测量

测量参数参见ITU-R BT.1363，数值应符合表D.7的规定。该抖动规格适用于配备CDR的光接收器。

表 D.7 抖动规格

参数	值	描述
f_1	10Hz	低频规格限制
f_2	20kHz	A1的上频带边缘
f_3	4MHz	A2的下频段边缘
f_4	$>1/10$ 时钟速率	高频规格限制
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 $2 \times 10^5 / f \pm 0.1\text{UI}$ 。
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。
误差标准	$\text{BER}=10^{-12}$	误差起始标准
测试信号	PRBS $2^{31}-1$ 或ITU-R BT.1729测试信号	PRBS $2^{31}-1$ 的数据速率应为10.692Gbit/s
注1：进行现场抖动测量时，应选择ITU-R BT.1729中的ITU-R测试信号。 注2：有关抖动的定义，见ITU-R BT.1363。		

D.3.2 光发射器和接收器要求

光发射器和接收器应符合表D.8和表D.9的要求。

表 D.8 光模块发射器要求

参数	符号	条件	最小	类型	最大
抖动传输带宽	BW	PRBS $2^{31}-1$	—	—	8MHz
抖动峰值	—	频率 $>50\text{kHz}$	—	—	1dB

表 D.9 光模块接收器要求

参数	符号	条件	最小	类型	最大
抖动传输带宽	BW	PRBS $2^{31}-1$	—	—	8MHz
抖动峰值	—	频率 $>50\text{kHz}$	—	—	1dB

参 考 文 献

[1] IEEE 802.3ae-2002 GBIT/S Information technology - Telecommunications and information exchange between systems; Local and metropolitan area networks; Specific requirements - Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layers
