

# GY

中华人民共和国广播电视和网络视听行业标准

GY/T XXX—XXXX

## IP 制播系统 视频流量整形和分发时序

IP based production and broadcasting system—Traffic shaping and delivery timing  
for video

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家广播电视总局 发布



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	2
5 视频流的时序特性 .....	2
5.1 通则 .....	2
5.2 虚拟接收端缓冲区 PRS 的参数 .....	2
5.3 间隔 PRS .....	3
5.4 线性 PRS .....	4
5.5 线性和间隔 PRS 之间的关系 .....	5
5.6 传输流量整形模型 .....	5
6 合规性定义 .....	7
6.1 发送端 .....	7
6.2 接收端 .....	8
7 会话描述注意事项 .....	9
7.1 必选参数 .....	9
7.2 可选参数 .....	9
附录 A（资料性） 发送端的 $C_{MAX}$ 表达式和网络兼容性参数 .....	10
参考文献 .....	12



## 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。

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、中央广播电视总台、北京格非科技股份有限公司、新华三技术有限公司、上海广播电视台、上海东方传媒技术有限公司、四川广播电视台、江西广播电视台、博科达（北京）科技有限公司、苏州市广播电视总台、南京奥视威电子科技股份有限公司、北京安达斯信息技术有限公司、北京中科大洋科技发展股份有限公司、北京时代奥视科技有限公司、利达电子株式会社。

本文件主要起草人：郑涛、宁金辉、韦安明、张建东、宋蔚、张娟、崔俊生、李栋成、乔传义、吴兴伟、尚峰、覃毅力、刘晶晶、张丽娜、丁研、朱广皓、周芸、吴俊、杨威、杜歆文、谷燕京、彭子舟、鲍放、任科、郭娜、魏忠书、喻金华、张闯、商同、刘运红、李臻、朱利人、邵勇。



## 引 言

随着 4K 超高清技术的推进，制播领域的信号 IP 化应用日益广泛，视频、音频和元数据已可通过 IP 网络传输和交换，与之配套的现有标准（如 SMPTE ST 2022-6）已有较为广泛的应用，本文件旨在进一步完善 IP 制播标准体系，规范 IP 网络中视频、音频和元数据分立传输的要求，指导厂家对产品和性能参数进行标定，并有效地进行 IP 制播系统的设计、测试和评估。

本文件是参照 SMPTE ST 2110-21:2022 《Professional Media Over Managed IP Networks:Traffic Shaping and Delivery Timing for Video》编制的。

本文件规定了符合 GY/T XXX—XXXX 《IP 制播系统 非压缩视频流》和 SMPTE ST 2110-22:2022 的视频 RTP 流离开发送端时的时序模型。



# IP 制播系统 视频流量整形和分发时序

## 1 范围

本文件规定了IP制播领域中非压缩视频流和浅压缩视频RTP流在发送端输出的时序模型，定义了符合此类视频流时序属性的发送端SDP参数。

本文件适用于IP制播领域中非压缩视频流和浅压缩视频RTP流相关设备的研发、生产、验收和运行维护。

## 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。

GB/T 41809—2022 超高清清晰度电视系统节目制作和交换参数值

GY/T 155—2000 高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值

GY/T XXX—XXXX IP制播系统 系统定时和定义

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**RTP流 RTP stream**

使用IETF RFC 3550规定的实时传输协议构建的IP数据报文序列。

### 3.2

**发送端 sender**

将RTP流发送到网络中的设备组件。

### 3.3

**接收端 receiver**

从网络中接收RTP流的设备组件。

### 3.4

**通用的UDP大小限值 standard UDP size limit**

在以太网常规数据帧（每帧的载荷为1500字节）模式下，IP数据报文中的UDP部分最大能容纳字节数。

注：本文件中通用的UDP大小限值为1460个字节。

### 3.5

**扩展的UDP大小限值 extended UDP size limit**

在以太网巨型帧（每帧的载荷为9000字节）模式下，IP数据报文中的UDP部分最大能容纳字节数。

注：本文件中扩展的UDP大小限值为8960个字节。

### 3.6

#### 媒体时钟 media clock

与媒体信号的采样率或视频信号帧率相关的时钟，用于确定信号RTP时间戳的变化。

### 3.7

#### 数据包读取方案 packet read schedule; PRS

对数据包按不同模型读取的方案，包括间隔方案和线性方案。

### 3.8

#### 会话描述协议 session description protocol; SDP

一种描述媒体信号初始化参数和格式的协议，用于描述IP媒体信号基本信息。

### 3.9

#### 流量整形 traffic shaping

一种主动调整流量输出速率的措施。将上游不规整的流量进行削峰填谷，使流量输出比较平稳，从而解决下游设备的拥塞问题。

### 3.10

#### 时序 timing

按时间顺序排列的数据集合。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

PsF 逐行分段帧 (Progressive segmented Frame)

RTP 实时传输协议 (Real-time Transport Protocol)

SDI 串行数字接口 (Serial Digital Interface)

UDP 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

## 5 视频流的时序特性

### 5.1 通则

本文件规定了基于视频帧的RTP流数据包在发送端输出的两种传输时序模型，分别是网络兼容性模型和虚拟接收端缓冲区模型。

网络兼容性模型在5.6.1中定义，该模型通过调整发送端的突发传输特性来提高与各种具有不同缓冲区大小的交换机的兼容性。

虚拟接收端缓冲区模型在5.6.2中定义。在虚拟接收端缓冲区模型中，数据包在传输时刻保存在缓冲区中，并按特定的规则从缓冲区中移出。该模型定义了两个基本的PRS，一个是间隔方案，另一个是线性方案。虚拟接收端缓冲区中留存的数据包数量不应超过为每类发送端设定的最大值。虚拟接收端缓冲区模型提供了有关在接收端设计中流特性的重要信息。但实际上，接收端还需要考虑网络引起的数据包抖动和从发送端到接收端累积起来的路径延迟。

### 5.2 虚拟接收端缓冲区 PRS 的参数

以下参数规定了5.6.2定义的虚拟接收端缓冲区模型的读取方案，相关参数在间隔方案和线性方案中的说明分别见图1和图2。该模型为RTP流中视频帧内的每个数据包j定义了以视频传输基准 $T_{VD}$ 为参考点的数据包读取时刻 $TPR_j$ 。 $TPR_j$ 也是数据包j从模型中的虚拟接收端缓冲区中被移出的时间。

- $T_{FRAME}$ ：在当前帧率下，该参数为连续视频帧的周期。
- $N_{PACKETS}$ ：该参数为每个视频帧中的数据包数量（与映射方式相关）。
- $T_{VD}$ ：该参数为由  $(N \times T_{FRAME}) + TR_{OFFSET}$  定义的时间点，其中  $N$  是一个整数，时标原点为 SMPTE ST 2059-1:2021 定义的 SMPTE 历元。
- $TR_{OFFSET}$ ：该参数为  $T_{FRAME}$  的最近整数倍与  $T_{VD}$  的差，值是一个正数或者零；对每一帧来说， $T_{VD} = (N \times T_{FRAME}) + TR_{OFFSET}$ 。
- $TR_{DEFAULT}$ ：该参数与特定模型相关，它是  $TR_{OFFSET}$  的缺省值。
- $T_{RS}$ ：Time-Read-Spacing，该参数为视频帧/场期内从虚拟接收端缓冲区中移出相邻数据包的时间间隔。数据包移出应被建模为零耗时的瞬态事件。
- $TPR_0$ ：Time-Packet-Read-Zero，该参数为视频帧的首个数据包从虚拟接收端缓冲区中移出的时间，与  $T_{VD}$  一致，即  $TPR_0 = T_{VD}$ 。
- $TPR_j$ ：Time-Packet-Read-j，该参数为数据包  $j$  从虚拟接收端缓冲区中移出的时间。

使用 $TR_{OFFSET}$ （该值与 $TR_{DEFAULT}$ 不同）的未压缩视频的发送端应通过SDP中的媒体类型参数 $TROFF$ 向接收端发送 $TR_{OFFSET}$ 的当前值。如果该参数未出现，且流包含未压缩视频，接收端应使用 $TR_{OFFSET}$ 的缺省值 $TR_{DEFAULT}$ 。

### 5.3 间隔 PRS

#### 5.3.1 通则

间隔PRS由 $TPR_j$ 值的松散序列组成，见图1，与SDI信号样点相似，序列中包含了一个对应于SDI场消隐期的时间间隔。 $TPR_j$ 值在场（或段）/帧的有效画面内均匀分布，逐行扫描信号的每帧（有效画面）后有一个间隔，隔行扫描信号（和PsF信号）的每场（有效画面）后有一个间隔。

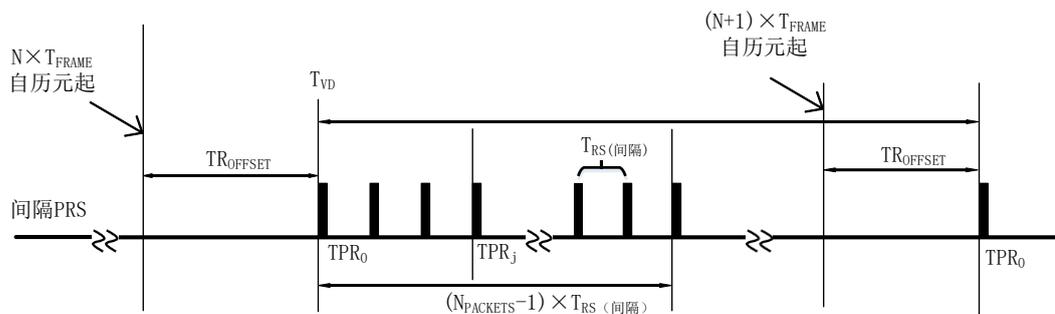


图1 间隔 PRS

应用间隔PRS的图像数据流的图像尺寸和帧速率应至少符合GY/T 155—2000或GB/T 41809—2022之一的规定。

#### 5.3.2 逐行扫描图像的间隔 PRS

对于使用间隔方案的逐行扫描图像（但不包括PsF图像）， $TPR_j$ 应定义为公式（1）。

$$TPR_j = (j \times T_{RS}) + T_{VD} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$$T_{RS} = (T_{FRAME} \times R_{ACTIVE}) / N_{PACKETS}, R_{ACTIVE} = (1080/1125) ;$$

$T_{VD} = (N \times T_{FRAME}) + TR_{OFFSET}$ ,  $N$ 为整数。

注1: 变量 $R_{ACTIVE}$ 是帧周期内正程时间与总时间的比。

注2: 此间隔方案为所有(非PsF)逐行格式定义了帧间间隔和 $TR_{OFFSET}$ 值。当间隔方案用于发送定时SDI信号, 将有效数据封装到通用的UDP大小限值的数据包中时, 将 $TR_{DEFAULT}$ 值稍微置于正程时间起点之后的目的是给数据打包和装入缓冲区预留足够的时间。 $TR_{DEFAULT}$ 取值如下:

$$TR_{DEFAULT} = \begin{cases} (43/1125) \times T_{FRAME} & \text{图像高度} \geq 1080 \text{ 行} \\ (28/750) \times T_{FRAME} & \text{图像高度} < 1080 \text{ 行} \end{cases}$$

### 5.3.3 隔行扫描和 PsF 图像的间隔 PRS

对于使用间隔方案传输隔行扫描图像和逐行分段帧(PsF)图像,  $TPR_j$ 值取决于所使用的隔行扫描技术要求。隔行扫描图像的 $TPR_j$ 应定义为公式(2)。

$$TPR_j = \begin{cases} (j \times T_{RS}) + T_{VD}, & 0 \leq j < (N_{PACKETS} / 2) \\ \frac{T_{FRAME}}{2} + \frac{T_{LINE}}{2} + \left( (j - \frac{N_{PACKETS}}{2}) \times T_{RS} \right) + T_{VD}, & (N_{PACKETS} / 2) \leq j < N_{PACKETS} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$T_{RS} = (T_{FRAME} \times R_{ACTIVE}) / N_{PACKETS}$ ;

$T_{VD} = (N \times T_{FRAME}) + TR_{OFFSET}$ ,  $N$ 为整数;

$T_{LINE}$ 为一行的时间间隔。

$R_{ACTIVE}$ 、 $TR_{DEFAULT}$ 和 $T_{LINE}$ 的取值规则应符合表1的规定。

表 1 隔行扫描系统的正程时间与总时间的比

系统	$R_{ACTIVE}$	$TR_{DEFAULT}$	$T_{LINE}$
GY/T 155—2000规定的1125行隔行扫描系统和PsF系统	HEIGHT/1125	$\left( \frac{INT\left(\frac{1125-HEIGHT}{2}\right)}{1125} \right) \times T_{FRAME}$	$T_{FRAME}/1125$
<p>注1: 当间隔方案用于发送实时 SDI 上的数据并且受通用的 UDP 大小限值时, 将 <math>TR_{DEFAULT}</math> 值稍微置于正程时间起点之后的目的是给数据打包和装入缓冲区预留足够的时间。</p> <p>注2: HEIGHT 为 GY/T XXX—XXXX 《IP 制播系统 非压缩视频流》6.2 中定义的媒体类型参数 height。</p> <p>注3: INT() 为取数值整数的数学函数, 用 INT(a) 的形式表示返回小于或等于 a 的最大整数。</p>			

### 5.4 线性 PRS

线性PRS见图2,  $TPR_j$ 是一个均匀分布于整帧周期 $T_{FRAME}$ 内的数值序列。

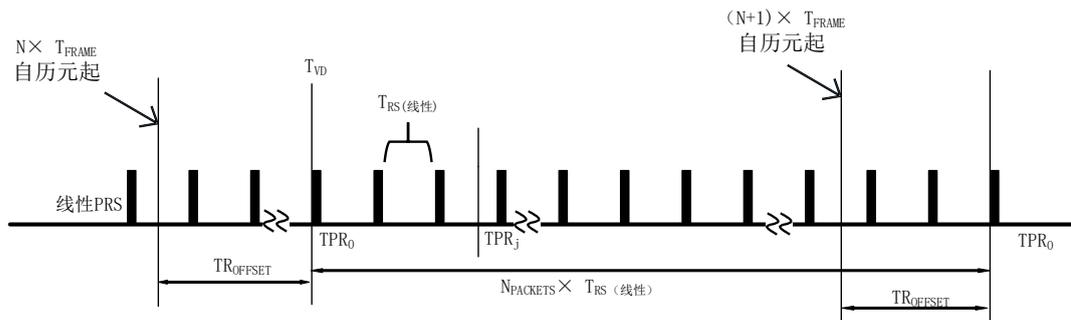


图2 线性 PRS

对于使用线性PRS方案的所有图像， $TPR_j$ 应定义为公式（3）。

$$TPR_j = (j \times T_{RS}) + T_{VD} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$$T_{RS} = T_{FRAME} / N_{PACKETS};$$

$$T_{VD} = (N \times T_{FRAME}) + TR_{OFFSET}, N \text{ 为整数};$$

$TR_{OFFSET}$ 取5.3中间隔方案定义的 $TR_{OFFSET}$ 值。

### 5.5 线性和间隔 PRS 之间的关系

图3展示了用于逐行扫描图像的线性和间隔PRS之间的关系。视频传输基准 $T_{VD}$ 对两种PRS方案是通用的，当两种方案的 $TR_{OFFSET}$ 相同且接收端的接收缓冲区 $VRX_{full}$ 足够大时，线性PRS也能用来处理本应由间隔PRS处理的信号数据。

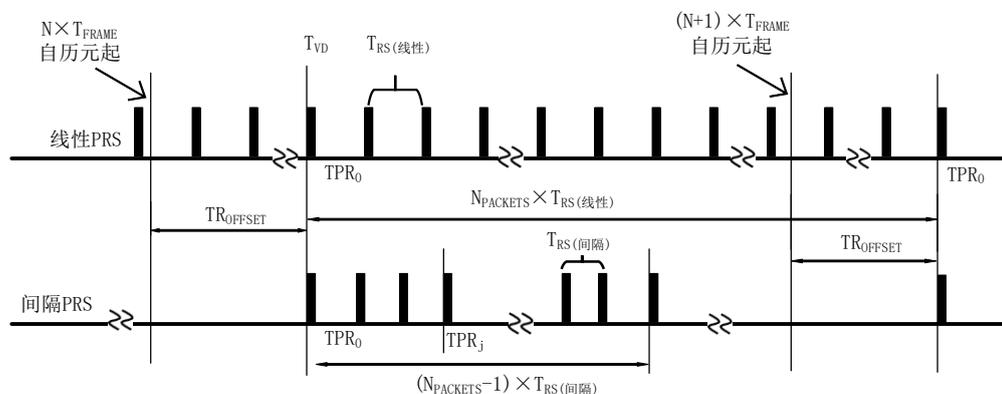


图3 线性与间隔 PRS 之间的关系

### 5.6 传输流量整形模型

#### 5.6.1 网络兼容性模型

该模型应确保发送端输出的数据传输时刻序列（该时刻序列在网络出口接口处测量得到）满足图4的要求。

该模型的测试在发送端的输出端进行。

来自发送端的数据包应在发送端发出的瞬间即进入容量无限的漏桶。如果漏桶中有数据包，则漏桶移出数据包的速率是每 $T_{DRAIN}$ 秒一个。为了精确建模，以自SMPTE ST 2059-1:2021历元以来的 $(N \times T_{DRAIN})$ 秒表示漏桶移出某个数据包的特定瞬间。 $C_{INST}$ 表示任何时候漏桶中的瞬时数据包数，该值任何时候都不应超过6.1规定的指定发送端类型的 $C_{MAX}$ 值。

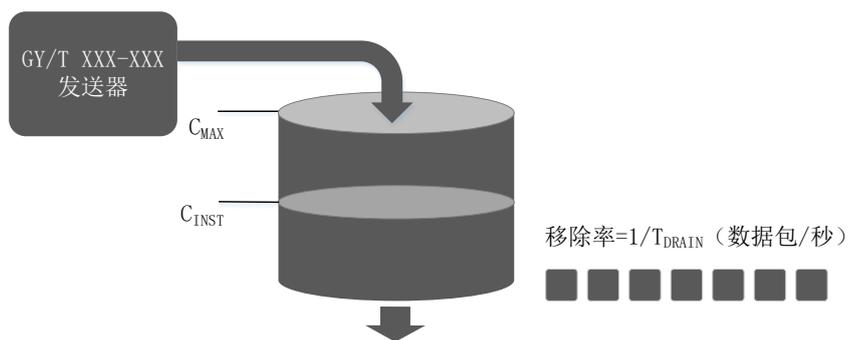


图4 网络兼容性模型

网络兼容性模型的参数如下。

- $T_{DRAIN}$ : 网络兼容性缓冲区模型中, 相邻数据包被移出的时间间隔, 即  $T_{DRAIN} = (T_{FRAME}/N_{PACKETS}) \times (1/\beta)$ , 单位为秒。其中  $\beta$  为应用于  $R_{NOMINAL}$  的比例因子, 在 6.1 中规定。 $R_{NOMINAL}$  为发送端生成的数据包速率 (取长期平均值), 即  $R_{NOMINAL} = N_{PACKETS}/T_{FRAME}$ , 单位为每秒数据包数。
- $C_{INST}$ : 任意时刻漏桶的瞬时满度, 即漏桶中的瞬时数据包个数。

### 5.6.2 虚拟接收端缓冲区模型

该模型应确保发送端输出的数据传输时刻序列 (该时刻序列在网络出口接口处测量得到) 满足图5的要求。

该模型的测试在发送端的输出端进行。

来自发送端的数据包应在发送端发出的瞬间即进入容量为  $VRX_{full}$  的漏桶。为了建模的需要, 数据包进出漏桶都假设为瞬时完成, 即容量为  $VRX_{full}$  的漏桶在瞬时刻  $TPR_j$  移出数据包  $j$ 。发送端应确保漏桶不会上溢, 且应确保在  $TPR_j$  时刻之前已发出数据包  $j$ , 以使漏桶不会下溢。

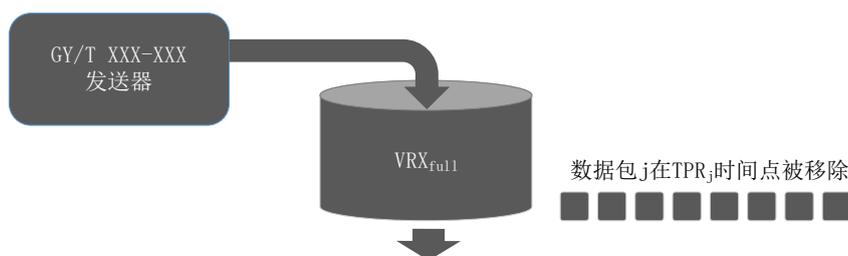


图5 虚拟接收端缓冲区模型

缓冲区参数  $VRX_{full}$  的含义如下。

- $TPR_j$ : 见 5.2 中的定义。
- $VRX_{full}$ : 该参数表示虚拟接收端模型的缓冲区容量, 单位为数据包个数。 $VRX_{full}$  参数限制发送端在发出数据包时刻与虚拟接收端从缓冲区移出数据包的时刻  $TPR_j$  时间区间内虚拟接收端缓冲区中的数据包数量。不同类型发送端的  $VRX_{full}$  取值, 见第 6 章。

虚拟接收端缓冲区模型使用由发送端根据 GY/T XXX—XXXX 《IP 制播系统 系统定时和定义》在 SDP 参数中给出的 RTP 时钟时基来进行评估。

注: RTP 时钟为可能与媒体时钟存在偏移量, 以与媒体时钟相同的固定速率递增的时钟。

## 6 合规性定义

### 6.1 发送端

#### 6.1.1 通则

符合本文件的发送端应符合6.1.2~6.1.4中定义的一种或多种类型。

#### 6.1.2 窄型发送端 (N型)

N型发送端应使用5.3定义的间隔PRS，并应符合5.6.2规定的虚拟接收端缓冲区模型，且其VRX<sub>fu11</sub>值见公式(4)。

$$VRX_{fu11} = \text{MAX} \left( \text{INT} \left( \frac{1500 \times 8}{\text{MAXUDP}} \right), \text{INT} \left( \frac{N_{\text{PACKETS}}}{27000 \times T_{\text{FRAME}}} \right) \right) \dots \dots \dots (4)$$

N型发送端应符合5.6.1规定的网络兼容模型的约定，模型参数见公式(5)。

$$C_{\text{MAX}} = \text{MAX} \left( 4, \text{INT} \left( \frac{N_{\text{PACKETS}}}{43200 \times R_{\text{ACTIVE}} \times T_{\text{FRAME}}} \right) \right) \dots \dots \dots (5)$$

当使用通用的UDP大小限值时，公式(4)中的MAXUDP取值为1500；当使用扩展的UDP大小限值时，按照GY/T XXX—XXXX《IP制播系统 系统定时和定义》中的相关规定取值。

N型发送端应发出符合N型的SDP信令，信令以媒体类型参数TP为标识，其值为2110TPN。

**注1：**N型发送端的VRX<sub>fu11</sub>提供了一个最小容量为8个数据包的虚拟接收缓冲器，其可扩展以适应更高速的信号。例如，在4:2:2/10的采样结构、1920水平分辨率下，8个数据包的缓冲区容量正好能容纳2行多的数据。对于更大的UDP数据包，通过调小N<sub>PACKETS</sub>值，VRX<sub>fu11</sub>值按比例调整。

**注2：**使用通用数据包大小的最大值封装SDI视频载荷，并在发送缓冲区填满时将数据包发送出去的发送端可以遵从此类型。

**注3：**C<sub>MAX</sub>取值见公式(5)，相关参数的详细信息见附录A，其中β取值为1.1。对于小画面或低帧率图像，确保参数C<sub>MAX</sub>为最小值。在使用扩展的UDP数据包大小的情况下，因每帧数据包参数N<sub>PACKETS</sub>的值相应地减小，导致计算出的C<sub>MAX</sub>值也相应变小。对于NL发送端低数据率的情况，对应C<sub>MAX</sub>取值最小（对NL而言取值为4），需要关注交换机的缓冲区容量和负载状况，以应对所有数据流同时并发通过交换机。

**注4：**MAX()为数值比较的数学函数，用MAX(a, b)的形式表示返回a和b中的最大值。

#### 6.1.3 窄型线性发送端 (NL型)

NL型发送端应使用5.4定义的线性PRS，并应符合5.6.2规定的虚拟接收端缓冲区模型，且其VRX<sub>fu11</sub>值见公式(6)。

$$VRX_{fu11} = \text{MAX} \left( \text{INT} \left( \frac{1500 \times 8}{\text{MAXUDP}} \right), \text{INT} \left( \frac{N_{\text{PACKETS}}}{27000 \times T_{\text{FRAME}}} \right) \right) \dots \dots \dots (6)$$

NL型发送端应符合5.6.1规定的网络兼容模型的约定，模型参数见公式(7)。

$$C_{\text{MAX}} = \text{MAX} \left( 4, \text{INT} \left( \frac{N_{\text{PACKETS}}}{43200 \times T_{\text{FRAME}}} \right) \right) \dots \dots \dots (7)$$

当使用通用的UDP大小限值时，公式(6)中的MAXUDP取值为1500；当使用扩展的UDP大小限值时，其按照GY/T XXX—XXXX《IP制播系统 系统定时和定义》中的相关规定取值。

NL型发送端应发出符合NL型的SDP信令，信令以媒体类型参数TP为标识，其值为2110TPNL。

注：对于NL发送端低数据率的情况，对应 $C_{MAX}$ 取值最小（对NL而言取值为4），需要关注交换机的缓冲区容量和负载状况，以应对所有数据流同时并发通过交换机。当使用扩展的UDP大小限值时，也需关注类似的问题。有关 $C_{MAX}$ 表达式的推导见附录A，其中 $\beta$ 取值为1.1。

#### 6.1.4 宽型发送端（W型）

W型发送端应使用5.4定义的线性PRS，并应符合5.6.2规定的虚拟接收端缓冲区模型，且其 $VRX_{full}$ 值见公式（8）。

$$VRX_{full} = \text{MAX} \left( \text{INT} \left( \frac{1500 \times 720}{\text{MAXUDP}} \right), \text{INT} \left( \frac{N_{\text{PACKETS}}}{300 \times T_{\text{FRAME}}} \right) \right) \dots \dots \dots (8)$$

W型发送端应符合5.6.1规定的网络兼容模型的约定，模型参数见公式（9）。

$$C_{MAX} = \text{MAX} \left( 16, \text{INT} \left( \frac{N_{\text{PACKETS}}}{21600 \times T_{\text{FRAME}}} \right) \right) \dots \dots \dots (9)$$

$C_{MAX}$ 定义仅适用于速率小于900000数据包/秒的流。

当使用通用的UDP大小限值时，公式（8）中的MAXUDP取值为1500；当使用扩展的UDP大小限值时，按照GY/T XXX—XXXX《IP制播系统 系统定时和定义》中的相关规定取值。

W型发送端应发出符合W型的SDP信令，信令以媒体类型参数TP为标识，其值为2110TPW。

- 注1：W型发送端的 $VRX_{full}$ 提供了一个最小720数据包的虚拟接收缓冲区，它可以按比例放大以适应更高速率的信号。在使用通用的UDP大小限值的数据包的情况下，720个数据包约为1920×1080分辨率、4:2:2/10采样结构的视频帧数据量的20%。使用更大的UDP数据包，由于 $N_{\text{PACKETS}}$ 的变化，允许更大的视频图像画面尺寸下的缓冲区相应缩小。
- 注2：定义W型发送端是为了支持当前和未来的基于软件的信号源，其可能展现出比N型或NL型发送端更大程度的数据包传输抖动。这个更大的 $VRX_{full}$ 值除了能适应更大程度的数据包延迟抖动，还能适应发送端的数据包生成过程及其 $ts\_refclk$ 源之间的不一致。
- 注3： $C_{MAX}$ 取值见公式（9），W型的最小 $C_{MAX}$ 值大于N型或NL型所允许的最小 $C_{MAX}$ 值。对于那些出现了如此（低的）数据速率以至于最小 $C_{MAX}$ 值（W型为16）生效了的W型发送端来说，如果想要适应流经交换机的所有数据流同时出现突发的情形，则需要注意交换机的缓冲区和负载。当使用扩展的UDP大小限值时，也需要关注类似的问题。有关 $C_{MAX}$ 表达式的推导见附录A，其中 $\beta$ 取值为1.1。

## 6.2 接收端

### 6.2.1 通则

发送端通过在SDP中使用 $ts\_refclk$ 参数（见GY/T XXX—XXXX《IP制播系统 系统定时和定义》，9.2）的方式向接收端传送发送端的时钟源信息。接收端将收到的 $ts\_refclk$ 参数值与其自身的值进行比较，以判断发送端是否与之同步到同一个时钟源。此外，发送端使用可选参数TROFF向接收端传送发送端时钟与时钟源的偏差信息，以便接收端能够评估接收到的信号传输相位与其需求之间的匹配程度。

本文件定义了三种类型的接收端能力，分别是窄型同步接收端（N型）、宽型同步接收端（W型）、异步接收端（A型）。

在5.6中当发送端流量模型对离开发送端的流量进行一定程度的限制的同时，由于网络传输的原因，数据包抖动和延迟可能会被累积。实际应用中，设计接收端时需考虑使其具备接收超出规定的抖动和延迟要求合理范围的数据包的能力。

### 6.2.2 窄型同步接收端（N型）

当满足以下条件时，N型接收端应能够接收来自N型发送端的信令信息，宜支持接收来自NL型发送端的信令信息。

- a) 接收端使用的时钟源与发送端的 `ts-refclk` SDP 参数中指示的时钟源相同。
- b) 发送端的 `mediaclock` 参数指示媒体时钟直接从参考时钟获取 (`mediaclock: direct`)。
- c) 发送端的 `TROFF` 参数置于缺省值，或者不存在（表示缺省值）。

N型接收端宜支持TROFF的替代值。

### 6.2.3 宽型同步接收端（W型）

当满足以下条件时，W型接收端应能够接收来自N型、NL型或W型发送端的信令信息。

- a) 接收端使用的时钟源与发送端的 `ts-refclk` SDP 参数中指示的时钟源相同。
  - b) 发送端的 `mediaclock` 参数指示媒体时钟直接从参考时钟获取 (`mediaclock: direct`)。
- 当发送端发送信令参数TROFF时，W型接收端应能接收不同的 $TR_{OFFSET}$ 值（缺省值或其他值）。

注：TROFFSET的缺省值为N型和W型发送端通用，见5.5。

### 6.2.4 异步接收端（A型）

无论发送端传来的`ts-refclk`、`mediaclock`子句或TROFF参数值如何，A型接收端都应能够接收来自N型、NL型或W型发送端的信令信息。

## 7 会话描述注意事项

### 7.1 必选参数

对于符合本文件的视频RTP流，发送端应在SDP的`a=fmtp`子句中包含附加的“特定有效载荷格式”的媒体类型参数TP，TP参数传递6.1定义的发送端类型信令信息，其在本文件中的取值见6.1。

### 7.2 可选参数

以下“特定有效载荷格式”的媒体类型参数可以加入到符合本文件的视频RTP流的SDP的`a=fmtp`子句中。

- TROFF：如果该参数名存在，则表示发送端使用了  $TR_{OFFSET}$  作为参数值。如果该参数名不存在，则应假定发送端使用了缺省值  $TR_{DEFAULT}$ 。关于该参数何时必备，见 5.2。该值为微秒的正整数。
- CMAX：如果该参数名存在，则表示  $C_{INST}$  的最大值取在发送端输出端口处测得的数据包数的值。如果该参数名不存在，则为特定发送端类型所定义的  $C_{MAX}$  值应使用假定值。该值为整数。

## 附录 A

(资料性)

发送端的 $C_{MAX}$ 表达式和网络兼容性参数

网络交换机通常包含缓冲存储器，用于供排队等待输出到交换机特定接口的数据包缓冲。不同交换机的体系结构差异很大，特定输出接口分配到的队列存储也有差异。

5.4和6.1的传输数据包模型中的 $C_{MAX}$ 值根据网络数据流的标称速率调整。

以简单交换机的模型为例，该交换机具有确定的总缓冲区，这个缓冲区根据需求可在交换机所有输出接口之间分配。该模型可使缓冲区得到最优使用，但在实际的交换机中，工作效果并不很好。

分析过程中，会用到以下变量。

—— $E_{total}$ ：交换机总输出容量。

—— $E_{used}$ ：已用的交换机输出口容量。

—— $U$ ： $E_{used}/E_{total}$ （总利用率）。

—— $B_{total}$ ：交换机总缓冲区容量。

—— $BB$ ：已用每单位带宽的缓冲区大小。

—— $R_{stream}$ ：单个流的数据速率。

—— $B_{stream}$ ：单个流的缓冲区大小。

当数据包到达输出接口的速率超过接口的最大输出速率时，对缓冲区的需求出现。

假设一种最坏的场景，即所有接口都被加载到最大利用率，且所有输出接口都对缓冲区有需求。

已用每单位带宽的缓冲区大小为：

$$BB = B_{total}/E_{used}$$

$$BB = B_{total}/(U \times E_{total})$$

由于所有接口对缓冲区的需求都相同，因此假设缓冲区资源均匀分配到所有接口上，且覆盖所有的输出数据流。

单个流获得的缓冲区为：

$$B_{stream} = R_{stream} \times BB$$

$$B_{stream} = R_{stream} \times B_{total}/(U \times E_{total})$$

$$B_{stream} = R_{stream}/((U \times E_{total})/(B_{total}))$$

使用典型的开放市场的交换机ASIC，最大利用率为90%。

—— $E_{total}$ ：3.2Tbit/s。

—— $B_{total}$ ：16Mbytes。

—— $U$ ：即 $\frac{1}{\beta} \approx 0.9$ （利用率为90%）。

可以得到单个流的缓冲区：

$$B_{stream} = \frac{R_{stream}}{(3.2 \times 10^{12})/(1.1 \times 16 \times 2^{20} \times 8)}$$

$$B_{stream} = \frac{R_{stream}}{21674}$$

为谨慎起见，根据突发事件同时发生的可能性进一步修改该值——将上面的值减少大约一半（对于N型），并为方便起见进行舍入：

$$B_{Nstream} = \frac{R_{stream}}{43200}$$

$$B_{Wstream} = \frac{R_{stream}}{21600}$$

6.1中N型和W型发送端的 $C_{MAX}$ 值就是基于以上推导得出的。这些值基于高负载（ $U=90\%$ ）网络的假设，且数据流之间同时出现数据包突发的可能性不大。市场上也有一些交换机的缓冲区容量较大（每个流分配到的缓冲更多），因此在某些特定情形下，上述假设不适用。

在简单交换机模型中，接口以线路速率发送缓冲区中的数据包。在以上场景中，每个接口都被加载到最大利用率 $U$ ，即通过接口的长期平均数据速率等于端口的线路速率乘以 $U$ 。由于接口以线路速率发送缓冲区中的数据包，具体到每个数据流，其实际数据发送速率等于流速率除以 $U$ 。在上述网络模型中使用值 $U=90\%$ ，对应于网络兼容性模型中的值 $\beta=1.1$ 。

### 参 考 文 献

- [1] GY/T XXX—XXXX IP制播系统 非压缩视频流
  - [2] IETF RFC 3550 RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications
  - [3] SMPTE ST 2059-1:2021 Generation and Alignment of Interface Signals to the SMPTE Epoch
  - [4] SMPTE ST 2110-21:2022 Professional Media Over Managed IP Networks:Traffic Shaping and Delivery Timing for Video
  - [5] SMPTE ST 2110-22:2022 Professional Media over Managed IP Networks: Constant Bit-Rate Compressed Video
-