

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 系统定时和定义

IP based producing and broadcasting system—System timing and definitions

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	2
4 缩略语	3
5 网络传输和接口要求	3
5.1 通则	3
5.2 RTP 符合性	4
5.3 通用 UDP 字节大小	4
5.4 扩展 UDP 字节大小	4
5.5 单播和组播协议支持	5
5.6 网络转发要求	5
6 系统定时要求	5
6.1 公共参考时钟	5
6.2 媒体时钟	6
6.3 RTP 时钟	6
6.4 RTP 时间戳	6
7 PTP 时钟同步倒换功能	7
8 RTP 信号接收	7
9 SDP 数据定义	8
9.1 通则	8
9.2 时间戳参考时钟信息	8
9.3 媒体时钟信息	8
9.4 信号源地址信息	8
9.5 冗余 RTP 流的 SDP 数据	9
9.6 UDP 数据包长度	9
9.7 RTP 时间戳模式	9
9.8 RTP 延时信息	9
附录 A (规范性) 媒体节点和网络交换设备 PTP 参数配置要求	10
附录 B (资料性) 数据包大小限制说明	11
附录 C (资料性) IP 信号的 SDP 数据示例	12
附录 D (资料性) SDP 数据中 TSMODE 和 TSDELAY 的使用说明	14

参考文献 15

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这些专利的责任。

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：中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视规划院、北京格非科技股份有限公司、华为技术有限公司、索尼（中国）有限公司、北京中科大洋信息技术有限公司、视溪科技（上海）有限公司、广州波视信息科技股份有限公司、北京数码视讯科技股份有限公司、新奥特（北京）视频技术有限公司、中国传媒大学、新华三技术有限公司、思科（中国）有限公司、博科达（北京）科技有限公司、安芮斯网络设备（上海）有限公司。

本文件主要起草人：姜文波、徐进、葛涛、薛知行、宁金辉、覃毅力、赵盾、宋翠翠、鲍放、唐湜、郭勇、刘运红、林建泉、王兆春、董兵、戴霖、颜金尧、乔传义、房文伟、赵蕾、李江、邓琳、邸杨骅、谢婧、王琛、吴俊、周维平、李佳伟、杨建潇、黄梦晨、付涛、李月玲。

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。本文件旨在规范 IP 制播系统使用 IP 协议传输视频、音频和数据的设备互连时的系统定时要求，以及和 UDP 包大小、组播规范等系统共性的定义，指导厂家对产品和性能参数进行标定，并有效的进行 IP 制播系统的设计、测试和评估。

本文件是参照 SMPTE ST 2110-10:2022 《Professional Media Over Managed IP Networks: System Timing and Definitions》编制的。

本文件规定了基于公共参考时钟的 RTP 流在 IP 制播系统中的定时模型和规范定义。

IP 制播系统 系统定时和定义

1 范围

本文件规定了IP制播系统的定时模型和基本要求，明确了IP信号流的共性要求，确立了基于RTP传输的信号流相对于公共参考时钟的定时关系，给出了视频IP流、音频IP流和辅助数据IP流在分离传输时的时间戳定义和实现方式。

本文件适用于IP制播系统的定时设计、建设和运维。

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 25931—2010 网络测量和控制系统的精确时钟同步协议

GY/T 304—2016 高性能流化音频在IP网络上的互操作性规范

GY/T 348—2021 专业广播环境下音视频设备精确时间同步协议规范

GY/T XXX—2024 IP制播系统 非压缩视频流

GY/T XXX—2024 IP实时流媒体数据的无缝保护切换

IETF RFC 768 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

IETF RFC 791 因特网协议 DARPA因特网编程协议规范 (Internet Protocol - DARPA Internet Program Protocol Specification)

IETF RFC 3376 因特网组管理协议，版本3 (Internet Group Management Protocol, Version 3)

IETF RFC 3550 RTP：实时传输协议 (RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications)

IETF RFC 3551 使用最小控制方式实现音频和视频会议的RTP配置 (RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control)

IETF RFC 4566 会话描述协议 (SDP: Session Description Protocol)

IETF RFC 4570 会话描述协议 (SDP) 的源筛选器 (Session Description Protocol (SDP) Source Filters)

IETF RFC 4604 使用因特网组管理协议版本3 (IGMPv3) 和多播侦听器发现协议版本2 (MLDv2) 实现特定源的多播 (Using Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) and Multicast Listener Discovery Protocol Version 2 (MLDv2) for Source-Specific Multicast)

IETF RFC 5760 扩展用于单播反馈的单源多播会话的RTP控制协议 (RTCP) (RTP Control Protocol (RTCP) Extensions for Single-Source Multicast Sessions with Unicast Feedback)

IETF RFC 5888 会话描述协议分组架构 (The Session Description Protocol (SDP) Grouping Framework)

IETF RFC 6128 用于源特定多播 (SSM) 会话的RTP控制协议 (RTCP) 端口 (RTP Control Protocol (RTCP) Port for Source-Specific Multicast (SSM) Sessions)

IETF RFC 7104 会话描述协议中重复分组语义 (Duplication Grouping Semantics in the Session Description Protocol)

IETF RFC 7273 RTP时钟源信令 (RTP Clock Source Signalling)

IETF RFC 8173 PTPv2的管理信息基础 (Precision Time Protocol Version 2 (PTPv2) Management Information Base)

IETF RFC 8200 因特网协议, IPv6 规范 (Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification)

IETF RFC 8285 一种扩展RTP报头的通用实现机制 (A General Mechanism for RTP Header Extensions)

IETF RFC 8575 PTP时钟的YANG数据模型 (YANG Data Model for the Precision Time Protocol (PTP))

SMPTE ST 2059-1 SMPTE历元接口信号的生成与对齐 (Generation and Alignment of Interface Signals to the SMPTE Epoch)

SMPTE ST 2110-40 专业媒体在受控IP网络上传输: 辅助数据 (Professional Media Over Managed IP Networks: SMPTE ST 291-1 Ancillary Data)

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

媒体节点 media node

发送 (发送方) 和/或接收 (接收方) IP信号流的一个或多个信号发送和/或接收端。

3.5

网络交换设备 network device

可将 RTP 流从发送端传送到接收端, 用于 IP 数据报文的交换、传输和分发的设备。

3.6

公共参考时钟 common reference clock

IP制播系统中, 通过PTP时钟传送的全局参考时钟, 是IP制播系统全网的统一同步基准时钟。

3.7

时间戳参考时钟 timestamp reference clock

发送端用于生成 RTP 流内 RTP 时间戳的时钟。

3.8

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。

3.9

RTP 时钟 RTP clock

RTP流内，由媒体时钟确定的，按媒体信号的类型以固定速率递增的时钟。

3.10

RTP 时间戳 RTP timestamp

IETF RFC 3550中5.1（“RTP固定包头字段”）定义的“时间戳”数据字段，包含在RTP数据包中，用以反映IP信号流的采样时刻。

注：RTP时间戳用于在整个IP制播网络中，各个发送端RTP流间的相互同步，是RTP时钟的采样时刻。

3.11

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。

3.12

域 Domain

一个通过PTP互相保持时钟同步的时钟逻辑组。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

FCS 帧检验序列（Frame Check Sequence）

IETF 因特网工程任务组（The Internet Engineering Task Force）

IGMP 因特网组管理协议（Internet Group Management Protocol）

IP 互联网协议（Internet Protocol）

IT 信息技术（Information Technology）

MLDv2 组播侦听发现协议第二版（Multicast Listener Discovery protocol version 2）

PsF 逐行分段帧（Progressive segmented Frame）

PTP 精确时间协议（Precision Time Protocol）

RTCP RTP控制协议（RTP Control Protocol）

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

SDI 串行数字接口（Serial Digital Interface）

TAI 国际原子时钟（International Atomic Time）

UDP 用户数据报协议（User Datagram Protocol）

UTC 协调世界时（Universal Time Coordinated）

5 网络传输和接口要求

5.1 通则

网络传输和接口的总体要求如下：

- a) 本文件涉及的各类媒体节点设备，均应通过 IT 网络交换设备实现互联互通和数据交互；
- b) 根据冗余备份的要求，宜使用两个并行的 IT 网络实现互联互通；

- c) 网络接口应支持符合 IETF RFC 791 的 IPv4 协议；
 - d) 网络接口宜支持符合 IETF RFC 8200 的 IPv6 协议。
- 媒体节点和网络交换设备 PTP 参数配置要求应符合附录 A 的规定。

5.2 RTP 符合性

本文件涉及的所有 IP 信号流要求如下。

- a) IP 信号流应符合 IETF RFC 3550 的规定。
- b) IP 信号流的参数配置应符合 IETF RFC 3551 的规定。
- c) 在 IETF RFC 3550 中 5.2 规定的同一组播组/端口上的多路复用的 RTP 信号流，不应在本文件规定范围内使用。
- d) RTP 流应使用 IETF RFC 768 规定的 UDP 协议来传输 RTP。
- e) 不同 RTP 流的 IP 目的地址和 UDP 端口号，应至少有一项不同。
- f) RTP 流接收端应能够接收有丢包、延迟或乱序的数据包。
- g) IP 信号发送端和接收端可支持 IETF RFC 3550 第 6 章规定的 RTCP 协议。
- h) IP 信号发送端应支持冗余备份信号流生成，信号接收端应支持双冗余信号的同步接收。信号发送、接收应按照 GY/T XXX—2024 《IP 数据的无缝近切换和冗余架构》中规定的方法和 7.3 的规定执行。
- i) IP 信号接收端应可接收 RTP 包头扩展字节符合 IETF RFC 3550 中 3.1、3.5.1 和 IETF RFC 8285 中定义的 RTP 信号流。
- j) RTP 包头、RTP 有效载荷报头和有效载荷中的字节信息数值应按照网络字节处理顺序进行表示。当用于传送多个八位字节表示的数值时，字节传送首先传送高位字节，其次按降序依次传送后续字节。
- k) RTP 流使用的动态有效载荷类型值应按照 IETF RFC 4566 中第 6 章的要求，在 96~127 范围内选择。其中：
 - 1) 符合 GY/T XXX—2024 《IP 制播 非压缩视频流》的 IP 信号流，动态有效载荷类型值应为 96；
 - 2) 符合 GY/T 304—2016 协议的 IP 信号流，动态有效载荷类型值应为 97；
 - 3) 符合 SMPTE ST 2110-40 协议的 IP 信号流，动态有效载荷类型值应为 100。

5.3 通用 UDP 字节大小

IP 信号流的通用 UDP 字节大小要求如下。

- a) IP 信号发送端应可生成通用 UDP 数据长度的信号流：
 - 1) 通用 UDP 数据的字节大小应不超过 1460 个字节；
 - 2) 通用 UDP 数据包括 UDP 包头长度（8 字节）、RTP 包头数据和实际信号载荷数据。
- b) IP 信号发送端应确保发送的 IP 数据包符合通用 UDP 字节大小要求的完整性，不产生碎片化的 IP 包。
- c) IP 信号接收端均应能接收符合通用 UDP 字节大小限制的 UDP 数据包。

5.4 扩展 UDP 字节大小

IP 信号流的扩展 UDP 字节大小要求如下。

- a) IP 信号发送端可生成扩展 UDP 数据长度的信号流：
 - 1) 扩展 UDP 数据的字节大小应大于 1460 字节，但不超过 8960 个字节；
 - 2) 扩展 UDP 数据包括 UDP 包头长度（8 字节）、RTP 包头数据和实际信号载荷数据。

- b) 当 UDP 字节大小超过通用 UDP 大小限制时, IP 信号发送端应将 9.6 中规定的媒体类型参数 MAXUDP 置为 1。
- c) IP 信号接收端均应能接收达到扩展 UDP 字节大小要求的 UDP 数据包。数据包大小限制见附录 B。

5.5 单播和组播协议支持

媒体节点和网络交换设备应支持以下协议信号流的使用和交换:

- a) 符合 IETF RFC 3376 规定的 IPv4 组播信号流, 包括 IGMP 消息;
- b) 符合 IETF RFC 791 规定的 IPv4 单播信号流;
- c) 符合 IETF RFC 8200 规定的 IPv6 组播信号流, 包括符合 IETF RFC 4604 规定的 MLDv2;
- d) 符合 IETF RFC 8200 规定的 IPv6 单播信号流。

5.6 网络转发要求

网络交换设备在进行 IP 信号转发时, 要求如下。

- a) 网络交换设备应支持对 5.2~5.4 中规定的 RTP 流的无损转发。
- b) 网络交换设备应支持对符合 GY/T 348—2021 定义的 PTP 基准信号的转发。
- c) 单个网络交换设备转发输出的 PTP 信号, 应符合以下要求:
 - 1) 与原输入信号相比的绝对偏差值应符合表 1 的规定;
 - 2) PTP 信号抖动要求应符合表 2 的规定。
- d) 单个网络交换设备对 IP 信号的转发时延应不大于 30 μ s。
- e) 网络交换设备应支持对 IP 信号中 RTP 时间戳的透传。

表1 经单个网络交换设备分发的 PTP 信号绝对偏差要求

PTP 绝对偏差等级	PTP 绝对偏差 (Δ) 要求
甲等	$0 < \Delta \leq 30\text{ns}$
乙等	$30\text{ns} < \Delta \leq 70\text{ns}$
丙等	$70\text{ns} < \Delta \leq 100\text{ns}$
丁等	$100\text{ns} < \Delta \leq 1\mu\text{s}$

表2 经单个网络交换设备分发后的 PTP 信号抖动要求

PTP 信号抖动等级	PTP 抖动 (T_j) 要求
甲等	$0 < T_j \leq 10\text{ns}$
乙等	$10\text{ns} < T_j \leq 20\text{ns}$
丙等	$20\text{ns} < T_j \leq 50\text{ns}$
丁等	$50\text{ns} < T_j \leq 250\text{ns}$

6 系统定时要求

6.1 公共参考时钟

IP制播系统内应具备一个全系统的公共参考时钟。公共参考时钟要求如下。

- a) 公共参考时钟应符合 GY/T 348—2021 定义的 PTP 基准信号要求。
- b) 公共参考时钟的信号源可为 PTP 信号发生器, 也可为媒体节点或网络交换设备。
- c) 公共参考时钟的信号源宜与可溯源高精度外部基准同步 (如北斗、高精度原子钟等), 确保全系统时钟源稳定。

- d) 当公共参考时钟用于符合 GY/T 304—2016 的音频系统时，宜根据 GY/T 304—2016 中附录 A 的参数要求进行设置。
- e) 公共参考时钟应在 IP 制播系统网络内进行全域分发，供各媒体节点和网络交换设备用于同步锁定，作为各类设备生成 RTP 时间戳的时钟基础。
- f) 系统内的媒体节点和网络交换设备可工作在从设备模式下，其参数可按照 GY/T 348—2021 中规定的配置类进行配置，可与公共参考时钟进行同步锁定：
 - 1) 媒体节点和网络交换设备均应支持对公共参考时钟的分发和使用；
 - 2) 媒体节点应在其媒体信号输入输出接口上，选择时钟信号源使用；
 - 3) 网络交换设备应在其与时钟信号源连接的网络接口上，选择时钟信号源使用和分发。
- g) 当系统中公共参考时钟缺失时，媒体节点和网络交换设备可处于主设备模式工作状态下，即锁定于设备本地的时钟基准上。
- h) 媒体节点和网络交换设备可上报本设备的 PTP 状态参数，并使用 IETF RFC 8575 规定的 YANG 精确时间协议数据模型或 IETF RFC 8173 规定的模型来管理信息库，以实现监控要求。

6.2 媒体时钟

用于重建数字信号的采样时钟可以从媒体时钟中生成。媒体时钟要求如下：

- a) 媒体时钟应符合 GY/T 348—2021 中定义的基准信号要求；
- b) 媒体时钟应按照 GB/T 25931—2010 的要求，在 SMPTE ST 2059-1 规定的历元处，值为零；
- c) 媒体时钟可与时间戳参考时钟锁定。

6.3 RTP 时钟

本文件中规定的RTP流应实现RTP时钟与时间戳参考时钟的零偏移，也就是每个RTP时钟与其关联的时间戳参考时钟同步。

6.4 RTP 时间戳

6.4.1 通则

IP信号的RTP时间戳，由发送端通过时间戳参考时钟嵌入到IP信号的RTP数据包中。IP信号的RTP时间戳基本要求如下。

- a) 视频数据包的 RTP 时间戳：应基于当前视频信号帧率，每帧的数据包以固定增量递进，必要时戳位为整数。
 - 1) 对于隔行扫描视频，连续帧第一场的 RTP 时间戳应基于当前视频帧率，以固定增量递进。而第二场的 RTP 时间戳应与第一场 RTP 时间戳存在 1/2 当前帧周期的偏移量，必要时戳位为整数。
 - 2) 对于 PsF 信号，两个分段应具有相同的 RTP 时间戳。
- b) 音频数据包的 RTP 时间戳：应基于 6.3 规定的音频 RTP 时钟和 GY/T 304—2016 中 7.3 规定的音频包时间，以固定增量递进。

6.4.2 视音频采集设备 RTP 时间戳生成

视音频采集设备生成RTP时间戳时，遵从如下规定：

- a) 隔行扫描视频 IP 信号，第一场信号的 RTP 时间戳应与其 RTP 数据包中的第一场视频信号的采样时刻同步，而第二场视频信号的 RTP 时间戳应符合 6.4.1 中的规定；
- b) 逐行扫描视频 IP 信号，RTP 时间戳应与其 RTP 数据包中视频信号的采样时刻同步；

- c) 音频 IP 信号，RTP 时间戳应反映 RTP 数据包内第一个音频样本的采样时刻。

6.4.3 视音频播放或合成设备 RTP 时间戳生成

视音频播放或合成设备生成 RTP 时间戳时，应遵从如下规定。

- a) 通过视频播放或合成方式生成的视频 IP 信号：一个数据帧的 RTP 时间戳（或帧内第一个隔行扫描场的 RTP 时间戳）定义为一个采样时刻。从该采样时刻开始，数据帧的每一个采样数据从发送端的媒体信号接口上发送，时间戳递增。而隔行扫描第二场的视频 RTP 时间戳应符合 6.4.1 中的规定。
- b) 通过音频播放或合成方式生成的音频 IP 信号：一个数据帧的 RTP 时间戳是音频 RTP 时钟的一个采样时刻。从该采样时刻开始，数据帧的第一个采样值从发送端的媒体信号接口上发送并递增。

6.4.4 SDI 信号 IP 封装 RTP 时间戳生成

在对 SDI 信号进行 IP 封装时，RTP 时间戳的生成遵从如下规定。

- a) 逐行扫描或隔行扫描帧第一场的视频信号，在进行 IP 封装时：
 - 1) RTP 时间戳应为视频 RTP 时钟的一个采样时刻，该采样时刻对应 GY/T 348—2021 规定的 SDI 信号校准点；
 - 2) 隔行扫描第二场视频数据的 RTP 时间戳应符合 6.4.1 中的规定。
- b) PsF 视频信号的分段数据应被视为单个逐行图像，第二段的 RTP 时间戳应与第一段相同。
- c) SDI 中嵌入的音频信号在进行 IP 封装时，与视频帧相关联的每个音频声道的第一个音频采样时刻应与 a) 和 b) 中所描述的“逐行扫描或隔行扫描”信号所确定的视频帧 RTP 时间戳同步，并在音频嵌入过程中确定一定的偏移量，确保声画同步。每个音频声道后续音频样本的有效采样时刻应随数据包递增，且每个音频 RTP 包的 RTP 时间戳应为包含在包中的第一个音频样本的有效采样时刻。

7 PTP 时钟同步倒换功能

IP 制播系统内的媒体节点或网络交换设备锁定在公共参考时钟时，应支持对外基准 PTP 时钟源的切换。具体功能要求如下：

- a) 对于有多个 PTP 时钟源授时的 IP 制播系统，当单个 PTP 时钟源故障或报文传输中断时，媒体节点或网络交换设备应按照不同 PTP 时钟源优先级从高到低的顺序，实现 PTP 时钟源的自动切换；
- b) 当 PTP 时钟源发生切换时，媒体节点或网络交换设备重新锁定 PTP 的时间宜不大于 1s；
- c) 当 PTP 时钟源中断时，媒体节点或网络交换设备可自动切换到内同步工作模式。

8 RTP 信号接收

媒体节点在对 IP 信号进行接收使用时，要求如下：

- a) 媒体节点应可通过 API 接口或网页，反馈设备本身的内部媒体时钟和 IP 信号的 RTP 时间戳的偏差值；
- b) 当 IP 信号的 RTP 时间戳与媒体节点的媒体时钟的偏差值小于等于 1ms 时，接收端应直接接收和使用该 IP 信号；

- c) 当 IP 信号的 RTP 时间戳与媒体节点自身的媒体时钟的偏差值大于 1ms 时，接收端宜使用当前 RTP 流所携带的 RTP 时间戳作为媒体时钟，接收和使用该 IP 信号。

9 SDP 数据定义

9.1 通则

SDP数据的要求如下：

- a) 发送端在输出一个或多个 RTP 流时，应按照 IETF RFC 4566 的要求为每个 RTP 流都赋予一个 SDP；
- b) 发送端生成的 SDP 数据可通过设备的管理网络接口，提供给管理或控制平台；
- c) SDP 数据值按照 IETF RFC 7273 中 5.2 的要求，应描述 media-level 的 mediaclock 参数值，并设置其为 direct 项（即使用了时钟参考）。

9.2 时间戳参考时钟信息

信号流的SDP都应包含IETF RFC 7273第4章中规定的media-level的ts-refclock参数，用以反映时间戳参考时钟相关信息。

- a) 符合 GY/T 348—2021 的媒体节点，应使用 ts-refclock:ptp 项，用以确定主时钟或其他 PTP 信号源的标识和域值等信息，或明确标识 PTP 时钟是可溯源的。

示例1：a=ts-refclock:ptp=IEEE1588-2008:39-A7-94-FF-FE-07-CB-D0:37（其中，“39-A7-94-FF-FE-07-CB-D0”是主时钟的 ID 值，而 37 则表示的是 Domain 值）；

示例2：a=ts-refclock:ptp=IEEE1588-2008:traceable（其中，“traceable”表示主时钟是可溯源的）。

- b) 当满足以下情况时，ts-refclock:ptp 项应明确 PTP 时钟是可溯源的：
 - 1) 外部 PTP 基准正在被使用；
 - 2) 在用的主时钟的 timeTraceable 字段明确标识其是可溯源的；
 - 3) 在用的主时钟的 clockAccuracy 字段明确标识其精度可高于 250ns。
- c) 不符合 GY/T 348—2021 的媒体节点，应使用如下格式发送消息：

a=ts-refclock:localmac=<发送端的 MAC 地址>

其中，通过localmac值可确定发送端的MAC地址。接收端则可以将具有相同localmac值的不同信号流进行同步。

9.3 媒体时钟信息

信号流的SDP都应包含IETF RFC 7273第5章中规定的mediaclock参数，用以反映媒体时钟相关信息：

- a) 当媒体时钟直接来源于时间戳参考时钟，则应使用 direct 项标识，同时应包括偏移量信息，应按照如下格式发送消息：

a=mediaclock:direct=<偏移量>

- b) 当媒体时钟相对于时间戳参考时钟是异步时，应按照如下格式发送消息：

a=mediaclock:<发送端参考时钟信息>

其中，通过“发送端参考时钟信息”可确定发送端的时钟工作状态。如该值为sender时，表示发送端为本机内部时钟工作状态。

9.4 信号源地址信息

信号流的SDP应包含信号流的源地址信息：

- a) 当支持符合 IETF RFC 4570 规定的组播连接会话建立时，发送端应在 SDP 内标识出源地址信息，可按照如下示例发送消息：

```
a=source-filter:incl IN IP4 239.0.0.1 198.168.1.1
```

- b) 对于使用 RTCP 协议的场景，SDP 应符合 IETF RFC 5760 和 IETF RFC 6128 的规定。

9.5 冗余 RTP 流的 SDP 数据

当IP制播系统中的发送端按照GY/T XXX—2024《IP数据的无缝近切换和冗余架构》的规定，生成2个冗余的RTP流时：

- a) 应在每个信号流的对应 SDP 中明确定义 IETF RFC 5888 中会话层的 group 参数和 IETF RFC 7104 中的复制分组 DUP 参数；
- b) 冗余 RTP 流不应同时使用相同的源地址和相同的目的地地址。

9.6 UDP 数据包长度

按照5.3和5.4中的规定，IP制播系统中的发送端可以选择按照通用UDP字节大小或扩展UDP字节大小要求，生成实际发送的UDP数据包：

- a) 当发送端按照超过通用 UDP 字节大小要求生产 UDP 数据时，应在 SDP 中描述媒体类型参数 MAXUDP，以十进制值表示流中可能存在的最大 UDP 数据包大小（以字节为单位），接收端按该参数进行接收处理。
- b) 如果 SDP 中的 MAXUDP 参数不存在或未列明，接收端应按照 5.3 规定的通用 UDP 大小要求进行 IP 信号接收处理。

IP信号的SDP示例见附录C。

9.7 RTP 时间戳模式

6.4.2~6.4.4中规定的产生信号的发送端，在SDP中应使用TSMODE参数，用以表示RTP时间戳与信号采样和生成时间线之间的关系：

- a) 当 TSMODE=SAMP 时，表示信号的 RTP 时间戳与媒体信号实际采样时刻是同步的，不同信号流之间的时间戳可对齐；
- b) 当 TSMODE=NEW 时，表示信号的 RTP 时间戳是由发送端在输出信号时重新创建的，发送端此时工作在时钟重置工作模式下；
- c) 当 TSMODE=PRES 时，表示信号的 RTP 时间戳是由发送端从输入信号中提取的，发送端此时工作在时钟保留工作模式下，输入信号可能指示其 TSMODE 为 SAMP。

SDP 数据中 TSMODE 参数示例见附录 D。

9.8 RTP 延时信息

6.4.2~6.4.4中规定的产生信号的发送端，在SDP中应使用TSDELAY参数，用以表示信号的传输延时信息。延时数值以微秒为单位，采用十进制正整数方式表示。

SDP 数据中 TSDELAY 参数示例见附录 D。

附录 A

(规范性)

媒体节点和网络交换设备 PTP 参数配置要求

IP 制播系统内的媒体节点和网络交换设备 PTP 参数，可按照表 A.1 中的规定进行配置。

表 A.1 IP 制播系统 PTP 配置参数

项目	符合GY/T 304—2016设备的设置参数	符合GY/T 348—2021设备的设置参数
defaultDS.domainNumber	缺省值：0 可设置范围：0~255	缺省值：127 可设置范围：0~127
portDS.logSyncInterval	缺省值：-3 可设置范围：-4~+1	缺省值：-3 可设置范围：-7~-1
PortDS.logAnnounceInterval	缺省值：1 可设置范围：0~4	缺省值：-2 可设置范围：-3~+1
portDS.logMinDelayReqInterval	缺省值：0 可设置范围：0~5 或 portDS.logSyncInterval ~ portDS.logSyncInterval +5	缺省值：portDS.logSyncInterval 可设置范围： portDS.logSyncInterval ~ portDS.logSyncInterval +5
portDS.announceReceptTimeout	缺省值：3 可设置范围：2~10	缺省值：3 可设置范围：2~10
timePropertiesDS.currentUtcOffset	缺省值：0 建议设置值：与法国巴黎天文台公布的TAI和UTC之间的闰秒时间差一致	缺省值：0 建议设置值：与法国巴黎天文台公布的TAI和UTC之间的闰秒时间差一致

对于 PTP 从属设备，可通过配置 PTP 数据集中的 defaultDS.slaveOnly 参数来防止设备进入 PTP 主时钟信号源工作状态。

无需成为 PTP 主时钟信号源的设备，应将 defaultDS.slaveOnly 设置为 TRUE 值。

媒体节点应允许用户将该设备的 defaultDS.slaveOnly 项设置为 TRUE。

附 录 B

（资料性）

数据包大小限制说明

RTP信号的IP数据包的长度，受IPv4或IPv6包头“总长度”字段中的可表示值的限制，同时也受底层传输机制的制约。

由于受以太网系统一些技术原因的限制，以太网数据帧的有效载荷在IEEE Std 802.3中被设定为最多1500个字节大小限制，即当通过以太网传输时，一帧IP数据（包括IP、UDP和RTP报头和有效载荷数据）的总长度不超过1500个字节。

IPv4数据包头长度为20个字节，而IPv6数据包头长度则为40个字节。为适应IPv4和IPv6，简化IPv4和IPv6之间的网内映射转换关系，5.3中规定的“通用UDP数据包字节大小限制”统一定义为1500-40=1460个字节。

虽然在IEEE Std 802.3中并未严格规定，但多年来对“巨型”以太网数据帧的支持已经成为以太网网络设备的一个共同特征，IT行业普遍认为“巨型”数据帧长度限制为9000个字节。5.4中对扩展数据帧8960个字节大小限制就是基于9000个字节的以太网“巨型”帧的数据大小，再减去IPv4或IPv6包头数据长度确定，即9000-40=8960个字节。

同时，以太网数据帧的最小长度为46个字节，而在少数IP数据包长度小于46个字节的情况下，在将IP数据包映射到以太网数据帧的过程中通常采用“补零”的方式。但是在RTP协议中，无需将IP数据包通过“补零”的方式填充到46个字节。

在考虑网络接口的潜在吞吐量时，需注意接口的标称传输比特率（例如“10G”或“25G”接口）指的即是以太网数据帧的比特率。在以太网连接的IP吞吐量计算时，对以下每个以太网数据帧包含数据字节加以考虑：

- a) 以太网2层包头和FCS（不包含IEEE Std 802.1Q规定的VLAN标签）：18个字节；
- b) 可选的IEEE Std 802.1Q规定的VLAN标签：4个字节（如果存在）；
- c) 固定前导码、帧起始分隔符和最小分组间隔：20个字节。

例如，在10G以太网接口上，5.3规定的通用UDP数据包的以太网有效载荷数据的吞吐量为（假设其IPv4数据包，包含1个801.2Q标签，且所有的IPv4数据长度都是1460+20=1480）：

——以太网数据帧传输速率=10,000,000,000/[8×(1460+20+18+4+20)]=821,287.7792 fps；

——IP数据包传输速率=以太网帧传输速率×IP数据包长度/frame=821,287.7792×(1480×8)=9,724,047,306 bps。

附 录 C
(资料性)
IP 信号的 SDP 数据示例

本文件中描述视频信号流的SDP示例如下：

```
v=0
o=- 1518221496000000 0 IN IP4 10.10.35.180
s=xx sender
i=This is a SDP for xx sender
t=0 0
a=recvonly
a=group:DUP primary secondary
m=video 5001 RTP/AVP 96
C=IN IP4 239.72.168.9/64
a=source-filter:incl IN IP4 239.72.168.9 192.168.5.46
a=rtpmap:96 raw/90000
a=fmtp:96sampling=YCbcr-4:2:2;width=1920;height=1080;interlace;
exactframerate=50;depth=10;TCS=SDR;colorimetry=BT709;PM=2110GPM;
SSN=ST2110-20:2017;TSMODE=SAMP;TSDELAY=0;
a=ts-refclk:ptp=IEEE1588-2008:39-A7-94-FF-FE-07-CB-D0:0
a=mediaclk:direct=0
a=mid:primary
m=video 5001 RTP/AVP 96
C=IN IP4 239.72.169.9/64
a=source-filter:incl IN IP4 239.72.169.9 192.168.6.46
a=rtpmap:96raw/90000
a=fmtp:96sampling=YCbCr-4:2:2;width=1920;height=1080;interlace;
exactframerate=50;depth=10;TCS=SDR;colorimetry=BT709;PM=2110GPM;
SSN=ST2110-20:2017;TSMODE=SAMP;TSDELAY=0;
a=ts-refclk:ptp=IEEE1588-2008:39-A7-94-FF-FE-07-CB-D0:0
a=mediaclk:direct=0
a=mid:secondary
```

上述SDP示例表示。

- a) 会话 ID：1518221496000000。
- b) 会话版本：0。
- c) 会话名称在“s=”子句中指示，并在“i=”子句中包含其他会话信息。
- d) 主用流和备用流的源地址在每个流的 a=source-filter 子句中指示。
- e) t=0 0 子句表示此会话是永久性的，没有开始或结束时间。

- f) a=group:DUP 子句在 7.3 中规定，表示在该 SDP 内发送了两个 RTP 信号流，分别标记为主用信号流和备用信号流。
- 1) 第一个媒体部分（从第一个“m=”行开始）描述主用信号流信息，每个“m=”行表示 SDP 内“媒体特定部分”的开始：
 - 该流为 IPv4 组播，组播地址为 239.72.168.9，源地址为 192.168.5.46，UDP 端口为 96；
 - a=fmtp 子句会包含一些特定的参数，这些参数与相应的媒体标准要求相符；
 - a=ts-refclk 子句见 7.2 中的描述；
 - a=mediaclock:direct=0 子句表示媒体时钟直接参考 ts-refclk 子句中的时钟，且偏移量为零；
 - a=mid:primary 子句标记该信号流为“主用”IP 流。
 - 2) 第二个媒体部分（从第二个“m=”行开始）记录了备用信号流信息，每个“m=”行表示 SDP 内“媒体特定部分”的开始：
 - 该流为 IPv4 组播，组播地址为 239.72.169.9，源地址为 192.168.5.47，UDP 端口为 5001；
 - a=mid:secondary 子句标记该信号流为“备用”IP 流；
 - 其他信息与主用 IP 流一致。
- g) 当使用 GY/T XXX—XXXX 《IP 数据的无缝近切换和冗余架构》规定的方式传输和信号恢复时，RTP 包头和 RTP 有效载荷在两个 RTP 流之间需要相同，以满足在任何时间点从任一流中选择数据包进行信号恢复的需求。

附录 D

(资料性)

SDP 数据中 TSMODE 和 TSDELAY 的使用说明

在IP制播系统中，SDP数据中的TSMODE和TSDELAY数据项使用可参照如下流程。

- a) 摄像机、音频 A/D 转换器等媒体信号采集类设备，在其信号输出时，将 SDP 数据项 TSMODE 标记为 SAMP (TSMODE=SAMP)，表明输出信号与实际采样时刻是同步的。同时，可支持对此同步的视频和音频进行混用。
- b) 磁盘记录器或图形存储等媒体播放设备，在其信号输出时，将 SDP 数据项 TSMODE 标记为 SAMP (TSMODE=SAMP)，表明此信号可以与上述来自信号采集设备输出的视频和音频信号混合使用。
- c) SDI 和 AES3 等信号 IP 封装转换类设备，通常将 SDP 数据项 TSMODE 标记为 NEW (TSMODE=NEW) TSMODE=NEW。
- d) SDI 和 AES3 等信号 IP 封装转换类设备，可以支持对输入信号时间戳的补偿（通过手动或自动配置均可）。如果补偿后的值接近于原输入信号的采样数值，则可以将 TSMODE 标记为 SAMP (TSMODE=SAMP)。
- e) 从符合 ST 2110 的 RTP 流中导出信号时，如果输入信号被标记为 TSMODE=SAMP，则可将 SDP 数据项 TSMODE 标记为 SAMP (TSMODE=SAMP)。
- f) 对于标记为 TSMODE=SAMP 的多个输入信号，可以实现基于 RTP 时间戳值的直接处理。如果输入信号的 TSMODE 没有标记，或者标记为 NEW 或 PRES，则 IP 制播系统可能需要提供输入信号的延迟量等附加信息，以便接收端在使用该信号时将其与本地媒体时钟进行关联。
- g) TSDELAY 项可用于计算和推断信号处理路径产生的累积延迟，便于接收端对信号与本地媒体时钟进行关联等操作。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19263—2003 MPEG-2 信号在 SDH 网络中的传输技术规范
- [2] GB/T 20090.16—2016 信息技术 先进音视频编码 第 16 部分：广播电视视频
- [3] GB/T 33475.2—2024 信息技术 高效多媒体编码 第 2 部分：视频
- [4] GB/T 41809—2022 超高清晰度电视系统节目制作和交换参数值
- [5] GY/T 161—2000 数字电视附属数据空间内数字音频和辅助数据的传输规范
- [6] GY/T 162—2000 高清晰度电视串行接口中作为附属数据信号的 24 比特数字音频格式
- [7] ITU-T G.8273.2/Y.1368.2 Timing characteristics of telecom boundary clocks and telecom time synchronous clocks for use with full timing support from the network
- [8] AES-R16-2021 AES Standards Report PTP parameters for AES67 and SMPTE ST 2059-2 interoperability
- [9] AMWA IS-05 NMOS Device Connection Management Specification (version 1.0)
- [10] EBU TECH 3371 MINIMUM USER REQUIREMENTS TO BUILD AND MANAGE AN IP-BASED MEDIA FACILITY
- [11] IEEE Std 802.1Q IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Bridges and Bridged Networks
- [12] IEEE Std 802.3-2022 IEEE Standard for Ethernet
- [13] IEEE Std 1588-2008 IEEE Standard for a precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems
- [14] SMPTE ST 272:2004 For Television — Formatting AES/EBU Audio and Auxiliary Data into Digital Video Ancillary Data Space
- [15] SMPTE ST 299-1:2009 24-Bit Digital Audio Format for SMPTE 292M Bit-Serial Interface
- [16] SMPTE ST 299-2:2010 Extension of the 24-Bit Digital Audio Format to 32 Channels for 3 Gb/s Bit-Serial Interfaces
- [17] SMPTE ST 2022-2 Unidirectional Transport of Constant Bit Rate MPEG-2 Transport Streams on IP Networks
- [18] SMPTE ST 2022-6 Transport of High Bit Rate Media Signals over IP Networks (HBRMT)
- [19] SMPTE ST 2059-2 SMPTE Profile for Use of IEEE-1588 Precision Time Protocol in Professional Broadcast Applications
- [20] SMPTE ST 2110-10:2022 Professional Media Over Managed IP Networks: System Timing and Definitions
- [21] SMPTE ST 2110-30 Professional Media Over Managed IP Networks: PCM Digital Audio
- [22] SMPTE ST 2110-22 Professional Media Over Managed IP Networks: Constant Bit-Rate Compressed Video
- [23] VSF TR-03 Transport of Uncompressed Elementary Stream Media over IP
- [24] VSF TR-04 Utilization of ST-2022-6 Media Flows within a VSF TR-03 Environment