

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

专业广播环境下音视频设备精确时间同步 协议规范

Specification of precision time synchronization protocols for audio and video
equipment in a professional broadcast environment

(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	II
引言	III
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 PTP 类约束	3
5.1 PTP 实体特性	3
5.2 PTP 数据集	4
5.3 普通时钟和边界时钟	6
5.4 透明时钟	6
5.5 管理	6
5.6 PTP 选项	10
6 时钟物理要求	10
6.1 频率准确度	10
6.2 频率调整范围	10
7 系统同步准确度要求	10
8 系统同步安全要求	11
9 与其他 PTP 类的互操作性	11
附录 A (规范性) timeOfNextJam 的计算	12
附录 B (资料性) 各 PTP 类数据集成员属性值对比	13
附录 C (资料性) PTP 网络拓扑示例	15
参考文献	16

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：国家广播电视总局广播电视规划院、中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视科学研究院、北京市广播电视局、电影卫星频道节目制作中心、广东广播电视台、湖南广播电视台、上海广播电视台、北京格非科技股份有限公司、视溪科技（上海）有限公司、北京中科大洋科技发展股份有限公司、成都索贝数码科技股份有限公司、新华三技术有限公司、利达电子株式会社、博科达（北京）科技有限公司、北京安达斯信息技术有限公司、南京奥视威电子科技股份有限公司、上海交通大学。

本文件主要起草人：邓向冬、刘文翰、韦安明、张建东、宋蔚、罗攀、张娟、周芸、秦旭东、何英楠、宁金辉、王惠明、罗映辉、萧峰、袁跃、鲍放、林建泉、商同、谢海荐、乔传义、朴京浚、郭旭刚、刘春桓、喻金华、翟广涛。

引 言

本文件基于 GB/T 25931—2010《网络测量和控制系统的精确时钟同步协议》规定的 PTP 协议制定，通过约束 PTP 协议中路径延时测量机制、时钟数据集成员的初始值和可配置范围、允许和禁用的 PTP 选项，补充带有同步元数据的机构扩展 TLV，定义了适用于专业广播环境的 PTP 类，并进一步规定了通过应用该 PTP 类建立广播电视系统同步时应满足的同步准确度要求。

专业广播环境下音视频设备精确时间同步协议规范

1 范围

本文件规定了专业广播环境下，基于GB/T 25931—2010的PTP协议实现时钟设备（包括视音频设备和网络设备）精确时间同步的技术要求。

本文件适用于IP架构下专业广播环境音视频设备（含网络设备）的设计、生产、集成、运行、维护和验收。

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 14001—2012 标准清晰度电视磁带录像用时间和控制码

GB/T 25931—2010 网络测量和控制系统的精确时钟同步协议（IEC 61588-2009，IDT）

GY/T 193—2003 数字音频系统同步

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

专业广播环境 professional broadcast environment

由专业广播电视设备（含网络设备）组成的，用于广播电视节目采集、制作和播出的环境。

3.2

精确时间协议 precision time protocol; PTP

由GB/T 25931—2010定义的协议。

3.3

PTP类 PTP profile

适用于某类设备允许的精确时间协议（PTP）特征集。

3.4

准确度 accuracy

在一个测量集上，待测时钟与理想参考时钟的时间或频率误差的平均值。

3.5

节点 node

在网络上能发送或接收PTP通信的设备。

3.6

大端模式 big-endian

一种多字节数据字的网络传输顺序，首先传输数据字的最高位字节，其次依次传输低位字节。

3.7

每日纠偏 daily jam

一种在时间设施内运行的可选时间处理程序，并通过GB/T 14001—2012时间编码将其时间地址值调整为与选定的纠偏事件相对应的本地时间。该程序通常由设施运营方在清晨的非敏感时间执行。

注：本文件不要求纠偏事件每日发生，在某些系统中仅在适应非连续时才发生（例如：闰秒或夏令时调整）。

3.8

域 domain

一个通过PTP互相保持同步的时钟逻辑组，但无需和另一个PTP域的时钟同步。

3.9

最高级时钟 grandmaster clock

在PTP中的一个域内，用作GB/T 25931—2010精确时间协议(PTP)的最终时间源。

3.10

本地时间 local time

在某个地理位置的某个司法管理辖区内由法律或习俗规定的时间尺度。

注：通常是本地通用的日历日期和当日时间。本地时间一般包含了与UTC间的时差、因UTC规则而累积的闰秒，以及可能实行的夏令时（如有）。

3.11

主时钟 master clock

在单一PTP通信路径情况下，作为时间源的时钟。在该路径上的所有其他时钟都同步到该时钟。

3.12

历元 epoch

由GB/T 25931—2010定义的PTP域中的时间标尺的原点。

3.13

从时钟 slave clock

在单一PTP通信路径上，可同步到其他时钟的时钟。

3.14

同步元数据 synchronization metadata; SM

音频/视频信号同步所需的元数据。

3.15

同步信号 synchronization signal

用于专业广播环境下音频/视频设备同步的参考信号。

3.16

时间跳变 time jump

可事先预知的本地时间的非连续性变化，通常由闰秒或夏令时调整所引起。

3.17

主参考 primary reference

可溯源至国际标准的时间或频率源。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ARB 任意 (ARbitrary)

BMCA 最佳主时钟算法 (Best Master Clock Algorithm)

DARS 数字音频基准信号 (Digital Audio Reference Signal)

IGMPv2 互联网组管理协议第二版 (Internet Group Management Protocol, Version 2)

IGMPv3 互联网组管理协议第三版 (Internet Group Management Protocol, Version 3)

IP 网际互连协议 (Internet Protocol)

IPv4 互联网通信协议第四版 (Internet Protocol version 4)

IPv6 互联网通信协议第六版 (Internet Protocol version 6)

MLDv1 组播侦听发现协议第一版 (Multicast Listener Discovery version 1)

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

ppm 百万分之 (part per million)

SI 国际单位制 (International System of Units)

SMPTE 电影和电视工程师协会 (The Society of Motion Picture and Television Engineers)

TAI 国际原子时 (International Atomic Time)

TLV 类型、长度、值 (Type、Length、Value)

SM TLV 同步元数据的类型、长度、值 (Synchronization Metadata TLV)

UDP 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

UTC 协调世界时 (Coordinated Universal Time)

5 PTP 类约束

5.1 PTP 实体特性

5.1.1 网络传输机制

至少应支持以下两种网络传输机制中的一种：

- a) GB/T 25931—2010 附录 D 中指定的 IPv4 上的 UDP；
- b) GB/T 25931—2010 附录 E 中指定的 IPv6 上的 UDP。

对于透明时钟，应使用 IPv4 转发 IPv4 报文，使用 IPv6 转发 IPv6 报文。

5.1.2 通信模型

使用 GB/T 25931—2010 中 6.4 定义的报文建立 PTP 时钟同步，报文传输模式要求如下：

Announce、Sync、Follow_Up 报文必须支持的报文传输模式：组播。

Announce、Sync、Follow_Up 报文允许支持的报文传输模式：单播。

对于 Announce 和 Sync 报文，单播协商不做硬性要求。

在同一个 PTP 域中，Announce、Sync 和 Follow_Up 报文应使用同一种传输模式，如全使用组播或全使用单播报文传输模式。

Delay_Req 报文可选组播或单播报文传输模式。

对于 Delay_Req 报文，单播协商不是必须的。每个处于 MASTER 状态的、接收单播 Delay_Req 报文的端口都应发送单播的 Delay_Resp 报文，见 GB/T 25931—2010 中 9.5.12。

注：如果 Sync 和 Announce 报文采用单播报文传输模式且未启用单播协商机制，则需要通过其他机制将从时钟的 IP 地址传送给主时钟。

Pdelay_Req 报文可选组播或单播报文传输模式。

Pdelay_Resp 和 Pdelay_Resp_Follow_Up 报文应使用单播报文传输模式。

Management 报文可选组播或单播报文传输模式。对 Management 报文进行答复的报文应通过单播传输。

对于IPv4组播报文,接收方应支持IGMPv2,宜支持IGMPv3。对于IPv6组播报文,接收方应支持MLDv2,并且可选支持MLDv1。

5.1.3 PTP 设备特性

5.1.3.1 节点类型

必须的节点类型：普通时钟。

允许的节点类型：边界时钟、端到端透明时钟、点到点透明时钟、管理节点。

除本文件所列设备属性值外，各类设备属性值应满足GB/T 25931—2010的要求。

5.1.3.2 设备属性

5.1.3.2.1 timeSource

该属性指示最高级时钟所使用的时间源信息，其值应为GB/T 25931—2010中7.6.2.6给出的timeSource枚举值或本PTP类定义的如下枚举值：

当主时钟的时间取自一个时间值是未定义且与真实的时间无关、时标是ARB的同步信号的周期性时，timeSource取F0h。

当主时钟的时间取自一个最初参考本地时间源的同步信号，随后主时钟时间相对于真实时间的准确度取决于同步信号频率的准确度时，timeSource取F1h。

5.1.3.2.2 clockClass

该属性指示最高级时钟分发的时间或频率的可溯源性，其值应为表1定义的附加枚举值或GB/T 25931—2010中表5定义的clockClass枚举值。

表1 clockClass 附加枚举值

clockClass (十进制)	技术要求
150	之前已同步到主参考时间源的时钟，其频率同步到具有相对于 SI 秒±1ppm 频率准确度（例如符合 GY/T 193—2003 规定的一级准确度 DARS 时钟信号）的参考源上。时标应通过 PTP 分发
158	之前已同步到主参考时间源的时钟，其频率同步到具有相对于 SI 秒±10ppm 频率准确度（例如符合 GY/T 193—2003 规定的二级准确度 DARS 时钟信号）的参考源上。时标应通过 PTP 分发
220	之前未同步到主参考时间源的时钟，其频率同步到具有相对于 SI 秒±1ppm 频率准确度（例如符合 GY/T 193—2003 规定的一级准确度 DARS 时钟信号）的参考源上。时标应通过 ARB 分发
228	之前未同步到主参考时间源的时钟，其频率同步到具有相对于 SI 秒±10ppm 频率准确度（例如符合 GY/T 193—2003 规定的二级准确度 DARS 时钟信号）的参考源上。时标应通过 ARB 分发

5.1.3.2.3 其他属性

τ ，该参数是 PTP 方差算法中测量样本的采样周期，缺省初始化值取 1.0s。

5.2 PTP 数据集

5.2.1 可配置的数据集成员

可配置的数据集成员属性限定如下。

- a) **defaultDS.priority1**
 - 1) 缺省初始化值：128，可配置范围：0~255；
 - 2) 规定执行 BMCA 时用到的优先级。
- b) **defaultDS.priority2**
 - 1) 缺省初始化值：128，可配置范围：0~255；
 - 2) 规定执行 BMCA 时用到的次要优先级。
- c) **defaultDS.domainNumber**
 - 1) 缺省初始化值：127，可配置范围：0~127；
 - 2) 域由一个或多个按协议相互通信的 PTP 设备组成，domainNumber 属性是用来标识域的整数。
- d) **defaultDS.slaveOnly**

普通时钟无法或无意进入主时钟状态时，则取值 TRUE，其他情况取值 FALSE。

注：在使用本类（profile）的典型系统中，大部分设备都只能工作在从时钟状态。
- e) **portDS.logAnnounceInterval**
 - 1) 缺省初始化值：-2，可配置范围：-3~1；
 - 2) 该属性规定连续 Announce 报文的平均时间间隔，即 announceInterval，它与 announceReceiptTimeout 一道决定当主时钟失效事件发生时 BMCA 重新配置系统的速度；
 - 3) 该属性值在全域中应是统一的，其值为：以 2 为底、单位为秒的时间间隔的对数。例如当要求报文间隔为 0.25s 时，该属性值应设为-2；当要求报文间隔为 2s 时，该属性值应设为 1；
 - 4) 为满足建立同步的时间要求，推荐使用缺省初始化值或比缺省值更小的值作为该属性的值。
- f) **portDS.announceReceiptTimeout**
 - 1) 缺省初始化值：3，可配置范围：2~10；
 - 2) 该属性规定 ANNOUNCE_RECEIPT_TIMEOUT_EXPIRES 事件发生前未接收到 Announce 报文的 时间间隔 announceIntervals 的个数。
- g) **portDS.logSyncInterval**
 - 1) 缺省初始化值：-3，可配置范围：-7~-1；
 - 2) 该属性规定连续 Sync 报文间的平均时间间隔，其值为：以 2 为底、单位为秒的时间间隔的对数；
 - 3) 这个时间间隔被设定为较小的值（也即较高报文发送率），便于从时钟更快同步；
 - 4) 为满足建立同步的时间要求，推荐使用缺省初始化值或比缺省值更小的值作为该属性的值。
- h) **portDS.logMinPDelayReqInterval**
 - 1) 缺省初始化值：与 portDS.logSyncInterval 相等，可配置范围：
portDS.logSyncInterval~portDS.logSyncInterval+5；
 - 2) 该属性规定在链路上传输的连续 Pdelay_Req 报文间允许的最小平均时间间隔，即 minPdelayReqInterval。
- i) **transparentClockDefaultDS.delayMechanism**
 - 1) 端到端透明时钟取 01h，点到点透明时钟取 02h；
 - 2) 该属性规定透明时钟使用的延时测量选项。
- j) **transparentClockDefaultDS.primaryDomain**
 - 1) 缺省值与 defaultDS.domainNumber 相等；
 - 2) 该属性规定透明时钟的主谐振域。

5.2.2 动态数据集成员

portDS.logMinDelayReqInterval，该属性的缺省初始值应与 portDS.logSyncInterval 相等，允许的取值范围为 portDS.logSyncInterval~portDS.logSyncInterval+5。

该属性的值是动态的，由主时钟根据其处理Delay_Req报文流量的能力来决定，见GB/T 25931—2010中7.7.2.4的内容。

除非从时钟的数量超过了主时钟在初始速率下可支持的数量，否则主时钟不宜在初始值的基础上调增portDS.logMinDelayReqInterval（达到降低报文速率的目的）。

5.3 普通时钟和边界时钟

5.3.1 最佳主时钟算法

应使用GB/T 25931—2010的9.3.2、9.3.3和9.3.4中定义的缺省的最佳主时钟算法（BMCA）。

5.3.2 路径延时测量机制

缺省的路径延时测量机制应使用延时请求-响应机制，也可使用对等延时机制。

注：具备支持两种机制的端口的边界时钟，可用于桥接不同的机制。而按照GB/T 25931—2010的规定，每个主-从连接只允许一种机制存在。

5.4 透明时钟

路径延时测量机制要求同5.3.2。

5.5 管理

5.5.1 管理机制

管理机制应使用GB/T 25931—2010的15.2中的规定。

5.5.2 机构扩展 TLV：SM TLV

5.5.2.1 报文结构

本文件遵循GB/T 25931—2010约定的字节和位顺序。

每过一秒钟或主时钟的锁定状态改变时，最高级时钟处于MASTER状态的每个端口都应发送一条带有SM TLV的管理报文。

管理报文（COMMAND）的结构应符合表2的规定，SM TLV的结构应符合表3的规定。为避免在大型PTP网络中出现突发流量的情况，当从时钟收到带有SM TLV的管理报文（COMMAND）时，不宜回复应答管理报文（ACKNOWLEDGE）。

注：与同步、建立主从层次结构、信令相关的报文终止于边界时钟的协议机，并不会被转发。由边界时钟其他端口转发的管理报文在系统内被限制传播。

表2 管理报文（COMMAND）结构

位								8 位字节	偏移量	描述
7	6	5	4	3	2	1	0			
头部								34	0	见 GB/T 25931—2010 中 13.3
targetPortIdentity								10	34	全为 1

位								8 位字节	偏移量	描述
7	6	5	4	3	2	1	0			
startingBoundaryHops								1	44	最大为 32
boundaryHops								1	45	由边界时钟更新
保留				actionField				1	46	actionField=COMMAND
保留								1	47	
SM TLV (见表 3)								52	48	

表3 SM TLV 结构

元素	8 位字节	偏移量	描述
tlvType	2	0	ORGANIZATION_EXTENSION, 值为 00 03
lengthField	2	2	整个 SM TLV 数据结构的长度, 应为偶数
organizationId	3	4	占位
organizationSubType	3	7	占位
defaultSystemFrameRate	8	10	以最简有理式形式表达的从系统的缺省视频帧率。该值的数据类型应由两个大端模式编码的一对 32 位无符号整数构成, 第一个值应为分子, 第二个值应为分母。分母值应是能表示帧率分母 ^a 的最小整数值
masterLockingStatus	1	18	对 clockClass ^b 的补充信息: 0: 未使用 1: 自由运行 2: 冷锁 发生干扰时, 最高级时钟将快速重新锁定。此时可能出现时间非连续性的快速相位调整。 3: 热锁 发生干扰时, 最高级时钟将通过频率调整缓慢重新锁定, 无相位不连续问题, 可保持时间的连续。 4: 锁定 (即正常运行且稳定)
timeAddressFlags	1	19	指示 GB/T 14001—2012 中的标志位 位 0: 指示帧号是否连续, 按照 GB/T 14001—2012 的规定, 应设置为 0 位 1: 彩色成帧标识 0: 未使用 1: 使用 位 2~7: 保留
currentLocalOffset	4 (int32)	20	本地时间与最高级时钟的 PTP 时间偏移量 ^c , 以秒为单位, 见 5.5.2.2
jumpSeconds ^d	4 (int32)	24	本地时间下一次时间非连续性的大小, 以秒为单位。0 表示将不会发生非连续性事件。正值表示将发生非连续性事件, 并将导致 currentLocalOffset 增加。
timeOfNextJump	6	28	当 currentLocalOffset 将发生下一次不连续事件的时刻所

元素	8 位字节	偏移量	描述
	(uint48)		对应最高级时钟 PTP 时间的秒数部分的值，不连续发生在所示秒时间的开始，见 5.5.2.2。
timeOfNextJam	6 (uint48)	34	下一次发生的每日纠偏时刻的 PTP 时间的秒数部分的值。如无每日纠偏计划，timeOfNextJam 值应为 0，见 5.5.2.2。
timeOfPreviousJam	6 (uint48)	40	上一次发生的每日纠偏时刻的 PTP 时间的秒数部分的值，见 5.5.2.2。
previousJamLocalOffset	4 (int32)	46	上一次每日纠偏事件发生时刻的 currentLocalOffset 值。如果本地时间非连续性事件与纠偏事件同时发生，则该值反映本地时间发生非连续性事件后与最高级时钟之间的偏移量。该参数的缺省值应为 currentLocalOffset 的当前值，见 5.5.2.2。
daylightSaving	1	50	位 0：当前夏令时 0：无效 1：有效 位 1：下一次非连续性事件时的夏令时 0：无效 1：有效 位 2：上一次每日纠偏事件发生时的夏令时 0：无效 1：有效 位 3~7：保留 见 5.5.2.2。
leapSecondJump	1	51	在 timeOfNextJump 指示的时刻，currentLocalOffset 即将发生非连续性事件的原因。 位 0： 0：非闰秒变化（缺省） 1：闰秒变化 位 1~7：保留
<p>^a 关于帧率分母，例如：某视频帧率为 50Hz，表示为分子、分母形式即 50/1Hz，则该帧率将以十六进制格式表示为 00 00 00 32 00 00 00 01；某视频帧率为 29.97 (30/1.001) Hz，表示为分子、分母形式即 30000/1001Hz，则该帧率将以十六进制格式表示为 00 00 75 30 00 00 03 e9。</p> <p>^b Announce 报文中的 clockClass 参数可传递类似的信息，但由于 clockClass 参数仅标识最高级时钟是否锁定，因此可使用该字段设置有关最高级时钟发生干扰时其行为的补充信息。</p> <p>^c 关于本地时间与最高级时钟的 PTP 时间偏移量，例如，如果本地时间为北京标准时间 UTC+8，日期为 2020-09-16，考虑到法国巴黎天文台公布自 2017 年 1 月 1 日 0 时 UTC 起，至另行通知，TAI 和 UTC 之间的闰秒时间差为-37 秒，则该值以十进制形式表示为 28763。</p> <p>^d 如果因为 jumpSeconds 的应用而出现本地时间的不连续性，则需要采取预防措施，以确保不会因此而发生多个每日纠偏事件或错过每日纠偏。</p>			

所有的 SM TLV 数据类型应编码为大端模式，且最低有效位应为位 0，其他数据类型应按 GB/T 25931—2010 中所述编码。

为确定本地时间，从时钟应用有符号的 32 位秒字段 `currentLocalOffset` 加上从时钟重建的 PTP 时间。

注：SM TLV 报文就绪前，可能会因网络传输和从时钟的内部处理过程而出现轻微延迟。`jumpSeconds` 和 `timeOfNextJump` 的机制设计用来补偿这类延迟，当 SM 标示的变化要被用于时间地址计算时，`jumpSeconds` 和 `timeOfNextJump` 会被提前告知从时钟。

5.5.2.2 动态 SM TLV 值设置

5.5.2.2.1 概述

为了指示本地时间将要发生非连续性跳变，应事先传递时间跳变事件信号，这种情况可能由闰秒或夏令时的调整引起。

每日纠偏事件的发生信号也应被事先传递。该事件发生时，通常将从时钟产生的 GB/T 14001—2012 时间地址调整为本地时间，这个信号传递过程独立于时间跳变事件。

由时间跳变事件所导致的 GB/T 14001—2012 时间地址的非连续性可能不会立即反映到从时钟产生的时间地址中。相反，对 GB/T 14001—2012 时间地址值的调整会在下一次每日纠偏事件中进行。

表 3 中列出的部分 SM TLV 元素的值实际上是动态的，即：`currentLocalOffset`、`jumpSeconds`、`timeOfNextJump`、`timeOfNextJam`、`timeOfPreviousJam`、`previousJamLocalOffset`、`leapSecondJump` 和 `daylightSaving`。

上述部分元素的取值受本地系统的运行策略和要求所影响，包括本地时区、每日纠偏时间（如适用）、夏令时的开始及结束日期和时间，以及闰秒调整时间。

在夏令时开始或结束时间应格外注意，以确保通过 PTP 时间传递的与时间相关的 SM TLV 元素在预定的本地时间产生预期的结果。

5.5.2.2.2 规定如何设置 SM TLV 元素的值以传递时间跳变事件信号。

5.5.2.2.3 规定如何设置 SM TLV 元素的值以传递每日纠偏事件信号。

5.5.2.2.2 时间跳变事件信令

如发生下一次时间跳变事件的时间未知，应将 `jumpSeconds` 和 `timeOfNextJump` 元素值设为 0。

如要发出时间跳变事件信号，宜至少在事件发生一天前将 `timeOfNextJump` 值调整为所需值。在上述改变了 `timeOfNextJump` 值的管理报文及后续的管理报文中，`jumpSeconds` 值应设定为时间跳变事件所需的时间非连续性值，`leapSecondJump` 值应设定为即将发生的非连续性事件的恰当的值。

如时间跳变事件的原因是闰秒的增减，则 `leapSecondJump` 元素值的位 0 应设为 1。插入（正值）闰秒时，`jumpSeconds` 应设为 -1 且 `timeOfNextJump` 应设为插入闰秒后 PTP 时间的秒值；删除（负值）闰秒时，`jumpSeconds` 应设为 +1 且 `timeOfNextJump` 应设为删除闰秒后 PTP 时间的秒值。

当最高级时钟 PTP 时间的秒数大于无符号 48 位的 `timeOfNextJump` 字段时（即已过了事件发生的时间），随后的 SM TLV 元素的值应按如下的要求调整：

- a) 应调整 `currentLocalOffset` 值，并考虑时间跳变事件中发生的时间非连续性；
- b) 如果没有进一步的时间跳变事件信令需要发布，应将 `jumpSeconds` 和 `timeOfNextJump` 值设为 0，且在后续的管理报文中始终保持该值，直到确定下一次时间跳变事件为止；
- c) 应将 `daylightSaving` 按表 3 所述的用法设为更新值，且在后续管理报文中始终保持该值，直到下一次与夏令时调整有关的时间跳变事件发生后为止；
- d) 如果 `leapSecondJump` 的位 0 已设为 1，则应将其重置为缺省值 0。

5.5.2.2.3 每日纠偏事件信令

如未使用每日纠偏，timeOfNextJam 值应设为 0，timeOfPreviousJam 和 previousJamLocalOffset 应设为从时钟要求的初始值。

注：在帧率为整数环境下，timeOfPreviousJam 设定为过去的任意时间（例如 0）且 previousJamLocalOffset 设定为 currentLocalOffset 将导致所产生的时间地址与本地时间对齐。

如使用每日纠偏，应按附录 A 所述步骤将 timeOfNextJam 初始化为与下一次每日纠偏事件发生时间相对应的值。timeOfPreviousJam 应初始化为与上一次每日纠偏事件发生时间相对应的值，previousJamLocalOffset 应初始化为上一次纠偏事件所适用的 currentLocalOffset 值。

上述元素值应符合如下公式：

$$\text{timeOfNextJam} + \text{currentLocalOffset} = \text{timeOfPreviousJam} + \text{previousJamLocalOffset} + (24 \times 60 \times 60)$$

注：按上述方式初始化后，该公式考虑了闰秒或夏令时调整所引起的本地时间变化。

timeOfPreviousJam 和 previousJamLocalOffset 初始化完成后，下一次纠偏事件发生前其数值不宜被修改。

当最高级时钟 PTP 时间的秒数大于 timeOfNextJam 值（即过了每日纠偏时间），随后的 SM TLV 元素的值应按如下要求调整：

- a) previousJamLocalOffset 值应设为刚发生的每日纠偏事件的 currentLocalOffset 值，且该值在后续的管理报文中应保持不变直到下一次每日纠偏事件发生；
- b) timeOfPreviousJam 应设为 timeOfNextJam 的值，且该值在后续的管理报文中应保持不变直到下一次每日纠偏事件发生；
- c) timeOfNextJam 应设为下一次计划中的每日纠偏事件相对应的值；如无纠偏事件计划，则该值应设为 0。

5.6 PTP 选项

必须的选项：无。

允许的选项：备选主时钟、路径跟踪、单播报文协商、备用时标、可接受主时钟表。

禁止的选项：最高级时钟簇、单播发现。

为了能够无缝切换至新的主时钟，可以支持一个或多个备选主时钟。作为备选主时钟的主时钟响应 Delay_Req 报文。不应使用 GB/T 25931—2010 的 7.4 中描述的 Alternate Master TLV。相反，Announce 和 Sync 报文速率均应通过各自报文的公共报头中的相应字段进行约定。备选主时钟的 Announce 和 Sync 报文速率应与当前主时钟的参数保持一致。

6 时钟物理要求

6.1 频率准确度

广播电视系统 PTP 最高级时钟的准确度宜在偏离 SI 秒的 ± 5 ppm 之内，最差不应偏离 SI 秒的 ± 10 ppm。PTP 最高级时钟应定期进行计量校准，确保其准确度符合本文件要求。

6.2 频率调整范围

任何处于 SLAVE 状态的时钟都应能校正其频率，以满足第 7 章中的要求。

注：为实现频率校正，从时钟应支持单步和双步时钟。

7 设备间同步准确度要求

专业广播环境下已建立同步的设备中任意从时钟（相对于其主时钟）之间的准确度差的绝对值不应超过 $1\mu\text{s}$ 。

附录C给出了专业广播环境下PTP网络拓扑示例。

8 系统同步安全要求

专业广播环境下PTP同步系统的设计应充分考虑系统安全，包括但不限于设备安全、软件安全、网络安全、PTP节点角色设置安全（如5.2.1 d）设置、5.6中可接受主时钟表设置）。

9 与其他 PTP 类的互操作性

本文件规定的专业广播环境下的PTP类（以下简称XXX类）与GB/T 25931—2010中附录J规定的PTP类（以下简称25931类）、GY/T 304—2016中附录A规定的PTP类（以下简称304类）设备互操作的可能性。在广播电视系统设计时，应考虑尽量选用支持相同PTP类的设备，在存在支持不同PTP类设备的使用环境中应选择设置并使用各PTP类网络传输机制和数据集成员属性值的交集，以保障设备的互操作性。附录B中表B.1给出了XXX类、25931类和304类数据集成员属性值的缺省值和可配置范围。

附录 A

(规范性)

timeOfNextJam 的计算

timeOfNextJam 应和每日纠偏的本地时间相对应, 该值是下一次计划发生的每日纠偏事件发生的小时加 600s (即以 10min 为单位) 的整数倍。

已知启用每日纠偏机制, 且在本地时间标尺上按用户选择的时间执行每日纠偏过程。
用户选择的纠偏时刻的时和分分别记为 userDailyJamTimeHH 和 userDailyJamTimeMM。
t 表示自 PTP 历元以来经过的时间 (以秒为单位)。

int(x) 表示将 x 近 0 取整。

t_mlocal 和 t_pdjamLocal 为局部临时变量。

应按如下步骤计算 timeOfNextJam:

a) 在本地时间标尺下计算午夜时间 t_mlocal

$$t_mlocal = \text{int}((t + \text{currentLocalOffset}) / (24 \times 60 \times 60)) \times 24 \times 60 \times 60$$

b) 在本地时间标尺下计算下一次每日纠偏时间 t_pdjamLocal

$$t_pdjamLocal = t_mlocal + (\text{userDailyJamTimeHH} \times 60 \times 60) + (\text{userDailyJamTimeMM} \times 60)$$

c) 在 PTP 标尺下计算下一次每日纠偏时间

$$\text{timeOfNextJam} = t_pdjamLocal - \text{currentLocalOffset}$$

d) 确保 timeOfNextJam 的值代表的是将来的时刻

If

$$t \geq \text{timeOfNextJam}$$

then

$$\text{timeOfNextJam} = \text{timeOfNextJam} + (24 \times 60 \times 60)$$

endif

如果在计划好的下一次每日纠偏事件发生前改变 currentLocalOffset 的值 (通过 timeOfNextJump 知晓), 则应对 timeOfNextJam 的值做出相等的调整, 以保证 timeOfNextJam 对应于计划纠偏的正确的本地时间。

当纠偏需在下次非连续性事件时刻 (按本地时间) 发生时 (例如, 为了与夏令时的调整保持一致), 应按如下公式计算 timeOfNextJam:

$$\text{timeOfNextJam} = \text{timeOfNextJump}$$

注: 在不使用每日纠偏的系统中实施一个单纠偏事件时, 上述规定同样适用。

附 录 B
(资料性)
各 PTP 类数据集成员属性值对比

表 B.1 各 PTP 类数据集成员属性值对比

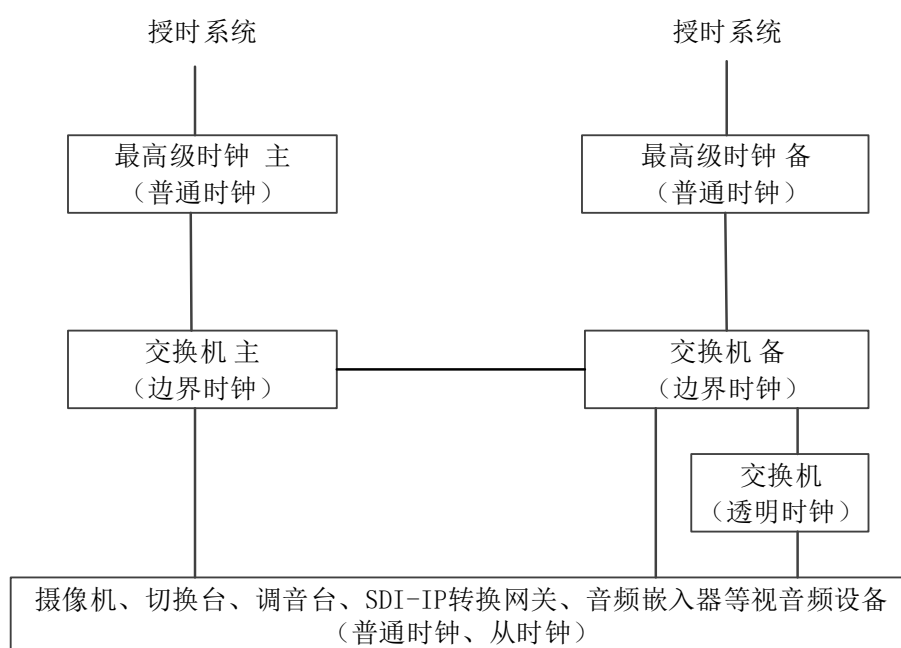
数据集成员	XXX类	25931类（延时请求响应测量机制）	304类
defaultDS.domainNumber	缺省初始化值：127， 可配置范围：0~127	缺省初始化值：0	缺省初始化值：0， 可配置范围：0~255
portDS.logAnnounceInterval	缺省初始化值：-2， 可配置范围：-3~1	缺省初始化值：1， 可配置范围：0~4	缺省初始化值：1， 可配置范围：0~4
portDS.logSyncInterval	缺省初始化值：-3， 可配置范围：-7~-1	缺省初始化值：0， 可配置范围：-1~1	缺省初始化值：-3， 可配置范围：-4~1
portDS.logMinDelayReqInterval	缺省初始化值=portDS.logSyncInterval， 允许取值范围：portDS.logSyncInterval ~ portDS.logSyncInterval+5	---	缺省初始化值：0， 可取值范围为-3~5或 portDS.logSyncInterval至 portDS.logSyncInterval+5，取两者之中 更严格的值。
portDS.logMinPDelayReqInterval	缺省初始化值portDS.logSyncInterval， 可配置范围：portDS.logSyncInterval~ portDS.logSyncInterval+5	缺省初始化值：0， 可配置范围：0~5	缺省初始化值：0， 可配置范围：0~5
portDS.announceReceiptTimeout	缺省初始化值：3， 可配置范围：2~10	缺省初始化值：3， 可配置范围：2~10	缺省初始化值：3， 可配置范围：2~10
defaultDS.priority1	缺省初始化值：128， 可配置范围：0~255	缺省初始化值：128	缺省初始化值：128

表 B.1 (续)

数据集成员	XXX类	25931类 (延时请求响应测量机制)	304类
defaultDS.clockClass	在GB/T 25931—2010表5基础上,增加了更多值以支持AES-11-2009时钟的物理特性	---	在GB/T 25931—2010表5基础上,增加了更多值以支持AES-11-2009时钟的物理特性
defaultDS.priority2	缺省初始化值: 128 可配置范围: 0~255	缺省初始化值: 128	缺省初始化值: 128
defaultDS.slaveOnly	普通时钟无法或无意进入主时钟状态时,则取值TRUE,其他情况取值FALSE。	如果该参数是可配置的,则缺省值应为FALSE	如果该参数是可配置的,则缺省值应为FALSE
transparentClockDefaultDS.primaryDomain	与defaultDS.domainNumber相等	缺省初始化值: 0	缺省初始化值: 0
τ	缺省初始化值: 1.0s	缺省初始化值: 1.0s	缺省初始化值: 1.0s

附 录 C
(资料性)
PTP 网络拓扑示例

图 C.1 给出了 PTP 网络拓扑的一种示例，其中，各级时钟的 PTP 可配置数据集成员属性值均符合本文件的要求。



图C.1 PTP网络拓扑的一种示例

参 考 文 献

- [1] GY/T 304—2016 高性能流化音频在IP网络上的互操作规范
- [2] IETF RFC 2365 Administratively Scoped IP Multicast
- [3] IETF RFC 4604 Using Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) and Multicast Listener Discovery Protocol Version 2 (MLDv2) for Source-Specific Multicast
- [4] IETF RFC 4607 Source-Specific Multicast for IP
- [5] IETF RFC 5771 IANA Guidelines for IPv4 Multicast Address Assignments
- [6] Recommendation ITU-R TF.460-6 (02/02), Standard-Frequency and Time-Signal Emissions