

4K 超高清电视播出系统技术策略探讨

刘 虹

甘肃省广播电视总台 甘肃省兰州市 730030

摘 要: 本文从 4 K 超高清电视的非压缩 IP 结构入手, 阐述了其在 4 K 高清播放中的优越性, 并对其在 4 K 电视中的传输进行了探索, 并提出了一种新的解决方案, 以期今后舟山市电视台的 4 K 高清节目制作提供参考。

关键词: 4K; 无压缩 IP; 网络分离

引言

随着电脑、网络技术的飞速发展, 广播电视技术也在飞速发展, 从标准清到高清, 4K 超高清和 8K 更是在大型活动、赛事直播中出现。在此期间, 4K 电视的制作已成为我国各大电视台的主要发展趋势。4K 电视转播与高标清转播在技术结构上存在着差异, 即传统的基带转播结构与非压缩 IP 转播方式的 IP 转播结构, 这两种技术都有各自的发展方向。

1 基带架构播出模式

过去, 我国已建成的高清晰度广播系统大多采用了基带广播方式。经过采集、非编制作的节目素材, 由广播服务器对 SDI 基带信号进行译码, 然后对其进行实时的标记、字幕的叠加, 然后将经过编码的 PGM 发送到用户终端。图 1 中显示了常规的基带体系结构。



图 1 传统基带架构播出系统结构图

以上的广播链路已进入一个稳定的、成熟的阶段, 以满足传统 HD/SD-SDI 的播放要求。但是, 在超高清技术的发展下, 4 K 信号的分辨率和码率达到 1080 P 以上, 而传统 SDI 的传输带宽和距离都存在一定的限制, 因此在早期采用 SQD 或 2 SI 四路传输模式, 将 4 K 信号分成 4 段进行广播。虽然也有采用 12G-SDI 技术建造的, 但是在大规模处理调度、长距离传输、高密度集成和成本控制等方面仍然有很多问题。

在这种情况下, 要不要利用压缩信号进行数据传输, 也有将 4 K 信号采用 TICO 之类的浅压缩技术, 利用一条电缆进行数据传输, 但是整个数据链的处理过程都要经过解码和编码, 多个过程会积累大量的延迟, 不能很好地适应实时生产。在此基础上, 尽管 4 K 摄像机、4 K 非编、4 K 播出服务器等相应的 4 K 摄像机、4 K 视频播放器等, 但还没有形成满足复杂场景实际业务需求的、具有合理性价比的解决方案。从而推动了对其他技术体系结构的研究。

2 无压缩 IP 播出模式

由于基带结构所遇到的传输瓶颈, 需要对广电技术的基础设施进行改造。非压缩 IP 技术的兼容性、IT 化、通用体系结构化等特

点, 为广播系统的发展提供了新的思路。无压缩 IP 是以高速网络为基础, 以与基带信号同样速率的方式在网络中传送数据。随着网络技术的不断发展, 25/100/400 G/s-1 端口的网络设备逐步得到了广泛的使用, 其成本效益得到了改善。

当前, 在构建 4 K 电视广播体系时, 采用的是不压缩 IP 的播放结构。在整个系统的设计中, 针对 IP 网络的特性, 着重于网络结构、网络协议、信号处理等方面进行了研究。

2.1 文件域、控制域、信号域网络分离

IP 的基础是网络, 在此, 我们所说的是信号域网。文件域和控制域网络是 4 K 广播系统中的一个关键环节。三种不同的网络具有不同的功能要求。采用独立的网络结构, 可以降低彼此间的交互作用, 增强系统的安全性, 而且结构清楚, 方便后期的维护。文件域、控制域和信号域网络是分开的, 见图 2。

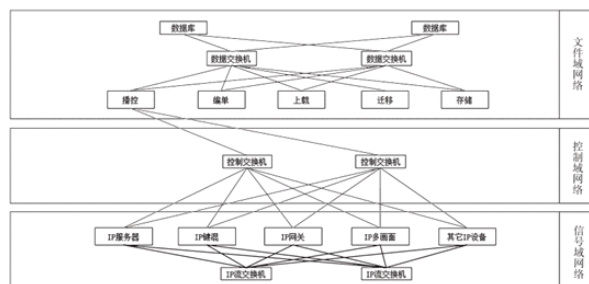


图 2 文件域、控制域、信号域网络分离结构

文件域网主要实现了系统内播控、文件转移、文件转移等业务间的数据交换和 FTP 文件传送, 主要是采用 TCP/IP 实现点对点的连接。在安全上, 考虑到主备冗余度, 可以采用主备交换机叠加+主机端口合并的方法构成主备备份; 或使用主备网路位址存取的独立的主备交换模式。在网络传送带宽上, 当前 4 K 广播中采用的 XAVCClass300 格式为 500 Mb.s-1 的编码速率文件, 可以在信道数量不多的条件下采用万兆网络进行传输。

控制域网的主要功能是实现播控机向周围设备发送的控制命令, 虽然数据很少, 但是要考虑到设备的控制界面。当前主流 IP 设备的控制界面大多采用千兆网络, 并对 NMOSIS-04/05 进行了支持。这与传统的基带设备采用的串口控制方式不同, 在 IP 系统的构建过程中很容易被忽视。信号域网络接入直播信号、硬盘播放信

号和处理阶段中的 4 K 非压缩 4 K 信号,采用 UDP (UDP) 发送和分配,每个信号的带宽都很大 ($12 \text{ Gb} \cdot \text{s}^{-1}$),具有高的准确率和严格的安全性。

因此,对于信号域网络设备,要求吞吐量高、交换延时小,需要支持大规模的多播,支持 PTP 时钟协议,以及具备流量监控能力等。

2.2 信号域网络组网及控制方式

信号域是三层 IP 网中的最高层次,是整个系统设计的关键所在。4 K 广播系统的信号域网一般选用 $25 \text{ Gb} \cdot \text{s}^{-1}$ 光纤网作为主要结构,从分离的角度考虑,将其与总控制调度系统网络分离,仅保留一个信号传输信道。如果考虑到未来大量使用 4 K 信道,那么就必须要使用 $100 \text{ Gb} \cdot \text{s}^{-1}$ 或者更高的带宽,在此不做讨论。

在组网上,为了保证信号的传输,主备 $25 \text{ Gb} \cdot \text{s}^{-1}$ 的网络交换机,与 SMPTE2022-7 冗余链路传输标准相适应,使得每个信号都能在主备用通路上进行传送。同时,所访问的设备还必须具有访问主、备用端口的能力。从信号处理的顺序逻辑上来说,这是一种串联的方法,信号域网络中的设备采用星形连接,每个处理装置都与开关相连,通过播控软件对信号处理逻辑进行了定义。在图 3 中显示了 IP 网络的星形连接。

在此体系结构中,当处理装置出现故障时,可以利用软件来控制下游装置,从交换器中获得更高一层的信号,从而达到广播的目的。该系统的设备支持 SMPTE2022-7 标准,可以通过双链路与交换机进行信号的发送与接收,从而确保链路的安全性。在信号转换的控制上,播放方案是使用 IGMP (Internet Group Management Protocol) 来实现的。

该播控器将命令传送给该信号接收装置,该控制装置将该信号所需接收的该多点广播组的信息(也就是,该多点广播数据流)经由 IGMP 协议(即,该多点广播数据流)被传送到该转接装置,由此完成了该信号的转换。同时,利用 IGMP 对网络中多播群组的成员进行定期的检查,以完成对网络中各组播组的数据采集和维护。当前主流 IP 设备采用 NMOSIS-04/05 实现播控机向被控设备发出指令的流程。

2.3 信号处理流程

随着 IP 硬件的日益丰富,IP 播放服务器与 IP 转换按键混合处理的体系结构已经逐渐成为 4 K 电视广播系统的主要结构。其特征在于,服务器与硬件外围在功能上实现了解码、播出、切换、键等功能的分离。它的逻辑链路也类似于传统的处理流程,见图 4。在这种结构下,IP 广播服务器仅保持其核心的文件解码能力,并拥有独立的资源,使其能够充分地保障网络的安全、稳定,并且符合传统广播服务器的设计思想。

同时,通过采用一般 IT 设备与软件相结合,可以降低 IP 广播服务器的计算资源压力。这种方法与 IP 技术的 IT、通用、微服务的技术路线相一致。运行上,可以根据一般的设备类型进行管理,

便于后期的维修。在一般 IT 结构的服务器上,也实现了不受压缩 IP 的流量整形,并利用网络接口进行大规模的业务转包,从而达到了 IP 的高质量传输。在处理信道上,IP 转换和键控装置分别在硬件中设定 AB 信道,以满足信号帧的精确转换要求。

A 通道用作键功能处理并输出 PGM 信号。B 通道用作预卷通道,负责提前从 IP 交换机上将待切换信号通过 IGMP 协议拉流接入,在 IP 流稳定接入后,设备再将信号切入 A 处理通道叠加台标字幕输出。AB 通道设计也使切换和键混功能更加稳定。切换键混设备可以自由选择前级独立的主、备 IP 播出服务器、垫片等信号,实现了交叉互备。此架构下可以方便地选择独立的字幕设备,字幕的制作在单独的软件中,与播出互不影响,并且支持更加复杂的台标、角标、字幕效果。

2.4 关于 PTP 和校时 IP 系统中的同步是通过高精度时间同步协议

(PTP)来完成。PTP 是保证信号域稳态工作的关键。准确的信号切换和主备网络的切换,都离不开 PTP。在 SDI over IP 的过程中,采用 IP 方式传送的视频和辅助数据包的发送、接收和重组,必须采用统一的时标。在 IP 网络中,为了实现视频数据的同步,还需要引入同步参考信号。在系统的设计上,要充分考虑到安全性,采用多路复用的北斗/GPS PTP 时钟装置,并将其分配给各接入装置。若将其用作全台 PTP 发行,则可考虑建立一个独立的 PTP 发行网路。学校时,PTP 为绝对时间,因此,网络时钟(NTP)可由 PTP 时钟装置生成,用于各种文件域的服务器和工作站校时。这种方法使得 PTP 和 NTP 是同源的,并且更为统一。

3 结语

本文通过对 4 K 超高清电视的技术战略的研究和讨论,希望能让有关技术人员意识到 IP 技术在电视播出体系中所带来的巨大变化,从而为今后舟山广播公司 4 K 高清节目的发展奠定基础。新技术对运维人员的技术储备和管理工作的管理过程提出了更高的要求,因此,运维人员必须提前完善相关的知识和技能体系,改变思维模式。

参考文献:

- [1]佚名.4K 超高清电视的未来发展趋势[J].声屏世界,2017(3): 69.
- [2]胡效锋.浅谈电视制播中 SDI 到 IP 的发展[J].广播与电视技术,2020(12): 96-99.
- [3]金剑,曹健,岳翔宇,等.南京广播电视集团基于无压缩 IP 流的视频全业务融媒平台研发与应用[J].电视工程,2017(4): 5-8.
- [4]KeröN, KernenT.Enhanced redundancy of ST2059-2 time transfer over ST2022-7 redundant networks[J].SMPTE Motion Imaging Journal, 2019, 128(6): 21-29.
- [5]钟辰.无压缩 4K 超高清 EFP 系统中 PTP 精确时钟同步技术解析[J].广播与电视技术,2020(6): 40-45.