 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i8.7025

Application of AoIP technology in intelligent monitoring system of wireless transmitting station

Wangniandong

Taizhou Radio and Television Station, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract

AoIP technology offers unique advantages in signal transmission and centralized processing, supporting the IT-oriented and intelligent evolution of broadcast monitoring. In 2021, Taizhou Radio and Television pioneered its application in retrofitting wireless transmitter monitoring systems, achieving real-time data collection, analysis, presentation, and emergency control as expected. The new system is simple, efficient, fully functional, stable, safe, and reliable, serving as a successful case for intelligent wireless transmitter monitoring. This article introduces Taizhou's AoIP-based intelligent broadcast monitoring system to provide technical reference for peers.

Keywords

AoIP technology; full coverage of data collection; full elements of data analysis; full routing of monitoring and surveillance

AoIP 技术在无线发射台（站）智能监控系统中的应用

王念东

泰州广播电视台，中国 · 江苏 泰州 225300

摘　要

AoIP技术在信号传输、集中处理等方面拥有独特的优势，这给广播监控走向IT化、智能化创造新的技术基础和发展空间。2021年，泰州广电在调研的基础上，率先启用AoIP技术对无线发射台监控系统进行改造，实现了实时数据采集、分析、呈现以及应急控制等预期功能。新系统简洁高效，功能齐备，运行平稳，安全可靠，是无线发射台（站）智能监控系统建设的成功案例。本文主要介绍泰州广电无线发射台基于AoIP技术的广播智能监控系统，以期为同行提供技术参考。

关键词

AoIP技术；数据采集全覆盖；数据分析全要素；监听监看全路由

1 AoIP 技术简介

AoIP （Audio over IP）是指数字音频信号通过 IP 网络进行传输的技术 [1]。从广义的角度来看，所有以 IP 方式进行传输的音频均能被称作 AoIP，如点播、流媒体音频、网络广播等。本文所阐述的 AoIP 有其特定含义，是一种非压缩、低延时的音频网络传输技术，基主要特征有：

1.1 高保真

AoIP 所指的广播级音频信号通常是全频带和低噪声的无压缩音频数据流，大部分采样率等于或高于 CD 的 44 100 Hz、16 bit，无损的压缩编码。

1.2 低延时

网络传递只需极短的数据包交付时间。典型 AoIP 网络总时延通常在 100μs~10ms，每个数据包的音频采样值为 6~192 个 / 通道。

1.3 严格同步

高质量流化音频运行的设备需要实现数字音频的时钟同步。这种时钟同步确保网络中的任何一台接收设备都能与其他的发送设备和接收设备同步，因此不会出现信号接收缓存溢出或清空现象 [2]。AoIP 网络同步机制的确立，在于引入了精确的时钟同步协议 --PTP（Precision Time Protocol），这是一个由 IEEE 制定和发布的国际标准，标准号是 IEEE1588。

1.4 兼容 IP 协议

基于三层 IP 协议设计的 AoIP 网络音频传输技术，建立在公开、统一、兼容、开放的标准技术之上。其利用传统的以太网实时传输高质量、低延时、多通道、无压缩、不失真的实时流化音频信号 [3]。在此基础上，AoIP 引入 QoS 机制进行流量控制，将时钟、音频数据以及其它数据标记上不同的优先级后在网络中传输，确保时间敏感数据优先通行。

2 AoIP 技术在泰州广电无线发射台的应用

2016 年，参照 AES67 标准，广电行业标准 GY/T 304-

【作者简介】王念东（1970–），男，中国江苏泰州人，助理工程师。

2016 正式发布；2019 年，参照 AES70-2015 协议，广电行业标准 GY/T 322-2019 颁布实施。两个广电行业标准的正式颁布，扫清了困扰已久的 AoIP 协议标准不统一问题。过去的 10 年间， AoIP 技术迅速发展。在官网的产品展示中，支持 AoIP 技术的产品已经多达几千款，几乎覆盖所有品类 [4]。在这样的技术背景下，泰州广电无线发射台的智能监控系统改造项目选择了 AoIP 技术体系。

在这一体系中，音频流的传输是通过 RTP（实时传输协议：Real-time Transport Protocol）来实现的，通过 RTP 流的单播和组播机制，可以将一个节点的 RTP 流送往另一个节点或组播到多个节点，而同一节点的 RTP 流可以来自不同的信源节点。这种音频分配方式是隐藏在局域网物理拓扑结构下的一种虚拟结构，物理意义上的网络线缆只是接入通道，管道内持续不断流动的音频流在各自的源和目标间组成了一张虚拟的网 -- 虚拟路由。

这种虚拟路由虽然看不见摸不着，却可以像传统矩阵一样完成路由切换，实现诸如手动切换、定时切换、策略切换等功能。也可以通过 AoIP 端口监听网络上的所有信号，这是以往监听矩阵无法实现的。这样的构架让无线发射台的监控系统顿时“鲜亮”起来。

2.1 利用 AoIP 技术实现数据采集全覆盖

早期的广播监测使用电平表头、幅度监测仪（彩条）等技术手段，此后又有利用声卡或 MADI 卡采集多路音频到 PC 电脑进行实时分析和显示的方案。这一方案往往需要布置大量的音频电缆来完成集中采集。再后来，网络化的广播监测监控系统出现：采用分布式架构，使用嵌入式终端，将音频信号在远端进行采集，然后经局域网回传，进行集中的分析和展示。这种构架下，信号在嵌入式终端要进行反复转换，使监测系统变得十分复杂，监测设备的不稳定和故障也会导致伪监测的发生，给正常的技术维护和运行保障带来更大的工作量。

AoIP 的出现改善了这种困境：既然大部分音频设备都有 AoIP 接口，那么直接通过这些接口采集相应的音频信号，就可省去大量插入采集设备和中间环节。系统能从每个 AoIP 设备中获取大量的音频原始信息，通过网络路由和设备路由的设定，几乎可以跟踪到所有 AoIP 接入设备的所有输入和输出信号。AoIP 是一种无损透传技术，用于监测的 AoIP 信号一般直接取自设备核心单元，没有进行任何的压缩处理和数据转化，消除了伪监测发生的可能。图 1 是泰州广电发射台信号监控流程图。

管理人员从图 1 中可获取到如下信息：一是传输链路异态：如出现故障，链路故障点处会有红色闪烁；二是信号异态：图中音频路由器前端、后端均有信号采集到监测平台，如有故障信号标识会改变颜色；三是设备异态：如果输入信号正常，输出信号失常，可以判定设备故障。在算法支持下，系统还能自动调度传输链路。以信号质量、设备质量、网络质量等元素为考量标准，系统的算法模型通过对动态传输元素的计算，自动划分出链路等级，自动调度最佳链路用于信号传输。为应对特殊情况的发生，系统还设计了断电直通、手动切换、跳线切换功能模块。

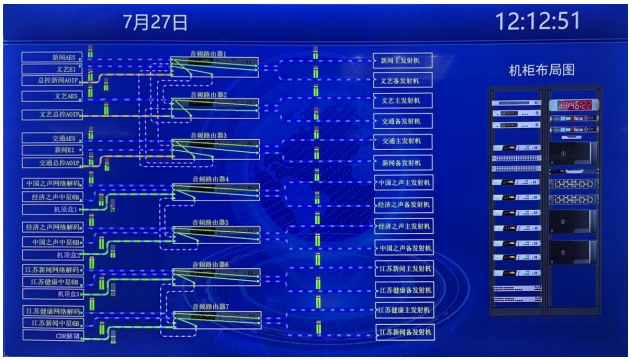


图 1 泰州广电无线发射台智能监控系统信号实时传输流程图

2.2 利用 AoIP 技术实现数据分析全要素

信号质量的实时监测分析直接关系到收听的音质和节目的效果，也是应对播出事故的关键措施，播出过程中的声音质量问题主要表现在以下几个方面：

信号中断：播出信号的中断、通常为静音或完全的噪音、杂音；

信号质量差：有信号，但质量欠佳，常见的现象有信号弱、削波、缺声道或声道失衡、立体声反相、混有杂音、响度不一致等；

内容不一致：最终播放的内容与起始信号源不一致，主要原因有非法插播、设备路由错误等。

传统的停播报警器、多通道音频幅度监测仪（彩条）判断信号异常的手段几乎都是基于电平分析的：先将原始音频信号处理成 VU 表、PPM 表、立体声相关表等慢速特征数据，然后在展现这些数据的同时，对其进行分析和判断。例如：当 VU 电平低于某阈值一定时间后就会触发停播报警，PPM 表的统计值高于某个阈值就会触发削波报警，声道相关性的统计值低于某个阈值就触发反相报警等。

这些做法有误判和伪监测的可能。例如：当停播表现为不规律的杂音时，电平表的变化不足以提供停播的证据，会出现漏报。而当声音信号经过分频、均衡、压限等处理后，信号的波形出现了畸变，电平的变化规律与原始信号电平变化已不成比例，很难据此判定其相似性。

AoIP 监测系统是能提供这类高级分析服务的智能化载体：

首先，AoIP 采集和传送的音频信号就是最原始的波形数据，没有经过任何有损压缩处理，可达到 48KHZ/24bit 的演播室质量，拥有全部的信息。其次，AoIP 分布式网络化的特征能够将位于不同地点、不同设备的音频信号汇聚到一起，进行集中的展示和分析，且系统容量足够大，同一信号还能被不同处理单元共享。



图 2 泰州广电无线发射台智能监控系统的空收信号和信源信号监测界面

图 2 空收信号来自 2 台收音头设备，信源信号来自音频路由器的前端，通过系统的数据可视频化算法，真实反映在监控系统中。值班员可以直观发现信号故障并判断故障原因。

2.3 通过 AoIP 技术实现监听监看全路由

监听监看子系统对监测系统来说是必不可少的，传统总控机房往往配置专用的监听切换器或监听矩阵，以供监听选择。所有的要被监听的设备均被连接到了监听切换器，如果某设备没有专门的监听输出端口，则需要插入音分去截取相关信号用于监听。这种方式的最大缺点是随着监听音源数的增加，系统变的越来越复杂，需要更多的连线和音分以及更大规模的监听切换器。且如果切换器故障，则全部监听功能“失聪”。

基于 AoIP 技术的无线发射台监控系统改变了这一状况：系统通过的虚拟路由，轻易获得了 AoIP 网内所有节点的输入信号，而且这些信号是无损的。在已组建的 AoIP 总控监测网内，只需要定义监听节点和监听输出通道即可，根本不需要配置专用的监听切换器，甚至连专用电缆都不需要添加。



图 3 泰州广电无线发射台智能监控系统监听频率选择界面

统一的监控平台为选择监听源提供了简洁可靠的操作界面。例如当需要对某个输出源进行监听时，传统方式需要两步操作，其分别作用于主矩阵和监听子系统，而在 AoIP 监控平台上用户只需一键操作，然后由系统在后台操控设备完成监听音源的切换。从图 3 中还可以看到监听模式支持手动选择、自动轮听、故障时自动切至故障点监听等。

高质量数据采集和全要素数据分析，让监听监看的范围更广，时效更高，预防和处理突发事件的能力也更强。泰州广电新系统的监听监看范围已延伸到发射机的输出端，事实上，泰州广电的监测的范围已覆盖整个传输链路，这对传统监听监看系统而言几乎是不可能完成的任务。

3 系统创新点及优势

基于 AoIP 技术的无线发射台智能监控系统投入使用以来，性能稳定，安全可靠，实现了广播音频系统调度播出、应急响应、监听监看等功能要求，为地级市无线发射台（站）监控系统的 IT 化、智能化建设提供了泰州样板：

（1）音频数据与监控数据能使用相同的媒介和传输路径，极大简化了系统，同时也促进了各子系统的相互融合；

（2）在现有的网络音频设备基础上直接构建基于 AoIP 的监控系统，消除了传统采集转换环节，同时实现了基于真实音频流的信号质量分析，从而有效降低了伪监测的风险；

（3）AoIP 监控系统的安全性得到提升。首先，监测网不会对核心设备如音频路由器、音频处理器等构成致命的影响。因为在这些设备内部，AoIP 接口基本上都是独立的。网络的拥塞甚至崩溃均止步于 AoIP 接口板，不会经机内的音频接口造成这些设备的死机或输出中断；其次，还有主备冗余、QoS 流量管理、分域路由、网络及软硬件的实时监测等一系列的网络安全措施来保障监测网的安全。

4 结语

近年来，广电 IP 化的历程与发展呈现标准化和 IT 两大趋势。“广播电视中心未来的发展将遵循‘从模拟到数字，再经由 IP 化，最终达到 IT 所代表的云化和智能化’的必由之路”[5]。在媒体走向融合发展的应用场景下，“Everything over ip”是未来，是方向。

参考文献

[1] 钱岳林 邓纶晖 AoIP原理与实践[M] 北京：中国传媒大学出版社，2020。

[2] 蒋莲杰 向楠 AoIP技术在广播系统中的设计与应用[J].科技与创新 2024（17）：177-179，182.

[3] 姜海 基于Dante协议的AoIP技术在互联网播出中的应用[J].广播电视信息2023（373）：74-76.

[4] 徐树昊 王刚 循序渐进推动AoIP技术在广播播控系统中的应用[J].广播电视信息2023（376）：66-68.

[5] 曾剑锋 AES67和ST2110标准的广播播控系统实践[J].西部广播电视2024（15）：187-191.