An Exploration of Intelligent Monitoring and Early Warning Technology for TV Broadcast Signal Faults

Junjie Dai

Huainan City News Media Center, Huainan, Anhui, 232000, China

Abstract

Television broadcast signals play a crucial role in ensuring program transmission quality, maintaining broadcast scheduling, and enhancing media public service capabilities. As broadcast modes—characterized by high-definition transmission, network-based delivery, and convergence—continue to evolve, the traditional monitoring approach, which relied solely on manual monitoring and point-based alarm systems, is no longer adequate for meeting the security and reliability requirements of complex broadcast link environments. Intelligent monitoring and early-warning technologies enable the collection of audio-visual metrics, transmission status data, equipment operational parameters, and service logs; by integrating data analytics, pattern recognition, and fault prediction methods, these technologies facilitate anomaly detection, risk assessment, and coordinated incident response. This paper examines various types of television broadcast signal faults, the technical architecture of intelligent monitoring systems, the application of early-warning models, and optimization strategies, with the aim of improving the operational stability of broadcast systems and enhancing fault response efficiency.

Keywords

television broadcast signal; intelligent monitoring; fault early warning; secure broadcasting; operation and maintenance management

电视播出信号故障智能监测预警技术探究

戴俊杰

淮南市新闻传媒中心，中国·安徽 淮南 232000

摘要

电视播出信号对于节目传输质量、播出秩序、媒体公共服务能力有着重要意义。随着高清化、网络化、融合化的播出模式持续推进，以往那种单纯依靠人工值守、单点告警的监测方式，已经无法契合复杂链路情况下的安全播出要求。智能监测预警技术能够采集音视频指标、传输状态、设备运行参数、业务日志，再结合数据分析、模式识别与故障预测等方法，达成异常发现、风险研判、联动处置。本文围绕电视播出信号故障类型、智能监测技术架构、预警模型应用、优化路径展开剖析，期望能够提高播出系统运行的稳定性、故障响应效率。

关键词

电视播出信号；智能监测；故障预警；安全播出；运维管理

1 引言

电视播出系统具备连续运行、链路较长、设备类型多样、实时性要求较高等特性，在任何一个环节当中，倘若出现信号中断、画面异常、声音失真或者传输抖动的情况，均有可能对节目正常播出造成影响。以往的监测工作大多依靠人工经验、固定阈值、事后排查，虽然能够发现比较明显的故障，然而却难以做到及时识别隐性风险。当下，云平台、IP化传输、融媒体播控、多终端分发正逐渐成为行业的常态，播出信号故障呈现出来源多样、变化迅速、关联复杂等特点。对智能监测预警技术展开研究，并非仅仅是技术方面的升级，而是保障安全播出、提高管理精细化程度的关键途径。

【作者简介】戴俊杰（1984-），男，中国安徽淮南人，本科，工程师，从事广播电视工程研究。

2 电视播出信号故障智能监测预警的现实基础

2.1 播出链路复杂化对监测提出更高要求

电视播出信号历经节目制作、播控调度、编码复用、传输分发直至终端接收，其间关联信源、播出服务器、切换矩阵、编码器、复用器、调制设备、传输网络、监看终端等诸多环节。链路愈长，故障产生之处愈多，单个设备的状态无法全面反映播出质量。特别是在IP化、云化、多平台同步分发的情形下，信号不仅于传统广电专网中流转，还可能借由互联网、专线、边缘节点进行传输，网络延迟、码流拥塞、丢包、同步异常等问题更易于叠加涌现。倘若依旧采用

分散监看的方式，值班人员只能被动接收告警，很难判定故障是源于源头问题、传输问题还是终端呈现问题。故而，智能监测预警需从单点检测转向全链路感知，从设备可用性监测延伸至业务质量监测。

2.2 故障类型多样化增加预警判断难度

电视播出信号故障并非仅仅呈现为完全中断的状态，其还能够以多种形式出现，诸如黑场、静帧、花屏、马赛克、音画不同步、声道缺失、音量突变、码率异常、时钟漂移、字幕错位等情况。其中一些故障持续的时长较短，然而却会对观众的观看体验产生显著影响，还有一些异常指标的波动幅度不大，可是却极有可能是重大故障的前期征兆。举例来说，当传输链路出现短时抖动的时候，画面或许在短时间内看起来是正常的，但是码流误码率、缓存状态、网络时延实际上已然发生了改变，设备风扇、温度、电源模块等运行参数出现异常，同样有可能在播出故障发生之前就形成风险信号。智能监测预警必须要综合考量多维数据，识别故障之间存在的关联关系，以此提高预警判断的准确程度。

2.3 安全播出要求推动监测方式转型

安全播出注重连续性、准确性、可控性，电视播出单位要在故障出现之前察觉到迹象，在故障发生之时迅速确定位置，在故障处理之后进行复盘改进。人工值守依旧具有重要性，然而仅仅依靠人员盯着屏幕、凭借经验进行判断，很难适应全天候、高密度、多频道的运行环境。智能监测预警技术的价值在于把播出运行数据转变为能够进行分析、可以追踪、能够预测的管理资源。系统能够自动收集信号质量、设备状态、网络性能、操作日志，形成实时监测图谱，并且通过异常识别给出风险等级。如此一来，既减轻了人工监看的压力，又让值班人员能够将精力集中在故障研判、应急切换、处置协调方面。监测方式从“发现问题”转变为“预判风险”，是电视播出技术管理精细化发展的必然需求。

3 电视播出信号智能监测预警的关键技术构成

3.1 多源数据采集与统一感知技术

智能监测预警得以进行的根基在于数据采集工作。电视播出系统里的数据来源分布得比较零散，其中涵盖了像音频响度、视频亮度、色度、清晰度、码率、误码率、丢包率这类信号指标，还有设备温度、电源状态、CPU负载、存储空间、接口状态、网络带宽等运行参数，另外也有播出单、切换记录、操作日志、告警日志等管理数据。借助探针部署、接口采集、日志解析、协议适配等方式，能够将不同系统的数据接入到同一个平台之中。统一感知并非仅仅是对数据进行简单的堆积，而是依据频道、节目、链路、设备、时段来建立数据之间的关联，从而让监测对象从单个孤立的设备转变为一个完整的业务单元。当某一个频道出现异常状况的时候，系统能够同时呈现出前端信源、编码输出、网络传输、终端监看的状态，以此为故障定位提供相应的依据。

3.2 音视频内容异常识别技术

音视频内容异常识别属于智能监测里非常重要的一个环节。在视频这一方面，系统能够借助图像帧分析来识别诸如黑场、蓝屏、静帧、花屏、画面冻结、亮度异常、图像遮挡等一系列问题。而在音频方面，系统可以检测出静音、爆音、声道反相、音量过低、响度突变、音画不同步这类异常情况。相较于传统的阈值检测，智能识别更侧重于动态判断这一点。就比如说，同样是呈现低亮度画面，正常节目内容当中的夜景是不应该被误判成黑场的。同样的道理，同样是短时静音，节目剧情当中所需的静音与播出故障导致的静音也应该能够被区分开来。经过样本训练、特征提取、上下文分析后，系统能够依据节目类型、持续时间、历史状态、多路信号比对来进行判定，以此减少误报和漏报的情况发生。内容识别技术越是成熟，监测结果就会越发接近真实的收视体验。

3.3 故障关联分析与智能预警模型

故障预警不能仅局限于单项指标超限的情况，还需要借助关联分析来判断风险的演变趋势。智能预警模型一般要运用历史故障记录、运行指标曲线、设备维护数据、实时监测信息等，分析正常状态和异常状态之间的不同之处。要是系统察觉到码率出现波动、误码率有所升高、设备温度持续上涨、网络时延不断扩大等现象同时出现，那么就能提前判定链路存在不稳定的风险，并向值班人员推送预警信息。模型还能够按照故障影响范围、持续时间、频道重要程度、应急资源状态来划分预警等级。对于高风险事件，系统会自动关联应急预案，提示备用信源、备份链路或者人工确认流程。预警模型的价值在于将分散的告警转变为风险判断，防止值班人员在大量信息中进行被动筛选。

4 智能监测预警系统在播出运维中的应用路径

4.1 构建全链路可视化监测平台

全链路可视化平台可以将播出信号自源端至分发端的状态进行集中呈现，让运维人员能够直观地了解各节点之间的运行关系。该平台界面能够依据频道维度展示信号的流向、链路的状态、告警的位置、风险等级，还能够按照设备维度查看负载情况、温度状况、端口状态、连接状态。对于播出值班工作来讲，

可视化不只是界面的优化，还是提高处置效率的关键支撑。当故障出现时，值班人员无需对每一台设备逐一进行排查，而是借助平台所提供的异常节点、时间线、关联指标迅速缩小排查范围。平台还能够留存故障过程数据，用以事后复盘，分析故障出现之前的指标变化、处置过程中的响应时间，进而为后续的优化工作提供相应依据。

4.2 完善分级预警与联动处置机制

智能预警系统需摒弃“一响即报”这样的粗放模式，而是要依据故障的严重程度建立分级机制。当出现轻微波动时，可将其当作提示信息予以记录，以此提醒值班人员留意相关趋势，要是出现持续异常，便会触发一般告警，促使值班人员进行人工核查，倘若涉及信号中断、主备链路异常或者重要频道播出风险，那么就应升级为高等级预警，并且联动短信、电话、值班大屏、应急指挥平台一同进行处置。联动处置还得与播出预案相互结合，明确不同故障所对应的责任岗位、处置步骤、反馈要求。系统推送的内容不应仅仅是“某项指标异常”，而应当涵盖异常位置、可能导致异常的原因、影响范围、建议的操作方式。如此一来，既能够提高处置的规范性，与此同时也能够减少新值班人员由于经验欠缺而造成的判断偏差。

4.3 推进历史数据积累与模型持续优化

智能监测预警的效果会依靠长期的数据积累。播出系统运行的时间越长久，所积累的正常样本、异常样本、处置记录就会越丰富，如此一来模型判断就更具备依据。运维部门能够把每次故障发生的具体时间、异常的表现情况、影响的范围大小、原因的分析结果、处置的措施、恢复的时间都纳入数据库，同时还要对误报、漏报的情况作出标注。通过不断校正阈值、优化识别算法并且完善故障知识库，系统能够逐渐建立符合本单位播出特征的预警能力。不同电视台的频道数量有差别、设备配置不一样、传输方式存在不同、节目类型也各有差异，没办法简单地套用统一模型。唯有把通用技术同本地化数据结合起来，智能监测预警才可以切实服务于实际的播出运维工作。

5 电视播出信号智能监测预警技术的优化策略

5.1 加强系统标准化与兼容性建设

电视播出系统常常是由来自不同厂商、处于不同年代且遵循不同协议的设备所构成。要是接口标准不能达成统一，那么智能监测平台在全面采集数据方面就会面临困难。要想对智能预警技术予以优化，系统兼容性、标准化建设就应当得到重视。在进行新设备采购、进行系统改造、推进平台升级的进程中，数据接口、日志格式、监测协议、告警字段的要求都应当予以明确，以此来减少信息孤岛的出现。对于存量设备而言，能够借助协议转换、数据网关、中间件等方式来达成接入。标准化并非意味着所有设备完全一样，而是要让不同系统可以依照统一规则去交换关键数据。只有数据保持完整、格式清晰且时间一致，后续的分析、预警才会拥有可靠的基础。

5.2 提升预警准确性与实用性

智能预警系统的关键评价准则并非技术概念是否先进，而是其在实际播出过程中，能不能精准、及时且高效地协助人员处理问题。要是系统频繁出现误报情况，值班人员便容易产生疲劳感，要是预警信息太过笼统，又很难起到指导操作的作用。所以，技术优化应当围绕准确性、实用性来进行。系统要依据频道重要程度、节目播出时段、历史波动范围还有设备运行状态，对告警策略实施动态调整。

5.3 完善人机协同与运维管理闭环

智能监测预警无法完全取代人工决策。播出安全责任重大，关键切换、节目调整、重大故障处置都需要人员进行确认。比较合理的模式为人机协同，系统负责全天监测、异常识别、风险提示、数据留痕，人员负责综合研判、应急处置、责任协调。运维管理也应建立闭环机制，实现告警有确认、处置有记录、结果有反馈、问题有整改。对于重复出现的故障，要从设备维护、网络质量、操作规范、系统配置等方面探寻深层原因，不能仅满足于恢复信号。借助技术平台与管理制度相结合，智能监测预警才能从“工具应用”转变为“运行保障模式”。

6 结语

电视播出信号故障智能监测预警技术，对于增强安全播出能力、提高运维管理水平而言，具备非常关键的支持作用。在链路状况繁杂、故障具有一定隐蔽性且业务连续性要求不断提高的现实状况下，播出单位需要把多源数据采集当作基础，把音视频异常识别、故障关联分析作为核心要点，进而建立起全链路、具有可视化特点、实施分级化管理的监测预警模式。

参考文献

[1] 曾祥燕.广播电视信号监测系统的智能化构建与运维实践[J].网络视听,2026,(7):80-82.

[2] 郑科鹏.基于图像比对的电视播出信号监测系统[D].西北大学,2015.

[3] 吴孝彪.分布式有线电视信号监测系统网络结构设计[J].广播与电视技术,2011,38(2):128-130+15.

[4] 陈洁.数字电视发射机功率放大器故障及维修策略[J].中国宽带,2026,22(4):142-144.