 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i7.11408

Typical Fault Causes, Troubleshooting, Routine O&M, and Refined O&M Countermeasures for Medium-Wave Transmitters (PDM, DAM All-Solid-State)

Yiliyasi·Mamaitijiahepu

Program Transmission Center of the Xinjiang Uygur Autonomous Region Radio and Television Bureau, Station No.2073, Wuqia, Xinjiang, 845450, China

Abstract

All-solid-state medium-wave transmitters, characterized by stable operation, excellent electroacoustic performance, and controllable energy consumption, have become the main broadcasting equipment at medium-wave relay stations at all levels.PDM (Pulse Duration Modulation) and DAM (Digital Amplitude Modulation) transmitter types are the most widely used.Based on years of operation and maintenance experience at grassroots stations, this paper reviews the operational characteristics of both types, analyzes the core causes of typical faults by category, summarizes standardized troubleshooting procedures and practical methods, and proposes refined O&M management countermeasures addressing the deficiencies of conventional routine O&M.

Keywords

all-solid-state medium-wave transmitter; PDM; DAM; fault troubleshooting; routine O&M; refined O&M

中波发射机（PDM、DAM 全固态）典型故障成因以及排查、日常运维、精细化运维对策

依力亚斯·马麦提加合普

新疆维吾尔自治区广播电视局节目传输中心 2073 台，中国·新疆 乌恰 845450

摘　要

全固态中波发射机以运行稳定、电声指标好、能耗可控等特点，已成为各级中波转播台的主力播出设备，PDM脉冲调幅和DAM数字调幅两种机型使用最为普遍。本文基于基层台站多年运维经验，对两类机型的运行特性进行梳理，分类剖析典型故障的核心成因，总结标准化排查流程与实操方法，并针对传统日常运维中的不足，提出精细化运维管理对策。

关键词

全固态中波发射机；PDM；DAM；故障排查；日常运维；精细化运维

1 引言

中波广播覆盖范围广、穿透力强、接收门槛低，在应急广播、基层宣传和乡村公共文化服务中的作用至今无法替代。近些年随着固态化和数字化改造推进，电子管发射机已基本退出一线，PDM 脉冲调幅和 DAM 数字调幅全固态发射机成了国内中波台站的当家机型。搞清楚这两类设备的故障规律和运维方法，对保障安全播出有实际意义。

2 PDM 与 DAM 全固态中波发射机运行特性

2.1 PDM 脉冲调幅全固态发射机特性

PDM 发射机属于模拟调幅设备，工作原理是用脉冲宽度调制把音频信号变成脉宽变化信号，经功率放大和滤波匹配后完成中波发射。整机分为音频调制、射频振荡、功率放大、电源供电和保护检测五个模块，电路结构相对简单，维修门槛不高，能耗也低，电声线性度表现不错，在 1 千瓦和 10 千瓦中小功率播出场景中用得很多。[1]

从实际运行情况看，PDM 发射机模拟电路占比大，分立元器件数量多，对环境温湿度和电网质量比较敏感。保护机制主要是过流过压过热和驻波比异常这几项基础保护，自检功能比较简单，故障大多是显性的，用仪表量一量、顺着电路查一查就能找到问题。但隐性老化故障不好提前发现，跑久了容易出现调制失真和功率漂移这类慢慢加重的毛病。

2.2 DAM 数字调幅全固态发射机特性

DAM 发射机是数字化升级后的主流机型，不再用模拟调制，改用数字编码、数字调幅加功率合成的方案，把音频数字信号和射频载波做数字化融合，靠多组功放模块功率合成输出信号。设备由数字音频处理、射频激励、功率合成、智能检测保护和人机交互控制系统几部分组成，集成化程度

明显高于 PDM，电声指标和抗干扰能力都更好。

DAM 发射机的核心特点是模块化、数字化和智能化，整机集成度高、分立电路少，有比较完善的故障自检、故障记忆和参数溯源功能，能实时监测各模块运行参数。不过这类设备对运行环境、供电质量和信号传输稳定性要求很高，数字芯片和集成模块对潮湿、粉尘、电磁干扰比较敏感，故障多出在模块失效、数字信号异常和检测电路误报警上，排查难度比 PDM 要大。

3 两类发射机典型故障及成因分析

根据基层台站的运维统计，PDM 和 DAM 全固态中波发射机的故障大体可归为电源类、功率输出类、调制信号类、检测保护类和环境诱发类五种。两类机型因为技术架构和电路设计不同，故障高发点和根本原因有明显差异，下面分别来讲。

3.1 PDM 全固态发射机典型故障及成因

3.1.1 电源系统故障

电源系统是 PDM 发射机故障最多的模块，常见表现是开不了机、开机后功率猛掉、电源指示灯不对、运行中自动断电重启。原因主要有三个方面。一是电网波动，中波台站大多在郊区甚至野外，电压不稳、浪涌和零线漂移的问题很常见，长期冲击下来整流桥、滤波电容和稳压模块容易老化击穿。[2] 二是元器件自然老化，设备长年不停地跑，电解电容容量衰减、漏液鼓包，熔断器和接触器触点氧化烧蚀，供电接触就不良了。三是清洁不到位，电源模块上灰积得多了影响散热，模块过热保护就会动作，功率输出跟着出问题。

3.1.2 调制与音频失真故障

这类故障的典型表现是播出声音发沙、失真、杂音变大，没有外部音频输入时底噪明显，满功率运行时失真度超标。原因主要出在调制电路和音频通路上。脉冲调制电路里的电阻电容参数会随温湿度变化而漂移，调制精度下降，音频还原就失真了。音频输入接口和线路接触不良也是常见原因，插接件针脚氧化松动后信号传输损耗加大，干扰也跟着叠上来。还有就是功放管性能衰减，功率放大单元的 MOS 管长期在高温下工作，放大倍数下降，信号放大后失真，达不到标准调制参数的要求。

3.1.3 射频输出与驻波比异常故障

表现为发射功率不稳、驻波比报警、轻载运行、频繁触发驻波保护停机。天线馈线系统出问题是主要原因，馈线长年风吹日晒会老化破损，接头进水氧化后天线阻抗匹配就失衡了，射频信号反射严重。发射机输出网络失调也会导致这个问题，滤波网络和匹配网络里的元器件老化后参数偏移，输出阻抗和天线阻抗对不上。另外设备长期低功率运行，电路工作点会偏移，再加上环境干扰，驻波比参数就容易异常波动。[3]

3.2 DAM 全固态发射机典型故障及成因

3.2.1 数字信号处理故障

DAM 发射机的数字化架构决定了数字信号故障是它特有的高发问题，表现为信号中断、调制失效、播出无声、屏幕显示信号解码异常。数字音频板和编码板芯片老化是主要原因，长期运行后编码解码精度下降，信号丢包和失真就来了。时钟电路异常也很常见，晶振老化偏移后数字信号时序错乱，调幅运算做不了。机房电磁环境复杂，数字排线屏蔽失效的话外界电磁干扰会导致数字信号传输出错，调制功能就失效了。

3.2.2 功放模块失效故障

DAM 发射机用的是多模块功率合成，功放模块是最容易出问题的部件。故障表现为整机功率下降、单模块无输出、模块报警、功率合成失衡。散热不良是首要原因，功放模块功率密度高，散热风扇积尘卡顿、散热片堵了之后模块高温过载，内部场效应管和芯片就会击穿。推动信号异常也会连带烧模块，射频推动变压器和双向二极管损坏后推动信号的电平和相位都偏移，功放模块工作异常，长期失衡运行最终烧毁。还有就是模块老化加上过载，长期满负荷运行再碰上瞬时电压冲击，经常出现同一个位置的模块连续损坏。

3.2.3 智能检测与保护误报故障

DAM 发射机的智能检测系统精度高、敏感度也高，特别容易误报警和误停机。表现是硬件上看不出明显问题，但过温、过流、驻波比异常保护频繁触发。检测电路元器件精度衰减是一个原因，采样电阻和检测电容老化后采样数据有偏差，系统就误判设备异常。传感器故障也不少见，温度传感器和驻波比传感器积尘受潮后检测数据失真，触发虚假保护。[4] 还有系统程序层面的问题，长期运行导致控制系统缓存堆积、程序紊乱，偶发性误报警就出现了。

4 典型故障标准化排查流程与实操方法

排查故障要遵循先外后内、先简后繁、先共性后个性、先软件后硬件的原则，下面按这个思路把排查流程理清楚。

4.1 通用故障排查基础流程

故障出来之后先从外部查起，不用拆设备就能排除不少基础性问题。先看机房环境，测测温湿度和通风状况，把设备表面的灰清理掉，看看有没有潮湿高温和电磁干扰。再查供电系统，量一下输入电压和稳压参数，排除市电波动、插座接触不良和线路老化。然后对一下设备运行参数，跟历史正常数据比一比，看看功率、驻波比、电流、温度这些实时数据有没有异常波动，初步判断哪个模块有问题。最后排查外部链路，看看音频输入线路、天线馈线和各接头有没有问题。

外部排查完了再进设备内部，结合自检信息和故障指示灯状态有针对性地拆检。先查高频故障模块再查辅助电

路，用仪表测量、模块替换、信号测试这些手段精准定位故障点，别盲目拆造成二次损坏。

4.2 PDM 发射机专项故障排查

PDM 发射机模拟电路故障多，排查主要靠仪表检测和电路实测。电源故障就用万用表分段量整流模块、滤波电容和稳压电路的输出电压，查熔断器和接触器通断，重点看电容有没有漏液、触点有没有烧蚀、线路有没有虚焊。功率和驻波故障用驻波比测试仪测天线和馈线阻抗，跟设备额定参数对比，排查输出匹配网络元器件状态，必要时调整阻抗匹配参数。音频失真故障就输入标准音频测试信号，一段一段检测音频通路和调制电路的输出波形，找到参数漂移和信号损耗的位置，换掉老化的电阻电容和失效的功放管。

5 设备日常常规运维实施策略

日常运维是减少故障最根本的办法，目标就是把环境、操作和养护不当引起的基础性故障消除掉，让设备运行状态保持稳定。

5.1 机房环境常态化管控

机房温度要稳定在 18 到 26 摄氏度，相对湿度控制在 40% 到 70%，高温会加速老化、潮湿会导致氧化。每天定时检查空调、除湿机和通风设备的运行状态，及时清理通风口和设备散热通道的灰。每周对机房地面、设备表面和馈线接头做一次除尘，灰积多了既影响散热又影响电路导通。雷雨季节提前关好机房门窗，检查接地和防雷装置，降低雷电干扰和雷击故障风险。机房里不要堆干扰性的电气设备，保持电磁环境稳定。

5.2 设备日常巡检与参数监测

建立每日每周每月三级巡检制度。每天开机前查电源、线路和接口连接状态，开机后实时监测发射功率、载波频率、驻波比、工作电流和机箱温度这些核心参数，记下运行数据跟历史数据对比看有没有异常波动。每周做一次设备全面外观检查，清风扇和散热片上的灰，紧固松动的接线端子和插接件，检查馈线接头密封情况。每月做一次空载和满载试运行测试，检测调制性能和音频指标，排查隐性隐患。

5.3 规范操作与备品备件管理

统一操作规范，杜绝人为故障。严格按先开机房设备后开发射机、先关发射机后关机房设备的流程来，不许带故障强行运行、不许随便调系统参数、不许带电插拔模块线路。定期组织运维人员做实操培训，让大家熟练掌握故障应急处置和参数调整方法。

备品备件要分类管理，按机型储备功放模块、电源模块、熔断器、传感器、数字芯片这些易损配件，定期检查备件完好状态和有效期，过期损坏的不能用。备件使用要登记，更换和消耗全程可溯源，保证故障时能快速拿到备件。

6 结论

PDM 和 DAM 全固态中波发射机的稳定运行是中波广播安全播出的根本保障。本文梳理了两类机型的典型故障成因和标准化排查流程，提出了日常常规运维兜底加精细化运维提质的双层运维思路。通过机房环境管控、常态化巡检养护和规范操作管理来夯实运行基础，通过差异化机型运维、数据化隐患预判、故障闭环复盘和人员能力升级来实现精细化提升。这套体系贴合基层中波台站的实际情况，能有效排查各类典型故障，降低停机率，减少播出事故，对同类台站的设备运维有参考价值。

参考文献

[1] 包丽华.中波广播设备的故障维修及维护措施探析[J].中国宽带,2026,22 (6):163-165.

[2] 于阳.中波发射机三频共塔开机故障分析与解决[J].广播电视信息,2026,33 (5):55-59.

[3] 曾卓.中波广播发射机射频系统常见故障特征提取与检修[J].广播电视信息,2026,33 (5):100-102.

[4] 倪俊.中波同频三发射机自动化系统设计与实施[J].广播与电视技术,2026,53 (4):86-90.