

发射台 DX-200 发射机 A/D 转换板检修维护

张 瑜

(河南广播电视台 104 台, 河南 郑州 450000)

摘 要 数字化调幅发射机是一种运用数字化进行调幅广播的全新中波发射机, 传统的模拟调制通过 DAM 技术, 转变为数字调制, 具有其整机效率高、音质优、可靠性高、运行费用低等突出优点。A/D 转换板是 DAM 发射机进行数字化调幅的重要组成之一, 射频封锁故障通常伴随 A/D 转换板转换出错故障出现, 造成发射机无法正常工作。本文对 DX200 发射机在运行中常见的 A/D 转换板在使用过程中出现的转换出错故障进行分析, 并介绍了如何进行故障判断和故障处理, 以期为相关人员提供参考。

关键词 DX-200; A/D 转换出错; 故障处理; 检修维护

中图分类号: TN93

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0121-03

1 研究背景

中波广播作为曾经的主流媒体广播方式, 有着辉煌的历史^[1], 但是在我国多种媒体高速发展的今天显得有些落寞。作为最大的省级中波台站, 我们至今仅开展着原有的中波广播覆盖任务。中波广播作为宣传阵地的一分子将长期存在, 但是在全国开展扎实推进媒体深度融合的大背景下^[2], 如何适应新时代发展是中波广播电台目前的首要任务。作为技术人员, 更要在实际工作中熟悉设备图纸和检修维护。我台目前使用的是两台哈里斯的 200 kW 的 DAM 发射机。数字化调幅发射机是一种运用数字化进行调幅广播的全新中波发射机。传统的模拟调制通过 DAM 技术, 实现了转变为数字调制, 具有其整机效率高、音质优、可靠性高、运行费用低等突出优点。A/D 转换板在 DAM 发射机中扮演着关键角色, 负责将模拟信号转换为数字信号以进行调幅处理^[3]。如果该板出现转换错误, 通常会导致射频封锁, 影响发射机的正常运行。为了确保安全有效地进行广播, 必须迅速识别并解决 A/D 转换板的故障。本文深入探讨了 A/D 转换板在转换过程中可能遇到的故障问题, 并提供了故障诊断和解决的方法。通过这些分析和介绍, 旨在可以帮助维护人员更有效地处理 A/D 转换板的故障, 确保发射机能够顺利地完广播任务。

2 音频信号的 A/D 转换

模数转换器板 (A/D 转换板) 的主要功能是将来自模拟输入板的 (音频 + 直流) 信号转换为数字形式^[4]。经过这一转换, 数字音频信号将被送入调制编码器, 该编码器负责确定在特定时刻需要激活的射频放大器的数量。A/D 转换器板上集成了多种电路, 包括执行转

换任务的电路、处理转换过程中可能出现的故障的逻辑电路, 以及防止数据丢失的数据锁定电路。此外, 板上的一些特定电路还负责生成同步信号, 这些信号用于同步功放单元的其他部分的操作, 以及重建音频信号, 以供系统进一步处理和使用。

2.1 射频通路

首先来自驱动编码器板上的 A/D 取样脉冲信号接入一个缓冲放大器的输入端。功放单元载波频率的一半设定为该缓冲放大器的输出频率, 同时将 A/D 取样脉冲信号送入载波检波器、A/D 可编程阵列逻辑电路 (PAL), 并为下一步处理做好准备。在没有检测到射频信号的情况下, 载波检波器会发送一个故障指示信号接入 A/D PAL。这样的设计确保了系统能够及时发现并响应可能影响正常运行的问题。

2.2 (音频 + 直流) 通路

来自模拟输入板的 (音频 + 直流) 信号在送至 A/D 转换器之前, 需要经过一个缓冲放大器的稳定处理和放大。该信号的取样频率由功放单元的工作频率确定, 取样时间为 2 毫秒, 并由一个高速的 A/D 转换器转换为一个 12 位的数字音频信号。此外, (音频 + 直流) 信号也会被引导至另一个缓冲放大器, 其输出信号被称为 A/D 输入。这个信号随后被送入用于测试和监控的控制电表电路中。

2.3 A/D 转换器

A/D PAL、A/D 转换器这两个组件是配合工作的。瞬时 (音频 + 直流) 信号来源于缓冲器, 它在接收到来自 A/D PAL 发出的“编码开始”指令后, 会被转换成一个 12 位的数字字节。A/D 转换器完成模数转换后,

向 A/D PAL 发出一个“数据就位”信号，表明转换已经完成。此时，A/D 转换器的 B1 至 B12 输出端出现转换后的 12 位数字信号。

A/D 转换器的模拟输入信号，即（音频 + 直流）信号，源自模拟输入板，并通过 J4-3 和 J4-5 端点输入。该信号中的直流分量是关键因素，它决定了需要激活的大台阶射频放大器的数量，进而影响功放单元在未经调制时的输出功率（例如，在 200 kW 的输出功率下，通常会有 102 个大台阶射频放大器被激活）。尽管板子输入端的模拟信号电平较高，但经过一个增益小于 1 的反相器处理后，信号电平依然适宜 A/D 转换器的要求。在反相器 U1 的输入端（通过 R5 的 2 脚），一个微小的“大台阶同步”信号与输入信号叠加。当一个新的大台阶射频放大器被激活，这个微小的同步信号会使 A/D 转换器的输入电平略微升高，确保 A/D 转换器不会退回到前一个大台阶。相反，当一个大台阶射频放大器被关闭，一个负向的大台阶同步信号会导致 A/D 转换器的输出电平下降，足以防止 A/D 转换器退回到上一个大台阶。

功放单元配备了一款高速 12 位模数转换器，其设计用于处理 0 至 +5 V 范围内的模拟输入电压。在这个转换器中，0 伏特的模拟输入被转换成数字输出代码“0000 0000 0000”，而 +5 V 的模拟输入则对应数字输出代码“1111 1111 1111”。该 A/D 转换器具备两个输入端，其中 22 脚用于接收模拟信号，而 18 脚则用于接收逻辑电平的开始转换脉冲。当这个开始转换脉冲触发时，它将启动 TTL 逻辑电平的转换过程。

在 TP2 端点，编码开始脉冲在保持高电平状态 840 纳秒后，会回落至低电平。而在 TP3 端点，数据就绪脉冲在大多数时间里保持高电平状态，但在编码开始信号触发 528 纳秒后，会短暂地变为低电平。这个数据就绪脉冲在低电平状态会持续大约 140 纳秒。在 TP13 端点，负载输出信号通常维持在低电平，然而在编码开始信号出现后大约 624 纳秒，负载输出会变为高电平并保持这个状态 140 纳秒。12 条 TTL 电平输出线分布在 U3 芯片的脚 1 至 8 和脚 37 至 40 上。其中，脚 37 代表最低的二进制位，而脚 8 代表最高的二进制位。脚 9 则是数据就绪的 TTL 逻辑输出端。

2.4 锁存器和缓冲器

经过 A/D PAL 处理的 12 位数字信号，会在 A/D PAL 发出的“负载输出”信号的控制下，被传送到一个栓锁器中。该栓锁器的作用是在每次数据转换完成后，将数据存储起来，并一直保持这个状态直到下一次转

换开始。随后，这 12 条数据线路会被送入一个缓冲器，并分配到各个调制编码器上，以供它们使用这些数据进行后续的处理和调制工作。

数据锁存器的作用是在 A/D 转换器准备进行下一次采样期间，临时保存已经数字化的音频数据。一旦新的采样完成，来自时间滤波器 PAL 的负载输出信号就会提供一个时钟信号给数据锁存器，以便锁存新的数字音频数据。在这一过程中，U6 负责存储数据的最高 6 位，而 U7 则负责存储最低的 6 位。数据锁存器的第 1 脚接收一个逻辑低电平信号，用于清除锁存器中的数据，使得所有输出端输出低电平。只要清除脉冲输入保持低电平，输出端就会维持低电压状态，不论数据输入或时钟信号的状态如何。通常情况下，清除脉冲输入端保持高电平，仅在转换时间出现故障时，该电平才会变为低电平。数据锁存器接收的时钟信号是负载输出脉冲，该脉冲的上升沿触发时钟输入，导致锁存器的输出锁定为那一刻的状态。在接收到下一个时钟信号或清除脉冲输入变为低电平之前，锁存器的输出将保持不变，从而稳定地保存数据。

缓冲器的作用是提供数据输出，以便为调幅编码器板供电，并将其输出连接到板上的各个输入端口。U8 和 U9 这两个十六位缓冲器各自由 8 个独立的部分组成。当缓冲器接收到高电平信号时，它会在其输出端同样输出高电平；相应地，当输入端接收到低电平信号（逻辑 0）时，输出端也会输出低电平。

2.5 A/D PAL

A/D PAL 负责接收来自除法器的 A/D 取样信号，并向 A/D 转换器发送“编码开始”信号以启动转换过程。一旦 A/D 转换器完成了模拟信号到数字信号的转换，它会向 A/D PAL 返回一个“数据就绪”信号。同时，A/D PAL 输出一个“输出”信号，该信号触发 12 位数字字节的传输至栓锁器。此外，A/D PAL 发出的“数据读取脉冲”信号在经过一个反相器处理后，被送至各个调制编码器，以确保当前的 12 位数字字节被正确栓锁。A/D PAL 还负责监控整个转换过程的时间顺序，如果检测到载波丢失或电源故障，它将发出相应的封锁信号或转换错误信号，并可能停止发送“编码开始”信号，以确保系统的正常运行和安全。

2.6 A/D (D/A) 转换器的输出

数字信号的全 12 位字节被送入一个 D/A 转换器中，该转换器负责将数字信号还原为模拟信号。经过一个滤波器处理以恢复信号质量后，输出的模拟信号即为原始的（音频 + 直流）信号。这个恢复的模拟信号经

过缓冲处理，随后被发送至控制电压表上的标记为 A/D 输出的位置，该位置主要用于故障诊断和维修。另一个 D/A 转换器则接收数字信号的高 6 位 (B1-B6)，并将其转换为脉冲信号。这些脉冲信号，也称为大台阶同步脉冲，经过缓冲后被发送回模拟输入板，用于激活抖动振荡器。

2.7 电源

该电路板上接收的电源输入包括 +18VDC、-18VDC、-12VDC 和 +7.5VDC，这些输入电源经过稳压处理后，分别输出为 +15VDC、-15VDC、+5VDC 和 -5VDC。同时，板上设有一个电源故障检测电路，负责监控这些电源的状态，并能够在检测到电源问题时，向 A/D PAL 和控制器发出电源故障指示信号。

3 A/D 转换板转换出错故障

3.1 转换错误逻辑信号

当时间滤波器 PAL 检测到 A/D 转换器上的一个错误信号时，它会生成一个数据清除逻辑信号。这个信

号触发调制编码器板上的栓锁器 U6 和 U7，清除它们内部存储的所有数字数据。同时，该错误信号还会生成一个“转换错误”的逻辑输入信号，该信号会在数据读取脉冲的作用下被传送至控制器。此外，负载输出信号可以通过测试点 TP13 进行监测，并且这个信号也被送至栓锁器 U6 和 U7 的时钟输出端，以便于对这些组件的时钟信号进行同步和控制。

3.2 故障示例

故障现象：检修过程中发现 DS11 亮红灯，DS5、DS25 同时亮红灯，发射机此时无法满功率工作。

检修步骤：如图 1 所示，是检修流程图。

当 DS11 发生故障时，通常会会导致 A/D 转换板上的 DS5 指示灯点亮。然而，如果 DS5 指示灯没有亮起，这可能意味着指示灯的显示功能出现了问题。在这种情况下，应该根据流程图检查 A/D 转换板上的其他部分线路，以确定并解决问题。此故障现象伴随 DS5、DS25 这两个灯亮，那么依照以下步骤处理：

1. 测量 A/D 转换板上的 TP4、TP13、TP3 各个测试

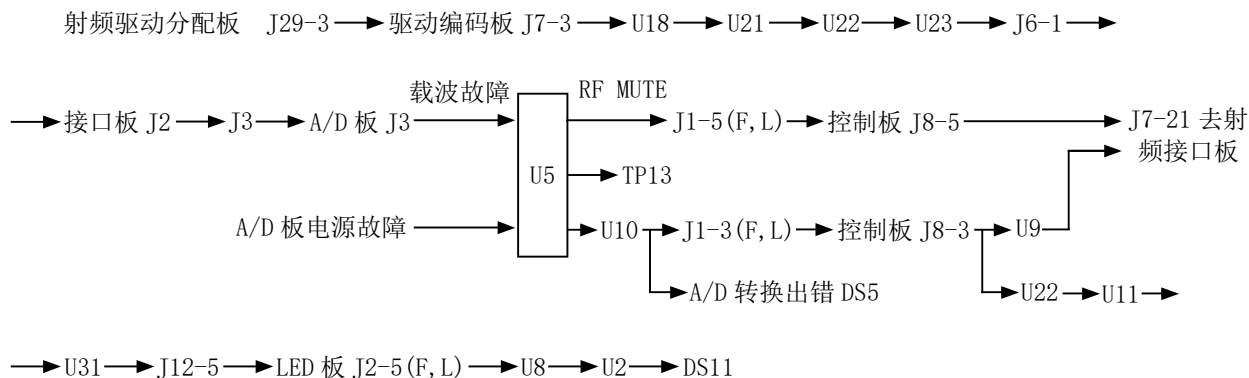


图 1 检修流程图

点的电压是否正常，结果发现 TP4 的电压值不正常，低于 5V，怀疑没有时钟脉冲。

2. 在这块板上 R12 上检查来自驱动器的那些脉冲。发现是 R12 处有脉冲 Q1 后就没了，怀疑 Q1 坏了，更换 Q1 后 TP4 电压值正常。开机后，DS11 不再亮红灯，故障排除。

4 结束语

在实际工作中维护问题越来越受到重视，多种因素都会导致 A/D 转换器转换出错，本文只是讨论其中常见的一种。所以只有通过不断学习和实践总结，对整个电路图了如指掌，才可能在故障发生时迅速排除故障^[5]。

参考文献：

- [1] 王林. 中波发射台发展建设构想[J]. 传媒论坛, 2021(06): 157-158.
- [2] 韦铮. 融媒体时代下传统广播媒体的转型策略[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2024(04): 123-125.
- [3] 高东升, 王赫. DM-10 全固态中波广播发射机模数转换板的原理分析与故障处理[J]. 数字传媒研究, 2021, 38(08): 61-64.
- [4] 陈安国. AM103 S- II 型中波发射机 A/D 转换电路原理剖析[J]. 无线互联科技, 2023(04): 33-36.
- [5] 张永强. 中波广播发射机稳定工作影响因素与解决对策分析[J]. 广播电视技术, 2023(11): 91-94.