

# 10kW中波发射机供电电源引起故障的检修与思考

郭昊

内蒙古自治区广播电视传输发射中心鄂托克853台 内蒙古 鄂尔多斯 016100

**摘要:** 10kW中波发射机供电电源的稳定性直接影响发射系统的可靠运行,本文聚焦由电源系统引发的典型故障以及与之对应的检修策略,并且针对电源架构里各关键部件,像主变压器、整流滤波、稳压模块、保护电路等,深入地对其功能要求以及失效模式展开了探讨。文章着重对无规律关机重启、功率输出异常、关键元件损坏还有控制逻辑紊乱等故障现象进行分析。在此基础上,系统阐述了一些针对电源输入输出波形、核心模块状态、线路连接可靠性以及接地状况而设立的方法,还提出了关于提升供电可靠性在运维方面的思考。

**关键词:** 10kW中波发射机; 供电电源; 故障检修; 电源故障分析; 维护策略

## 1 引言

中波发射机是一种用于广播电台传输中波频率信号的设备,它属于广播电台系统的重要组成部分,主要作用在于能将声音、音乐以及其他信息发送到广泛的地理区域中。而在中波发射机中,供电电源作为其能量来源,整机的工作状态直接由它性能的优劣决定。不过,电源系统本身或者其部件性能出现劣化,成为了引发发射机各类运行故障的潜在根源。所以深入理解供电电源结构特性,对其引发故障的典型表现与机理的掌握,以及建立起系统有效的检修流程,对于快速定位问题、减少停播时间以及保障安全播出而言,有着重要的实践价值。

## 2 中波发射机供电电源系统构成与关键特性

### 2.1 10kW中波发射机典型供电架构

中波发射机作为调幅广播传输系统的核心设备,承担将音频信号转换为电磁波的关键功能。在10kW中波发射机的供电系统内,主电源负责为发射机功放模块提供稳定可靠的高压直流电,其设计采用工频变压器与整流滤波电路相结合的方式,能够在电网波动时维持输出电压的稳定性,同时配备完善的过压和过流保护机制以避免异常情况对设备造成影响。辅助电源主要给冷却系统、监测仪表等外围设备供电,这类电源的电压等级相对较低但负载类型较为复杂,需要根据具体设备需求采用多路输出的开关电源方案,既满足不同负载的功率需求又能兼顾整体效率。控制电源则专门为发射机的逻辑控制单元和微处理器系统供电,其特点是要求电压精度高且纹波系数小,通常选用高稳定性的线性电源或低噪声开关电源,并在关键电路上加装冗余备份以提高系统

可靠性。

### 2.2 关键电源部件功能与要求

主变压器是供电系统的能量枢纽,承担着将电网较高交流电压安全转换为适合后续电路处理次级电压的核心任务,设计时必须充分考虑铁芯材料的磁导率与绕组导体的载流能力,以保障在10kW功率等级下高效传递能量同时有效抑制磁饱和现象与不必要的涡流损耗<sup>[1]</sup>。整流滤波单元致力于将变压器输出的交流电转换为相对平直的直流电,要求桥式整流器件具备承受高浪涌电流的坚固特性,同时滤波环节中的大容量电解电容与扼流圈紧密配合,共同致力于最大限度消除整流后残留的脉动成分,为下级电路提供纹波系数符合标准的直流基础。稳压模块则扮演着电压精调与稳定的角色,无论输入电压存在合理范围的波动或是负载电流发生显著变化,它都需要具备快速响应的闭环控制能力,将输出电压精准维持在发射机内部各单元电路所严格规定的窄幅窗口之内。保护电路设计用于实时监测供电线路上的电流强度与电压水平,一旦检测到超越预设安全阈值的过流或过压情况,该电路会立即启动干预机制切断供电路径,从而为价格昂贵且精密的发射机核心元器件构筑起一道坚实的防护屏障,防止潜在在电气应力造成的不可逆损伤。

## 3 供电电源引发发射机故障的典型表现与关键故障点

### 3.1 发射机无规律自动关机或重启

供电电源出现的瞬时电压跌落或短时中断事件常常迫使10kW中波发射机内部敏感的电压监测电路误判为严重欠压状态,进而触发保护继电器动作导致整机意外关机,电源电压有效值的缓慢波动虽未达到保护阈值下限却可能使稳压系统长期处于极限调整边缘。频繁发生的微小电压扰动积累到一定程度后足以引起控制逻辑电路的误动作信号,表现为设备在无明显外部诱因下的突然

**作者简介:** 郭昊(1994-),男,汉族,鄂尔多斯市鄂托克旗乌兰镇人,本科,助理工程师,研究方向:中波发射机。

重启, 这些电源质量瑕疵正是导致保护电路误动或控制系统紊乱进而引发设备无规律关停重启的根源所在。

### 3.2 功率输出异常与电源电压/电流不稳的关联

当10kW中波发射机出现功率输出异常时, 例如输出功率下降或波动, 往往与供电电源的电压或电流不稳定存在直接关联, 主电源整流滤波电路的性能劣化可能导致直流高压输出含有较大纹波, 进而影响功放模块的工作状态, 使得载波信号产生幅度调制或谐波失真。若辅助电源的某一路输出电压偏离设定值, 冷却风扇转速异常或监测电路误判可能间接导致功放管温度升高, 最终反映为输出功率的缓慢下降。控制电源的电压漂移则可能干扰发射机的自动增益控制环路, 使得输出功率在设定值附近无规律波动, 同时电源内阻增大或接触不良会引起电流断续, 进一步加剧功率输出的不稳定性<sup>[2]</sup>。

### 3.3 发射机内部元件异常损坏与电源质量的关系

供电电源质量缺陷引发的浪涌和谐波问题会直接威胁内部核心元件的安全, 剧烈电压冲击如同无形重锤瞬间施加于功放管脆弱的PN结结构, 极易导致绝缘栅介质击穿或电极熔融性损伤。调制器部分对电源波形纯净度异常敏感, 持续存在的谐波电流畸变迫使调制变压器铁芯产生额外涡流损耗和发热, 长期积累的热应力显著加速绝缘材料老化进程, 闸流管或固态开关器件在非标准正弦波驱动下频繁遭遇异常的导通与关断应力, 极大增加了栅极锁死或过电流烧毁的风险。

### 3.4 控制逻辑紊乱或显示异常与控制电源故障

控制电源电压异常或存在干扰时, 10kW中波发射机可能出现控制逻辑紊乱或人机界面显示异常, 例如控制板MCU因供电电压跌落进入复位状态, 导致发射机参数设置丢失或自动切换工作模式, 而显示屏的乱码或闪烁往往源于电源纹波过大干扰了显示驱动芯片的正常工作。当控制电源的滤波电容容量衰减或稳压电路性能下降, 数字电路供电电压的微小波动可能被误判为有效信号, 触发错误的保护动作或状态切换, 同时高频干扰通过电源线耦合至信号采集电路, 可能使监测数据跳变或触发误报警, 此类问题在系统日志中通常表现为无规律的异常事件记录, 需要结合电源质量测试和逻辑分析仪捕获的信号时序进行综合判断。

## 4 供电电源故障的针对性检修方法与思考

### 4.1 关键点电压电流测量与波形分析

在排查10kW中波发射机供电电源故障的过程中, 检修人员使用万用表对输入端交流电压电流进行精密测量, 观察市电是否存在异常波动或谐波畸变特征, 这些初始数据能够直接反映外部供电环境对系统的影响程

度。整流环节的深度检测需要示波器出场, 技术人员聚焦整流桥前后关键节点波形特征, 正常状态下整流后应呈现规律脉动的直流波形, 倘若发现波形削顶或严重畸变, 往往指向整流二极管单向导通特性劣化, 或是滤波电容存在等效串联电阻增大的隐患。当示波器探头移至稳压环节输入端, 经验丰富的维护工程师会特别关注直流母线电压的稳定度, 该点电压若出现低频起伏可能暗示前级滤波不足, 而叠加的高频毛刺则可能来源于开关器件干扰耦合, 此时同步记录稳压芯片输入输出电压数据显得尤为必要<sup>[3]</sup>。稳压输出端纹波幅度是诊断的核心判据之一, 技术人员将示波器垂直灵敏度调至适当档位, 异常增大的纹波既可能源于稳压器反馈回路补偿电容失效, 也可能是输出滤波电容容量衰减所致, 此时需要横向比对芯片规格书中的基准电压参数。在波形分析环节, 示波器时基调整能够揭示纹波频谱构成, 50Hz/100Hz的低频波动暗示工频整流环节问题, 而数十千赫的高频振荡则指向开关电源闭环稳定性异常, 最终为故障溯源提供清晰路径。

### 4.2 电源模块的在线/离线检测与替换

在线检测通常从整流桥入手, 在设备带电状态下使用示波器观测其交流输入与直流输出端波形是否完整平滑, 借助万用表测量关键点电压是否存在异常跌落或纹波突增现象; 若整流桥输出异常则需立即断电, 将整流桥脱离电路后通过二极管档位测量各桥臂正反向阻值以确认是否存在击穿或开路性损坏。对于滤波电容的在线评估需密切监测其外壳有无鼓胀、漏液等物理变形, 离线检测则必须使用专用电容表或ESR表精确测量其容量衰减程度与等效串联电阻是否超出器件标称允许范围, 老化电容往往表现为容量骤减或ESR值成倍增长。开关管的检测策略需区分在线与离线状态协同进行, 在线测试着重检查驱动信号波形幅度与时序是否符合控制逻辑, 同时利用电流探头观察开关管导通瞬间电流是否存在过冲或振荡; 离线检测则需将管子拆下后通过晶体管图示仪完整扫描其输出特性曲线, 重点验证饱和压降、反向恢复时间等参数劣化情况。控制IC的故障定位往往依赖在线电压测量, 逐一核对各引脚工作电压特别是基准源、供电端及反馈补偿端电压是否稳定在规格书标注区间, 必要时需捕捉PWM输出引脚波形判断其调制功能是否失效。

### 4.3 线路连接与接地点状态检查

线路连接部分重点检查焊点是否存在虚焊或氧化腐蚀, 虚焊通常表现为焊点表面粗糙或存在裂纹, 氧化腐蚀则可能使焊点周围出现绿色或黑色物质, 这两种情况都会导致接触电阻增大甚至断路, 检修时需使用放大镜

仔细观察焊点状态并用万用表测量通断,发现异常后重新焊接或更换线缆即可解决。松动问题主要集中在接线端子与插头插座部位,长期震动或机械应力可能使螺丝固定点出现位移,接触面压力不足引发打火或间歇性断电,处理时需要紧固所有螺丝并检查插接件是否变形,必要时涂抹导电膏增强接触稳定性。腐蚀现象在潮湿环境中尤为常见,金属导体表面生成氧化层后导电能力下降,检修时需刮除腐蚀物并用酒精清洗接触面,严重腐蚀的部件必须更换以避免隐性故障<sup>[4]</sup>。接地电阻检测是判断接地点状态的核心手段,接地不良会导致电源噪声增加或保护功能失效,使用接地电阻测试仪测量阻值时应断开设备连接,测量结果超出标准范围需检查接地体是否锈蚀或土壤干燥,重新埋设接地极或添加降阻剂能够有效改善接地性能。

#### 4.4 负载能力测试与假负载应用

维护人员在诊断10kW中波发射机供电电源的负载能力问题时,必然需要执行严格的负载能力测试,使用大功率可调电阻负载或电子负载设备替代发射机实际负载接入电源输出端,测试过程要求从空载状态开始极其缓慢地增加负载电流直至接近电源模块的额定输出功率上限,在此渐进加载期间必须同步使用高精度电压表和电流表连续监测电源输出电压的跌落幅度以及输出电流波形的平滑程度,任何在达到额定负载前出现的输出电压异常下降或电流波形剧烈畸变,都清晰地指向电源内部稳压回路响应迟滞或功率器件带载能力不足的故障点。假负载的价值在于为电源模块提供稳定可控且可长时间维持的模拟负载环境,尤其水冷或风冷型大功率假负载

系统能够安全吸收电源满额输出甚至短时过载产生的巨大能量,助力维护人员能够在不对实际发射机设备构成风险的前提下精确评估电源在极限工况下的性能表现和热稳定性,连接假负载时必须选用足够截面积的低阻电缆并确保所有接线端子接触电阻极低以避免测试误差。

#### 结语

中波发射机运行异常的关键因素在于电源故障,其表现形式呈现出多样的特点,且和电源架构内部关键环节的状态存在紧密关联。有效的故障排查需要紧密结合故障现象,运用专业的测量与分析手段,针对电源输入输出特性、核心模块性能、线路连接以及接地状况展开细致入微的检查。建议行业在日常维护建立起完善的预防性监测体系,着重对电源部件的老化趋势、电压电流的稳定程度以及接地系统的有效性予以重点关注。未来可进一步针对电源状态展开智能化监测与预测性维护技术的探索,以便更主动地实现发射系统整体运行保障能力的提升。

#### 参考文献

- [1]许海峰,刘秀梅.10kw中波发射机供电电源的故障检修与维护[J].民营科技,2018,(03):42.
- [2]安娜.10kW中波发射机供电电源常见故障采集与检修研究[J].中国新通信,2018,20(02):135.
- [3]贺燕.DM10型中波广播发射机部分直流电源的维修和维护[J].西部广播电视,2018,(11):204-206.
- [4]曹标,庞怀钊,周国荣,等.中波发射机音频处理板外电故障处理及整改[J].视听,2018,(04):83-84.