

CINRAD/SA 雷达调制器真空开关 漏气故障的分析处理

胡东明^{1,2} 胡 胜² 刘 强³

(1. 南京大学大气科学系研究生班, 210093; 2. 广州中心气象台;
3. 北京敏视达雷达有限公司)

从2002年8月1日开始,广州CINRAD/SA雷达发射机系统平均每个月发生一次大面积烧坏控制信号平衡发送/接收芯片的故障,造成发射机加不上高压或没有发射功率,极大地妨碍雷达系统的正常工作。直到2003年6月15日才找到故障的根本原因,根源是调制器真空开关(3A12A10)漏气,真空度下降,造成高压打火,更换该器件后故障方得以彻底解决。本文从基本原理入手,深入分析故障原因及处理办法,供正在使用和即将建设CINRAD/SA雷达的同行们参考。

1 现象分析

故障报警信息:每次故障发生首先报警TRANSMITTER HV SWITCH FAILURE,有时伴随出现FLYBACK CHARGER FAILURE。如果高频激励放大器3A4或脉冲形成器3A5等主放大链故障则出现与功率相关的报警,如TRANSMITTER PEAK POWER LOW、ANTENNA POWER BITE FAIL、LIN CHAN RF DRIVE TST SIGNAL DEGRADED等。严重时,还可能烧坏其它控制电路的接口芯片,这时

则会出现报警XMTR/DAU INTERFACE FAILURE、TRANSMITTER INOPERATIVE等。

发射机故障指示灯显示:发射机过压、发射机不可操作等故障指示灯亮;高压打火严重时,+28V电源会自动保护,则出现发射机故障显示面板灯全亮的现象。

表头指示异常的有:人工线电压表头指示为0,但低压电源、灯丝电流、聚焦线圈电流的表头指示却正常。

异常性能参数包括:RFD1、RFD2、RFD3实测值显示异常(均为-33),天线和发射机的峰值功率异常低,平均功率为0。

其它分系统(如天线/伺服,接收机等)仍然正常运行。

由上述故障现象可推测,故障肯定出现在发射机系统中,用分系统控制平台(RDASOT)软件和发射机控制平台(XMTR_test)软件直接控制发射机工作并进行测试,结果发现发射机中要么3A12调制器人工线充电电压为零,要么3A5高频脉冲形成器无功率输出,最终均造成发射机无功率输出。

2 故障分析

基本分析步骤是:首先,用示波器检测触发控制信号,包括充电触发信号 MODCHARGE TRIG、放电触发信号 MODISCHARGE TRIG 以及高频驱动触发信号 RF DRIVER TRIGD 等,注意测量时要掌握信号的传输路径,即从硬件信号处理器(HSP)输出端,再到发射机主控板输出端,最后到达发射机各功能模块的触发信号接收端口,逐一测量上述触发信号是否正常到达。然后,处理人工线电压为零的问题,原因通常出在调制器系统的充电开关组件 3A10 和触发器组件 3A11。最后,处理功率异常的问题,在确保人工线电压正常后,原因基本集中在主放大链的高频激励放大器 3A4 和脉冲形成器 3A5。

2.1 控制信号异常的分析与处理

发射机系统的外接信号主要分为以下四类:RF 驱动信号的输入信号、脉冲形成后的采样测试输出信号、从信号处理器过来的触发信号和从 DAU 过来的高压通断信号,以及发往 DAU 的状态(故障)监测信号。

以上四大组件的触发控制信号均需要通过主控板中转,其中故障发生率较高的芯片有:从信号处理器 HSP 板接收充、放电触发信号(MODCHRG TRIG、MODISCHRG TRIG)的平衡接收芯片 D24 (26LS33),充、放电触发信号的平衡发送芯片 D32 (26LS31),如图 1,以及发往调制器真空开关的脉宽选择光耦 N5 (2601)。从几次故障处理来看,有时直接烧裂 26LS33,甚至烧坏光耦,说明肯定有高电压大电流的冲击,所以首先想到可能有发射机高压打火。

上述控制触发信号由信号处理器产生,可以在 RDA 信号接口板 5A16 处测量 HSP 板输出的充、放电触发信号,测试点标明有 MODCHG TRIG、MODISCHG TRIG,正常时 MODCHG TRIG 波形应该为 3V 左右的正脉冲频率,并与选择发射的脉冲重复频

率相同,MODISCHG TRIG 应该是与 MODCHG TRIG 信号差分输出端相似的波形,如发现异常可更换 HSP B 板的 U6 (26LS31) 芯片,再重复以上测量可得到正常波形。注意测量时示波器的输入负载应选择 1M Ω 档。

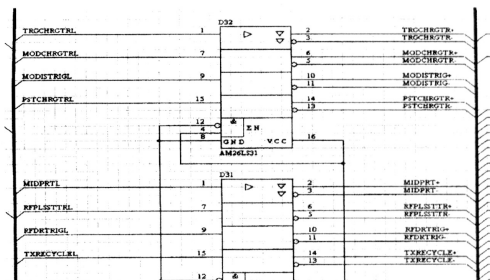


图1 主控板控制信号发送芯片信号输入输出

2.2 人工线电压为 0 的分析与处理

调制器组件 3A12 的基本原理如图 2,三相交流电 380V 输入,经整流组件 3A2 及电容组件 3A9 整流、滤波,转换为约 510V 直流电,输入充电开关组件 3A10。充电开关组件接收到充电触发信号后,进入回扫充电周期,通过充电变压器(在油箱中)为调制组件的人工线充电。充电结束后,人工线电压达到某一精确的设定值。这时触发器收到放电触发信号,并立即输出放电触发信号,控制调制器的可控硅组件导通放电,人工线上储存的能量经脉冲变压器升压,输出可供速调管放大使用的高压(约 60kV 左右)调制脉冲。

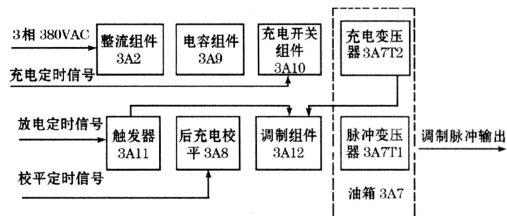


图2 发射机高压调制脉冲形成电路框图

分析高压脉冲形成电路框图分析其工作

原理,故障主要存在于给调制器人工线充电的充电开关及放电的触发器,而且经过实际测试可知,问题就出在上述两模块的冲放电触发信号的平衡接收芯片,方法可以直接用示波器检测该芯片的输入输出管脚的波形是否正常。

2.3 功率异常的分析与处理

当确保人工线电压正常后,如果功率仍无输出,这时问题基本上就出在主放大链的高频激励放大器和脉冲形成器上,而且问题往往存在于上述两模块的触发信号的平衡接收芯片。

检查发射机系统的包络和输出功率,如果没有输出,则检测高频激励放大器控制板的 N7 (26LS33) 芯片的输入输出是否正常;如果有输出但是太小,则需要检查脉冲形成器;当输出功率明显偏大,可能是脉宽控制电路有问题,即脉冲宽度不可控制,窄脉冲仍然用的是频综送过来的 $8.3\mu\text{m}$ 宽的脉冲,导致功率陡增,这时需检测脉冲形成器控制板的 N3 (26LS33) 输入输出是否正常。

3 故障处理

3.1 发射机调制器的处理

调制组件元器件的重新布局,特别是比较长的高压电容和电阻器件。更换所有高压线缆,把高压线与地线和机壳分开走线,避免高压线漏电打火。拔除调制组件控制板多余的芯片,实际上调制器 A12A9 控制板上除一光耦外其它芯片均可剔除,主要也是考虑平衡接收芯片可能影响信号发送芯片 26LS31。

3.2 电源线接地电缆的处理

最初的电源线接地电缆的接线方式是:发射机柜、接收机柜、RDA 机柜一齐直接

联到线槽接地点,配电柜没接地线。怀疑这种不共地的地线联接方式,可能造成市电浪涌烧坏芯片。

2003 年 5 月 22 日,电源线接地电缆的接线方式改为发射机柜、接收机柜、RDA 机柜一齐联接到配电柜,再由配电柜联到线槽接地点。之后发生两次烧接收机电源和伺服 +28V 电源的故障,进一步证明发射机系统存在严重的高压打火。

目前的接地电缆的接线方式是:发射机柜、接收机柜、RDA 机柜、配电柜一齐直接联到线槽接地点。

3.3 调制器真空开关处理

经过近一年来的摸索,排除其它可能因素后,问题归结到调制器真空开关 (3A12A10),与真空开关相连的有“脉宽选择”等其它控制信号,该处打火造成的瞬间尖峰冲击,击毁相关的控制信号传输芯片。经生产厂家测试,发现真空开关的真空度严重下降,已经达不到继续使用的指标要求了。更换真空开关后,到目前为止没再出现类似故障。

4 结 语

由于调制器真空开关真空度下降,致使调制高压打火,烧坏充电开关或触发器的 26LS33,导致人工线无法充放电,造成人工电压为 0,即通常说的发射机加不上高压;或者烧坏主高频激励放大器或脉冲形成器的 26LS33,发射机系统虽然能加上高压,但发射功率输出异常;或者烧坏发射机主控板的 26LS31,及电路板相关线路的光耦,造成发射机系统要么加不上高压,要么输出功率异常;有时甚至烧坏信号处理器 HSP 板和 DAU 数字板的 26LS31 芯片,导致发射机系统根本没有外部输入控制信号,也就不可能有正常输出了。