

TR 组件发射波形畸变批次故障分析

易 春 兰

(成都飞机工业集团电子科技有限公司, 四川 成都 610091)

摘 要:在某批次收发组件(TR 组件)随整机系统测试时,出现发射波形畸变故障现象。通过对该故障的分析,暴露出 TR 组件测试系统衰减器与整机测试系统的衰减器类型和衰减量不同,造成测试结果不一致;TR 组件的相关检验文件只按技术协议要求施加标准激励,无静态测试,从而造成小信号输入产生自激的批次故障;TR 组件所用功放放在脉冲供电方式下防过冲措施不到位等 3 方面问题。

关键词:TR 组件;发射波形;波形畸变;脉冲供电;过冲;批次故障

中图分类号:TN384

文献标识码:A

Batch Fault Analysis of the Transmitting Waveform Distortion of T/R Module

YI Chunlan

(Cheng Du Aircraft Industry Group Electronics Technology Co. Ltd, Chengdu 610091, China)

Abstract: The transmitting waveform distortion was happened during a system test of a batch of T/R module. Through analyzing the fault cause, it has been found that there exist three aspects of problem. First, the attenuation manager types and the attenuation volumes of the T/R module test system and the complete machine were different, thus resulted in the test results inconsistency. In addition, the related test of T/R module was only applied a standard excitation according to the technology agreement requirements and no static test, thus the small signals input resulted in the self-excitation. Third, the necessary precautionary measures to avoid overshoot was failed when the amplifier of T/R module was supplied in a pulse power way.

Key words: TR module; transmitting waveform; waveform distortion; pulsed power supply; overshoot; fault of the batch

0 引言

某所为我公司配套研制的收发组件(TR 组件),与整机交联匹配兼容,工作稳定可靠及满足整机技术要求,随同整机完成相关鉴定程序,并已多批次供货。为提高电磁兼容性能及减少整机功耗,TR 组件末级功放采用了脉冲供电方式,中频输入信号到来前 $1\ \mu\text{s}$,电源启动,中频信号结束 $1\ \mu\text{s}$ 后,电源关闭。因此,在整机交检时,除检查发射波形带宽、信噪比等频域指标外,还须对发射波形进行检波,测试其脉冲宽度是否满足要求^[1-2]。

1 故障描述

某批次 TR 组件按出所检查文件要求测试,指标满足。装入整机后,用功率计检波发射脉冲发现发射脉冲波形畸变,脉冲前部和后部有多余波形。

故障波形如图 1 所示。

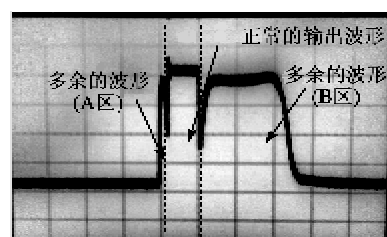


图 1 畸变输出波形

TR 组件返回承制单位后对产品进行复测,测试三温指标数据后发现,在 TR 组件规定的输入功率 $10\ \text{dBm}$ 测试条件下,TR 组件发射脉冲检波输出正常。

外接检波器后,检波输出波形如图 2 所示,由该图看不出 TR 组件的故障现象。

收稿日期:2012-08-22

作者简介:易春兰(1979-),女,四川人,工程师,主要从事机载产品质量管理的研究。

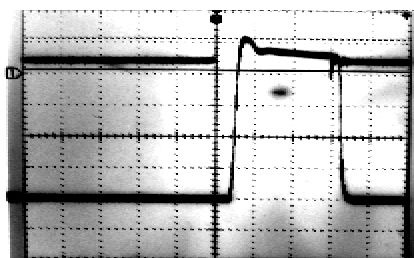


图2 TR 组件复测输出波形

用频谱仪对 TR 组件进行输出频谱测试,与前批次整机测试正常的 TR 组件进行对比测试,在正常中频输入功率 10 dBm 条件下测试,正常批次与故障批次无明显区别。频谱图如图 3 所示。

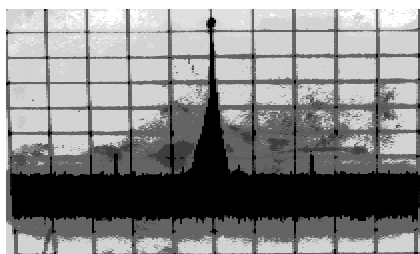


图3 正常输出频谱图

但当在中频输入功率降低到 4 dB~0 时,故障批次输出频谱有自激现象,如图 4 所示。

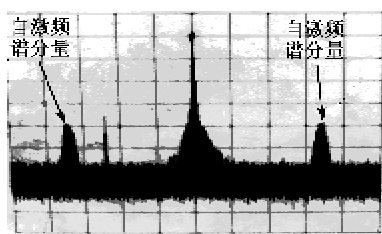


图4 自激状态输出频谱

由于系统工作于脉冲工作方式,当无中频发射脉冲时 TR 组件输入功率在 0 以下,因此系统中 TR 组件也会出现图 4 所示自激现象。由此分析,TR 组件存在自激现象是检波波形畸变原因。经查,自激现象的原因是由于末级功放管 TIM3742-4UL 工作状态临界,介于稳定和不稳定之间。当输入功率变化时,功放管的工作状态产生变化,在 0~4 dBm 之间的输入条件下,满足振荡条件,引起自激。在 TR 组件功放管 TIM3742-4UL 输入带线周围及隔离器周围加贴吸收材料,自激现象消失,输出频谱正常。

TR 组件消除自激后,再次装入整机进行测试。输出波形明显改善,但原故障波形 A 区冲击依然存

在,B 区原下降沿位置又产生突起,如图 5 所示。

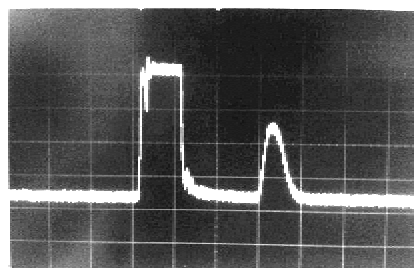


图5 消除自激后随整机检波输出波形

2 原因分析

根据以上现象分析,为查明整机测试检波波形与 TR 组件出所测试波形有较大区别的原因,将整机及发射脉冲波形检测设备带到承制单位进行对比复测。整机测试系统中,发射脉冲输出与功率计之间接 20 dB 衰减器,用示波器连接功率计检波输出端检测发射脉冲宽度等指标。而 TR 组件在出所测试时,系统中该衰减器为 30 dB(见图 6),从而造成检波输入功率偏小,故障现象难以发现。

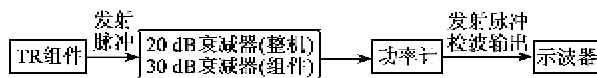


图6 检波测试设备连接框图

将 TR 组件测试系统中衰减器值更换为 20 dB,在存在自激的组件中,功率计检波输出复现了故障波形,但对消除自激的组件,未复现图 5 中所示的波形。将测试系统的衰减器更换为整机测试所用 20 dB 衰减器,复现了图 5 所示的波形。

对整机测试用衰减器与承制单位组件测试衰减器进行比较发现,在 TR 组件工作频率上,二者无明显区别,但在频率低端,整机测试用衰减器,特性恶化(见图 7)。由于 TR 组件工作频率为窄带工作,该衰减器对组件微波特性测试影响不大。且整机测试用衰减器为隔直设计,输入电阻为高阻,组件测试用衰减器输入电阻为 50 Ω。

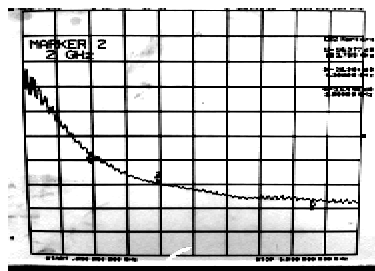


图7 整机测试所用衰减器频率特性曲线
用示波器对故障批次输出进行测试,发现 TR

组件发射输出端口存在低频分量泄漏,且与脉冲电源的前后沿位置相同。经查为末级功放管 TIM3742-4UL 在电源脉冲调制供电开始和结束时产生的低频过冲泄漏。

由于整机测试系统中衰减器为隔直窄带衰减器(见图 7),电源脉冲调制的低频过冲分量基本没有进行衰减便到达功率计内部检波器上,而整机测试系统中功率计内部检波为宽带检波,对泄漏的电源脉冲调制的低频过冲分量也进行了检波,导致输出波形出现畸变,产生了如图 5 所示的检波波形。而 TR 组件测试系统中的衰减器直流电阻为 $50\ \Omega$,衰减频率范围 DC-10 GHz,因此,对电源脉冲调制形成的低频过冲分量也和发射信号一样进行了同样的衰减,从而到达功率计检波器的低频过冲分量很小,对检波输出波形基本无影响,因此在 TR 组件测试系统上,检波输出波形表现正常。

3 解决措施

根据以上分析,故障批次 TR 组件检波输出波形畸变的原因有 2 个:

1) TR 组件末级功放管 TIM3742-4UL 在小信号输入条件下,存在自激现象。

2) TR 组件发射输出端存在电源脉冲调制低频过冲泄漏。

解决措施有以下 2 点:

1) 在末级功放管 TIM3742-4UL 输入带线周围及隔离器周围加贴吸收材料,消除自激现象,确保输出频谱正常。

2) 在末级功放管 TIM3742-4UL 输出隔直电容后增加并联到地电感。该电感对低频分量形成泄漏通路,对微波分量无影响。

通过以上措施,组件输出波形正常,进行三温测试合格,随整机测试、试验合格。

4 纠正措施

对后续生产的组件,需采取以下措施:

1) 在 TR 组件测试时,中频输入采用 $0\sim 10\text{ dBm}$ 的输入功率进行扫描测试,避免存在自激现象的 TR 组件出所。

2) TR 组件测试系统中,TR 组件发射输出端口与功率计输入端口之间衰减器值从 30 dB 更改为 20 dB 窄带衰减器,与整机测试状态一致。

3) 按措施 2) 的方法增加并联接地电感,防止电源脉冲调制低频过冲。

上述措施均在 TR 组件的设计及工艺文件中落实,从而避免类似故障现象再次发生。

5 结束语

通过该批次故障的排除,可以总结如下:

1) 功放在采用脉冲电源供电形式时,应考虑到脉冲前后沿的低频过冲泄漏,并加一定防范措施。

2) 整机测试系统与组件测试系统所用设备的指标参数应尽量一致,如有不同的地方要进行论证是否存在测试结果差异。

3) 在相关检验文件中,组件测试激励信号不能只满足技术协议规定的输入指标,还应增加检测静态(如无激励信号或小信号输入)情况下的各项指标

参考文献:

- [1] 郑新,李文辉,潘厚忠.雷达发射机技术[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [2] 曾天翔.电子设备测试性及诊断技术[M].北京:航空工业出版社,1996.