

# T/R 组件测试安全性增长的实现

## ——T/R 组件测试漫谈（二）

丁志钊 王盘伟

上一讲主要讲述了到底是哪些原因引发了 T/R 组件测试安全性问题，它涉及到操作人员、被测 T/R 组件、测试仪器、测试程序和测试数据等多方面的安全问题，那怎么实现安全性增长呢？

### （1）加强操作人员的防护和被测组件的屏蔽隔离（铁布衫+金钟罩）

笔者经常在国内各大军工院所中发现操作人员自身的防护观念较为淡漠，普遍嫌麻烦。在大功率测试环境下，操作人员应该佩戴防护面具、眼镜和防辐射工作服。科研人员不是义和团，你以为自己刀枪不入呢？老老实实穿上铁布衫吧。另外，被测 T/R 组件最好置于屏蔽箱内，相当于一个金钟罩，不但可以保证操作人员的安全，而且可以降低产线上不同测试系统之间的相互干扰。

因测试的需要，屏蔽箱壳体上需要开孔穿过电源、控制、射频电缆和液冷管等。为保证屏蔽性能，应尽量避免开细长孔，也不能有直接穿过屏蔽箱的导体。

### （2）增加端口驻波比告警电路保证 T/R 组件的安全

利用定向耦合器、检波器和模数转换电路等可以实现每个发射输出端口驻波比的实时监测。该电路的目的不是为了实现端口驻波比的精准测试，只要监测到端口发生失配甚至开路，则小目标实现。而正常工作和端口失配情况下驻波比的差异是非常大的，因此，没有必要把这个电路搞得很花哨，删繁就简，简单实用即可。

### （3）以低频小信号验证测试通道的连通性保证测试仪器的安全

发射测试时，首先在发射输入端口施加低频小信号（或者降低本振信号功率），并保证发射输出功率低于信号发生器、噪声源和矢量网络分析仪等仪器的反串烧毁功率阈值，若通道连通性符合要求，则将输入功率恢复至正常水平。这个办法是不是好像有点不上档次，但是很实用。虽然是小偏方，但是却有大疗效。当然，这也会牺牲一点点测试效率，但是没有安全，何谈效率？什么不是一个折中、平衡甚至妥协的结果呢？

其实也可以从改变信号调理方法层面来提高测试仪器的安全性，即在收发测试分离的基础上降低发射输出信号的功率至安全阈值，即使发生开关切换故障，

也不会烧毁测试仪器。不过，这些调理方法也会伴随而来其它的问题，没有哪种方法是完美的。

#### (4) 供电电源的次序性保证

从供电电源整机来讲，无论是以中电科仪器仪表有限公司为代表的思仪品牌国产电源，还是老外的电源，现在都具备了按照设定顺序输出和关断的功能。

而对于异常情况来讲，我们研制了电源控制设备。上电时，以前级电源控制后级电源输出，前级电源加不上，后级电源肯定不输出；而发生异常断电时，也会利用比例放大、积分放大单路来实现断电顺序的二次调理。



图 1 电源控制设备

#### (5) 突发测试中断恢复

为了应对测试突发中断，在软件平台中嵌入了一个中断记录与恢复子平台。它基于数据库，具有测试点记录、被测件状态记录、状态恢复和容错功能。当然，若要达到中断恢复目的所需的数据量较大，应该选择性记录，只记录有用的数据。

#### (6) 基于数据库的远程数据可靠传输

当远程传输数据出现网络瘫痪时，将立即启动一个临时线程，并记下数据储存位置。临时线程不断连接中央数据处理系统，当网络再次连通后，根据数据位置，临时线程从数据库读取、传输未传输的数据。完成后，临时线程结束，并恢复正常的数据传输。上述方式是直接对数据库操作，而不对临时文件进行操作，传输效率比较高。

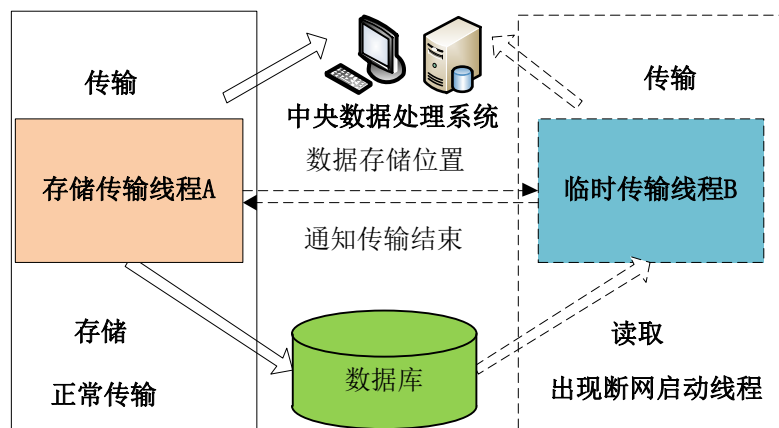


图 2 远程数据可靠传输原理图

以上就是几种提高 T/R 组件测试安全性的方法，只是个人一些工程经验的简单总结，不成体系，星星点点，愿意一起讨论和分享，共同进步！



图 3 某型 T/R 组件测试系统照片